

PATOLOGIAS EN ESTRIBOS Y MUROS DE SUELO REFORZADO DE PUENTES Y ESTRUCTURAS DE CARRETERAS

Comité de Geotecnia Vial y Comité de Puentes.

Asociación Técnica de Carreteras

Grupo de Trabajo: Patologías en estribos y muros de suelo reforzado de puentes y estructuras de carreteras



*En memoria de D. Carlos Oteo Mazo
Presidente del Comité de Geotecnia Vial
e impulsor de muchos de estos trabajos*

EDITA:

Asociación Técnica de Carreteras
C/ Monte Esquinza, 24
28010 Madrid

IMPRESIÓN:

Huna Soluciones Gráficas S.L.
Avenida Montes de Oca, 7 Portal 6
28703 S.S. de los Reyes (Madrid)

ISBN:

978-84-95641-49-6

DEPÓSITO LEGAL:

M-10942-2019

Impreso en España - Printed in Spain

PRÓLOGO

Los primeros muros o estructuras de suelo reforzado se realizaron en España a principios de los años 70, poco después de que se registraran las primeras patentes de estos sistemas en Francia a mediados de los 60.

Se trata por tanto de sistemas de ejecución de muros de contención y sostenimiento en terrenos diversos, que han sido probados y perfeccionados durante más de cuarenta años. A pesar de ello, de su relativa antigüedad y de ser una solución muy industrializada, hay que señalar que existen problemas asociados a este tipo de estructuras; problemas con soluciones muy diversas y generalmente complejas y costosas cuando las reparaciones afectan a infraestructuras en servicio.

Los proyectistas deben dominar los procedimientos de construcción para poder concebir soluciones ingenieriles, pero en este caso concreto, el proyecto y la ejecución han de cuidarse en extremo, puesto que se trata de estructuras ya de por sí bastante optimizadas.

Fruto de estas reflexiones nació hace algunos años un grupo de trabajo conjunto en la ATC, entre el comité de Geotecnia Vial y el de Puentes, con la idea de exponer la problemática que se presenta con mayor frecuencia y las distintas soluciones que suelen darse.

El documento que el lector tiene entre sus manos es el resultado del esfuerzo del citado grupo de trabajo, que describe los principales sistemas de suelo reforzado existentes a día de hoy, que trata de aportar claridad sobre la regulación existente para el proyecto y ejecución de este tipo de estructuras, que profundiza además en la exposición de los distintos elementos que constituyen estos sistemas, así como en su inspección y caracterización (geotécnica, geométrica y estructural). Se dedica también un capítulo al análisis de daños, al diseño de soluciones de rehabilitación y a recomendaciones de diseño y ejecución, siendo este último el más extenso del libro. Por último, se incluyen algunas experiencias concretas en rehabilitaciones realizadas.

En el documento se formulan directrices para la correcta conservación de este tipo de estructuras, que independientemente del seguimiento que pueda hacerse, pasa siempre por alejar en lo posible el agua, tarea compleja en nuestra profesión.

El carácter multidisciplinar de los miembros del grupo, así como su solvencia técnica ha contribuido a redactar un documento de indudable valor, que ha sido avalado en el seno de los comités de Geotecnia Vial y de Puentes y que tenemos el honor de presentar.

Finalmente queremos rendir homenaje al que fue durante más de una década presidente del comité de Geotecnia Vial de la ATC, D. Carlos Oteo Mazo, quien nos dejó el pasado mes y que fue el impulsor del trabajo que hoy ve la luz.

Madrid, 26 de marzo de 2019

Álvaro Navareño Rojo

*PRESIDENTE DEL COMITÉ DE PUENTES
ASOCIACIÓN TÉCNICA DE CARRETERAS*

Álvaro Parrilla Alcaide

*PRESIDENTE DEL COMITÉ DE GEOTECNIA VIAL
ASOCIACIÓN TÉCNICA DE CARRETERAS*

Los técnicos que han participado en la redacción de este documento han sido los miembros del grupo de trabajo mixto COMITÉ GEOTECNIA VIAL – COMITÉ PUENTES:

“Patologías en estribos y muros de suelo reforzado de puentes y estructuras de carreteras.” de la Asociación Técnica de Carreteras (ATC)

