



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ETS INGENIERÍA DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS

# TRABAJO DE FIN DE MASTER

---

Propuesta de Plan de Inspección y Registro Digital para la  
Conservación de los Puentes Urbanos en el antiguo cauce del  
Turia de la ciudad de Valencia

---

*Presentado por*

Belmonte Sánchez, Jesús

---

*Para la obtención del*

Master Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

*Curso: 2021/2022*

*Fecha: marzo 2022*

*Tutor: Salvador Monleón Cremades*





## RESUMEN:

La conservación de estructuras desde un punto de vista no solo estructural, sino funcional y urbanístico es una preocupación cada vez mayor en el mundo de la ingeniería y uno de los problemas más acuciantes en un espacio urbano en el que ya queda poco nuevo que construir y mucho que cuidar. La experiencia ha demostrado que hay que realizar inspecciones de estos elementos para asegurar una correcta funcionalidad y que el paisaje urbano no se degrade.

Actualmente, si bien sí se realizan inspecciones de pasos a nivel en carreteras y autopistas, de los puentes urbanos no existe una metodología a seguir ni una guía específica de estos puentes que tenga en cuenta otros aspectos además de los estructurales. Además, en Valencia nunca se ha realizado un estudio el estado de todos los puentes urbanos que comunican las dos mitades de la ciudad. Por eso, debido al futuro concurso público lanzado por el ayuntamiento de Valencia para la conservación de los puentes urbanos y sus firmes, la empresa TORRESCAMARA ha decidido abordar dicho proyecto, haciendo partícipe de dichas tareas al alumno Jesús Belmonte Sánchez, el cual, partiendo de ejemplos existentes y usando los conocimientos propios y de guías y recomendaciones públicas para estructuras similares, deberá inventariar y analizar todos los puentes urbanos de esta ciudad.





## SUMMARY:

The conservation of structures from a not only structural, but functional and urban point of view is a growing concern in the world of engineering and one of the most pressing problems in an urban space in which there is little new to build and much to take care of. Experience has shown that inspections of these elements must be carried out to ensure correct functionality and that the urban landscape is not degraded.

2

Currently, although level crossings inspections are carried out on roads and highways, there is no methodology to follow for urban bridges or a specific guide for these bridges that takes into account aspects other than structural ones. Furthermore, in Valencia a study has never been carried out on the state of all urban bridges that connect the two halves of the city. For this reason, due to the future public tender launched by the Valencia City Council for the conservation of urban bridges and their pavements, the TORRESCAMARA company has decided to undertake said project, involving the student Jesús Belmonte Sánchez in these tasks, who, based on Existing examples and using your own knowledge and public guides and recommendations for similar structures, you should inventory and analyze all urban bridges in this city.





# ÍNDICE

1. Introducción.....	11
1.1. Antecedentes .....	12
1.2. Condicionantes técnicos .....	13
1.3. Empresa colaboradora .....	14
1.4. Estructura del TFM .....	14
2. Análisis del estado de conocimiento.....	15
2.1. Valencia: una ciudad de puentes .....	15
2.2. Mantenimiento de puentes: aspectos introductorios .....	17
2.2.1. Concepto de Sistema de Gestión de Puentes.....	17
2.2.2. Sistemas de Gestión de Puentes en España.....	18
2.2.3. Fases de un Sistema de Gestión de Puentes .....	20
3. Propuesta de plan de inspección y base de datos.....	22
3.1. Estudio de alternativas de soporte para las inspecciones .....	22
3.2. Catálogo e inventario de los puentes.....	24
3.2.1. Catálogo de puentes urbanos de Valencia a estudiar.....	24
3.2.2. Inventario .....	29
3.3. Ficha Excel para las inspecciones .....	34
3.4. Metodología de inspecciones .....	60
3.4.1. Trabajo previo a la inspección .....	60
3.4.2. Inspección .....	62
3.4.3. Trabajo posterior a la inspección.....	64
3.4.4. Matterport.....	66
3.5. Base de datos.....	77
3.5.1. Excel <i>ListadoPuentes</i> .....	77
3.5.2. Excel <i>ListadoIncidencias</i> .....	79







Propuesta de Plan de Inspección y Registro Digital para la Conservación de los Puentes Urbanos en el antiguo cauce del Turia de la ciudad de Valencia

3.6. Power BI .....	79
3.7. Estructura y contenido del informe <i>RpPuentes</i> .....	80
3.8. Objetivo del informe y la base de datos .....	98
4. Resultados de las inspecciones .....	99
4.1. Puente del 9 de Octubre .....	100
4.1.1. Resultados inspección .....	100
4.2. Puente de Campanar .....	102
4.2.1. Resultados inspección .....	102
4.3. Puente de Ademuz .....	104
4.3.1. Resultados inspección .....	104
4.4. Puente de las Artes .....	106
4.4.1. Resultados inspección .....	106
4.5. Puente de San José .....	108
4.5.1. Resultados inspección .....	108
4.6. Puente de Serranos .....	110
4.6.1. Resultados inspección .....	110
4.7. Pont de Fusta PA .....	112
4.7.1. Resultados inspección .....	112
4.8. Pont de Fusta PT .....	114
4.8.1. Resultados inspección .....	114
4.9. Puente de la Trinidad .....	116
4.9.1. Resultados inspección .....	116
4.10. Puente del Real .....	118
4.10.1. Resultados inspección .....	118
4.11. Puente de la Exposición .....	120
4.11.1. Resultados inspección .....	120





## Propuesta de Plan de Inspección y Registro Digital para la Conservación de los Puentes Urbanos en el antiguo cauce del Turia de la ciudad de Valencia

4.12. Puente de las Flores .....	122
4.12.1. Resultados inspección .....	122
4.13. Puente del Mar .....	124
4.13.1. Resultados inspección .....	124
4.14. Puente de Aragón .....	126
4.14.1. Resultados inspección .....	126
4.15. Puente del Ángel Custodio .....	128
4.15.1. Resultados inspección .....	128
4.16. Puente del Reino.....	130
4.16.1. Resultados inspección .....	130
4.17. Puente de Monteolivete 1 .....	132
4.17.1. Resultados inspección .....	132
4.18. Puente de Monteolivete 2 .....	134
4.18.1. Resultados inspección .....	134
4.19. Pont de l'Assut de l'Or .....	136
4.19.1. Resultados inspección .....	136
5. Conclusiones.....	138
6. Bibliografía.....	139
7. Anejo I: código colores Matterport.....	141
8. Anexo II: Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 .....	147
9. Anexo III: Intensidades de tráfico en los días laborales de septiembre 2021 .....	149





## ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1 - Ubicación geográfica.....	12
Ilustración 2 - Mapa valencia con Jardines del turia en rojo .....	13
Ilustración 3 - Jardín del Turia .....	13
Ilustración 4 - Logo TORRESCÁMARA .....	14
Ilustración 5 Inventario Puentes antiguo cauce río Turia .....	16
Ilustración 6 - Concepto de vida útil y su gestión – .....	18
Ilustración 7 - Distribución sistemas de gestión/Administración gestora .....	19
Ilustración 8 - Grado de implantación red comarcal y local de sistemas de gestión de puentes.....	19
Ilustración 9 - Esquema del funcionamiento del Sistema de Gestión de Puentes Del Ministerio de Fomento .....	21
Ilustración 10 - Icono Office Forms .....	22
Ilustración 11 - Icono Power Apps .....	23
Ilustración 12 - Mapa puentes urbanos Ciudad de Valencia.....	26
Ilustración 13 - Resumen del Inventario de Bienes de la ciudad de Valencia .....	27
Ilustración 14 - Tipos de fichas según la tipología.....	31
Ilustración 15 - Tramos antiguo cauce rio Turia .....	32
Ilustración 16 - Ejes N-S O-E del puente de la Trinidad modificados .....	32
Ilustración 17 - Zonas puente de la Trinidad .....	34
Ilustración 18 - DatosGenerales puente de la Trinidad .....	35
Ilustración 19 - Pestaña ComplementoGenerales .....	38
Ilustración 20 - Clasificación puentes según su luz.....	38
Ilustración 21 - Tabla incidencias puente de la Trinidad.....	39
Ilustración 22 - Lista desplegable zonas .....	40
Ilustración 23 - PT07.2_PI_103_2.....	44





Propuesta de Plan de Inspección y Registro Digital para la Conservación de los Puentes Urbanos en el antiguo cauce del Turia de la ciudad de Valencia

Ilustración 24 - PT02_VA_082_1 y PT09_VA_204_1 .....	45
Ilustración 25 - PT11_NE_139_1 .....	45
Ilustración 26 - Ejemplo de incidencias asociadas a la zona Sistema_de_desagüe ..	46
Ilustración 27 - Calificación índices de daños .....	47
Ilustración 28 – Criterios de accesibilidad.....	48
Ilustración 29 - PT11_VA_039_3.....	49
Ilustración 30 - PT04_PI_020_1.....	50
Ilustración 31 - PT11_IL_087_1 .....	51
Ilustración 32 - PT11_JD_126.1 y PT07.2_JD_117_1 .....	51
Ilustración 33 - PT04_PI_117_1.....	52
Ilustración 34 - PT07.2_VA_021_1 y PT09_PI_039_1 .....	53
Ilustración 35 - PT12_BB_003_1 y PT04_NE_249_1 .....	53
Ilustración 36 - Icono macro GenerarListaFotos .....	55
Ilustración 37 - Macro GenerarListaaFotos .....	55
Ilustración 38 - Administrador de nombres .....	56
Ilustración 39 - Ejemplo pestaña Fot del puente de la Trinidad .....	57
Ilustración 40 - Ejemplo pestaña fotos puente de l'Assut de l'Or.....	58
Ilustración 41 - Imágenes complementarias del puente PT17.....	59
Ilustración 42 - Código macro pestaña Fotos.....	59
Ilustración 43 - Resumen de datos de la estructura de la inspección IPP_11_2022.01.12.....	61
Ilustración 44 - Inspección perimetral exterior .....	62
Ilustración 45 - Inspección en “zig-zag” inferior .....	62
Ilustración 46 - Inspección perimetral superior.....	63
Ilustración 47 - Macro CambiarNombre .....	65
Ilustración 48 - Ejemplo carpeta Img del PT17 .....	65





Propuesta de Plan de Inspección y Registro Digital para la Conservación de los Puentes Urbanos en el antiguo cauce del Turia de la ciudad de Valencia

Ilustración 49 - Cámara Matterport Pro 2 .....	66
Ilustración 50 - Selección de red wifi .....	67
Ilustración 51 - Espacio de trabajo Puentes de Valencia .....	68
Ilustración 52 - Ejemplo espacio proyecto PT16.2.....	69
Ilustración 53 - Ejemplo espacio trabajo PT16.2_Zona Inferior.....	70
Ilustración 54 –PT16.2_Zona Inferior sin mattertags.....	71
Ilustración 55 - PT16.2_Zona Inferior con mattertags de la inspección IPP_16.2_2021.12.21 .....	72
Ilustración 56 - PT15_Zona Inferior con mattertags de la inspección IPP_15_2022.01.15.....	72
Ilustración 57 - PT15_Zona Inferior con mattertags de la inspección IPP_15_2022.01.15.....	73
Ilustración 58 – PT08_Zona Inferior sin mattertags.....	73
Ilustración 59 - PT04_Zona Superior con mattertags de la inspección IPP_14_2021.11.08 .....	74
Ilustración 60 - PT05_ Zona Inferior con mattertags de la inspección IPP_05_2021.10.29.....	74
Ilustración 61 - Pestaña InfoPuentes.....	78
Ilustración 62 - Icono Power BI .....	79
Ilustración 63 - Transformar datos .....	81
Ilustración 64 - Ejemplo tipo contenido.....	81
Ilustración 65 - Secciones de trabajo .....	82
Ilustración 66 - Mapa de relaciones.....	82
Ilustración 67 - Opciones Mapa de Azud (tipo de mapa, visualización 3D e informe de tráfico) Fuente: propia .....	83
Ilustración 68 - Pagina General .....	84
Ilustración 69 - Selección de puente en objeto Mapa de Azud .....	85
Ilustración 70 - Selección puente en el Sunburst .....	85





Ilustración 71 - Barra de desplazamiento entre páginas .....	86
Ilustración 72 - Grupo (1) de la página Puente .....	86
Ilustración 73 - Grupo (2) de la página Puente .....	87
Ilustración 74 - Grupo (3) página Puentes .....	87
Ilustración 75 - Ejemplo descripción índice de daño Extensión .....	87
Ilustración 76 - Grupo (4) página Puente.....	88
Ilustración 77 - Ejemplo página Puente .....	89
Ilustración 78 - Medida objeto oculto.....	90
Ilustración 79 - Parte superior de la página Lista Incidencias .....	90
Ilustración 80 - Tablas página Lista Incidencias .....	91
Ilustración 81 - Lista de daños .....	91
Ilustración 82 - Treemap .....	92
Ilustración 83 - Ejemplo daños en barandillas del puente del Ángel Custodio .....	93
Ilustración 84 - Ejemplo daño PT15_VA_129 del puente del Reino .....	94
Ilustración 85 - Sección superior página Información.....	95
Ilustración 86 - Comparación puentes de San José y Serranos .....	96
Ilustración 87 - Página Información .....	97
Ilustración 88 - Paleta de colores mattertags .....	141

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Lista puentes y Código asociado .....	29
Tabla 2 - Lista de abreviaturas de elementos estructurales.....	33
Tabla 3 - Daños asociados a cada elemento .....	41
Tabla 4 - Tabla enlaces Matterport .....	75





Propuesta de Plan de Inspección y Registro Digital para la Conservación de los Puentes Urbanos en el antiguo cauce del Turia de la ciudad de Valencia





## 1. Introducción

El presente trabajo académico tiene como objetivo demostrar los conocimientos adquiridos durante los estudios del Máster de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos. Para ello, en colaboración con la empresa de construcción TORRESCAMA, se ha creado un proyecto totalmente nuevo proponiendo un plan de inspección de los puentes urbanos de Valencia y un registro digital (una base de datos) que permita analizar y estudiar los resultados de dichas inspecciones a fin de poder realizar un correcto mantenimiento de estas estructuras.

11

Con este proyecto se pretende, elaborar una nueva herramienta digital de fácil acceso y un registro de información dinámico y visual, ayudando así a la empresa TORRESCÁMARA en la obtención del contrato público para el mantenimiento de los puentes urbanos de Valencia.

El mantenimiento de las obras de paso es una labor cada vez más acuciante en la sociedad actual, siendo muchas veces olvidada por la población y los profesionales hasta que se produce alguna catástrofe que afecta al uso de dicha estructura. Los puentes forman parte del tejido urbano de las ciudades, fundiéndose con el paisaje o destacando en él, pero siempre intentando que el impacto visual sea positivo. Además, son estructuras muy transitadas y esenciales para asegurar la movilidad en las ciudades. Por eso mismo, el mantenimiento de estos es esencial desde un punto de vista funcional, pero también estético.

Pese a que teóricamente se está proyectando la mayoría de las estructuras para una vida útil de entre 50 y 100 años, un número no despreciable suelen presentar deterioros importantes debidos, entre otros, a procesos de corrosión de armaduras o procesos de tipo expansivo por ataques químicos, a edades muy inferiores a esa vida útil de proyecto. Ello exige con alta frecuencia intervenciones cuyo importe supera con creces lo que debería inscribirse en un mantenimiento o conservación normal (Perelli Botello & López Sánchez, 2021).

Para mejorar la labor de mantenimiento, es necesario conseguir la máxima trazabilidad y calidad del trabajo en todas sus fases: inspección técnica, caracterización de materiales y estructural, análisis y diagnóstico, estudio de soluciones y ejecución de la obra, complementado con el control y seguimiento mediante instrumentación (Perelli Botello & López Sánchez, 2021).

Leyendo todo esto queda claro que la labor de mantenimiento de los puentes no es una tarea fácil ni que está totalmente perfeccionada. A fin de crear una herramienta que



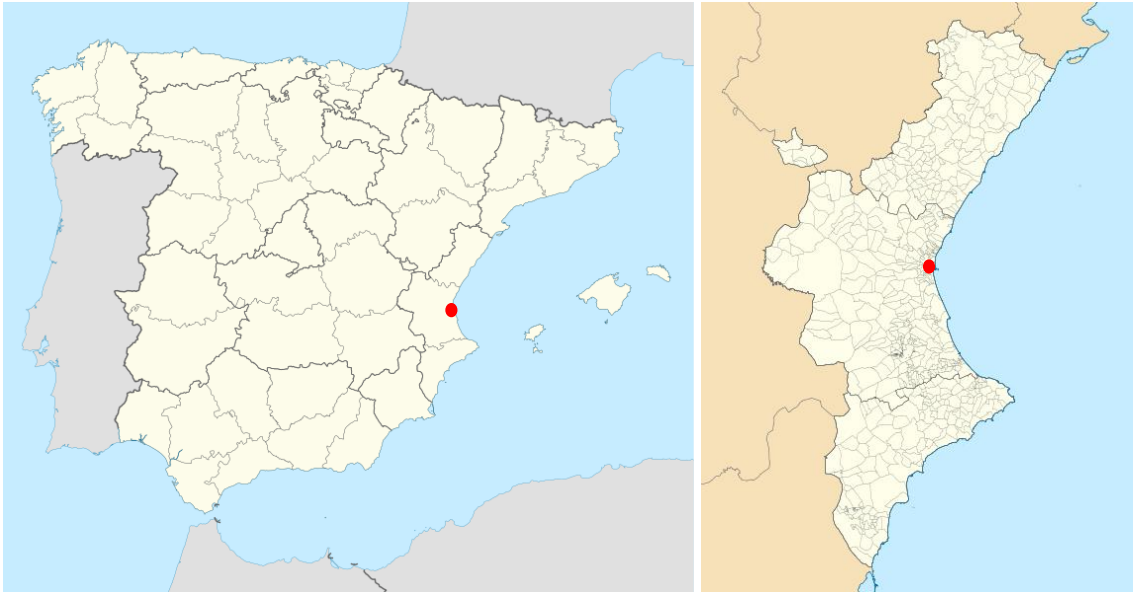


dé respuesta a parte de la problemática planteada en los anteriores párrafos surge este proyecto.

### 1.1. Antecedentes

El proyecto actual abarca una población de estudio localizada en Valencia, España. Los puentes que se van a inspeccionar y que conforman este TFM se sitúan todos en el antiguo cauce del Turia, en el Jardín del Turia.

12



*Ilustración 1 - Ubicación geográfica*

*Fuente: HansenBCN*

Mas adelante se explicará en detalle que puentes han sido seleccionados y el motivo de elección para ser objeto de inspección.

El Jardín del Turia es uno de los parques naturales urbanos más grandes de España, un espacio verde de más de nueve kilómetros transitables que atraviesa la ciudad con zonas lúdicas y deportivas y románticos rincones donde perderse. Desde el Parque de Cabecera hasta la Ciudad de las Artes y las Ciencias, los Jardines del Turia son un recorrido ideal para runners, ciclistas, familias y amantes de la naturaleza. Coronado por 18 puentes que son huella de siglos de historia, el antiguo cauce roza a ambas orillas con algunos de los principales museos y monumentos de la ciudad (Visit Valencia, s.f.).



Ilustración 2 - Mapa valencia con Jardines del turia en rojo

Fuente: [www.visitvalencia.com](http://www.visitvalencia.com)

Este inmenso jardín está construido sobre el antiguo cauce del río Turia el cual fue desviado para evitar las continuas inundaciones que sufría la ciudad. Tras la gran riada del 14 de octubre de 1957 que desoló la ciudad, se desvió el cauce del Turia al sur de València, dejando libre una importante franja de terreno que cruza la ciudad de Oeste a Este, rodeando el centro histórico (Visit Valencia, s.f.).



Ilustración 3 - Jardín del Turia

Fuente: Víctor Yepes

## 1.2. Condicionantes técnicos

Como se estudiará en los apartados posteriores, este documento ha tenido como base teórica las guías de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento:



- Guía para la realización del Inventario de Obras de Paso.
- Guía para la realización de inspecciones básicas de obras de paso en la Red de Carreteras del Estado
- Guía para la realización de inspecciones principales de obras de paso en la Red de Carreteras del Estado

### 1.3. Empresa colaboradora

El presente TFM ha sido realizado en colaboración con la empresa de construcción TORRESCÁMARA. La empresa tiene su oficina técnica en la Avenida. del Puerto, 332, 46024 Valencia, España.

TORRESCÁMARA es una empresa nacida en la Comunidad Valenciana, referencia a nivel nacional e internacional en las actividades de construcción de infraestructuras, la edificación, la extracción de áridos y la logística ferroviaria. (TORRESCÁMARA, s.f.).



*Ilustración 4 - Logo TORRESCÁMARA*

*Fuente: TORRESCÁMARA.com*

Dentro de la empresa, el proyecto ha sido realizado en el departamento de estudios e innovación, bajo la dirección en primer lugar de José Luis Pérez Garnes, antiguo director de I+D+i y Oficina Técnica, y posteriormente de Alfonso Irnan Reino, cuyo puesto en la empresa es Head of General Resources& Research + Delopment. Dicho proyecto ha sido realizado en su totalidad por mí, bajo la dirección de estas dos personas y en colaboración con el departamento de topografía.

### 1.4. Estructura del TFM

El presente TFM está dividido en tres secciones principales. Una primera donde se explica el estado de conocimiento que rodea este proyecto, es decir, la información existente, hablando de los puentes urbanos en Valencia y de los sistemas de gestión de puentes actuales. La segunda parte, el centro de este trabajo, es el plan de inspecciones propuesto y la base de datos creada. Finalmente se exponen los resultados obtenidos de las inspecciones realizadas en los puentes urbanos de Valencia y se complementa con los Anejos.



## 2. Análisis del estado de conocimiento

### 2.1. Valencia: una ciudad de puentes

Valencia fue fundada en el año 138 antes de Cristo por el cónsul Junio Bruto Galaico, en el centro de una pequeña isla que formaba el río Turia el cual en un determinado momento se dividía en dos brazos y más adelante se volvía a unir para ir finalmente a parar al mar. (jdiezarnal, s.f.)

15

Con el tiempo uno de esos brazos por la acción de los hombres fue desecado, se construyó una muralla rodeando la ciudad y el río Turia quedó frente a la ciudad amurallada. Con el transcurrir del tiempo la necesidad de construir puentes que permitiera el paso al interior de la ciudad se hizo necesaria y de aquí arrancan los puentes que ahora se conservan. Con el ensanche de la ciudad a principios del siglo XX al otro lado del río, la necesidad de puentes se hizo mayor y se construyeron nuevos puentes, más grandes y anchos, los ya existentes se ampliaron para el paso de vehículos rodados (jdiezarnal, s.f.).

Todos los puentes salvaban el río Turia, hasta que en 1973 el río fue desviado de su cauce original para evitar las riadas que periódicamente inundaban Valencia y destrozaban los puentes y la misma ciudad. El nuevo cauce se desvió hacia el sur, es el llamado Plan Sur o nuevo cauce del Turia. Por lo tanto, el río Turia ya no pasa por la ciudad de Valencia (jdiezarnal, s.f.).

Los planes de movilidad futuros, que atienden a la Agencia 2030, prevén futuras formas de transporte y movilidad ciudadana derivando en próximas transformaciones que afectarán no solo a las infraestructuras de conexión, sino a la forma urbana (Durá Aras, Gielen, & Palencia Jiménez, 2020).

Como se puede observar, los puentes sobre el antiguo cauce forman parte intrínseca de la ciudad de Valencia y su movilidad. Tanto los puentes de construcción moderna como los históricos se han integrado con gran maestría en el tejido urbano, pasando a formar parte del paisaje común del antiguo cauce del Turia y de la ciudad incluso. Es por esto que el correcto mantenimiento es una necesidad imperiosa desde varios puntos de vista: urbano, funcional, estructural, seguridad...

Mas adelante se hablará del conjunto de puentes seleccionados para este trabajo, pero para hacernos una idea, en la siguiente ilustración se puede observar el antiguo cauce y los puentes que lo atraviesan.







Ilustración 5 Inventario Puentes antiguo cauce río Turia

Fuente: (Durá Aras, Gielen, & Palencia Jiménez, 2020)



## 2.2. Mantenimiento de puentes: aspectos introductorios

La operatividad y seguridad de la red de transporte es un asunto de vital importancia para el bienestar económico y social de cualquier país. Dentro de dichas redes no cabe duda de que los puentes constituyen puntos críticos por su especial vulnerabilidad y las consecuencias de todo tipo que conllevaría su hipotético fallo. Por ello, la evaluación de su salud estructural debe ser una cuestión primordial en todo sistema de gestión de puentes, y más teniendo en cuenta que muchos de ellos se encuentran próximos al fin de la vida útil para la que fueron proyectados. La evaluación de su estado de conservación se basa en la actualidad, de forma mayoritaria, en las inspecciones visuales (Menéndez Corral & Rodríguez González).

17

Sin embargo, no es evidente la metodología de inspección de los puentes urbanos. Como ya se ha indicado estas estructuras no solo tienen un carácter funcional, sino que forman parte de las ciudades. Como tal su mantenimiento debe ir dirigido no solo a aspectos puramente técnicos. Es por eso por lo que a lo largo de este trabajo se va a proponer un plan de inspección que sea aplicable en estos puentes. Además, si bien se dispone de guías que permiten comprender el sistema de mantenimiento de los puentes mucha de la información que se necesita para inspeccionar dichos elementos no está disponible para cualquier usuario.

### 2.2.1. Concepto de Sistema de Gestión de Puentes

La gestión de puentes se define como el conjunto de acciones a llevar a cabo para garantizar la seguridad y calidad del servicio de las estructuras gestionadas y optimizar el uso de recursos disponibles. Estos sistemas, según se puede extraer de las aplicaciones desarrolladas en los diferentes países que ya lo tienen implementados, se plantean como herramientas cada vez más desarrolladas como resultado de la Evolución de las computadoras y su capacidad de procesamiento (Martínez Cañamares, 2016).

Por lo general se suele seguir una misma estructura con una serie de elementos comunes: un inventario de los puentes, una serie de inspecciones, apoyo a las decisiones y la gestión y un catálogo de daños.

El objetivo final de este tipo de sistemas es facilitar al gestor en cuanto a materia de toma de decisiones para la conservación de los puentes. Estas decisiones se basan en la información analizada de los resultados obtenidos de las inspecciones. El efecto de la aplicación de estrategias de conservación en mantenimiento puede afectar considerablemente a la vida útil de los puentes, sobre todo si se compara con políticas de no inversión, como se puede observar en la siguiente ilustración:



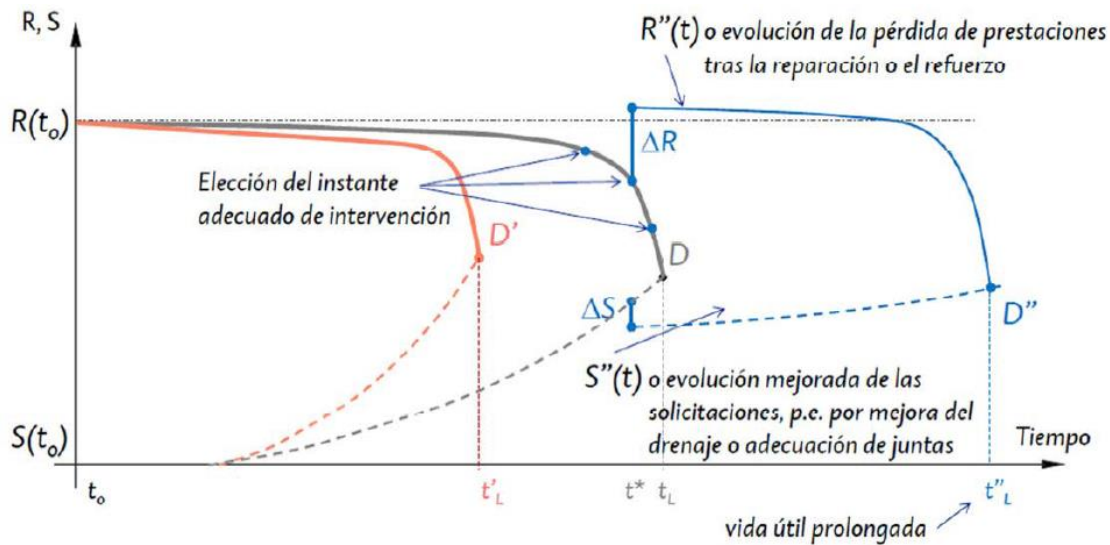


Ilustración 6 - Concepto de vida útil y su gestión –

Fuente: (León González, 2008)

Si bien existe importante avance en cuanto a las etapas de inventario y creación de base de datos en los países desarrollados, no es evidente su aplicación en puentes urbanos. Además, por lo general, suelen ser herramientas privadas. A fin de crear una herramienta abierta y accesible que permita inspeccionar con un grado de fiabilidad suficiente se va a desarrollar a lo largo de este proyecto un plan de inspección y una base de datos que sea aplicable a los puentes urbanos de Valencia.

2.2.2. Sistemas de Gestión de Puentes en España

Los sistemas de gestión de puentes están bastante generalizados en todo el territorio nacional en lo que se refiere a la Red de Carreteras de Alta Capacidad y RIGE Y en los puentes de ferrocarril. el primero se realiza a través de empresas especializadas en gestión de estructuras del sector privado, a las cuales se les da acceso a la herramienta que el Ministerio de Fomento utiliza para la gestión global de sus puentes. en cuanto a los puentes de ferrocarril, es Adif quién se encarga de su mantenimiento y gestión. Sin embargo, existe un auténtico problema con los puentes ligados a red de segundo y tercer orden asociadas a las comunidades y subdivisiones territoriales específicas (Martínez Cañamares, 2016).

Estos puentes, entre los que se encuentran los puentes urbanos, suelen presentar un índice de abandono y de gestión deficitaria bastante elevado. Además, es concretamente en la administración municipal y local donde se dispone de un menor número de sistemas de gestión, como se observa en la ilustración siguiente:



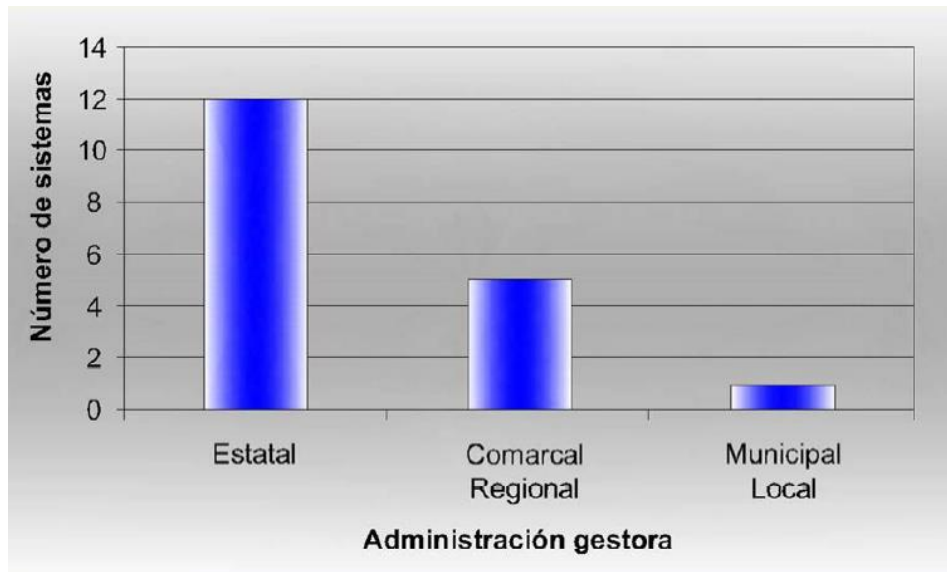


Ilustración 7 - Distribución sistemas de gestión/Administración gestora

Fuente: (Adey, Klatter, L., & kong, 2010)

Se observamos el territorio nacional y en detalle la Ciudad de Valencia, se observa que no hay un sistema de gestión de puentes a nivel de Ayuntamiento implantado:

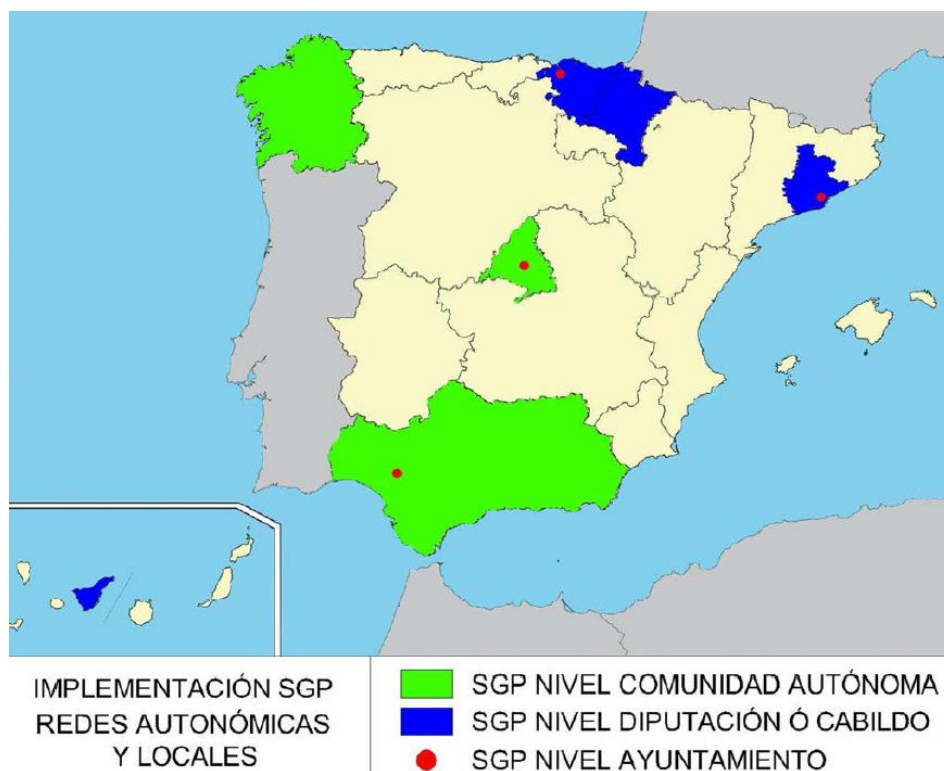


Ilustración 8 - Grado de implantación red comarcal y local de sistemas de gestión de puentes

Fuente: (Martínez Cañamares, 2016)

Debido a esta ausencia de un sistema implantado en la ciudad de Valencia se requiere de la creación de un plan de inspección y una base de datos que imité dichos sistemas





y cree una base para el futuro mantenimiento de los puentes urbanos de Valencia. Esta es otra gran motivación para el desarrollo de este trabajo TFM.

