

NOTA TÉCNICA

INTERVENCIÓN POR EMERGENCIA PARA LA CONSOLIDACIÓN DE LOS BORDES DEL TABLERO DEL VIADUCTO DEL ARCO DE LADRILLO

Nota técnica nº: 09

Asunto: Refuerzo de vigas de vano 9 (sobre FF.CC.)

Redactado por: Alberto Rogina Checa

Edición: 00

Fecha: 11.04.2025

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES	2
2	PATOLOGÍAS OBSERVADAS	4
3	EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LAS VIGAS.....	9
3.1	Bases de cálculo.....	9
3.2	Solicitaciones resultantes.....	13
4	PROPUESTA DE REFUERZO	17
4.1	Comprobación del refuerzo.....	17
4.1.1	Viga de borde	18
4.1.2	Viga 2.....	19
5	CONCLUSIONES.....	20

ANEJO Nº 1: MODELO DE CÁLCULO DE LA VIGA DE BORDE

ANEJO Nº 2: MODELO DE CÁLCULO DE LA VIGA 2

ANEJO Nº 3: COMPROBACIÓN DEL REFUERZO EN LA VIGA DE BORDE

ANEJO Nº 4: COMPROBACIÓN DEL REFUERZO EN LA VIGA 2

ANEJO Nº 5: FICHA TÉCNICA KERAKOLL GEOSTEEL G1200

ANEJO Nº 6: FICHA TÉCNICA KERAKOLL GEOLITE

1 INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

En mayo de 2024 INES Ingenieros recibe una solicitud a través de IMESAPI, empresa adjudicataria del contrato de conservación de vías públicas (lote 3, estructuras) para el Excmo. Ayuntamiento de Valladolid, para colaborar en el diagnóstico y en la definición y desarrollo de las posibles medidas de rehabilitación para resolver el grave problema de seguridad vial existente en el viaducto, dada la precariedad del sistema de contención existente y especialmente en el vano que salva las vías del ferrocarril.

Con fecha 30 de mayo, la Junta de Gobierno Local acordó declarar la existencia de una emergencia en el viaducto del Arco de Ladrillo sobre las vías del ferrocarril, y ordenar las medidas necesarias para su resolución. En la misma fecha, la dirección de obra municipal suscribió acta de inicio de los trabajos, ordenando al contratista, IMESAPI, comenzar con las primeras labores necesarias, lo que efectivamente se hizo de inmediato.

Al inicio de los trabajos se llevó a cabo una inspección técnica de la estructura realizada por Gonzalo Arias Hofman, Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos de INES Ingenieros.

El Ayuntamiento de Valladolid e IMESAPI, como contratista de los trabajos, solicitaron a INES Ingenieros la redacción del “Documento Constructivo de la Intervención por emergencia para la consolidación de los bordes del tablero del viaducto del Arco de ladrillo” [1].

A continuación, se lista la documentación localizada y analizada para la redacción de dicho Documento Constructivo:

- [1] Proyecto reformado de construcción del paso superior de la carretera de Adanero a Gijón en su Km 190 sobre las vías de RENFE (pasarela del Arco de Ladrillo de Valladolid). 1971. Archivo de la Demarcación de Carreteras del Estado en Castilla-León Occidental. Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible.
- [2] Informe de inspección especial del puente “Arco – Ladrillo”, sobre el haz de vías de la estación de FF.CC. 1996
Archivo de la Demarcación de Carreteras del Estado en Castilla-León Occidental. Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible.
- [3] Proyecto de rehabilitación del Puente arco de ladrillo sobre el haz de vías del F.C. en Valladolid. Torroja Ingeniería. Noviembre 2000.
Archivo de la Demarcación de Carreteras del Estado en Castilla-León Occidental. Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible.
 - Memoria.
 - Planos.
 - Anejo 4. Antecedentes técnicos.
 - Anejo 5. Anejo de cálculos.
- [4] Estudio de patologías paso elevado del paseo del Arco de Ladrillo, Valladolid. Informe técnico. Incidec Ingeniería de Edificación y Obra Civil. 29 de junio de 2017.
Ayuntamiento de Valladolid.
- [5] Informe descripción y valoración de daños del paso superior del P.K. 178+920 de la línea de alta velocidad Madrid-Segovia-Valladolid, en el término municipal de Valladolid. N-IP-INF INSP P.S. 178+920 Eje Norte – 2401_v00. Enero 2024.
Ayuntamiento de Valladolid.

[6] Informe de actuación para el viaducto “arco de ladrillo”, sobre varias calles y vías de ADIF, en la ciudad de Valladolid. IMESAPI. Febrero 2024.

Ayuntamiento de Valladolid.

La madrugada del 15 de marzo de 2025 se consigue tener acceso a las vigas del vano sobre el ff.cc., mediante torres de andamio instaladas por el Contratista, por lo que INES Ingenieros realiza una inspección de las mismas, encontrándose graves deterioros en el pretensado de las vigas de borde y sus vigas adyacentes que comprometen su integridad estructural.

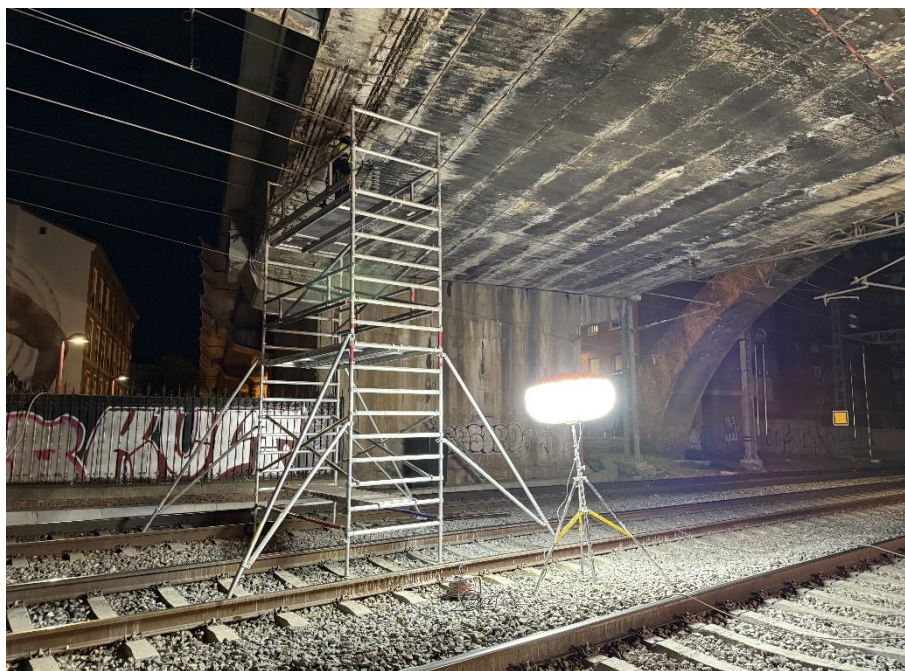


Figura nº 1: Torre de acceso a las vigas del vano 9. Fuente: INES Ingenieros (15/03/2025).

Además, el 3 de abril de 2025 se encuentra el proyecto original de la estructura, incluyendo el anejo de cálculo y los planos as-built:

[7] Proyecto Reformado de reconstrucción del Paso Superior de la Carretera de Adanero a Gijón, en su Km. 190 sobre las vías de la RENFE. Marzo 1964.

Archivo de la Demarcación de Carreteras del Estado en Castilla-León Occidental. Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible.

Por todo lo anterior, se emite la presente nota técnica con el objeto de evaluar el estado de las vigas del vano 9 (sobre ff.cc) y proponer las actuaciones que se consideren oportunas.

2 PATOLOGÍAS OBSERVADAS

Previamente a la redacción del Documento Constructivo, se habían advertido deterioros importantes en las vigas de borde del vano 9 (sobre ff.cc.). Sin embargo, se necesitaba acceder a una distancia corta de las vigas para poder apreciar con claridad el estado del pretensado, el cual se encontraba expuesto por la presencia de grandes desconchones.

Por ello, una vez se saneadas las vigas, se ha accedido mediante torres de andamio y se ha podido comprobar su estado actual.



Figura nº 2: Estado general de las vigas del lado izquierdo. Fuente: INES Ingenieros (15/03/2025).



Figura nº 3: Detalle de la rotura y pérdida total de alambres (2ª viga del lado izquierdo). Fuente: INES Ingenieros (15/03/2025).



Figura nº 4: Medición del diámetro en alambres rotos (viga de borde izquierda). Fuente: INES Ingenieros (15/03/2025).



Figura nº 5: Detalle de pérdida de sección y tensión del pretensado (lado izquierdo). Fuente: INES Ingenieros (15/03/2025).

Como se puede observar en las fotografías, las dos vigas más exteriores del lado izquierdo presentan una pérdida total de sección en la capa inferior de tendones de pretensado. Estos deterioros se observan de manera general a lo largo de toda la viga, por lo que se considera la pérdida total de la capa inferior de pretensado en toda su longitud.



Figura nº 6: Estado general de las vigas del lado derecho. Fuente: INES Ingenieros (15/03/2025).

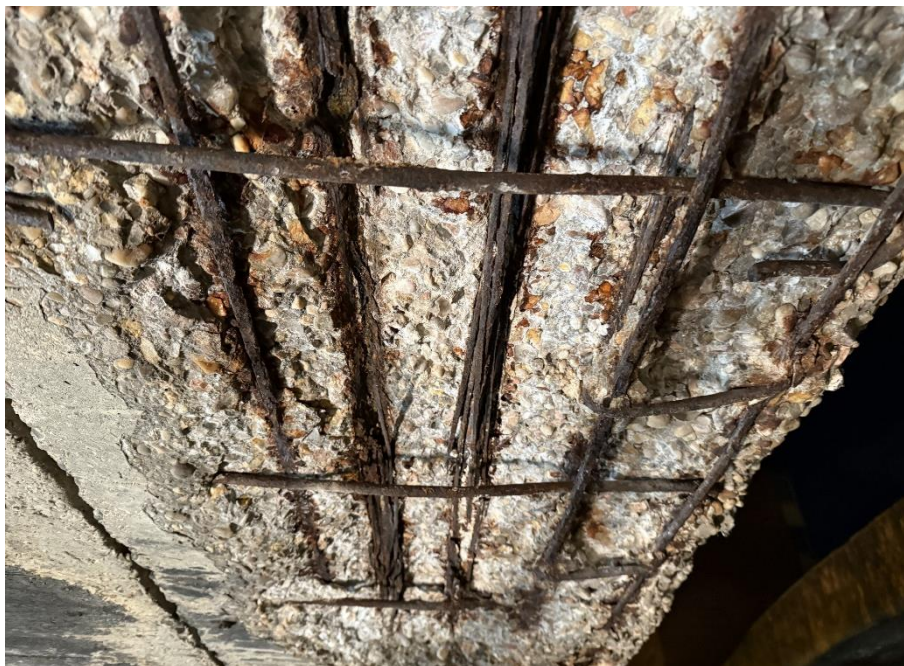


Figura nº 7: Detalle de pérdida de sección en la viga de borde derecha. Fuente: INES Ingenieros (15/03/2025).



Figura nº 8: Estado del extremo sur de las vigas (lado derecho). Fuente: INES Ingenieros (15/03/2025).



Figura nº 9: Estado del centro de vano de la viga de borde derecha. Fuente: INES Ingenieros (15/03/2025).

En el lado derecho (del lado de la estación), los deterioros son ligeramente más leves. Los deterioros más graves se encuentran en la viga de borde, con pérdidas totales de sección en el extremo sur y en centro de vano. La viga adyacente presenta pérdidas de sección más moderadas y únicamente en el extremo sur.

Se ha podido consultar en [7] el número y disposición de tendones de pretensado presentes en las vigas del vano 9, excepto el de las vigas de borde, del cual no existen referencias. No obstante, dadas las similitudes geométricas con el resto de vigas y los tendones observados en las mismas,

podemos suponer que cuentan con los mismos 9 tendones centrales y la mitad de los de la capa inferior que se distribuyen por el ala inferior en la sección de centro de vano.

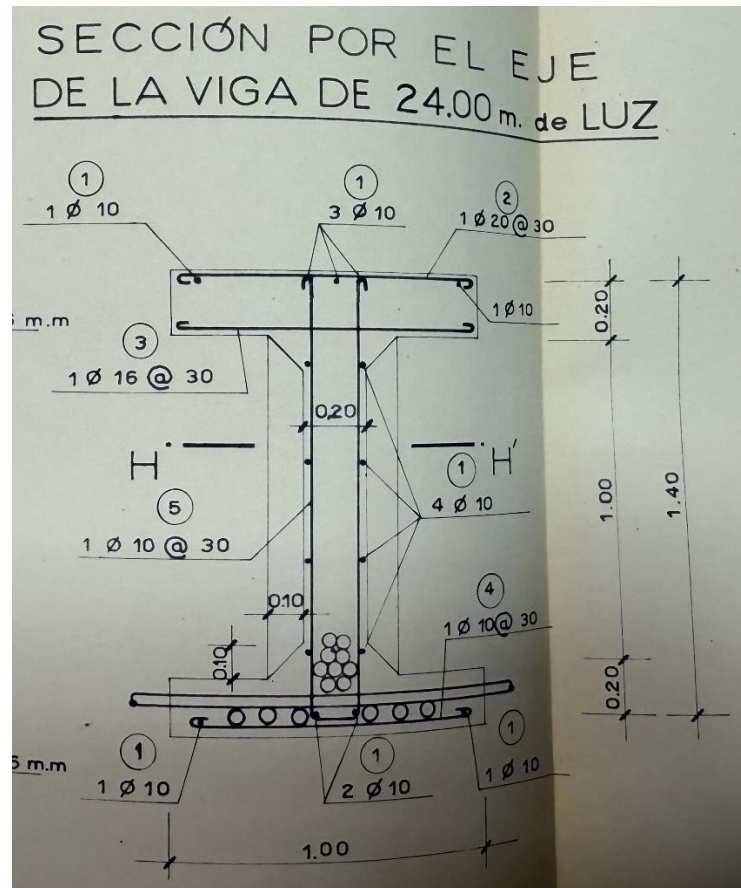


Figura nº 10: Sección de centro de vano de las vigas del vano sobre ff.cc. Fuente: [7]

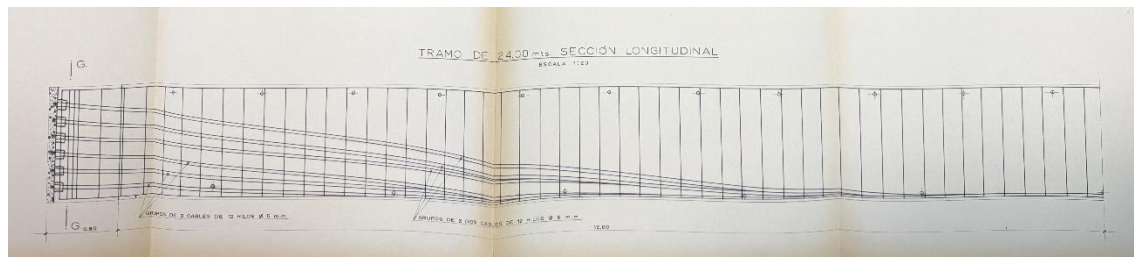


Figura nº 11: Sección longitudinal de las vigas sobre ff.cc. Fuente: [7]

Con estos datos, se tiene una pérdida del 25% del área de armadura activa presente en las vigas de borde y del 40% en la viga contigua del lado izquierdo.

3 EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LAS VIGAS

Se han realizado dos modelos de elementos finitos tipo barra en STATIK, uno para cada viga, de idénticas características al mostrado en el Anejo Nº 3. Estructuras de [1] para el vano sobre ff.cc., ajustando la luz a lo dispuesto en [7], descontando 0,5 m de la entrega de las vigas (24,3 m).

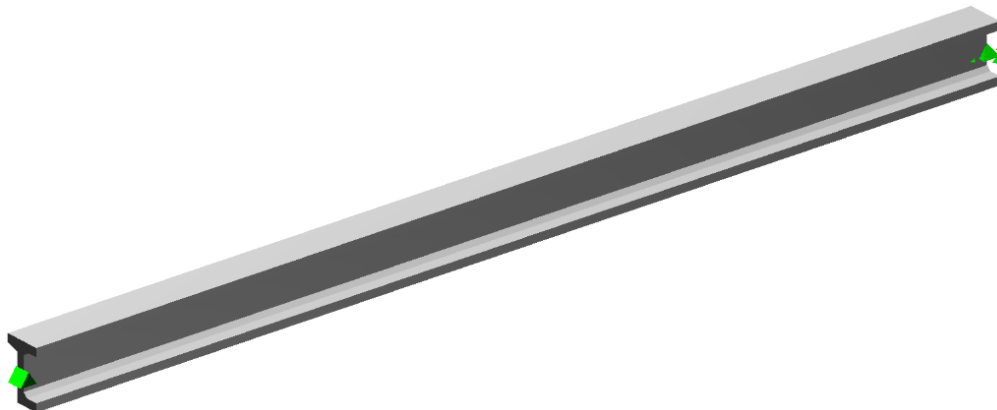


Figura nº 12: Modelo de STATIK de la viga de borde del vano 9

El postesado introducido es el observado en [7], descontando la capa inferior de tendones que se ha visto deteriorada (3 tendones en las vigas de borde y 6 en la adyacente):

- Una capa con una excentricidad de -45 cm, compuesta por 9 vainas con 12 cables de 5 mm de diámetro cada una.

3.1 Bases de cálculo

NORMATIVA APLICABLE Y RECOMENDACIONES

A continuación, se cita la normativa de aplicación de cálculo y comprobación de los diferentes elementos estructurales:

- Eurocódigo 0. Bases de cálculo de estructuras (UNE-EN 1990-2).
- Eurocódigo 1. Acciones en estructuras. Parte 2 Cargas de tráfico en puentes (UNE-EN 1991-2).
- Código Estructural (Real Decreto 470/2021, de 29 de junio).
- Eurocódigo 2. Proyecto de estructuras de hormigón.
 - Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificación (UNE-EN 1992-1-1).
 - Parte 2: Puentes de hormigón (UNE-EN 1992-2).

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

- Hormigón HP-40 en tablero
 - Resistencia a compresión, 28 días40 MPa
 - Módulo de deformación longitudinal35.000 MPa
 - Módulo de deformación transversal.....15.000 MPa
 - Coeficiente de Poisson.....0,17
 - Coeficiente de dilatación lineal.....0,010 ‰
 - Peso específico25 kN/m³
 - Recubrimiento mínimo35 mm

- **Acero pasivo B 500 S**
 - Límite de elasticidad.....500 MPa
 - Límite de rotura.....575 MPa
 - Módulo de elasticidad.....205.000 MPa
 - Alargamiento de rotura.....20‰
 - Peso específico.....78,5 kN/m³
- **Acero activo Y 1570**
 - Límite de elasticidad.....1.400 MPa
 - Límite de rotura.....1.570 MPa
 - Módulo de elasticidad.....200.000 MPa
 - Alargamiento de rotura.....20‰
 - Peso específico.....78,5 kN/m³

ACCIONES CONSIDERADAS

Se evalúa con un tráfico que se considera real, de acuerdo con el siguiente desglose:

- **Acciones permanentes**

Peso específico de hormigón armado: 25,00 kN/m³

Pavimento (10 cm): 23,00 kN/m³

- **Sobrecargas de uso (Tren de cargas)**

Camión de 38 t

Corresponde a las acciones siguientes actuando simultáneamente:

- Un camión de 38 t de cuatro ejes. Sobre la viga actúa únicamente un eje longitudinal de ruedas.

2. CAMIÓN ARTICULADO DE CUATRO EJES (38 t)

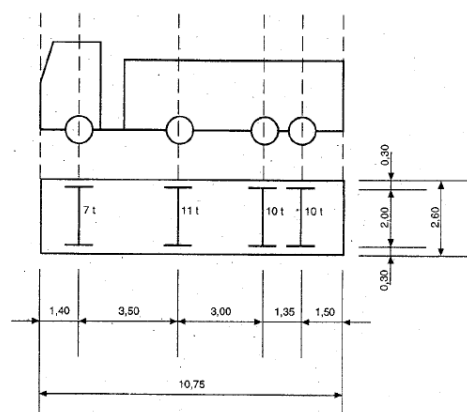


Figura nº 13: Camiones de 38 t de 4 ejes

Este camión se corresponde con los vehículos articulados de 4 ejes definidos por el Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible.

Vehículos articulados de 4 ejes



Vehículos articulados de 4 ejes

Masas máximas permitidas	Toneladas
Vehículo de motor de 2 ejes y semirremolque en el cual la distancia entre ejes sea igual o superior a 1,30 metros y sea inferior a 1,80 metros (2)	36
Vehículo de motor de 2 ejes y semirremolque en el cual la distancia entre ejes sea igual o superior a 1,80 metros	36
Vehículo de motor de 2 ejes, equipado en el eje motor con ruedas gemelas, suspensión neumática o reconocida como equivalente y por un semirremolque en el cual la distancia entre ejes sea superior a 1,80 metros, y se respeten la masa máxima autorizada del vehículo motor (18 toneladas) y la masa máxima autorizada de 1 eje tándem de semirremolque (20 toneladas)	38
Otros vehículos articulados de 4 ejes compuestos por un tractor de 2 ejes y un semirremolque de otros 2 ejes	36

Figura nº 14: Vehículos articulados de 4 ejes (Fuente: MITMS)

- Una sobrecarga uniforme de $2,50 \text{ kN/m}^2$, que equivale a una carga real de turismos.

Camión de 26 t

Corresponde a las acciones siguientes actuando simultáneamente:

- Un camión de 26 t de tres ejes. Sobre la viga actúa únicamente un eje longitudinal de ruedas.

1. CAMIÓN DE TRES EJES (26 t)

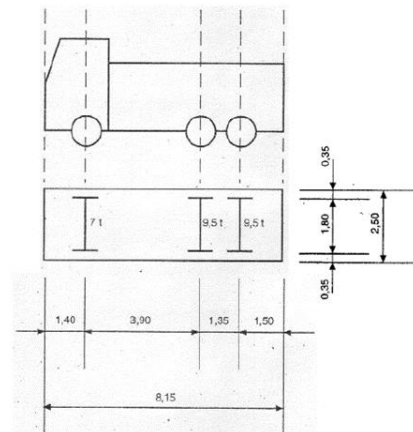


Figura nº 15: Camiones de 26 t de 3 ejes

Este camión se corresponde con vehículos de motor de 3 ejes definidos por el Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible.

Vehículo de motor de tres ejes



Tabla de datos

Vehículo de motor de tres ejes (1)	25 Tm
Vehículo de motor de 3 ejes, cuando el eje motor vaya equipado con neumáticos dobles suspensión neumática o reconocida como equivalente a escala comunitaria, o cuando cada eje motor esté equipado de neumáticos dobles y la masa máxima de cada eje no exceda de 9,5 toneladas (1)	26 Tm
Autobuses articulados de 3 ejes (1)	28 Tm

Figura nº 16: Vehículos articulados de 4 ejes. Fuente: MITMS

- Una sobrecarga uniforme de $2,50 \text{ kN/m}^2$, que equivale a una carga real de turismos.

En el caso de la viga de borde, dada la disposición del zócalo, se supone que actúa el 61% de la carga ejercida por un eje longitudinal de ruedas de los camiones.

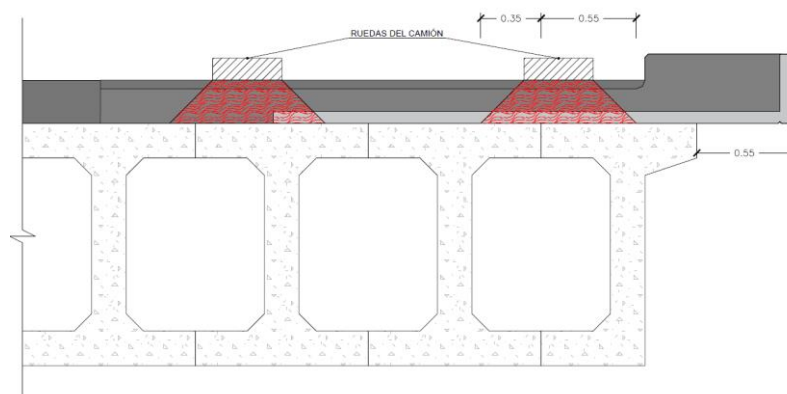


Figura nº 17: Sección transversal del tablero en vano sobre ff.cc.

- Pretensado
La acción del pretensado se tiene en cuenta con el trazado y la fuerza aplicada, considerando pérdidas totales del 25% según [7].

SEGURIDAD

- **Materiales:** Los coeficientes parciales de seguridad de los materiales adoptados para los estados límites últimos, considerando una situación persistente o transitoria, son:

Acero pasivo:	$\gamma_s = 1,15$
Acero activo:	$\gamma_s = 1,15$
Hormigón:	$\gamma_c = 1,50$

- **Acciones:** Los coeficientes parciales de seguridad de las acciones aplicables a los estados límites últimos, son:

Acciones permanentes:	$\gamma_G = 1,35$
Acciones variables SC:	$\gamma_Q = 1,35$

COMBINACIÓN DE ACCIONES

A continuación, se muestra la combinación de estado límite último (ELU) utilizada en los cálculos.

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$$

donde:

- $G_{k,j}$ Valor característico de las acciones permanentes.
 $Q_{k,1}$ Valor característico de la acción variable dominante.
 P Valor característico de las acciones del pretensado.

3.2 Solicitaciones resultantes

A continuación, se muestran los momentos flectores obtenidos, tanto de la viga de borde como de la contigua (viga 2).



Figura nº 18: Envolvente de momentos M_y en ELU para las cargas verticales del camión de 26 t (viga de borde)



Figura nº 19: Envolvente de momentos M_y en ELU para las cargas verticales del camión de 38 t (viga de borde)



Figura nº 20: Envolvente de momentos M_y en ELU para las cargas verticales del camión de 26 t (viga 2)

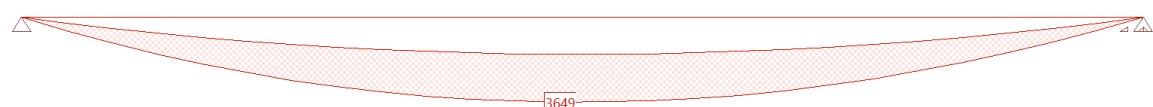


Figura nº 21: Envolvente de momentos M_y en ELU para las cargas verticales del camión de 38 t (viga 2)

Con estos valores máximos, se comprueba la resistencia de la sección. Esta comprobación se realiza tanto con la sección original como con la sección deteriorada. De esta manera se puede cuantificar la pérdida de capacidad portante.

