



ORDEN CIRCULAR 2/2021 SOBRE LA PLATAFORMA DE MONITORIZACIÓN DE ESTRUCTURAS DE LA RED DE CARRETERAS DEL ESTADO

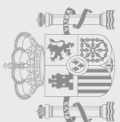
La Dirección General de Carreteras ha puesto en funcionamiento la Plataforma CELOSÍA para el seguimiento y análisis en tiempo real de las estructuras monitorizadas de la Red de Carreteras del Estado (RCE). La Plataforma CELOSÍA, cuyo portal de acceso web es www.celosia.es, permitirá la gestión centralizada y homogénea de toda la información generada en las estructuras de la RCE que dispongan de un sistema de monitorización.

La RCE contiene un conjunto de puentes y obras geotécnicas que disponen o han dispuesto en algún momento de su vida de un sistema de monitorización para la vigilancia del comportamiento estructural. Estos sistemas están orientados a uno o varios de los objetivos siguientes: herramienta de ayuda a la construcción, control de la evolución de una patología determinada, vigilancia del correcto funcionamiento de la estructura en servicio o ayuda a la explotación del tramo de carretera en el que se encuentran. Paralelamente, también pueden servir como colectores de datos que puedan explotarse con fines de investigación y redacción de normativa. En cualquiera de los casos, el control de parámetros monitorizados ha de redundar en una mejora de la seguridad y de las condiciones de servicio de las carreteras, así como en la detección temprana de eventuales problemas en la infraestructura.

Con los años, el número de obras objeto de este tipo de instrumentaciones ha ido incrementándose paulatinamente. Los sistemas de instrumentación dispuestos, con características técnicas heterogéneas y sin requisitos comunes de comunicación, han funcionado de manera aislada y sin estandarizar, lo que implica que su gestión no ha podido ser abordada de forma adecuada por una falta de centralización del conjunto.

A lo largo de varias décadas de experiencia en este tipo de instalaciones, se ha puesto de manifiesto la necesidad de contar con un sistema que permita:

- Automatizar la transmisión de datos en tiempo real, evitando conflicto con los filtros de seguridad corporativa del Ministerio
- Universalizar la presentación de la información con independencia de la tecnología utilizada para la monitorización y del consultor que la haya implementado
- Centralizar la administración de las estructuras monitorizadas, controlando los contenidos y gestionando el acceso a la información
- Custodiar la información mediante un banco de datos único, preservando el contenido más allá de la vida de los sistemas de monitorización



No es objeto de la Plataforma establecer condiciones técnicas a los equipos instalados en las estructuras, ni interferir en los procedimientos inherentes a cada sistema, sino marcar unas pautas de adquisición y disponer de la información en el plazo más breve posible desde que haya sido adquirida, respetando las características técnicas y particularidades de cada sistema instrumental.

La Plataforma constituye un punto de encuentro entre dos grupos de técnicos:

- Proveedores de datos: son los responsables de la instalación, mantenimiento y gestión de los sistemas de instrumentación
- Usuarios de datos: son los equipos involucrados en la vigilancia y análisis de las estructuras (direcciones de obra, asistencias técnicas, oficinas de proyecto, constructoras, equipos de conservación, investigadores, ...)

Se busca implementar un sistema fluido de compartición de información que haga posible tanto la vigilancia rutinaria de las obras como el seguimiento detallado de operaciones estructurales que requieran la toma de decisiones en tiempo real.

Complementariamente, la Plataforma ha de proporcionar a los propios servicios técnicos de la DGC unas herramientas que faciliten una mejor comprensión, gestión y mantenimiento de las estructuras.

Por todo lo indicado, esta Dirección General ha dispuesto lo siguiente:

Primero: Definir como ámbito de aplicación de esta orden circular los siguientes elementos de la Red de Carreteras del Estado:

- Puentes y estructuras asimilables
- Terraplenes, desmontes y otras obras geotécnicas
- Túneles

Segundo: Todos los elementos de la RCE citados en el punto primero, en los que se prevea disponer un sistema de instrumentación electrónica de control de parámetros de tipo estructural o geotécnico, cualquiera que sea su finalidad, se integrarán en la Plataforma CELOSÍA. Para ello deberá seguirse el protocolo recogido en el Anexo que acompaña a esta orden circular.