### 2.2.3. Fases de un Sistema de Gestión de Puentes

Como en este proyecto se pretende crear una nueva metodología para las inspecciones de los puentes urbanos y una base de datos que permita analizar la información obtenida de dichas inspecciones, se debe de comprender primero en qué fases se divide un Sistema de Gestión de Puentes. Puesto que esta propuesta se enmarca en un contexto nacional se va a partir de los datos de las guías del Ministerio de Fomento para la Red de Carreteras del Estado y las obras de paso que se encuentran en ella.

Por lo general un sistema de gestión de puentes consta de un inventario, de un plan de inspecciones, de una toma de decisiones y de un seguimiento de labores de gestión de puentes (Martínez Cañamares, 2016). La propuesta de este TFM da respuesta al inventario en parte, ya que se ha dividido en dos secciones; al plan de inspecciones de forma completa y se ha creado una base de datos que pueda ser utilizada para la toma de decisiones y el seguimiento. Más adelante se explicará la división del inventario y el motivo de ésta.

El Sistema de Gestión de Obras de Paso empleado por la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento es semejante al utilizado por el resto de los países en nuestro entorno (Dirección General de Carreteras, 2009) y coincide con lo descrito en el párrafo anterior. El sistema se desarrolla a partir de:

- El inventario de las estructuras que conforman la red, realizado a lo largo de las últimas décadas.
- la realización de inspecciones en los puentes, pudiendo ser básicas, principales o especiales.

De esta forma el sistema de gestión permite estimar el estado de las obras de paso, establecer prioridades de reparación, definir las alternativas de mantenimiento, programas de actuación y coste y controlar los programas de actuación (Dirección General de Carreteras, 2009). Todo lo propuesto a lo largo de este informe va dirigido a crear un sistema que permita realizar todo esto, pero mediante unas herramientas accesible y con un carácter visual y dinámico.



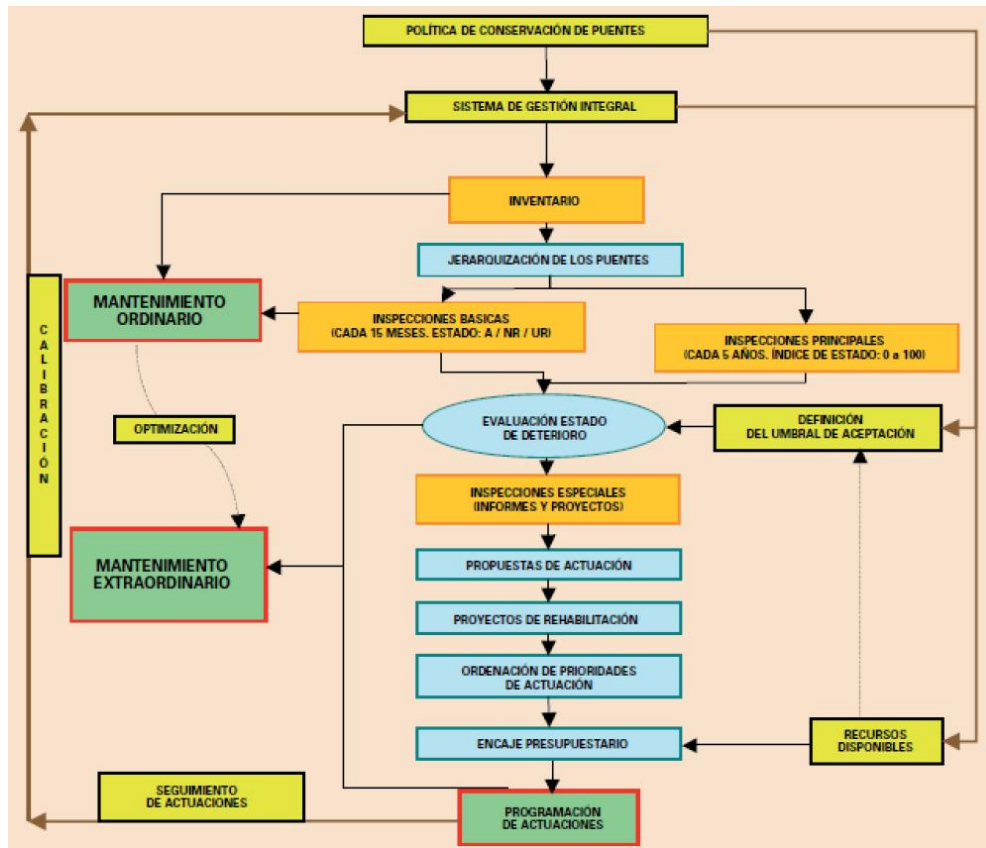


Ilustración 9 - Esquema del funcionamiento del Sistema de Gestión de Puentes Del Ministerio de Fomento

Fuente: (Dirección General de Carreteras, 2009)

### 3. Propuesta de plan de inspección y base de datos.

A lo largo de este apartado se va a exponer la metodología seguida en la creación de un plan de inspección específico para los puentes urbanos del antiguo cauce del Turia, desde la creación de un soporte digital para la inspección y una adaptación del inventario, hasta la representación gráfica de los resultados de dichas inspecciones, pasando por la metodología a seguir y la base de datos que almacena la información de los puentes y todas las inspecciones.

Para la explicación de varios apartados, debido a la heterogeneidad de la información, su variedad o su carácter más dinámico, difícil de explicar sin un soporte visual, se recurría a ejemplos diversos que permitan transmitir la utilidad o funcionamiento de las diferentes herramientas generadas en el proyecto.

#### 3.1. Estudio de alternativas de soporte para las inspecciones

Puesto que la empresa TORRESCÁMARA quiere tener su propio soporte digital para realizar las inspecciones y tener una base de datos, se ha realizado un estudio de soluciones sobre las distintas alternativas que podían dar respuesta a esta problemática.

La primera cuestión es saber el cerco de programas informáticos del que dispone la empresa, así como la viabilidad de comprar otras licencias en el caso de que fuera la opción más óptima. TORRESCÁMARA dispone de una serie de licencias generales de Office, por lo que las dos primeras opciones que se han planteado son Microsoft Forms y Excel. La tercera alternativa estudiada ha sido la creación de una aplicación propia mediante la herramienta de Power Apps.

La opción menos adecuada, y la primera que se ha descartado, es la de Microsoft Forms. Esta aplicación de Microsoft permite la creación de encuestas de forma rápida e intuitiva, recolectando todas las respuestas en una base de datos para su posterior estudio. En el contexto de este proyecto, la forma de implementarlo sería adaptando una serie de preguntas asociada a cada incidencia registrada, es decir, tras una primera página donde se contestaría a cuestiones generales sobre el puente y la inspección que se va a realizar, se irían generando una nueva página por cada incidencia que se quisiera registrar. El primer problema surge en la generación de una nueva página por cada nueva incidencia, o la creación de un número muy elevado de páginas de forma que nunca se terminen. Pero el verdadero motivo para desestimar



Ilustración 10 - Icono Office Forms

Fuente: [office.com/apps](https://office.com/apps)

dicha opción radica en la complejidad de crear opciones predeterminadas condicionales, por ejemplo, que si se seleccionada la zona donde se ha detectado un daño muestre únicamente las incidencias asociadas a dicha zona. Esta opción no está planteada en el funcionamiento de esta herramienta, por lo cual quedaría mucho menos automatizado, dificultando la tarea del inspector y el tiempo necesario para realizar la tarea. Por eso ha quedado descartada la primera de las tres.



Ilustración 11 - Icono Power Apps

Fuente: [office.com/apps](https://office.com/apps)

La opción que permitiría una plataforma más elegante y comercial sería la creación de una aplicación propia mediante Power Apps. Esta herramienta de Microsoft permite desarrollar “aplicaciones web y móviles para cualquier necesidad empresarial con total facilidad, aunque no tenga experiencia técnica o en desarrollo, con Power Apps.” (Microsoft, s.f.). A través de esta herramienta, se podría crear una herramienta práctica, con la información comercial de la empresa TORRESCÁMARA (colores, logo, etc.) y que permitiera una captación intuitiva de las incidencias, con las opciones condicionales necesarias, la transformación de los nombres de las fotos para adecuarse al código de cada incidencia (se explicará más adelante), etc.

Pese a que teóricamente, como se indica en la página web, la creación de dicha aplicación es intuitiva, mi experiencia personal, contrastada con la opinión de profesionales de este ámbito, demuestra que se necesita invertir mucho tiempo solo para entender y comenzar a manejar el programa. La creación de una aplicación similar para el proyecto del Grand Paris Express llevó a la empresa Eiffage Génie Civil un tiempo de 5 semanas con un equipo de 6 personas solo para obtener una versión alfa que sería refinada durante las 3 semanas posteriores a base de prueba error. Dicha aplicación además era simplemente para la toma de datos directa de información ya existente, sin formatos condicionales. Por este motivo, puesto que el alumno no dispone de un equipo que le ayude a la creación de dicha aplicación, la titulación estudiada no está relacionada con el desarrollo de herramientas informáticas y que el objetivo del TFM no es la creación de dicha aplicación, la opción de Power Apps ha quedado descartada pese a las ventajas comerciales que presenta. Además, dicha opción suponía un aumento de presupuesto para la empresa TORRESCÁMARA, ya que debería adquirir una licencia y una vez puesta a disposición de la empresa se debería de contar con un técnico específico que pudiera arreglar los fallos y actualizarla periódicamente.

Descartadas las dos opciones anteriores, Microsoft Excel se impone como la solución más adecuada para esta problemática. Las ventajas son múltiples:



## Propuesta de Plan de Inspección y Registro Digital para la Conservación de los Puentes Urbanos en el antiguo cauce del Turia de la ciudad de Valencia

- Las fichas necesarias para la toma de datos son fáciles de crear, modificar y manejar por cualquier usuario.
- Se dispone de una gran variedad formal y facilidad para la creación de fichas de inspección.
- No se requiere transformar la información ya que Excel es la propia base de datos.
- Es compatible con todo tipo de equipos, evitando problemas de compatibilidad.
- Permite una fácil creación de casillas condicionales con despleables
- La empresa TORRESCÁMARA cuenta con técnicos avanzados en el manejo de Excel y con licencias suficientes, de forma que no se incide en un mayor gasto económico.

24

Todos estos motivos son los que sitúan a esta opción como la más adecuada para el objetivo de inspeccionar y crear una base de datos con la información recogida. Además, los técnicos directivos de TORRESCÁMARA han estado de acuerdo en que es la opción más adecuada viendo las complicaciones que presenta Power Apps y Forms.

### 3.2. Catálogo e inventario de los puentes

El inventario completo de los puentes del Ayuntamiento de Valencia queda fuera del alcance de este TFM. Sin embargo, las inspecciones principales que se han realizado de los puentes descritos a continuación requieren de un inventario básico, es decir, de al menos una numeración de los elementos principales. Además, puesto que todos los puentes que se han inspeccionado están situados en el antiguo cauce del río Turia (una zona común y con una continuidad prácticamente lineal en su eje transversal) se ha optado por realizar una serie de adaptaciones, modificaciones y simplificaciones para producir un sistema de inventario básico fácil de implementar. Esta forma de trabajar también pretende facilitar el trabajo del inspector.

#### 3.2.1. Catálogo de puentes urbanos de Valencia a estudiar

Para entender el sistema de inventario simplificado antes se debe de conocer el contexto de los puentes a estudiar para este proyecto. Si se hace referencia a la Guía





## Propuesta de Plan de Inspección y Registro Digital para la Conservación de los Puentes Urbanos en el antiguo cauce del Turia de la ciudad de Valencia

de Puentes de la Comunitat Valenciana publicada en 2016 por la propia Generalitat, los puentes urbanos de la ciudad de Valencia son 21:

- Enlaces de la ronda Nord a la CV-35 en Valencia (80).
- Pont del 9 d'Octubre en Valencia sobre el antiguo cauce del río Turia (81).
- Pasarela de la Casa del Agua en Valencia sobre el antiguo cauce del río Turia (82).
- Puente de Ademuz o de las Glorias Valencianas en Valencia sobre el antiguo cauce del río Turia (83).
- Puente de las Artes en Valencia sobre el antiguo cauce del río Turia (84).
- Puente de San José o Pont Nou en Valencia sobre el antiguo cauce del río Turia (85).
- Puente de Serranos en Valencia sobre el antiguo cauce del río Turia (86).
- Nou Pont de Fusta en Valencia sobre el antiguo cauce del río Turia (87).
- Puente de la Trinidad en Valencia sobre el antiguo cauce del río Turia (88).
- Puente del Real en Valencia sobre el antiguo cauce del río Turia (89).
- Puente de la Exposición o de la Peineta en Valencia sobre el antiguo cauce del río Turia (90).
- Puente del Mar en Valencia sobre el antiguo cauce del río Turia (91).
- Puente de Aragón en Valencia sobre el antiguo cauce del río Turia (92).
- Puente del Ángel Custodio en Valencia sobre el antiguo cauce del río Turia (93).
- Puente del Reino en Valencia sobre el antiguo cauce del río Turia (94).
- Puente de Monteolivete en Valencia sobre el antiguo cauce del río Turia (95).
- Pont de l'Assut de 'Or en Valencia sobre el antiguo cauce del río Turia (96).
- Puente de Astilleros en Valencia sobre el antiguo cauce del río Turia (97).
- Puente basculante en el puerto de Valencia [sobre la bocana de los muelles transversales] (98).





- Viaducto ferroviario de la LAV en Valencia sobre la autovía CV-30 y el río Turia (99).
- Puentes de Pinedo sobre el río Turia (100).

En la siguiente imagen se puede apreciar su ubicación en la ciudad de Valencia, donde la mayoría se encuentran en el antiguo cauce del río Turia:



Ilustración 12 - Mapa puentes urbanos Ciudad de Valencia

Fuente: Generalitat Valenciana

Sin embargo, esta guía, además de la omisión del puente de las Flores, no deja claro qué puentes son los que pertenecen propiamente al ayuntamiento de Valencia en materia de mantenimiento, es decir, cuáles serán objeto de la nueva licitación. Puesto que dicha información es desconocida por el momento, se ha tenido que consultar otras fuentes. Según el Resumen del Inventario a 31 de diciembre de 2019 publicado por el ayuntamiento de Valencia, la ciudad de Valencia consta de 18 Bienes en la categoría de Puentes (Ilustración 13 - Resumen del Inventario de Bienes de la ciudad de Valencia)



## Propuesta de Plan de Inspección y Registro Digital para la Conservación de los Puentes Urbanos en el antiguo cauce del Turia de la ciudad de Valencia

AYTO. VALENCIA

GESTION DE INVENTARIO  
Resumen del Inventario a 31/12/2019

03/02/2021  
PAG.: 1

Epigrafe / Relacion	N. Bienes
1 BIENES INMUEBLES	
A1 PARQUES URBANOS	19
A2 JARDINES	199
A3 PLAZAS AJARDINADAS	50
A4 PASEO BULEVAR	24
A5 INSTALACIONES DEPORTIVAS	36
A6 ARBOLADO EN CALLES	19
CM CENTROS ESCOLARES MUNICIPALES	104
EA APARCAMIENTOS VINCULADOS A EDIFICIOS PRIVADOS	36
E1 ALMACENES	10
E2 CEMENTERIOS	7
E3 EDIFICIOS Y LOCALES PUBLICOS	258
E4 EDIFICIOS E INSTALACIONES DE INFRAESTRUCTURA	52
E5 FINCAS URBANAS	353
E6 GRUPOS VIVIENDAS	1
E8 MERCADOS	15
E9 EDIFICIOS PARA APARCAMIENTOS	10
H1 HIGIENICO-SANITARIOS, EVACUATORIOS	3
H2 HIGIENICO-FUENTES PUBLICAS	441
MA MANANTIALES Y POZOS ARTESIANOS	14
PT PUENTES	18
R1 ORNAMENTALES, CRUCES DE TERMINO	15
R2 IMAGENES, ESTATUAS Y MONUMENTOS	144
R3 FUENTES ARTISTICAS	112
S1 SUELO EDIFICABLE	236
S2 SUELO NO EDIFICABLE POR SI MISMO	328
S3 SUELO VIA PUBLICA	1.102
S4 SUELO RUSTICO / NO URBANIZABLE	9
S5 SUELO ESPACIOS LIBRES	622
Total Num. Bienes.....	4.237

*Ilustración 13 - Resumen del Inventario de Bienes de la ciudad de Valencia*

*Fuente: Ayuntamiento de Valencia*

Se observa que de los 21 que habla la Generalitat, solo 18 están dentro de los bienes inmueble que pertenecen al Ayuntamiento de Valencia. Para saber a qué 18 puentes se refieren se ha consultado la Relación de Bienes Inmuebles y Derechos reales de 2019. En este documento se observa que hay 15 puentes que coinciden con los del catálogo de la Generalitat:

- Puente de San José.
- Puente de Serranos.
- Puente frente estación f.c.c. económicos (Pont de Fusta).
- Puente de la Trinidad.
- Puente del Real.
- Puente de la Exposición.
- Puente de las Artes.
- Puente del Mar.







## Propuesta de Plan de Inspección y Registro Digital para la Conservación de los Puentes Urbanos en el antiguo cauce del Turia de la ciudad de Valencia

- Puente de Aragón.
- Puente del Ángel Custodio.
- Puente de las Flores.
- Puente de Campanar.
- Puente de las Glorias Valencianas.
- Puente del 9 de Octubre.
- Puente del Reino.

Los otros 3 puentes nombrados son la pasarela de Campanar, una pasarela peatonal que se sitúa entre el puente de Ademuz y el puente del 9 de Octubre; el puente del Moro, un antiguo puente histórico que actualmente está totalmente en desuso y tiene una función de monumento histórico; y el paso subterráneo de grandes vías.

Las incógnitas principales de comparar ambos listados es la ausencia de los puentes de Monteolivete, tanto la parte original como su extensión, del puente de l'Assut de l'Or, del puente de Astilleros y de los 3 puentes periféricos en el catálogo de Bienes Inmueble del Ayuntamiento de Valencia. A fin de acotar el número de puentes a inspeccionar de se han tomado tres decisiones:

- No tener en cuenta los puentes enlaces de la ronda Nord a la CV-35 en Valencia, el viaducto ferroviario de la LAV en Valencia sobre la autovía CV-30 y el río Turia, los puentes de Pinedo sobre el río Turia ni el paso subterráneo de grandes vías por varios motivos: las dificultades que presenta su inspección sin permisos especiales para transitar por ellos o para inspeccionar todos sus elementos sin apoyo de maquinaria externa, que su estructura se asemeja a los planteados ya en las guías de Fomento, por lo que carecen de un carácter urbano y de interés para este proyecto; el mantenimiento, como en el caso claro del viaducto ferroviario, no compete al ayuntamiento de Valencia.
- No tener en cuenta ninguna de las pasarelas.
- Puesto que los puentes de Monteolivete, L'assut de l'Or y Astilleros se encuentran en el mismo espacio urbano que todo el resto de los puentes de ambos catálogos, el antiguo cauce del río Turia, se van a considerar dentro del listado de puentes urbanos a estudiar.

De esta forma, se ha tomado como “población” de estudio los 18 puentes urbanos del antiguo cauce del Turia, excluyendo la pasarela de Campanar y la pasarela de la casa



del Agua. A cada uno de ellos se les ha asignado un código específico relacionado con el tipo de estructura y su ubicación en el antiguo cauce, siendo el primero el más alejado del mar, el puente del nueve de octubre:

Tabla 1 - Lista puentes y Código asociado

Puente	Código
Puente del 9 de Octubre	PT01
Puente de Campanar	PT02
Puente de Ademuz	PT03
Puente de las Artes	PT04
Puente de San José	PT05
Puente de Serranos	PT06
Pont de Fusta (pasarela peatonal)	PA07.1
Pont de Fusta (puente vial)	PT07.2
Puente de la Trinidad	PT08
Puente del Real	PT09
Puente de la Exposición	PT10
Puente de las Flores	PT11
Puente del Mar	PT12
Puente de Aragón	PT13
Puente del Ángel Custodio	PT14
Puente del Reino	PT15
Puente de Monteolivete 1 (original)	PT16.1
Puente de Monteolivete 2 (extensión)	PT16.2
Pont de l'Assut de l'Or	PT17
Puente de Astilleros	PT18

### 3.2.2. Inventario

Como se ha indicado en las guías del Ministerio de Fomento, una inspección viene precedida de un inventario (Dirección General de Carreteras, 2009). Para responder a esta parte del trabajo se ha procedido, por un aparte, a preparar una serie de fichas Excel que son una adaptación de las fichas complementarias descriptivas recogidas en la Guía para la realización del inventario de obras de paso, aunque esta parte se ha simplificado puesto que queda fuera del contenido del proyecto y, por otro lado, a introducir una ficha de localización y datos generales en el Excel de la propia





inspección. Todos estos aspectos se explicarán en los puntos posteriores de este TFM. En el apartado actual solamente se va a hacer referencia a la simplificación que se ha realizado de la norma para adaptar la numeración de los elementos a las necesidades y particularidades de los puentes urbanos del estudio. Este sistema sirve como base para las inspecciones realizadas de cada puente y permite numerar e identificar los elementos de estas estructuras mediante una metodología común y estandarizada.

### 3.2.2.1. *Fichas Excel: Inventario*

La información obtenida en el Inventario es fundamental para poder llevar a cabo una Gestión de las obras de paso de un patrimonio tan extenso como el que posee la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento (Dirección General de Carreteras, 2009).

La información que contiene un inventario son la situación, la tipología, las características geométricas, los materiales empleados en el puente... Según la guía del Ministerio de Fomento, el esquema del inventario se divide en dos partes:

- Una ficha con información general y la localización del puente.
- Una serie de fichas en las que se describen los diferentes elementos de la estructura en detalle.

La ficha de datos generales recoge, además del código de la estructura e información complementaria para su calificación (coordenadas U.T.M., el municipio...), la tipología estructural se incluyen también características geométricas, datos de inventario, imágenes, información de elementos de la obra de paso, etc (Dirección General de Carreteras, 2009). Esta parte es la que se ha decidido incluir en la primera pestaña del documento Excel que permite realizar la inspección como se va a explicar más adelante.

Por otra parte, las fichas descriptivas de los diferentes elementos del puente son las siguientes: fichas de vanos, fichas de estribos, ficha de juntas, ficha de tirantes y ficha de elementos no estructurales (Dirección General de Carreteras, 2009).

Esta segunda parte es la que ha quedado fuera del trabajo y que se debe completar si se consigue el contrato por parte de TORRESCÁMARA. Para facilitar dicha labor se han preparado una serie de Excels que en un futuro podrán servir como base para crear un inventario de los puentes a inspeccionar.



Las fichas descriptivas aportadas son varias, ya que cambian en función de la tipología estructural (datos que se recogen en la ficha de datos generales) tal y como se muestra en la ilustración siguiente:

TIPOLOGÍA	FICHAS
TABLERO DE LOSA/VIGAS/CAJÓN (se incluyen los puentes pórtico y pérgola)	F. VANOS: Tablero de losa/vigas/cajón F. PILAS F. ESTRIBOS F. JUNTAS  F. ELEMENTOS NO RESISTENTES
BÓVEDA	F. VANOS: Bóveda F. PILAS F. ESTRIBOS  F. ELEMENTOS NO RESISTENTES
ARCO	F. VANOS: Arco F. PILAS F. ESTRIBOS F. JUNTAS  F. ELEMENTOS NO RESISTENTES
MARCO -TUBO	F. VANOS: Marco - Tubo  F. ELEMENTOS NO RESISTENTES
ATIRANTADO	F. VANOS: Atirantado F. TIRANTES F. PILAS F. PILONOS F. ESTRIBOS F. JUNTAS  F. ELEMENTOS NO RESISTENTES

Ilustración 14 - Tipos de fichas según la tipología

Fuente: (Dirección General de Carreteras, 2009)

### 3.2.2.2. Simplificación de sistema de numeración de elementos

Para simplificar el inventariado de los 18 puentes urbanos de Valencia seleccionados y a su vez las inspecciones, se ha considerado pertinente realizar una serie de procesos para facilitar la denominación de elementos.

En primer lugar, se ha considerado un sistema de georreferencia basado en los puntos cardinales. Se ha realizado una modificación geométrica del cauce del río, de forma que todos los puentes estén orientados igual. Si se visualiza el antiguo cauce del Turia desde un plano cenital (en planta), dicha orientación común no existe. Se distinguen, aproximadamente, tres tramos: un primero tramo (azul), un segundo tramo (verde) y un tercer tramo más corto (rojo).

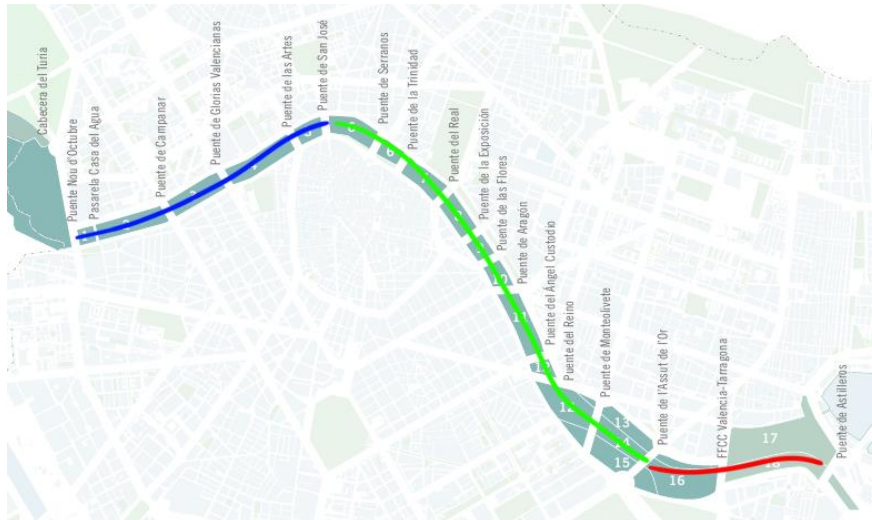


Ilustración 15 - Tramos antiguo cauce rio Turia

Fuente: propia y (Durá Aras, Gielen, & Palencia Jiménez, 2020)

El único puente que tiene prácticamente una orientación norte-sur de su eje longitudinal y este-oeste del eje transversal es el puente de la Trinidad (Ilustración 16 - Ejes N-S O-E del puente de la ). Este sentido de ejes es el que se va a adoptar para todos los puentes, de forma que el estribo que se encuentra más al norte, o visto de otra forma, en la margen izquierda, formará un eje longitudinal junto con el estribo más al sur que tendrán una dirección norte-sur, con una cara orientada hacia el este y otra hacia el oeste. En la ilustración siguiente se ve el ejemplo del puente de la Trinidad. Dicha configuración se ha aplicado a todos los puentes.

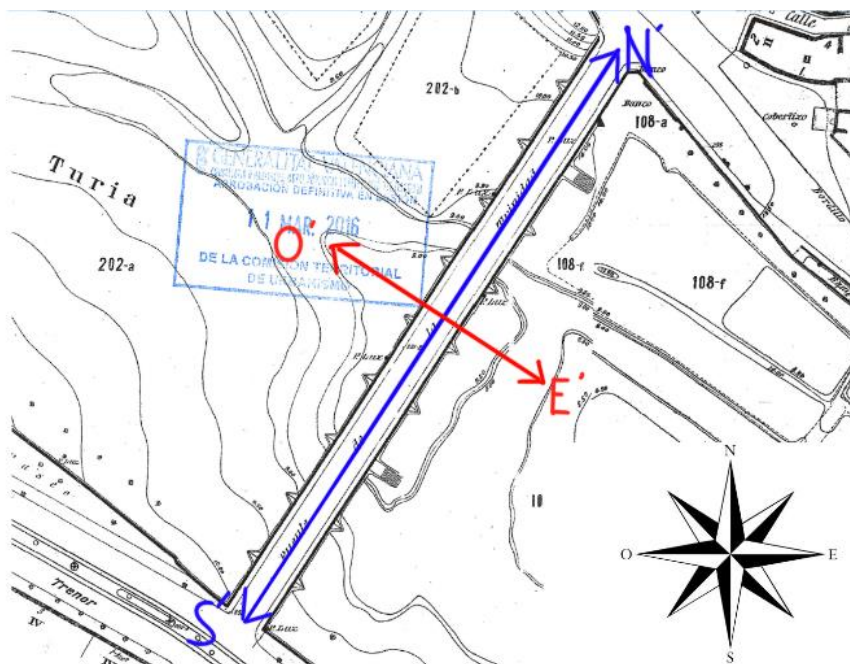


Ilustración 16 - Ejes N-S O-E del puente de la Trinidad modificados

Fuente: propia

Para la numeración de los elementos, se ha decidido que el primer elemento sea el situado más al suroeste, siendo el último en numerarse el situado más al noreste. Además, cada elemento tiene asociada una abreviatura, de forma que el código correspondiente comience por las dos siglas representantes del elemento (Tabla 2), seguido de una numeración (de una o dos cifras en función del número de elementos totales) y su ubicación en el eje de coordenadas ficticio del puente (norte sur este y oeste). La lista de abreviaturas para cada elemento se expone a continuación:

Tabla 2 - Lista de abreviaturas de elementos estructurales

Elemento	ID elemento
Vanos	VA
Estribos	ES
Hastiales	HA
Pilas	PI
Pilonos	PO
Juntas de dilatación	JD
Aparatos de apoyo	AA
Pavimento	PA
Acceso a la estructura	AE
Aceras	AC
Barandilla	BA
Barreras	BR
Pretiles	PR
Impostas	IM
Escaleras	EC
Sistema de desagüe	SD
Iluminación	IL
Señalización	SE
Cauce	CA
Terraplén	TE
Encachados	EN
Otros	OO
Rampas	RM
Arco	AR

Se ha utilizado como ejemplo el puente de la Trinidad para mostrar esta numeración de elementos:



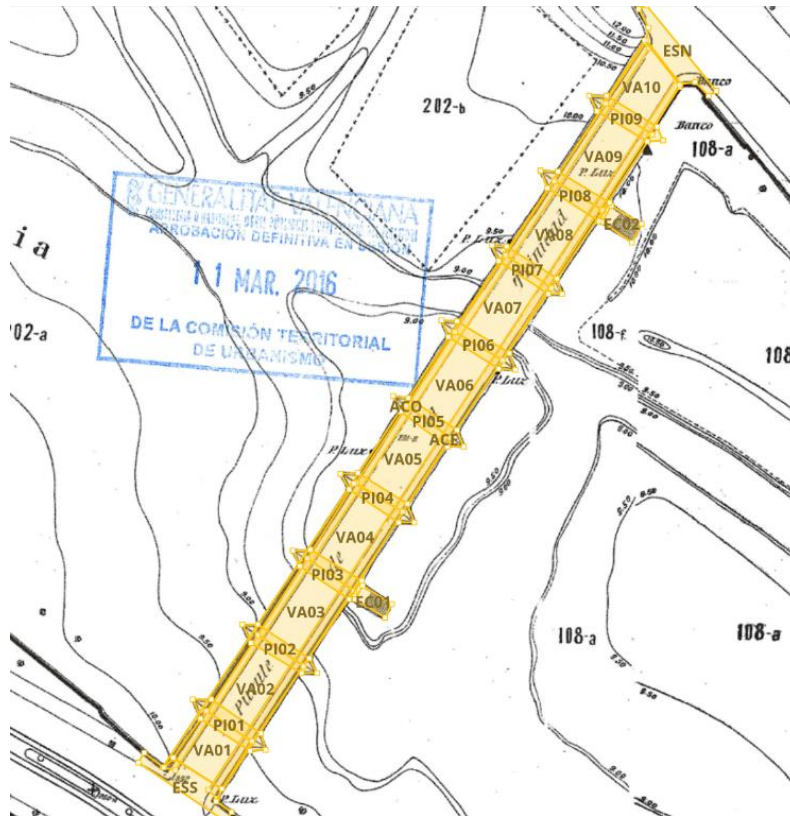


Ilustración 17 - Zonas puente de la Trinidad

Fuente: propia

En el caso de que en una misma fila haya más de un elemento, como puede ser una serie de pilas en la misma pila (puente del Reino, por ejemplo) los elementos se numeraran de mayor a menos en dirección O-E o S-N según la dirección principal de la fila del elemento.

### 3.3. Ficha Excel para las inspecciones

Para las inspecciones básicas, principales y específicas, tal y como se indica en la Guía de Fomento, se ha creado una ficha Excel que permite realizar dichas inspecciones y registrar todas las incidencias detectadas. La ficha Excel está dividida en tres pestañas principales, una secundaria (que solo se usa en el post-trabajo) y dos que están siempre ocultas y que sirven como apoyo a las principales. A continuación, se explica el contenido y funcionamiento de cada pestaña, así como del contenido y las tablas que hay en cada una:

- *DatosGenerales*: en la siguiente ilustración se muestra el ejemplo de la pestaña de *DatosGenerales* de la inspección principal realizada el 23 de enero de 2022



FICHA DE DATOS GENERALES																																						
1. Resumen de datos de la estructura																																						
Fecha inventario: 27 de enero de 2022			Obra de paso: Puente de la Trinidad		Código: 08																																	
1.1. Situación																																						
Provincia: Valencia		Municipio: Valencia		Altitud: 39°28'44.6"N		Latitud: 0°22'21.5"W		Código: 08		Tipo: PT	Puente: Puente de la Trinidad																											
1.2. Tipología																																						
Luz: >3		Clase de estructura: Puente de grandes dimensiones																																				
Modificaciones: <input type="checkbox"/> Enlaces <input type="checkbox"/> Ampliaciones																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Elemento</th> <th>Tipología</th> <th>Obra original</th> <th>Ensanche/ampliación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tablero sobre pilas/estribos</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Arco</td> <td>Original</td> <td>Sí</td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>Bóveda</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Marco-Tubo</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Atirantado</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Colgante</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>											Elemento	Tipología	Obra original	Ensanche/ampliación	Tablero sobre pilas/estribos	-	-	-	Arco	Original	Sí	No	Bóveda	-	-	-	Marco-Tubo	-	-	-	Atirantado	-	-	-	Colgante	-	-	-
Elemento	Tipología	Obra original	Ensanche/ampliación																																			
Tablero sobre pilas/estribos	-	-	-																																			
Arco	Original	Sí	No																																			
Bóveda	-	-	-																																			
Marco-Tubo	-	-	-																																			
Atirantado	-	-	-																																			
Colgante	-	-	-																																			
1.3. Geometría																																						
Número de vanos: 10		Longitud total: 158,31			Anchura media plataforma: 10,5																																	
1.4. Observaciones																																						
<div style="border: 1px solid black; height: 50px; width: 100%;"></div>																																						
2. Datos generales de la inspección																																						
Nº	Inspección	Fecha inspección	Empresa	Inspector	Uso geográfico	Temperatura	Tipo inspección	Condiciones atmosféricas	Inspección incompleta	Elemento(s)	Motivo																											
1	IPP_08_2022.01.27	2022.01.27	TORRESCAMARA	Jesús Belmonte-Jose Luis Perez	Madrid (UTM+1)	15	PP	Nublado	No																													

Ilustración 18 - Datos Generales puente de la Trinidad

Fuente: propia





## Propuesta de Plan de Inspección y Registro Digital para la Conservación de los Puentes Urbanos en el antiguo cauce del Turia de la ciudad de Valencia

En esta primera pestaña se registran los datos generales asociados al puente y a la inspección. En primer lugar, se rellena la fecha de la inspección y se selecciona el puente que se va a inspeccionar. Dicha selección rellena automáticamente toda la información geográfica (latitud y altitud), el código y el tipo de estructura (PT si es un puente y PA si es una pasarela). Dicha información, como se explica más adelante, esta automatizada mediante la información que hay en la pestaña de *ComplementoGenerales*.