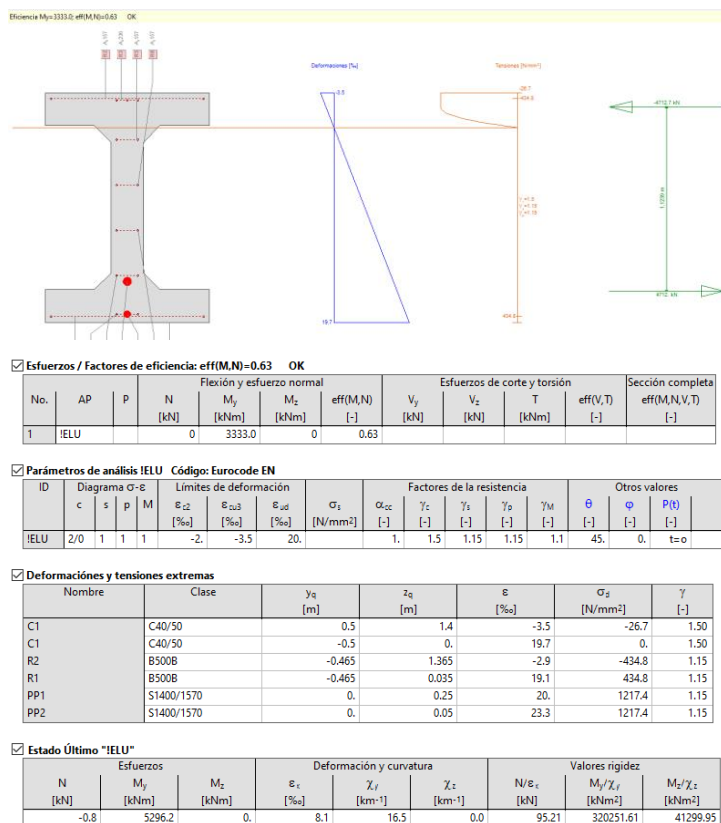


Figura nº 22: Comprobación seccional de la viga 2 original con el camión de 26 t ($eff=0,63$)

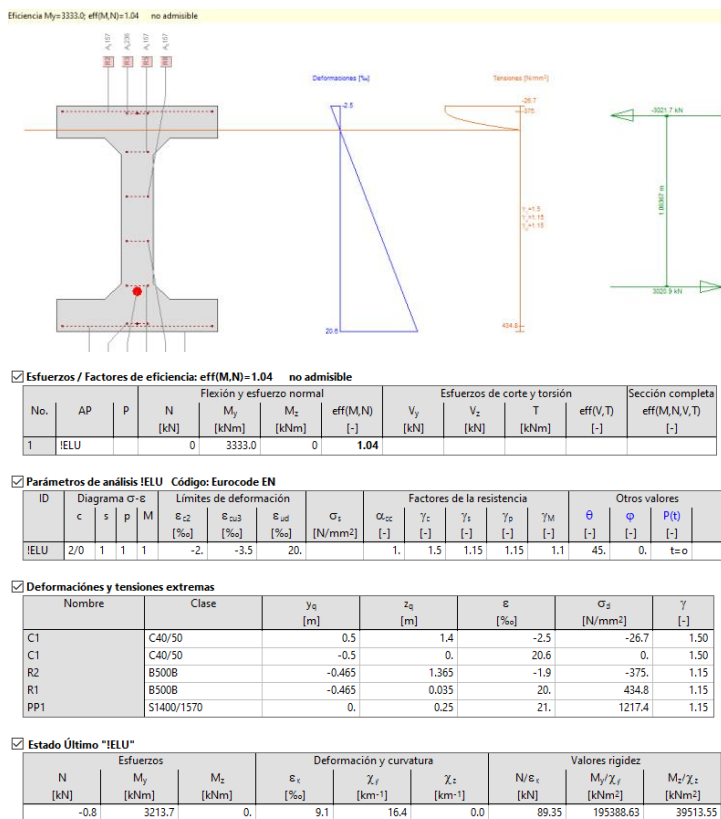


Figura nº 23: Comprobación seccional de la viga 2 deteriorada con el camión de 26 t ($eff=1,04$)

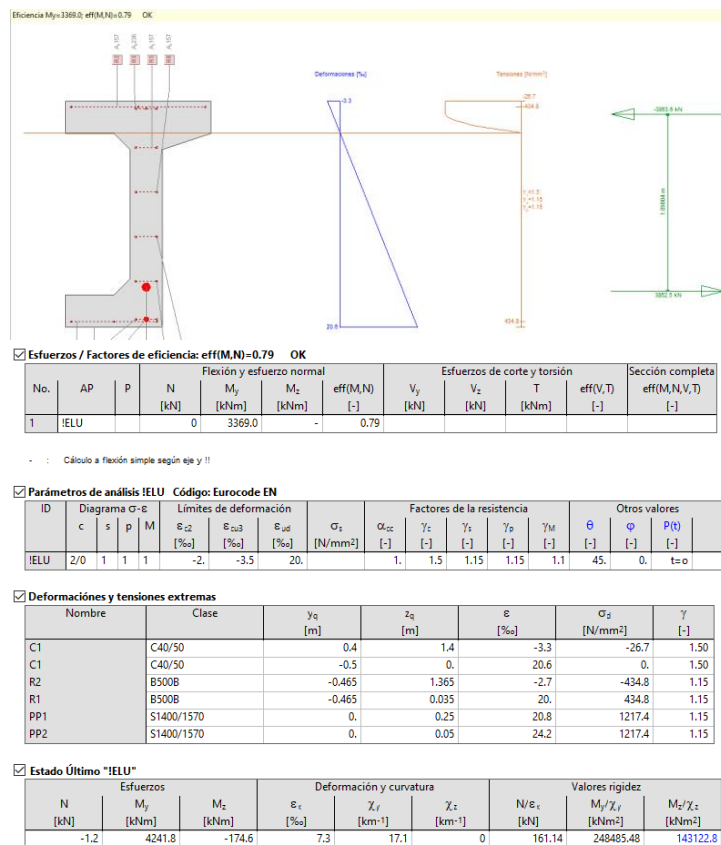


Figura nº 24: Comprobación seccional de la viga de borde original con el camión de 26 t (eff=0,79)

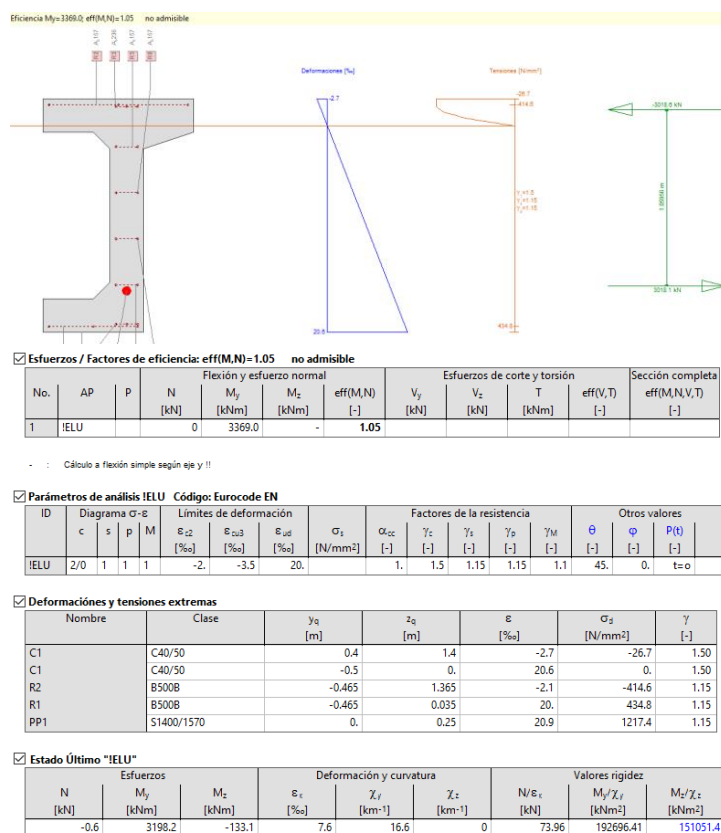


Figura nº 25: Comprobación seccional de la viga de borde deteriorada con el camión de 26 t (eff=1,05)

En la siguiente tabla se muestra un resumen de los resultados obtenidos.

Tabla nº 1: Resumen de resultados

	VIGA DE BORDE			VIGA 2		
	My [KNm]	Eficiencia original	Eficiencia actual	My [KNm]	Eficiencia original	Eficiencia actual
CAMIÓN DE 38 t	4.047	0,96	1,27	3.649	0,69	1,14
CAMIÓN DE 26 t	3.369	0,79	1,05	3.333	0,63	1,04

Como se puede ver en la tabla anterior, **se ha perdido alrededor de un 30% de la capacidad portante en la viga de borde y un 43% en la viga adyacente**. Además, teniendo en cuenta únicamente el **camión de 26 t**, las vigas presentan un **déficit de seguridad de un 5%**, aproximadamente.

4 PROPUESTA DE REFUERZO

Es conocida la problemática de los refuerzos de CFRP (carbon fiber reinforced polymer) cercanos a líneas de alta tensión de CA, como son algunas de las catenarias del ferrocarril.

Alrededor de las líneas de alta tensión de CA se crea un campo magnético variable, lo que provoca una corriente inducida dentro de los elementos conductores que se encuentran dentro de dicho campo. Estas corrientes circulares de Foucault crean pérdidas de energía a través del efecto Joule, es decir, generando calor.

La fibra de carbono es un material altamente conductivo, por lo que se ve afectado por el campo magnético de las catenarias del ferrocarril. El aumento de temperatura en la propia fibra de carbono provoca, a su vez, el calentamiento de la resina epoxi utilizada como adhesivo, la cual pierde sus propiedades a partir de los 60°C. Por tanto, el refuerzo termina despegándose cuando la resina alcanza esta temperatura.

Por todo ello, se propone como alternativa un refuerzo de SRG (steel reinforced grout) de Kerakoll, el Geosteel G1200 en combinación con el geomortero mineral GeoLite, compuesto por filamentos de acero galvanizado. Este sistema minimiza las corrientes inducidas en el acero debido a que este va embebido en el mortero y, todavía más importante, no presenta problemas ante el aumento de temperatura.

El mortero evita también la generación de arco eléctrico, limitado ya por la presencia de un protector aislante en el cable sustentador.

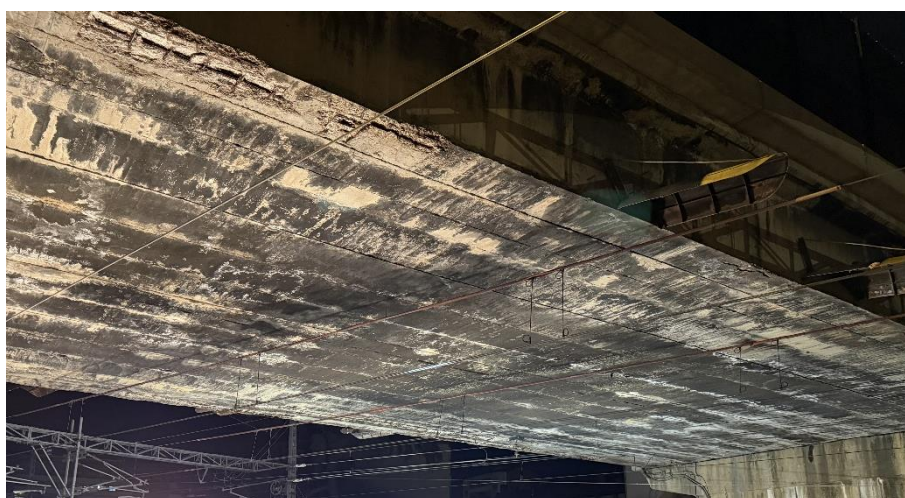


Figura nº 26: Detalle del aislamiento del cable sustentador. Fuente: INES Ingenieros (15/03/2025).

4.1 Comprobación del refuerzo

Las propiedades del refuerzo son las siguientes:

- Refuerzo de SRG (Kerakoll SRG – GeoLite & Geosteel G1200)
 - Área de un cordón 3x2 (5 filamentos) 0,5328 mm²
 - Nº cordones/cm 3,14 cordones/cm
 - Límite de rotura 3.000 MPa
 - Módulo de elasticidad 190.000 MPa
 - Alargamiento máximo del refuerzo 3,4%

Para el dimensionamiento del refuerzo, se realiza un cálculo en serie con el programa FAGUS de cálculo seccional. El procedimiento es el siguiente:

1. Se aplica el esfuerzo producido por la carga permanente y se obtienen las tensiones sobre la sección deteriorada.
2. Sobre el estado tensional anterior, se coloca el refuerzo de SRP.
3. Se aplica el esfuerzo debido a la sobrecarga de uso, limitando la deformación a la indicada por el fabricante (3,4‰).

Puesto que las cargas generadas por el camión de 38 t son demasiado elevadas como para resistirlas con un refuerzo de este tipo, únicamente se comprobarán las secciones reforzadas frente al camión de 26 t.

4.1.1 Viga de borde

En este caso, se aplican 3 capas de Geosteel G1200 de 60 cm de anchura (el máximo técnicamente viable). La deformación del refuerzo para las cargas consideradas alcanza el 3,4‰, por lo que se obtiene una eficiencia de 1,00.

Deformaciones y tensiones extremas Valor medio después 4 incrementos

Nombre	Clase	Y _q [m]	Z _q [m]	ε [‰]	σ _d [N/mm ²]	γ [-]
C1	C40/50	0.4	1.4	-1.2	-22.1	1.50
C1	C40/50	-0.5	0.	4.6	0.	1.50
R2	B500B	-0.465	1.365	-1.	-205.9	1.15
R1	B500B	-0.465	0.035	4.4	434.8	1.15
REF	TFP_M	0.	0.	3.1	643.7	1.15
FP1	S1400/1570	0.	0.25	8.	1217.4	1.15

Punto de resultados

Fórmula / Resultado	Nombre	Valor	Valor
N+(REF) / Valor en fisura	1	217.6	kN
ε(REF(0.,0.))	PR1	3.1	‰
ε+(REF(0.,0.)) / Valor en fisura	PR1	3.4	‰
σ(REF(0.,0.))	PR2	644.	N/mm ²
σ+(REF(0.,0.)) / Valor en fisura	PR2	715.5	N/mm ²
σ(FP1(0.,0.25))	σ _{PR}	1217.4	N/mm ²
Δσ(FP1(0.,0.25))	Δσ _{PR}	94.6	N/mm ²

Verif. estado de tens. Sección (Viga): VIGA_BORDE

Escala 1:25.6

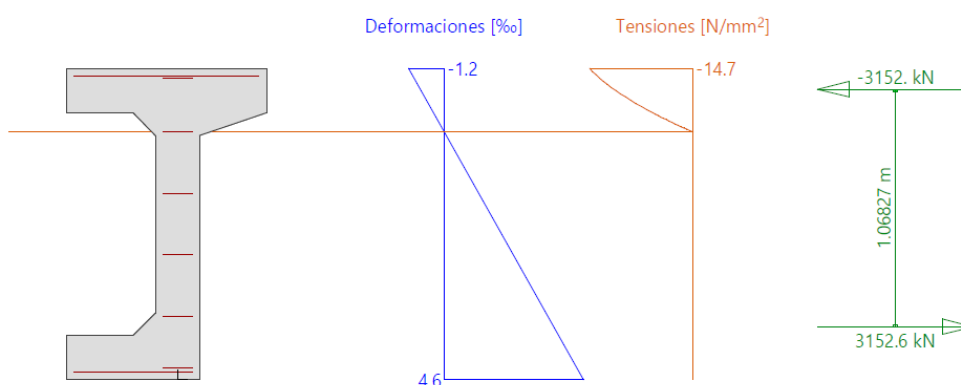


Figura nº 27: Tensiones y deformaciones en la viga de borde para el camión de 26 t.

4.1.2 Viga 2

En el caso de la viga adyacente a la de borde, se dimensiona con 2 capas de Geosteel G1200 de 90 cm anchura, obteniendo una deformación del 3,1‰. Esto quiere decir que la capacidad portante es de 3.447 kNm, lo que equivale a una eficiencia de 0,97 para las cargas consideradas.

Deformaciones y tensiones extremas Valor medio después 4 incrementos

Nombre	Clase	Y_q [m]	Z_q [m]	ε [‰]	σ_d [N/mm ²]	γ [-]
C1	C40/50	-0.5	1.4	-1.	-19.6	1.50
C1	C40/50	0.5	0.	3.4	0.	1.50
R2	B500B	-0.46	1.37	-0.9	-172.	1.15
R1	B500B	0.46	0.03	3.3	434.8	1.15
REF	TYP_M	0.	0.	2.8	586.3	1.15
PP1	S1400/1570	0.	0.25	7.1	1217.4	1.15

Punto de resultados

Fórmula / Resultado	Nombre	Valor	Valor
N+(REF) / Valor en fisura	1	198.2	kN
ε (REF(0.,0.))	PR1	2.8	‰
ε +(REF(0.,0.)) / Valor en fisura	PR1	3.1	‰
σ (REF(0.,0.))	PR2	586.5	N/mm ²
σ +(REF(0.,0.)) / Valor en fisura	PR2	651.7	N/mm ²
σ (PP1(0.,0.25))	σ_{PT}	1217.4	N/mm ²
$\Delta\sigma$ (PP1(0.,0.25))	$\Delta\sigma_{PT}$	241.8	N/mm ²

Verif. estado de tens. Sección (Viga): VIGA_2

Escala 1 :25.6

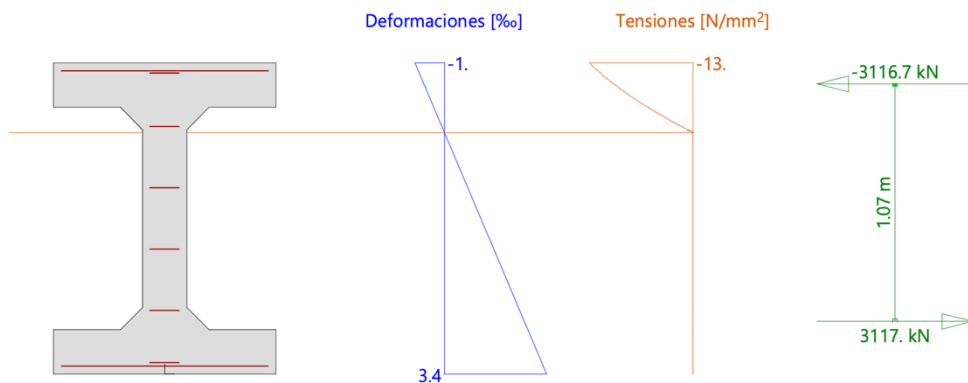


Figura nº 28: Tensiones y deformaciones en la viga 2 para el camión de 26 t.

Cabe resaltar que este refuerzo se extiende por prácticamente todo el ancho de la viga, por lo que es imprescindible mover permanentemente uno de los apoyos de la catenaria a la tercera viga, a unos 30 cm de la posición actual.

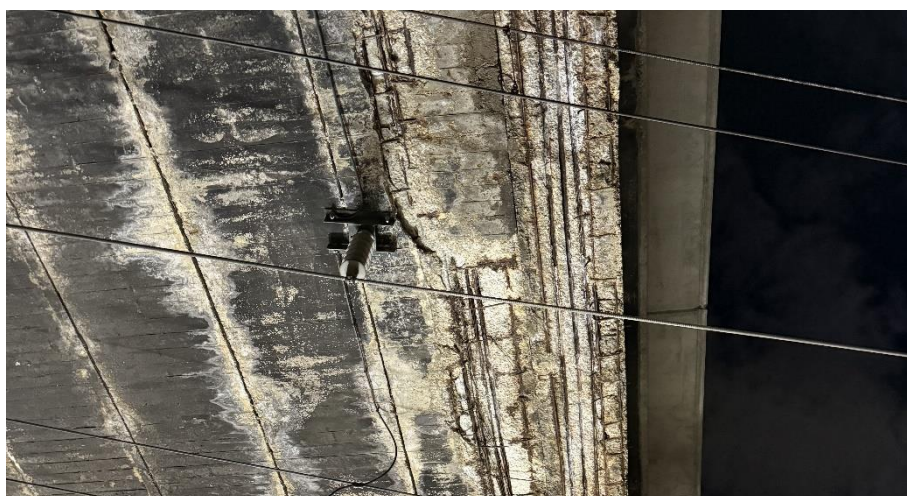


Figura nº 29: Detalle del apoyo afectado. Fuente: INES Ingenieros (15/03/2025).

5 CONCLUSIONES

A la vista de los resultados obtenidos tras las comprobaciones estructurales realizadas, se concluye lo siguiente:

1. Tras la inspección realizada, se puede concluir que se ha perdido toda la capa inferior de pretensado (3 tendones en la viga de borde y 6 en la contigua) y en toda su longitud en ambas vigas de borde, así como en la segunda viga del lado izquierdo. **Esto supone una pérdida de capacidad portante del 30% en las vigas de borde y del 43% en la adyacente.**
2. El estado actual de las vigas las hace **incapaces de soportar las cargas generadas por un tráfico considerado real, con camiones de 38 t o 26 t.** El déficit de seguridad es de, **aproximadamente, un 5% para el camión más ligero y entre el 14% y el 27% para el camión de 38 t.**
3. Se propone un refuerzo a flexión de SRG compatible con la catenaria, el **Kerakoll Geosteel G1200** en combinación con el geomortero mineral **GeoLite**. Se dispondrán, en **los 20 m centrales de las vigas**, los siguientes refuerzos:
 - a. Ambas vigas de borde: **3 capas de 60 cm de ancho.**
 - b. 2ª viga izquierda: **2 capas de 90 cm de ancho.**
4. Para la instalación del refuerzo en la segunda viga del lado izquierdo, **es imprescindible mover permanentemente la posición de uno de los apoyos de la catenaria.** Este debe trasladarse a la tercera viga, lo que supone moverlo 30 cm, aproximadamente.
5. **Una vez aplicado el refuerzo**, el coeficiente de seguridad de las vigas será de 0% para la viga de borde y del 3% para la segunda viga considerando las cargas mayoradas generadas por un camión de 26 t. Por tanto, **debe limitarse el tráfico pesado sobre el puente a 26 t.**

En Madrid, a 11 de abril de 2025.



Fdo: Alberto Rogina Checa

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Colegiado nº 36.576

INES Ingenieros Consultores

ANEJO N° 1: MODELO DE CÁLCULO DE LA VIGA DE BORDE

Puente "Arco de ladrillo"

Vano sobre FF.CC. - Viga de borde

Página 1

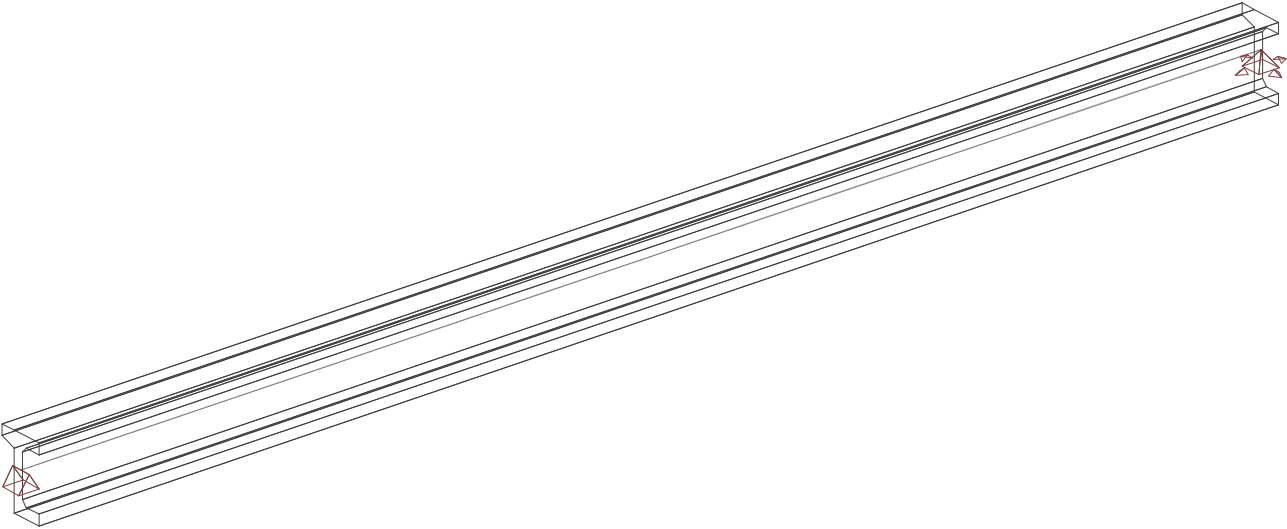
11.04.25, 14:10

Ines Ingenieros Consultores,ES-28014 Madrid

arc

Statik-9 - Rel. 242 (0)

Estructura



ESTRUCTURA 3D

DATOS DE NUDOS

Id	X [m]	Coordenadas		DX	DY	Apoyos				Especial
		Y [m]	Z [m]			DZ	RX	RY	RZ	
K_1	0	0	0	B	B	B	B		B	
K_2	24.30	0	0			B				

B / E : Bloqueado / Sobre resortes elásticos

ENTRADA DE LA BARRA

Id	Sección		Nudos		Longitud [m]	Status	Especial
	Nombre>Variante		Inicio	Final			

DATOS del SEGMENTO de LINEA de ESTRUCTURA

Id	Nudos		Sección	Longitud [m]	L tot [m]	Nro. Bar	Status	Esp.
	Inicio	Final						
SL 0	K 1	K 2	VIGA BORDE	24.30	24.30	1		

Secciones: Geometría

Nombre	Variante	Materiales	Tipo	Dimensiones [m]
VIGA_BORDE		CP, R, F	Fagus	b=0.90, h=1.40 y _L =-0.44, y _R =0.46, z _B =-0.78, z _T =0.62

Materiales : ver tabla 'Materiales'

Secciones: Rigidez de las secciones

Nombre	Variante	β	EA _x GA _y GA _z [kN]	GJ _x EJ _y EJ _z [kNm ²]	e _y e _z [m]	Masa secc. Masa adicional [t/m]	Materiales
		[°]					
VIGA_BORDE		-6.8	17325000.00 6300000.00 6300000.00	85653.77 4262135.62 630379.77	0 0	1.31	CP, R, F