Tercero: Todos los elementos de la RCE citados en el punto primero en los que, a la fecha de entrada en vigor de esta orden, ya se encuentre en funcionamiento un sistema de instrumentación electrónica de control de parámetros de tipo estructural o geotécnico, cualquiera que sea su finalidad, deberán integrarse en la Plataforma CELOSÍA. Se elevará consulta a la Dirección Técnica sobre la aplicación en cada caso concreto del protocolo recogido en el Anexo que acompaña a esta orden circular.

Cuarto: En caso de que el protocolo que figura en el Anexo requiera ser ajustado con posterioridad a la entrada en vigor de esta orden circular, la



actualización podrá llevarse a cabo mediante nota técnica emitida por la Dirección Técnica.

Quinto: Esta orden circular entrará en vigor al día siguiente de su firma.

Madrid, marzo de 2021

EL DIRECTOR GENERAL DE CARRETERAS
(firmado digitalmente)

Javier Herrero Lizano

FIRMADO

FIRMADO por : HERRERO LIZANO, JAVIER. A fecha: 18/03/2021 09:39 AM
DIRECTOR GENERAL DE CARRETERAS
Total folios: 17 (3 de 17) - Código Seguro de Verificación: MF0M02S86970EB4146A8E74C26B6
Verificable en <https://sede.mitma.gob.es>

MINISTERIO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA



FIRMADO



MINISTERIO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA

SECRETARÍA DE ESTADO DE
TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA

SECRETARÍA GENERAL DE
INFRAESTRUCTURAS

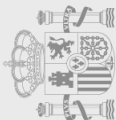
DIRECCIÓN GENERAL DE
CARRETERAS

Plataforma CELOSÍA

Protocolo para la integración de los sistemas de monitorización de estructuras

FIRMADO por : HERRERO LIZANO, JAVIER. A fecha: 18/03/2021 09:39 AM
DIRECTOR GENERAL DE CARRETERAS
Total folios: 17 (4 de 17) - Código Seguro de Verificación: MF0M02S86970EB4146A8E74C26B6
Verificable en <https://sede.mitma.gob.es>

MINISTERIO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA



marzo de 2021



FIRMADO

ÍNDICE

| | | |
|-----|-----------------------------------|----|
| 1 | Introducción..... | 3 |
| 2 | Propiedad de la información | 3 |
| 3 | Director de la Plataforma..... | 3 |
| 4 | Alta de una Estructura | 4 |
| 5 | Criterios generales | 5 |
| 5.1 | Tipos de datos..... | 5 |
| 5.2 | Tipos de archivos | 5 |
| 5.3 | Suministro de datos | 6 |
| 5.4 | Frecuencia de medida..... | 6 |
| 6 | Definiciones y nomenclatura | 7 |
| 7 | Envío de datos estáticos | 12 |
| 8 | Envío de datos dinámicos | 13 |

FIRMADO por : HERRERO LIZANO, JAVIER. A fecha: 18/03/2021 09:39 AM
DIRECTOR GENERAL DE CARRETERAS
Total folios: 17 (5 de 17) - Código Seguro de Verificación: MF0M02S86970EB4146A8E74C26B6
Verificable en <https://sede.mitma.gob.es>

MINISTERIO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA



1 Introducción

La Plataforma CELOSÍA consta, básicamente, de un banco de datos, unas herramientas de postproceso y reelaboración de la información y un portal web de visualización gráfica y difusión de contenidos.

El objetivo de la Plataforma no se reduce a materializar un mero repositorio de datos de las instrumentaciones, ni tampoco únicamente a facilitar un sistema de visualización común. Se persigue un objetivo de mayor alcance: crear en tiempo real –integrando los datos registrados *in situ* con los algoritmos y criterios que se definan desde la DGC– una información de nivel superior que constituya un recurso útil para la toma de decisiones relativas a la construcción, mantenimiento o explotación de los puentes y otras estructuras de la RCE.

Es decir, además de unificar y universalizar protocolos, formatos y procesos de cálculo, la Plataforma está orientada a permitir de forma ágil la vigilancia y seguimiento continuo de los comportamientos estructurales para facilitar la toma de decisiones.

En línea con los objetivos de la Plataforma, la aplicación de este Protocolo es independiente de las particularidades técnicas de los sistemas de instrumentación instalados en las estructuras y no interfiere en los procedimientos internos de cada uno de ellos.

