

TÚNELES DE CARRETERA: RECOMENDACIONES PARA LA NORMALIZACIÓN DE CONTROLADORES REMOTOS

DOCUMENTO DE CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES

COMITÉ TÉCNICO C5 TÚNELES DE CARRETERA
GRUPO DE TRABAJO: NORMALIZACIÓN

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:
978-84-95641-54-0

DEPÓSITO LEGAL:
M-13301-2022

Impreso en España - Printed in Spain

PRESENTACIÓN

Por regla general, cuando se construyen infraestructuras del tipo túnel de carretera, aunque éstas sean de una determinada titularidad se ejecutan a través de una empresa contratista que a su vez subcontrata con una gran variedad de proveedores, fundamentalmente en lo que a instalaciones y equipamientos se refiere. Suele ser bastante común el que los Pliegos no siempre definan exhaustivamente los condicionantes que han de cumplir cada uno de los sistemas y subsistemas que constituyen un equipamiento por lo que muchas veces se adjudican los contratos con un criterio fundamentalmente económico al mejor postor, incluso uno diferente para cada una de las instalaciones, lo que hace que en ocasiones se presenten graves problemas de compatibilidad entre unos y otros sobre todo cuando se pretende una integración global en una única plataforma de gestión. Esta compatibilidad, además, debe de ser biunívoca.

La transformación digital y la industria 4.0 también es aplicable al campo de los túneles, siendo necesario reducir la complejidad de la gestión mejorando la eficiencia a partir de sistemas de control profundamente integrados, alcanzar la excelencia en la explotación reduciendo simultáneamente los costes apoyándose en un sistemático análisis de los datos recogidos y maximizar la eficiencia permitiendo la colaboración con terceros.

Por ello cada uno de los sistemas y subsistemas deben poder ser suministrados, instalados y puestos a punto por distintos proveedores de forma indiferente y deben permitir su modificación y desarrollo de módulos para la integración de dispositivos de distintos proveedores actuales o futuros, siendo aplicable a todos los equipamientos que intervienen en garantizar la seguridad del túnel y facilitar la explotación: sistemas SCADA, CCTV y Detección Automática de Incidentes (DAI), estaciones de emergencia (postes SOS, extintores, alarma de incendio y teléfonos de emergencia), Sistemas de Detección Automática de Incendios (detección lineal de fuego), Señalización Variable (PMV Paneles de Mensaje Variable, Aspa-Flechas y Control Límite de Velocidad), sensores para el control remoto de puertas de emergencia/evacuación, Registro Automático de Infracciones (RAI) (velocidad, separación, altura, ...), ventilación, iluminación, ...

Con este objetivo, en el ciclo 2016-2019, en el Comité técnico de túneles de la Asociación Técnica de Carreteras (ATC) se creó un Grupo de Trabajo multiciclo denominado "Normalización" con el objeto de establecer unos documentos sobre las características funcionales de los diferentes equipamientos que garanticen su operabilidad y que constituyan unas recomendaciones básicas para su normalización con características y valores concretos que se deberían cumplir. Además se aborda la normalización de la integración en el sistema de control (señales, protocolos, algoritmos, ...) para evitar protocolos propietarios entre dispositivos.

Por tanto se trataría de redactar Protocolos para la normalización y la definición de las distintas especificaciones que deben de cumplir los diferentes equipos y sistemas para que estos sean compatibles, permitiendo su comunicación entre sí y la plataforma de gestión centralizada independiente del fabricante, es decir integración del sistema de control evitando protocolos propietarios entre dispositivos. Evidentemente el Comité de Túneles no

tiene acreditación para llevar a cabo esta normalización pero si cuenta con la experiencia de profesionales para establecer una serie de recomendaciones que permitan a los organismos competentes hacer frente a esta necesidad.

Con ello se pretende no limitar el mercado sino precisamente abrir el abanico a todos los proveedores de forma que varios de ellos puedan intervenir en un mismo proyecto, es decir se trata de homogeneizar protocolos y funcionalidades de manera que por parte de los fabricantes se provea de productos "abiertos", integrables y compatibles entre sí.

En el caso objeto de este documento, los Controladores Remotos, llamados así por su funcionalidad de control distante del Centro de Control principal, incluso por algunos denominados Controladores Locales, son uno de los elementos más relevantes en la Gestión Técnica de los túneles: recogen las señales de los equipos de campo, establecen la relación con los sistemas SCADA situados en el Centro de Control para la explotación y gestión integrada y albergan la suficiente inteligencia de forma local para permitir funcionar al túnel en modo automático, incluso en el llamado modo degradado, en caso de fallo de las comunicaciones con el Centro de Control. El rápido aumento de las capacidades de estos dispositivos en cuanto a capacidad de cálculo y almacenamiento, unido a la mejora en capacidad y fiabilidad de las redes de comunicaciones que los unen con el Centro de Control, permite trasladarles cada vez más responsabilidad en el control del túnel, albergando funcionalidades y algoritmos cada vez más complejos, con lo que su peso en la gestión global no hace sino aumentar.