β : Ángulo entre el eje Y de la barra y el 1er eje principal eje de la sección
e_y e_z : Distancia centro de gravedad - punto de eje
Materiales : ver tabla 'Materiales'

Nr.:

V:\lines\proyectos\AYTO_VALLADOLID\PR-AYTO_VALLADOLID-2024_05_27-Emergencia_viaducto_Arco_de_ladrillo\0_PROYECTO\CALCULOS\CUBUS\Viga_borde_van

Puente "Arco de ladrillo"

Vano sobre FF.CC. - Viga de borde

Página 2

11.04.25, 14:10

Ines Ingenieros Consultores,ES-28014 Madrid

arc

Statik-9 - Rel. 242 (0)

Sección, valores de Sección

Sección		Materiales E _{ref} G _{ref}	Valores ideales de la sección					
Nombre	Variantes		A _{x,id} = EA _x /E _{ref} [m ²]	J _{y,id} = EJ _y /E _{ref} [m ⁴]	J _{z,id} = EJ _z /E _{ref} [m ⁴]	J _{x,id} = GJ _x /G _{ref} [m ⁴]	A _{y,id} = GA _y /G _{ref} [m ²]	A _{z,id} = GA _z /G _{ref} [m ²]
VIGA BORDE		CP	0.5250	0.129156	0.019102	0.007138	0.5250	0.5250

Materiales : s. tabla 'Materiales'

Materiales

ID	Tipo	Elemento	E [kN/mm ²]	G [kN/mm ²]	v	ρ [t/m ³]	α [‰]	Clase
C	Hormigón	(general)	35	15	0.17	2.5	0.010	C40/50
CP	Hormigón	Pilar	33	12	0.17	2.5	0.010	C30/37
R	Acero para ar	(general)	200	81	0.30	8.0	0.012	B500B
P	Acero para pr	(general)	200	77	0.30	8.0	0.012	S1400/157
F	CFRC	(general)	165	35	0.30	1.8	0	TYP S

Clase de materiales Hormigón

ID	Clase	-f _{ck,cyl} [N/mm ²]	E _{cm} [kN/mm ²]	f _{ctm} [N/mm ²]	τ _{Rd} [N/mm ²]	f _{ck,cube} [N/mm ²]
C	C40/50	-40.0	35	3.5	0.4	50.0
CP	C30/37	-30.0	33	2.9	0.3	37.0

Clase de materiales Acero para armadura

ID	Clase	-f _{yk} [N/mm ²]	E _s [kN/mm ²]	f _{yk} [N/mm ²]	ε _{uk} [‰]	f _{tk} [N/mm ²]
R	B500B	-500.0	200	500.0	20.0	500.0

Clase de materiales Acero para pretensado

ID	Clase	-f _{p0.1k} [N/mm ²]	E _p [kN/mm ²]	f _{p0.1k} [N/mm ²]	ε _{uk} [‰]	f _{pk} [N/mm ²]
P	S1400/1570	-1400.0	200	1400.0	20.0	1570.0

Clase de materiales CFRC

ID	Clase	E [kN/mm ²]
F	TYP_S	165

Grupo de tendones: V1 (Grupo de tendones 1)

Tendón	Area [mm ²]	Material	μ [1/rad]	Δα [rad/m]	Longitud [m]	Línea de estructura(s)	Adherencia
SG1	1411.2	P	0.190	0.0040	24.30	SL	+

Tendón SG1 - Pasos de tesado

Anclaje		Proceso de tesado	en el anclaje		Alargamiento [mm]	1er extremo después del anclaje		
Posición	Distancia [m]		σ _p /f _{pk}	Fuerza [kN]		σ _p /f _{pk}	Fuerza [kN]	Distancia [m]
Inicio	0	tesado	0.750	1661.69	141.8	0.736	1631.28	24.30

Distancia : desde inicio del tendón

Tendón: SG1 - Geometría y fuerza de tendones

Distancias		Longitud [m]	Excentricidades		Tangente (vector unitario)			Radio ρ _z [m]	P _o [kN]
(1) [m]	(2) [m]		e _y [m]	e _z [m]	x	y	z		
0	* 0	0	0	-0.65	1.0000	0.0000	0.0000	---	1661.69
1.00	1.00	1.00	0	-0.65	1.0000	0.0000	0.0000	---	1660.43
2.00	2.00	2.00	0	-0.65	1.0000	0.0000	0.0000	---	1659.16
3.00	3.00	3.00	0	-0.65	1.0000	0.0000	0.0000	---	1657.90
4.00	4.00	4.00	0	-0.65	1.0000	0.0000	0.0000	---	1656.64
5.00	5.00	5.00	0	-0.65	1.0000	0.0000	0.0000	---	1655.39
6.00	6.00	6.00	0	-0.65	1.0000	0.0000	0.0000	---	1654.13
7.00	7.00	7.00	0	-0.65	1.0000	0.0000	0.0000	---	1652.87
8.00	8.00	8.00	0	-0.65	1.0000	0.0000	0.0000	---	1651.62

Nr.:

V:\lines\proyectos\AYTO_VALLADOLID\PR-AYTO_VALLADOLID-2024_05_27-Emergencia_viaducto_Arco_de_ladrillo\0_PROYECTO\CALCULOS\CUBUS\Viga_borde_van

Puente "Arco de ladrillo"								Página 3	
Vano sobre FF.CC. - Viga de borde								11.04.25, 14:10	
Ines Ingenieros Consultores,ES-28014 Madrid								arc	Statik-9 - Rel. 242 (0)

Distancias		Longitud [m]	Excentricidades		Tangente (vector unitario)			Radio ρz [m]	P _o [kN]
(1) [m]	(2) [m]		ey [m]	ez [m]	x	y	z		
9.00	9.00	9.00	0	-0.65	1.0000	0.0000	0.0000	---	1650.36
10.00	10.00	10.00	0	-0.65	1.0000	0.0000	0.0000	---	1649.11
11.00	11.00	11.00	0	-0.65	1.0000	0.0000	0.0000	---	1647.85
12.00	12.00	12.00	0	-0.65	1.0000	0.0000	0.0000	---	1646.60
13.00	13.00	13.00	0	-0.65	1.0000	0.0000	0.0000	---	1645.35
14.00	14.00	14.00	0	-0.65	1.0000	0.0000	0.0000	---	1644.10
15.00	15.00	15.00	0	-0.65	1.0000	0.0000	0.0000	---	1642.85
16.00	16.00	16.00	0	-0.65	1.0000	0.0000	0.0000	---	1641.60
17.00	17.00	17.00	0	-0.65	1.0000	0.0000	0.0000	---	1640.36
18.00	18.00	18.00	0	-0.65	1.0000	0.0000	0.0000	---	1639.11
19.00	19.00	19.00	0	-0.65	1.0000	0.0000	0.0000	---	1637.87
20.00	20.00	20.00	0	-0.65	1.0000	0.0000	0.0000	---	1636.62
21.00	21.00	21.00	0	-0.65	1.0000	0.0000	0.0000	---	1635.38
22.00	22.00	22.00	0	-0.65	1.0000	0.0000	0.0000	---	1634.14
23.00	23.00	23.00	0	-0.65	1.0000	0.0000	0.0000	---	1632.89
24.00	24.00	24.00	0	-0.65	1.0000	0.0000	0.0000	---	1631.65
24.30	* 24.30	24.30	0	-0.65	1.0000	0.0000	0.0000	---	1631.28

Distancias

:

Medida alo largo de la línea de estructura desde el inicio del tendón(1), inicio de la línea de estructura(2)

Excentricidades

:

local (respecto de la línea de estructura)

Tangente (vector unitario)

:

Tangente al tendón (vector unidad en coordenadas locales)

(1)

:

desde el inicio de la línea de estructura SL

(2)

:

desde el inicio del tendón

Longitud

:

Long. efectiva del tendón

Radio ρz

:

Radio de curvatura (sin la influencia de la excentricidad -y-)

P_o

:

Fuerza final

*

:

Punto de definición

Tendón: SG1 - Pérdidas (% fuerza de comienzo/fin)

Distancia [m]	% de la fuerza desde	
	Inicio	Final
0	100.00	98.17
1.00	99.92	98.24
2.00	99.85	98.32
3.00	99.77	98.39
4.00	99.70	98.47
5.00	99.62	98.54
6.00	99.55	98.62
7.00	99.47	98.69
8.00	99.39	98.77
9.00	99.32	98.84
10.00	99.24	98.92
11.00	99.17	98.99
12.00	99.09	99.07
13.00	99.02	99.14
14.00	98.94	99.22
15.00	98.87	99.30
16.00	98.79	99.37
17.00	98.72	99.45
18.00	98.64	99.52
19.00	98.57	99.60
20.00	98.49	99.67
21.00	98.42	99.75
22.00	98.34	99.83
23.00	98.27	99.90
24.00	98.19	99.98
24.30	98.17	100.00

Distancia

:

Medida a lo largo de la vista en planta de la línea de estructura desde el inicio del tendón

Tendón: SG1 - Atributo del punto de tendón

Punto	Distancia [m]	Línea guía	Excentricidad			Tangentes			Arco	
			Referencia	ez [m]	ey [m]	Dirección [°]	Longitud l [m]	Longitud R [m]	Izquierda [°]	Derecha [°]
1	0		explíc	-0.65	0	-	0	0	0	0
2	24.80		explíc	-0.65	0	-	0	0	0	0

Nr.:

Puente "Arco de ladrillo"

Vano sobre FF.CC. - Viga de borde

Ines Ingenieros Consultores,ES-28014 Madrid

arc

Página 4

11.04.25, 14:10

Statik-9 - Rel. 242 (0)

Grupo de tendones: V2 (Grupo de tendones 2)

Tendón	Area	Material	μ	Δα	Longitud	Línea de estructura(s)	Adherencia
	[mm²]		[1/rad]	[rad/m]	[m]		
SG2	2116.8	P	0.190	0.0040	24.30	SL	+

Tendón SG2 - Pasos de tesado

Anclaje		Proceso de tesado	en el anclaje		Alargamiento [mm]	1er extremo después del anclaje		
Posición	Distancia [m]		σ _p /f _{pk}	Fuerza [kN]		σ _p /f _{pk}	Fuerza [kN]	Distancia [m]
Inicio	0	tesado	0.750	2492.53	141.8	0.736	2446.92	24.30

Distancia : desde inicio del tendón

Tendón: SG2 - Geometría y fuerza de tendones

Distancias		Longitud [m]	Excentricidades		Tangente (vector unitario)			Radio ρ _z [m]	P _o [kN]
(1) [m]	(2) [m]		e _y [m]	e _z [m]	x	y	z		
0	* 0	0	0	-0.45	1.0000	0.0000	0.0000	---	2492.53
1.00	1.00	1.00	0	-0.45	1.0000	0.0000	0.0000	---	2490.64
2.00	2.00	2.00	0	-0.45	1.0000	0.0000	0.0000	---	2488.75
3.00	3.00	3.00	0	-0.45	1.0000	0.0000	0.0000	---	2486.86
4.00	4.00	4.00	0	-0.45	1.0000	0.0000	0.0000	---	2484.97
5.00	5.00	5.00	0	-0.45	1.0000	0.0000	0.0000	---	2483.08
6.00	6.00	6.00	0	-0.45	1.0000	0.0000	0.0000	---	2481.19
7.00	7.00	7.00	0	-0.45	1.0000	0.0000	0.0000	---	2479.31
8.00	8.00	8.00	0	-0.45	1.0000	0.0000	0.0000	---	2477.42
9.00	9.00	9.00	0	-0.45	1.0000	0.0000	0.0000	---	2475.54
10.00	10.00	10.00	0	-0.45	1.0000	0.0000	0.0000	---	2473.66
11.00	11.00	11.00	0	-0.45	1.0000	0.0000	0.0000	---	2471.78
12.00	12.00	12.00	0	-0.45	1.0000	0.0000	0.0000	---	2469.90
13.00	13.00	13.00	0	-0.45	1.0000	0.0000	0.0000	---	2468.03
14.00	14.00	14.00	0	-0.45	1.0000	0.0000	0.0000	---	2466.15
15.00	15.00	15.00	0	-0.45	1.0000	0.0000	0.0000	---	2464.28
16.00	16.00	16.00	0	-0.45	1.0000	0.0000	0.0000	---	2462.41
17.00	17.00	17.00	0	-0.45	1.0000	0.0000	0.0000	---	2460.54
18.00	18.00	18.00	0	-0.45	1.0000	0.0000	0.0000	---	2458.67
19.00	19.00	19.00	0	-0.45	1.0000	0.0000	0.0000	---	2456.80
20.00	20.00	20.00	0	-0.45	1.0000	0.0000	0.0000	---	2454.93
21.00	21.00	21.00	0	-0.45	1.0000	0.0000	0.0000	---	2453.07
22.00	22.00	22.00	0	-0.45	1.0000	0.0000	0.0000	---	2451.20
23.00	23.00	23.00	0	-0.45	1.0000	0.0000	0.0000	---	2449.34
24.00	24.00	24.00	0	-0.45	1.0000	0.0000	0.0000	---	2447.48
24.30	* 24.30	24.30	0	-0.45	1.0000	0.0000	0.0000	---	2446.92

Distancias : Medida alo largo de la línea de estructura desde el inicio del tendón(1), inicio de la línea de estructura(2)

Excentricidades : local (respecto de la línea de estructura)

Tangente (vector unitario) : Tangente al tendón (vector unidad en coordenadas locales)

(1) : desde el inicio de la línea de estructura SL

(2) : desde el inicio del tendón

Longitud : Long. efectiva del tendón

Radio ρ_z : Radio de curvatura (sin la influencia de la excentricidad -y-)

P_o : Fuerza final

* : Punto de definición

Tendón: SG2 - Pérdidas (% fuerza de comienzo/fin)

Distancia [m]	% de la fuerza desde	
	Inicio	Final
0	100.00	98.17
1.00	99.92	98.24
2.00	99.85	98.32
3.00	99.77	98.39
4.00	99.70	98.47
5.00	99.62	98.54
6.00	99.55	98.62
7.00	99.47	98.69
8.00	99.39	98.77
9.00	99.32	98.84
10.00	99.24	98.92
11.00	99.17	98.99
12.00	99.09	99.07
13.00	99.02	99.14
14.00	98.94	99.22
15.00	98.87	99.30

Puente "Arco de ladrillo"

Vano sobre FF.CC. - Viga de borde

Página 5

11.04.25, 14:10

Ines Ingenieros Consultores,ES-28014 Madrid

arc

Statik-9 - Rel. 242 (0)

Distancia [m]	% de la fuerza desde	
	Inicio	Final
16.00	98.79	99.37
17.00	98.72	99.45
18.00	98.64	99.52
19.00	98.57	99.60
20.00	98.49	99.67
21.00	98.42	99.75
22.00	98.34	99.83
23.00	98.27	99.90
24.00	98.19	99.98
24.30	98.17	100.00

Distancia : Medida a lo largo de la vista en planta de la línea de estructura desde el inicio del tendón

Tendón: SG2 - Atributo del punto de tendón

Punto	Distancia [m]	Línea guía	Excentricidad			Tangentes			Arco	
			Referencia	ez [m]	ey [m]	Dirección [°]	Longitud L [m]	Longitud R [m]	Izquierda [°]	Derecha [°]
1	0		explíc	-0.45	0	-	0	0	0	0
2	24.80		explíc	-0.45	0	-	0	0	0	0

Acciones (1)

Nombre	Tipo	Conjunto	EL tipo	ψ-Coeficiente							u
				γ	γ _{inf}	ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂	ψ _{1'}	ψ _{2'}	
Peso propio	permanen		1	1						S	
Cargas Muert	permanen		1	1						S	
Modelo de ca	variable	Tráfico	1		1	1	0	1		S	
Modelo de ca	variable	Tráfico	1		0	0	0	1		S	
Pretensado	Pretensa		1							S	
T2	variable		1		1	1	1	1		S	
T1	variable		1		1	1	1	1		S	

EL tipo 2 : Estado límite tipo 2

ψ-Coeficiente : Factores de reducción

u : La acción se ha utilizado

Hipótesis de carga CMI: Carga muerta losa

L1: f_{zG}

-3.00 kN/m

Hipótesis de carga CMp: Carga muerta pretilos

L1: f_{zG}

-1.34 kN/m

Hipótesis de carga CMPav: Carga muerta pavimento

L1: f_{zG}

-0.69 kN/m

Nr.:

V:\lines\proyectos\AYTO_VALLADOLID\PR-AYTO_VALLADOLID-2024_05_27-Emergencia_viaducto_Arco_de_ladrillo\0_PROYECTO\CALCULOS\CUBUS\Viga_borde_van

Puente "Arco de ladrillo"

Vano sobre FF.CC. - Viga de borde

Página 6

11.04.25, 14:10

Ines Ingenieros Consultores,ES-28014 Madrid

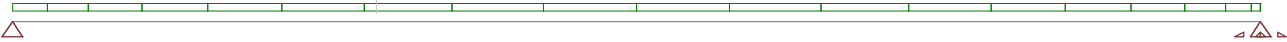
arc

Statik-9 - Rel. 242 (0)

Hipótesis de carga CMz: Carga muerta zócalos

L1: f_{zG}

-8.50 kN/m



Combinación CPi: CP Inicial

Combinación CPi:

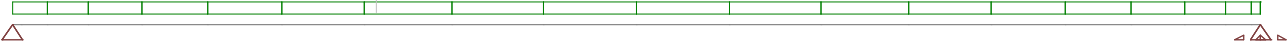
5 Hipótesis de carga implicadas



Hipótesis de carga PP: Peso propio

L1: f_{zG}

-13.13 kN/m



Generador SC26: Sobrecarga camión 26 t

P1:8.98 kN.98 kN

-21.35 kN

Grupo: C38o: C38

Grupo: C38

Punto Anclaje

P2



Generador SC38: Sobrecarga camión 38 t

P1:0.00-50.00 kN

-55.00 kN

-35.00 kN

Grupo: C38o: C38

Grupo: C38

Grupo: C38

Punto Anclaje

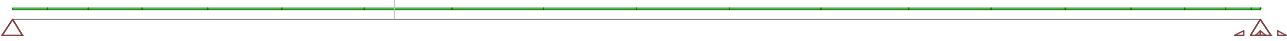
P2



Hipótesis de carga SCur: Sobrecarga uniforme real

L1: f_{zG}

-1.50 kN/m



Especificación de envolventes: ELU-26

Descripción

Situación de diseño estándar: Estado límite último tipo 2 (1B)

Especificación de envolventes

No	Acción Nombre	Fac	1	2	Combinaciones de acciones
1	Peso propio	1	1.35	1	
2	Cargas Muertas	1	1.35	1	
3	Pretensado	0.75	1	1	
	Conjunto Tráfico				
4	Modelo de carga 1 Q (TS)	1	1.35	1.35	
5	Modelo de carga 1 q (UDL)	1	1.35	1.35	

Fac : todos los factores de combinación son multiplicados por este factor

Nr.:

Puente "Arco de ladrillo"

Vano sobre FF.CC. - Viga de borde

Página 7

11.04.25, 14:10

Ines Ingenieros Consultores,ES-28014 Madrid

arc

Statik-9 - Rel. 242 (0)

Superposiciones de hipótesis de carga para las acciones

para la especificación de envolventes ELU-26

Acción	Alt	aditivo	excluyente	Hipótesis de carga	Factor	Comb.
Peso propio		Permanente		PP Peso propio	1.000	
Cargas Muertas		Permanente		CM1 Carga muerta losa CMpav Carga muerta pavimento CMp Carga muerta pretiles CMz Carga muerta zócalos	1.000 1.000 1.000 1.000	C2_1
Pretensado		Permanente		V1@0 Grupo de tendones 'V1' EC: 'Gr	1.000	
		Permanente		V2@0 Grupo de tendones 'V2' EC: 'Gr	1.000	
Modelo de carga 1 Q (		si es crítico	ya sea	SC26%1 Posición carga: P1	1.000	
			o	SC26%2 Posición carga: P2	1.000	
			o	SC26%1-1 Posición carga: P1-1	1.000	
			o	SC26%1-2 Posición carga: P1-2	1.000	
			o	SC26%1-3 Posición carga: P1-3	1.000	
			o	SC26%1-4 Posición carga: P1-4	1.000	
			o	SC26%1-5 Posición carga: P1-5	1.000	
			o	SC26%1-6 Posición carga: P1-6	1.000	
			o	SC26%1-7 Posición carga: P1-7	1.000	
			o	SC26%1-8 Posición carga: P1-8	1.000	
			o	SC26%1-9 Posición carga: P1-9	1.000	
			o	SC26%1-10 Posición carga: P1-10	1.000	
			o	SC26%1-11 Posición carga: P1-11	1.000	
			o	SC26%1-12 Posición carga: P1-12	1.000	
			o	SC26%1-13 Posición carga: P1-13	1.000	
			o	SC26%1-14 Posición carga: P1-14	1.000	
			o	SC26%1-15 Posición carga: P1-15	1.000	
			o	SC26%1-16 Posición carga: P1-16	1.000	
			o	SC26%1-17 Posición carga: P1-17	1.000	
			o	SC26%1-18 Posición carga: P1-18	1.000	
			o	SC26%1-19 Posición carga: P1-19	1.000	
			o	SC26%1-20 Posición carga: P1-20	1.000	
			o	SC26%1-21 Posición carga: P1-21	1.000	
			o	SC26%1-22 Posición carga: P1-22	1.000	
			o	SC26%1-23 Posición carga: P1-23	1.000	
			o	SC26%1-24 Posición carga: P1-24	1.000	
Modelo de carga 1 q (		si es crítico		SCur Sobrecarga uniforme real	1.000	

Alt : Superposición alternativa

Especificación de envolventes: ELU-38

Descripción

Situación de diseño estándar: Estado límite último tipo 2 (1B)

Especificación de envolventes

No	Acción Nombre	Fac	1	2	Combinaciones de acciones
1	Peso propio	1	1.35	1	
2	Cargas Muertas	1	1.35	1	
3	Pretensado	0.75	1	1	
4	Conjunto Tráfico				
	Modelo de carga 1 Q (TS)	1	1.35	1.35	
5	Modelo de carga 1 q (UDL)	1	1.35	1.35	

Fac : todos los factores de combinación son multiplicados por este factor

Superposiciones de hipótesis de carga para las acciones

para la especificación de envolventes ELU-38

Acción	Alt	aditivo	excluyente	Hipótesis de carga	Factor	Comb.
Peso propio		Permanente		PP Peso propio	1.000	
Cargas Muertas		Permanente		CM1 Carga muerta losa CMpav Carga muerta pavimento CMp Carga muerta pretiles CMz Carga muerta zócalos	1.000 1.000 1.000 1.000	C2_1
Pretensado		Permanente		V1@0 Grupo de tendones 'V1' EC: 'Gr	1.000	
		Permanente		V2@0 Grupo de tendones 'V2' EC: 'Gr	1.000	
Modelo de carga 1 Q (		si es crítico	ya sea	SC38%1 Posición carga: P1	1.000	

Nr.:

V:\lines\proyectos\AYTO_VALLADOLID\PR-AYTO_VALLADOLID-2024_05_27-Emergencia_viaducto_Arco_de_ladrillo\0_PROYECTO\CALCULOS\CUBUS\Viga_borde_van

Puente "Arco de ladrillo"

Vano sobre FF.CC. - Viga de borde

Página 8

11.04.25, 14:10

Ines Ingenieros Consultores,ES-28014 Madrid

arc

Statik-9 - Rel. 242 (0)

Acción	Alt	aditivo	excluyente	Hipótesis de carga	Factor	Comb.
			o	SC38%1-1 Posición carga: P1-1	1.000	
			o	SC38%1-2 Posición carga: P1-2	1.000	
			o	SC38%1-3 Posición carga: P1-3	1.000	
			o	SC38%1-4 Posición carga: P1-4	1.000	
			o	SC38%1-5 Posición carga: P1-5	1.000	
			o	SC38%1-6 Posición carga: P1-6	1.000	
			o	SC38%1-7 Posición carga: P1-7	1.000	
			o	SC38%1-8 Posición carga: P1-8	1.000	
			o	SC38%1-9 Posición carga: P1-9	1.000	
			o	SC38%1-10 Posición carga: P1-10	1.000	
			o	SC38%1-11 Posición carga: P1-11	1.000	
			o	SC38%1-12 Posición carga: P1-12	1.000	
			o	SC38%1-13 Posición carga: P1-13	1.000	
			o	SC38%1-14 Posición carga: P1-14	1.000	
			o	SC38%1-15 Posición carga: P1-15	1.000	
			o	SC38%1-16 Posición carga: P1-16	1.000	
			o	SC38%1-17 Posición carga: P1-17	1.000	
			o	SC38%1-18 Posición carga: P1-18	1.000	
			o	SC38%1-19 Posición carga: P1-19	1.000	
			o	SC38%1-20 Posición carga: P1-20	1.000	
			o	SC38%1-21 Posición carga: P1-21	1.000	
			o	SC38%1-22 Posición carga: P1-22	1.000	
			o	SC38%1-23 Posición carga: P1-23	1.000	
			o	SC38%1-24 Posición carga: P1-24	1.000	
o	SC38%2 Posición carga: P2	1.000				
Modelo de carga 1 q (		si es crítico		SCur Sobrecarga uniforme real	1.000	

Alt : Superposición alternativa

Especificación de envolventes: SC-26-ELS

Descripción

Situación de diseño estándar: Estado límite último tipo 2 (1B)

Especificación de envolventes

No	Acción Nombre	Fac	1	Combinaciones de acciones
1	Conjunto Tráfico			
2	Modelo de carga 1 Q (TS)	1	1	
	Modelo de carga 1 q (UDL)	1	1	

Fac : todos los factores de combinación son multiplicados por este factor

Superposiciones de hipótesis de carga para las acciones

para la especificación de envolventes SC-26-ELS

Acción	Alt	aditivo	excluyente	Hipótesis de carga	Factor	Comb.
Modelo de carga 1 Q (		si es crítico	ya sea	SC26%1 Posición carga: P1	1.000	
			o	SC26%2 Posición carga: P2	1.000	
			o	SC26%1-1 Posición carga: P1-1	1.000	
			o	SC26%1-2 Posición carga: P1-2	1.000	
			o	SC26%1-3 Posición carga: P1-3	1.000	
			o	SC26%1-4 Posición carga: P1-4	1.000	
			o	SC26%1-5 Posición carga: P1-5	1.000	
			o	SC26%1-6 Posición carga: P1-6	1.000	
			o	SC26%1-7 Posición carga: P1-7	1.000	
			o	SC26%1-8 Posición carga: P1-8	1.000	
			o	SC26%1-9 Posición carga: P1-9	1.000	
			o	SC26%1-10 Posición carga: P1-10	1.000	
			o	SC26%1-11 Posición carga: P1-11	1.000	
			o	SC26%1-12 Posición carga: P1-12	1.000	
			o	SC26%1-13 Posición carga: P1-13	1.000	
			o	SC26%1-14 Posición carga: P1-14	1.000	
			o	SC26%1-15 Posición carga: P1-15	1.000	
			o	SC26%1-16 Posición carga: P1-16	1.000	
			o	SC26%1-17 Posición carga: P1-17	1.000	
o	SC26%1-18 Posición carga: P1-18	1.000				
o	SC26%1-19 Posición carga: P1-19	1.000				