2 Propiedad de la información

Los datos experimentales objeto de este Protocolo son propiedad de la Dirección General de Carreteras. En caso de cesión a terceras partes (para efectuar estudios técnicos, publicaciones, etc.), ésta se efectuará en las condiciones que se establezcan al efecto y siempre incluyendo la obligación de citar de manera expresa a la DGC y a la empresa responsable de la instrumentación, de forma que quede asegurada la trazabilidad de la información.

Respecto a las fotografías y cualquier otro material que haya sido facilitado para los usos de la Plataforma, podrá ser utilizado por la DGC en sus publicaciones y conferencias públicas, en las que se incluirá la correspondiente referencia al autor. Dicho material no podrá ser utilizado por terceros sin la debida autorización de sus propietarios.

3 Director de la Plataforma

El Director de la Plataforma es el responsable por parte de la DGC de la gestión de la misma. Básicamente, sus funciones son las siguientes:

- Gestionar la Plataforma en su conjunto (red de estructuras, banco de datos, portal web)

- Dar Altas y Bajas de estructuras
- Coordinar la recepción de datos provenientes de las estructuras
- Controlar los permisos de acceso a los datos
- Realizar el traspaso de la totalidad de la información entre sucesivos adjudicatarios del contrato de suministro de la Plataforma, garantizando la continuidad en su contenido y funcionalidades

Los datos de contacto del Director de la Plataforma figuran en el portal web de la misma.

4 Alta de una Estructura

Para proceder al Alta de una estructura, el Responsable de la monitorización designado en cada caso entregará al Director de la Plataforma la siguiente información:

- a) **Nombre del trabajo:** título y subtítulo identificativos de la estructura y del objeto de la monitorización. Por ejemplo, Viaducto sobre el río Mayor y Registro histórico de construcción
- b) **Ficha:** en formato de texto plano (ASCII), con la siguiente información:

Carretera
Tramo
Demarcación
Provincia
Director de obra
Proyectista
Asistencia técnica a la Dirección de obra
Asesoría técnica de la Dirección de obra
Constructora
Jefe de obra
Oficina técnica de la Constructora
Empresa de instrumentación

- c) **Coordenadas geográficas** de la obra (preferiblemente en la proximidad de su punto central): latitud y longitud
- d) **Fotografía** (o, en su defecto, una imagen virtual) representativa de la obra, en formato **jpg/jpeg**. Deberá ser de buena calidad, preferiblemente apaisada, con un tamaño mínimo de 3000 píxeles en su dimensión mayor
- e) **Número de canales estáticos:** número aproximado de puntos de medida, reales y virtuales (ver descripción más adelante). Será una estimación redondeada por exceso, ajustada a la previsión de necesidades de la instrumentación. Si avanzada ésta fuera necesario aumentar dicho número, se comunicará al

Director de la Plataforma para que proceda al redimensionamiento de la base de datos

Con esta información, el Director de la Plataforma procederá a la apertura de un nuevo ítem de monitorización en la Plataforma, que tendrá reflejo inmediato en el portal web de la misma. Dicho ítem contendrá una carpeta específica para la recepción de datos provenientes del Responsable de la monitorización. Para ello, el Director de la Plataforma facilitará al Responsable de la monitorización los siguientes parámetros:

Dirección: **ftp://celosia.es**
Puerto: **21**
Usuario: **XXX**
Contraseña: **YYY**

La pareja *usuario/contraseña* será única para cada monitorización de modo que apunte biunívocamente a la carpeta de entrada de datos.

El Responsable de la monitorización enviará al Director de la Plataforma, los **croquis de instrumentación** en que se visualice la posición y sentido de medida de todos los canales. Dichos canales se anotarán como c1, c2, c3, etc. Junto a dichas anotaciones figurará el tipo y número de sensor, tal como se describe en el epígrafe 6.

Complementariamente, el Responsable de la monitorización podrá enviar al Director de la Plataforma información adicional como artículos técnicos, fotografías, planos, esquemas y figuras de interés, que también será alojada en el portal.

5 Criterios generales

5.1 Tipos de datos

La Plataforma puede recibir y gestionar datos de los siguientes tipos:

- a) **Datos estáticos:** corresponden a valores medidos con período largo (5 minutos), destinados a la vigilancia general de parámetros de evolución lenta, tales como movimientos (giros y desplazamientos), deformaciones, tensiones, fuerzas, temperaturas, etc.
- b) **Datos dinámicos:** corresponden a valores medidos con período corto (0.01 segundos), destinados a la vigilancia de acciones y respuestas impulsivas (ráfagas de viento, aceleraciones, etc.)