Coordinador: Miguel Ángel Delgado (TECYRSA)

Miembros: Gonzalo Arias (INES Ingenieros)
Miguel Antonio Arranz (AECOM)
Alberto Picardo (VS Ingenova)
Patricia Amo (HUESKER GEOSINTETICOS)
Juan Pedro Cortés (Universidad de Extremadura)
Marcus Lindon (TIERRA ARMADA)
Juan Antonio Rodríguez (TIERRA ARMADA)
Enrique Dapena (CEDEX)
José Manuel Martínez (†) (CEDEX)
Rafael Pérez (Ministerio Fomento)

Colaboradores: Javier León (FHECOR)
Ignacio Pulido (IDEAM)
Francisco de la Llave (Ministerio Fomento)
Ramón Viñas (GEOCISA)
Luis Sopeña (CEDEX)

PATOLOGIAS EN ESTRIBOS Y MUROS DE SUELO REFORZADO DE PUENTES Y ESTRUCTURAS DE CARRETERAS

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	13
2	OBJETO Y ALCANCE DEL DOCUMENTO	17
3	NORMATIVA Y RECOMENDACIONES EXISTENTES	21
4	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE SUELO REFORZADO Y SU FUNCIONAMIENTO	31
4.1	Suelo reforzado con armaduras inextensibles o extensibles	39
4.1.1	Principio de funcionamiento y campos de aplicación	39
4.1.2	Descripción de la obra para armaduras inextensibles	46
4.1.3	Descripción de la obra para armaduras extensibles	60
4.2	Descripción del dintel–cargadero del estribo	71
5	INSPECCIÓN ESPECIAL A REALIZAR AL SISTEMA DE SUELO REFORZADO	75
5.1	Reconocimiento de patologías y documentación de las mismas	75
5.1.1	Deterioros que afectan a las placas de cerramiento de los muros reforzados con armaduras inextensibles.	75
5.1.2	Daños en el sistema relleno-armaduras	83

5.1.3	Sistema de drenaje	86
5.1.4	Zona de influencia	88
5.1.5	Equipamientos	90
5.1.6	Daños en suelo reforzado con armaduras extensibles	91
5.2	Caracterización geométrica de los elementos que componen el sistema	96
5.3	Caracterización geotécnica. Campaña de ensayos a realizar	100
5.4	Caracterización estructural. Campaña de ensayos a realizar	107
5.4.1	Inspección de armaduras y toma de muestras	108
5.4.2	Inspección de placas	109
5.4.3	Inspección de suelos y toma de muestras	109
5.4.4	Auscultación de muros mediante la excavación en zanjás en el trasdós	110
5.4.5	Toma de muestras	113
5.4.6	Auscultación en muros mediante la rotura del paramento y extracción de muestras	114
5.5	Diseño del plan de instrumentación del sistema	116
5.6	Informe de Inspección especial y estado del sistema	118
6	ANÁLISIS DE DAÑOS Y PATOLOGÍAS ASOCIADAS DEL SISTEMA DE SUELO REFORZADO	119
6.1	Comportamiento de un sistema de suelo reforzado utilizado como apoyo de estribo de un puente	119
6.2	Errores y deficiencias de proyecto, ejecución y mantenimiento que originan patologías	122
6.2.1	Deficiencias durante el diseño y redacción del proyecto	123

6.2.2	Deficiencias durante la ejecución de la obra y defectos en fabricación de elementos	132
6.2.3	Agresiones ambientales y efectos de la erosión de las aguas	135
6.2.4	Agresiones durante la explotación	139
6.2.5	Falta de mantenimiento	139
6.3	Interpretación de la inspección y ensayos realizados	141
6.4	Tolerancias admisibles en los daños del sistema. Criterios de actuación.	146
7	DISEÑO DE SOLUCIONES DE REHABILITACIÓN	153
7.1	Análisis de condicionantes existentes en la obra	153
7.1.1	Condicionantes de tráfico de vehículos existentes	154
7.1.2	Condicionantes de acceso a la obra	154
7.1.3	Medios auxiliares necesarios	154
7.2	Diseño de soluciones de estabilización del sistema de suelo reforzado	155
7.2.1	Soluciones para fallos que afectan a la seguridad	155
7.2.2	Cargaderos flotantes superiores	162
7.2.3	Soluciones para fallos que afectan a la durabilidad y funcionalidad	166
8	RECOMENDACIONES DE DISEÑO Y EJECUCIÓN DE SISTEMAS DE ESTRIBOS DE SUELO REFORZADO	173
8.1	Criterios de selección del sistema	174
8.1.1	Geotecnia de la zona de implantación	174
8.1.2	Tipología del puente y rasante proyectada	176
8.2	Recomendaciones de diseño de los elementos del sistema	181