36

La tipología y la geometría son datos referentes a las características físicas del puente a rellenar por el inspector, de forma que se indiquen sus dimensiones principales y si la obra ha sido objeto de ampliaciones o ensanches.

Finalmente hay un cuadro de observaciones, donde se puede anotar cualquier peculiaridad observada en el puente pero que no afecte al desarrollo de la inspección, y una tabla en la que se resumen los datos anteriores, se genera el código de cada inspección y se indican las condiciones climáticas, el nombre del inspector y si la inspección ha sido completa o incompleta por algún motivo que debe describirse para dejar constancia.

En esta tabla también se indica el tipo de inspección realizada mediante un desplegable. Puede ser básica, principal o especial. En las Guías de Fomento se describen de la siguiente forma cada una de dichas inspecciones:

- Inspección básica: se entiende por Inspección Básica una inspección visual desarrollada por personal no especializado. Este nivel de inspección constituye una sistemática útil para detectar deterioros de forma temprana y poder así prevenir que estos degeneren en deterioros graves, así como para localizar daños que necesiten una reparación urgente. Las particularidades de este tipo de inspección son el objeto del presente documento (Dirección General de Carreteras, 2012).
- Inspección principal: se entiende por Inspección Principal una inspección visual minuciosa del estado de todos los elementos del puente. No requieren la utilización de medios especiales. Deben ser realizadas por personal especializado. Se recomienda que la primera inspección principal, denominada comúnmente Inspección cero, se realice antes de la puesta en servicio del puente, ya que servirá de referencia para determinar la evolución de los deterioros. Aunque dependerá del tipo de puente y sus antecedentes, se realizarán con una periodicidad de cinco años aproximadamente, a menos que sean solicitadas como consecuencia de una Inspección Básica o un suceso





## Propuesta de Plan de Inspección y Registro Digital para la Conservación de los Puentes Urbanos en el antiguo cauce del Turia de la ciudad de Valencia

accidental. Para llevarla a cabo se utilizarán elementos auxiliares sencillos: escalera de mano, martillos, plomadas, cintas métricas, aparatos ópticos (lupas, prismáticos, cámaras fotográficas) (Dirección General de Carreteras, 2012).

- Inspección especial: las Inspecciones Especiales, a diferencia del resto, no se realizan sistemáticamente o con carácter periódico, sino que surgen, generalmente, como consecuencia de los daños detectados en una Inspección Principal o, excepcionalmente, como consecuencia de una situación singular (como por ejemplo impactos de vehículos, daños por riadas o cualquier otro desastre natural, etc.). Necesariamente implican la presencia de técnicos y equipos especiales. En este tipo de inspecciones, además de la realización de un examen visual, se necesitan ensayos de caracterización y mediciones complementarias. Este nivel de reconocimiento requiere un plan previo a la inspección, detallando y valorando los aspectos a estudiar, así como las técnicas y medios a emplear. Además, en general, las operaciones que hay que realizar en las obras de paso como consecuencia de los resultados obtenidos en la inspección necesitan un informe de caracterización y evaluación de daños y un proyecto de reparación (Dirección General de Carreteras, 2012).

37

Este sistema de clasificación se va a aplicar a este proyecto, con la diferencia de que el sistema de clasificación de las incidencias, como se explica más adelante, será unificado para las inspecciones básicas y principales.

El código de cada inspección es único y permite asociar cada incidencia con dicha inspección en la pestaña de *Incidencias*. Se compone de una primera letra “I”, por inspección, luego de 2 letras en función del tipo de inspección realizada, un guion bajo, el código numérico del puente, otro guion bajo y la fecha de dicha inspección empezando por el año y con separación mediante puntos. Si tomamos el ejemplo de la inspección de la Ilustración 18 - DatosGenerales puente de la Trinidad, el código de la inspección sería: IPP\_08\_2022.01.27

- ComplementoGenerales: esta pestaña es simplemente un complemento, como su nombre indica, que permite a la pestaña anterior buscar información de forma automática y generar desplegados con varias opciones



## Propuesta de Plan de Inspección y Registro Digital para la Conservación de los Puentes Urbanos en el antiguo cauce del Turia de la ciudad de Valencia

Luz	Luz<3	Luz>3	Modificaciones	Obra de paso	Código puentes	Codigo obra	Tipología
<3	Caño o Tajea	Puente de grandes dimensiones	Sí	Puente del 9 de Octubre	01	PT	Ensanche
>3	Alcantarilla	Puente	No	Puente de Campanar	02	PT	Ampliación
		Pontón	-	Puente de Ademuz	03	PT	Original
		Pasarela Peatonal		Puente de las Artes	04	PT	
		Paso peatonal inferior		Puente de San José	05	PT	
				Puente de Serranos	06	PT	
				Pont de Fusta PA	07.1	PA	
				Pont de Fusta PT	07.2	PT	
				Puente de la Trinidad	08	PT	
				Puente del Real	09	PT	
				Puente de la Peineta	10	PT	
				Puente de las Flores	11	PT	
				Puente del Mar	12	PT	
				Puente de Aragón	13	PT	
				Puente del Ángel Custodio	14	PT	
				Puente del Reino	15	PT	
				Puente de Monteolivete 1	16.1	PT	
				Puente de Monteolivete 2	16.2	PT	
				Pont de l'Assut de l'Or	17	PT	
				Puente de Astilleros	18	PT	

Ilustración 19 - Pestaña ComplementoGenerales

Fuente: propia

La clasificación de los puentes es la misma que se indica en la guía de inspecciones básicas del Ministerio de Fomento.

- Si la luz < 3 m:
  - Caño o Tajea: Luz máxima < 1 m
  - Alcantarilla:  $1\text{m} \leq \text{luz} < 3\text{ m}$
- Si la luz  $\geq 3\text{ m}$ :
  - Puente de grandes dimensiones<sup>3</sup> (es suficiente con que cumpla alguna de las siguientes condiciones):
    - Luz máxima de vano  $\geq 40\text{ m}$
    - Altura máxima de pila  $\geq 25\text{ m}$
    - Longitud total  $\geq 100\text{ m}$
  - Puente: Luz máxima  $\geq 10\text{ m}$
  - Pontón:  $3 < \text{Luz máxima} < 10\text{ m}$
  - Pasarela peatonal
  - Paso peatonal inferior

Ilustración 20 - Clasificación puentes según su luz

Fuente: (Dirección General de Carreteras, 2009)

- Incidencias: Esta pestaña es en la que se encuentra el listado completo de todas las incidencias detectadas durante una inspección.

Numeración	Código	Zona	Elemento	Material	Daño	Descripción	Observaciones	EKT	GRAV	EVD	Inspección	Fotografías	Accesibilidad
1	PT08_ES_001	Estribos	ESN	Silena	Vegetación/acumulación de materiales	Vegetación		2	0	1	IPP_08_2022.01.21	2	Alta
2	PT08_ES_002	Estribos	ESN	Silena	Humedades/eflorescencias	Humedades		2	0	2	IPP_08_2022.01.21	2	Alta
3	PT08_ES_003	Estribos	ESN	Silena	Degradación superficial/coqueiras/nidos de grava/unta degradados (fábricas)	Junta degradada		1	0	1	IPP_08_2022.01.21	1	Alta
4	PT08_VA_004	Vanos	V10	Silena	Fisuras/grietas	Fisuras cara este		1	0	1	IPP_08_2022.01.21	2	Alta
5	PT08_VA_005	Vanos	V10	Silena	Fisuras/grietas	Fisuras bajo vano		1	1	1	IPP_08_2022.01.21	3	Alta
6	PT08_VA_006	Vanos	V10	Silena	Humedades/eflorescencias	Humedades bajo vano		2	0	2	IPP_08_2022.01.21	2	Alta
7	PT08_VA_007	Vanos	V10	Silena	Vegetación/acumulación de materiales	Vegetación cara oeste		2	0	1	IPP_08_2022.01.21	2	Alta
8	PT08_VA_008	Vanos	V10	Silena	Golpes/desconchones/roturas/pérdida/deplazamiento de piezas	Perdidas cara oeste		2	0	0	IPP_08_2022.01.21	2	Alta
9	PT08_VA_009	Vanos	V10	Silena	Fisuras/grietas	Fisuras cara oeste		1	0	1	IPP_08_2022.01.21	5	Alta
10	PT08_ES_010	Estribos	ESN	Silena	Vegetación/acumulación de materiales	Acumulación de materiales		2	0	0	IPP_08_2022.01.21	2	Alta
11	PT08_PL_011	Pilas	PI09	Silena	Vegetación/acumulación de materiales	Vegetación tajamar este		1	0	1	IPP_08_2022.01.21	2	Alta
12	PT08_PL_012	Pilas	PI09	Silena	Golpes/desconchones/roturas/pérdida/deplazamiento de piezas	Perdidas tajamar este		2	0	0	IPP_08_2022.01.21	1	Alta
13	PT08_PL_013	Pilas	PI09	Silena	Humedades/eflorescencias	Humedades cara norte		2	0	2	IPP_08_2022.01.21	3	Alta
14	PT08_PL_014	Pilas	PI09	Silena	Vegetación/acumulación de materiales	Vegetación tajamar oeste		1	0	1	IPP_08_2022.01.21	2	Alta
15	PT08_PL_015	Pilas	PI09	Silena	Golpes/desconchones/roturas/pérdida/deplazamiento de piezas	Perdidas tajamar oeste		2	0	1	IPP_08_2022.01.21	2	Alta
16	PT08_PL_016	Pilas	PI09	Silena	Humedades/eflorescencias	Humedades tajamar oeste		2	0	1	IPP_08_2022.01.21	2	Alta
17	PT08_PL_017	Pilas	PI09	Silena	Vegetación/acumulación de materiales	Acumulación de materiales		3	0	0	IPP_08_2022.01.21	2	Alta
18	PT08_VA_018	Vanos	V09	Silena	Vegetación/acumulación de materiales	Vegetación cara este		1	0	1	IPP_08_2022.01.21	1	Alta
19	PT08_VA_019	Vanos	V09	Silena	Fisuras/grietas	Fisuras cara este		1	0	1	IPP_08_2022.01.21	1	Alta
20	PT08_VA_020	Vanos	V09	Silena	Golpes/desconchones/roturas/pérdida/deplazamiento de piezas	Perdidas bajo vano		1	1	1	IPP_08_2022.01.21	1	Alta
21	PT08_VA_021	Vanos	V09	Silena	Humedades/eflorescencias	Humedades bajo vano		2	0	2	IPP_08_2022.01.21	2	Alta
22	PT08_VA_022	Vanos	V09	Silena	Fisuras/grietas	Fisuras cara oeste		1	0	1	IPP_08_2022.01.21	2	Alta
23	PT08_SD_023	Sistema de desagüe	V09	Silena	Otros	Vegetación en el desagüe		2	1	2	IPP_08_2022.01.21	1	Alta
24	PT08_VA_024	Vanos	V09	Silena	Vegetación/acumulación de materiales	Vegetación cara oeste		1	0	1	IPP_08_2022.01.21	2	Alta
25	PT08_BB_025	Barandillas, Barrenas, Pruebas, Impostas	EC2	Aceero	Corrosión de elementos/soldaduras	Corrosión barandilla		2	1	2	IPP_08_2022.01.21	4	Alta
26	PT08_NE_026	Elementos no resistentes	EC2	Silena	Vegetación/acumulación de materiales	Vegetación en los escalones		2	0	1	IPP_08_2022.01.21	3	Alta
27	PT08_NE_027	Elementos no resistentes	EC2	Silena	Vegetación/acumulación de materiales	Vegetación		2	0	1	IPP_08_2022.01.21	4	Alta
28	PT08_NE_028	Elementos no resistentes	EC2	Silena	Humedades/eflorescencias	Humedades en los laterales de la escalera		2	0	2	IPP_08_2022.01.21	3	Alta
29	PT08_PL_029	Pilas	PI08	Silena	Humedades/eflorescencias	Humedades y eflorescencias cara norte		2	0	2	IPP_08_2022.01.21	2	Alta
30	PT08_PL_030	Pilas	PI08	Silena	Vegetación/acumulación de materiales	Vegetación tajamar este		1	0	1	IPP_08_2022.01.21	2	Alta
31	PT08_PL_031	Pilas	PI08	Silena	Golpes/desconchones/roturas/pérdida/deplazamiento de piezas	Perdidas tajamar oeste		2	0	1	IPP_08_2022.01.21	2	Alta
32	PT08_PL_032	Pilas	PI08	Silena	Humedades/eflorescencias	Humedades y eflorescencias cara sur		1	0	2	IPP_08_2022.01.21	3	Alta
33	PT08_VA_033	Vanos	V08	Silena	Golpes/desconchones/roturas/pérdida/deplazamiento de piezas	Perdidas cara este		1	0	1	IPP_08_2022.01.21	2	Alta
34	PT08_SD_034	Sistema de desagüe	V08	Silena	Otros	Vegetación en el desagüe		3	1	1	IPP_08_2022.01.21	1	Alta
35	PT08_SD_035	Sistema de desagüe	V08	Silena	Vegetación/acumulación de materiales	Vegetación cara este		3	1	1	IPP_08_2022.01.21	1	Alta
36	PT08_VA_036	Vanos	V08	Silena	Vegetación/acumulación de materiales	Vegetación cara este		1	0	1	IPP_08_2022.01.21	2	Alta
37	PT08_VA_037	Vanos	V08	Silena	Fisuras/grietas	Fisuras bajo vano		1	0	1	IPP_08_2022.01.21	2	Alta
38	PT08_VA_038	Vanos	V08	Silena	Humedades/eflorescencias	Humedades bajo vano		1	0	2	IPP_08_2022.01.21	3	Alta
39	PT08_VA_039	Vanos	V08	Silena	Golpes/desconchones/roturas/pérdida/deplazamiento de piezas	Perdidas cara oeste		2	0	1	IPP_08_2022.01.21	3	Alta
40	PT08_SD_040	Sistema de desagüe	V08	Silena	Otros	Vegetación en el desagüe		2	0	1	IPP_08_2022.01.21	1	Alta
41	PT08_SD_041	Sistema de desagüe	V08	Silena	Otros	Vegetación en el desagüe		1	0	1	IPP_08_2022.01.21	1	Alta
42	PT08_PL_042	Pilas	PI07	Silena	Vegetación/acumulación de materiales	Vegetación tajamar este		1	0	1	IPP_08_2022.01.21	2	Alta
43	PT08_PL_043	Pilas	PI07	Silena	Golpes/desconchones/roturas/pérdida/deplazamiento de piezas	Perdidas tajamar este		2	0	1	IPP_08_2022.01.21	2	Alta
44	PT08_PL_044	Pilas	PI07	Silena	Humedades/eflorescencias	Humedades y eflorescencias cara norte		1	0	2	IPP_08_2022.01.21	1	Alta
45	PT08_PL_045	Pilas	PI07	Silena	Vegetación/acumulación de materiales	Vegetación tajamar oeste		1	0	1	IPP_08_2022.01.21	2	Alta
46	PT08_PL_046	Pilas	PI07	Silena	Golpes/desconchones/roturas/pérdida/deplazamiento de piezas	Perdidas tajamar oeste		3	0	1	IPP_08_2022.01.21	1	Alta
47	PT08_PL_047	Pilas	PI07	Silena	Humedades/eflorescencias	Humedades cara sur		1	0	1	IPP_08_2022.01.21	2	Alta
48	PT08_VA_048	Vanos	V07	Silena	Vegetación/acumulación de materiales	Vegetación cara este		1	0	1	IPP_08_2022.01.21	1	Alta
49	PT08_SD_049	Sistema de desagüe	V07	Silena	Otros	Vegetación en el desagüe		1	0	1	IPP_08_2022.01.21	1	Alta
50	PT08_SD_050	Sistema de desagüe	V07	Silena	Otros	Vegetación en el desagüe		2	0	1	IPP_08_2022.01.21	1	Alta
51	PT08_VA_051	Vanos	V07	Silena	Degradación superficial/coqueiras/nidos de grava/unta degradados (fábricas)	Junta degradada		1	1	1	IPP_08_2022.01.21	2	Alta
52	PT08_VA_052	Vanos	V07	Silena	Humedades/eflorescencias	Humedades bajo vano		2	0	2	IPP_08_2022.01.21	3	Alta
53	PT08_SD_053	Sistema de desagüe	V07	Silena	Otros	Vegetación en el desagüe		2	0	1	IPP_08_2022.01.21	1	Alta
54	PT08_SD_054	Sistema de desagüe	V07	Silena	Otros	Vegetación en el desagüe		2	0	1	IPP_08_2022.01.21	1	Alta
55	PT08_VA_055	Vanos	V07	Silena	Fisuras/grietas	Fisuras cara oeste		1	0	1	IPP_08_2022.01.21	2	Alta
56	PT08_VA_056	Vanos	V07	Silena	Golpes/desconchones/roturas/pérdida/deplazamiento de piezas	Rotura cara oeste		1	0	0	IPP_08_2022.01.21	1	Alta
57	PT08_VA_057	Vanos	V07	Silena	Golpes/desconchones/roturas/pérdida/deplazamiento de piezas	Perdidas cara oeste		1	0	1	IPP_08_2022.01.21	2	Alta
58	PT08_VA_058	Vanos	V07	Silena	Vegetación/acumulación de materiales	Vegetación cara oeste		1	0	1	IPP_08_2022.01.21	2	Alta
59	PT08_PL_059	Pilas	PI06	Silena	Vegetación/acumulación de materiales	Vegetación tajamar este		1	0	1	IPP_08_2022.01.21	2	Alta
60	PT08_PL_060	Pilas	PI06	Silena	Golpes/desconchones/roturas/pérdida/deplazamiento de piezas	Perdidas tajamar este		2	0	1	IPP_08_2022.01.21	1	Alta
61	PT08_PL_061	Pilas	PI06	Silena	Humedades/eflorescencias	Humedades cara norte		2	0	1	IPP_08_2022.01.21	3	Alta
62	PT08_PL_062	Pilas	PI06	Silena	Vegetación/acumulación de materiales	Vegetación tajamar oeste		1	0	1	IPP_08_2022.01.21	2	Alta
63	PT08_PL_063	Pilas	PI06	Silena	Golpes/desconchones/roturas/pérdida/deplazamiento de piezas	Perdidas tajamar oeste		1	0	1	IPP_08_2022.01.21	1	Alta
64	PT08_PL_064	Pilas	PI06	Silena	Fisuras/grietas	Fisuras tajamar oeste		1	0	1	IPP_08_2022.01.21	2	Alta
65	PT08_PL_065	Pilas	PI06	Silena	Humedades/eflorescencias	Humedades cara sur		1	0	1	IPP_08_2022.01.21	2	Alta
66	PT08_VA_066	Vanos	V06	Silena	Vegetación/acumulación de materiales	Vegetación cara este		1	0	1	IPP_08_2022.01.21	2	Alta
67	PT08_SD_067	Sistema de desagüe	V06	Silena	Otros	Vegetación en el desagüe		2	0	1	IPP_08_2022.01.21	1	Alta
68	PT08_SD_068	Sistema de desagüe	V06	Silena	Otros	Vegetación en el desagüe		1	0	1	IPP_08_2022.01.21	1	Alta
69	PT08_VA_069	Vanos	V06	Silena	Fisuras/grietas	Fisuras cara este		1	0	1	IPP_08_2022.01.21	2	Alta

Ilustración 21 - Tabla incidencias puente de la Trinidad

Fuente: propia





## Propuesta de Plan de Inspección y Registro Digital para la Conservación de los Puentes Urbanos en el antiguo cauce del Turia de la ciudad de Valencia

A lo largo de una campaña, el inspector va rellenando una fila por cada daño observado, comenzando por un número que permite, por un lado, introducir fácilmente una nueva fila a la tabla y, por otro lado, crear una numeración de todas las incidencias que forma parte del código asignado a cada una. Dicho código (siguiente columna) se genera automáticamente y está compuesto por dos letras PT o PA (el tipo de obra), el código numérico asociado a cada puente, un guion bajo, dos letras que indican la zona del puente en el que se ha detectado la incidencia, un guion bajo y un código numérico de tres cifras que corresponde a la numeración de la incidencia. De esta forma, la primera incidencia detectada en la inspección de enero del puente de la Trinidad, situada en el estribo norte, tendría el siguiente código: PT08\_ES\_001.

En la tercera columna se selecciona el elemento donde se ha detectado dicha incidencia, disponiendo de un desplegable con las distintas zonas en las que se puede dividir un puente urbano y que llevan asociada una serie de incidencias: vanos, pilas, pilonos, estribos, hastiales, aparatos de apoyo, tirantes, juntas de dilatación, pavimento/accesos, aceras, barandillas/barreras/pretilas/impostas, sistema de desagüe, iluminación, señalización, cauce, terraplén/encachados y elementos no resistentes.

Código	Zona	Ele
PT08_ES_001	Estribos	
PT08_ES	Estribos	
PT08_ES	Hastiales	
PT08_ES	Aparatos_de_apoyo	
PT08_VA	Tirantes	
PT08_VA	Juntas_de_dilatación	
PT08_VA	Pavimento_Accesos	
PT08_VA	Aceras	
PT08_VA	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	

Ilustración 22 - Lista desplegable zonas

Fuente: propia

Estas zonas se corresponden con las identificadas en la guía de las inspecciones básicas, y llevan una serie de incidencias asociadas a cada una. Se ha tomado la decisión de, a diferencia de las Guías de Fomento donde para cada tipo de inspección se realiza una clasificación de incidencias diferentes, unificar esta clasificación de forma que sea más sencillo registrarla, pero con la posibilidad de describir en profundidad el daño detectado. Esta decisión se ha tomado con relación al análisis de las incidencias que se registran en las inspecciones principales. La propia guía de inspección principal dice: “Es necesario dominar la variedad de patologías en función de los materiales y de su comportamiento estructural: la formación de los inspectores se convierte en una pieza clave del éxito de una campaña de inspecciones de puentes a







## Propuesta de Plan de Inspección y Registro Digital para la Conservación de los Puentes Urbanos en el antiguo cauce del Turia de la ciudad de Valencia

través de la determinación objetiva de los deterioros” (Dirección General de Carreteras, 2012). Sin embargo, dicha formación no puede ser adquirida totalmente por un inspector externo, como es el caso de este proyecto. Por eso, puesto que esta herramienta tiene como objetivo ser manejable por cualquier ingeniero, la clasificación que presenta la guía básica ofrece una forma de englobar las incidencias, de forma que en función del grado de detalle (que dependerá de la especialización del inspector) dicha inspección pueda considerarse básica o principal. Un ingeniero con los suficientes conocimientos como para describir las incidencias detectadas en detalle y con un post trabajo como se va a describir más adelante podrá efectuar una inspección principal pese a que se parta de la clasificación de las incidencias de la guía básica. Las incidencias asociadas a cada elemento están recogidas en la siguiente tabla:

Tabla 3 - Daños asociados a cada elemento

Daños	Elemento asociado al daño
Humedades/eflorescencias	Vanos/pilas/estribos
Vegetación/acumulación de materiales	Vanos/pilas/estribos
Degradación superficial/coqueas/nidos de grava/juntas degradadas (fábricas)	Vanos/pilas/estribos
Golpes/desconchones/roturas/pérdida/desplazamiento de piezas	Vanos/pilas/estribos
Fisuras/grietas	Vanos/pilas/estribos
Armaduras vistas/corroídas/rotas	Vanos/pilas/estribos
Corrosión de elementos/soldaduras	Vanos/pilas/estribos
Perdida de tornillos/roblones	Vanos/pilas/estribos
Deformaciones/desplazamientos excesivos/abombamientos	Vanos/pilas/estribos
Otros	Vanos/pilas/estribos
Asientos/movimientos/giros	Pilas/estribos
Descalce/socavación	Pilas/estribos
Envejecimiento/degradación superficial/corrosión	Aparatos de apoyo
Bloqueo (perdida de movilidad)	Aparatos de apoyo
Falta de contacto apoyo-estructura/rotura de pernos de anclaje	Aparatos de apoyo







Propuesta de Plan de Inspección y Registro Digital para la Conservación de los Puentes Urbanos en el antiguo cauce del Turia de la ciudad de Valencia

Daños	Elemento asociado al daño
Deformación excesiva/abombamiento	Aparatos de apoyo
Rotura/ausencia/desplazamiento	Aparatos de apoyo
Deterioro/rotura de cama de nivelación	Aparatos de apoyo
Otros	Aparatos de apoyo
Envejecimiento/deterioro/corrosión	Junta de dilatación
Bloqueo (perdida de movilidad)	Junta de dilatación
Fisuras/grietas/deterioro de los alrededores de la junta	Junta de dilatación
fijación inadecuada/falta de elementos de anclaje	Junta de dilatación
Rotura/deformación/ausencia de dispositivo	Junta de dilatación
Otros	Junta de dilatación
Envejecimiento/desgaste/desagregación/corrosión	Pavimento/accesos
Vegetación/acumulación de materiales	Pavimento/accesos
CuarTEAMIENTO/fisuras/grietas	Pavimento/accesos
Pérdida de material/fisuras en zona de juntas por ausencia de las mismas	Pavimento/accesos
Roderas/Baches/desconchones/delaminación/hundimientos	Pavimento/accesos
Otros	Pavimento/accesos
Envejecimiento/desgaste/desagregación/corrosión	Aceras
Vegetación/acumulación de materiales	Aceras
CuarTEAMIENTO/fisuras/grietas	Aceras
Pérdida de piezas/desconchones/delaminación	Aceras
Otros	Aceras
Envejecimiento/degradación superficial/deterioro de pintura /tratamiento protector	Barandillas/Barreras/Pretiles /Impostas
Corrosión de elementos/soldaduras	Barandillas/Barreras/Pretiles /Impostas
Fisuras/grietas	Barandillas/Barreras/Pretiles /Impostas
Golpes/roturas/elementos desaparecidos/deformaciones excesivas	Barandillas/Barreras/Pretiles /Impostas





## Propuesta de Plan de Inspección y Registro Digital para la Conservación de los Puentes Urbanos en el antiguo cauce del Turia de la ciudad de Valencia

Daños	Elemento asociado al daño
Altura inadecuada	Barandillas/Barreras/Pretiles /Impostas
Pérdida de tornillos/tuercas/roblones	Barandillas/Barreras/Pretiles /Impostas
Otros	Barandillas/Barreras/Pretiles /Impostas
Cunetas/bajantes obstruidas	Sistema de desagüe
Rotura de cunetas/bajantes	Sistema de desagüe
Sumideros/mechinales obstruidos	Sistema de desagüe
Ausencia/deterioro de gárgola/rotura de sumideros/mechinales	Sistema de desagüe
Encharcamiento de la plataforma/ausencia de sumideros	Sistema de desagüe
Otros	Sistema de desagüe
Deterioro/rotura de farolas	Iluminación
Deterioro/rotura de focos	Iluminación
Inoperancia luminosa de farolas/focos	Iluminación
Pérdida de tornillos/tuercas	Iluminación
Otros	Iluminación
Deterioro de la señalización horizontal	Señalización
Deterioro/rotura de la señalización vertical	Señalización
Deterioro/rotura de balizas	Señalización
Pérdida de tornillos/tuercas	Señalización
Otros	Señalización
Cauce obstruido	Cauce
Rotura/deterioro de protecciones	Cauce
Erosión de las márgenes	Cauce
Otros	Cauce
Hundimientos/deslizamientos	Terraplén/Encachados
Erosión/cárcavas	Terraplén/Encachados



Daños	Elemento asociado al daño
Rotura/fisuras/pérdida de piezas/deterioro del encachado	Terraplén/Encachados
Otros	Terraplén/Encachados
Deterioro de la protección contra la corrosión	Tirantes
Deterioros que afectan a la función resistente	Tirantes
Corrosión y reducción de la sección	Tirantes
Alineación incorrecta de los cables	Tirantes
Daños en los elementos de anclaje	Tirantes
Deterioros de los elementos auxiliares	Tirantes
Otros	Tirantes

Como se puede observar, todos los elementos llevan asociados un daño del tipo “Otro”. Este tipo de incidencia está dirigido, por un lado, a cualquier tipo de daño que no esté totalmente descrito en la clasificación de la guía adaptada a este trabajo, como pueden ser los grafitis en las pilas del pont de Fusta (entre otros). Por otro lado, se pretende también aquí englobar otro aspecto de las posibles incidencias detectadas en los puentes.



Ilustración 23 - PT07.2\_PI\_103\_2

Fuente: propia

En la tabla anterior se aprecia que la gran mayoría de los daños están asociados a problemas estructurales. Sin embargo, con el tipo “Otro” se quiere hacer referencia también a otro tipo de incidencias que pueden generar en problemas de salud de los usuarios. En las inspecciones de los puentes urbanos de Valencia se quiere poder detectar y registrar también cualquier incidencia que esté asociada con el uso inadecuado del puente, la construcción de espacios no planteados en el proyecto original, el uso de espacios no habilitados en la propia estructura y el impacto visual y/o funcional que puede generar la inoperancia de determinados elementos.

A lo largo de las inspecciones acometidas en este proyecto se han detectado varios ejemplos de este tipo de daños. En varios de los puentes, como en el puente de Campanar o en el puente del Real, se han registrado asentamientos humanos bajo sus vanos.



*Ilustración 24 - PT02\_VA\_082\_1 y PT09\_VA\_204\_1*

*Fuente: propia*

Este tipo de incidencias deben de registrarse para poder analizar el impacto social e intentar disminuirlo. También se consideran dentro de este el uso que se hace de espacios en los puentes por los operarios del servicio de Parque y Jardines. Estos espacios, que no estaban planteados en un principio en el proyecto de los puentes, deben de revisarse desde un punto de seguridad y salud para evitar accidentes y adaptarlos a las necesidades de los usuarios. Un ejemplo de esto lo tenemos en el puente de las Flores, donde la zona inferior de la rampa de acceso noroeste se ha vallado y tapado, siendo utilizada como zona de almacenaje, lo cual puede derivar en riesgos para la seguridad y la salud, no solo de las personas que utilicen ese elemento, sino también de los propios viandantes.



*Ilustración 25 - PT11\_NE\_139\_1*

*Fuente: propia*



## Propuesta de Plan de Inspección y Registro Digital para la Conservación de los Puentes Urbanos en el antiguo cauce del Turia de la ciudad de Valencia

En ambos casos, el inspector debe describir posteriormente el daño detectado con un nivel de detalle suficiente como para poder ser interpretado por otro usuario.

Los daños, (sexta columna) están automatizadas de forma que se muestren solamente las incidencias asociadas a la zona.

41	PT08_SD_041	Sistema_de_desagüe	V08	Silleria	Otros
42	PT08_PI_042	Pilas	PI07	Silleria	Cunetas/bajantes obstruidas
43	PT08_PI_043	Pilas	PI07	Silleria	Rotura de cunetas/bajantes
44	PT08_PI_044	Pilas	PI07	Silleria	Sumideros/mechinales obstruidos
45	PT08_PI_045	Pilas	PI07	Silleria	Ausencia/deterioro de gárgola/rotura de sumideros/mechinales
46	PT08_PI_046	Pilas	PI07	Silleria	Encharcamiento de la plataforma/ausencia de sumideros
47	PT08_PI_047	Pilas	PI07	Silleria	Otros

Ilustración 26 - Ejemplo de incidencias asociadas a la zona Sistema\_de\_desagüe

Fuente: propia

Entre medias de estas dos columnas están la columna *Elemento*, el cual debe de seguir el código reseñado en el apartado 3.2.2.2, y la columna *Material*, donde se indica el material (si se identifica) de dicho elemento o si es variado, en el caso de que sean más de dos materiales los que componen el elemento que se ve afectado por el daño determinado. La columna *Descripción* permite, como su propio nombre indica, realizar una descripción del daño detectado. En las inspecciones básicas bastará con describir cuál de los daños separados por una barra “/”. Sin embargo, para las inspecciones principales se deberá describir en mayor profundidad, indicando la posible relación entre esa patología y otras, el origen de la incidencia, la zona específica afectada...

La columna *Observaciones* sirve a modo de complemento informativo, de forma que se puedan reseñar cualquier altercado asociado a una incidencia o información complementaria a la inspección de dicho daño o sí no se ha podido completar la inspección de una incidencia por un motivo específico.

Las tres columnas siguientes son las asociadas a los índices de daño. Estos índices se han incluido pese a que solo se nombran en la Guía para la realización de inspecciones principales. En dicho documento, se establecen los valores (calificaciones) de cada índice, como se indica en la imagen posterior:

EXTENSIÓN	
CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
1	Afección menor del 25%
2	Afección 25%-50%
3	Afección 50%-75%
4	Afección mayor 75%







## Propuesta de Plan de Inspección y Registro Digital para la Conservación de los Puentes Urbanos en el antiguo cauce del Turia de la ciudad de Valencia

GRAVEDAD	
CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
0	Daño de intensidad baja/poca posibilidad de dejar de ejercer su función.
1	Daño de intensidad media/media posibilidad de dejar de ejercer su función.
2	Daño de intensidad elevada/alta posibilidad de dejar de cumplir su función.