5.2 Tipos de archivos

Los archivos que van a alimentar la Plataforma corresponden a los estándares normales de la industria informática, a fin de que puedan ser proporcionados o utilizados por la comunidad técnica en su conjunto. Los cuatro tipos más usuales a utilizar para la subida de información son los siguientes:

- **txt**: formato de texto plano (ASCII), sin ningún tipo de caracteres de control, que se utilizará para los valores experimentales obtenidos en las estructuras (movimientos, fuerzas, aceleraciones, etc.)
- **jpg/jpeg**: formato gráfico comprimido con pérdida, que se utilizará para el suministro de fotografías (*Joint Photographic Experts Group*)
- **png**: formato gráfico comprimido sin pérdida de calidad, que se utilizará para el suministro de esquemas, croquis y figuras ilustrativas (*Portable Network Graphics*)
- **pdf**: formato de almacenamiento de documentos digitales, que se utilizará para el suministro de documentos, artículos, informes, actas y notas técnicas (*Portable Document Format*)

Los cuatro tipos de archivo son estándares abiertos cuyo uso no requiere licencias especiales ni contraviene derechos de propiedad.

5.3 Suministro de datos

El suministro de datos se hará mediante protocolo FTP (*File Transfer Protocol*) estándar. Salvo excepciones justificadas, el envío de datos deberá estar automatizado e integrado en el sistema de adquisición de datos de forma que cada toma de lecturas sea seguida del envío de las mismas a la Plataforma.

Por su parte, el servidor de la Plataforma estará habilitado permanentemente (24/7) para la recepción de datos. Si, excepcionalmente, el servidor no estuviera activo cuando se intente una subida de datos, ésta deberá ser efectuada de nuevo hasta completar el envío con éxito.

Así mismo, el Responsable de la monitorización podrá reenviar información ya suministrada con anterioridad a la Plataforma si por algún motivo lo considerara necesario (corrección de datos, eliminación de valores espurios, etc.). En la Plataforma, la nueva información sobrescribirá automáticamente a la ya existente.

La Plataforma está diseñada de forma tal que los datos subidos a la misma estén accesibles de forma inmediata a través del portal web.

5.4 Frecuencia de medida

En las instrumentaciones de carácter estático, la frecuencia de medida será de un registro de datos cada 5 minutos. De esta forma, se dispondrá de 288 *instantáneas* de la situación estructural por cada día, generando una base de datos histórica que puede alcanzar cientos de miles de registros a lo largo de los años.

La toma de datos debe hacerse coincidente con las horas exactas y sus progresivos incrementos de 5 minutos (por ejemplo, a las 12.00, 12.05, 12.10, etc.). Esto tiene por objetivo no solo ordenar adecuadamente los datos en el tiempo, sino también permitir

los estudios de correlación de datos entre diferentes subestructuras de una misma obra e, incluso, entre diferentes estructuras.

Este intervalo de medida podrá reducirse cuando esté en curso una operación de obra (gateo, empuje, tesado, etc.) que requiera un seguimiento más detallado. En tales casos podrá utilizarse un intervalo menor (por ejemplo, 1 minuto), no siendo necesario que los instantes de medida coincidan con indicaciones *redondas* de reloj. Así mismo, en estos casos, para agilizar la adquisición podrá restringirse el número de sensores que se miden, otorgando valor **nil** (no-valor) a los sensores no medidos.

En las instrumentaciones de carácter dinámico, la captura de datos se hará con velocidad de 100 lecturas por segundo y canal; esto es, con una frecuencia de muestreo de 100 registros por segundo (técnicamente, con tasa de muestreo de 100 Hz).

El instante de inicio de captura podrá ser cualquiera de los siguientes:

- Cuando se superen uno o más umbrales prefijados, con independencia de la hora en que tenga lugar
- Sistemáticamente, a las 02.00, 10.00 y 18.00 horas, con objeto de proporcionar información regular, aunque no haya episodios disparados por umbral

6 Definiciones y nomenclatura

Las definiciones y explicaciones recogidas en este epígrafe son las necesarias para interpretar correctamente la descripción de la información que debe ser enviada a la Plataforma por los sistemas de instrumentación, lo que es objeto de los apartados 7 y 8 de este Protocolo.