Nr.:

V:\lines\proyectos\AYTO_VALLADOLID\PR-AYTO_VALLADOLID-2024_05_27-Emergencia_viaducto_Arco_de_ladrillo\0_PROYECTO\CALCULOS\CUBUS\Viga_borde_van

Puente "Arco de ladrillo"

Vano sobre FF.CC. - Viga de borde

Página 9

11.04.25, 14:10

Ines Ingenieros Consultores,ES-28014 Madrid

arc

Statik-9 - Rel. 242 (0)

Acción	Alt	aditivo	excluyente	Hipótesis de carga	Factor	Comb.
			o	SC26%1-20 Posición carga: P1-20	1.000	
			o	SC26%1-21 Posición carga: P1-21	1.000	
			o	SC26%1-22 Posición carga: P1-22	1.000	
			o	SC26%1-23 Posición carga: P1-23	1.000	
			o	SC26%1-24 Posición carga: P1-24	1.000	
Modelo de carga 1 q (		si es crítico		SCur Sobrecarga uniforme real	1.000	

Alt : Superposición alternativa

Especificación de envoltentes: SC-38-ELS

Descripción

Situación de diseño estándar: Estado límite último tipo 2 (1B)

Especificación de envoltentes

No	Acción Nombre	Fac	1	Combinaciones de acciones
1	Conjunto Tráfico			
	Modelo de carga 1 Q (TS)	1	1	
2	Modelo de carga 1 q (UDL)	1	1	

Fac : todos los factores de combinación son multiplicados por este factor

Superposiciones de hipótesis de carga para las acciones

para la especificación de envoltentes SC-38-ELS

Acción	Alt	aditivo	excluyente	Hipótesis de carga	Factor	Comb.
Modelo de carga 1 Q (		si es crítico	ya sea	SC38%1 Posición carga: P1	1.000	
			o	SC38%1-1 Posición carga: P1-1	1.000	
			o	SC38%1-2 Posición carga: P1-2	1.000	
			o	SC38%1-3 Posición carga: P1-3	1.000	
			o	SC38%1-4 Posición carga: P1-4	1.000	
			o	SC38%1-5 Posición carga: P1-5	1.000	
			o	SC38%1-6 Posición carga: P1-6	1.000	
			o	SC38%1-7 Posición carga: P1-7	1.000	
			o	SC38%1-8 Posición carga: P1-8	1.000	
			o	SC38%1-9 Posición carga: P1-9	1.000	
			o	SC38%1-10 Posición carga: P1-10	1.000	
			o	SC38%1-11 Posición carga: P1-11	1.000	
			o	SC38%1-12 Posición carga: P1-12	1.000	
			o	SC38%1-13 Posición carga: P1-13	1.000	
			o	SC38%1-14 Posición carga: P1-14	1.000	
			o	SC38%1-15 Posición carga: P1-15	1.000	
			o	SC38%1-16 Posición carga: P1-16	1.000	
			o	SC38%1-17 Posición carga: P1-17	1.000	
			o	SC38%1-18 Posición carga: P1-18	1.000	
			o	SC38%1-19 Posición carga: P1-19	1.000	
			o	SC38%1-20 Posición carga: P1-20	1.000	
			o	SC38%1-21 Posición carga: P1-21	1.000	
			o	SC38%1-22 Posición carga: P1-22	1.000	
			o	SC38%1-23 Posición carga: P1-23	1.000	
			o	SC38%1-24 Posición carga: P1-24	1.000	
o	SC38%2 Posición carga: P2	1.000				
Modelo de carga 1 q (		si es crítico		SCur Sobrecarga uniforme real	1.000	

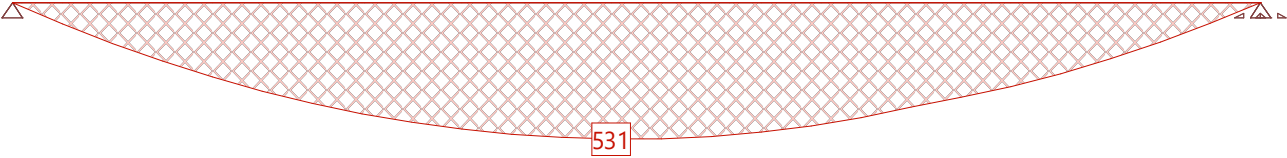
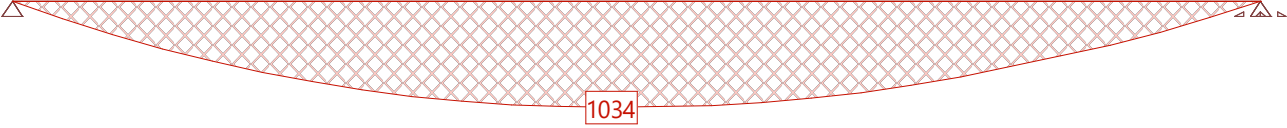
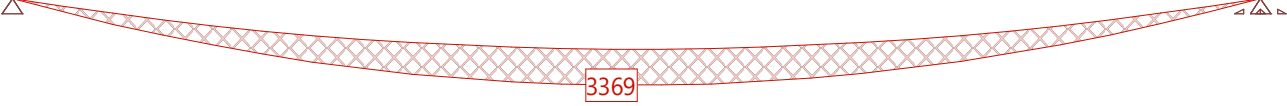
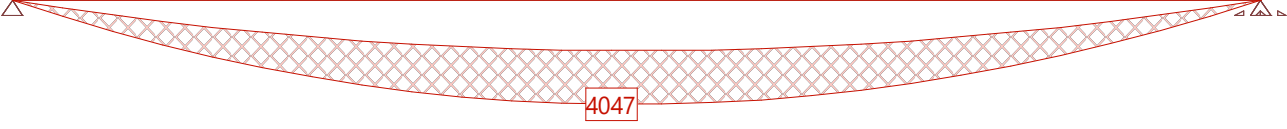
Alt : Superposición alternativa

Esfuerzos My [kNm] para: CPi

1964

Nr.:

V:\lines\proyectos\AYTO_VALLADOLID\PR-AYTO_VALLADOLID-2024_05_27-Emergencia_viaducto_Arco_de_ladrillo\0_PROYECTO\CALCULOS\CUBUS\Viga_borde_vano

Puente "Arco de ladrillo" Vano sobre FF.CC. - Viga de borde		Página 10
		11.04.25, 14:10
Ines Ingenieros Consultores,ES-28014 Madrid	arc	Statik-9 - Rel. 242 (0)
Envolventes de solicitaciones My [kNm] para: SC-26-ELS  Envolventes de solicitaciones My [kNm] para: SC-38-ELS  Envolventes de solicitaciones My [kNm] para: ELU-26 (P), Pretensado: Sólo parte hiperestática  Envolventes de solicitaciones My [kNm] para: ELU-38 (P), Pretensado: Sólo parte hiperestática 		
		Nr.:

ANEJO N° 2: MODELO DE CÁLCULO DE LA VIGA 2

Puente "Arco de ladrillo"

Vano sobre FF.CC. - Viga 2

Página 1

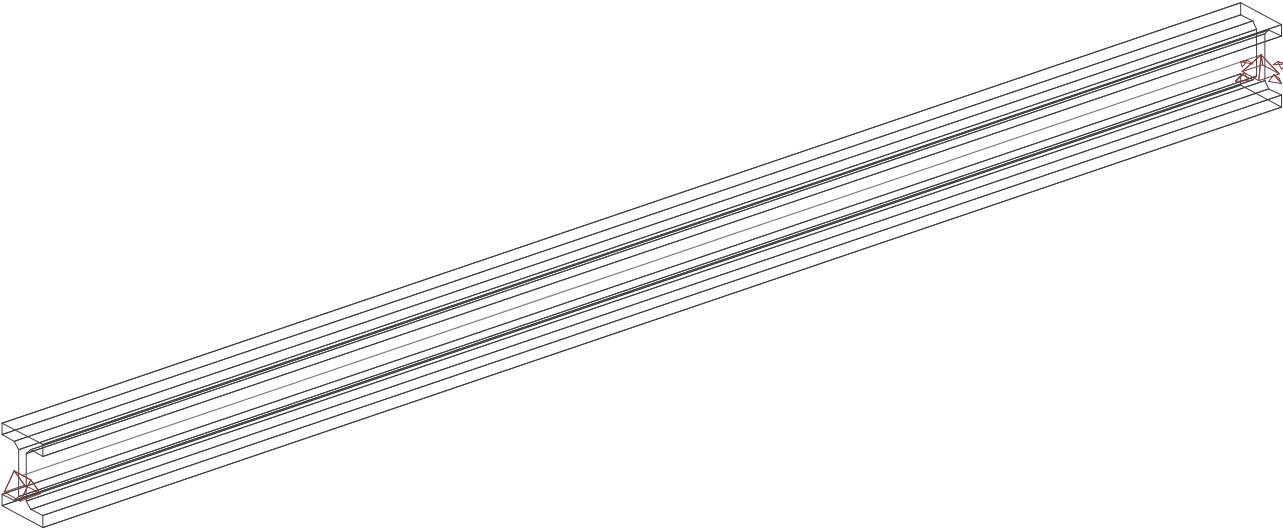
11.04.25, 19:24

Ines Ingenieros Consultores,ES-28014 Madrid

arc

Statik-9 - Rel. 242 (0)

Estructura



ESTRUCTURA 3D

DATOS DE NUDOS

Id	X [m]	Coordenadas			DX	DY	Apoyos				Especial
		Y [m]	Z [m]	DZ			RX	RY	RZ		
K_1	0	0	0	B	B	B	B		B		
K_2	24.30	0	0			B					

B / E : Bloqueado / Sobre resortes elásticos

ENTRADA DE LA BARRA

Id	Sección		Nudos		Longitud [m]	Status	Especial
	Nombre>Variante		Inicio	Final			

Mediciones CP

Nom ScT / (Nom ScT2)	Area [m²]	Perimeter [m]	Length [m]	No	Ltot [m]	Superficie [m²]	Masa [t]
VIGA_CV	0.6200	6.17	24.30	1	24.30	149.83	37.67
Total						149.83	37.67

DATOS del SEGMENTO de LINEA de ESTRUCTURA

Id	Nudos		Sección	Longitud [m]	L tot [m]	Nro. Bar	Status	Esp.
	Inicio	Final						
SL_0	K_1	K_2	VIGA_CV	24.30	24.30	1		

Secciones: Geometría

Nombre	Variante	Materiales	Tipo	Dimensiones [m]
VIGA_CV		CP,R	Fagus	b=1.00, h=1.40 y _L =-0.50, y _R =0.50, z _B =-0.70, z _T =0.70

Materiales : ver tabla 'Materiales'

Secciones: Rigidez de las secciones

Nombre	Variante	β	EA _x GA _y GA _z [kN]	GJ _x EJ _y EJ _z [kNm²]	e _y e _z [m]	Masa secc. Masa adicional [t/m]	Materiales
		[°]					
VIGA_CV		0	20460000.00 7440000.00 7440000.00	100307.25 5490100.00 1134100.00	0 0	1.55	CP,R

Nr.:

W:\ines\proyectos\AYTO_VALLADOLID\PR-AYTO_VALLADOLID-2024_05_27-Emergencia_viaducto_Arco_de_ladrillo\0_PROYECTO\CALCULOS\CUBUS\Viga_2_vano_8_e

Puente "Arco de ladrillo"							Página 2		
Vano sobre FF.CC. - Viga 2							11.04.25, 19:24		
Ines Ingenieros Consultores,ES-28014 Madrid							arc	Statik-9 - Rel. 242 (0)	
β : Ángulo entre el eje Y de la barra y el 1er eje principal eje de la sección e_y e_z : Distancia centro de gravedad - punto de eje Materiales : ver tabla 'Materiales'									
Sección, valores de Sección									
Sección		Materiales	Valores ideales de la sección						
Nombre	Variantes		E_{ref} G_{ref}	$A_{x,id} = \frac{EA_x}{E_{ref}}$ [m ²]	$J_{y,id} = \frac{EJ_y}{E_{ref}}$ [m ⁴]	$J_{z,id} = \frac{EJ_z}{E_{ref}}$ [m ⁴]	$J_{x,id} = \frac{GJ_x}{G_{ref}}$ [m ⁴]	$A_{y,id} = \frac{GA_y}{G_{ref}}$ [m ²]	$A_{z,id} = \frac{GA_z}{G_{ref}}$ [m ²]
VIGA CV		CP	0.6200	0.166367	0.034367	0.008359	0.6200	0.6200	
Materiales : s. tabla 'Materiales'									
Materiales									
ID	Tipo	Elemento	E [kN/mm ²]	G [kN/mm ²]	ν	ρ [t/m ³]	α [‰]	Clase	
C	Hormigón	(general)	37	16	0.17	2.5	0.010	C50/60	
CP	Hormigón	Pilar	33	12	0.17	2.5	0.010	C30/37	
R	Acero para ar	(general)	200	81	0.30	8.0	0.012	B500B	
P	Acero para pr	(general)	200	77	0.30	8.0	0.012	S1400/157	
Clase de materiales Hormigón									
ID	Clase	$-f_{ck,cyl}$ [N/mm ²]	E_{cm} [kN/mm ²]	f_{ctm} [N/mm ²]	τ_{Rd} [N/mm ²]	$f_{ck,cube}$ [N/mm ²]			
C	C50/60	-50.0	37	4.1	0.5	60.0			
CP	C30/37	-30.0	33	2.9	0.3	37.0			
Clase de materiales Acero para armadura									
ID	Clase	$-f_{yk}$ [N/mm ²]	E_s [kN/mm ²]	f_{yk} [N/mm ²]	ϵ_{uk} [‰]	f_{tk} [N/mm ²]			
R	B500B	-500.0	200	500.0	20.0	500.0			
Clase de materiales Acero para pretensado									
ID	Clase	$-f_{p0.1k}$ [N/mm ²]	E_p [kN/mm ²]	$f_{p0.1k}$ [N/mm ²]	ϵ_{uk} [‰]	f_{pk} [N/mm ²]			
P	S1400/1570	-1400.0	200	1400.0	20.0	1570.0			
Grupo de tendones: V1 (Grupo de tendones 1)									
Tendón	Area	Material	μ	$\Delta\alpha$	Longitud	Línea de estrcutura(s)	Adherencia		
	[mm ²]		[1/rad]	[rad/m]	[m]				
SG1	1411.2	P	0.190	0.0040	24.30	SL		+	
Tendón SG1 - Pasos de tesado									
Anclaje		Proceso de tesado	en el anclaje		Alargamiento [mm]	1er extremo después del anclaje			
Posición	Distancia [m]		σ_p/f_{pk}	Fuerza [kN]		σ_p/f_{pk}	Fuerza [kN]	Distancia [m]	
Inicio	0	tesado	0.750	1661.69	141.8	0.736	1631.28	24.30	
Distancia : desde inicio del tendón									
Tendón: SG1 - Geometría y fuerza de tendones									
Distancias		Longitud [m]	Excentricidades		Tangente (vector unitario)			Radio ρ_z [m]	P _o [kN]
(1) [m]	(2) [m]		e_y [m]	e_z [m]	x	y	z		
0	* 0	0	0	-0.65	1.0000	0.0000	0.0000	---	1661.69
1.00	1.00	1.00	0	-0.65	1.0000	0.0000	0.0000	---	1660.43
2.00	2.00	2.00	0	-0.65	1.0000	0.0000	0.0000	---	1659.16
3.00	3.00	3.00	0	-0.65	1.0000	0.0000	0.0000	---	1657.90
4.00	4.00	4.00	0	-0.65	1.0000	0.0000	0.0000	---	1656.64
5.00	5.00	5.00	0	-0.65	1.0000	0.0000	0.0000	---	1655.39
6.00	6.00	6.00	0	-0.65	1.0000	0.0000	0.0000	---	1654.13
7.00	7.00	7.00	0	-0.65	1.0000	0.0000	0.0000	---	1652.87
8.00	8.00	8.00	0	-0.65	1.0000	0.0000	0.0000	---	1651.62
9.00	9.00	9.00	0	-0.65	1.0000	0.0000	0.0000	---	1650.36
10.00	10.00	10.00	0	-0.65	1.0000	0.0000	0.0000	---	1649.11
								Nr.:	

W:\ines\proyectos\AYTO_VALLADOLID\PR-AYTO_VALLADOLID-2024_05_27-Emergencia_viaducto_Arco_de_ladrillo\0_PROYECTO\CALCULOS\CUBUS\Viga_2_vano_8_e

Distancias	:	Medida a lo largo de la línea de estructura desde el inicio del tendón(1), inicio de la línea de estructura(2)
Excentricidades	:	local (respecto de la línea de estructura)
Tangente (vector unitario)	:	Tangente al tendón (vector unidad en coordenadas locales)
(1)	:	desde el inicio de la línea de estructura SL
(2)	:	desde el inicio del tendón
Longitud	:	Long. efectiva del tendón
Radio ρ_z	:	Radio de curvatura (sin la influencia de la excentricidad -y-)
P_o	:	Fuerza final
*	:	Punto de definición

Distancia [m]	% de la fuerza desde	
	Inicio	Final
0	100.00	98.17
1.00	99.92	98.24
2.00	99.85	98.32
3.00	99.77	98.39
4.00	99.70	98.47
5.00	99.62	98.54
6.00	99.55	98.62
7.00	99.47	98.69
8.00	99.39	98.77
9.00	99.32	98.84
10.00	99.24	98.92
11.00	99.17	98.99
12.00	99.09	99.07
13.00	99.02	99.14
14.00	98.94	99.22
15.00	98.87	99.30
16.00	98.79	99.37
17.00	98.72	99.45
18.00	98.64	99.52
19.00	98.57	99.60
20.00	98.49	99.67
21.00	98.42	99.75
22.00	98.34	99.83
23.00	98.27	99.90
24.00	98.19	99.98
24.30	98.17	100.00

Punto	Distancia [m]	Línea guía	Excentricidad			Tangentes			Arco	
			Referencia	ez [m]	ey [m]	Dirección [°]	Longitud [m]	Longitud [m]	Izquierda [°]	Derecha [°]
1	0		explíc	-0.65	0	-	0	0	0	0
2	24.30		explíc	-0.65	0	-	0	0	0	0

Puente "Arco de ladrillo"							Página 4		
Vano sobre FF.CC. - Viga 2							11.04.25, 19:24		
Ines Ingenieros Consultores,ES-28014 Madrid							arc	Statik-9 - Rel. 242 (0)	
Grupo de tendones: V2 (Grupo de tendones 2)									
Tendón	Area	Material	μ	Δα	Longitud	Línea de estrcutura(s)	Adherencia		
	[mm²]		[1/rad]	[rad/m]	[m]				
SG2	2116.8	P	0.190	0.0040	24.30	SL	+		
Tendón SG2 - Pasos de tesado									
Anclaje		Proceso de tesado	en el anclaje		Alargamiento [mm]	1er extremo después del anclaje			
Posición	Distancia [m]		σ _p /f _{pk}	Fuerza [kN]		σ _p /f _{pk}	Fuerza [kN]	Distancia [m]	
Inicio	0	tesado	0.750	2492.53	141.8	0.736	2446.92	24.30	
Distancia : desde inicio del tendón									
Tendón: SG2 - Geometría y fuerza de tendones									
Distancias		Longitud [m]	Excentricidades		Tangente (vector unitario)			Radio ρz [m]	P _o [kN]
(1) [m]	(2) [m]		ey [m]	ez [m]	x	y	z		
0	* 0	0	0	-0.45	1.0000	0.0000	0.0000	---	2492.53
1.00	1.00	1.00	0	-0.45	1.0000	0.0000	0.0000	---	2490.64
2.00	2.00	2.00	0	-0.45	1.0000	0.0000	0.0000	---	2488.75
3.00	3.00	3.00	0	-0.45	1.0000	0.0000	0.0000	---	2486.86
4.00	4.00	4.00	0	-0.45	1.0000	0.0000	0.0000	---	2484.97
5.00	5.00	5.00	0	-0.45	1.0000	0.0000	0.0000	---	2483.08
6.00	6.00	6.00	0	-0.45	1.0000	0.0000	0.0000	---	2481.19
7.00	7.00	7.00	0	-0.45	1.0000	0.0000	0.0000	---	2479.31
8.00	8.00	8.00	0	-0.45	1.0000	0.0000	0.0000	---	2477.42
9.00	9.00	9.00	0	-0.45	1.0000	0.0000	0.0000	---	2475.54
10.00	10.00	10.00	0	-0.45	1.0000	0.0000	0.0000	---	2473.66
11.00	11.00	11.00	0	-0.45	1.0000	0.0000	0.0000	---	2471.78
12.00	12.00	12.00	0	-0.45	1.0000	0.0000	0.0000	---	2469.90
13.00	13.00	13.00	0	-0.45	1.0000	0.0000	0.0000	---	2468.03
14.00	14.00	14.00	0	-0.45	1.0000	0.0000	0.0000	---	2466.15
15.00	15.00	15.00	0	-0.45	1.0000	0.0000	0.0000	---	2464.28
16.00	16.00	16.00	0	-0.45	1.0000	0.0000	0.0000	---	2462.41
17.00	17.00	17.00	0	-0.45	1.0000	0.0000	0.0000	---	2460.54
18.00	18.00	18.00	0	-0.45	1.0000	0.0000	0.0000	---	2458.67
19.00	19.00	19.00	0	-0.45	1.0000	0.0000	0.0000	---	2456.80
20.00	20.00	20.00	0	-0.45	1.0000	0.0000	0.0000	---	2454.93
21.00	21.00	21.00	0	-0.45	1.0000	0.0000	0.0000	---	2453.07
22.00	22.00	22.00	0	-0.45	1.0000	0.0000	0.0000	---	2451.20
23.00	23.00	23.00	0	-0.45	1.0000	0.0000	0.0000	---	2449.34
24.00	24.00	24.00	0	-0.45	1.0000	0.0000	0.0000	---	2447.48
24.30	* 24.30	24.30	0	-0.45	1.0000	0.0000	0.0000	---	2446.92
Distancias : Medida alo largo de la línea de estructura desde el inicio del tendón(1), inicio de la línea de estructura(2)									
Excentricidades : local (respecto de la línea de estructura)									
Tangente (vector unitario) : Tangente al tendón (vector unidad en coordenadas locales)									
(1) : desde el inicio de la línea de estructura SL									
(2) : desde el inicio del tendón									
Longitud : Long. efectiva del tendón									
Radio ρz : Radio de curvatura (sin la influencia de la excentricidad -y-)									
P _o : Fuerza final									
* : Punto de definición									
Tendón: SG2 - Pérdidas (% fuerza de comienzo/fin)									
Distancia [m]	% de la fuerza desde								
	Inicio	Final							
0	100.00	98.17							
1.00	99.92	98.24							
2.00	99.85	98.32							
3.00	99.77	98.39							
4.00	99.70	98.47							
5.00	99.62	98.54							
6.00	99.55	98.62							
7.00	99.47	98.69							
8.00	99.39	98.77							
9.00	99.32	98.84							
10.00	99.24	98.92							
11.00	99.17	98.99							
12.00	99.09	99.07							
13.00	99.02	99.14							
							Nr.:		

Puente "Arco de ladrillo"							Página 5	
Vano sobre FF.CC. - Viga 2							11.04.25, 19:24	
Ines Ingenieros Consultores,ES-28014 Madrid							arc	Statik-9 - Rel. 242 (0)

Distancia [m]	% de la fuerza desde	
	Inicio	Final
14.00	98.94	99.22
15.00	98.87	99.30
16.00	98.79	99.37
17.00	98.72	99.45
18.00	98.64	99.52
19.00	98.57	99.60
20.00	98.49	99.67
21.00	98.42	99.75
22.00	98.34	99.83
23.00	98.27	99.90
24.00	98.19	99.98
24.30	98.17	100.00

Distancia : Medida a lo largo de la vista en planta de la línea de estructura desde el inicio del tendón

Tendón: SG2 - Atributo del punto de tendón

Punto	Distancia [m]	Línea guía	Excentricidad			Tangentes			Arco	
			Referencia	ez [m]	ey [m]	Dirección [°]	Longitud [m]	Longitud [m]	Izquierda [°]	Derecha [°]
1	0		explíc	-0.45	0	-	0	0	0	0
2	24.30		explíc	-0.45	0	-	0	0	0	0

Acciones (1)

Nombre	Tipo	Conjunto	EL tipo 2		ψ-Coeficiente					u
			γ	γ _{inf}	ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂	ψ _{1'}		
Peso propio	permanen		1	1						S
Cargas Muert	permanen		1	1						S
Modelo de ca	variable	Tráfico	1		1	1	0	1		S
Modelo de ca	variable	Tráfico	1		0	0	0	1		S
Pretensado	Pretensa		1							S
T2	variable		1		1	1	1	1		S
T1	variable		1		1	1	1	1		S

EL tipo 2 : Estado límite tipo 2
ψ-Coeficiente : Factores de reducción
u : La acción se ha utilizado

Hipótesis de carga CMI: Carga muerta losa

L1: f_{zG}
-5.00 kN/m

Hipótesis de carga CMpav: Carga muerta pavimento

L1: f_{zG}
-1.15 kN/m

Combinación CPi: CP Inicial

Combinación CPi:
3 Hipótesis de carga implicadas

							Nr.:
--	--	--	--	--	--	--	------

Puente "Arco de ladrillo"

Vano sobre FF.CC. - Viga 2

Página 6

11.04.25, 19:24

Ines Ingenieros Consultores,ES-28014 Madrid

arc

Statik-9 - Rel. 242 (0)

Combinación de hipótesis de cargas 'CPi': CP Inicial

Combinación de HC

Hipótesis de carga	Factor	Título
CM1	1.000	Carga muerta losa
CMpav	1.000	Carga muerta pavimento
PP	1.000	Peso propio