EVOLUCIÓN	
CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
0	Velocidad lenta y ambiente no agresivo
1	Velocidad baja y ambiente agresivo Velocidad alta y ambiente no agresivo
2	Velocidad rápida y ambiente agresivo

47

*Ilustración 27 - Calificación índices de daños*

*Fuente: (Dirección General de Carreteras, 2012)*

Sin embargo, estos índices tienen una problemática. La descripción detallada para cada tipo de incidencia no viene explicada en las guías de acceso abierto: “La asignación de estos índices a cada deterioro se asignará en base a los Manuales de Criterios Generales” (Dirección General de Carreteras, 2012). Puesto que no se tiene acceso a estos manuales, se ha tomado la decisión de adaptar dichos índices en primera instancia, con el propósito de efectuar las inspecciones principales, aplicando solamente la descripción que más se adecue en función de los conocimientos técnicos del ingeniero que realice la inspección principal. Estos índices solo se deben rellenar para las inspecciones principales o especiales, quedando excluidas las básicas. Sin embargo, en caso de que se la empresa TORRESCÁMARA fuese la adjudicataria del contrato de mantenimiento de los puentes urbanos de Valencia, se deberá solicitar acceso a dichos manuales para completar la información y poder realizar correctamente las inspecciones.

Más adelante se explicará la adaptación que se ha realizado de los índices de daño para poder realizar una inspección principal de cada puente.

A continuación, viene la columna en la que se indica el código de la inspección descrito en la primera pestaña.

Las dos últimas columnas son *Fotografías*, donde se tiene que rellenar con el número de fotos que se le han hecho al daño registrado, y *Accesibilidad*. Esta última es uno de los criterios registrados en la Guía para inspecciones principales, pero, a diferencia de los índices de daño, sí viene descrita en dicha guía de forma que se pueda aplicar en todos los tipos de inspecciones. Los criterios de accesibilidad se resumen en la siguiente ilustración:





CRITERIOS DE ACCESIBILIDAD	
<b>Alta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reparaciones fácilmente accesibles para el equipo o maquinaria que tenga que realizarlos: pequeños andamios, cesta con camión-grúa a menos de 15 m de alcance.</li> <li>• No es necesario realizar cortes de tráfico para la realización de estas obras, o el corte de los mismos tiene poca importancia.</li> <li>• No hay servicios afectados.</li> </ul>
<b>Media</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se necesita utilizar andamios de considerable altura.</li> <li>• Se precisan cimbras de pequeño volumen para el soporte de los elementos.</li> <li>• Se precisa recurrir a grúas de más de 15 m de alcance.</li> </ul>
<b>Media</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se necesita realizar caminos de acceso o plataformas de pequeña magnitud para llegar a la base del elemento.</li> <li>• Se requieren cortes de tráfico parciales en vías de importante densidad.</li> <li>• Es necesario retirar otros elementos que luego pueden ser reutilizados.</li> <li>• Se requieren medidas especiales para protección de las personas.</li> <li>• Los servicios afectados no implican obras importantes para su reposición (conducciones bajo aceras, cables adosados al tablero...).</li> </ul>
<b>Baja</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se requieren andamios especiales, cimbras exentas o de gran volumen.</li> <li>• Se debe usar grúas de más de 60 m de alcance.</li> <li>• Se necesita realizar una obra auxiliar o camino para desviar el tráfico.</li> <li>• Se afecta al tráfico ferroviario.</li> <li>• La obra se realizará bajo agua profunda, con buzos u otros medios especiales.</li> <li>• Se requiere realizar penínsulas artificiales, recintos con tablestacas o plataformas especialmente importantes.</li> <li>• Se necesita demoler o retirar otros elementos que luego deben ser repuestos.</li> <li>• Son precisas obras auxiliares para protección temporal en cauces o pueden verse afectados servicios de importancia: conducciones o alcantarillado importante, líneas AT, catenarias de FFCC.</li> </ul>

*Ilustración 28 – Criterios de accesibilidad*

*Fuente: Guía para la realización de inspecciones principales de obras de paso en la Red de Carreteras del Estado*

Como se puede observar, es en esta pestaña donde se va a realizar realmente la inspección. Para las inspecciones principales y especiales, se ha determinado que el inspector tiene que describir con suficiente detalle la naturaleza del daño detectado, así como su posible origen y la correlación entre este daño y otros adyacente. Un ejemplo son las humedades que se generan entorno a las fisuras debajo de un vano o en los laterales de este, como en el pont de Fusta. Además, menos en las inspecciones básicas, se deben de rellenar los índices de daños. A falta del manual específico donde se explique para cada uno y como se determinada para cada incidencia, se ha utilizado la descripción de la Ilustración 27 adaptándola a una serie de condicionantes:

- Extensión: se deberá tener en cuenta si el daño detectado tiene una dirección o dimensión principal, como puede ser el caso de un conjunto de fisuras longitudinales, de forma que el porcentaje de afección no sea sobre la superficie sino sobre la dimensión lineal en el mismo sentido. En el caso de no tener una dirección principal, se considerará la superficie total del elemento. Para subelementos de un elemento,

como pueden ser los goterones o las impostas laterales de un vano, si se indica claramente en la columna *Descripción* que el daño detectado solo afecta a este subelemento se podrá tener en cuenta únicamente el % de superficie (o longitud) de dicha zona. Un ejemplo de esto son las fisuras que se producen en los goterones de algunos puentes y que son independientes del cuerpo del vano.

Para ejemplificar esto se puede observar la diferencia de las fisuras detectadas en algunos vanos del puente de las Flores y de las detectadas en el puente de las Artes.

En el primero se observa que las fisuras como las de la incidencia PT11\_VA\_039, si bien no se puede decir que están aisladas, si es verdad que en función de toda la superficie del vano tendrían una clasificación EXT de 1. Sin embargo, se puede considerar que tienen una dirección principal (aproximadamente E-O), por lo que en función de la longitud total del vano en esa dirección podría llegar a estar entre una clasificación de 1 o 2 de EXT. Este es un ejemplo en el que se cuenta cómo % de afección respecto de la total la longitud lineal y no la superficie del elemento. Para saber con exactitud si es un 1 o un 2 se podría recurrir al modelo 3D en Matterport y medir la longitud total y el de este conjunto de fisuras.



*Ilustración 29 - PT11\_VA\_039\_3*

*Fuente: propia*

Por otro lado, están las fisuras del daño PT04\_PI\_020, por ejemplo, que aparecen en las pilas del puente de las Artes. Dichas fisuras ni tienen una longitud principal claro ni están suficientemente separadas para no formar un conjunto. En este caso si se puede considerar como un conjunto y la extensión se clasificaría respecto al % total de superficie de la pila.



*Ilustración 30 - PT04\_PI\_020\_1*

*Fuente: propia*

- Gravedad: partiendo de los conocimientos propios del inspector (se supone que para una revisión principal dicha persona debe de ser alguien con conocimientos suficientes sobre puentes y debe de haber revisado las guías disponibles) simplemente deberá de considerarse si la incidencia no afecta al elemento, puede afectar al elemento dejando este de ejercer su funcionamiento con una probabilidad o intensidad media o si por lo contrario claramente se ve comprometida su funcionalidad.

Por ejemplo, tenemos casos en los que es fácil interpretar este índice. En el puente de las Flores, hay múltiples focos que tienen la bombilla y/o el cristal protector totalmente destruido, por lo que en este caso el índice de gravedad es el máximo.



Ilustración 31 - PT11\_IL\_087\_1

Fuente: propia

Las juntas de dilatación, por otro lado, suelen presentar índices de daño intermedios en cuanto a su envejecimiento se refiere. Si bien es verdad que hay diferencias entre algunas que están más nuevas o menos desgastadas y otras en las que ya se nota que su vida útil está cerca de terminar o necesitan reparaciones urgentes.



Ilustración 32 - PT11\_JD\_126.1 y PT07.2\_JD\_117\_1

Fuente: propia



En cuanto a otros daños como los que pueden afectar al hormigón, las coqueras (Ilustración 33 - PT04\_PI\_117\_1) por ejemplo es un daño muy generalizado en todos los puentes pero que presenta una gravedad mínima. Sin embargo, las fisuras de la Ilustración 30 - PT04\_PI\_020\_1, por ejemplo, sí que pueden considerarse que tienen un índice de gravedad 2 analizando el potencial de dichas fisuras.



*Ilustración 33 - PT04\_PI\_117\_1*

*Fuente: propia*

- Evolución: este índice es el más difícil de interpretar sin los manuales. Se ha decidido que su clasificación esté relacionada con su ubicación en el puente y si lleva asociada algún tipo de sustancia o filtraciones de agua, según si está protegido o no por otro elemento, si el origen de la incidencia es por un elemento o ambiente agresivo, como puede ser una humedad por infiltración interna, y si está cerca de una zona de acumulación de agua o en contacto directo con esta. Hay varios ejemplos del mayor índice de evolución, como las fisuras que llevan asociadas filtraciones de agua (humedades), humedades producidas en los tajamares que se encuentran a la intemperie, barandillas de piedras que están sometidas a procesos de erosión física y química muy agresivos o elementos que están muy erosionados por la acción del agua.



Ilustración 34 - PT07.2\_VA\_021\_1 y PT09\_PI\_039\_1

Fuente: propia



Ilustración 35 - PT12\_BB\_003\_1 y PT04\_NE\_249\_1

Fuente: propia

La incidencia de la izquierda de la Ilustración 35, la erosión producida en el terreno bajo el vano por una canalización ineficiente es un ejemplo más de aspectos no estructurales y externos al puente que se han registrado en las inspecciones.

Por otro lado, también debe de considerarse la velocidad a la que se considera que puede avanzar la incidencia, siendo por ejemplo bastante alta en las juntas de dilatación de los puentes más transitados o con un





## Propuesta de Plan de Inspección y Registro Digital para la Conservación de los Puentes Urbanos en el antiguo cauce del Turia de la ciudad de Valencia

tráfico más agresivo (frenadas y aceleraciones justo en la zona de las juntas). Esto, además, puede arrojar resultados interesantes si se estudian los estados de las juntas de dilatación con los aforos de tráfico como los del Anejo III: Intensidades de tráfico en los días laborales de septiembre 2021.

Como se puede apreciar, concretar los índices de daño es una tarea difícil sin los manuales. Por eso se recomienda revisar las inspecciones ya realizadas a fin de comprender que índices se le ha aplicado a cada daño. Para esta labor, la última pestaña de los Excels de inspecciones, el visualizador, es una herramienta perfecta que permite revisar la información de cada incidencia.

Una vez obtenidos todos los índices de los deterioros existentes en una estructura, se obtiene el Índice de Estado teniendo en cuenta el conjunto de los índices de deterioro que tiene la estructura y la distribución de daños de la misma, ponderando cada índice según la importancia que tenga la estructura dentro del conjunto, obteniendo una valoración de 0 a 10 (siendo 10 la peor nota en cuanto a presencia de deterioros o patologías que afecten gravemente a la seguridad de la estructura). Con esta valoración se obtendrá el plan de actuación para la estructura según la urgencia y gravedad o la necesidad de inspecciones especiales (Dirección General de Carreteras, 2012).

En el proyecto se ha optado por asignar tres valores ponderados:

- 1,2: este valor es el de los elementos más significativos desde el punto de vista estructural. Estos elementos son los vanos, las pilas, los pilonos, los estribos, los hastiales, los aparatos de apoyo y los tirantes.
- 1: este valor es el asociado a los elementos que tienen una función relacionada con la seguridad y la salud de los usuarios. Estos elementos son las juntas de dilatación, las barandillas, barreras e impostas, la eliminación, los sistemas de desagüe y la señalización.
- 0,8: este valor es el asociado al resto de elementos. Estos son los pavimentos, los accesos, las aceras, el cauce, los terraplenes y enchachados y los elementos no resistentes.

Estos incidencias, al no disponer de más información, quedan pendientes de revisión una vez obtenido el contrato de mantenimiento. Por este motivo, no se ha decidido incluir aun en el Excel de inspecciones.



En esta pestaña también hay otro elemento a destacar. El icono que se observa arriba de la columna *Zona* permite generar en la pestaña *Fot* una tabla con el código de cada imagen según la incidencia a la que corresponda. Cada foto tiene un código propio, que es el mismo de la incidencia más un guion bajo seguido del número de la foto. En general nunca se van a necesitar más de 10 fotografías por incidencia, por eso solo basta con un número. A fin de generar dicha tabla, se ha programado una macro en Excel que permite generar tantas filas de una incidencia como fotos se hayan tomado y un código propio en función de la numeración de las fotos:



Ilustración 36 - Icono macro GenerarListaFotos

Fuente: propia

```
Sub GenerarListaFotos()  
Dim ultFilaOrig, ultFilaDest, i, j, k As Long  
Dim cod, path As String  
Dim numFotos As Integer  
  
ultFilaOrig = Cells(Rows.Count, 4).End(xlUp).Row 'Coge la columna 4 como referencia  
k = 4 'Fila inicial primera fila 'Fotos'  
path = Application.ActiveWorkbook.path 'Guarda la ruta del archivo Excel  
  
For i = 4 To ultFilaOrig  
cod = Cells(i, 3).Value  
numFotos = Cells(i, 14).Value  
If numFotos = 0 Then numFotos = 1  
  
For j = 0 To numFotos - 1  
Sheets("Med").Cells(k + j, 2).Value = cod  
Sheets("Med").Cells(k + j, 3).Value = j + 1  
Sheets("Med").Cells(k + j, 4).Value = cod & "-" & j + 1  
Sheets("Med").Cells(k + j, 8).Value = cod & "-" & j + 1 & ".jpg"  
Worksheets("Med").Hyperlinks.Add Anchor:=Worksheets("Med").Cells(k + j, 8), Address:=path & "\fotos\" & cod & "-" & j + 1 & ".jpg"  
Next j  
  
k = k + j + 1  
Next i  
End Sub
```

Ilustración 37 - Macro GenerarListaFotos

Fuente: propia

Mas adelante se mostrará parte de la tabla generada

- **ComplementoIncidencias:** en esta pestaña se reúne toda la información complementaria sobre zonas, daños, elementos, códigos de elementos, índices de daños, valores de accesibilidad... que permiten automatizar la información de determinadas columnas de la pestaña de *Incidencias*. Para automatizar dicha información se ha recurrido al administrados de nombres, que permite crear grupos asociados a determinado dato, como las incidencias relacionadas a un elemento determinado.

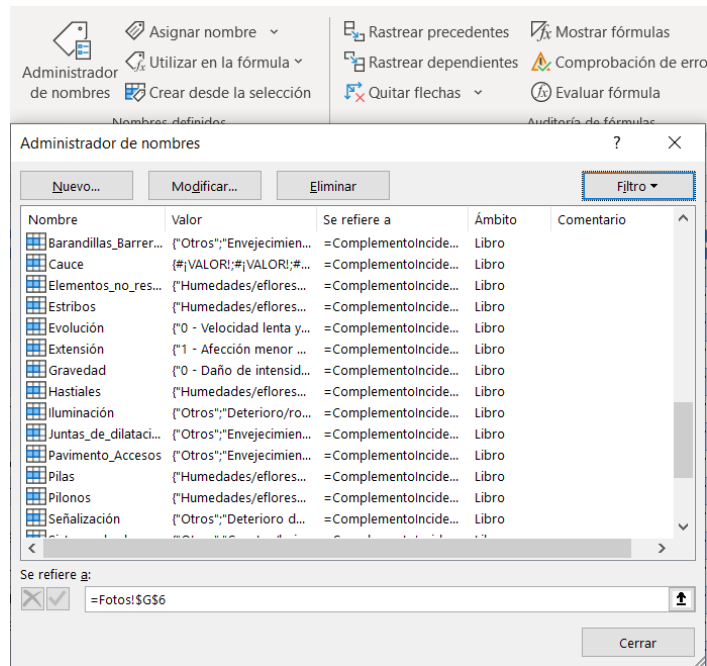


Ilustración 38 - Administrador de nombres

Fuente: propia

- *Fot*: en esta pestaña se genera la tabla con el código de cada imagen asociado a una incidencia. Cada grupo de fotografías queda separado por un espacio en blanco a fin de amenizar la visualización de todos los datos:

Código	Nº	ID Foto	Fotografía
PT08_ES_001	1	PT08_ES_001_1	<a href="#">PT08 ES 001 1.jpg</a>
PT08_ES_001	2	PT08_ES_001_2	<a href="#">PT08 ES 001 2.jpg</a>
PT08_ES_001	3	PT08_ES_001_3	<a href="#">PT08 ES 001 3.jpg</a>
PT08_ES_001	4	PT08_ES_001_4	<a href="#">PT08 ES 001 4.jpg</a>
PT08_ES_002	1	PT08_ES_002_1	<a href="#">PT08 ES 002 1.jpg</a>
PT08_ES_002	2	PT08_ES_002_2	<a href="#">PT08 ES 002 2.jpg</a>
PT08_ES_003	1	PT08_ES_003_1	<a href="#">PT08 ES 003 1.jpg</a>
PT08_VA_004	1	PT08_VA_004_1	<a href="#">PT08 VA 004 1.jpg</a>
PT08_VA_004	2	PT08_VA_004_2	<a href="#">PT08 VA 004 2.jpg</a>
PT08_VA_004	3	PT08_VA_004_3	<a href="#">PT08 VA 004 3.jpg</a>
PT08_VA_005	1	PT08_VA_005_1	<a href="#">PT08 VA 005 1.jpg</a>
PT08_VA_005	2	PT08_VA_005_2	<a href="#">PT08 VA 005 2.jpg</a>
PT08_VA_006	1	PT08_VA_006_1	<a href="#">PT08 VA 006 1.jpg</a>
PT08_VA_006	2	PT08_VA_006_2	<a href="#">PT08 VA 006 2.jpg</a>
PT08_VA_007	1	PT08_VA_007_1	<a href="#">PT08 VA 007 1.jpg</a>
PT08_VA_007	2	PT08_VA_007_2	<a href="#">PT08 VA 007 2.jpg</a>
PT08_VA_008	1	PT08_VA_008_1	<a href="#">PT08 VA 008 1.jpg</a>
PT08_VA_008	2	PT08_VA_008_2	<a href="#">PT08 VA 008 2.jpg</a>
PT08_VA_009	1	PT08_VA_009_1	<a href="#">PT08 VA 009 1.jpg</a>
PT08_VA_009	2	PT08_VA_009_2	<a href="#">PT08 VA 009 2.jpg</a>
PT08_VA_009	3	PT08_VA_009_3	<a href="#">PT08 VA 009 3.jpg</a>
PT08_VA_009	4	PT08_VA_009_4	<a href="#">PT08 VA 009 4.jpg</a>
PT08_VA_009	5	PT08_VA_009_5	<a href="#">PT08 VA 009 5.jpg</a>
PT08_ES_010	1	PT08_ES_010_1	<a href="#">PT08 ES 010 1.jpg</a>
PT08_ES_010	2	PT08_ES_010_2	<a href="#">PT08 ES 010 2.jpg</a>
PT08_PI_011	1	PT08_PI_011_1	<a href="#">PT08 PI 011 1.jpg</a>

Ilustración 39 - Ejemplo pestaña Fot del puente de la Trinidad

Fuente: propia

- *Fotos*: la última pestaña es la que permite una visualización de la imagen correspondiente a cada incidencia detectada. Es una pestaña que permite mostrar a cualquier persona los resultados de la inspección de manera sencilla. Se compone de una lista igual que la de la pestaña precedente con el listado de las incidencias, el código de las fotos correspondientes a cada una y el mismo código con la extensión jpg.

Para visualizar la imagen solo hace falta clicar en la ultima columna, la que contiene la extensión .jpg y aparecerá en el recuadro la imagen asociada al daño seleccionado.

**Inventario de patologías** Archivo fotográfico



**Puente**  
**Elemento**  
**Tipo de patología**  
**Accesibilidad**  
**Descripción**  
  
**Observaciones**

**Pont de l'Assut de l'Or**  
**PO01**  
**Corrosión de elementos/soldaduras**  
**Baja**  
 Corrosion cara oeste



PT17\_PO\_001\_1.jpg

Código	Medición	ID	Fotografía
PT17_PO_001	1	PT17_PO_001_1	<a href="#">PT17_PO_001_1.jpg</a>
PT17_PO_001	2	PT17_PO_001_2	<a href="#">PT17_PO_001_2.jpg</a>
PT17_PO_001	3	PT17_PO_001_3	<a href="#">PT17_PO_001_3.jpg</a>
PT17_PO_001	4	PT17_PO_001_4	<a href="#">PT17_PO_001_4.jpg</a>
PT17_PO_002	1	PT17_PO_002_1	<a href="#">PT17_PO_002_1.jpg</a>
PT17_PO_002	2	PT17_PO_002_2	<a href="#">PT17_PO_002_2.jpg</a>
PT17_JD_003	1	PT17_JD_003_1	<a href="#">PT17_JD_003_1.jpg</a>
PT17_JD_003	2	PT17_JD_003_2	<a href="#">PT17_JD_003_2.jpg</a>
PT17_NE_004	1	PT17_NE_004_1	<a href="#">PT17_NE_004_1.jpg</a>
PT17_NE_004	2	PT17_NE_004_2	<a href="#">PT17_NE_004_2.jpg</a>
PT17_AC_005	1	PT17_AC_005_1	<a href="#">PT17_AC_005_1.jpg</a>
PT17_AC_005	2	PT17_AC_005_2	<a href="#">PT17_AC_005_2.jpg</a>
PT17_BB_006	1	PT17_BB_006_1	<a href="#">PT17_BB_006_1.jpg</a>
PT17_BB_006	2	PT17_BB_006_2	<a href="#">PT17_BB_006_2.jpg</a>
PT17_BB_006	3	PT17_BB_006_3	<a href="#">PT17_BB_006_3.jpg</a>
PT17_BB_006	4	PT17_BB_006_4	<a href="#">PT17_BB_006_4.jpg</a>
PT17_BB_006	5	PT17_BB_006_5	<a href="#">PT17_BB_006_5.jpg</a>
PT17_NE_007	1	PT17_NE_007_1	<a href="#">PT17_NE_007_1.jpg</a>
PT17_NE_007	2	PT17_NE_007_2	<a href="#">PT17_NE_007_2.jpg</a>
PT17_NE_007	3	PT17_NE_007_3	<a href="#">PT17_NE_007_3.jpg</a>
PT17_NE_007	4	PT17_NE_007_4	<a href="#">PT17_NE_007_4.jpg</a>
PT17_NE_007	5	PT17_NE_007_5	<a href="#">PT17_NE_007_5.jpg</a>
PT17_BB_008	1	PT17_BB_008_1	<a href="#">PT17_BB_008_1.jpg</a>
PT17_BB_008	2	PT17_BB_008_2	<a href="#">PT17_BB_008_2.jpg</a>
PT17_BB_008	3	PT17_BB_008_3	<a href="#">PT17_BB_008_3.jpg</a>
PT17_BB_009	1	PT17_BB_009_1	<a href="#">PT17_BB_009_1.jpg</a>
PT17_PO_010	1	PT17_PO_010_1	<a href="#">PT17_PO_010_1.jpg</a>
PT17_PO_010	2	PT17_PO_010_2	<a href="#">PT17_PO_010_2.jpg</a>
PT17_TI_011	1	PT17_TI_011_1	<a href="#">PT17_TI_011_1.jpg</a>
PT17_TI_011	2	PT17_TI_011_2	<a href="#">PT17_TI_011_2.jpg</a>

Ilustración 40 - Ejemplo pestaña fotos puente de l'Assut de l'Or

Fuente: propia

Esta pestaña actúa mediante varias macros programadas en el fichero Excel y que funcionan con una serie de condicionantes. En primer lugar, el Excel debe de encontrarse en una carpeta que contenga dicho fichero y otra carpeta con el nombre *Img*. Esta carpeta debe de contener todas las imágenes realizadas en la inspección además de dos más: una con el nombre *Na*, que es la imagen que la macro devuelve en caso de error y otra con el código del puente para que se muestre en la parte superior izquierda del Excel.

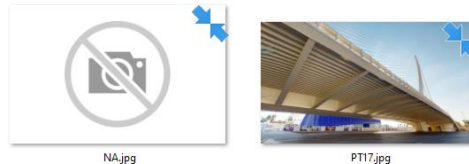


Ilustración 41 - Imágenes complementarias del puente PT17

Fuente: propia

El código de la macro es el siguiente:

```

Hoja6 - 1

Private Sub Image1_BeforeDragOver(ByVal Cancel As MSForms.ReturnBoolean, ByVal Data As MSForms.DataObject, ByVal X As Single, ByVal Y As Single, ByVal DragState As MSForms.fmDragState, ByVal Effect As MSForms.ReturnEffect, ByVal Shift As Integer)

End Sub

Private Sub Image2_BeforeDragOver(ByVal Cancel As MSForms.ReturnBoolean, ByVal Data As MSForms.DataObject, ByVal X As Single, ByVal Y As Single, ByVal DragState As MSForms.fmDragState, ByVal Effect As MSForms.ReturnEffect, ByVal Shift As Integer)

End Sub

Private Sub Worksheet_SelectionChange(ByVal Target As Range)

    Dim Puente, Elemento, TipoPatologia, Cantidad, Unidad As String
    Dim activeRow As Long

    activeRow = ActiveCell.Row
    Cantidad = Cells(activeRow, 5).Value
    Unidad = Cells(activeRow, 6).Value

    On Error GoTo control1 'En caso de que no se encuentre la foto de la patologia
    If Not Intersect(Target, Range("_Fotos")) Is Nothing Then

        If Target <> "" Then
            rutaPt = ActiveWorkbook.path & "\img\" & Left(Target, 4) & ".jpg" 'ruta de acceso a foto del puente
            rutaPAT = ActiveWorkbook.path & "\img\" & Target 'ruta de acceso a la foto de la patologia
            Patologia = Left(Target, 11) & "~*" 'toma los primeros 10 caracteres del nombre de la foto
            Image1.Picture = LoadPicture(rutaPAT)
            On Error GoTo control2 'En caso de que no se encuentre la foto del puente
            Image2.Picture = LoadPicture(rutaPt)
            On Error Resume Next
            Range("_Codigo") = Target

        Else

            Range("_Codigo") = ""
            rutaPAT = ActiveWorkbook.path & "\img\NA.jpg"
            rutaPt = ActiveWorkbook.path & "\img\NA.jpg"
            Image1.Picture = LoadPicture(rutaPAT)
            Image2.Picture = LoadPicture(rutaPt)

        End If

    End If

Exit Sub

control1:
rutaPAT = ActiveWorkbook.path & "\img\NA.jpg"
Image1.Picture = LoadPicture(rutaPAT)
Range("_Codigo") = ""
Resume Next
Exit Sub

control2:
rutaPt = ActiveWorkbook.path & "\img\NA.jpg"
Image2.Picture = LoadPicture(rutaPt)
Range("_Codigo") = ""
Resume Next
Exit Sub

End Sub

```

Ilustración 42 - Código macro pestaña Fotos





## Propuesta de Plan de Inspección y Registro Digital para la Conservación de los Puentes Urbanos en el antiguo cauce del Turia de la ciudad de Valencia

*Fuente: propia*

Dicho código permite básicamente buscar en la carpeta *Img* el archivo .jpg que tenga el mismo nombre que el seleccionado en la columna más a la derecha y lo muestra en el recuadro de la derecha. Además, en la parte superior del Excel se ha programado una serie de comandos que permiten buscar la información asociada al daño que se observa en la imagen.

60

Todas estas pestañas conforman el Excel que permite realizar las inspecciones de los puentes y a su vez visualizar de incidencias.

### 3.4. Metodología de inspecciones

Como indica el título de este trabajo, uno de los objetivos de este proyecto es la creación de una metodología de inspección. Dicha metodología ha tomado como referencia la existente para los puentes de la red de carreteras del estado. Por una parte, ya se ha hablado de la población o tramo de estudio, es decir, de los puentes que se van a evaluar y por qué de su elección. Ahora, se va a explicar el proceso en 3 fases que acompaña a la inspección de cada uno de ellos.

#### 3.4.1. Trabajo previo a la inspección

El trabajo previo comienza con el inventario del puente. Ya se ha explicado que el inventario completo queda fuera del objeto de este trabajo. La información que contiene un inventario son la situación, la tipología, las características geométricas, los materiales empleados en el puente... Según la guía del Ministerio de Fomento, el esquema del inventario se divide en dos partes:

- Una ficha con información general y la localización del puente.
- Una serie de fichas en las que se describen los diferentes elementos de la estructura en detalle.

La ficha de datos generales recoge, además del código de la estructura e información complementaria para su calificación (coordenadas U.T.M., el municipio...), la tipología estructural y se incluyen también características geométricas, datos de inventario, imágenes, información de elementos de la obra de paso, etc (Dirección General de Carreteras, 2009). De los dos puntos anteriores, el primero es el que se ha decidido incluir de momento en la primera pestaña del documento Excel que permite realizar la inspección.





## Propuesta de Plan de Inspección y Registro Digital para la Conservación de los Puentes Urbanos en el antiguo cauce del Turia de la ciudad de Valencia

Por su parte, las fichas descriptivas de los diferentes elementos del puente son las siguientes: fichas de vanos, fichas de estribos, ficha de juntas, ficha de tirantes y ficha de elementos no estructurales (Dirección General de Carreteras, 2009). Esta segunda parte es la que ha quedado fuera del trabajo y que se debe completar si se consigue el contrato por parte de TORRESCAMRA.

Como se ha expuesto en apartados anteriores, el Excel que se usa para las inspecciones cuenta con una primera pestaña donde se hace un inventario general. El inspector debe de realizar un trabajo previo rellenando la ficha de *DatosGenerales*. En esta ficha se seleccionará el puente, el cual ya lleva asociada sus coordenadas de manera automática. Además, se estudiará la tipología estructural, así como sus características para rellenar los apartados de tipología y geometría en esta pestaña. Esta labor previa permitirá luego interpretar correctamente las incidencias que se puedan detectar en el puente en función de los materiales que lo componen y de su tipología estructural.

A continuación, se muestra el ejemplo del punto 1. *Resumen de datos de la estructura* la pestaña *DatosGenerales* rellenada para la inspección del puente de las Flores del 12 de enero de 2022:

FICHA DE DATOS GENERALES									
1. Resumen de datos de la estructura									
Fecha inventario	12 de enero de 2022			Obra de paso	Puente de las Flores			Código	11
1.1. Situación									
Provincia	Municipio	Altitud	Latitud	Código	Tipo	Puente			
Valencia	Valencia	39°28'16.0"N	0°21'51.6"W	11	PT	Puente de las Flores			
1.2. Tipología									
Luz	Clase de estructura								
>3	Puente de grandes dimensiones								
Modificaciones	<input type="checkbox"/> Ensanches <input type="checkbox"/> Ampliaciones								
	Elemento	Tipología	Obra original	Ensanche/ampliación					
	Tablero sobre pilas/estribos	Original	Si	No					
	Arco		-	-					
	Bóveda		-	-					
	Marco-Tubo		-	-					
	Atirantado		-	-					
	Colgante		-	-					
1.3. Geometría									
Número de vanos	Longitud total	Anchura media plataforma							
8	150	25,5							
1.4. Observaciones									

Ilustración 43 - Resumen de datos de la estructura de la inspección IPP\_11\_2022.01.12

Fuente: propia

El estudio previo de la obra deberá ir acompañado también de una identificación de los distintos elementos del puente, de forma que se conozca ya el código de cada uno antes de la inspección. La forma de codificar cada elemento se ha estudiado ya en apartados anteriores.



Una vez rellenada esta pestaña se podrá realizar una copia del fichero Excel en una tablet y proceder a la inspección.

### 3.4.2. Inspección

En este apartado se va a describir la metodología a seguir por el inspector, tanto a la hora de rellenar la ficha de Excel como de analizar visualmente las incidencias del puente. Ya se había escrito en apartados anteriores la diferencia entre una inspección básica y las inspecciones principales y especiales y cómo se han adaptado a la fase previa en la que se enmarca este proyecto. Si bien la inspección especial es sobre un elemento determinado y por lo tanto no tiene una metodología general que se pueda describir, las inspecciones principales y básicas si seguirán una metodología común. Esta metodología es la misma que propone la guía de inspecciones principales:

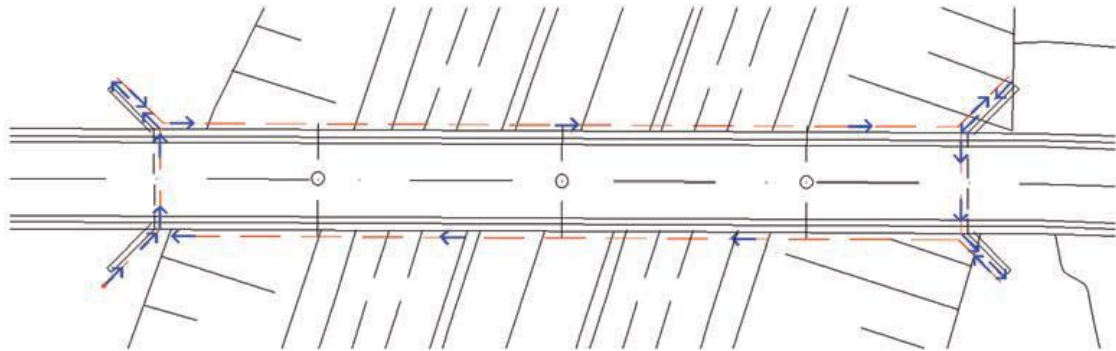


Ilustración 44 - Inspección perimetral exterior

Fuente: (Dirección General de Carreteras, 2012)

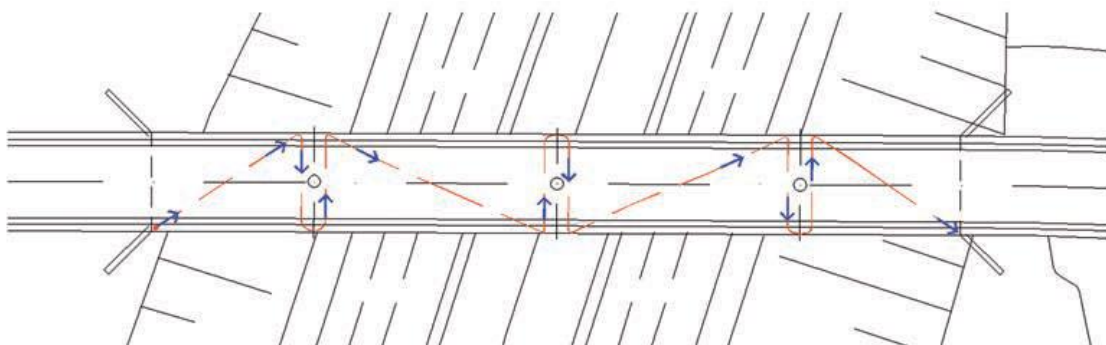
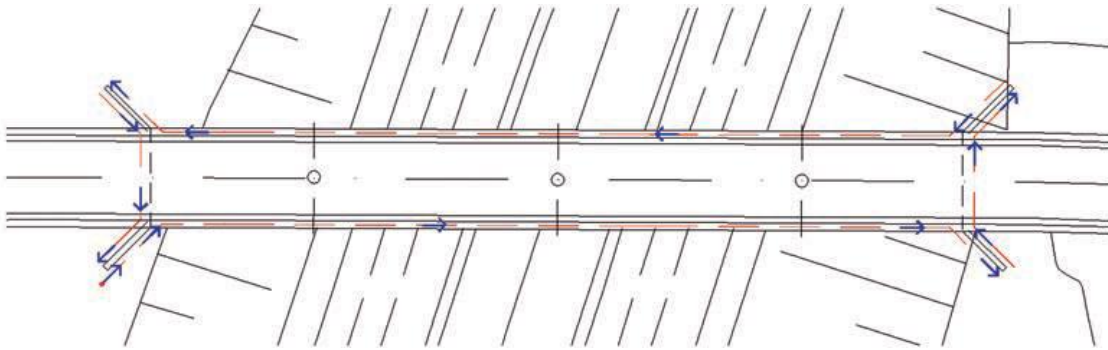


Ilustración 45 - Inspección en "zig-zag" inferior

Fuente: (Dirección General de Carreteras, 2012)



*Ilustración 46 - Inspección perimetral superior*

*Fuente: (Dirección General de Carreteras, 2012)*

Como se observa en las ilustraciones anteriores, el primer paso es realizar una inspección perimetral inferior. Esto permitirá, como ya se ha descrito anteriormente, detectar posibles incidencias que se repitan en todos los elementos. Tenemos el ejemplo del puente de las Flores, cuya imposta lateral presentaba una serie de coqueras humedades y fisuras en todos los vanos.

El segundo paso es la inspección en “zig-zag” inferior. En este paso se analiza toda la parte estructural y no estructural inferior de los puentes. Finalmente, se realiza la inspección perimetral superior. Esta inspección no tiene por qué ser como en la ilustración, puesto que puede ser que los carriles de paso peatonales pueden no encontrarse en el perímetro. Un ejemplo lo tenemos en el puente de l’Assut de l’Or, el cual tiene la calzada peatonal situada en el centro del tablero. Por ello esta inspección perimetral se refiere a la zona accesible peatonalmente.

A lo largo de estos tres recorridos, el inspector deberá de reseñar todas las incidencias detectadas con un grado de descripción equivalente al del tipo de inspección realizada y realizar fotografías utilizando una cámara fotográfica, un móvil o la propia Tablet.

Sin embargo, hay que tener en cuenta una limitación muy importante con relación al tipo de sistema de toma de datos planteado. Como las fotos tomadas por el inspector no se registran con el código propio, es decir, con nombre correspondiente al de la incidencia más el número de foto cómo se explicó en apartados anteriores, se debe de seguir un orden minucioso en la toma de fotos y el registro de incidencias. Esta limitación no permite tomar fotos de una incidencia anterior una vez ya se hayan reseñado otras incidencias posteriores, es decir, se tendrán que tomar todas las fotos correspondientes a una incidencia en el mismo momento en el que se registren en el Excel, ya que sino el trabajo posterior de cambio de nombres de los archivos .jpg se debería de realizar a mano una a una y no mediante un proceso automatizado, lo cual supondría un tiempo de trabajo inasumible.



## Propuesta de Plan de Inspección y Registro Digital para la Conservación de los Puentes Urbanos en el antiguo cauce del Turia de la ciudad de Valencia

Si volvemos el apartado 3.1, podemos entender ahora que esta era la mayor limitación que presentaba el Excel y la ventaja que habría tenido una aplicación Power Apps. Con una aplicación se podría haber automatizado el cambio de nombre de las imágenes a la vez que se registraba la incidencia, incluso se podría haber programado la posibilidad de adjuntar fotos una vez registrada la incidencia. Sin embargo, como ya se comentó en este apartado, de una aplicación suponía un tiempo y una serie de conocimientos inabordables por parte del alumno.

64

Esta limitación condiciona fuertemente la operativa de los inspectores que apliquen esta metodología y el sistema de fichas Excel desarrollado. Es uno de los puntos que más se deben de respetar a la hora de realizar las inspecciones.

### 3.4.3. Trabajo posterior a la inspección

Esta última fase permitirá completar el fichero Excel de forma que la pestaña fotos sirva de visualizador de las incidencias detectadas a lo largo de la inspección. Además, se podrá revisar de esta forma la descripción, observaciones y los índices registrados (en el caso de una inspección principal) en cada incidencia.

Este trabajo comienza con la revisión del número de fotografías tomadas y el recuento de fotos en el Excel. Si se ha seguido correctamente la metodología explicada en el apartado anterior ambos datos deben de coincidir. En el caso de que no sea así, se deberá de revisar toda la inspección buscando los errores de imágenes o de registro. Si ambos datos coinciden, se procederá al cambio de nombre de los archivos .jpg capturados.

El proceso de cambio de nombre se inicia con la herramienta EXCELEINFO. Es una aplicación de acceso abierto con una base de funciones y macros muy variada. Una de ellas es la de crear una lista con el nombre y la ubicación de una serie de archivos. Utilizando esta herramienta de descarga gratuita en la página web de su creador, se crea una lista con el nombre de todas las fotografías y su ubicación en el ordenador. Posteriormente se utilizará la macro de la pestaña *Incidencias*, que nos permite generar una lista con el código que debería de tener cada fotografía asociada a una incidencia. La columna que contiene el nombre y la extensión del archivo .jpg se copiará al Excel generado con la lista del nombre de cada fotografía tomada. Posteriormente se creará una nueva columna con la nueva ubicación del archivo y el nuevo nombre. Una vez se tienen estas cuatro columnas (nombre original, ubicación original con el nombre original, un nuevo nombre y nueva ubicación con el nombre nuevo) se ejecutará la siguiente macro, facilitado también por EXCELEINFO:





```
Sub CambiarNombre()  
'Antes de correr la macro, elije las celdas que tengan la ruta  
'del nombre actual, es decir a partir de A2  
Dim NombreNuevo As String  
Dim NombreAnterior As String  
'Si no encuentra algún archivo, continuará con el siguiente  
On Error Resume Next  
For Each Celda In Selection  
    NombreAnterior = Celda.Value  
'El dato del nombre nuevo será la columna D, especificado con 3  
    NombreNuevo = Celda.Offset(0, 3).Value  
    Name NombreAnterior As NombreNuevo  
Next Celda  
On Error GoTo 0  
End Sub
```

Ilustración 47 - Macro CambiarNombre

Fuente: EXCELEINFO

Esta macro simplemente renombra las fotos tomadas por el inspector con el código correspondiente a cada una.

Una vez se tiene la carpeta *Img* con las fotos correctamente nombradas y los dos archivos complementarios (*NA.jpg* y la imagen del puente con el código). Se debe copiar la tabla de la pestaña *Fot* a la pestaña *Fotos* sin espacios entre filas. Si todo el proceso se ha realizado correctamente, la pestaña *Fotos* no presentara errores y se podrán visualizar las fotos de cada incidencia.

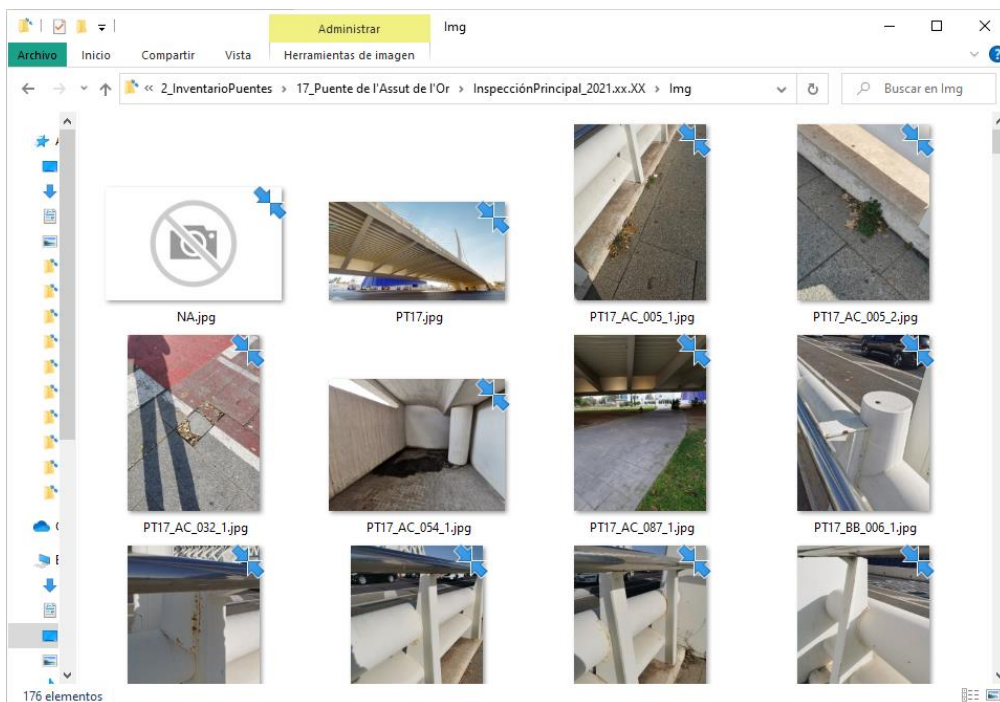


Ilustración 48 - Ejemplo carpeta *Img* del PT17

Fuente: propia



Estos tres pasos son los que conforman todo el proceso de inspección de los puentes urbanos y visualización directa de resultados.

#### 3.4.4. Matterport

Otro de los objetivos de TORRESCÁMARA en el marco de este proyecto era el de investigar nuevas posibilidades en la utilización de herramientas ya adquiridas por algún departamento, como Matterport, disponible en Topografía.

El uso de Matterport permite tomar datos para crear un modelo digital del entorno físico, teniendo la certeza; esto nos permite realizar numerosas actividades sin tener que desplazarnos a campo, ya que en el modelo se pueden consultar datos, tanto visuales como métricos.

A continuación, se va a describir la toma de datos y el aparato con el que se realiza, la metodología de trabajo empleada de forma general y en particular para el proyecto presente y la gestión de datos y modelos.

##### 3.4.4.1. Toma de datos

La toma de datos se realizará con la cámara Matterport Pro 2. Ésta utiliza un sistema de capturas y escaneos 3D de la más alta calidad con fotografías 4K ilimitadas, para crear de cualquier espacio un gemelo digital, preciso e inmersivo que puede ser compartido, medido y personalizado por los componentes del equipo de trabajo.



Ilustración 49 - Cámara Matterport Pro 2

Fuente: propia

En la parte frontal de la cámara se pueden ver las distintas lentes de captura de datos y en la parte trasera están los botones de encendido y carga de la cámara. Dispone de dos displays: en el superior aparece el símbolo universal de Wifi, de forma que en función de si está encendido o no conozcamos el estado de la conexión; y en el inferior el estado de la cámara, (calentado de la cámara, nivel de batería, conexión con la Tablet...).

### 3.4.4.2. Metodología de trabajo

El equipo de trabajo consiste en la cámara Pro 2 y de un iPad u otro tipo de tablet para el control de ésta.

El primer paso consiste en montar la cámara sobre el trípode, encenderla y esperar las indicaciones de esta para conectar la tablet. Para ello se va a "ajustes", "wifi", y se selecciona la red wifi de la cámara .

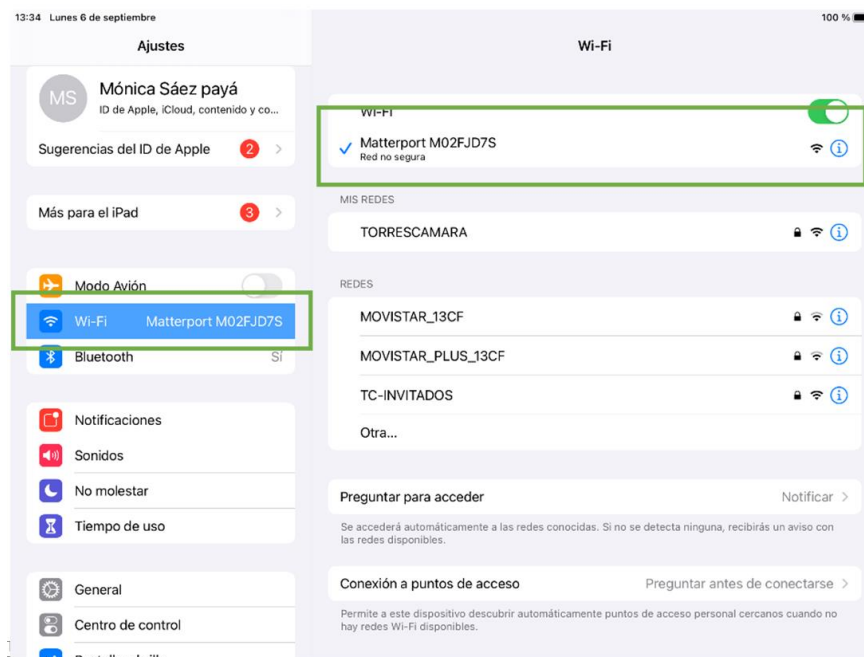


Ilustración 50 - Selección de red wifi

Fuente: propia

Una vez esta conectado para la toma de datos se accede por la aplicación "matterport Capturar". Dentro de la aplicación se debe clicar en iniciar/crear proyecto. En la pantalla de diálogo se rellenan los datos del nuevo espacio de trabajo. Dentro de este espacio de trabajo es donde se ubicarán todos los proyectos asociados a un mismo tema. En el caso de este TFM, los distintos proyectos generados son los asociados a la parte inferior y superior del puente en general, ya que el número de puntos



## Propuesta de Plan de Inspección y Registro Digital para la Conservación de los Puentes Urbanos en el antiguo cauce del Turia de la ciudad de Valencia

necesarios para cada uno requería de modelos distintos (salvo alguna excepción donde se ha podido generar el modelo entero en un solo proyecto).

Una vez creado el espacio de trabajo se puede comenzar con el nuevo modelo. Para generar el modelo se deberá registrar una serie de puntos separados no más de 2 o 3 m a fin de que se garantice su continuidad en el modelo. En el caso de los puentes se ha observado que la mejor forma es realizar desplazamientos en una dirección principal por tandas. una vez terminado el escaneo se puede subir a la plataforma online de forma que sea la propia empresa quien procese los datos y genere el modelo digital.

### 3.4.4.3. Gestión de datos y modelos

Una vez generados, los modelos se pueden consultar en el sitio web de Matterport. En dicho espacio se podrán organizar los modelos por carpetas de trabajo y editar y compartir dichos proyectos.

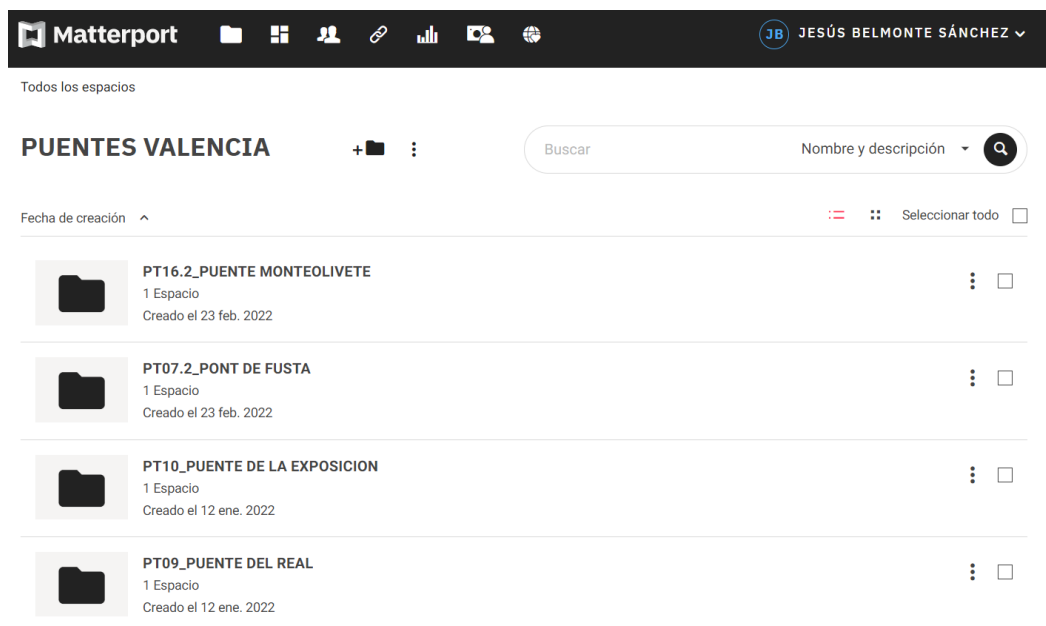


Ilustración 51 - Espacio de trabajo Puentes de Valencia

Fuente: TORRESCÁMARA



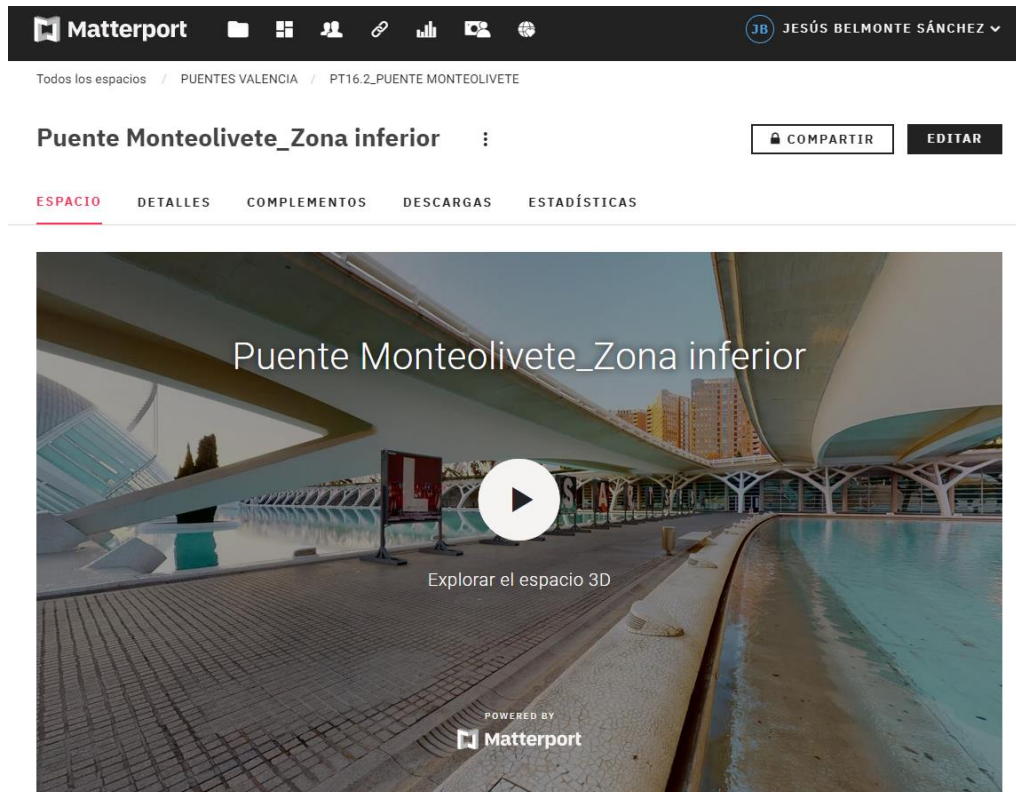


Ilustración 52 - Ejemplo espacio proyecto PT16.2

Fuente: TORRESCÁMARA

Dentro del modelo se puede circular por él a modo de vista 3 D tomar fotos adicionales descargar vídeos añadir etiquetas añadir mattertags para enriquecer el modelo con fotos vídeos documentos y otros recursos y se pueden tomar medidas de cualquier elemento.

En la siguiente ilustración se observa el espacio de trabajo del modelo *PT16.2\_Zona Inferior* con varios puntos de distintos colores. estos círculos son los mattertags y se utilizan para introducir las incidencias en el modelo. Cada uno de ellos contiene como título el código de la incidencia y como descripción el tipo de daño detectado.



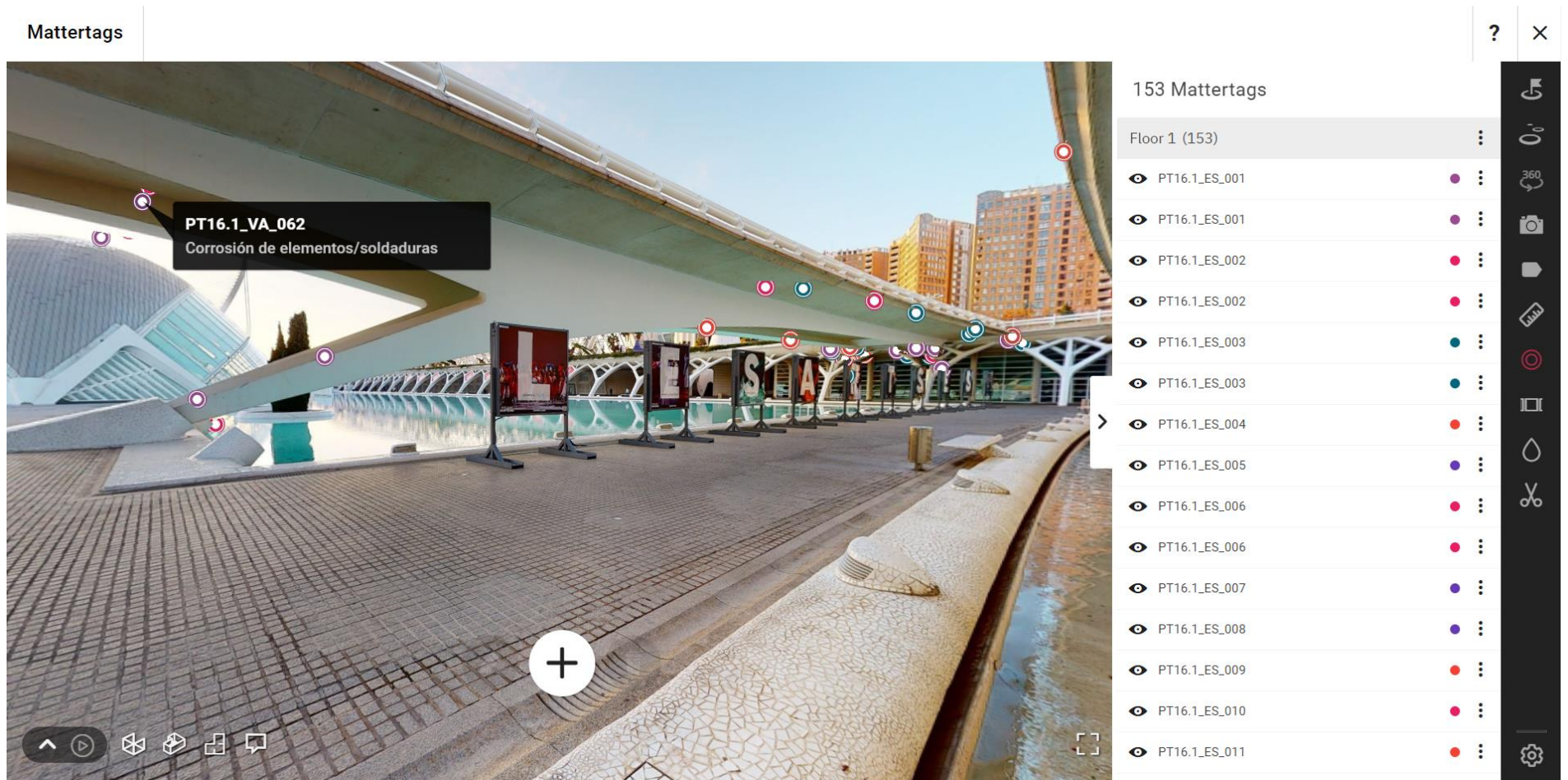


Ilustración 53 - Ejemplo espacio trabajo PT16.2\_Zona Inferior

Fuente: TORRESCÁMARA



#### 3.4.4.4. Aplicación de esta herramienta al proyecto

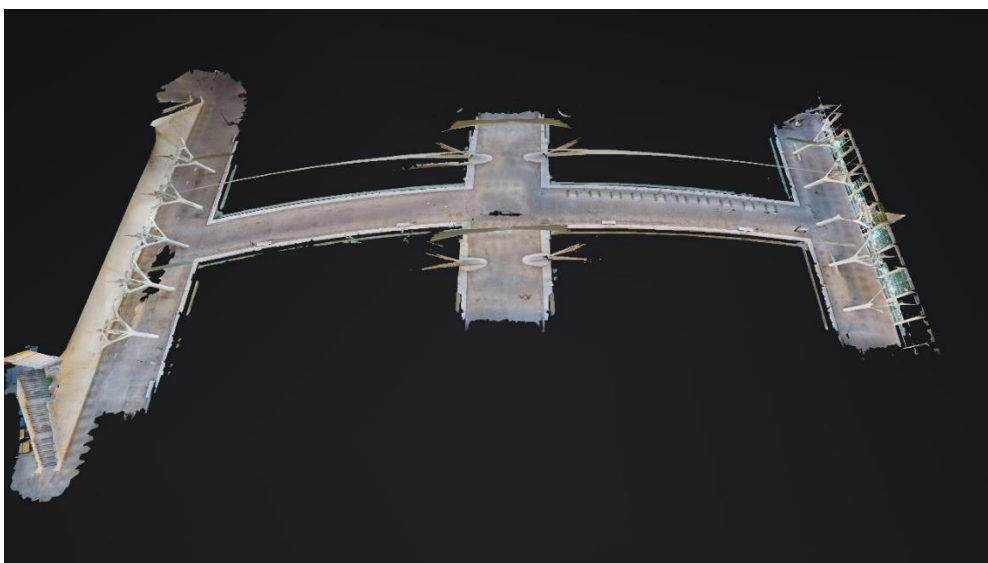
El interés de realizar este levantamiento 3 D en este proyecto, es obtener una nube de puntos sobre un modelo de las incidencias de forma que visualmente se puedan identificar qué elementos requieren una intervención más temprana; el crear una herramienta visual atractiva en la que se puedan ubicar todas las incidencias detectadas y permitir la toma de datos en forma de medidas con una exactitud de centímetros sobre el propio modelo, por ejemplo, medir la extensión de una fisura longitudinal en una pila para así posteriormente poder completar el índice de daños, tal como se ha expuesto en apartados anteriores. Este último apartado es muy interesante de cara a completar en un futuro las inspecciones principales y sus índices de daños, una vez se disponga de los manuales específicos de la Rede de Carreteras del Estado.

71

Para la creación de las nubes de puntos se han tenido que introducir una a una las incidencias detectadas en cada inspección de forma que se han obtenido una serie de 27 modelos en función de si requería uno o dos cada puente. Cada incidencia lleva asociada un color determinado. Dicho Código de colores se expone en el Anejo 1.

A continuación, se han expuesto una serie de imágenes de distintos modelos para visualizar el resultado. Sin embargo, el objetivo principal de estos modelos es su carácter dinámico, la capacidad de realizar paseos virtuales, lo cual se pierde en un documento como este.

Una vista en 3D del puente de Monteolivete 2 (la extensión) sin los mattertags aun puestos:



*Ilustración 54 –PT16.2\_Zona Inferior sin mattertags*

*Fuente: TORRESCÁMARA*

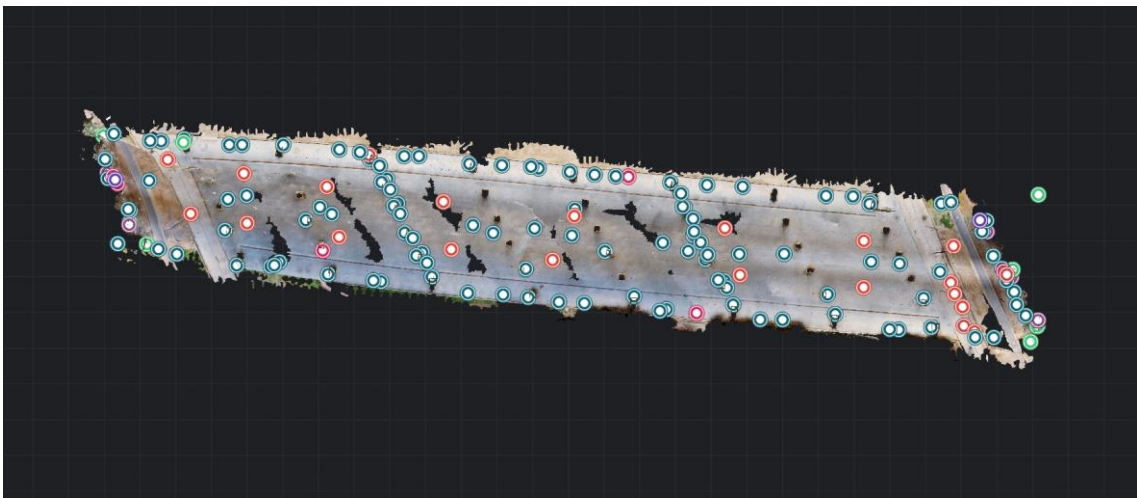
Una vista en 3D del puente de Monteolivete 2 (la extensión) con los mactertags ya puestos:



*Ilustración 55 - PT16.2\_Zona Inferior con mactertags de la inspección IPP\_16.2\_2021.12.21*

*Fuente: TORRESCÁMARA*

Una vista en planta de la parte inferior del puente del Reino con los mactertags ya puestos de la inspección IPP\_15\_2022.01.15:



*Ilustración 56 - PT15\_Zona Inferior con mactertags de la inspección IPP\_15\_2022.01.15*

*Fuente: TORRESCÁMARA*

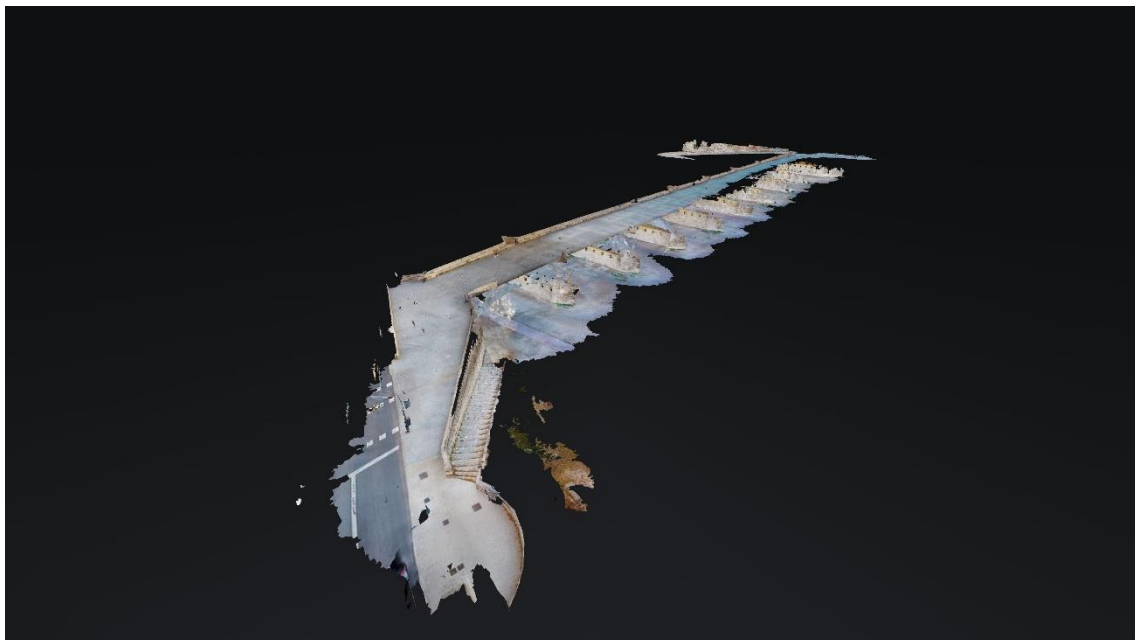
Una vista dentro a ras de suelo de la parte inferior del puente del Reino con los mactertags visibles desde dicha posición y el ejemplo de uno de ellos asociado a la incidencia PT15\_VA\_109 de la inspección IPP\_15\_2022.01.15



*Ilustración 57 - PT15\_Zona Inferior con mactertags de la inspección IPP\_15\_2022.01.15*

*Fuente: TORRESCÁMARA*

Una vista en 3D del modelo completo (único modelo) del puente de Serranos sin mactertags.