- **Canal:** es cada punto de medida, real (físico) o virtual (calculado), a cuyos valores se puede acceder diferenciadamente. Desde el punto de vista físico, el término *canal* hace referencia a cada uno de los conectores de entrada de señales de un sistema de adquisición de datos. A los efectos de la Plataforma, ambos términos, real y virtual, son equivalentes ya que los valores deben ser enviados en igualdad de condiciones (la Plataforma puede, a su vez, generar sus propios valores calculados mediante el uso de variables algebraicas). La numeración de canales debe ser correlativa, empezando por el 1. Los sensores que entregan más de una señal, como los anemómetros-veleta (2 señales) o las rosetas extensométricas (3 señales), deben ocupar el correspondiente número de canales, uno por cada magnitud medida, y ser correlativos entre sí. En el caso de anemómetros-veleta, el primer canal de la pareja corresponderá al anemómetro y el siguiente a la veleta, a fin de que la Plataforma pueda construir automáticamente diagramas polares (rosas de vientos). En el caso de rosetas extensométricas, el primer canal corresponderá a la deformación según el eje X, el segundo al eje Y y el tercero a la orientación a 45°. Si la roseta no



tuviera esta composición, se tendrá libertad para disponer de los tres canales consecutivos, pero manteniendo en todas las rosetas la misma composición.

Cuando una estructura excepcionalmente grande tenga más de una base de datos estática, los canales se numerarán sin solapamiento a fin de que, una vez finalizado el trabajo, sea posible integrar toda la información en una única base de datos. Por ejemplo, pueden reservarse los canales 1 a 100 para una parte de la estructura y los canales 101 a 200 para otra. En ningún caso podrá existir duplicidad de canales.

- **Atributos:** son las propiedades descriptivas de un canal.

Descriptor: breve texto descriptivo, con la forma **A. B. C**, donde:

- A describe el elemento estructural (por ejemplo, Pila / Tablero / Cimentación / Berma...)
- B describe la sección instrumentada (por ejemplo, S1 / Base / Coronación / Arranque / Centro de vano...)
- C describe el tipo de sensor y su número de orden (por ejemplo, Extensómetro E1 / Termómetro T1 / Clinómetro K1...)

El descriptor no puede tener una longitud superior a 40 caracteres.

Ejemplos:

- Tablero. Sección S1. Extensómetro E1
- Pila P1. Encepado. Clinómetro K1

Unidades: descriptor de la medida, en el SI (°C, kN, mm, etc.)¹. Las unidades no deben tener una longitud superior a 10 caracteres.

A continuación, se recogen, sin carácter de exhaustividad, algunos ejemplos de unidades de medida para las magnitudes o parámetros más habitualmente instrumentados:

| Magnitud | Unidades |
|----------------------|--|
| Desplazamiento | m, mm |
| Giro | rad, mrad, deg |
| Velocidad | m/s, mm/s |
| Velocidad del viento | km/h |
| Dirección del viento | deg |
| Aceleración | m/s ² , mm/s ² , g, mg |

¹ Las unidades SI básicas y derivadas, las reglas de escritura de los nombres y símbolos de las unidades y las relativas a la formación de los múltiplos y submúltiplos de dichas unidades seguirán, salvo excepciones justificadas, el Real Decreto 2032/2009, de 30 de diciembre, por el que se establecen las unidades legales de medida (<https://www.boe.es/boe/dias/2010/01/21/pdfs/BOE-A-2010-927.pdf>).

| Magnitud | Unidades |
|-------------------------|--|
| Temperatura | °C |
| Fuerza | kN, MN |
| Tensión / Presión | N/mm ² = MN/m ² = MPa, kPa |
| Deformación unitaria | 10 ⁻⁶ m/m, 10 ⁻⁶ , $\mu\epsilon$ |
| Frecuencia de vibración | Hz |
| Valor booleano | Sí/No |

Formato: cifra que indica el número de decimales con que se desea presentar los valores de una medida en el portal web (de 0 a 6, quedando reservado el -1 para indicar formato exponencial)