Hipótesis de carga PP: Peso propio

L1: fzG

-15.50 kN/m

Generador SC26: Sobrecarga camión 26 t

P1

17.50 kN.50 kN

Grupo: C38o: C38

-35.00 kN

Grupo: C38

Punto Anclaje

P2

Generador SC38: Sobrecarga camión 38 t

P1

0.00-50.00 kN

Grupo: C38

-55.00 kN

Grupo: C38

-35.00 kN

Grupo: C38

Punto Anclaje

P2

Hipótesis de carga SCur: Sobrecarga uniforme real

L1: fzG

-2.50 kN/m

Especificación de envolventes: ELU-26

Descripción

Situación de diseño estándar: Estado límite último tipo 2 (1B)

Especificación de envolventes

No	Acción Nombre	Fac	1	2	Combinaciones de acciones
1	Peso propio	1	1.35	1	
2	Cargas Muertas	1	1.35	1	
3	Pretensado	0.75	1	1	
	Conjunto Tráfico				
4	Modelo de carga 1 Q (TS)	1	1.35	1.35	
5	Modelo de carga 1 q (UDL)	1	1.35	1.35	

Fac : todos los factores de combinación son multiplicados por este factor

Nr.:

W:\ines\proyectos\AYTO_VALLADOLID\PR-AYTO_VALLADOLID-2024_05_27-Emergencia_viaducto_Arco_de_ladrillo\0_PROYECTO\CALCULOS\CUBUS\Viga_2_vano_8_e

Puente "Arco de ladrillo"

Vano sobre FF.CC. - Viga 2

Página 7

11.04.25, 19:24

Ines Ingenieros Consultores,ES-28014 Madrid

arc

Statik-9 - Rel. 242 (0)

Superposiciones de hipótesis de carga para las acciones

para la especificación de envolventes ELU-26

Acción	Alt	aditivo	excluyente	Hipótesis de carga	Factor	Comb.
Peso propio		Permanente		PP Peso propio	1.000	
Cargas Muertas		Permanente		CM1 Carga muerta losa	1.000	C2_1
				CMpav Carga muerta pavimento	1.000	
Pretensado		Permanente		V1@0 Grupo de tendones 'V1' EC: 'Gr	1.000	
		Permanente		V2@0 Grupo de tendones 'V2' EC: 'Gr	1.000	
Modelo de carga 1 Q (	si es crítico	ya sea		SC26%1 Posición carga: P1	1.000	
				o SC26%2 Posición carga: P2	1.000	
				o SC26%1-1 Posición carga: P1-1	1.000	
				o SC26%1-2 Posición carga: P1-2	1.000	
				o SC26%1-3 Posición carga: P1-3	1.000	
				o SC26%1-4 Posición carga: P1-4	1.000	
				o SC26%1-5 Posición carga: P1-5	1.000	
				o SC26%1-6 Posición carga: P1-6	1.000	
				o SC26%1-7 Posición carga: P1-7	1.000	
				o SC26%1-8 Posición carga: P1-8	1.000	
				o SC26%1-9 Posición carga: P1-9	1.000	
				o SC26%1-10 Posición carga: P1-10	1.000	
				o SC26%1-11 Posición carga: P1-11	1.000	
				o SC26%1-12 Posición carga: P1-12	1.000	
				o SC26%1-13 Posición carga: P1-13	1.000	
				o SC26%1-14 Posición carga: P1-14	1.000	
				o SC26%1-15 Posición carga: P1-15	1.000	
				o SC26%1-16 Posición carga: P1-16	1.000	
				o SC26%1-17 Posición carga: P1-17	1.000	
				o SC26%1-18 Posición carga: P1-18	1.000	
				o SC26%1-19 Posición carga: P1-19	1.000	
				o SC26%1-20 Posición carga: P1-20	1.000	
				o SC26%1-21 Posición carga: P1-21	1.000	
				o SC26%1-22 Posición carga: P1-22	1.000	
				o SC26%1-23 Posición carga: P1-23	1.000	
				o SC26%1-24 Posición carga: P1-24	1.000	
Modelo de carga 1 q (	si es crítico			SCur Sobrecarga uniforme real	1.000	

Alt : Superposición alternativa

Especificación de envolventes: ELU-38

Descripción

Situación de diseño estándar: Estado límite último tipo 2 (1B)

Especificación de envolventes

No	Acción Nombre	Fac	1	2	Combinaciones de acciones
1	Peso propio	1	1.35	1	
2	Cargas Muertas	1	1.35	1	
3	Pretensado	0.75	1	1	
	Conjunto Tráfico				
4	Modelo de carga 1 Q (TS)	1	1.35	1.35	
5	Modelo de carga 1 q (UDL)	1	1.35	1.35	

Fac : todos los factores de combinación son multiplicados por este factor

Superposiciones de hipótesis de carga para las acciones

para la especificación de envolventes ELU-38

Acción	Alt	aditivo	excluyente	Hipótesis de carga	Factor	Comb.
Peso propio		Permanente		PP Peso propio	1.000	
Cargas Muertas		Permanente		CM1 Carga muerta losa	1.000	C2_1
				CMpav Carga muerta pavimento	1.000	
Pretensado		Permanente		V1@0 Grupo de tendones 'V1' EC: 'Gr	1.000	
		Permanente		V2@0 Grupo de tendones 'V2' EC: 'Gr	1.000	

Nr.:

W:\ines\proyectos\AYTO_VALLADOLID\PR-AYTO_VALLADOLID-2024_05_27-Emergencia_viaducto_Arco_de_ladrillo\0_PROYECTO\CALCULOS\CUBUS\Viga_2_vano_8_e

Puente "Arco de ladrillo"

Vano sobre FF.CC. - Viga 2

Página 8

11.04.25, 19:24

Ines Ingenieros Consultores,ES-28014 Madrid

arc

Statik-9 - Rel. 242 (0)

Acción	Alt	aditivo	excluyente	Hipótesis de carga	Factor	Comb.
Modelo de carga 1 Q (		si es crítico	ya sea	SC38%1 Posición carga: P1	1.000	
			o	SC38%1-1 Posición carga: P1-1	1.000	
			o	SC38%1-2 Posición carga: P1-2	1.000	
			o	SC38%1-3 Posición carga: P1-3	1.000	
			o	SC38%1-4 Posición carga: P1-4	1.000	
			o	SC38%1-5 Posición carga: P1-5	1.000	
			o	SC38%1-6 Posición carga: P1-6	1.000	
			o	SC38%1-7 Posición carga: P1-7	1.000	
			o	SC38%1-8 Posición carga: P1-8	1.000	
			o	SC38%1-9 Posición carga: P1-9	1.000	
			o	SC38%1-10 Posición carga: P1-10	1.000	
			o	SC38%1-11 Posición carga: P1-11	1.000	
			o	SC38%1-12 Posición carga: P1-12	1.000	
			o	SC38%1-13 Posición carga: P1-13	1.000	
			o	SC38%1-14 Posición carga: P1-14	1.000	
			o	SC38%1-15 Posición carga: P1-15	1.000	
			o	SC38%1-16 Posición carga: P1-16	1.000	
			o	SC38%1-17 Posición carga: P1-17	1.000	
			o	SC38%1-18 Posición carga: P1-18	1.000	
			o	SC38%1-19 Posición carga: P1-19	1.000	
			o	SC38%1-20 Posición carga: P1-20	1.000	
			o	SC38%1-21 Posición carga: P1-21	1.000	
			o	SC38%1-22 Posición carga: P1-22	1.000	
			o	SC38%1-23 Posición carga: P1-23	1.000	
			o	SC38%1-24 Posición carga: P1-24	1.000	
o	SC38%2 Posición carga: P2	1.000				
Modelo de carga 1 q (		si es crítico		SCur Sobrecarga uniforme real	1.000	

Alt : Superposición alternativa

Especificación de envolventes: SC-26-ELS

Descripción

Situación de diseño estándar: Estado límite último tipo 2 (1B)

Especificación de envolventes

No	Acción Nombre	Fac	1	Combinaciones de acciones
1	Conjunto Tráfico			
1	Modelo de carga 1 Q (TS)	1	1	
2	Modelo de carga 1 q (UDL)	1	1	

Fac : todos los factores de combinación son multiplicados por este factor

Superposiciones de hipótesis de carga para las acciones

para la especificación de envolventes SC-26-ELS

Acción	Alt	aditivo	excluyente	Hipótesis de carga	Factor	Comb.
Modelo de carga 1 Q (		si es crítico	ya sea	SC26%1 Posición carga: P1	1.000	
			o	SC26%2 Posición carga: P2	1.000	
			o	SC26%1-1 Posición carga: P1-1	1.000	
			o	SC26%1-2 Posición carga: P1-2	1.000	
			o	SC26%1-3 Posición carga: P1-3	1.000	
			o	SC26%1-4 Posición carga: P1-4	1.000	
			o	SC26%1-5 Posición carga: P1-5	1.000	
			o	SC26%1-6 Posición carga: P1-6	1.000	
			o	SC26%1-7 Posición carga: P1-7	1.000	
			o	SC26%1-8 Posición carga: P1-8	1.000	
			o	SC26%1-9 Posición carga: P1-9	1.000	
			o	SC26%1-10 Posición carga: P1-10	1.000	
			o	SC26%1-11 Posición carga: P1-11	1.000	
			o	SC26%1-12 Posición carga: P1-12	1.000	
o	SC26%1-13 Posición carga: P1-13	1.000				

Nr.:

W:\ines\proyectos\AYTO_VALLADOLID\PR-AYTO_VALLADOLID-2024_05_27-Emergencia_viaducto_Arco_de_ladrillo\0_PROYECTO\CALCULOS\CUBUS\Viga_2_vano_8_e

Puente "Arco de ladrillo"

Vano sobre FF.CC. - Viga 2

Página 9

11.04.25, 19:24

Ines Ingenieros Consultores,ES-28014 Madrid

arc

Statik-9 - Rel. 242 (0)

Acción	Alt	aditivo	excluyente	Hipótesis de carga	Factor	Comb.
			o	SC26%1-14 Posición carga: P1-14	1.000	
			o	SC26%1-15 Posición carga: P1-15	1.000	
			o	SC26%1-16 Posición carga: P1-16	1.000	
			o	SC26%1-17 Posición carga: P1-17	1.000	
			o	SC26%1-18 Posición carga: P1-18	1.000	
			o	SC26%1-19 Posición carga: P1-19	1.000	
			o	SC26%1-20 Posición carga: P1-20	1.000	
			o	SC26%1-21 Posición carga: P1-21	1.000	
			o	SC26%1-22 Posición carga: P1-22	1.000	
			o	SC26%1-23 Posición carga: P1-23	1.000	
			o	SC26%1-24 Posición carga: P1-24	1.000	
			Modelo de carga 1 q (		si es crítico	

Alt : Superposición alternativa

Especificación de envoltentes: SC-38-ELS

Descripción

Situación de diseño estándar: Estado límite último tipo 2 (1B)

Especificación de envoltentes

No	Acción Nombre	Fac	1	Combinaciones de acciones
1	Conjunto Tráfico			
	Modelo de carga 1 Q (TS)	1	1	
2	Modelo de carga 1 q (UDL)	1	1	

Fac : todos los factores de combinación son multiplicados por este factor

Superposiciones de hipótesis de carga para las acciones

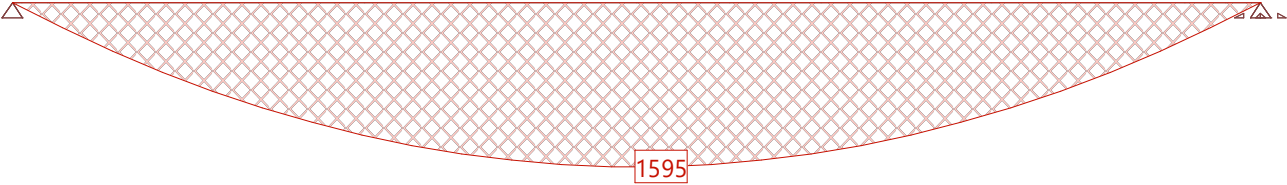
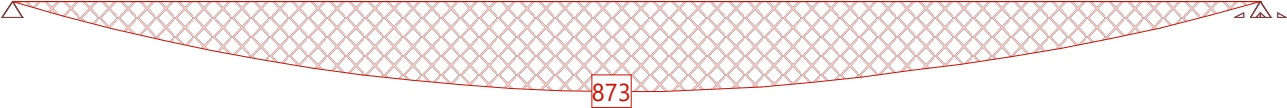
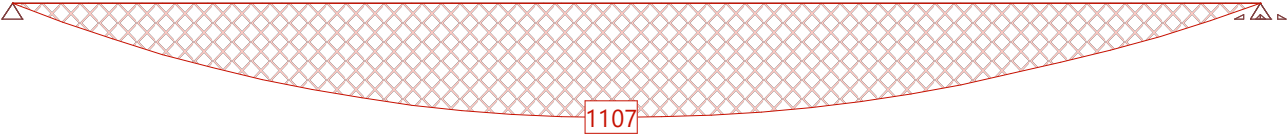
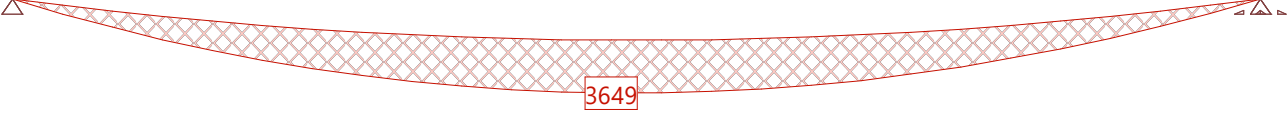
para la especificación de envoltentes SC-38-ELS

Acción	Alt	aditivo	excluyente	Hipótesis de carga	Factor	Comb.
Modelo de carga 1 Q (		si es crítico	ya sea	SC38%1 Posición carga: P1	1.000	
			o	SC38%1-1 Posición carga: P1-1	1.000	
			o	SC38%1-2 Posición carga: P1-2	1.000	
			o	SC38%1-3 Posición carga: P1-3	1.000	
			o	SC38%1-4 Posición carga: P1-4	1.000	
			o	SC38%1-5 Posición carga: P1-5	1.000	
			o	SC38%1-6 Posición carga: P1-6	1.000	
			o	SC38%1-7 Posición carga: P1-7	1.000	
			o	SC38%1-8 Posición carga: P1-8	1.000	
			o	SC38%1-9 Posición carga: P1-9	1.000	
			o	SC38%1-10 Posición carga: P1-10	1.000	
			o	SC38%1-11 Posición carga: P1-11	1.000	
			o	SC38%1-12 Posición carga: P1-12	1.000	
			o	SC38%1-13 Posición carga: P1-13	1.000	
			o	SC38%1-14 Posición carga: P1-14	1.000	
			o	SC38%1-15 Posición carga: P1-15	1.000	
			o	SC38%1-16 Posición carga: P1-16	1.000	
			o	SC38%1-17 Posición carga: P1-17	1.000	
			o	SC38%1-18 Posición carga: P1-18	1.000	
			o	SC38%1-19 Posición carga: P1-19	1.000	
			o	SC38%1-20 Posición carga: P1-20	1.000	
			o	SC38%1-21 Posición carga: P1-21	1.000	
			o	SC38%1-22 Posición carga: P1-22	1.000	
			o	SC38%1-23 Posición carga: P1-23	1.000	
			o	SC38%1-24 Posición carga: P1-24	1.000	
Modelo de carga 1 q (		si es crítico		SCur Sobrecarga uniforme real	1.000	

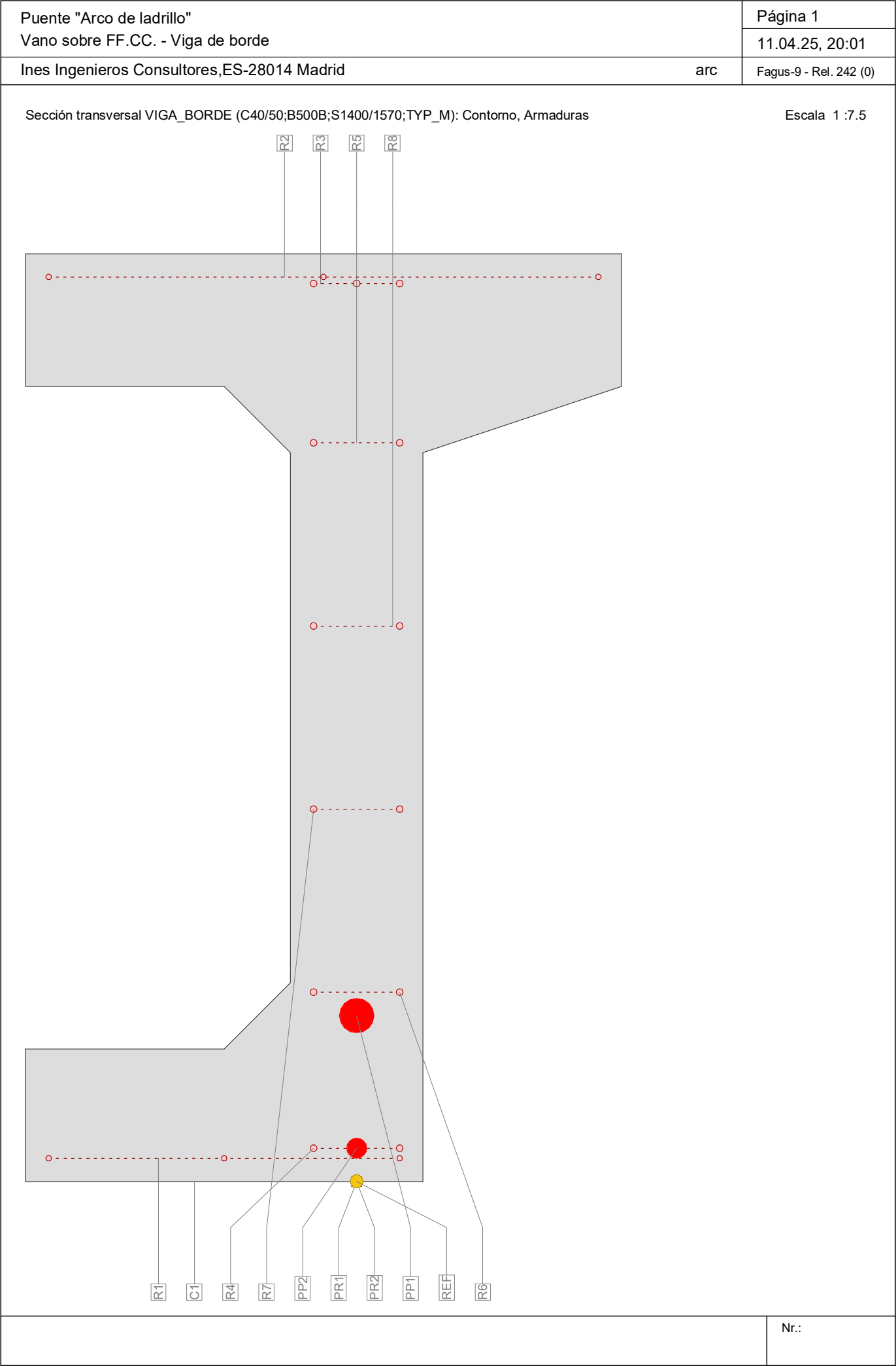
Alt : Superposición alternativa

Nr.:

W:\ines\proyectos\AYTO_VALLADOLID\PR-AYTO_VALLADOLID-2024_05_27-Emergencia_viaducto_Arco_de_ladrillo\0_PROYECTO\CALCULOS\CUBUS\Viga_2_vano_8_e

Puente "Arco de ladrillo" Vano sobre FF.CC. - Viga 2		Página 10
		11.04.25, 19:24
Ines Ingenieros Consultores,ES-28014 Madrid	arc	Statik-9 - Rel. 242 (0)
Esfuerzos My [kNm] para: CPi  Envolventes de solicitaciones My [kNm] para: SC-26-ELS  Envolventes de solicitaciones My [kNm] para: SC-38-ELS  Envolventes de solicitaciones My [kNm] para: ELU-26 (P), Pretensado: Sólo parte hiperestática  Envolventes de solicitaciones My [kNm] para: ELU-38 (P), Pretensado: Sólo parte hiperestática 		
		Nr.:

ANEJO N° 3: COMPROBACIÓN DEL REFUERZO EN LA VIGA DE BORDE



Puente "Arco de ladrillo"

Vano sobre FF.CC. - Viga de borde

Página 2

11.04.25, 20:01

Ines Ingenieros Consultores,ES-28014 Madrid

arc

Fagus-9 - Rel. 242 (0)

Sección (Viga): VIGA_BORDE

Contorno de sección parcial

Nombre	Material	Clase	Tipo	No.	y _q [m]	z _q [m]	No.	y _q [m]	z _q [m]			
C1	CP	C40/50	Polígono	1	-0.50	0	2	0.10	0			
				3	0.10	1.10	4	0.40	1.20			
				5	0.40	1.40	6	0.10	1.40			
				7	-0.50	1.40	8	-0.50	1.20			
				9	-0.20	1.20	10	-0.10	1.10			
				11	-0.10	0.30	12	-0.20	0.20			
				13	-0.50	0.20						

Características mecánicas: (sin la contribución de la armadura, material de referencia: CP)

Area [m²]		Momento de inercia [m⁴]		Centro Gr., Ángulo [m]		I rel. a ejes dados [m⁴]		Masa espec. [kg/m]	
A _x	0.5250	I _x	0.007138	ys	-0.06	I _{yz} *	-0.012979	M _{sec}	1312.5
A _y	(=A _x)	I _y	0.129156	zs	0.78	I _y *	0.127603		
A _z	(=A _x)	I _z	0.019102	β	-6.8 [°]	I _z *	0.020655		

Momento de inercia : Eje principal
I rel. a ejes dados : Momento de inercia rel. a ejes dados

Sección (Viga): VIGA_BORDE

Armadura G0|G1|G2 Σ A_s = 1414 mm², ρ = 0.3 %

Nombre	Material	BC	Tipo	y _{1q} [m]	z _{1q} [m]	y _{2q} [m]	z _{2q} [m]	as/m' [mm²/m]	n,Ø	exist A _s [mm²]
R2	R (B500B)	0	PL	-0.47	1.37	0.37	1.37	189	3Ø8	157
R3			PL	-0.07	1.36	0.07	1.36	1812	3Ø10	236
R5			PL	-0.07	1.11	0.07	1.11	1208	2Ø10	157
R8			PL	-0.07	0.84	0.07	0.84	1208	2Ø10	157
R7			PL	-0.07	0.56	0.07	0.56	1208	2Ø10	157
R6			PL	-0.07	0.29	0.07	0.29	1208	2Ø10	157
R4			PL	-0.07	0.05	0.07	0.05	1812	3Ø10	236
R1			PL	-0.47	0.04	0.07	0.04	296	3Ø8	157
BC : BC: 0=área constante, 1=dimensionar bajo tracción y compresión 2=dimensionar bajo tracción únicamente Tipo : Definición armadura: P = Punto, L = Línea, R = De forma circular										

Tendones G0|G1|G2 Σ A_p = 3128 mm², ρ = 0.6 %

Nombre	Clase	BC	Adh.	y _{1q} [m]	z _{1q} [m]	dy	dz	ε ₀ +Δε [‰]	P ₀₀ /P ₀	A _p [mm²]
PP1	S1400/1570	0	Con.	0	0.25	0	0	4.5	1.000	2117
REF	TYP_M		Con.	0	0	0	0	0	1.000	304
PP2	S1400/1570		Con.	0	0.05	0	0	4.5	1.000	707

Adh. : con/sin adherencia

Verif. estado de tens. Sección (Viga): VIGA_BORDE

Esfuerzos / Historia de cargas - Cálculo con Incremento de carga, Sec. parciales act./inac.

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal			Esfuerzos de corte y torsión			Observaciones
			N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	V _y [kN]	V _z [kN]	T [kNm]	
1	!ELU								Inactiva
2		0	2651.0	-					

1 : Inactiva: REF,PP2
- : Cálculo a flexión simple según eje y !!

Nr.:

W:\lines\proyectos\AYTO_VALLADOLID\PR-AYTO_VALLADOLID-2024_05_27-Emergencia_viaducto_Arco_de_ladrillo\0_PROYECTO\CALCULOS\CUBUS\Biblioteca de secc...

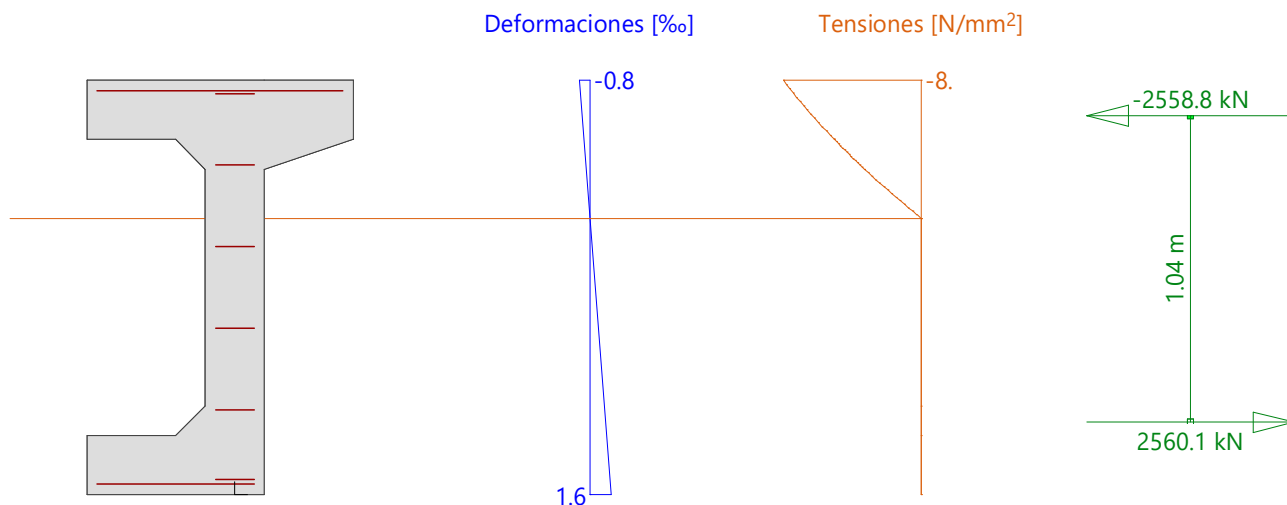
ID	Diagrama σ - ϵ				Límites de deformación			σ_s [N/mm ²]	Factores de la resistencia					Otros valores			
	c	s	p	M	ϵ_{c2} [%]	ϵ_{cu3} [%]	ϵ_{ud} [%]		α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	θ [-]	φ [-]	P(t) [-]	κ
!ELU	2/0	1	1	1	-2.	-3.5	10.		0.85	1.5	1.15	1.15	1.1	45.	0.	t=0	

Deformaciones y tensiones extremas después 2 incrementos

Nombre	Clase	Y_q [m]	Z_q [m]	ε [%]	σ_d [N/mm ²]	γ [-]
C1	C40/50	0.4	1.4	-0.8	-14.2	1.76
C1	C40/50	-0.5	0.	1.6	0.	1.76
R2	B500B	-0.47	1.37	-0.7	-143.2	1.15
R1	B500B	-0.47	0.04	1.5	298.5	1.15
PP1	S1400/1570	0.	0.25	5.6	1127.1	1.15

Fórmula / Resultado	Nombre	Valor	Valor
$N(REF)$	1	0.	kN
$\varepsilon(REF(0.,0.))$	PR1	0.	%
$\sigma(REF(0.,0.))$	PR2	0.	N/mm ²
$\sigma(PP1(0.,0.25))$	σ_{PT}	1127.1	N/mm ²
$\Delta\sigma((-0.06,0.78))$	$\Delta\sigma_m$	0.	N/mm ²

Escala 1 :25.6



Esfuerzos / Historia de cargas - Cálculo con Incremento de carga, Sec. parciales act./inac.