8.3 Elementos auxiliares	184
8.3.1 Dispositivos de contención de vehículos	185
8.3.2 Impostas	186
8.3.3 Unión entre el durmiente y el macizo	187
8.4 Características de los materiales a utilizar	188
8.5 Condiciones de puesta en obra	196
8.5.1 Aspectos generales para la ejecución	196
8.5.2 Control de calidad durante el proceso de ejecución en obra	242
8.5.3 Especificaciones de montaje de muros de suelo reforzado	254
8.5.4 Limitaciones de la ejecución de “suelos reforzados”	274
8.5.5 Otros aspectos importantes a tener en cuenta	275
8.6 Drenaje y protección del sistema	275
8.7 Mantenimiento del sistema de suelo reforzado	280

ANEJO 1

EJEMPLOS DE OBRAS DE REHABILITACIÓN DE SISTEMAS DE ESTRIBOS DE SUELO REFORZADO	285
--	-----

EJEMPLO 1

REHABILITACION DE LOS ESTRIBOS 1 Y 2 DE SUELO REFORZADO CON ARMADURAS METALICAS INEXTENSIBLES DEL VIADUCTO SOBRE EL ARROYO DE GARGANTA ANCHA EN EL P.K. 444+085 DE LA AUTOVIA RUTA DE LA PLATA A-66. TRAMO: ALDEANUEVA DEL CAMINO-VILLAR DE PLASENCIA. CÁCERES	287
--	-----

EJEMPLO 2

SUSTITUCION DE PLACAS EN UN MURO DE SUELO REFORZADO CON ARMADURAS METALICAS INEXTENSIBLES. SUDÁFRICA.	310
---	-----

EJEMPLO 3	
INTERVENCION EN UN MURO DE SUELO REFORZADO CON ARMADURAS METALICAS INEXTENSIBLES. ESTACIÓN DE ALTA VELOCIDAD DE JEREZ DE LA FRONTERA (CÁDIZ)	321
EJEMPLO 4	
SOLUCIÓN INNOVADORA DE RÁPIDA REPARACIÓN EN CORONACIÓN DE SUELO REFORZADO Y DE ESTABILIDAD GLOBAL EN TALUD A MEDIA LADERA	330
EJEMPLO 5	
REPARACIÓN DE URGENCIA DE MURO DE SUELO REFORZADO Y RECALCE DE CARGADERO DE ESTRIBO CON MICROPILOTES	342
EJEMPLO 6	
REHABILITACION DE LOS ESTRIBOS DE SUELO REFORZADO CON ARMADURAS METALICAS INEXTENSIBLES DE LOS VIADUCTOS HOCECILLAS I Y II, LOCALIZADOS EN EL PK 043+300 Y 043+700 DE LA AUTOVÍA DEL NORTE A1, EN EL MUNICIPIO DE EL MOLAR (MADRID). VARIANTE DEL MOLAR	360
ANEJO 2	
EJEMPLOS DE SISTEMAS DE SUELO REFORZADO EXISTENTES CON UN FUNCIONAMIENTO ADECUADO	385
EJEMPLOS DE SISTEMAS DE SUELO REFORZADO CON ARMADURAS INEXTENSIBLES	387
EJEMPLOS DE SISTEMAS DE SUELO REFORZADO CON ARMADURAS EXTENSIBLES	409
ANEJO 3	
EXTRACTO DE LA GUIA DE CIMENTACIONES EN REFERENCIA AL DISEÑO DE MACIZOS DE SUELO REFORZADO	421
ANEJO 4	
INDICE DE FIGURAS, CORTESIA Y PROCEDENCIA DE LAS MISMAS	429