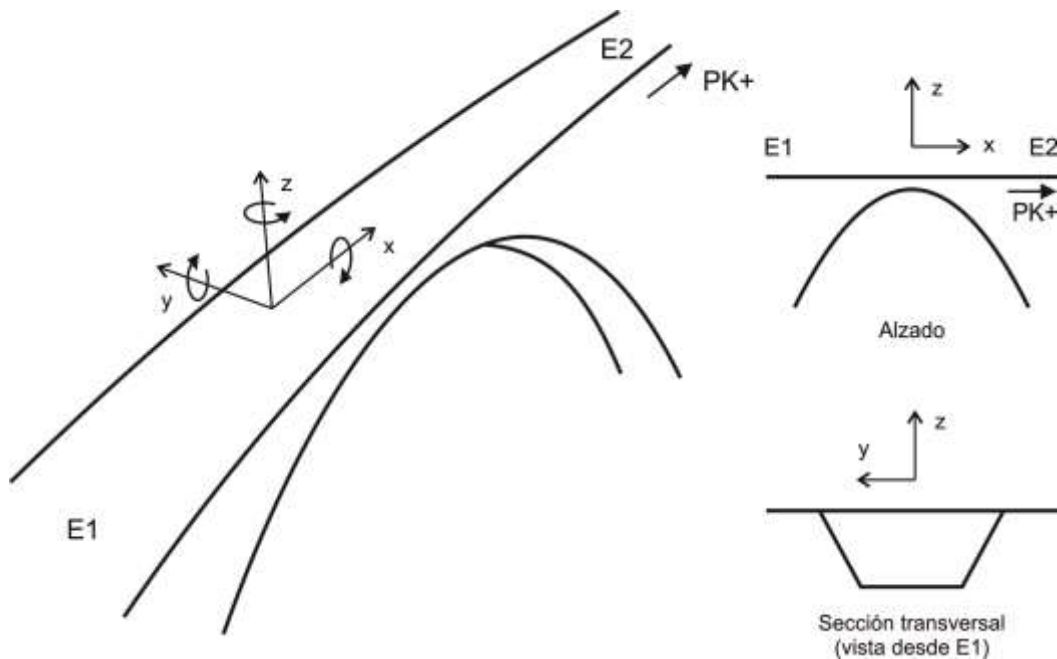
- **Leyenda:** es un breve texto opcional, descriptivo de una situación u operación de obra. Cada leyenda está asociada a un registro concreto, siendo relativamente pocos los registros que suelen disponer de este texto. La leyenda ayuda a contextualizar un estado de obra y a localizar una operación determinada dentro del registro histórico general. La leyenda no debe tener una longitud superior a 40 caracteres ni contener comas, que se reservan para la delimitación de campos en los archivos de datos
- **Registro:** es una línea de datos que contiene los valores de todos los canales que se han medido concomitantemente. No importa, a este respecto, que las lecturas estáticas puedan no ser estrictamente simultáneas, pues hay sistemas que requieren de un cierto tiempo para efectuar un barrido completo de canales. Y lo mismo sucede con los sistemas de topografía robotizada. Lo que se quiere expresar con *línea de datos* es que todas las lecturas de un registro dado corresponden a una misma acción de medida, no importando si entre ellas hay diferencias de varios segundos en el tiempo (dado el carácter estático de estas medidas, las pequeñas diferencias en el tiempo son irrelevantes).

Los registros estáticos contienen (ver epígrafe 7), además de los valores de los canales, el instante de medida (fecha y hora) y la leyenda (opcional). Deben estar numerados correlativamente, empezando por el 1, puesto que constituyen piezas de información individualizables que el Responsable de la monitorización puede reemplazar en cualquier momento sobrescribiendo información enviada con anterioridad. Corresponde al Responsable de la monitorización mantener la cuenta de registros para no sobrescribir información accidentalmente ni dejar huecos vacíos entre ellos.

Los registros dinámicos no contienen instante de medida, pues está rigurosamente definido por el instante de disparo del evento y el intervalo de tiempo entre registros. Así mismo, no contienen leyenda, pues los eventos constituyen capturas automatizadas de alta velocidad que no permiten caracterizar los registros individualmente.

- **Valor:** expresa la magnitud medida de cada canal. Debe enviarse con todos los decimales obtenidos en la medida, con independencia del formato numérico que se haya especificado para la presentación de valores. De esta forma, los gráficos históricos tienen una apariencia visual más definida, sin escalonamientos.

Criterio de signos:



Los movimientos estarán referidas a un sistema de ejes globales X, Y, Z , que forman un triedro ortogonal levógiro.

Los movimientos de las juntas de dilatación, así como los de las fisuras, se tratarán como alargamientos y acortamientos, siendo positiva la apertura y negativo el cierre.

En general, las tensiones de tracción y los alargamientos unitarios serán positivos y las tensiones de compresión y los acortamientos serán negativos.

Las células de carga y los dispositivos de medida de fuerzas en anclajes darán lecturas positivas.

Las presiones piezométricas serán positivas.