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal			Esfuerzos de corte y torsión			Observaciones -
			N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	V _y [kN]	V _z [kN]	T [kNm]	
1	ELU								Inactiva
2		0	2651.0	-					
3	AP5								Activa
4		0	717.0	-					

1 : Inactiva: REF,PP2
3 : Activa: REF
- : Cálculo a flexión simple según eje y !!

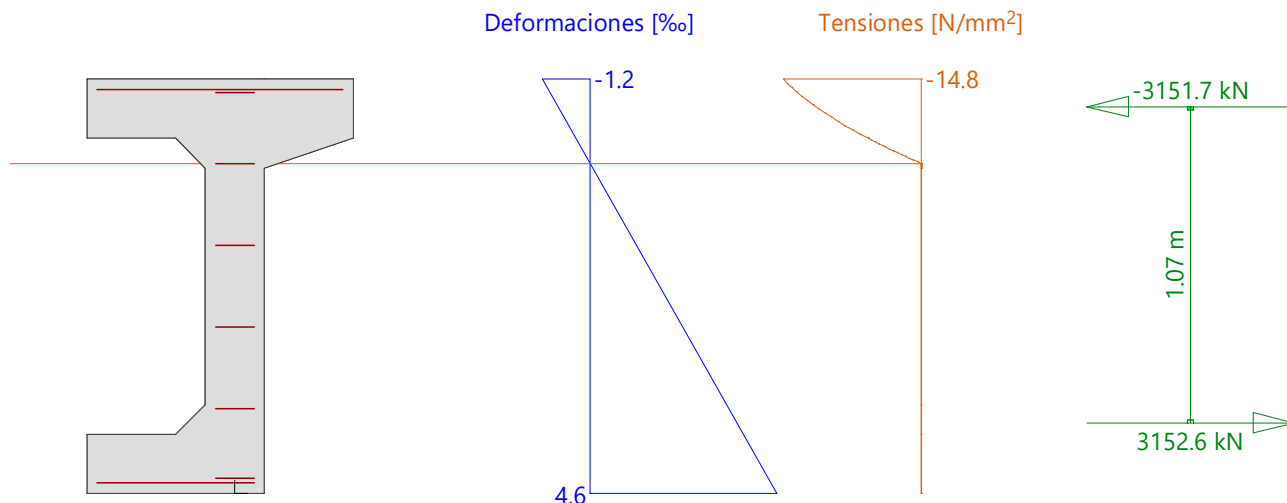
ID	Diagrama σ - ϵ				Límites de deformación			σ_s [N/mm ²]	Factores de la resistencia					Otros valores			
	c	s	p	M	ϵ_{c2} [%]	ϵ_{cu3} [%]	ϵ_{ud} [%]		α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	θ [-]	ϕ [-]	P(t) [-]	κ
!ELU	2/0	1	1	1	-2.	-3.5	10.	0.85	1.5	1.15	1.15	1.1	45.	0.	t=0	-	
AP5	2/0	1	1	1	-2.	-3.5	3.4	1.	1.5	1.15	1.15	1.1	45.	0.	t=0	-	

θ	:	Inclinación de las bielas de compresión
φ	:	Coef. de fluencia
$P(t)$	:	Prealargamiento en el tiempo ($t=0$) o ($t=\infty$) 'con pérdidas'
κ	:	Análisis FRP: '+' => Análisis con coeficiente adherencia $\kappa_s=0.7$ $\kappa_t=0.9$

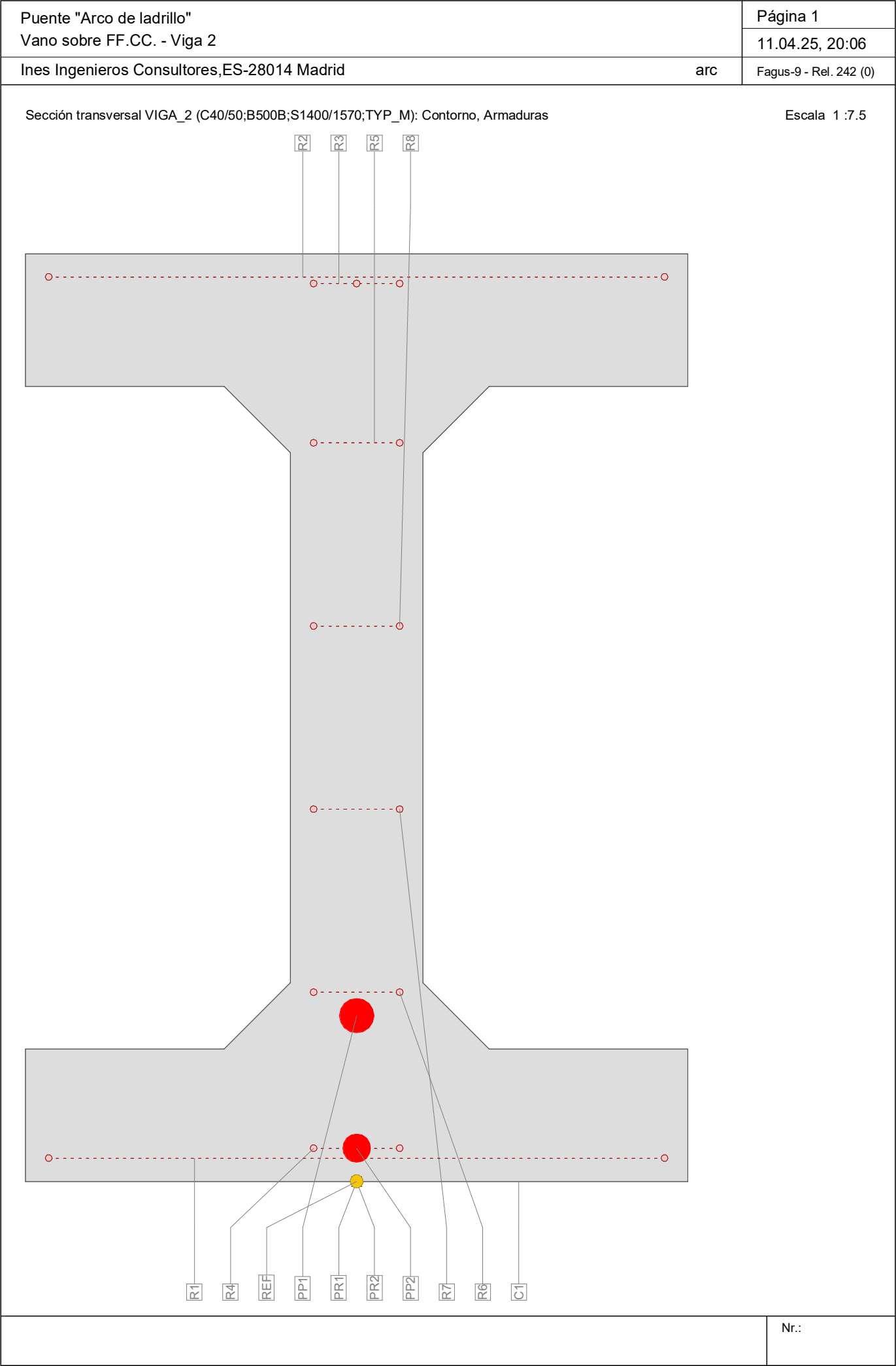
Nombre	Clase	y_q [m]	z_q [m]	ε [%]	σ_d [N/mm ²]	γ [-]
C1	C40/50	0.4	1.4	-1.2	-22.2	1.50
C1	C40/50	-0.5	0.	4.6	0.	1.50
R2	B500B	-0.47	1.37	-1.	-206.5	1.15
R1	B500B	-0.47	0.04	4.5	434.8	1.15
REF	TYP_M	0.	0.	3.1	641.6	1.15
PP1	S1400/1570	0.	0.25	8.1	1217.4	1.15

Fórmula / Resultado	Nombre	Valor	Valor
N+(REF) / Valor en fisura	1	216.8	kN
$\varepsilon(\text{REF}(0.,0.))$	PR1	3.1	‰
$\varepsilon+(\text{REF}(0.,0.))$ / Valor en fisura	PR1	3.4	‰
$\sigma(\text{REF}(0.,0.))$	PR2	641.8	N/mm ²
$\sigma+(\text{REF}(0.,0.))$ / Valor en fisura	PR2	713.1	N/mm ²
$\sigma(\text{PP1}(0.,0.25))$	σ_{PT}	1217.4	N/mm ²
$\Delta\sigma(\text{PP1}(0.,0.25))$	$\Delta\sigma_m$	90.3	N/mm ²

Escala 1 :25.6



ANEJO N° 4: COMPROBACIÓN DEL REFUERZO EN LA VIGA 2



Puente "Arco de ladrillo"

Vano sobre FF.CC. - Viga 2

Página 2

11.04.25, 20:06

Ines Ingenieros Consultores,ES-28014 Madrid

arc

Fagus-9 - Rel. 242 (0)

Sección (Viga): VIGA_2

Contorno de sección parcial

Nombre	Material	Clase	Tipo	No.	y _q [m]	z _q [m]	No.	y _q [m]	z _q [m]
C1	CP	C40/50	Polígon	1	-0.50	0	2	0.50	0
				3	0.50	0.20	4	0.20	0.20
				5	0.10	0.30	6	0.10	1.10
				7	0.20	1.20	8	0.50	1.20
				9	0.50	1.40	10	-0.50	1.40
				11	-0.50	1.20	12	-0.20	1.20
				13	-0.10	1.10	14	-0.10	0.30
				15	-0.20	0.20	16	-0.50	0.20

Características mecánicas: (sin la contribución de la armadura, material de referencia: CP)

Area [m²]		Momento de inercia [m⁴]		Centro Gr., Ángulo [m]		Masa espec. [kg/m]	
A _x	I _x	A _y	I _y	ys	zs	M _{sec}	
0.6200	0.008359	(=A _x)	0.166367	0.00	0.70		1550.
A _z	I _z	(=A _x)	0.034367	β	0. [°]		

Sección (Viga): VIGA_2

Armadura G0|G1|G2 Σ A_s = 1414 mm², ρ = 0.2 %

Nombre	Material	BC	Tipo	y _{1q} [m]	z _{1q} [m]	y _{2q} [m]	z _{2q} [m]	as/m' [mm²/m]	n,Ø	exist A _s [mm²]
R2	R (B500B)	0	PL	-0.47	1.37	0.47	1.37	169	2Ø10	157
R3			PL	-0.07	1.36	0.07	1.36	1812	3Ø10	236
R5			PL	-0.07	1.11	0.07	1.11	1208	2Ø10	157
R8			PL	-0.07	0.84	0.07	0.84	1208	2Ø10	157
R7			PL	-0.07	0.56	0.07	0.56	1208	2Ø10	157
R6			PL	-0.07	0.29	0.07	0.29	1208	2Ø10	157
R4			PL	-0.07	0.05	0.07	0.05	1812	3Ø10	236
R1			PL	-0.47	0.04	0.47	0.04	169	2Ø10	157

BC : BC: 0=área constante, 1=dimensionar bajo tracción y compresión 2=dimensionar bajo tracción únicamente

Tipo : Definición armadura: P = Punto, L = Línea, R = De forma circular

Tendones G0|G1|G2 Σ A_p = 3835 mm², ρ = 0.6 %

Nombre	Clase	BC	Adh.	y _{1q} [m]	z _{1q} [m]	dy	dz	ε _o +Δε [‰]	P _{oo} /P _o	A _p [mm²]
PP1	S1400/1570	0	Con.	0	0.25	0	0	4.5	1.000	2117
REF	TYP_M		Con.	0	0	0	0	0	1.000	304
PP2	S1400/1570		Con.	0	0.05	0	0	4.5	1.000	1414

Adh. : con/sin adherencia

Verif. estado de tens. Sección (Viga): VIGA_2

Esfuerzos / Historia de cargas - Cálculo con Incremento de carga, Sec. parciales act./inac.

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal			Esfuerzos de corte y torsión			Observaciones	
			N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	V _y [kN]	V _z [kN]	T [kNm]		
1	!ELU								Inactiva	
2		0	2153.0	0						

1 : Inactiva: REF,PP2

Parámetros de análisis !ELU Código: Eurocode EN

ID	Diagrama σ-ε				Límites de deformación			Factores de la resistencia						Otros valores			
	c	s	p	M	ε _{c2} [‰]	ε _{cu3} [‰]	ε _{ud} [‰]	σ _s [N/mm²]	α _{cc} [-]	γ _c [-]	γ _s [-]	γ _p [-]	γ _M [-]	θ [-]	φ [-]	P(t) [-]	κ
!ELU	2/0	1	1	1	-2.	-3.5	10.		0.85	1.5	1.15	1.15	1.1	45.	0.	t=0	-

Nr.:

W:\lines\proyectos\AYTO_VALLADOLID\PR-AYTO_VALLADOLID-2024_05_27-Emergencia_viaducto_Arco_de_ladrillo\0_PROYECTO\CALCULOS\CUBUS\Biblioteca de secc...

Puente "Arco de ladrillo"

Vano sobre FF.CC. - Viga 2

Página 3

11.04.25, 20:06

Ines Ingenieros Consultores,ES-28014 Madrid

arc

Fagus-9 - Rel. 242 (0)

θ

:

Inclinación de las bielas de compresión

φ

:

Coef. de fluencia

P(t)

:

Prealargamiento en el tiempo (t=0) o (t=∞) 'con pérdidas'

κ

:

Análisis FRP: '+' => Análisis con coeficiente adherencia κs=0.7 κt=0.9

Deformaciones y tensiones extremas después 2 incrementos

Nombre	Clase	Yq [m]	Zq [m]	ε [‰]	σd [N/mm²]	γ [-]
C1	C40/50	-0.5	1.4	-0.5	-9.8	1.76
C1	C40/50	0.5	0.	0.6	0.	1.76
R2	B500B	-0.46	1.37	-0.5	-93.	1.15
R1	B500B	0.46	0.03	0.5	108.1	1.15
PP1	S1400/1570	0.	0.25	4.9	975.6	1.15

Punto de resultados

Fórmula / Resultado	Nombre	Valor	Valor
N (REF)	1	0.	kN
ε (REF (0.,0.))	PR1	0.	‰
σ (REF (0.,0.))	PR2	0.	N/mm²
σ (PP1 (0.,0.25))	σPT	975.6	N/mm²
Δσ (0.,0.7)	ΔσPT	0.	N/mm²

Verif. estado de tens. Sección (Viga): VIGA_2

Escala 1 :25.6

Deformaciones [‰]

Tensiones [N/mm²]

-0.5

0.6

-5.5

-2122.1 kN

1.01 m

2122.6 kN

Verif. estado de tens. Sección (Viga): VIGA_2

Esfuerzos / Historia de cargas - Cálculo con Incremento de carga, Sec. parciales act./inac.

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal			Esfuerzos de corte y torsión			Observaciones
			N [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]	Vy [kN]	Vz [kN]	T [kNm]	-
1									Inactiva
2	!ELU		0	2153.0	0				
3									Activa
4	AP5		0	1179.0	0				

1 : Inactiva: REF,PP2

3 : Activa: REF

Parámetros de análisis Código: Eurocode EN

ID	Diagrama σ-ε				Límites de deformación			Factores de la resistencia					Otros valores				
	c	s	p	M	εc2 [‰]	εcu3 [‰]	εud [‰]	σs [N/mm²]	αcc [-]	γc [-]	γs [-]	γp [-]	γM [-]	θ [-]	φ [-]	P(t) [-]	κ
!ELU	2/0	1	1	1	-2.	-3.5	10.		0.85	1.5	1.15	1.15	1.1	45.	0.	t=0	-
AP5	2/0	1	1	1	-2.	-3.5	3.4		1.	1.5	1.15	1.15	1.1	45.	0.	t=0	+

Nr.:

W:\ines\proyectos\AYTO_VALLADOLID\PR-AYTO_VALLADOLID-2024_05_27-Emergencia_viaducto_Arco_de_ladrillo\0_PROYECTO\CALCULOS\CUBUS\Biblioteca de seccion

Puente "Arco de ladrillo"

Vano sobre FF.CC. - Viga 2

Página 4

11.04.25, 20:06

Ines Ingenieros Consultores,ES-28014 Madrid

arc

Fagus-9 - Rel. 242 (0)

θ

:

Inclinación de las bielas de compresión

ϕ

:

Coef. de fluencia

$P(t)$

:

Prealargamiento en el tiempo (t=0) o (t=∞) 'con pérdidas'

κ

:

Análisis FRP: '+' => Análisis con coeficiente adherencia $\kappa_s=0.7$ $\kappa_f=0.9$

Deformaciones y tensiones extremas

Valor medio después 4 incrementos

Nombre	Clase	y_q [m]	z_q [m]	ϵ [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
C1	C40/50	-0.5	1.4	-1.	-19.6	1.50
C1	C40/50	0.5	0.	3.4	0.	1.50
R2	B500B	-0.46	1.37	-0.9	-172.	1.15
R1	B500B	0.46	0.03	3.3	434.8	1.15
REF	TYP_M	0.	0.	2.8	586.3	1.15
PP1	S1400/1570	0.	0.25	7.1	1217.4	1.15

Punto de resultados

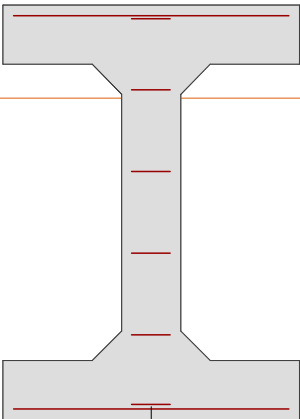
Fórmula / Resultado	Nombre	Valor	Valor
$N+(REF) \quad / \quad$ Valor en fisura	1	198.2	kN
$\epsilon(REF(0.,0.))$	PR1	2.8	‰
$\epsilon+(REF(0.,0.)) \quad / \quad$ Valor en fisura	PR1	3.1	‰
$\sigma(REF(0.,0.))$	PR2	586.5	N/mm²
$\sigma+(REF(0.,0.)) \quad / \quad$ Valor en fisura	PR2	651.7	N/mm²
$\sigma(PP1(0.,0.25))$	σ_{PT}	1217.4	N/mm²
$\Delta\sigma(PP1(0.,0.25))$	$\Delta\sigma_{PT}$	241.8	N/mm²

Verif. estado de tens. Sección (Viga): VIGA_2

Escala 1 :25.6

Deformaciones [‰]

Tensiones [N/mm²]

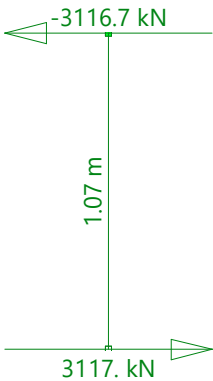


-1.

3.4



-13.



-3116.7 kN

1.07 m

3117. kN

Nr.:

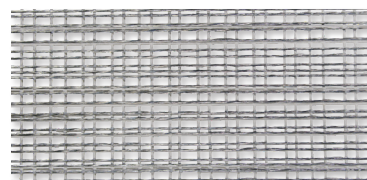
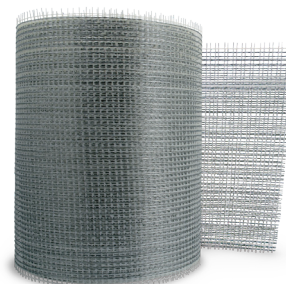
W:\lines\proyectos\AYTO_VALLADOLID\PR-AYTO_VALLADOLID-2024_05_27-Emergencia_viaducto_Arco_de_ladrillo\0_PROYECTO\CALCULOS\CUBUS\Biblioteca de seccion

ANEJO N° 5: FICHA TÉCNICA KERAKOLL GEOSTEEL G1200

Geosteel G1200

Tejido unidireccional de fibra de acero galvanizado de altísima resistencia, formado por micro-cables de acero fijados sobre una micro-malla de fibra de vidrio. Geosteel G1200 es específico para refuerzos estructurales en unión con las matrices minerales Geocalce y Geolite o matriz orgánica Geolite Gel en función de las exigencias de proyecto y de obra.

Gracias a sus características, Geosteel G1200 es fácil de manejar con óptimas propiedades para su instalación y durabilidad. Los tejidos Geosteel garantizan propiedades superiores respecto a los tradicionales tejidos de fibra de carbono-vidrio-aramida y son particularmente eficaces en las distintas aplicaciones de refuerzo estructural, para la mejora y la adaptación sísmica y en la realización de sistemas de conexión.



1. Elevada durabilidad gracias a la especial galvanización de los filamentos de acero
2. Certificado para refuerzos estructurales en combinación con las matrices minerales Geocalce G Antisismico y Geolite y con la matriz epoxídica Geolite Gel
3. Tensionable para la realización de refuerzos estructurales y encamisados activos
4. Preformable mediante las plegadoras Geosteel

Campos de aplicación

→ Destinos de uso:

- Adecuación o mejora estática y sísmica de elementos estructurales en fábricas de ladrillo, piedra natural, tufo volcánico, H.A., H.P. y madera
- Consolidación de arcos, bóvedas y cúpulas en fábrica de ladrillo, en piedra natural y tufo volcánico
- Confinamiento de elementos estructurales en mampostería y H.A.
- Refuerzo a flexocompresión, cortante y confinamiento de muros de fábricas de ladrillo, piedra natural, tufo y secciones en H.A.
- Refuerzo a flexión, cortante y confinamiento de elementos de madera
- Refuerzo a flexión de vigas de acero
- Realización de zunchos de coronación o cosido de fisuras en albañilería armada
- Realización de conectores especiales a una dos caras para el anclaje de tejidos y mallas y la realización de inyecciones armadas
- Consolidación y refuerzo de mamposterías de piedra caravista mediante reticulado difuso

Modo de empleo

→ Preparación

El tejido Geosteel G1200 en fibra de acero galvanizado de altísima resistencia está listo para usar.

El tejido puede ser cortado, en dirección ortogonal a los cables, mediante cizalla manual o eléctrica; en dirección paralela a los cables, mediante un cutter normal. El tejido, cortado en tiras de ancho incluso de pocos centímetros y distintos metros de largo, garantiza la perfecta estabilidad sin comprometer en ningún modo la trabajabilidad del tejido y su aplicación.

Preparación de los soportes

El soporte debe prepararse y limpiarse en toda la zona de aplicación, bajo las indicaciones y prescripciones de la D.F.

En caso de soportes no degradados proceder con la preparación de las superficies siguiendo las indicaciones de las fichas técnicas Geocalce F Antisismico, Geolite o Geolite Gel.

En caso de soporte degradado, sin planeidad o dañado por eventos agresivos proceder como se describe a continuación y siempre de acuerdo con la D.F.:

1. Para soportes de mampostería, tufo volcánico y piedra natural:

- Eliminar completamente los residuos de trabajos previos que puedan perjudicar la adhesión y cualquier porción de mortero de llaga inconsistente entre las sillerías
- Eventual aplicación a saturación, con pulverizador o brocha, de fijador consolidante cortical natural certificado a base de puro silicato de potasio estabilizado en solución acuosa tipo Biocalce Silicato Consolidante o de fijador eco-compatible en base agua, exento de disolventes, tipo Rasobuild Eco Consolidante
- Eventuales reconstrucciones para dar continuidad al paramento según las

indicaciones de proyecto de la D.F.

- Eventual regularización de la superficie, precedentemente consolidada, con geomortero a base de cal hidráulica pura natural NHL 3.5 y geoligante tipo Geocalce G Antisismico o Geocalce F Antisismico en función de los espesores a realizar;
- En el caso de aplicaciones del sistema de refuerzo con matriz inorgánica asegurarse de que el soporte sea oportunamente humedecido y con rugosidad de al menos 5 mm, iguales al grado 8 del "Kit de ensayo de preparación de soportes de hormigón armado y mampostería" (seguir las indicaciones de la ficha técnica de Geolite o Geocalce F Antisismico).

2. Para soportes en H.A. o H.P.:

- Eventual eliminación en profundidad del hormigón deteriorado mediante escarificación mecánica o hidrodemolición, teniendo cuidado de generar rugosidad en ep soporte de:
 - al menos 5 mm, igual al grado 8 del "Kit de ensayo de preparación de soportes de hormigón armado y mampostería" en el caso de aplicación del sistema de refuerzo con matriz inorgánica Geolite;
 - al menos 0,5 mm, igual al grado 5 del "Kit de ensayo de preparación de soportes de hormigón armado y mampostería" en el caso de aplicación del sistema de refuerzo con matriz epoxídica Geolite Gel;
- Eventual eliminación del óxido de la armadura, que deberá estar limpia mediante cepillado (manual o mecánico) o chorro de arena
- Eventual reconstrucción monolítica o alisado de la sección mediante geomortero a base de Geoligante mineral tipo Geolite.