El subgrupo de trabajo de "Normalización de Controladores Remotos" ha estado formado por técnicos de varios fabricantes de las diferentes soluciones actuales de UCR (tipo PLC y ERU) así como por otros especialistas que han establecido los criterios y la funcionalidad mínima necesaria para garantizar la compatibilidad entre las diferentes soluciones de UCR de tal forma que la utilización de uno y otro equipo pueda ser transparente y suficientemente fiable para los de nivel jerárquico superior (Centro de Control) y para los de nivel inferior (equipos de campo en el túnel).

El hecho de que los Controladores Remotos estén normalizados en su relación con el Centro de Control y con los equipos de campo en cuanto a funcionalidad y en cuanto a protocolos de comunicaciones y modelos de datos es esencial para acometer proyectos cada vez más complejos. Esta normalización permitirá la concurrencia de distintos actores, facilitará que los nuevos túneles estén preparados para la rápida evolución prevista en los sistemas ITS como consecuencia de las tendencias a las energías de propulsión alternativas, los vehículos conectados, los vehículos autónomos, etc, permitirá la actualización de los túneles existentes una vez llegados sus sistemas al final de su vida útil y posibilitará la incorporación de cada vez más túneles en Centros de Control centralizados.

*Rafael López Guarga
Presidente del Comité técnico de túneles de la ATC*

Este informe ha sido elaborado por el Grupo de Trabajo de Normalización del Comité Técnico C5 o "Túneles" de la Asociación Técnica de Carreteras. A la preparación de este documento han contribuido:

- Óscar Borobia Cuesta
- Óscar Buendía González
- José Antonio Cid Nieto
- Eduard Cuadrat Fondevila
- Alberto de Laorden Santiuste
- César Fernández Ramírez
- Manuel García Álvarez
- Raúl García Sainz
- José Hernández Álvarez
- David López García
- Alberto Machuca Llorente
- Miguel Ángel Meléndez
- Óscar Morillas Pérez
- Vladimir Nishnik
- Antonio Olallo Martín Crisenti (coordinador del documento)
- Javier Pizarro Guijano
- David Pozo Martínez
- Carlos Reifarth Carrera
- Rafael Sánchez Tostón
- Vicente Sebastián Alapont
- Fernando Tomás Casado

El redactor final ha sido Antonio Olallo Martín Crisenti y el Grupo de Trabajo de Normalización estaba coordinado por José Manuel Portilla Saiz. La revisión final fue dirigida por Rafael López Guarga.

El Comité Técnico estaba presidido por Rafael López Guarga, siendo Juan Manuel Sanz Sacristán y Rafael Sánchez Tostón secretarios.

AGRADECIMIENTOS

A José Luis Gracia Arellano (Demarcación de Carreteras del Estado en Aragón) por su labor editorial en el documento.

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN	- 1 -
2 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	- 1 -
3 NORMAS TÉCNICAS DE REFERENCIA Y CONSULTA	- 2 -
4 ABREVIATURAS Y DEFINICIONES	- 2 -
5 DESCRIPCIÓN DE CONTROLADORES REMOTOS	- 4 -
5.1 UCR TIPO PLC	- 6 -
5.2 UCR TIPO ERU	- 7 -
6 DESCRIPCIÓN DE LOS CONTROLADORES REMOTOS	- 8 -
6.1 CARACTERÍSTICAS Y ESPECIFICACIONES	- 8 -
6.1.1 Comunicaciones con Nivel Superior	- 8 -
6.1.2 Comunicaciones con Nivel Inferior o Campo	- 9 -
6.1.3 Líneas Serie	- 9 -
6.1.4 Líneas TCP/IP	- 9 -
6.1.5 Terminal de Mantenimiento	- 10 -
6.2 CONCEPTO DE SERVICIO	- 10 -
6.3 SEGURIDAD	- 11 -
6.3.1 Ante fallos de Alimentación	- 11 -
6.3.2 Ante Eventos o Alarmas	- 11 -
6.3.3 Ante Perdida de Configuración	- 11 -
6.3.4 Ante Fallos de CPU	- 12 -
6.3.5 Caja Negra	- 13 -

6.3.6	Seguridad en las Comunicaciones	- 13 -
6.3.7	Actuación en Modo Aislado (Por defecto)	- 15 -
6.4	FUNCIONALIDAD	- 17 -
6.4.1	Exposición General de Servicios Básicos	- 17 -
6.4.2	Descripción General de Servicios Básicos	- 18 -
6.5	ESPECIFICACIÓN DE FUNCIONALIDADES BÁSICAS POR SERVICIOS	- 25 -
6.5.1	Funcionalidades básicas relativas a servicios	- 25 -
6.5.2	Funcionalidades no específicas	- 29 -
6.5.3	Protocolos aplicativos de servicios	- 29 -
6.6	LABORES DE MANTENIMIENTO Y DE TELECONTROL	- 30 -
6.6.1	Volcado de Datos Local	- 31 -
6.6.2	Tele mantenimiento	- 31 -
7	MULTIACCESO EN LA UCR	- 32 -
7.1	INTRODUCCIÓN	- 32 -
7.2	BASE TÉCNICA	- 32 -
7.3	DEFINICIÓN DE CONCEPTOS	- 33 -
7.4	MENSAJES AUTOGENERADOS	- 35 -
8	AUTENTIFICACIÓN DE ACCESOS A LA UCR	- 35 -
8.1	INTRODUCCIÓN	- 35 -
8.2	CAMPOS NECESARIOS PARA LA AUTENTIFICACIÓN	- 35 -
8.3	AUTENTIFICACIÓN DURANTE LA FASE DE ENLACE	- 36 -
8.4	AUTENTIFICACIÓN DURANTE LA COMUNICACIÓN NORMAL	- 37 -
8.4.1	Orden / Petición desde un Centro de Control sin permisos	- 37 -