La dirección del viento se expresará en valores positivos y se medirá desde el norte en sentido horario (de norte a este).

- **Valor nil:** formalmente, es un no-valor. Expresa un valor no medido o ausente, que no debe confundirse con valor cero. Cuando un canal no ha sido medido en un registro dado, bien por no estar instalado o bien por encontrarse desactivado, su valor es **nil**. A todos los efectos del envío de datos, un valor **nil** debe suministrarse como un campo vacío entre los valores que se delimitan por comas. En este sentido, cuando en una monitorización se estropee un sensor y

dé lugar a valores anómalos, el Responsable de la monitorización deberá eliminarlos en su sistema local y proceder a reenviar los registros correspondientes a la Plataforma (según se ha establecido en el epígrafe 5.3 relativo al suministro de datos)

- **Evento:** es un episodio o suceso dinámico diferenciado. Esto es, a diferencia de los registros estáticos, que materializan nuevas filas de una creciente tabla de datos, los eventos son capturas completas que incluyen todos y cada uno de sus registros. Cada evento se materializa en un único archivo de datos que es autosuficiente en el sentido de que incluye toda la información necesaria para reconstruir el evento (instante de disparo, intervalo entre registros, definición de canales y valores).

Cada evento tendrá una duración de 6 minutos, a fin de que el archivo resultante sea manejable en el doble sentido de la transmisión y de la formación de la base de datos dinámica que la Plataforma ha de recrear. De dicha duración, el primer minuto debe constituir lo que se denomina pre-evento (estado estructural antes de que se produzca la condición que ha dado lugar al disparo), constituyendo los 5 minutos restantes el evento propiamente dicho.

De esta forma, el estado dinámico de la estructura queda contextualizado en el pre-evento al tiempo que se dispone de información suficiente para caracterizar la respuesta frente a las acciones de disparo y el amortiguamiento final. Si una vez finalizada una captura continuaran válidas las condiciones de disparo, se iniciará automáticamente otra captura en las mismas condiciones que la anterior, en la cual el pre-evento coincidirá con el último minuto de la captura anterior.

- **Base de datos estática:** es un archivo de carácter histórico que reúne todos los registros de datos de una monitorización estática. La base de datos estática es creciente con el paso del tiempo mediante la adición de sucesivos registros. Es única por cada obra con el objeto de reunir toda la información en un único archivo y así facilitar el análisis histórico conjunto de toda la masa de datos (*bigdata*). Puede haber más de una base de datos estática en una misma obra cuando, por sus dimensiones excepcionales, ésta conste de partes independientes o cuando haya situaciones netamente diferentes (por ejemplo, cambio de fase de construcción a fase de servicio, actuación significativa de reparación, etc.).
- **Base de datos dinámica:** es el archivo correspondiente a un evento dinámico. Cada evento debe generar una nueva base de datos con la duración indicada más arriba y el contenido que se detalla más adelante. Una monitorización dinámica puede dar lugar a decenas de miles de archivos individuales a lo largo del tiempo.
- **Símbolo decimal:** el símbolo decimal será el punto, reservándose la coma para delimitación (separación) de campos.
- **Fecha:** se indicará en el formato dd/mm/aaaa



- **Hora:** se indicará en el formato de 0 a 24 horas hh:mm:ss
- **Nombres de los archivos de datos:** los archivos de datos tendrán un nombre nunca repetido, compuesto por una fecha y una hora, con las extensiones que se indican en la tabla siguiente. Así pues, el nombre de cada archivo tendrá una longitud total de 23 caracteres, en la forma:

aaaa.mm.dd_hh.mm.ss.ext

En los archivos de datos estáticos, la fecha y hora serán las del instante de creación del archivo (que no necesariamente se corresponde con ningún registro, ya que puede darse el caso de ser un archivo de corrección de información enviada con anterioridad). En los archivos de datos dinámicos, la fecha y hora serán las del instante de inicio de captura. Esta denominación garantiza que nunca haya dos archivos del mismo nombre.

| Extensión | Contenido |
|-----------|--|
| def | Archivo de definición de canales estáticos |
| est | Archivo de datos estáticos |
| din | Archivo de datos dinámicos |

7 Envío de datos estáticos

Tal y como se ha descrito, el registro histórico estático de una estructura se materializa en la Plataforma en una base de datos a la que se añade información regularmente y, por tanto, crece progresivamente. Es por ello que dicha información se divide en dos tipos de archivos, ambos de tipo **txt** (texto plano) y claramente diferenciados:

- a) **Archivo descriptor de canales:** es un archivo que sólo se envía al principio de la monitorización o, eventualmente, cada vez que se da de alta un nuevo canal o se modifica alguno de sus atributos (que, según se ha dicho en el epígrafe 6, son descriptor, unidades y formato numérico).