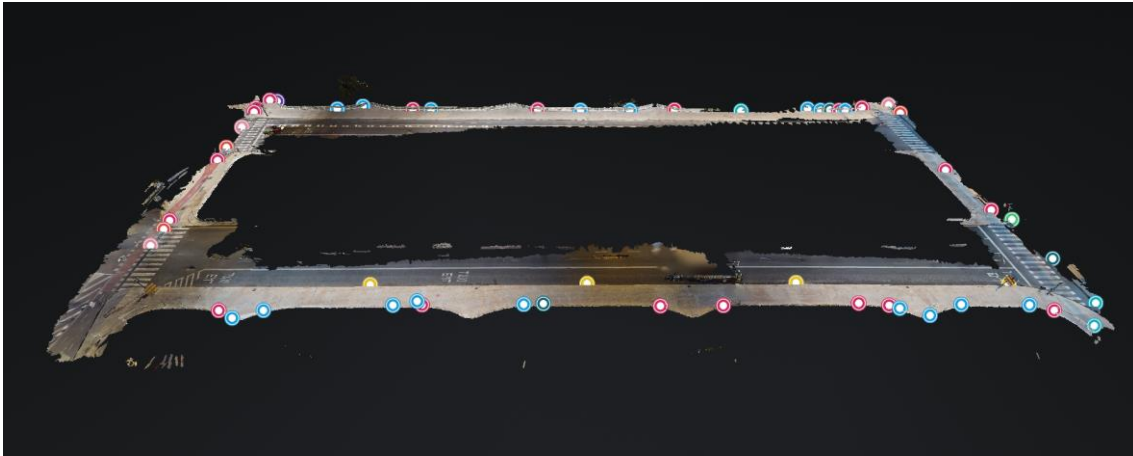


*Ilustración 58 – PT08\_Zona Inferior sin mactertags*

*Fuente: TORRESCÁMARA*



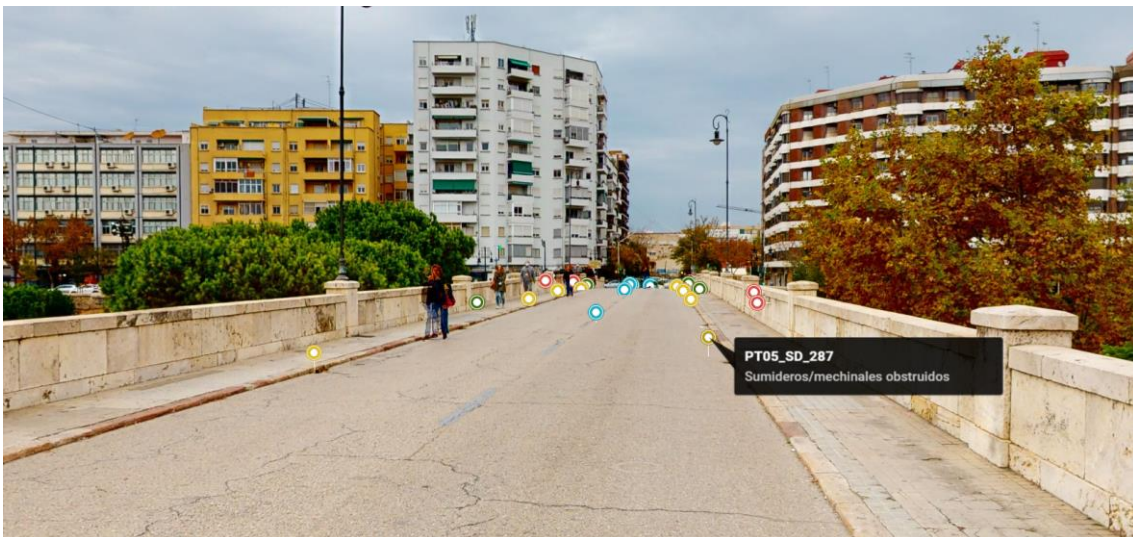
Una vista en 3D de la parte superior del puente de les Arts con los mattertags ya puestos de la inspección IPP\_14\_2021.11.08:



*Ilustración 59 - PT04\_Zona Superior con mattertags de la inspección IPP\_14\_2021.11.08*

*Fuente: TORRESCÁMARA*

Una vista dentro a ras de suelo de la parte superior del puente de San José con los mattertags visibles desde dicha posición y el ejemplo de uno de ellos asociado a la incidencia PT05\_SD\_287 de la inspección IPP\_05\_2021.10.29



*Ilustración 60 - PT05\_Zona Inferior con mattertags de la inspección IPP\_05\_2021.10.29*

*Fuente: TORRESCÁMARA*

Además, otro de los resultados obtenidos de este proceso ha sido la comprobación de la viabilidad de realizar modelos 3 D en espacios abiertos, puesto que esta herramienta está solamente desarrollada según el fabricante para espacios cerrados con una luminosidad constante. Las limitaciones que tienen son:



## Propuesta de Plan de Inspección y Registro Digital para la Conservación de los Puentes Urbanos en el antiguo cauce del Turia de la ciudad de Valencia

- Dificultades de continuidad en el modelo.
- Elementos móviles que pueden afectar a la visualización.
- Tiempo de trabajo muy elevado para la creación del modelo.
- Horas del día y condiciones climáticas específicas para evitar problemas de sombrar y cambios de luz.
- Imposibilidad de trabajar con la luz incidiendo directamente sobre la cámara.
- Necesidad de sombra continua sobre la cámara.

75

Todas estas limitaciones hacen que se tenga que programar muy concienzudamente los periodos en los que se puede realizar el levantamiento 3D. Sin embargo, si se consiguen controlar estos condicionantes, se ha demostrado que es posible la creación de modelos al exterior y en grandes espacios abiertos.

Si bien el objetivo era tener todos los puentes modelados en 3D y con sus incidencias antes de la entrega del trabajo, debido a la carga de trabajo de la empresa TORRESCÁMARA y la total dependencia de la cámara Matterport no se han podido completar todos los modelos a tiempo. A continuación, se expone una tabla con los modelos existentes y su enlace web para poder navegar por el:

Tabla 4 - Tabla enlaces Matterport

Puente	Abreviatura	Enlace	Descripción
Puente del 9 de Octubre	PT01	<a href="https://my.matterport.com/show/?m=DhTT1h3w2mF">https://my.matterport.com/show/?m=DhTT1h3w2mF</a>	Zona superior
Puente del 9 de Octubre	PT01	<a href="https://my.matterport.com/show/?m=rNNdpgHdM8d">https://my.matterport.com/show/?m=rNNdpgHdM8d</a>	Zona este
Puente del 9 de Octubre	PT01	<a href="https://my.matterport.com/show/?m=F6uKBXfkTUh">https://my.matterport.com/show/?m=F6uKBXfkTUh</a>	Zona oeste
Puente de Campanar	PT02	<a href="https://my.matterport.com/show/?m=LMDjAVJcf9V">https://my.matterport.com/show/?m=LMDjAVJcf9V</a>	Puente entero
Puente de Ademuz	PT03	<a href="https://my.matterport.com/show/?m=txDrqBiD5Eg">https://my.matterport.com/show/?m=txDrqBiD5Eg</a>	Zona sur
Puente de Ademuz	PT03	<a href="https://my.matterport.com/show/?m=f4iK5A2mTHm">https://my.matterport.com/show/?m=f4iK5A2mTHm</a>	Zona norte
Puente de las Artes	PT04	<a href="https://my.matterport.com/show/?m=UioZuXzXx3S">https://my.matterport.com/show/?m=UioZuXzXx3S</a>	Zona superior
Puente de las Artes	PT04	<a href="https://my.matterport.com/show/?m=D5nDKQb5eZp">https://my.matterport.com/show/?m=D5nDKQb5eZp</a>	Zona este







## Propuesta de Plan de Inspección y Registro Digital para la Conservación de los Puentes Urbanos en el antiguo cauce del Turia de la ciudad de Valencia

Puente	Abreviatura	Enlace	Descripción
Puente de las Artes	PT04	<a href="https://my.matterport.com/show/?m=wutEJ88qcTR">https://my.matterport.com/show/?m=wutEJ88qcTR</a>	Zona oeste
Puente de San José	PT05	<a href="https://my.matterport.com/show/?m=zaPCg6r57XZ">https://my.matterport.com/show/?m=zaPCg6r57XZ</a>	Zona superior
Puente de San José	PT05	<a href="https://my.matterport.com/show/?m=TCFnbvfyKrW">https://my.matterport.com/show/?m=TCFnbvfyKrW</a>	Zona inferior
Puente de Serranos	PT06	<a href="https://my.matterport.com/show/?m=JKmgQubVrGh">https://my.matterport.com/show/?m=JKmgQubVrGh</a>	Puente entero
Pont de Fusta PA	PA07.1	<a href="https://my.matterport.com/show/?m=u636VHBACXw">https://my.matterport.com/show/?m=u636VHBACXw</a>	Pasarela este
Pont de Fusta PT	PT07.2	<a href="https://my.matterport.com/show/?m=CtYS4gP6ynW">https://my.matterport.com/show/?m=CtYS4gP6ynW</a>	puente oeste
Puente de la Trinidad	PT08	<a href="https://my.matterport.com/show/?m=uEJLRZDjEA3">https://my.matterport.com/show/?m=uEJLRZDjEA3</a>	Puente entero
Puente del Real	PT09	<a href="https://my.matterport.com/show/?m=TYTKXuPef8">https://my.matterport.com/show/?m=TYTKXuPef8</a>	Zona inferior
Puente del Real	PT09		Zona superior
Puente de la Exposición	PT10	<a href="https://my.matterport.com/show/?m=pEV6Z4SaPyt">https://my.matterport.com/show/?m=pEV6Z4SaPyt</a>	Zona inferior
Puente de la Exposición	PT10		Zona superior
Puente de las Flores	PT11	<a href="https://my.matterport.com/show/?m=vG1Pi8j3Fsi">https://my.matterport.com/show/?m=vG1Pi8j3Fsi</a>	Zona inferior
Puente de las Flores	PT11		Zona superior
Puente del Mar	PT12	<a href="https://my.matterport.com/show/?m=SSAXEVhyaWW">https://my.matterport.com/show/?m=SSAXEVhyaWW</a>	Puente entero
Puente de Aragón	PT13	<a href="https://my.matterport.com/models/uUgu2bzRaaf">https://my.matterport.com/models/uUgu2bzRaaf</a>	Puente entero
Puente del Ángel Custodio	PT14	<a href="https://my.matterport.com/show/?m=CWN89SL8roJ">https://my.matterport.com/show/?m=CWN89SL8roJ</a>	Zona inferior
Puente del Ángel Custodio	PT14		Zona superior
Puente del Reino	PT15	<a href="https://my.matterport.com/show/?m=dLorssme7BB">https://my.matterport.com/show/?m=dLorssme7BB</a>	Zona inferior
Puente del Reino	PT15		Zona superior
Puente de Monteolivete 1	PT16.1	<a href="https://my.matterport.com/show/?m=DR44Xjkajgw">https://my.matterport.com/show/?m=DR44Xjkajgw</a>	Zona inferior
Puente de Monteolivete 1	PT16.1	<a href="https://my.matterport.com/models/gWrJTtwKroz?cta_origin=all_spaces_page&amp;section=media">https://my.matterport.com/models/gWrJTtwKroz?cta_origin=all_spaces_page&amp;section=media</a>	Zona superior





## Propuesta de Plan de Inspección y Registro Digital para la Conservación de los Puentes Urbanos en el antiguo cauce del Turia de la ciudad de Valencia

Puente	Abreviatura	Enlace	Descripción
Puente de Monteolivete 2	PT16.2	<a href="https://my.matterport.com/show/?m=bxEffQPummP">https://my.matterport.com/show/?m=bxEffQPummP</a>	Zona inferior
Puente de Monteolivete 2	PT16.2	<a href="https://my.matterport.com/models/gWrJTtwKroz?cta_origin=all_spaces_page&amp;section=media">https://my.matterport.com/models/gWrJTtwKroz?cta_origin=all_spaces_page&amp;section=media</a>	Zona superior
Pont de l'Assut de l'Or	PT17	<a href="https://my.matterport.com/show/?m=6ojkQNxtuLP">https://my.matterport.com/show/?m=6ojkQNxtuLP</a>	Zona superior
Pont de l'Assut de l'Or	PT17	<a href="https://my.matterport.com/show/?m=VsHFfjNoXs1">https://my.matterport.com/show/?m=VsHFfjNoXs1</a>	Zona inferior
Puente de Astilleros	PT18		Puente entero

### 3.5. Base de datos

La segunda parte de este proyecto es la creación de un registro digital y una base de datos que permita estudiar y analizar los datos obtenidos. Además, como se va a estudiar en el punto siguiente, toda esta base de datos sirve, por una parte, para tener toda la información de las inspecciones y los puentes aunada en un documento fuente de forma que se pueda consultar y estudiar los datos, y, por otro lado, que sirva de fuente para la creación de documentos Power BI

Para esta primera tarea se han creado dos Excels “fuente”: *ListadoPuentes*, que contiene información general sobre los puentes y los enlaces Matterport; y *ListadoIncidencias*, que contiene información sobre todas las inspecciones realizadas

#### 3.5.1. Excel *ListadoPuentes*

Este primer Excel sirve como base de datos genérica de cada puente. Se compone de dos pestañas:

- **InfoPuentes:** En esta pestaña están resumidas en una misma tabla toda la información sobre el listado de puentes inspeccionados en este trabajo, tales como su numeración, su tipología, su abreviatura, sus coordenadas o sus características geométricas. Esta información es la misma que se reseña en la primera pestaña de los Excels de inspección y simplemente se tiene que copiar en esta ficha una vez para crear la base de datos. Además, contiene dos últimas columnas que, como se verá más adelante, sirven de referencia para la paleta de colores a usar en Power BI y como fuente de imagen de cada puente para su correcta visualización dinámica.



Puente	Código	Tipo puente	Abreviatura	Coordenadas	Altitud	Latitud	Número de vanos	Longitud total	Anchura media plataforma	Color	Imagen
Puente del 9 de Octubre	01	Puente	PT01	<a href="#">39°28'25.7"N 0°24'21.4"W</a>	39,47380556	-0,4059444	19	145	30	#12239E	<a href="https://torrescamaraa46298220-my.sharepoint.com/">https://torrescamaraa46298220-my.sharepoint.com/</a>
Puente de Campanar	02	Puente	PT02	<a href="#">39°28'32"N 0°23'47"W</a>	39,47555556	-0,3963889	7	137	5	#E66C37	<a href="https://torrescamaraa46298220-my.sharepoint.com/">https://torrescamaraa46298220-my.sharepoint.com/</a>
Puente de Ademuz	03	Puente	PT03	<a href="#">39°28'41.5"N 0°23'26.3"W</a>	39,47819444	-0,3906389	7	137	5	#6B007B	<a href="https://torrescamaraa46298220-my.sharepoint.com/">https://torrescamaraa46298220-my.sharepoint.com/</a>
Puente de las Artes	04	Puente	PT04	<a href="#">39°28'52.2"N 0°23'00.8"W</a>	39,48116667	-0,3835556	5	148	60	#E044A7	<a href="https://torrescamaraa46298220-my.sharepoint.com/">https://torrescamaraa46298220-my.sharepoint.com/</a>
Puente de San José	05	Puente	PT05	<a href="#">39°28'55"N 0°22'49"W</a>	39,48194444	-0,3802778	13	148	6	#744EC2	<a href="https://torrescamaraa46298220-my.sharepoint.com/">https://torrescamaraa46298220-my.sharepoint.com/</a>
Puente de Serranos	06	Puente	PT06	<a href="#">39°28'49.4"N 0°22'31.9"W</a>	39,48038889	-0,3755278	9	156	11,5	#D9B300	<a href="https://torrescamaraa46298220-my.sharepoint.com/">https://torrescamaraa46298220-my.sharepoint.com/</a>
Pont de Fusta PA	07.1	Pasarela	PA07.1	<a href="#">39°28'47.7"N 0°22'26.8"W</a>	39,47991667	-0,3741111	10	155	4,5	#118DFF	<a href="https://torrescamaraa46298220-my.sharepoint.com/">https://torrescamaraa46298220-my.sharepoint.com/</a>
Pont de Fusta PT	07.2	Puente	PT07.2	<a href="#">39°28'47.7"N 0°22'26.8"W</a>	39,47991667	-0,3741111	10	155	10	#D64550	<a href="https://torrescamaraa46298220-my.sharepoint.com/">https://torrescamaraa46298220-my.sharepoint.com/</a>
Puente de la Trinidad	08	Puente	PT08	<a href="#">39°28'44.6"N 0°22'21.5"W</a>	39,47905556	-0,3726389	10	158,31	10,5	#197278	<a href="https://torrescamaraa46298220-my.sharepoint.com/">https://torrescamaraa46298220-my.sharepoint.com/</a>
Puente del Real	09	Puente	PT09	<a href="#">39°28'35.3"N 0°22'07.7"W</a>	39,47647222	-0,3688056	10	171	26,6	#1AAB40	<a href="https://torrescamaraa46298220-my.sharepoint.com/">https://torrescamaraa46298220-my.sharepoint.com/</a>
Puente de la Exposición	10	Puente	PT10	<a href="#">39°28'23.5"N 0°21'57.1"W</a>	39,47319444	-0,3658611	3	130	26	#15C6F4	<a href="https://torrescamaraa46298220-my.sharepoint.com/">https://torrescamaraa46298220-my.sharepoint.com/</a>
Puente de las Flores	11	Puente	PT11	<a href="#">39°28'16.0"N 0°21'51.6"W</a>	39,47111111	-0,3643333	8	150	25,5	#4092FF	<a href="https://torrescamaraa46298220-my.sharepoint.com/">https://torrescamaraa46298220-my.sharepoint.com/</a>
Puente del Mar	12	Puente	PT12	<a href="#">39°28'12.9"N 0°21'50.2"W</a>	39,47025	-0,3639444	9	162	10	#FFA058	<a href="https://torrescamaraa46298220-my.sharepoint.com/">https://torrescamaraa46298220-my.sharepoint.com/</a>
Puente de Aragón	13	Puente	PT13	<a href="#">39°28'08.1"N 0°21'45.3"W</a>	39,46891667	-0,3620278	6	170	30	#BE5DC9	<a href="https://torrescamaraa46298220-my.sharepoint.com/">https://torrescamaraa46298220-my.sharepoint.com/</a>
Puente del Ángel Custodio	14	Puente	PT14	<a href="#">39°27'48.4"N 0°21'35.5"W</a>	39,46344444	-0,3598611	6	150	30	#F472D0	<a href="https://torrescamaraa46298220-my.sharepoint.com/">https://torrescamaraa46298220-my.sharepoint.com/</a>
Puente del Reino	15	Puente	PT15	<a href="#">39°27'42.6"N 0°21'32.3"W</a>	39,46183333	-0,3589722	9	220	30	#B5A1FF	<a href="https://torrescamaraa46298220-my.sharepoint.com/">https://torrescamaraa46298220-my.sharepoint.com/</a>
Puente de Monteolivete 1	16.1	Puente	PT16.1	<a href="#">39°27'32.6"N 0°21'14.4"W</a>	39,45905556	-0,354	6	200	41	#C4A200	<a href="https://torrescamaraa46298220-my.sharepoint.com/">https://torrescamaraa46298220-my.sharepoint.com/</a>
Puente de Monteolivete 2	16.2	Puente	PT16.2	<a href="#">39°27'26.4"N 0°21'17.4"W</a>	39,45733333	-0,3548333	3	150	41	#FF8080	<a href="https://torrescamaraa46298220-my.sharepoint.com/">https://torrescamaraa46298220-my.sharepoint.com/</a>
Pont de l'Assut de l'Or	17	Puente	PT17	<a href="#">39°27'17.6"N 0°20'59.2"W</a>	39,45488889	-0,3497778	1	227	39,2	#00DBBC	<a href="https://torrescamaraa46298220-my.sharepoint.com/">https://torrescamaraa46298220-my.sharepoint.com/</a>
Puente de Astilleros	18	Puente	PT18	<a href="#">39°27'11.8"N 0°19'54.0"W</a>	39,45327778	-0,3316667	5	175	25	#04ADFR	<a href="http://valenciaactua.es/wp-content/uploads/2019/03/">http://valenciaactua.es/wp-content/uploads/2019/03/</a>

Ilustración 61 - Pestaña InfoPuentes

Fuente: propia





## Propuesta de Plan de Inspección y Registro Digital para la Conservación de los Puentes Urbanos en el antiguo cauce del Turia de la ciudad de Valencia

- MatterportPuede: esta segunda pestaña es la tabla ya mostrada al final del apartado anterior y que contiene los datos sobre los enlaces de Matterport. Estos enlaces han sido modificados de forma que solo son accesibles por las personas autorizadas por la empresa TORRESCÁMARA.

La repetición de columnas como el código o la numeración de los puentes tienen como objetivo facilitar el enlace de información para Power BI como se va a ver más adelante.

79

### 3.5.2. Excel *ListadoIncidencias*

Este Excel consta también de dos pestañas. La primera de ellas se denomina con el nombre *Inspecciones*, y contiene una tabla que hace la función de registro histórico de las incidencias detectadas. La segunda pestaña, *Incidencias*, contiene toda la información de cada inspección realizada y las patologías detectadas. Toda la información de esta pestaña esta enlaza a los Excels de cada inspección, no copiada, de forma que si se varia algún dato en la pestaña de *Incidencias*, al tener ambas exactamente el mismo formato (las mismas columnas) se registra también en este fichero Excel.

Al igual que el Excel *ListadoPuentes*, este Excel permite generar una base de datos masiva de forma que pueda ser analizada mediante la herramienta Power BI sin necesidad de tener que enlazar todos los Excels de cada inspección. A través de este Excel fuente se ahorra una gran cantidad de trabajo y se reduce la complejidad del fichero Power BI

### 3.6. Power BI

Si bien los Excels expuestos en el apartado anterior sirven como base de datos, para permitir su análisis y su exposición clara se ha recurrido a otra herramienta informática de Microsoft llamada Power BI.

Power BI es un servicio de análisis de datos de Microsoft orientado a proporcionar visualizaciones interactivas y capacidades de inteligencia empresarial (en inglés: business intelligence o BI) con una interfaz lo suficientemente simple como para que los usuarios finales puedan crear por sí mismos sus propios informes y paneles (Microsoft Power BI) (Wikipedia).



Ilustración 62 - Icono Power BI

Fuente: [powerbi.com](https://powerbi.com)





## Propuesta de Plan de Inspección y Registro Digital para la Conservación de los Puentes Urbanos en el antiguo cauce del Turia de la ciudad de Valencia

Permite un acceso a los datos, modelarlos y visualizarlos con facilidad, mediante la creación de informes memorables personalizados con los KPI y marca de la empresa. Respuestas rápidas y con tecnología de IA a las preguntas empresariales, incluso al preguntar con lenguaje de conversación (Microsoft Power BI).

A través de esta herramienta, se ha pretendido, por un lado, disponer de un elemento interactivo que permita estudiar los datos y las interacción temporales y espaciales de las inspecciones, y, por otro lado, crear un informe que permita la visualización dinámica de los resultados de las primeras inspecciones principales efectuadas a los puentes. Por informe se entiende el documento interactivo que se genera y que permite realizar todas las tareas anteriores.

De esta forma, se pueden realizar múltiples análisis de datos:

- Estudiar para cada inspección los datos obtenidos, de forma que se puedan buscar resultados en relación con los materiales, los índices de daño, su accesibilidad... en función de los daños detectados.
- Una vez realizadas varias inspecciones de un mismo puente, se puede analizar la evolución temporal del puente y si las medidas de mantenimiento han surtido efecto.
- El estudio de la correlación entre puentes de tipologías similares puede arrojar resultados interesantes. Por ejemplo, para observar las diferencias de los estados de un puente antiguo que ya ha sido objeto de una labor de restauración como el puente de Serranos y otro que no ha tenido un mantenimiento como el puente de San José.

Todo esto tiene el objetivo de poder planificar lo mejor posible el mantenimiento de los puentes urbanos de Valencia. Es a través de estos informes donde se va a poder preparar y optimizar al máximo las campañas de mantenimiento. Los datos obtenidos permitirán detectar los puntos más importantes en materia de conservación y atacarlos de la forma más óptima y pertinente.

### 3.7. Estructura y contenido del informe *RpPuentes*

Hay que entender primero que Power BI trabaja en dos plataformas. Por un lado, esta Power BI desktop, que es la aplicación de escritorio donde se va a crear y generar el informe completo, es decir, el área de trabajo local. Una vez construido un informe, se publica en un espacio de trabajo online, al cual se accede desde internet y que contiene el informe interactivo, pero no modificable y un archivo con la base de datos





transformada por el propio programa. Es este primer archivo online el que se comparte con los usuarios y el cual se puede restringir según las credenciales de acceso deseados.

Para crear el informe denominado *RpPuentes* se debe de partir de los Excels fuente explicados en el apartado anterior. De estos dos Excels se toman las cuatro tablas que contienen toda la información necesaria para crear el informe. Las columnas de las tablas necesitan una serie de procesos de transformación y adecuación de la información a fin de que no se produzcan errores a la hora de bascular los datos. Esta es la primera tarea a realizar y uno de los motivos por los cuales se usan los Excels fuente. Si se fuesen añadiendo uno a uno los Excels de cada inspección este proceso debería de repetirse todas las veces que se realizara una nueva inspección.

Para modificar esta información se debe de ir a la opción, dentro de Power BI desktop, de *Transformar datos*, donde se accede al espacio *Edit Query*. Este espacio permite realizar todo tipo de modificaciones en las tablas y modificar la ubicación del archivo donde se encuentra, necesario si se cambia de nombre la carpeta donde están alojados o su ubicación dentro del ordenador o la nube. Se deben de determinar el tipo de datos que contiene cada columna, ya sea texto, números decimales, coordenadas, urls de imágenes, urls... Cada columna debe de tener el tipo de contenido asignado antes de empezar a trabajar en el informe

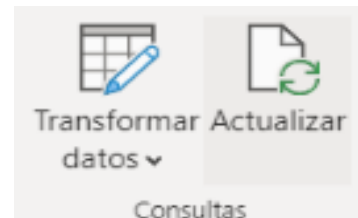


Ilustración 63 - Transformar datos

Fuente: Power BI

Ícono	Numeración	AB <sub>C</sub>	Código
1.2	Número decimal		01
\$	Número decimal fijo		02
1 <sup>2</sup> <sub>3</sub>	Número entero		03
%	Porcentaje		04
📅	Fecha/Hora		05
📅	Fecha		06
🕒	Hora		07
🌐	Fecha/Hora/Zona horaria		08
🕒	Duración		09
AB <sub>C</sub>	Texto		10
✓	Verdadero/Falso		11
☑	Binario		12
	Usar configuración regional...		13
		15	PT02_VA_015
		16	PT02_VA_016

Ilustración 64 - Ejemplo tipo contenido

Fuente: propia



## Propuesta de Plan de Inspección y Registro Digital para la Conservación de los Puentes Urbanos en el antiguo cauce del Turia de la ciudad de Valencia

Ya en la zona general de trabajo, hay que tener en cuenta que existen 3 secciones: *Modelo*, *Datos* e *Informe*.

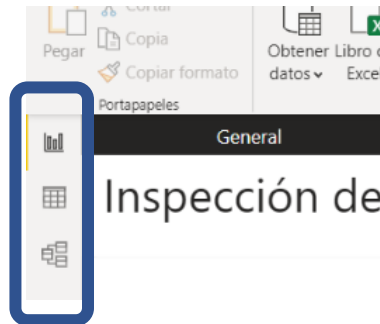


Ilustración 65 - Secciones de trabajo

Fuente: propia

La que tiene el icono inferior es la correspondiente a la sección *Modelo*. En este espacio se van a realizar los enlaces correspondientes entre cada tabla, es decir, para que la información de cada tabla este interrelacionada y sincronizada se deben de conectar dichas tablas mediante unas columnas comunes. Este es el motivo de que en todas las tablas se hayan incluido alguna referencia a los puentes, a su código o a la ID de la inspección, ya que de esta forma el programa puede trabajar con todos los datos conectados. En la siguiente ilustración se muestra el mapa de relaciones de las tablas:

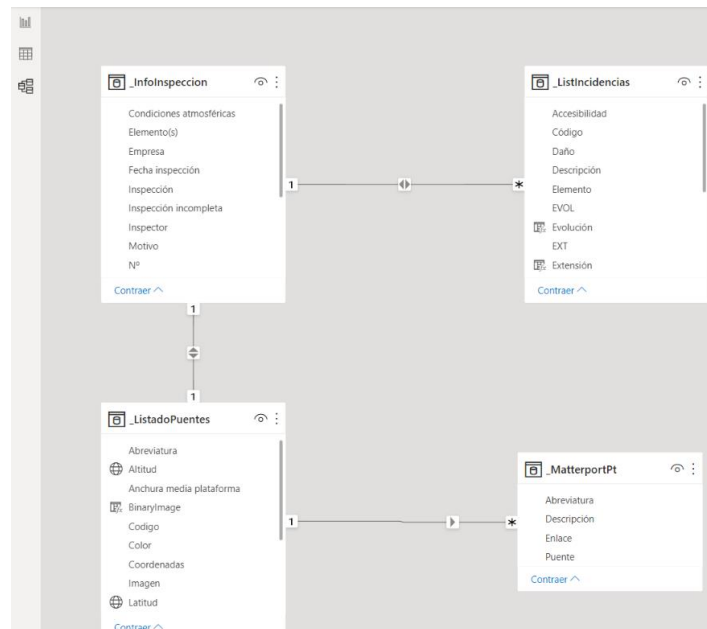


Ilustración 66 - Mapa de relaciones

Fuente: propia

El icono superior es el correspondiente a la sección *Datos*. En él se pueden trabajar en las tablas de donde se toma la información, pudiendo crear nuevas mediciones,



nuevas columnas o suprimiendo las existentes si se quisiera. Sin embargo, en esta pestaña, a diferencia de en *Edit Querys*, no se pueden modificar el origen de las tablas, por lo que los errores por cambios de nombres en los campos o de ubicación de archivos no se pueden solucionar en esta sección.

El tercer icono, el superior, es el de la sección *Informe* y en él es donde se trabaja en crear el fichero interactivo. Para el proyecto actual se ha dividido en cuatro páginas el informe:

- *General*: esta página contiene información sobre la ubicación de cada uno de los puentes, el código que tiene cada uno y las inspecciones que se ha realizado a cada uno. Se compone de dos elementos principales. El que se sitúa a la izquierda es un objeto tipo Sunburst y permite crear gráficos circulares segmentados con distintos niveles. En el primer nivel se tiene la lista de puentes con su código y en el segundo las inspecciones que se han realizado. Como de momento solo se ha realizado una inspección por puente, solo hay una sección en el segundo nivel. Para el segundo elemento se ha utilizado el Mapa de Azure. Esta herramienta de Microsoft y TomTom permite una visualización de la ubicación de los 18 puentes estudiados en Valencia. Para esto se han utilizado las coordenadas de la tabla *\_ListadoPuentes*, pudiendo añadirse así otros puentes si se ampliase la población de estudio. Este objeto permite un gran número de posibilidades, desde cambiar el tipo de mapa, pasar a una visualización 3D o mostrar el tráfico en las vías principales de forma actualizada. Esta última herramienta puede ser útil en un futuro, por ejemplo, a la hora de estudiar en que momentos del día hay menos afluencia y es más adecuado realizar una labor de mantenimiento. Además, se ha optado por que cada punto que representa un puente tenga un tamaño en función de las incidencias detectadas.



Ilustración 67 - Opciones Mapa de Azud (tipo de mapa, visualización 3D e informe de tráfico)

Fuente: propia

# Inspección de los puentes urbanos de Valencia

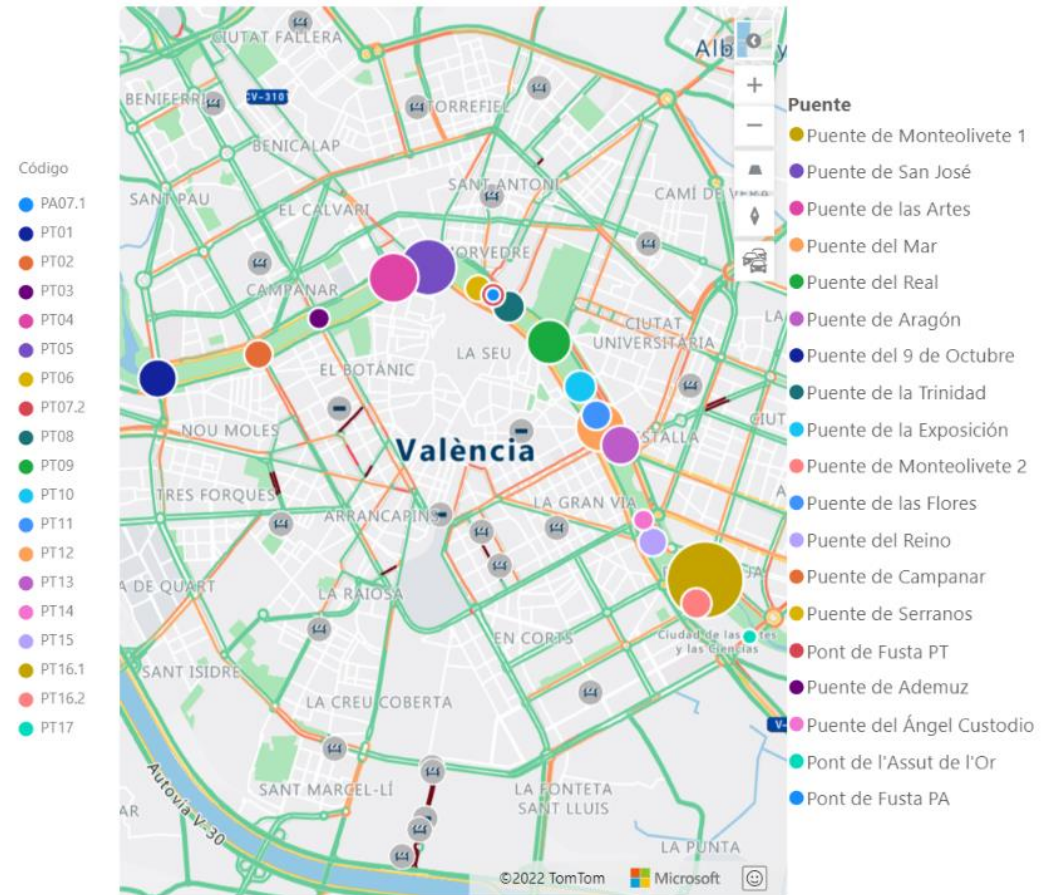


Ilustración 68 - Pagina General

Fuente: propia





Estos dos objetos están conectados, de forma que, si se selecciona uno de los puentes en el mapa Azud, en el objeto de la izquierda se abrirá el puente seleccionado con la lista de inspecciones realizadas (Ilustración 69)

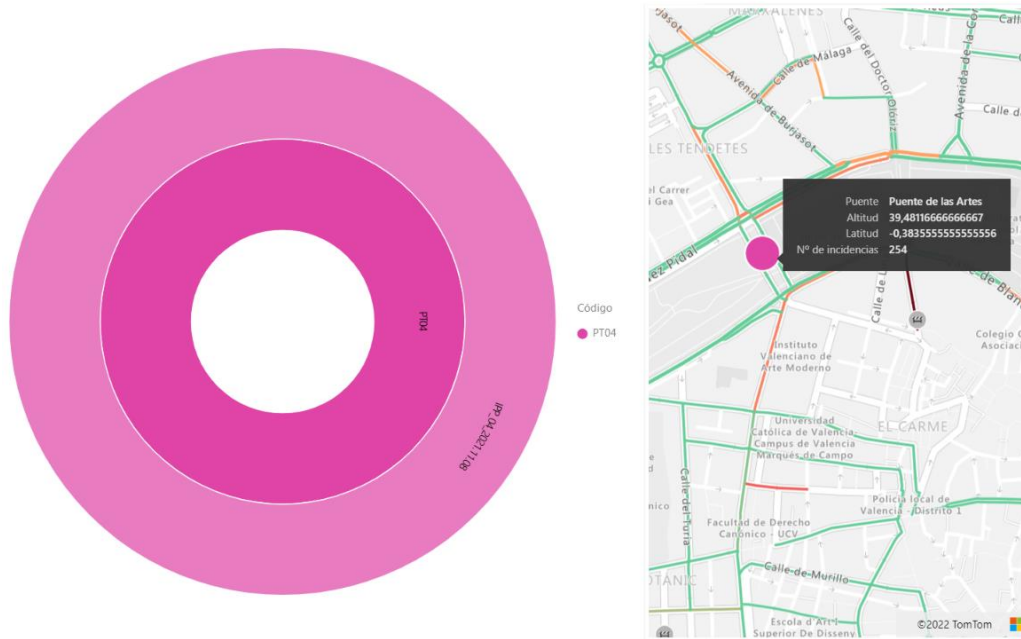


Ilustración 69 - Selección de puente en objeto Mapa de Azud

Fuente: propia

Si la selección se realiza en el objeto de la izquierda, el mapa azul hace directamente un zoom sobre el puente seleccionado, resaltándolo sobre los demás y permitiendo al usuario observar su ubicación exacta en el mapa y mostrando en la leyenda únicamente el puente seleccionado.