9 GESTIÓN Y CONTROL DE SEÑALES	- 38 -
9.1 SERVICIO DE CONTROL DE ENTRADAS/SALIDAS	- 38 -
9.1.1 Teleseñales (Entradas digitales)	- 39 -
9.1.2 Telemedidas (Entradas analógicas y digitales)	- 39 -
9.1.3 Telecontajes (Entradas de pulso)	- 41 -
9.1.4 Tele órdenes (Salidas digitales)	- 42 -
9.1.5 Trenes de pulsos (Salidas digitales de pulso)	- 43 -
9.2 VARIABLES VIRTUALES	- 43 -
9.3 SERVICIO DE GESTIÓN DE PROGRAMAS	- 44 -
9.3.1 Lenguajes de programación	- 44 -
9.3.2 Ejemplos de funcionalidades del Servicio de Gestión de Programas	- 45 -
10 UCR REDUNDANTE	- 46 -
11 PREVISIÓN DE FUTURO. TENDENCIAS	- 48 -
11.1 COMUNICACIÓN CON VEHÍCULOS	- 48 -
11.2 SAFETY INTEGRAL LEVEL	- 49 -
12 CONCLUSIONES FINALES	- 49 -
13 BIBLIOGRAFÍA	- 50 -

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Figura 1: Ejemplo de PLC</i>	- 5 -
<i>Figura 2: Ejemplo de ERU</i>	- 5 -
<i>Figura 3: Protocolos UCR con periféricos</i>	- 6 -
<i>Figura 4: Arquitectura de control UCR</i>	- 7 -
<i>Figura 5: Protocolo UCR con nivel superior</i>	- 8 -
<i>Figura 6: Ejemplo de terminales para mantenimiento</i>	- 10 -
<i>Figura 7: Ejemplo de UCRs en redundancia</i>	- 12 -
<i>Figura 8: Ejemplo de arquitectura de enlaces redundante UCRs (tipo ERU)</i>	- 13 -
<i>Figura 9: Ejemplo de arquitectura de enlaces redundante UCR (tipo PLC)</i>	- 14 -
<i>Figura 10: Terminal de mantenimiento de UCR</i>	- 15 -
<i>Figura 11: Ejemplo de pantalla de terminal de mantenimiento de UCR</i>	- 16 -
<i>Figura 12: Ejemplo de estación de Aforo de Tráfico.</i>	- 18 -
<i>Figura 13: Ejemplo de funcionamiento de equipos desde nivel superior</i>	- 19 -
<i>Figura 14: Panel de mensaje variable de interior</i>	- 20 -
<i>Figura 15: Panel de mensaje variable de exterior</i>	- 20 -
<i>Figura 16: Ejemplo de esquema de red de comunicaciones en túnel</i>	- 21 -
<i>Figura 17: Ejemplo de esquema funcional en modo aislado</i>	- 22 -
<i>Figura 18: Visualización de vídeo en Video Wall o monitores</i>	- 23 -
<i>Figura 19: Visualización de vídeo en puestos de operador</i>	- 23 -
<i>Figura 20: Ejemplo de pantalla de terminal de mantenimiento de UCR</i>	- 24 -
<i>Figura 21: Ejemplo de poste SOS con UCR integrado</i>	- 27 -
<i>Figura 22: Ejemplo de acceso remoto seguro a las UCR</i>	- 31 -
<i>Figura 23: Comunicación entre UCR y Centro de Control</i>	- 33 -
<i>Figura 24: Esquema de interfaz</i>	- 33 -
<i>Figura 25: Esquema de enlace</i>	- 34 -
<i>Figura 26: Estación de control e información meteorológica.</i>	- 37 -
<i>Figura 27: Ejemplo de control de señales con UCR tipo PLC</i>	- 38 -
<i>Figura 28: Ejemplo de control de señales con UCR tipo ERU</i>	- 39 -
<i>Figura 29: Ejemplo de arquitectura general del sistema de detección y control</i>	- 41 -
<i>Figura 30: Ejemplo de arquitectura general del sistema de señalización</i>	- 42 -
<i>Figura 31: Ejemplo de envío de variables virtuales del luminancímetro</i>	- 44 -
<i>Figura 32: Arquitectura Redundante de UCRs</i>	- 46 -
<i>Figura 33: Arquitectura Redundante. Doble IP</i>	- 47 -
<i>Figura 34: Arquitectura Redundante. IP Única.</i>	- 48 -