El archivo de descripción de canales tendrá extensión **def** y contendrá una línea de datos por cada canal, con los siguientes campos separados por comas:

número de canal, descriptor, unidades, formato

con el significado y reglas de escritura de cada campo explicado más arriba.

Ejemplo:

- 1, Tablero. Sección S1. Defórmetro D1, $\mu\epsilon$, 6
- 2, Tablero. Sección S1. Defórmetro D2, $\mu\epsilon$, 6
- 3, Pila 1. Coronación. Clinómetro K1, mrad, 3
- ...

- b) **Archivo de datos estáticos:** son archivos que pueden contener uno o más registros. Si bien no está limitado, el número de registros que se pueden enviar



conjuntamente en un mismo archivo no debe exceder de 1000 para que la Plataforma pueda integrarlos con agilidad en la base de datos. Este envío masivo sólo tiene sentido cuando se añade a la Plataforma una estructura que ya cuenta con abundante información experimental. Una vez enviada ésta, el envío normal de información consistirá en un nuevo registro cada vez que tenga lugar un muestreo (esto es, cada 5 minutos).

El archivo de registros de datos tendrá extensión `est`. Contendrá una línea de datos por cada registro, con los siguientes campos separados por comas:

```
número de registro, fecha, hora, leyenda, valor canal 1,
valor canal 2, ...
```

con el significado y reglas de escritura de cada campo explicado más arriba.

La fecha y la hora serán las correspondientes al instante de cada registro; y, si no todos los canales se miden simultáneamente, la fecha y la hora corresponderán al instante de inicio del muestreo, entendiéndose que todos los valores que le siguen se consideran asociados estructuralmente a dicho instante.

Ejemplo:

```
1, 04/03/2021, 12:00:00, Inicio hormigonado dovela DO23, 0.014,
-0.027, 1.2345, ...
2, 04/03/2021, 12:05:00, , 0.016, -0.020, 1.3112, ...
3, 04/03/2021, 12:10:00, , 0.018, -0.021, 1.3110, ...
```

8 Envío de datos dinámicos

Los eventos dinámicos deben constituir archivos completos autosuficientes ya que, a diferencia de la base de datos estática (que es continuamente creciente), cada episodio dinámico constituye un conjunto independiente de datos que puede ser analizado individualmente. Por tanto, cada archivo contendrá tanto los descriptores de canales como los registros de datos.

El archivo de evento será de tipo `txt` (texto plano) y tendrá extensión `din`. Su contenido será el siguiente:

```
título
fecha de disparo
hora de disparo
intervalo entre registros (en segundos)
número de registros
número de canales
número de canal, descriptor, unidades, formato
número de canal, descriptor, unidades, formato
número de canal, descriptor, unidades, formato
...
valor canal 1, valor canal 2, valor canal 3, ...
valor canal 1, valor canal 2, valor canal 3, ...
valor canal 1, valor canal 2, valor canal 3, ...
```

FIRMADO por : HERRERO LIZANO, JAVIER. A fecha: 18/03/2021 09:39 AM
DIRECTOR GENERAL DE CARRETERAS
Total folios: 17 (16 de 17) - Código Seguro de Verificación: MFOM02S86970EB4146A8E74C26B6
Verificable en <https://sede.mitm.gob.es>





FIRMADO

Ejemplo:

Puente sobre el río Mayor
04/03/2021
02:00:00
0.01
36000
20
1, Acelerómetro A1 (vertical), A1, mg, 3
2, Acelerómetro A2 (horizontal), A2, mg, 3
...
20, Anemómetro ANE1, ANE1, km/h, 0
0.027415, -0.0981234, 0.14725, ...
0.031782, -0.0885621, 0.19023, ...
...

FIRMADO por : HERRERO LIZANO, JAVIER. A fecha: 18/03/2021 09:39 AM
DIRECTOR GENERAL DE CARRETERAS
Total folios: 17 (17 de 17) - Código Seguro de Verificación: MFOM02586970EB4146A8E74C26B6
Verificable en <https://sede.mitma.gob.es>

MINISTERIO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA