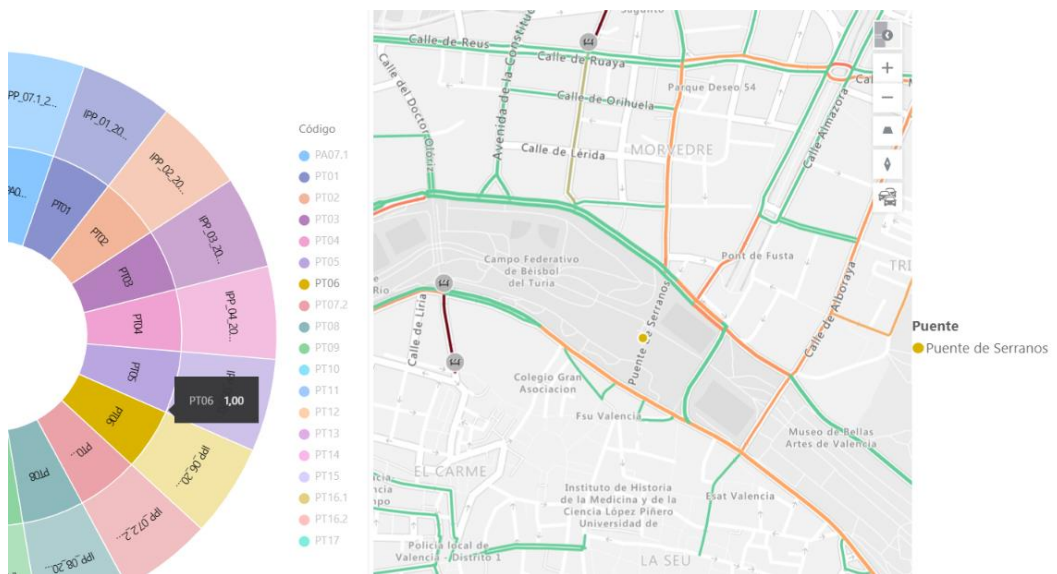


Ilustración 70 - Selección puente en el Sunburst

Fuente: propia



En la parte superior se encuentra un objeto que permite el movimiento entre las diferentes páginas del informe:



Ilustración 71 - Barra de desplazamiento entre páginas

Fuente: propia

- La segunda página, *Puente*, es en la que se muestran los resultados de las inspecciones mediante una serie de objetos gráficos tipo “Donuts” y de barras, además de contar con una serie de objetos que permiten seleccionar las opciones de visualización. Se ha puede dividir en cuatro partes según su funcionalidad.

La primera de ellas (1), es el grupo de objetos de opción múltiple que permite seleccionar en primer lugar el puente cuyos resultados se quieren observar y, posteriormente, la inspección.



Ilustración 72 - Grupo (1) de la página Puente

Fuente: propia

La fecha de la inspección solo se muestra si esta seleccionada una inspección, de forma contraria aparece en blanco dicho recuadro. Además, aparece una imagen del puente seleccionado. La imagen solo aparece si se selecciona uno de los puentes

El segundo grupo es el grafico de anillos central, donde se muestran todas las incidencias detectadas en la inspección seleccionada (o en varias si el usuario así lo quisiera). El grafico está organizado de forma descendente en el sentido de las agujas del reloj.

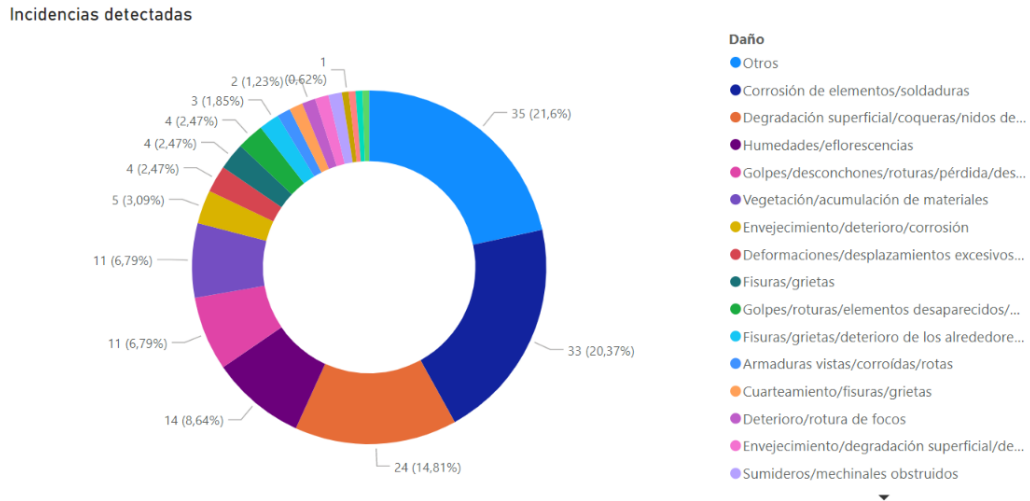


Ilustración 73 - Grupo (2) de la página Puente

El grupo (3) contiene cuatro gráficos de anillos, similares a los del grupo (2). Cada uno de ellos representa los tres índices de daño y la accesibilidad de las incidencias detectadas.

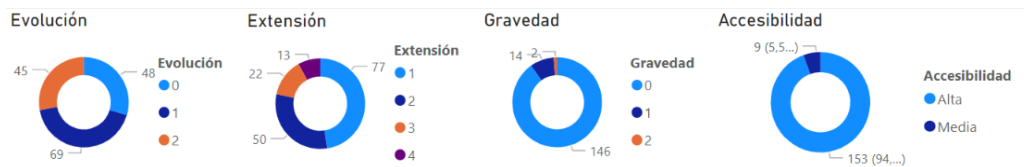


Ilustración 74 - Grupo (3) página Puentes

Fuente: propia

A fin de simplificar la visualización, en la leyenda de los tres índices de daño solo aparece el número asociado a la clasificación. Sin embargo, si se sitúa el cursor sobre uno de los segmentos, se puede leer la descripción de dicho índice.

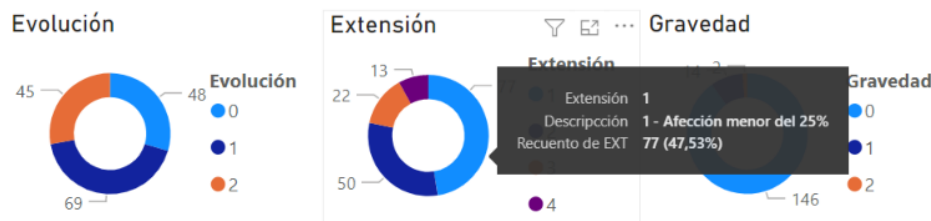


Ilustración 75 - Ejemplo descripción índice de daño Extensión

Fuente: propia

El último grupo (4) está compuesto por un gráfico de barras (superior) que muestra el número de incidencias detectada por zonas y un gráfico Aster Plot donde se aprecia el volumen de cada incidencia según el material afectado.

### Daños por zonas

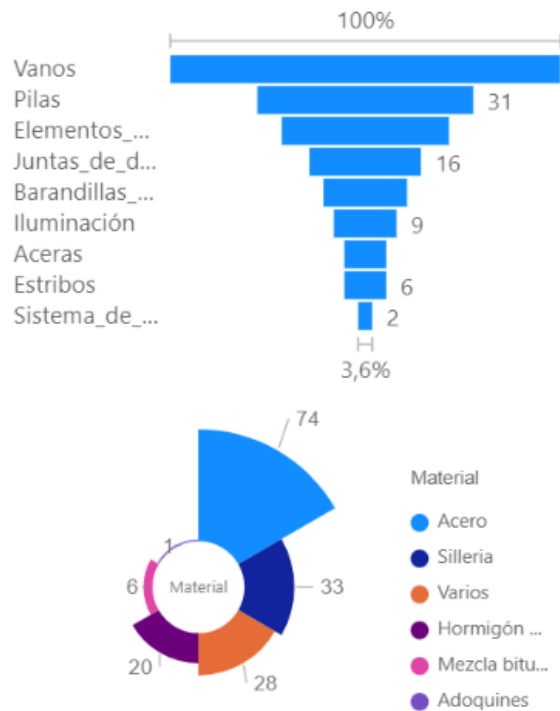


Ilustración 76 - Grupo (4) página Puente

Fuente: propia

Esta pestaña es muy interesante desde el punto de vista de análisis de datos, ya que permite, por un lado, visualizar fácilmente los tipos y características de las incidencias detectadas y, por otro lado, analizar los datos de las inspecciones en búsqueda de medidas de conservación. Todos los gráficos de datos están interconectados, de forma que, si se selecciona, por ejemplo, un tipo de daño, el resto de los gráficos mostrara la información asociada a este daño. Lo mismo ocurrirá si se selecciona una zona o un determinado índice de daño, que todo el resto de información se mostrará con relación a dicha selección. Esto permite, por ejemplo, ver fácilmente que tipos de daños están asociado a una extensión tipo 2 o que daños se han detectado en un material determinado.

En la ilustración siguiente se ve al completo la página del informe puentes para el puente de la Exposición. Para ejemplificar la sincronización de los datos se ha clicado en el tipo de daño más registrado, de forma que se observa todos los datos relacionados con estos daños resaltados sobre la información total.

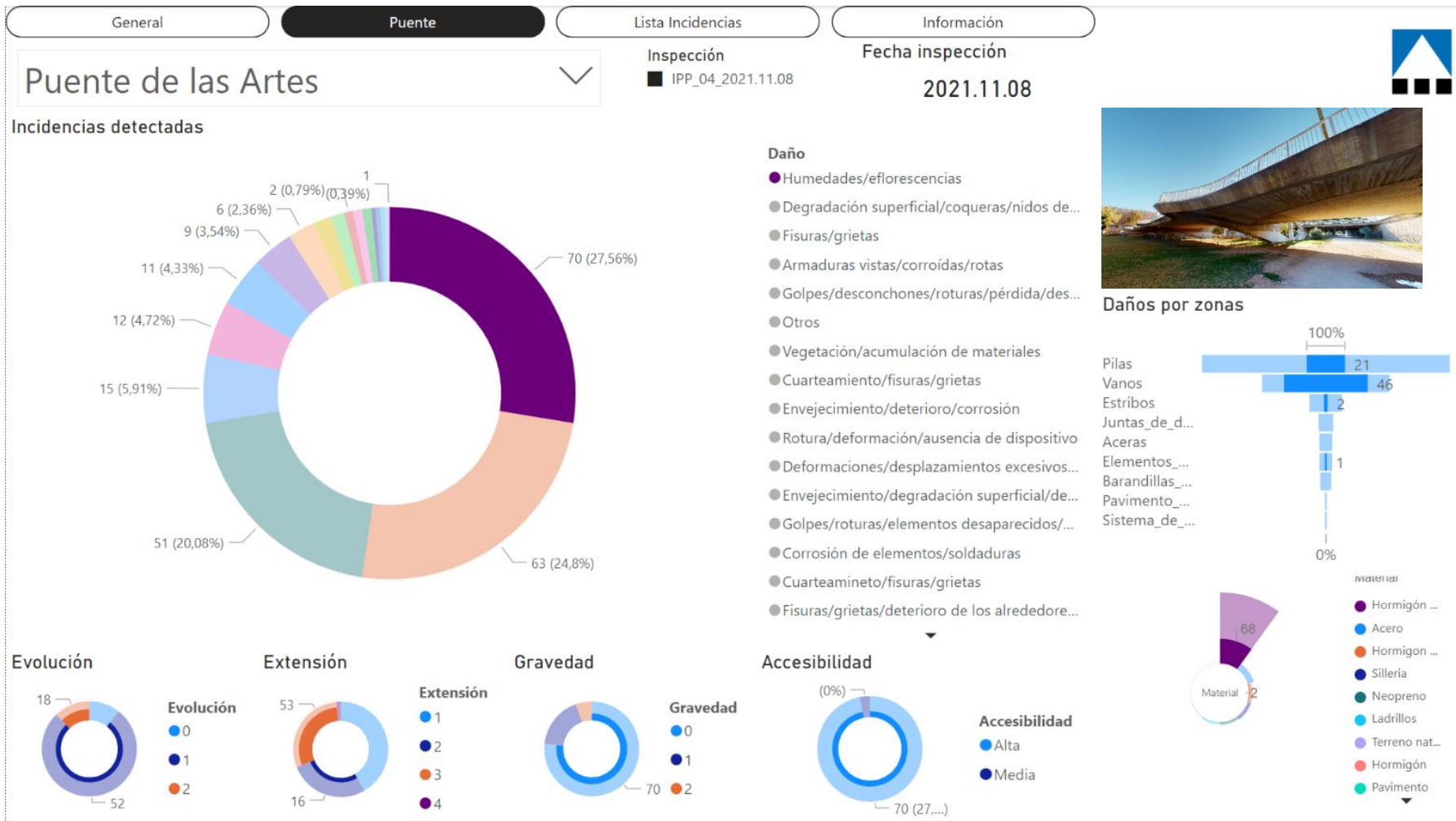


Ilustración 77 - Ejemplo página Puente

Fuente: propia



## Propuesta de Plan de Inspección y Registro Digital para la Conservación de los Puentes Urbanos en el antiguo cauce del Turia de la ciudad de Valencia

Se puede observar como todos los índices, los materiales afectados, así como las zonas muestran los datos correspondientes a las Humedades/eflorescencias detectadas en la inspección IP\_04\_2021.11.08.

- La siguiente página, denominada *Lista incidencias*, está configurada de forma que muestre los datos del puente y/o inspección seleccionados en la página anterior y viceversa, si se seleccionad aquí un puente y una inspección al volver a la pestaña *Puente* se muestren los datos de dicha selección.

Cuenta con los dos mismos menús desplegables para seleccionar el puente y la inspección. A la derecha del desplegable de inspecciones aparece un histórico, de forma que si se seleccionan varias inspecciones de un mismo puente se pueda ver la evolución de las incidencias detectadas. Este gráfico solo aparece si se selecciona una o más inspecciones, al igual que en la página *Puente*. Dicha funcionalidad se consigue con un objeto tipo tarjeta superior de fondo blanco y que contiene como campo la siguiente medida:

```
Message =
IF(
[Check Filtered], -- Check Filtered returns True or False based on selection in slicer
"", -- Give me nothing when Check Filtered returns True
"You must first select a Product Category from the slicer to see the results"
```

Ilustración 78 - Medida objeto oculto

Fuente: propia

La parte superior de la página termina con un contador de incidencias, sincronizado con el resto de los objetos de forma que se pueda leer rápidamente el número de incidencias total o de una selección determinada.



Ilustración 79 - Parte superior de la página Lista Incidencias

Fuente: propia

Justo de bajo de los dos menús desplegables hay dos tablas. La primera muestra la información sobre si la inspección se pudo realizar completamente o no. El menú inferior contiene el listado de los enlaces Matterport del puente seleccionado y una breve descripción del modelo.





Inspección incompleta		Motivo
No		
Abreviatura	Enlace	Descripción
PT04	<a href="https://my.matterport.com/show/?m=D5nDKQb5eZp">https://my.matterport.com/show/?m=D5nDKQb5eZp</a>	Zona este
PT04	<a href="https://mv.matterport.com/show/?m=UioZuXzXx3S">https://mv.matterport.com/show/?m=UioZuXzXx3S</a>	Zona superior

Ilustración 80 - Tablas página Lista Incidencias

Fuente: propia

El resto de la página está ocupada por una lista de todos los daños detectados, con su código, el elemento en el que se ha detectado, la descripción de este y sus observaciones. La lista se autoajusta al tamaño de la información y dispone de barras de desplazamiento para leer fácilmente la información.

Código	Zona	Elemento	Descripción	Obs
PT04_AC_206	Aceras	PIASO	Fisuras producidas por deformaciones sobre el estribo	
PT04_AC_209	Aceras	ACSO	Fisuras producidas por deformaciones sobre el estribo	
PT04_AC_212	Aceras	PIAO	Fisura	
PT04_AC_221	Aceras	PIAN	Fisuras producidas por deformaciones sobre el estribo	
PT04_AC_222	Aceras	ASN	Vegetación entre juntas abiertas	
PT04_AC_232	Aceras	ESSE	Fisuras producidas por deformaciones sobre el estribo	
PT04_AC_243	Aceras	ACSE	Fisuras producidas por deformaciones sobre el estribo	
PT04_BB_196	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BAO	Base de la barandilla con pérdidas	Pel
PT04_BB_199	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BAO	Elemento en la fase fisurado	
PT04_BB_202	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BAO	Deterioro de las capas de las pinturas	
PT04_BB_205	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	ESSO	Bse de la barandilla totalmente oxidado	
PT04_BB_244	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BAE	Deformaciones	
PT04_BB_246	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BASE	Degradacion superficial de las capas de pintura	
PT04_NE_006	Elementos_no_resistentes	ESSE	Juntas degradadas en la rampa junto al estribo	
PT04_NE_007	Elementos_no_resistentes	ESSE	Vegetación en la zona entre estribos	
PT04_NE_008	Elementos_no_resistentes	ESSE	Basura acumulada sobre la rampa junto al estribo	
PT04_NE_200	Elementos_no_resistentes	VA050	Humedades en la imposta lateral que han derivado en vegetación en forma de hongos verdosos	
PT04_NE_249	Elementos_no_resistentes	OO	Socavacion en el terreno debido a la caída de agua desde el sumidero en altura	
PT04_NE_251	Elementos_no_resistentes	OO	Deterioro de la superficie del terreno generalizado	
PT04_NE_257	Elementos_no_resistentes	OO	Socavacion en el terreno debido a la caída de agua desde el sumidero en altura	
PT04_ES_001	Estribos	ESSE	Juntas degradadas	El i
PT04_ES_002	Estribos	ESSE	Fisuras en el muro del estribo	

Ilustración 81 - Lista de daños

Fuente: propia

A la derecha de la página se tiene un objeto tipo Treemap. Este elemento permite visualizar el peso de cada zona y elemento según el número de incidencias detectado en cada uno. Es decir, observando dicho elemento se puede observar rápidamente que zona del puente es la que mayor y menor número de incidencias tiene. Además, cada zona está dividida en subpartes correspondientes a los elementos y su código, ordenados también según el número de incidencias registradas.

Este elemento permite, por una parte, visualizar el impacto de cada zona y, seleccionando en una, leer la información sobre las incidencias ubicadas en esta zona en el en la tabla de la izquierda.



## Propuesta de Plan de Inspección y Registro Digital para la Conservación de los Puentes Urbanos en el antiguo cauce del Turia de la ciudad de Valencia



Ilustración 82 - Treemap

Fuente: propia

El objetivo de situar en esta página los enlaces Matterport es la de permitir al usuario buscar en el modelo una o varias incidencias por su código y verlas en el modelo directamente, pudiendo tener un soporte visual del daño para poder interpretarlo correctamente.

En las siguientes ilustraciones se muestra en primer lugar el ejemplo del puente del Ángel Custodio. Se ha seleccionado una de las subzonas en Treemap para ejemplificar la interacción entre los dos elementos principales de esta página. Se pueden leer las incidencias asociadas al primer vano. En la segunda ilustración se puede ver como se ha seleccionado una incidencia en particular en la lista, mostrándose en el Treemap la zona correspondiente, y como en una pestaña emergente se ha buscado la incidencia del puente de Reino en el modelo Matterport de la zona inferior. Es una muestra de cómo esta página sirve para entender e interpretar las incidencias detectadas a lo largo de una inspección.





General Puente **Lista Incidencias** Información N° de incidencias **3**

**Puente del Ángel Custodio** Inspección IPP\_14\_2022.01.17

Inspección incompleta Motivo: Sí Debido a una serie de obras en el puente, a excepcion del primer vano

Abreviatura	Enlace	Descripción
PT14		Zona superior
PT14	<a href="https://my.matterport.com/show/?m=CWN89SI8roj">https://my.matterport.com/show/?m=CWN89SI8roj</a>	Zona inferior

Código	Zona	Elemento	Descripción	Observaciones
PT14_BB_098	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BA	Roturas en la barandilla	Roturas de los elementos verticales
PT14_BB_097	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BA	Fisuras en la barandilla	Fisuras en los elementos verticales
PT14_BB_093	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BA	Degradación superficial	

Zona: Barandillas\_Barreras\_Pretiles\_Impostas  
 Elemento: BA  
 Recuento de Zona: 3

Ilustración 83 - Ejemplo daños en barandillas del puente del Ángel Custodio

Fuente: propia



General
Puente
Lista Incidencias
Información

## Puente del Reino

Inspección incompleta Motivo

No

	Abreviatura	Enlace	Descripción
	PT15		Zona superior
	PT15	<a href="https://my.matterport.com/show/?m=dLorssme7BB">https://my.matterport.com/show/?m=dLorssme7BB</a>	Zona inferior

Código	Zona	Elemento	Descripción	Observaciones
PT15_PI_047	Pilas	PI07.05	Fisuras	Marcas de señalización de las fisuras
PT15_VA_129	Vanos	VA01	Degradación superficial	Marcas de rozaduras bajo vano

Inspección

■ IPP\_15\_2022.01.15

1

2022.01.15

Nº de incidencias

Vanos					
VA0...	VA0...	VA0...	VA0...	VA0...	VA0...
VA...	VA...	VA...	VA...	VA...	VA...
VA05 0	VA06.0...	VA0...	VA0...	VA0...	
VA05.0...	VA07 0	VA0...			
VA05.0...	VA07.0...	VA0...			
VA06 0	VA07.0...	VA0...	VA...	VA...	VA...
VA06.0...	VA08 0	VA0...	VA...	VA...	VA...
Pilas		Estribos			
PI06...	PI08...				
PI0...	PI0...				ESN 0
PI0...	PI0...	PI06...			
PI0...	PI0...	PI06...			
PI0...	PI0...	PI06...	PI07....		
PI0...	PI0...	PI06...	PI08 0		ESS 0
Elementos...	Barandil...	Junta...			
ESN 0	OOE...	BA 0	JDS...		
OOSE 0	E...	BANE 0	J...	J...	Pa...

Puente Del Reino\_Zona inferior

Ilustración 84 - Ejemplo daño PT15\_VA\_129 del puente del Reino

Fuente: propia



## Propuesta de Plan de Inspección y Registro Digital para la Conservación de los Puentes Urbanos en el antiguo cauce del Turia de la ciudad de Valencia

- La última página del informe, *Información*, se puede dividir en dos secciones. La superior contiene información sobre el director del proyecto, la última fecha de inspección y una lista con todas las inspecciones realizadas, con su código identificatorio, la fecha en que se realizó, el o los inspectores, las condiciones climáticas y el número de incidencias detectado. Como en todas las páginas, en la esquina superior derecha se encuentra el logo de la empresa TORRESCÁMARA.

Fecha inspección	Inspección	Inspector	Condiciones atmosféricas	Nº incidencias
2021.10.08	IPP_01_2021.10.08	Jesús Belmonte Sánchez	Soleado	195
2021.11.11	IPP_02_2021.11.11	Jesús Belmonte Sánchez	Nublado	143
<b>Total</b>				<b>3324</b>

Ilustración 85 - Sección superior página Información

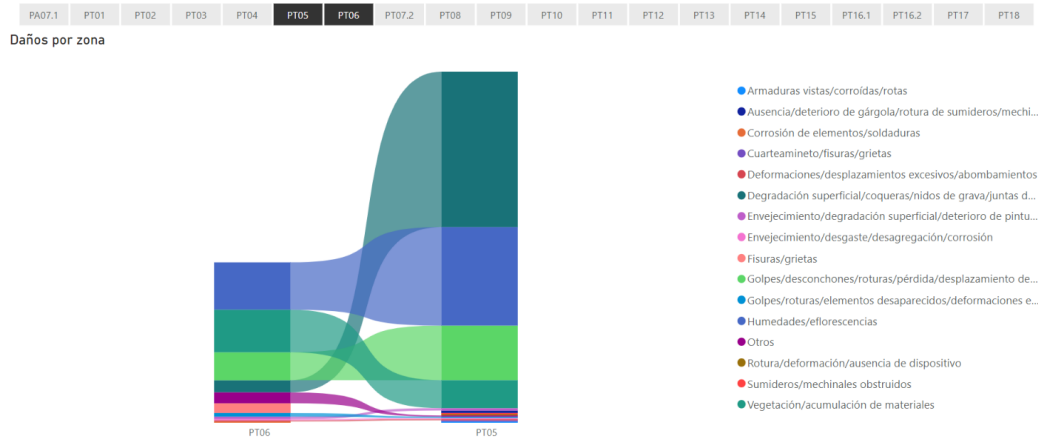
Fuente: propia

La sección inferior contiene una lista de todos los puentes y un gráfico de cintas con los daños registrados en cada puente. Este gráfico permite observar visualmente el número de incidencias y el tipo de cada una y como varía de un puente a otro, comparar las incidencias de cada puente y como las que pueden ser mayoritarias en uno no lo son en otro.

Esto puede ser interesante para comparar puentes de tipologías o épocas similares, de forma que se compare el estado de cada uno. Por ejemplo, es interesante comparar el estado del puente de San José y el de Serranos. Ambos son puentes históricos, pero mientras que el puente de Serranos fue objeto de una renovación hace pocos años, el de San José no. A través del gráfico de cintas se puede apreciar como la degradación superficial es el problema más acuciante del puente de San José, cosa que ha sido subsanada en el puente de Serranos. También se ve que el número de incidencias, siendo ambos de dimensiones y tamaño comparables, es mucho mayor en el puente de San José.







*Ilustración 86 - Comparación puentes de San José y Serranos*

*Fuente: propia*

Esta página muestra múltiples posibilidades como esta, pero, además, también se puede comparar con otros datos para buscar correlaciones como pueden ser los aforos de tráfico de Valencia en septiembre de 2021 (Anejo 3).

En la ilustración siguiente se puede apreciar al completo con todos los puentes en el gráfico de cintas:

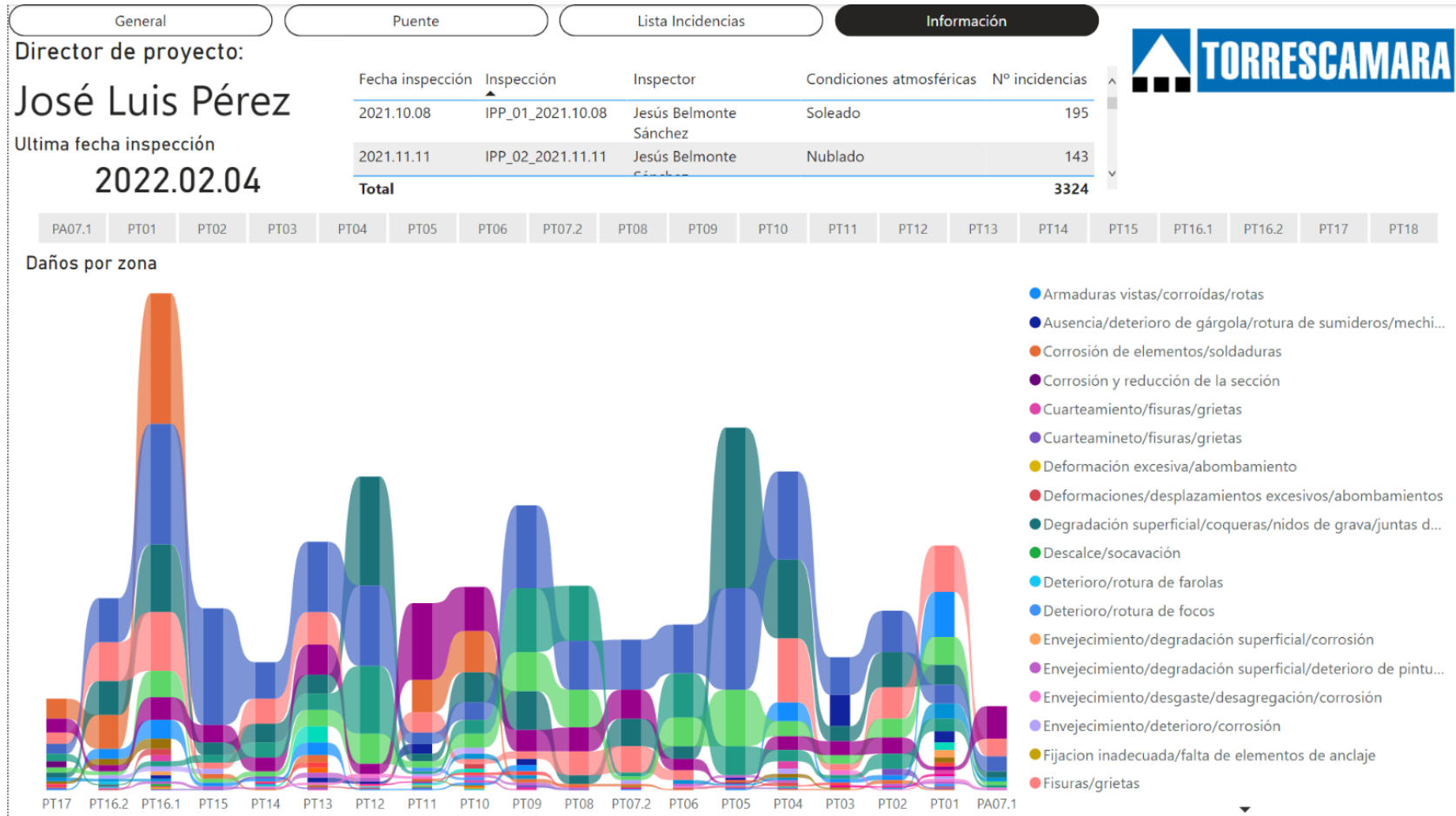


Ilustración 87 - Página Información

Fuente: propia

Jesús Belmonte Sánchez





### 3.8. Objetivo del informe y la base de datos

Como se ha podido observar, estas herramientas, que al fin y al cabo forman un elemento conjunto, presentan una gran serie de ventajas y posibilidades. El objetivo de todo este proyecto es crear un plan de inspección y registro digital para poder conocer el estado de los puentes de una forma eficaz y planificar adecuadamente su posterior mantenimiento. Esta herramienta Power BI va orientada a la parte final, de forma que se puedan estudiar los resultados de las inspecciones, analizarlos, y así poder plantear medidas y tareas de conservación de una forma eficiente y económica.

Ya se han observado las ventajas que presentan todas las pestañas, permitiendo comparaciones como las del gráfico de cintas o conocer el tipo de incidencias más graves con solo un clic. Con el informe además se tiene una herramienta muy atractiva visualmente. Gracias a la iteración de los objetos que lo componen, no solo permite mostrar resultados y datos, sino también su análisis sencillo. Se conforma así la segunda parte de este TFM, dando como resultado una base de datos abierta y accesible y un elemento que permite analizar dichos datos.





## 4. Resultados de las inspecciones

Como parte del TFM, se han realizado inspecciones básicas de todos los puentes reseñados en el apartado 3.2.1 a excepción del puente de Astilleros. Esta tarea se ha realizado para comprobar los ficheros Excels de inspección, realizando así un proceso de mejora e identificando los puntos débiles o a completar, como lo relacionado con los índices de daños. Todas estas inspecciones han permitido también generar una base de datos para, por un lado, avanzar parte del trabajo del mantenimiento de puentes que la empresa TORESCÁMARA realizaría en el caso de obtener el contrato de mantenimiento de los puentes urbanos de Valencia, y por otro lado, crear el informe Power BI con los datos resultados de las inspecciones.

A continuación, se muestran los informes (páginas 2 y 3) de cada inspección realizada. Se ha determinado que de media se tarda en inspeccionar un puente con 200 incidencias en tres horas y media.

De los puentes analizados, el que más tiempo ha llevado inspeccionar fue el puente de Monteolivete 1 (el original), con un tiempo de 8 horas en total, debido a la cantidad de incidencias y de elementos que lo componen. El más rápido corresponde con el Pont de fusta, la parte de la pasarela peatonal. Esta pasarela es la que menos incidencias ha registrado y la que presentaba unas dimensiones menores. La inspección conjunta del pont de Fusta se realizó en 4 horas. El resto de los puentes, por lo general, se realizaron en una mañana completa, con una duración media de tres horas y media como se ha indicado anteriormente.