→ Aplicación

La realización del refuerzo estructural en

Modo de empleo

fibra de acero Steel Reinforced Grout (tejidos Geosteel en combinación con Geocalce F Antisísmico o Geolite) o Steel Reinforced Polymer (tejidos Geosteel en combinación con la matriz mineral epoxídica Geolite Gel) será realizada, en caso de matriz mineral, con la aplicación de una primera mano de geomortero, garantizando sobre el soporte una cantidad de material suficiente (espesor medio $\approx 3 - 5$ mm) para regularizarlo, fijar y embeber el tejido de refuerzo. En el caso de matriz de adhesivo mineral epoxídico, para soportes de hormigón armado, la regularización del soporte podrá ser realizada mediante Geolite, teniendo cuidado de dejar madurar el geomortero durante un tiempo suficiente con el objetivo de garantizar la humedad del soporte idónea para la aplicación de Geolite Gel. Antes de la aplicación de la primera capa de Geolite Gel el soporte deberá estar limpio, seco, sin humedad residual y con rugosidad creada con arenado o escarificación mecánica, para obtener una aspereza de al menos 0,5 mm, igual al grado 5 del "Kit de ensayo de preparación de soportes de hormigón armado y mampostería". El espesor medio de la primera capa de adhesivo deberá ser de $\approx 2 - 3$ mm. Sucesivamente se procederá aplicando, sobre la matriz todavía fresca, el tejido Geosteel G1200 en fibra de acero Galvanizado de altísima resistencia, garantizando la perfecta cubrición de la banda en la capa de matriz, ejerciendo presión con llana o rodillo de acero y teniendo la precaución de que la misma rebose sobre los cables, para garantizar así una óptima adhesión entre la primera y segunda capa de matriz. En los puntos de unión longitudinal, se procederá a superponer dos capas de tejido en fibra de acero por al menos 20 cm para matriz epoxídica y 30 cm para matriz inorgánica. En el caso de matriz orgánica proceder, actuando fresco sobre fresco, con el alisado final protector (espesor $\approx 3 - 4$ mm para matriz orgánica, $\approx 5 - 8$ mm para matriz inorgánica) con el objetivo de embeber totalmente el refuerzo y sellar eventuales huecos existentes. En caso de capas sucesivas a la primera, proceder con la aplicación de la segunda capa de fibra sobre la capa de matriz todavía fresca repitiendo exactamente las fases anteriormente indicadas. En el caso en que el sistema instalado con matriz epoxídica deba ser enfoscado o raseado mediante alisado, se aconseja, con la resina todavía fresca, un salpicado de cuarzo mineral para facilitar el anclaje de las capas sucesivas.

Cuando el sistema de refuerzo sea instalado en ambientes particularmente agresivos, o se quiera garantizar una mayor protección que la suministrada por la matriz, se aconseja la aplicación de:

- Geolite Microsilicato sobre sistema de refuerzo

- con matriz Geolite o Geocalce F Antisísmico;
- Kerakover Acrilex Flex sobre sistema de refuerzo con matriz Geolite o Geolite Gel.

Si las obras están en contacto permanente u ocasional con agua, los ciclos arriba mencionados deben ser sustituidos con ciclos epoxídico poliuretánico o con Kerabuild Eco Osmocem en función de las exigencias de obra y prescripciones de proyecto.

Para las especificaciones técnicas, aplicaciones y preparación de las matrices, así como aquellos de los sistemas protectores adecuados al tipo de matriz, consultar las respectivas fichas técnicas.

Realización de Conectores Geosteel

La realización del diátomo artificial a chicote se llevará a cabo con la inserción de una banda de tejido de la gama Geosteel del ancho adecuado, para determinar el número de cables mínimos necesarios según proyecto para responder a las resistencias de tracción requeridas; se tendrá cuidado de desfibrar el extremo de la banda de tejido, mediante corte de la malla de soporte, en sentido paralelo a los cables por una longitud equivalente a la del chicote que se quiere realizar sobre la mampostería y para el plegado posterior con la correspondiente plegadora certificada. En caso de conectores pasantes tales operaciones deberán ser realizadas sobre las dos extremidades de las franjas de fibra. Finalizado el corte y el plegado del tejido se enrollará la banda sobre sí misma, teniendo cuidado de realizar un diámetro adecuado con respecto al agujero realizado.

Se procederá entonces a la instalación del conector en el interior del agujero y posteriormente al anclaje del

Iniettore&Connettore Geosteel de polipropileno armado con fibra de vidrio, y de este modo pegar la parte final de la roseta. Finalmente, a través del agujero situado en la cabeza del anclaje, se procederá a la inyección del mortero fluido para el anclado del diátomo. Al término de esta fase, el Iniettore&Connettore Geosteel será oportunamente sellado con la tapa suministrada. Según el tipo de soporte (hormigón o mampostería) el proyectista podrá optar para el anclaje del conector, mediante el geomortero fluido Geolite Magma o matriz mineral epoxídica Geolite Gel, como alternativa al uso del mortero fluido de cal hidráulica natural Geocalce FL Antisísmico.

Modo de empleo

En la tabla siguiente se indican las resistencias a tracción de un conector, en función del tipo de tejido Geosteel y de los distintos anchos de banda:

Tejido	Geosteel G1200	Geosteel G1200
Ancho de la banda (cm)	10	15
Número de Cables*	31	47
Carga de rotura a tracción	> 46 kN	> 70 kN

*n° cables por cm = 3,14;
carga de rotura a tracción de un cable > 1500 N.
Si es necesario un conector con distinta

resistencia, o un número distinto de cables, respecto de los indicados anteriormente, será suficiente con calcular el ancho deseado de banda, dividir la resistencia requerida por la resistencia de un cable y multiplicarlo por el número de cables presentes por unidad de ancho en la tipología de tejido seleccionado. Bajo pedido están disponibles informes de prueba para la determinación de los parámetros de cálculo.

Certificaciones y marcados



N° 18/0314
DOP n° 0434
DOP n° 0435
DOP n° 0436
DOP n° 0437

Marcado CE en combinación con Geolite Gel para estructuras de hormigón



N° 19/0325
DOP n° 0480
DOP n° 0481

Marcado CE en combinación con:
- Geolite e Geolite Magma para estructuras de hormigón
- Geocalce F Antisismico e Geocalce FL Antisismico para muros estructurales



ICC
ES
ESR-3944

Especificación de proyecto

SRG-Geocalce F Antisismico & Geosteel G1200

Ejecución de reparación, refuerzo estructural, mejora o adaptación sísmica de elementos y estructuras en muros, tufo volcánico o piedra natural, mediante el uso del sistema compuesto de matriz inorgánica, SRG (Steel Reinforced Grout), provisto de Marcado CE a través de Evaluación Técnica Europea (ETA) según el art. 26 del Reglamento Europeo n° 305/2011 y de certificaciones internacionales de validez comprobada, realizado con tejido unidireccional de fibra de acero galvanizado de altísima resistencia, formado por micro-cables de acero producidos según norma ISO 16120-1/4 2017, fijados sobre una micro-malla de fibra de vidrio, con peso neto de fibra aprox. a 1200 g/m² –tipo Geosteel G1200 de Kerakoll– características técnicas certificadas de la banda: resistencia a tracción valor característico > 3000 MPa; módulo elástico > 190 GPa; deformación última a rotura > 1,5%; área efectiva de un cable 3x2 (5 hilos) = 0,538 mm² ; n° cables por cm = 1,57 con envoltura de los hilos con un elevado ángulo de torsión conforme a la norma ISO/DIS 17832, espesor equivalente de la banda = 0,084 mm, impregnado con geomortero de altísima higroscopicidad y transpirabilidad a base de cal natural pura NHL 3.5 y geoligante mineral, arena silícea y calizas dolomíticas, intervalo granulométrico 0-1,4 mm, con marcado CE – tipo Geocalce F Antisismico de Kerakoll – para aplicarse directamente en la estructura a reforzar.

La intervención se lleva a cabo en las siguientes fases:

1. Eventual tratamiento de reparación de las superficies degradadas, deterioradas, sin cohesión o sin planeidad, mediante Geocalce G Antisismico o Geocalce F Antisismico de Kerakoll y en todo caso según lo prescrito y aprobado por la D.F.;
2. Preparación del soporte para la aplicación de la primera capa de Geocalce F Antisismico: se deberá crear la oportuna rugosidad al soporte, mediante arenado o escarificación mecánica, teniendo cuidado de garantizar la suficiente aspereza, de al menos 5 mm (igual al grado 8 del "Kit de ensayo de preparación de soportes de hormigón armado y mampostería"), deberá limpiarse y estar libre de humedad;
3. Extendido de una primera capa con espesor medio $\approx 3 - 5$ mm de geomortero estructural de grano fino a base de cal hidráulica natural pura NHL 3.5 y Geoligante, tipo Geocalce F Antisismico de Kerakoll;
4. Con el mortero todavía fresco, proceder a la colocación del Tejido Geosteel G1200 en Fibra de Acero Galvanizado de altísima resistencia de Kerakoll, teniendo la precaución de garantizar, mediante enérgica presión con llana o rodillo metálico, una completa impregnación del tejido y evitar la formación de eventuales huecos o burbujas de aire que puedan comprometer la adhesión del tejido a la matriz o al soporte
5. Actuando fresco sobre fresco, proceder con la ejecución de la segunda capa de geomortero tipo Geocalce F Antisismico de Kerakoll, con espesor total del refuerzo $\approx 5 - 8$ mm, hasta la completa cubrición del tejido de refuerzo y cierre de los posibles huecos subyacentes;
6. Eventual repetición de las fases (4) y (5) para todas las capas sucesivas de refuerzo previstas por el proyecto
7. Eventual inserción de diáfonos realizados con tejido unidireccional de fibra de acero galvanizado de altísima resistencia, previamente: realización de un agujero de ingreso, con la dimensión adecuada al conector, realización del conector metálico mediante corte, desfibrado y enrollado final del tejido de fibra de acero, con bloqueo del mismo mediante brida, inserción del conector preformado en el interior del agujero con inyección a baja presión final de geomortero de altísima higroscopicidad y transpirabilidad, hiperfluido, de elevada retención de agua, a base de cal natural pura NHL 3.5 y geoligante mineral, intervalo granulométrico 0-100 μ m, con marcado CE – tipo Geocalce FL Antisismico de Kerakoll.

Están incluidos el suministro y puesta en obra de todos los materiales arriba descritos y todo lo necesario para dar por acabado el trabajo. Están excluidos: la posible eliminación del enfoscado existente, la limpieza de las zonas degradadas y la reparación del soporte; los conectores y la inyección de los mismos, así como todos los gastos necesarios para su realización; las pruebas de aceptación del material; las verificaciones pre- y post- intervención; todos los medios auxiliares necesarios para la ejecución de los trabajos.

El precio es por unidad de superficie de refuerzo puesto en obra incluidos los solapes.

SRG-Geolite & Geosteel G1200

Ejecución de reparación, refuerzo estructural, mejora o adaptación sísmica de elementos y estructuras de hormigón armado y hormigón armado pretensado, mediante el uso del sistema compuesto de matriz inorgánica, SRG (Steel Reinforced Grout), provisto de Marcado CE a través de Evaluación Técnica Europea (ETA) según el art. 26 del Reglamento Europeo n° 305/2011 y de certificaciones internacionales de validez comprobada, realizado con tejido unidireccional de fibra de acero galvanizado de altísima resistencia, formado por micro-cables de acero producidos según norma ISO 16120-1/4 2017, fijados sobre una micro-malla de fibra de vidrio, con peso neto de fibra aprox. a 1200 g/m² – tipo Geosteel G1200 de Kerakoll– características técnicas certificadas de la banda: resistencia a tracción valor característico > 3000 MPa; módulo elástico > 190 GPa; deformación última a rotura > 1,5%; área efectiva de un cable 3x2 (5 hilos) = 0,538 mm² ; n° cables por cm = 1,57 con envoltura de los hilos a elevado ángulo de torsión conforme a la norma ISO/DIS 17832, espesor equivalente de la banda = 0,084 mm, impregnado con geomortero mineral certificado, eco-compatible, tixotrópico, de fraguado normal, a base de geoligante y zirconia de reacción cristalina, de bajísimo contenido de polímeros petroquímicos y exento de fibras orgánicas, específico para la pasivación, la reparación, el acabado y la protección monolítica con durabilidad garantizada de estructuras de hormigón, con marcado CE – tipo Geolite de Kerakoll – para aplicarse directamente en la estructura a reforzar.

La intervención se lleva a cabo en las siguientes fases:

1. Eventual tratamiento de reparación de las superficies degradadas, deterioradas, sin cohesión o sin planeidad, mediante Geolite de Kerakoll y en todo caso según lo prescrito y aprobado por la D.F.;
2. Preparación del soporte para la aplicación de la primera capa de Geolite: se deberá crear la oportuna rugosidad al

Especificación de proyecto

soporte, mediante arenado o escarificación mecánica, teniendo cuidado de garantizar la suficiente aspereza, de al menos 5 mm (igual al grado 8 del "Kit de ensayo de preparación de soportes de hormigón armado y mampostería"), deberá limpiarse y estar libre de humedad;

3. Extensión de una primera capa con espesor medio $\approx 3 - 5$ mm de geomortero estructural a base de geoligante mineral, tipo Geolite de Kerakoll;
4. Con el mortero todavía fresco, proceder a la colocación del Tejido Geosteel G1200 en Fibra de Acero Galvanizado de altísima resistencia de Kerakoll, teniendo la precaución de garantizar, mediante enérgica presión con llana o rodillo metálico, una completa impregnación del tejido y evitar la formación de eventuales huecos o burbujas de aire que puedan comprometer la adhesión del tejido a la matriz o al soporte
5. Actuando fresco sobre fresco, proceder con la ejecución de la segunda capa de geomortero tipo Geolite de Kerakoll, con espesor total del refuerzo $\approx 5 - 8$ mm, hasta la completa cubrición del tejido de refuerzo y cierre de los posibles huecos subyacentes;
6. Eventual repetición de las fases (4) y (5) para todas las capas sucesivas de refuerzo previstas por el proyecto
7. Eventual inserción de diátonos realizados con un tejido unidireccional de fibra de acero galvanizado de altísima resistencia, previamente: realización de un agujero de ingreso, con la dimensión adecuada al conector, realización del conector metálico mediante corte, desfibrado y enrollado final del tejido de fibra de acero, con bloqueo del mismo mediante brida, inserción del conector preformado en el interior del agujero con inyección a baja presión final de geomortero fluido Geolite Magma o matriz mineral epoxídica Geolite Gel.

Están incluidos el suministro y puesta en obra de todos los materiales arriba descritos y todo lo necesario para dar por acabado el trabajo. Están excluidos: la posible eliminación del enfoscado existente, la limpieza de las zonas degradadas y la reparación del soporte; los conectores y la inyección de los mismos, así como todos los gastos necesarios para su realización; las pruebas de aceptación del material; las verificaciones pre- y post- intervención; todos los medios auxiliares necesarios para la ejecución de los trabajos.

El precio es por unidad de superficie de refuerzo puesto en obra incluidos los solapes.

SRP-Geolite Gel & Geosteel G1200

Ejecución de reparación, refuerzo estructural, mejora o adaptación sísmica de elementos y estructuras de hormigón armado y hormigón armado pretensado, mediante el uso del sistema compuesto de matriz orgánica, SRP (Steel Reinforced Polymer), con marcado CE, realizado con tejido unidireccional de fibra de acero galvanizado de altísima resistencia, formado por micro-cables de acero producidos según norma ISO 16120-1/4 2017, fijados sobre una micro-malla de fibra de vidrio, con peso neto de fibra aprox. a 1200 g/m² –tipo Geosteel G1200 de Kerakoll – características técnicas certificadas de la banda: resistencia a tracción valor característico > 3000 MPa; módulo elástico > 190 GPa; deformación última a rotura $> 1,5\%$; área efectiva de un cable 3x2 (5 hilos) = 0,538 mm² ; n° cables por cm = 1,57 con envoltura de los hilos a elevado ángulo de torsión conforme a la norma ISO/DIS 17832, espesor equivalente de la banda = 0,084 mm, impregnado con adhesivo mineral epoxídico eco-compatible, en gel, para encolados estructurales de tejidos de acero galvanizado u otros materiales compuestos en general, con marcado CE y conforme a los requisitos prestacionales requeridos por las Normas EN 1504-4 y EN 1504-6 para el encolado de elementos estructurales y según las directrices CNR-DT 200 R1/2013, exento de disolventes, con bajísimas emisiones de compuestos orgánicos volátiles – tipo Geolite Gel de Kerakoll – para aplicarse directamente en la estructura a reforzar.

La intervención se lleva a cabo en las siguientes fases:

1. Eventual tratamiento de reparación de las superficies degradadas, deterioradas, sin cohesión o sin planeidad, mediante Geolite de Kerakoll y en todo caso según lo prescrito y aprobado por la D.F.;
2. Preparación del soporte para la aplicación de la primera capa de Geolite Gel: se deberá crear la oportuna rugosidad al soporte, mediante arenado o escarificación mecánica, teniendo cuidado de garantizar la suficiente aspereza, de al menos 0,5 mm (igual al grado 5 del "Kit de ensayo de preparación de soportes de hormigón armado y mampostería"), deberá limpiarse y estar libre de humedad;
3. Extendido de una primera capa con espesor medio $\approx 2 - 3$ mm de matriz mineral epoxídica Geolite Gel de Kerakoll;
4. Con el mortero fresco, proceder a la colocación del tejido Geosteel G1200 en Fibra de Acero Galvanizado de altísima resistencia de Kerakoll, teniendo la precaución de garantizar, mediante enérgica presión con llana o rodillo metálico, una completa impregnación del tejido y evitar la formación de eventuales huecos o burbujas de aire que puedan comprometer la adhesión del tejido a la matriz o al soporte;
5. Actuando fresco sobre fresco, ejecución de la segunda capa de matriz mineral epoxídica Geolite Gel de Kerakoll, en espesor total de $\approx 3 - 4$ mm, hasta la completa cobertura del tejido de refuerzo y cierre total de los huecos subyacentes;
6. Eventual repetición de las fases (4) y (5) para todas las capas sucesivas de refuerzo previstas por el proyecto
7. Eventual inserción de diátonos realizados con un tejido unidireccional de fibra de acero galvanizado de altísima resistencia, previamente: realización de un agujero de ingreso, con la dimensión adecuada al conector, realización del conector metálico mediante corte, desfibrado y enrollado final del tejido de fibra de acero, con bloqueo del mismo mediante brida, inserción del conector preformado en el interior del agujero con inyección a baja presión final de matriz mineral epoxídica Geolite Gel.

Están incluidos el suministro y puesta en obra de todos los materiales arriba descritos y todo lo necesario para dar por acabado el trabajo. Están excluidos: la posible eliminación del enfoscado existente, la limpieza de las zonas degradadas y la reparación del soporte; los conectores y la inyección de los mismos, así como todos los gastos necesarios para su realización; las pruebas de aceptación del material; las verificaciones pre- y post- intervención; todos los medios auxiliares necesarios para la ejecución de los trabajos.

El precio es por unidad de superficie de refuerzo puesto en obra incluidos los solapes.

Datos técnicos según Norma de Calidad Kerakoll		
Datos tejido no impregnado		
Cable 3x2 obtenido uniendo entre si 5 filamentos, de los cuales 3 son rectilíneos y 2 envolventes con elevado ángulo de torsión		
- área efectiva de un cable 3x2 (5 hilos)	A_{trefolo}	0,538 mm ²
- n° cables/cm		3,14 cables/cm
- masa (incluida la termosoldadura)		≈ 1200 g/m ²
- carga de rotura a tracción de un cable		> 1500 N
- resistencia a tracción de la banda, valor característico	σ_{nastro}	> 3000 MPa
- resistencia a tracción por unidad de ancho		> 4,72 kN/cm
- módulo de elasticidad normal de la banda	E_{nastro}	> 190 GPa
- deformación a rotura de la banda, valor característico	$\varepsilon_{\text{nastro}}$	> 1,5%
- espesor equivalente	t_f	≈ 0,169 mm
Envase		rollos 40 m (h 30 cm)
Peso 1 rollo		≈ 18 kg incluido envase

Prestaciones					
Sistemas Geosteel SRP – ETA nº 18/0314					
SRP – Geolite Gel & Geosteel G1200					
Características prestacionales	Método de ensayo		Prestaciones sistema Geosteel SRP G1200 (1 capa)	Prestaciones sistema Geosteel SRP G1200 (3 capas)	Datos de proyecto según CNR-DT 200 R1/2013
Resistencia a tracción (valor característico)	EN 2561	σ_{SRP}	2805 MPa	2887 MPa	2800 MPa
Módulo elástico (valor medio)	EN 2561	E_{SRP}	226 GPa	207 GPa	210 GPa
Alargamiento a rotura (valor medio)	EN 2561	ε_{SRP}	1,59%	1,68%	1,60%
Tensión de delaminación ¹ (valor característico)	EN 2561	σ_{lap}	2698 MPa	NPD	-
Resistencia a tracción del tejido plegado (valor característico)	EN 2561	$\sigma_{\text{u,f,bent}}$	2406 MPa	NPD	-
Temperatura de transición vítrea	EN 12614	T_g	+60 °C	+60 °C	-
Adhesión al soporte ²					
Pull-off strength (valor característico)	EN 1542	f_h	2,4 MPa	NPD	-
Single-lap shear test (valor característico)	Annex B EAD 340210-00-0104	σ_{deb}	1132 MPa	NPD	-
Pull-out from substrate (valor medio)	Annex C EAD 340210-00-0104	$\sigma_{\text{pull-out}}$	2498 MPa	NPD	-
CONDICIONES DE INSTALACIÓN					
Temperatura máxima (aire y superficie)	-	-	< +35 °C		
Temperatura mínima (aire y superficie)	-	-	> +5 °C		
Humedad relativa del aire	-	-	20 – 90 %		
Humedad relativa de la superficie de encolado ³	-	-	< 5 %		
CONDICIONES DE SERVICIO					
Temperatura máxima (aire y superficie)	-	-	< +45 °C		
Temperatura mínima (aire y superficie)	-	-	> -25 °C		
Humedad relativa del aire	-	-	no influyente		
Contacto con agua ⁴	-	-	ocasional		
Reacción al fuego ⁵	EN 13501-1	-	Euroclase D – s2, d0		

En presencia de temperaturas de instalación y de ejercicio que sobrepasen los límites antes indicados, contactar con el departamento técnico de Kerakoll para definir los sistemas de protección idóneos en relación a las condiciones de aplicación y de uso del sistema de refuerzo Geosteel SRP.

1 Longitud de solape = 200 mm.

2 Ensayos realizados en prismas de hormigón con resistencia a compresión fck=57,5 MPa.

3 En presencia de soporte húmedo, esperar a su completo secado o secarlo de manera oportuna, antes de realizar la aplicación.

4 en caso de contacto permanente con sustancias líquidas, contactar con el departamento técnico de Kerakoll para usar el sistema de protección más adecuado.

5 En caso de exposición a cargas de incendio, o de resistencia al fuego, proteger el sistema de refuerzo Geosteel SRP mediante el oportuno sistema certificado REI. El sistema Geosteel SRP no presenta ninguna resistencia al fuego.

Prestaciones			
Sistemas Geosteel SRG – ETA n° 19/0325			
SRG – Geolite & Geosteel G1200			
Características prestacionales ¹	Método de ensayo		Prestaciones sistema Geosteel SRG sobre soportes de hormigón
Tensión límite convencional	LG FRCM (§§ 2.1 – 7.2)	$\sigma_{lim,conv}$	834 MPa
Deformación límite convencional	LG FRCM (§§ 2.1 – 7.1)	$\varepsilon_{lim,conv}$	0,43 %
Módulo elástico del tejido	LG FRCM (§§ 2.1 – 7.1.1)	E_f	195 GPa
Resistencia a compresión del mortero (valor característico)	EN 12190	$f_{c,mat}$	>50 MPa (28 gg)
Porcentaje en peso de los componentes orgánicos			<1%
Permeabilidad al vapor de agua	EN ISO 7783-2		Clase I: sD < 5 m
CONDICIONES DE INSTALACIÓN			
Temperatura máxima (aire y superficie)	-	-	< +40 °C
Temperatura mínima (aire y superficie)	-	-	> +5 °C
Humedad relativa del aire	-	-	ininfluente
Humedad relativa de la superficie de encolado	-	-	supporto saturo privo di acqua liquida in superficie
CONDICIONES DE SERVICIO			
Temperatura máxima (aire y superficie)	-	-	< +80 °C
Temperatura mínima (aire y superficie)	-	-	> -40 °C
Humedad relativa del aire	-	-	no influyente
Contacto con el agua ²	-	-	ocasional
Reacción al fuego ³	Decisione 2000/605/CE	-	clase A1

En presencia de temperaturas de instalación y de ejercicio que sobrepasen los límites antes indicados, contactar con el departamento técnico de Kerakoll para definir los sistemas de protección idóneos en relación a las condiciones de aplicación y de uso del sistema de refuerzo Geosteel SRG.

¹ Las características prestacionales del sistema Geosteel SRG son conformes y están calculadas de acuerdo a lo previsto en las directrices de identificación, la cualificación y el control de aprobación de compuestos fibrorreforzado con matriz inorgánica (FRCM) a usarse para la consolidación estructural de construcciones existentes publicado por el Consejo Superior de Obras Públicas en diciembre de 2018 (conforme a la norma italiana).

² en caso de contacto permanente con sustancias líquidas, contactar con el departamento técnico de Kerakoll para usar el sistema de protección más adecuado.

³ En caso de exposición a cargas de incendio, o de resistencia al fuego, proteger el sistema de refuerzo Geosteel SRG mediante el oportuno sistema certificado REI.

Prestaciones					
Sistemas Geosteel SRG – ETA n° 19/0325					
SRG – Geocalce F Antisismico & Geosteel G1200					
Características prestacionales¹	Método de ensayo		Prestaciones sistema Geosteel SRG sobre soporte de ladrillo	Prestaciones sistema Geosteel SRG sobre soporte de tufo volcánico	Prestaciones sistema Geosteel SRG sobre soportes de piedra
Tensión límite convencional	LG FRCM (§§ 2.1 – 7.2)	$\sigma_{lim,conv}$	807 MPa	813 MPa	745 MPa
Deformación límite convencional	LG FRCM (§§ 2.1 – 7.1)	$\varepsilon_{lim,conv}$	0,41 %	0,42 %	0,38 %
Módulo elástico del tejido	LG FRCM (§§ 2.1 – 7.1.1)	Ef	195 GPa		
Resistencia a compresión del mortero (valor característico)	EN 12190	f _{c,mat}	>15 MPa (28 gg)		
Porcentaje en peso de los componentes orgánicos			<1%		
Permeabilidad al vapor de agua	EN 1745	μ	da 15 a 35 (valore tabulato)		
CONDICIONES DE INSTALACIÓN					
Temperatura máxima (aire y superficie)	-	-	< +35 °C		
Temperatura mínima (aire y superficie)	-	-	> +5 °C		
Humedad relativa del aire	-	-	no influyente		
Humedad relativa de la superficie de encolado	-	-	soporte saturado, sin agua en la superficie		
CONDICIONES DE SERVICIO					
Temperatura máxima (aire y superficie)	-	-	< +80 °C		
Temperatura mínima (aire y superficie)	-	-	> -40 °C		
Humedad relativa del aire	-	-	no influyente		
Contacto con el agua²	-	-	ocasional		
Reacción al fuego³	Decisione 2000/605/CE	-	clase A1		

En presencia de temperaturas de instalación y de ejercicio que sobrepasen los límites antes indicados, contactar con el departamento técnico de Kerakoll para definir los sistemas de protección idóneos en relación a las condiciones de aplicación y de uso del sistema de refuerzo Geosteel SRG.

1 Las características prestacionales del sistema Geosteel SRG son conformes y están calculadas de acuerdo a lo previsto en las directrices de identificación, la cualificación y el control de aprobación de compuestos fibrorreforzado con matriz inorgánica (FRMC) a usarse para la consolidación estructural de construcciones existentes publicado por el Consejo Superior de Obras Públicas en diciembre de 2018 (conforme a la norma italiana).

2 en caso de contacto permanente con sustancias líquidas, contactar con el departamento técnico de Kerakoll para usar el sistema de protección más adecuado.

3 En caso de exposición a cargas de incendio, o de resistencia al fuego, proteger el sistema de refuerzo Geosteel SRG mediante el oportuno sistema certificado REI.

Advertencias

- Producto para uso profesional
- atenerse a las posibles normas y disposiciones nacionales
- manejar la malla vistiendo indumentaria protectora y gafas. Atenerse a las instrucciones relativas a la modalidad de aplicación del material
- contacto con la piel: no se requiere ninguna medida especial
- almacenaje en obra: conservar en lugar cubierto, seco y alejado de sustancias que puedan comprometer la integridad y la adhesión con la matriz seleccionada
- El producto es un artículo de acuerdo con las definiciones del Reglamento (CE) nº 1907/2006 y por tanto no necesita Ficha de Datos de Seguridad
- para todo aquello no contemplado consultar con el Kerakoll Worldwide Global Service
+34 964 255 400 – globalservice@kerakoll.es



Los datos relativos a las clasificaciones Rating se refieren al GreenBuilding Rating Manual 2012. La presente información está actualizada en octubre de 2022; se precisa que la misma puede estar sujeta a modificaciones en el tiempo por parte de KERAKOLL SpA. Para posibles actualizaciones, consultar la web www.kerakoll.com. KERAKOLL SpA responde de la validez, actualidad y actualización de su propia información solo en el caso de que se obtenga directamente de su web. La ficha técnica ha sido redactada en base a nuestros mejores conocimientos técnicos y prácticos. Sin embargo, no siendo posible intervenir en las condiciones de las obras ni en la ejecución de estas, dichas informaciones representan indicaciones de carácter general que no comprometen en modo alguno a nuestra Compañía. Se aconseja una prueba preventiva para verificar la idoneidad del producto para el uso previsto.

ANEJO N° 6: FICHA TÉCNICA KERAKOLL GEOLITE

Geolite

Geomortero mineral a base de geoligante para la reparación monolítica del hormigón armado.

Geolite es un geomortero tixotrópico para pasivar, reparar, alisar y proteger estructuras de hormigón armado, anclar y fijar elementos metálicos. Matriz inorgánica mineral en combinación con los tejidos de acero de los sistemas certificados de refuerzo estructural Geosteel SRG.



Rating 4

1. Tixotrópico de clase R4
2. De fraguado normal: 80 minutos
3. Espesores de 2 a 40 mm en una sola mano
4. A base de Geoligante
5. Para reparaciones monolíticas, naturalmente estables
6. Tiempos de fraguado adaptables
7. Matriz inorgánica mineral en los sistemas certificados Geosteel SRG

- ✓ Regional Mineral $\geq 60\%$
- × Recycled Mineral $\geq 30\%$
- ✓ $\text{CO}_2 \leq 250 \text{ g/kg}$
- ✓ VOC Very Low Emission
- ✓ Recyclable

Campos de aplicación

→ Destinos de uso

Pasivación, reparación localizada y generalizada, alisado y protección monolítica de estructuras de hormigón armado de cualquier tipo y dimensión. Específico para intervenciones de dimensión mediana o grande, aplicación a máquina, alisado de las mismas superficies.

Fijación y anclaje estructural de precisión bajo planchas, tirantes, barras, maquinaria sobre hormigón armado.

Matriz inorgánica mineral en los sistemas certificados Geosteel SRG para el refuerzo de elementos de hormigón armado.

Modo de empleo

→ Preparación de los soportes

Antes de aplicar Geolite es necesario:

- eliminar el hormigón dañado en profundidad, hasta alcanzar un soporte sólido, resistente y con una rugosidad de al menos 5 mm, igual al grado 8 del kit de verificación de la preparación de soportes de hormigón y muros, mediante escarificación mecánica o hidrodemolición
- eliminar el óxido de la armadura, que deberá limpiarse mediante cepillado (manual o mecánico) o chorro de arena;
- limpiar la superficie tratada con aire a presión o hidrolavado;
- Mojar hasta saturación la superficie, evitando dejar agua en superficie. Como alternativa, sobre superficies horizontales de hormigón, aplicar Primer Uni sobre el soporte seco, con el fin de garantizar una absorción regular y favorecer la natural cristalización del geomortero.

Comprobar la idoneidad de la clase de resistencia del hormigón de soporte.

En presencia de recrecidos con espesor y superficies extensas incluir una armadura metálica anclada al soporte.

→ Preparación

Geolite se prepara mezclando 25 kg de polvo con el agua indicada en el envase (es aconsejable utilizar todo el contenido del saco).

La preparación de la mezcla se puede realizar mediante::

- hormigonera, mezclando hasta obtener un mortero homogéneo y libre de grumos
- adecuada bomba mezcladora;
- mezclador para mortero o batidor a bajo número de revoluciones.

→ Aplicación

- Para la reparación localizada y/o generalizada, que prevé la aplicación de Geolite en espesores

variables de 2 a 40 mm (máx.por capa), aplicar el mortero manualmente con paleta o mediante máquina revocadora.

- Para la realización de un alisado protector, aplicar Geolite manualmente (con llana de acero) o con máquina en espesores no inferiores a 2 mm, previa generación de rugosidad en la superficie de 1 – 2 mm.
- Para el anclaje de barras, rellenar con Geolite el agujero realizado anteriormente extrudiendo el material con la pistola adecuada, a continuación insertar la barra rotándola.
- Aplicación a máquina: se aconseja usar una revocadora con tornillo sinfín (tipo Turbosol o Putzmeister) o bomba mezcladora en continuo trifásica (Tipo PTF G4) equipada con los siguientes accesorios: mezclador, estator/rotor D 6-3 (capacidad 22 l/min), manguera Ø 25 mm, longitud 10 – 15 m y lanza de proyección.
- Aplicación sistemas Geosteel SGR: aplicar la primera capa de Geolite manualmente con llana plana o paleta para garantizar, sobre el soporte debidamente preparado, la cantidad de material suficiente para englobar el tejido de refuerzo y nivelar las posibles irregularidades. Aplicado el tejido de acero, presionando con la llana plana para garantizar la correcta impregnación y eliminar las posibles burbujas de aire, actuando en dirección paralela a las fibras y desde el centro hacia los bordes. proceder con la segunda mano hasta la cobertura completa del tejido.

Vigilar el curado de la humedad durante las primeras 24 horas.

→ Limpieza

La limpieza de las herramientas y de las máquinas de residuos de Geolite se efectúa con agua antes del endurecimiento del producto.

Otras indicaciones

- Reparación de pavimentos industriales y/o superficies planas de hormigón
1. Análisis detallado de desgastes, degradaciones y fisuras.
 2. Eliminación del hormigón dañado mediante escarificación hasta alcanzar el que está en buen estado. La superficie final deberá ser áspera y rugosa con rugosidad de al menos 5 mm, igual al grado 8 del kit de verificación de la preparación de soportes de hormigón y muros..
 3. Sellado de posibles lesiones mediante inyección de Epofill.
 4. Eliminación de polvo o residuos de hormigón mediante aire a presión o hidrolavado.
 5. Sobre superficie limpia y seca aplicar con pulverizador el preparador de fondo Primer Uni.
 6. Reconstrucción de secciones de acuerdo a las siguientes indicaciones:
 - a. para recrecidos de bajo espesor de 5 a 35 mm, se podrán insertar fibras estructurales cortas;
 - b. para recrecidos de medio espesor de 35 a 80 mm, insertar una malla electrosoldada 5 mm con cuadro de 10x10 cm colocada en el tercio superior y anclada al soporte con barras de acero dobladas en “L” y ancladas al soporte con Epofill para una profundidad mínima de 60 mm.
 7. Vigilar el curado en ambiente húmedo de las superficies durante al menos 24 horas.
 8. Realización de juntas de dilatación mediante uso de sierra de disco diamantado para paños preferiblemente cuadrados con dimensiones no superiores a 16–20 m². Respetar siempre las juntas de dilatación del pavimento existente.
 9. Para acabados superficiales con aspecto estético uniforme y a la vez antideslizante, es necesario realizar un granallado superficial después de al menos 7 días desde el vertido.

10. Este tipo de pavimentación es idóneo para recibir tratamientos de superficie con resinas específicas de la línea Kerakoll Factory dado que obtienen resistencias químicas y mecánicas particulares.

Las indicaciones dadas están basadas en el conocimiento de los problemas ligados a las pavimentaciones y a la experiencia obtenida en el sector, tanto en los productos como en su aplicación.

En cualquier caso, se aconseja al usuario y a la empresa la elección de la solución óptima, que puede requerir indicaciones distintas a las propuestas en la presente indicación técnica, también en función del estado de conservación de los soportes y de las posteriores condiciones de uso.

NOTAS

1. En superficies extensas, usar las máquinas de bombeo adecuadas, para aplicar el producto con continuidad y sin tiempos de espera.
2. En los morteros empleados para reparación o realización de pavimentos, se aconseja siempre la inserción de fibras estructurales en las cantidades aconsejadas en las correspondientes fichas técnicas para mejorar la ductilidad.
3. La puesta en servicio de los pavimentos debe respetar los tiempos indicados en la ficha técnica de los productos.
4. Realizar una muestra de prueba para evaluar la organización de obra para la puesta en obra y la eficacia de la solución elegida.
5. Realizar juntas de contracción pasadas al menos 12 horas y no más de 24 horas.

Certificaciones y marcados



* Émission dans l'air intérieur Information sur le niveau d'émission de substances volatiles dans l'air intérieur, présentant un risque de toxicité par inhalation, sur une échelle de classe allant de A+ (très faibles émissions) à C (fortes émissions).

Especificación de proyecto

Reparación monolítica localizada o generalizada en centímetros de espesor del hormigón armado en secciones dañadas o degradadas, tratamiento in situ de barras de armadura y alisado protector con milímetros de espesor, mediante aplicación con paleta o a máquina —previa adecuada preparación de los soportes y mojado hasta saturación— de geomortero mineral certificado, tixotrópico de fraguado normal, a base de Geoligante, con bajísimo contenido de polímeros petroquímicos y exento de fibras orgánicas, específico para la pasivación, la reparación, el alisado y la protección monolítica con durabilidad garantizada de estructuras de hormigón, tipo Geolite de Kerakoll, GreenBuilding Rating 4, provisto de marcado CE y conforme a los requisitos prestacionales requeridos por: Norma EN 1504-7 para la pasivación de las barras de armadura; por la EN 1504-3, Clase R4, para la reconstrucción volumétrica y el alisado; por la EN 1504-2 para la protección de las superficies; por la EN 1504-6 para el anclaje de efecto expansivo de armadura de acero, de acuerdo a los Principios 2, 3, 4, 5, 7, 8 y 11 definidos por la EN 1504-9.

Sistema Geosteel SRG - Geolite & Geosteel G: ejecución de refuerzo estructural certificado de hormigón armado mediante tejidos de fibra de acero galvanizado de altísima resistencia tipo Geosteel G de Kerakoll, impregnado con matriz inorgánica mineral tipo Geolite de Kerakoll, GreenBuilding Rating 4, provisto de marcado CE y conforme a los requisitos prestacionales requeridos por: Norma EN 1504-7 para la pasivación de las barras de armadura; por la EN 1504-3, Clase R4, para la reconstrucción volumétrica y el alisado; por la EN 1504-2 para la protección de las superficie y por la EN 1504-6 para el anclaje de efecto expansivo de armadura de acero.

Datos técnicos según Norma de Calidad Kerakoll		
Aspecto	polvo	
Densidad aparente	≈ 1200 kg/m³	UEAtc
Naturaleza mineralógica árido	silicática-carbonática	
Intervalo granulométrico	0 – 0,5 mm	EN 12192-1
Conservación	≈ 12 meses desde la fecha de producción, en su envase original cerrado y en lugar seco. Proteger de la humedad	
Envase	sacos 25 kg	
Agua de amasado	≈ 4,5 l / 1 saco 25 kg	
Expansión de la mezcla	140 – 160 mm	EN 13395-1
Densidad aparente de la mezcla	≈ 2000 kg/m³	
pH de la mezcla	≥ 12,5	
Inicio / Fin de fraguado	> 70 – 80 min. (> 200 – 220 min. a +5 °C) – (> 50 – 60 min. a +30 °C)	
Temperaturas límite de aplicación	de +5 °C a +40 °C	
Espesor mínimo	2 mm	
Espesor máximo por capa	40 mm	
Rendimiento	≈ 17 kg/m² por cm de espesor	

Toma de datos a +21 °C de temperatura, 60% H.R. y sin ventilación. Pueden variar en función de las condiciones particulares de cada obra.

Prestaciones			
Calidad del aire interior (IAQ) COVs - Emisiones compuestos orgánicos volátiles			
Conformidad	EC 1 plus GEV-Emicode		Cert. GEV 3539/11.01.02
HIGH-TECH			
Características prestacionales	Método de ensayo	Requisitos exigidos EN 1504-7	Prestaciones Geolite
Protección contra la corrosión	EN 15183	ninguna corrosión	especificación superada
Adhesión a cizalladura	EN 15184	≥ 80% del valor de la barra no revestida	especificación superada
	Método de ensayo	Requisitos exigidos EN 1504-3 clase R4	Geolite Prestaciones en condiciones CC y PCC (MPa)
Resistencia a compresión	EN 12190	≥ 45 MPa (28 días)	> 20 MPa (24 h)
			> 40 MPa (7 días)
			> 50 MPa (28 días)
Resistencia a tracción por flexión	EN 196-1	ninguno	> 5 MPa (24 h)
			> 7 MPa (7 días)
			> 8 MPa (28 días)
Adhesión	EN 1542	≥ 2 MPa (28 días)	> 2 MPa (28 días)
Resistencia a la carbonatación	EN 13295	dk ≤ hormigón de referencia [MC (0,45)]	especificación superada
Módulo elástico a compresión	EN 13412	≥ 20 GPa (28 días)	24 GPa en CC 21 GPa en PCC
Compatibilidad térmica en los ciclos de hielo-deshielo con sales antihielo	EN 13687-1	resistencia de unión después de 50 ciclos ≥ 2 MPa	> 2 MPa
Absorción capilar	EN 13057	≤ 0,5 kg·m ⁻² ·h ^{-0,5}	< 0,5 kg·m ⁻² ·h ^{-0,5}
Contenido en iones cloruro (determinado en el producto en polvo)	EN 1015-17	≤ 0,05%	< 0,05%
Reacción al fuego	EN 13501-1	Euroclase	A1
	Método de ensayo	Requisitos exigidos EN 1504-2 (C)	Prestaciones Geolite
Permeabilidad al vapor de agua	EN ISO 7783-2	clase de referencia	clase I: SD < 5 m
Absorción capilar y permeabilidad al agua	EN 1062-3	w < 0,1 kg·m ⁻² ·h ^{-0,5}	w < 0,1 kg·m ⁻² ·h ^{-0,5}
Fuerza de adhesión por tracción directa	EN 1542	≥ 2 MPa	> 2 MPa
Retracción lineal	EN 12617-1	≤ 0,3%	< 0,3%
Coeficiente de expansión térmica	EN 1770	α _T ≤ 30·10 ⁻⁶ ·k ⁻¹	α _T < 30·10 ⁻⁶ ·k ⁻¹
Resistencia a la abrasión	EN ISO 5470-1	pérdida de peso < 3000 mg	especificación superada
Adherencia en relación a shock térmico	EN 13687-2	≥ 2 MPa	> 2 MPa

Resistencia a los golpes	EN ISO 6272-1	clase de referencia	Class III : ≥ 20 Nm
Sustancias peligrosas		conforme al punto 5.4	
	Método de ensayo	Requisitos exigidos EN 1504-6	Prestaciones Geolite
Resistencia al arrancamiento de las barras de acero (desplazamiento en mm correspondiente a una carga de 75 kN)	EN 1881	$\leq 0,6$ mm	$< 0,6$ mm
Contenido en iones cloruro (determinado en el producto en polvo)	EN 1015-17	$\leq 0,05\%$	$< 0,05\%$
Sustancias peligrosas		conforme al punto 5.4	

Advertencias

- Producto para uso profesional

→ atenerse a las posibles normas y disposiciones nacionales

→ conservar el material resguardado de fuentes de humedad y en lugares protegidos de la acción directa del sol

→ usar a temperaturas comprendidas entre $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$

→ no añadir conglomerantes o adiciones en la mezcla
- no aplicar sobre superficies sucias o no cohesionadas

→ no aplicar sobre yeso, metal o madera

→ después de la aplicación, proteger las superficies del sol directo y del viento

→ vigilar el curado del producto al menos durante las primeras 24 horas

→ en caso necesario solicitar la ficha de seguridad

→ para todo aquello no contemplado consultar con el Kerakoll Worldwide Global Service

+34 964 255 400 – globalservice@kerakoll.es

Kerakoll Quality System

ISO 9001 CERTIFIED 1710/0326

Los datos relativos al Rating se refieren al GreenBuilding Rating Manual 2011. La presente información está actualizada en enero de 2024 (ref. GBR Data Report – 02.24); se precisa que la misma puede estar sujeta a modificaciones por parte de KERAKOLL SpA. Para comprobar posibles actualizaciones, consultar www.kerakoll.com. KERAKOLL SpA responde de la validez, actualidad y actualización de su propia información solo en el caso de que se obtenga directamente de su web. La ficha técnica ha sido redactada en base a nuestros mejores conocimientos técnicos y prácticos. Sin embargo, no siendo posible intervenir en las condiciones de las obras ni en la ejecución de estas, dichas informaciones representan indicaciones de carácter general que no comprometen en modo alguno a nuestra Compañía. Se aconseja una prueba preventiva para verificar la idoneidad del producto para el uso previsto.



kerakoll

DECLARACIÓN DE PRESTACIONES N° 0190

1. Código de identificación única del producto tipo: **GEOLITE**
2. Usos previstos: **Producto de reparación para el hormigón usado en edificios y obras de ingeniería civil según los principios 2 (MC), 5 (PR) y 8 (IR).**
3. Fabricante: **Kerakoll Ibérica, S.A. – Ctra. Alcora Km 10,450 Castellón - España**
4. Sistemas de evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones (EVCP):
Sistema 2+ y Sistema 4 para la reacción al fuego
5. Norma armonizada: **EN 1504-2:2004**
Organismos notificados: **S.G.S. Italia, N° 1381**
6. Prestaciones declaradas:

Características esenciales	Prestaciones
Reacción al fuego	Clase A1
Permeabilidad al vapor de agua Absorción capilar y permeabilidad al agua Fuerza de adhesión por tracción directa Retracción lineal Coefficiente de expansión térmica Resistencia a la abrasión Compatibilidad térmica (hielo-deshielo) Resistencia a los golpes	Clase I: $S_D < 5 \text{ m}$ $w < 0,1 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-0,5}$ $\geq 2,0 \text{ N/mm}^2$ $\leq 0,3\%$ $\alpha_T < 30 \cdot 10^{-6} \cdot \text{K}^{-1}$ pérdida de peso $< 3000 \text{ mg}$ $\geq 2 \text{ N/mm}^2$ Clase III
Emisión de sustancias peligrosas	Ver HIS

Las prestaciones del producto identificado anteriormente son conformes con el conjunto de prestaciones declaradas. La presente declaración de prestaciones se emite, de conformidad con el Reglamento (UE) no 305/2011, bajo la sola responsabilidad del fabricante arriba identificado.

Firmado por y en nombre del fabricante por: **Pau Ramia** (representante legal)

En Castellón, el 16/12/2022

kerakoll.com

KERAKOLL IBÉRICA S.A. – Carretera de Alcora, km. 10,450 – 12006 Castellón de la Plana – España
Tel. +34 964 251 500 – Fax +34 964 241 100 – e-mail: info@kerakoll.es

C.I.F. A-12331435. Inscrita en el Registro Mercantil de CASTELLÓN, TOMO 594, LIBRO 161, FOLIO 101, HOJA N.º CS 4393, INSC. I.ª SECC. G.



kerakoll

DECLARACIÓN DE PRESTACIONES N° 0190

1. Código de identificación única del producto tipo: **GEOLITE**
2. Usos previstos: **Producto de reparación para el hormigón usado en edificios y obras de ingeniería civil según los principios: 3 (CR), 4 (SS) y 7 (RP).**
3. Fabricante: **Kerakoll Ibérica, S.A. – Ctra. Alcora Km 10,450 Castellón - España**
4. Sistemas de evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones (EVCP):
Sistema 2+ y Sistema 4 para la reacción al fuego
5. Norma armonizada: **EN 1504-3:2005**
Organismos notificados: **S.G.S. Italia, N° 1381**
6. Prestaciones declaradas:

Características esenciales	Prestaciones
Reacción al fuego	Clase A1
Resistencia a compresión	Clase R4
Contenido en iones cloruro	≤ 0,05%
Adhesión	≥ 2,0 MPa
Compatibilidad térmica (hielo-deshielo)	≥ 2,0 MPa
Absorción capilar	< 0,5 kg·m⁻²·h^{-0,5}
Módulo elástico a compresión CC	≥ 20 GPa
Módulo elástico a compresión PCC	≥ 20 GPa
Resistencia a la carbonatación	Pasa
Emisión de sustancias peligrosas	Ver HIS

Las prestaciones del producto identificado anteriormente son conformes con el conjunto de prestaciones declaradas. La presente declaración de prestaciones se emite, de conformidad con el Reglamento (UE) no 305/2011, bajo la sola responsabilidad del fabricante arriba identificado.

Firmado por y en nombre del fabricante por: **Pau Ramia** (representante legal)

En Castellón, el 16/12/2022

kerakoll.com

KERAKOLL IBÉRICA S.A. – Carretera de Alcora, km. 10,450 – 12006 Castellón de la Plana – España
Tel. +34 964 251 500 – Fax +34 964 241 100 – e-mail: info@kerakoll.es

C.I.F. A-12331435. Inscrita en el Registro Mercantil de CASTELLÓN, TOMO 594, LIBRO 161, FOLIO 101, HOJA N.º CS 4393, INSC. 1.ª SECC. G.



kerakoll

DECLARACIÓN DE PRESTACIONES N° 0190

7. Código de identificación única del producto tipo: **GEOLITE**
8. Usos previstos: **Producto para el anclaje según el principio 4 (SS)**
9. Fabricante: **Kerakoll Ibérica, S.A. – Ctra. Alcora Km 10,450 Castellón - España**
10. Sistemas de evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones (EVCP):
Sistema 2+ y Sistema 4 para la reacción al fuego
11. Norma armonizada: **EN 1504-6:2006**
Organismos notificados: **S.G.S. Italia, N° 1381**
12. Prestaciones declaradas:

Características esenciales	Prestaciones
Reacción al fuego	Clase A1
Resistencia all'arrancamiento Contenido en iones cloruro	$\leq 0,6$ mm con una carga de 75 KN $\leq 0,05$ %
Emisión de sustancias peligrosas	Ver HIS

Las prestaciones del producto identificado anteriormente son conformes con el conjunto de prestaciones declaradas. La presente declaración de prestaciones se emite, de conformidad con el Reglamento (UE) no 305/2011, bajo la sola responsabilidad del fabricante arriba identificado.

Firmado por y en nombre del fabricante por: **Pau Ramia** (representante legal)
En Castellón, el 16/12/2022

kerakoll.com

KERAKOLL IBÉRICA S.A. – Carretera de Alcora, km. 10,450 – 12006 Castellón de la Plana – España
Tel. +34 964 251 500 – Fax +34 964 241 100 – e-mail: info@kerakoll.es

C.I.F. A-12331435. Inscrita en el Registro Mercantil de CASTELLÓN, TOMO 594, LIBRO 161, FOLIO 101, HOJA N.º CS 4393, INSC. 1.ª SECC. G.



kerakoll

DECLARACIÓN DE PRESTACIONES N° 0190

1. Código de identificación única del producto tipo: **GEOLITE**
2. Usos previstos: **Producto de reparación para el hormigón usado en edificios y obras de ingeniería civil según el principio 11 (CA).**
3. Fabricante: **Kerakoll Ibérica, S.A. – Ctra. Alcora Km 10,450 Castellón - España**
4. Sistemas de evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones (EVCP):
Sistema 2+
5. Norma armonizada: **EN 1504-7:2006**
Organismos notificados: **S.G.S. Italia, N° 1381**
6. Prestaciones declaradas:

Características esenciales	Prestaciones
Adhesión a cizalladura	Pasa
Protección contra la corrosión	Pasa
Emisión de sustancias peligrosas	Ver HIS

Las prestaciones del producto identificado anteriormente son conformes con el conjunto de prestaciones declaradas. La presente declaración de prestaciones se emite, de conformidad con el Reglamento (UE) no 305/2011, bajo la sola responsabilidad del fabricante arriba identificado.

Firmado por y en nombre del fabricante por: **Pau Ramia** (representante legal)

En Castellón, el 16/12/2022

kerakoll.com

KERAKOLL IBÉRICA S.A. – Carretera de Alcora, km. 10,450 – 12006 Castellón de la Plana – España

Tel. +34 964 251 500 – Fax +34 964 241 100 – e-mail: info@kerakoll.es

C.I.F. A-12331435. Inscrita en el Registro Mercantil de CASTELLÓN, TOMO 594, LIBRO 161, FOLIO 101, HOJA N.º CS 4393, INSC. I.ª SECC. G.