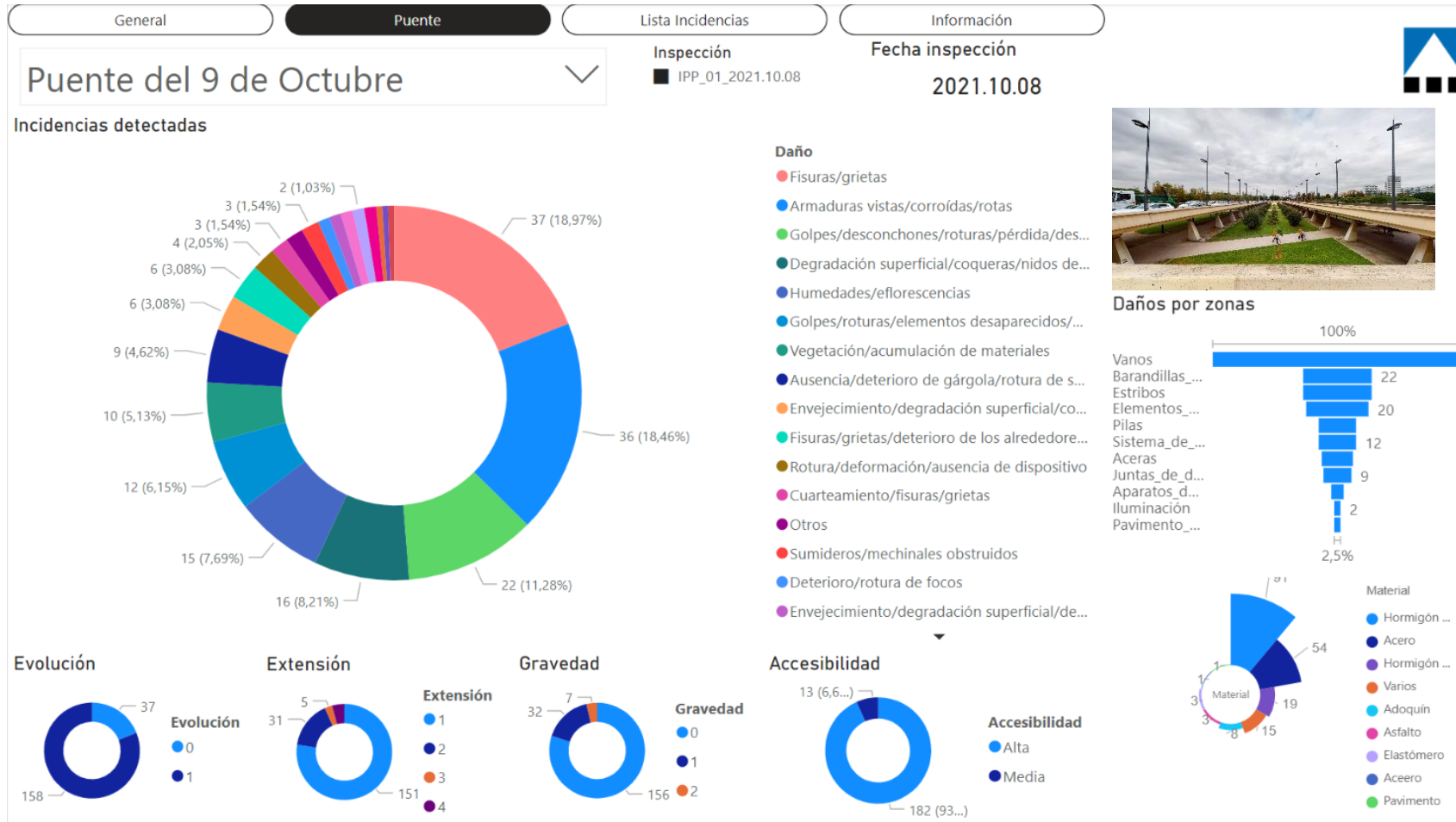
Un ejemplo de lo importante que es realizar el trabajo previo de estudio de la tipología estructural y sus partes se demuestra en el puente de la exposición. Este puente no fue analizado previamente y se fue directamente a la inspección, lo cual originó varios problemas para registrar los subelementos de la estructura, sobre todo debido al vano y estribo secundarios que se sitúan en la zona más al norte.

El puente de Astilleros, si bien estaba dentro del grupo de puentes de estudios, debido a que la inspección inferior no se podía realizar sin medios auxiliares no se ha realizado finalmente. Además, se consideró que la población analizada era suficiente como para ejemplificar la viabilidad de las herramientas propuestas a lo largo de este TFM.



### 4.1. Puente del 9 de Octubre

#### 4.1.1. Resultados inspección



Daños por zonas





Propuesta de Plan de Inspección y Registro Digital para la Conservación de los Puentes Urbanos en el antiguo cauce del Turia de la ciudad de Valencia

General
Puente
Lista Incidencias
Información

Puente del 9 de Octubre

Inspección

■ IPP\_01\_2021.10.08

Nº de incidencias

# 195

Inspección incompleta ▼ Motivo

No

	Abreviatura	Enlace	Descripción
	PT01	<a href="https://my.matterport.com/show/?m=DhTT1h3w2mF">https://my.matterport.com/show/?m=DhTT1h3w2mF</a>	Zona superior
	PT01	<a href="https://my.matterport.com/show/?m=F6uKBXfktUh">https://my.matterport.com/show/?m=F6uKBXfktUh</a>	Zona oeste

Código	Zona	Elemento	Descripción	Observaciones
PT01_ES_002	Estribos	ESNE	Junta con rampa	Fisuras en la parte superior del estribo
PT01_AC_132	Aceras	ECNE	Vegetacion	
PT01_AC_137	Aceras	ECNE	Vegetación	
PT01_AC_138	Aceras	ECNE	Fisura	
PT01_AC_140	Aceras	ECNE	Vegetación	
PT01_AC_147	Aceras	ECNE		
PT01_AC_154	Aceras	ACE	Fisuras	
PT01_AC_155	Aceras	ACE		
PT01_AC_158	Aceras	ACE	Levantamiento adoquines	
PT01_AC_165	Aceras	ECSE		
PT01_AC_183	Aceras	ACO		
PT01_AP_007	Aparatos_de_apoyo	ESNE	Hormigon degradado en la zona del apoyo oeste	
PT01_AP_024	Aparatos_de_apoyo	ESSO	Alambres de apoyo en el neopreno	
PT01_AP_069	Aparatos_de_apoyo	VAO	Corrosion	
PT01_AP_110	Aparatos_de_apoyo	VAE		
PT01_BB_133	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	ECNE	Pasa manos doblado y con abolladuras	
PT01_BB_135	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	ECNE		
PT01_BB_139	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	ECNE	Elemento desaparecido	
PT01_BB_141	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	ECNE	Ausencia de elementos en la esquina	
PT01_BB_142	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	ECNE	Fisuras	
PT01_BB_145	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	ECNE	Fisuras	
PT01_BB_146	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	ECNE	Grieta con armadura vista	

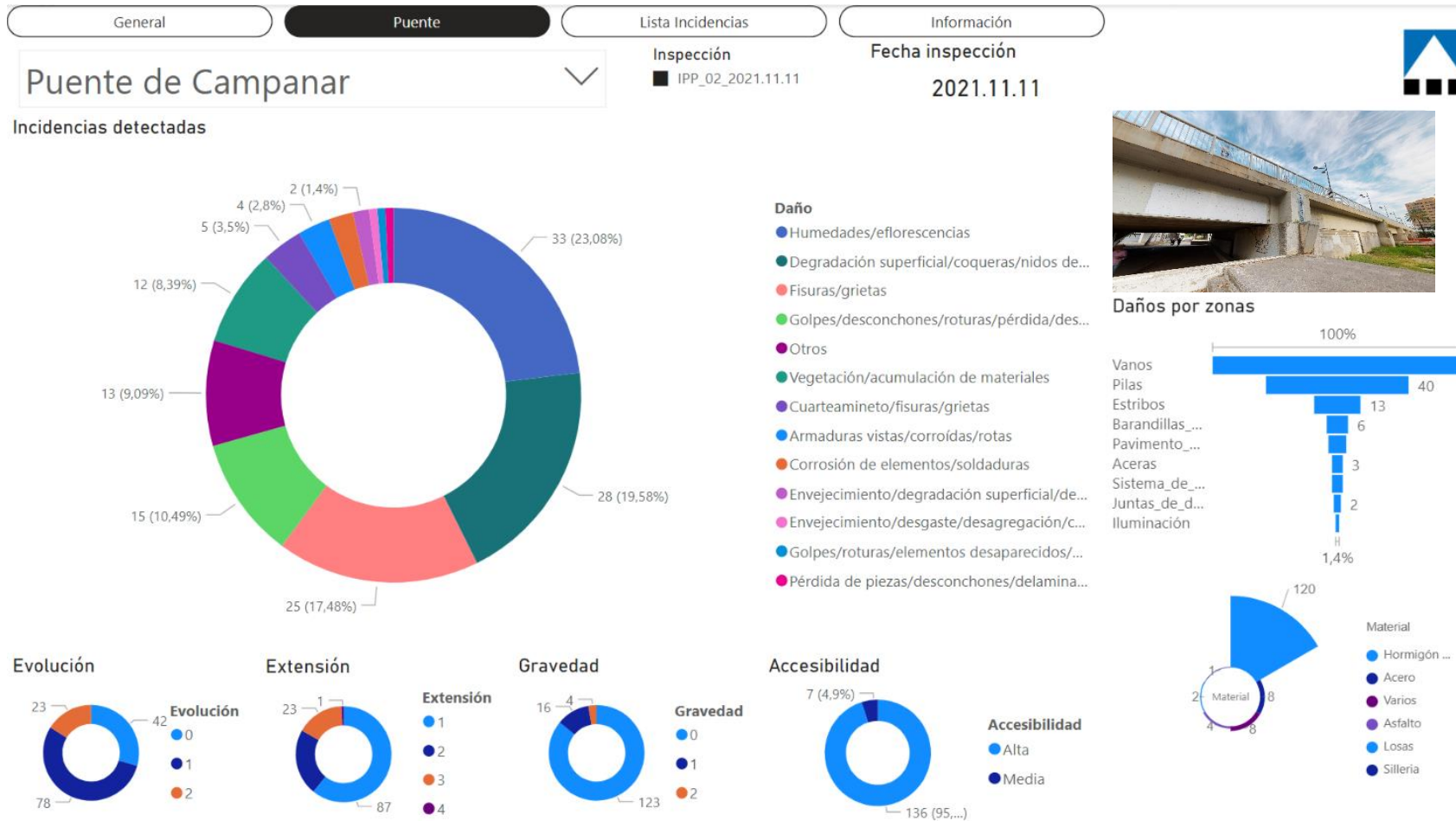
Diagrama de incidencias por zona:

- VAO 42
- VAE 38
- Barandillas
- Barre...
- Estribos
- ECNE 7
- ACE 5
- ESNE 7
- ESSO 7
- ECSE 3
- ECNO 2
- ESSE 5
- ESN...
- ECNO 5
- Elementos\_no\_resiste...
- Aceras
- ECNE 7
- ECSE 3
- ES...
- ECNE 5
- ECNO 3
- A...
- ACE 3
- Pilas
- PIE 3
- Juntas\_de\_d...
- PIO 8
- ACO 6
- A...
- Sistema de desagüe
- Aparato...
- ECNO 2
- VAO 2



## 4.2. Puente de Campanar

### 4.2.1. Resultados inspección





# Propuesta de Plan de Inspección y Registro Digital para la Conservación de los Puentes Urbanos en el antiguo cauce del Turia de la ciudad de Valencia

General
Puente
Lista Incidencias
Información

Puente de Campanar

Inspección

■ IPP\_02\_2021.11.11

Inspección incompleta ▼ Motivo

Sí Asentamientos de gente

Abreviatura	Enlace	Descripción
PT02	<a href="https://my.matterport.com/show/?m=LMDjAVJcf9V">https://my.matterport.com/show/?m=LMDjAVJcf9V</a>	Puente entero

Código	Zona	Elemento	Descripción	Observaciones
PT02_AC_126	Aceras	AC	Envejecimiento	
PT02_AC_127	Aceras	AC	Perdidas de piezas	
PT02_AC_132	Aceras	AC	Vegetación	
PT02_BB_128	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BA	Corrosión de la barandilla	
PT02_BB_129	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BAE	Degradación superficial de la barandilla este	
PT02_BB_133	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BA	Corrosión en la unión entre elementos de la barandilla	
PT02_BB_135	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BA	Corrosión de las bases de la barandilla	
PT02_BB_138	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BA	Ausencia de barrotes de la barandilla	
PT02_BB_143	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BAO	Degradación superficial de la barandilla oeste	
PT02_ES_001	Estribos	ESN	Humedades y heflorescencias en la parte este del estribo	
PT02_ES_002	Estribos	ESN	Degradación superficial en la zona este del estribo	
PT02_ES_003	Estribos	ESN	Coqueras generalizadas	
PT02_ES_004	Estribos	ESN	Grafitis	
PT02_ES_005	Estribos	ESN	Degradación superficial en la zona oeste del estribo	
PT02_ES_006	Estribos	ESN	Degradación superficial en la conexión estribo tablero oeste	
PT02_ES_026	Estribos	V07	Fisuras en el extremo este	
PT02_ES_115	Estribos	ESS	Degradación superficial en el lateral oeste	
PT02_ES_116	Estribos	ESS	Armaduras vistas en el lateral oeste	
PT02_ES_117	Estribos	ESS	Humedades en el lateral oeste	
PT02_ES_122	Estribos	ESS	Humedades en el lateral este	
PT02_ES_123	Estribos	ESS	Vegetación en el lateral este	
PT02_ES_124	Estribos	ESS	Degradación superficial en el estribo	

Nº de incidencias

143



### 4.3. Puente de Ademuz

#### 4.3.1. Resultados inspección





Propuesta de Plan de Inspección y Registro Digital para la Conservación de los Puentes Urbanos en el antiguo cauce del Turia de la ciudad de Valencia

General
Puente
Lista Incidencias
Información

## Puente de Ademuz

Inspección incompleta ▼ Motivo

No

	Abreviatura	Enlace	Descripción
	PT03	<a href="https://my.matterport.com/show/?m=f4iK5A2mTHm">https://my.matterport.com/show/?m=f4iK5A2mTHm</a>	Zona norte
	PT03	<a href="https://my.matterport.com/show/?m=txDrqBiD5Eq">https://my.matterport.com/show/?m=txDrqBiD5Eq</a>	Zona sur

**Inspección**

■ IPP\_03\_2021.11.10

**Nº de incidencias**

# 106

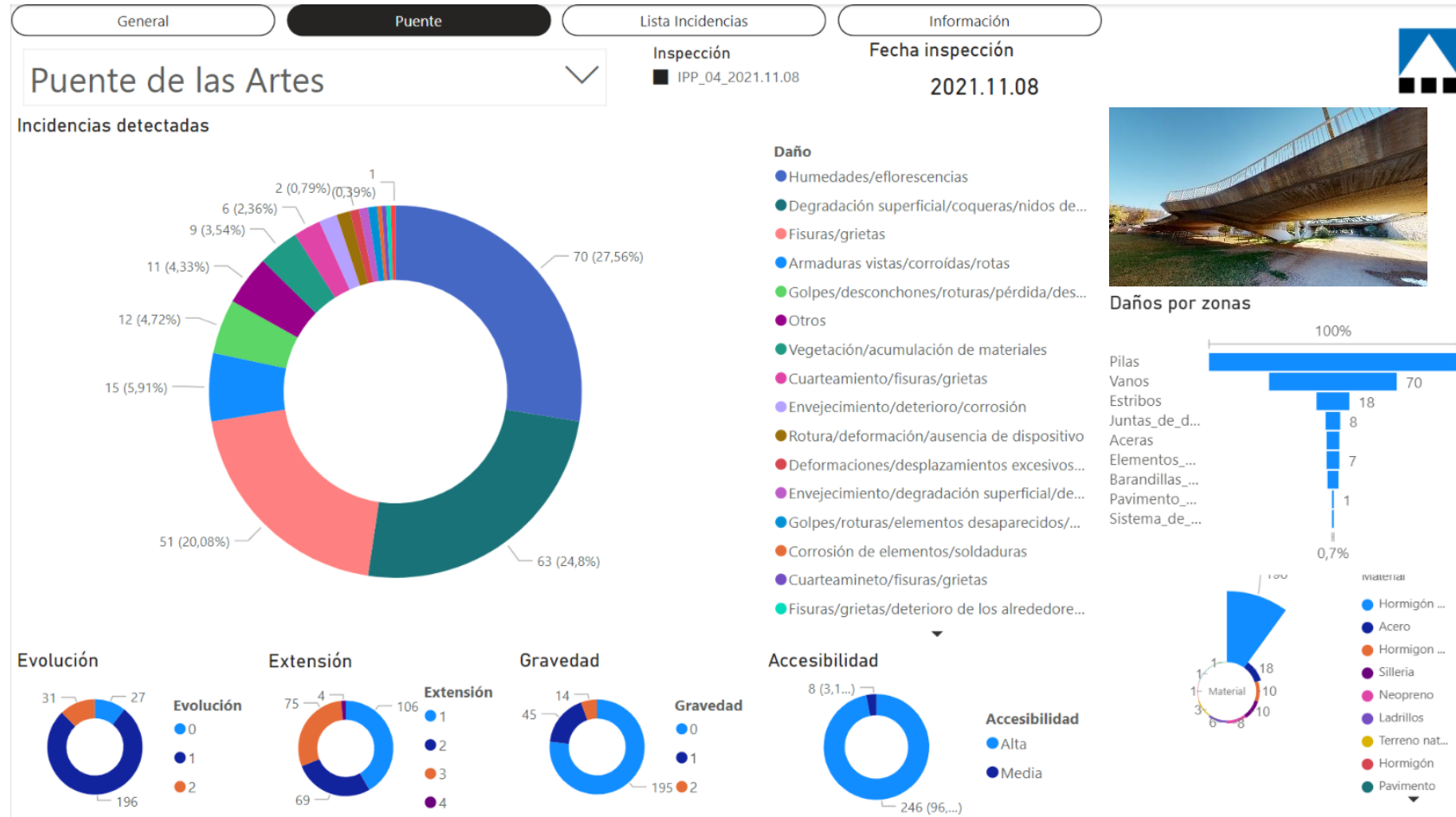
Código	Zona	Elemento	Descripción	Observaciones
PT03_AC_087	Aceras	AC	Variedad pavimentos	
PT03_AC_088	Aceras	AC	Vegetación en el borde	
PT03_AC_090	Aceras	VAE	Degradación de la imposta y ausencia de elemento de unión para la barandilla	
PT03_AC_091	Aceras	VAE	Perdida de piezas	
PT03_AC_097	Aceras	VAO	Vegetación en el borde	
PT03_AC_098	Aceras	VAO	Envejecimiento	
PT03_AC_100	Aceras	VAO	Degradación de la imposta y ausencia de elemento de unión para la barandilla	
PT03_AC_102	Aceras	VAO	Perdida de piezas de antiguas farolas	
PT03_AC_103	Aceras	VAO	Desgaste del borde	
PT03_BB_094	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	VAE	Distintos tipos de barandillas	
PT03_ES_001	Estribos	ESN	Grafitis	
PT03_ES_002	Estribos	ESN	Golpe	
PT03_ES_003	Estribos	ESN	Fisuras en el lateral del estribo	
PT03_ES_004	Estribos	ESN	Humedades en el lateral del estribo	
PT03_ES_078	Estribos	ESS	Fisuras en el muro del estribo sur	
PT03_ES_084	Estribos	ESS	Humedades en los laterales del estribo	
PT03_ES_085	Estribos	ESS	Armaduras vistas	
PT03_ES_086	Estribos	ESS	Desconchones en el borde del estribo	
PT03_JD_089	Juntas_de_dilatación	JDSE	Grietas en el asfalto por ausencia de dispositivo	
PT03_JD_096	Juntas_de_dilatación	JDNE	Ausencia de dispositivo	
PT03_JD_099	Juntas_de_dilatación	JDNO	Grietas en el asfalto por ausencia de dispositivo	
PT03_JD_106	Juntas_de_dilatación	JDSO	Grietas en el asfalto por ausencia de dispositivo	





## 4.4. Puente de las Artes

### 4.4.1. Resultados inspección





Propuesta de Plan de Inspección y Registro Digital para la Conservación de los Puentes Urbanos en el antiguo cauce del Turia de la ciudad de Valencia

General
Puente
Lista Incidencias
Información

## Puente de las Artes

Inspección incompleta ▼ Motivo

No

	Abreviatura	Enlace	Descripción
	PT04	<a href="https://my.matterport.com/show/?m=D5nDKQb5eZp">https://my.matterport.com/show/?m=D5nDKQb5eZp</a>	Zona este
	PT04	<a href="https://my.matterport.com/show/?m=UioZuXzXx3S">https://my.matterport.com/show/?m=UioZuXzXx3S</a>	Zona superior

Código	Zona	Elemento	Descripción	Observaciones
PT04_BB_196	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BAO	Base de la barandilla con perdidas	Peligro estabilidad barandil
PT04_ES_001	Estribos	ESSE	Juntas degradadas	El muro de silleria del estrit
PT04_ES_095	Estribos	ESNE	Juntas degradadas	El muro de silleria del estrit
PT04_ES_100	Estribos	ESSO	Juntas degradadas	El muro de silleria del estrit
PT04_ES_189	Estribos	ESNE	Grafitis	El muro de silleria del estrit
PT04_PI_016	Pilas	PI01E	Avisperos	Cara sur
PT04_PI_017	Pilas	PI01E	Fisuras por tracciones	Cara sur
PT04_PI_018	Pilas	PI01E	Coqueras en la zona este de la base de la pila	Cara sur
PT04_PI_019	Pilas	PI01E	Fisuras en la base de la pila cerca de la zona central	Cara sur
PT04_PI_035	Pilas	PI02E	Degradacion en la zona de la unión pila tablero	Cara sur
PT04_PI_037	Pilas	PI02E	Fisuras por tracciones	Cara sur
PT04_PI_038	Pilas	PI02E	Coqueras en la zona este de la base de la pila	Cara sur
PT04_PI_039	Pilas	PI02E	Fisuras en la base de la pila cerca de la zona central	Cara sur
PT04_PI_055	Pilas	PI03E	Coqueras y degradación superficial en la zona este de la pila	Cara sur
PT04_PI_056	Pilas	PI03E	Fisuras por tracciones	Cara sur
PT04_PI_057	Pilas	PI03E	Coqueras en la zona este de la base de la pila	Cara sur
PT04_PI_058	Pilas	PI03E	Fisuras en la base de la pila cerca de la zona central	Cara sur
PT04_PI_077	Pilas	PI04E	Coqueras y degradación superficial en la zona este de la base de la pila	Cara sur
PT04_PI_078	Pilas	PI04E	Fisuras por tracciones	Cara sur
PT04_PI_079	Pilas	PI04E	Fisuras en la base de la pila cerca de la zona central	Cara sur
PT04_PI_112	Pilas	PI01O	Coqueras y degradación superficial en la zona oeste de la base de la pila	Cara sur
PT04_PI_113	Pilas	PI01O	Fisuras por tracciones	Cara sur

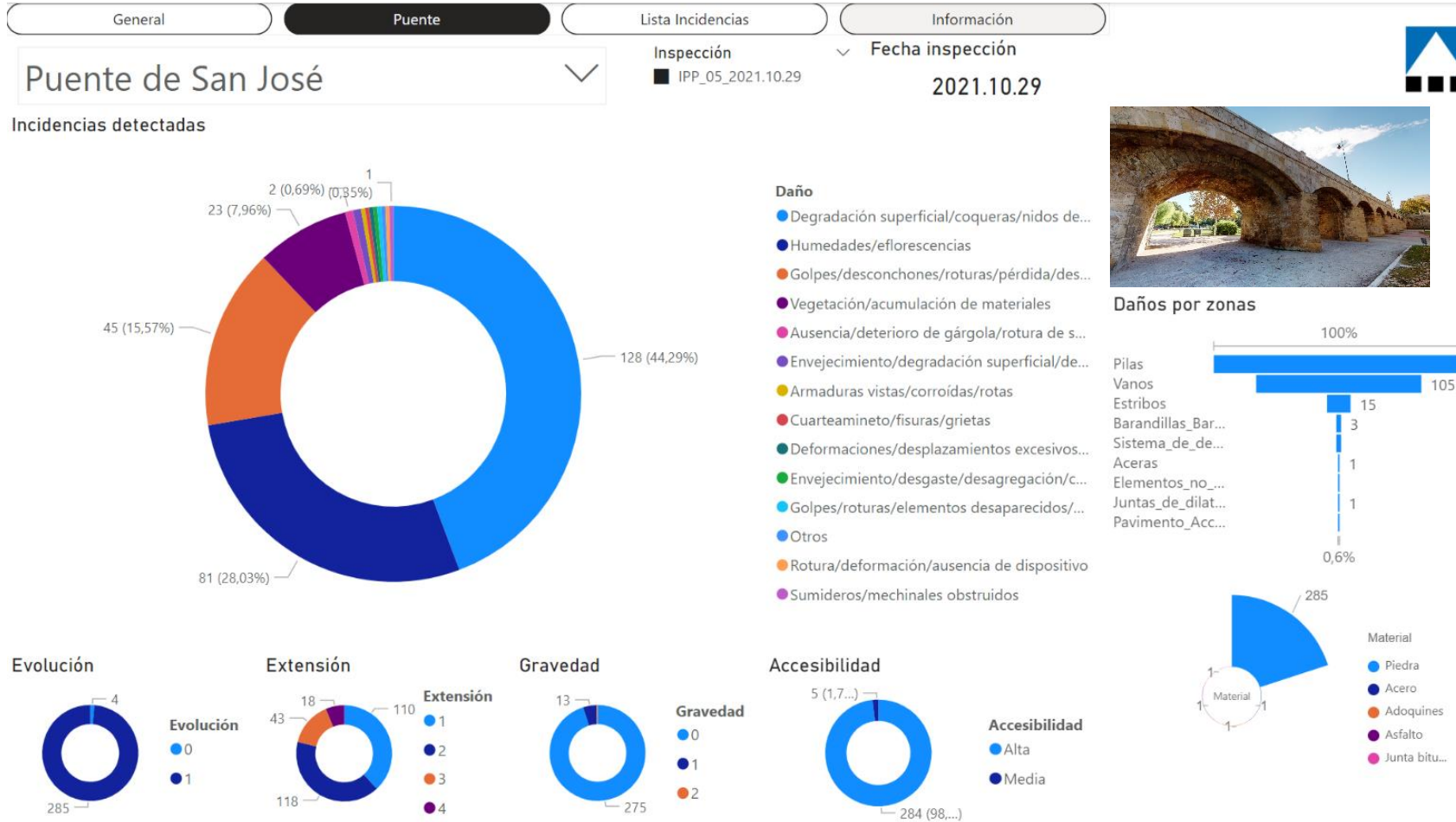
Nº de incidencias

# 254



## 4.5. Puente de San José

### 4.5.1. Resultados inspección



**Evolución**

Categoría	Cantidad
0	285
1	4

**Extensión**

Categoría	Cantidad
1	110
2	43
3	18
4	118

**Gravedad**

Categoría	Cantidad
0	275
1	13
2	13

**Accesibilidad**

Categoría	Cantidad
Alta	284
Media	5



Propuesta de Plan de Inspección y Registro Digital para la Conservación de los Puentes Urbanos en el antiguo cauce del Turia de la ciudad de Valencia

General
Puente
Lista Incidencias
Información

Puente de San José

Inspección incompleta ▼ Motivo

No

Abreviatura	Enlace	Descripción
PT05	<a href="https://my.matterport.com/show/?m=TCFnbfyKrW">https://my.matterport.com/show/?m=TCFnbfyKrW</a>	Zona inferior
PT05	<a href="https://mv.matterport.com/show/?m=zaPCq6r57XZ">https://mv.matterport.com/show/?m=zaPCq6r57XZ</a>	Zona superior

Inspección

■ IPP\_05\_2021.10.29

Nº de incidencias

289

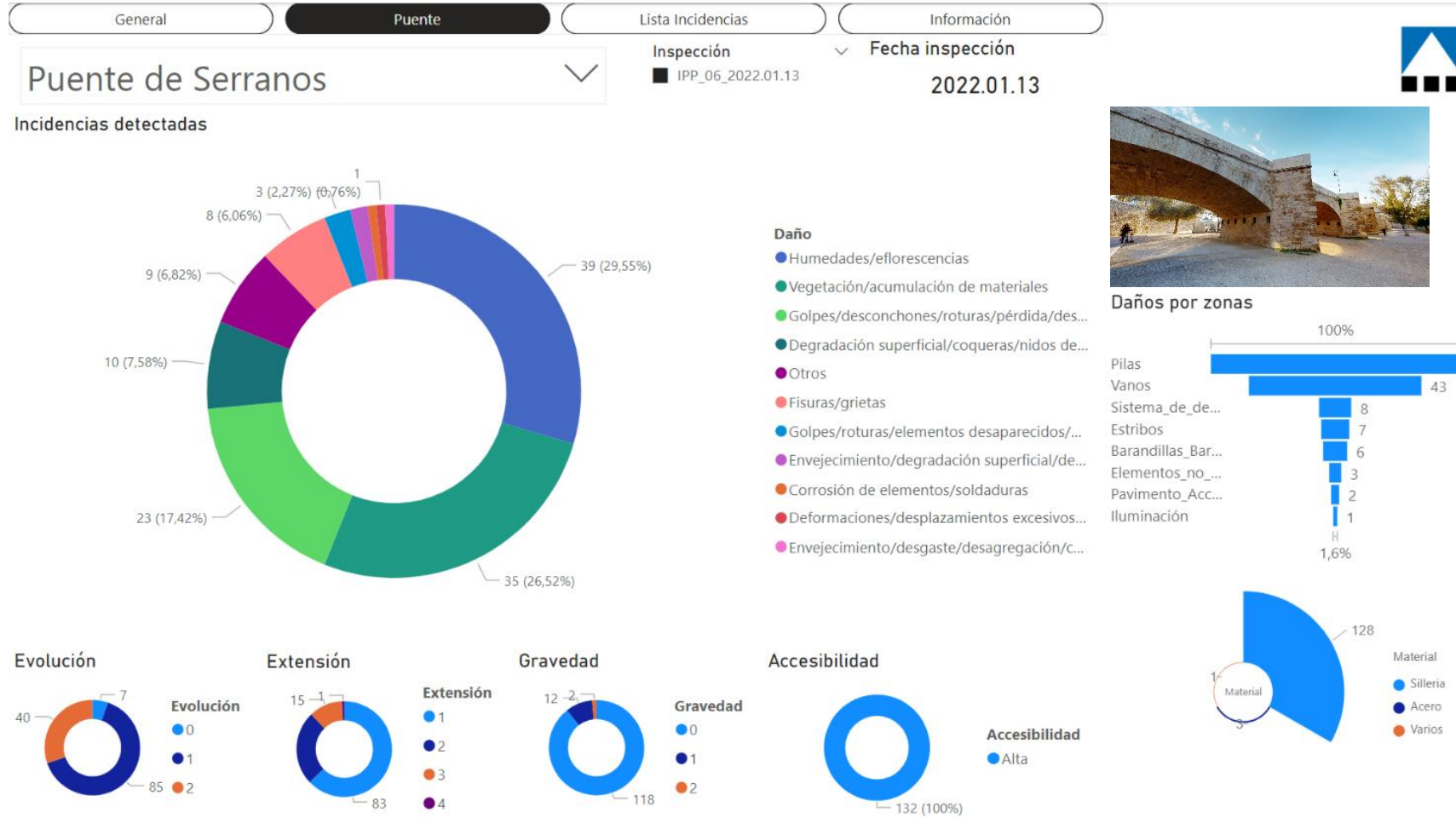
Código	Zona	Elemento	Descripción	Observación
PT05_ES_001	Estribos	ESN	Vegetacion en la cara este del estribo norte	Una gran
PT05_ES_282	Estribos	ESN	Junta horizontal con un gran desgaste continuo a lo largo de toda su longitud	Puede ser
PT05_AC_285	Aceras	AC	Adoquines de las faltos muy degradados	
PT05_BB_286	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BA	Degradación superficial de las piezas por calcificación	
PT05_BB_288	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BA	Deterioro muy acentuado de algunas piezas de las barandillas	
PT05_BB_289	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BA		
PT05_ES_002	Estribos	ESN	Humedades en la base del estribo norte	
PT05_ES_003	Estribos	ESN	Vegetacion en la cara oeste del estribo norte	
PT05_ES_004	Estribos	ESN	Daños en la piedra del estribo norte	
PT05_ES_008	Estribos	ESN	Degradación de múltiples juntas en el estribo	
PT05_ES_273	Estribos	ESS	Vegetación en la zona oeste	
PT05_ES_274	Estribos	ESS	Zona oeste con múltiples roturas	
PT05_ES_275	Estribos	ESS	Degradacion de toda la piedra de la base del estribo	
PT05_ES_276	Estribos	ESS	Humedades en la base del estribo	
PT05_ES_277	Estribos	ESS	Vegetación en la zona este	
PT05_ES_278	Estribos	ESS	Juntas muy degradadas en todo el estribo	
PT05_ES_279	Estribos	ESS	Rotura en zona este	
PT05_ES_280	Estribos	ESS	Rotura en la base del estribo	
PT05_ES_281	Estribos	ESN	Degradación juntas en la base del estribo	
PT05_JD_283	Juntas_de_dilatación	JDN	Ausencia junta de dilatación en zona norte	
PT05_NE_300	Elementos_no_resistentes	OO	Piedra degradada por uso como nidos por parte de las aves de zonas de los tajamares	
PT05_PA_284	Pavimento_Accesos	PA	Fisuras a lo largo de todo el asfalto	

Pilas			
PI02 15	PI05 15	PI11 15	PI03 14
PI08 14	PI06 13	PI01 12	
PI09 14	PI04 12		
PI10 14	PI07 12	PI1...	
Vanos			
VA04 11	VA10 9	VA08 8	VA09 8
VA03 10	VA05 7		
VA01 9	VA06 7	VA1...	VA1...
VA02 9	VA07 7	VA13 6	
Estribos	Baran...		
ESS 8	ESN 7	Siste...	



## 4.6. Puente de Serranos

### 4.6.1. Resultados inspección







# Propuesta de Plan de Inspección y Registro Digital para la Conservación de los Puentes Urbanos en el antiguo cauce del Turia de la ciudad de Valencia

General
Puente
Lista Incidencias
Información

## Puente de Serranos

Inspección incompleta ▼ Motivo

No

Abreviatura Enlace Descripción

PT06 <https://my.matterport.com/show/?m=JKmgQubVrGh> Puente entero

Código	Zona	Elemento	Descripción	Observaciones
PT06_BB_004	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BA	Perdidas de piezas	
PT06_BB_005	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BA	Degradación superficial	
PT06_BB_006	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BA	Coqueras	
PT06_BB_008	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	ECSE	Perdidas de piezas	
PT06_BB_015	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	AESO	Deformaciones excesivas	
PT06_BB_016	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	AESO	Corrosion de elementos	
PT06_ES_011	Estribos	ESS	Vegetación	
PT06_ES_012	Estribos	ESS	Humedades	
PT06_ES_013	Estribos	ESS	Juntas degradadas	
PT06_ES_014	Estribos	ESS	Pérdidas	
PT06_ES_130	Estribos	ESN	Humedades	
PT06_ES_131	Estribos	ESN	Vegetación en el estribo	
PT06_ES_132	Estribos	ESN	Acumulación de materiales	
PT06_IL_007	Iluminación	IL	Grafitis	
PT06_NE_001	Elementos_no_resistentes	ECNO	Acumulación de materiales	
PT06_NE_002	Elementos_no_resistentes	ECNO	Degradación superficial	
PT06_NE_003	Elementos_no_resistentes	VA	Vegetación	
PT06_PA_009	Pavimento_Accesos	ECSE	Degradación superficial	
PT06_PA_010	Pavimento_Accesos	ECSE	Vegetación	
PT06_PI_022	Pilas	PI01	Vegetación tajamar este	
PT06_PI_023	Pilas	PI01	Humedades tajamar este	
PT06_PI_024	Pilas	PI01	Humedades tajamar oeste	

Inspección

■ IPP\_06\_2022.01.13

Nº de incidencias

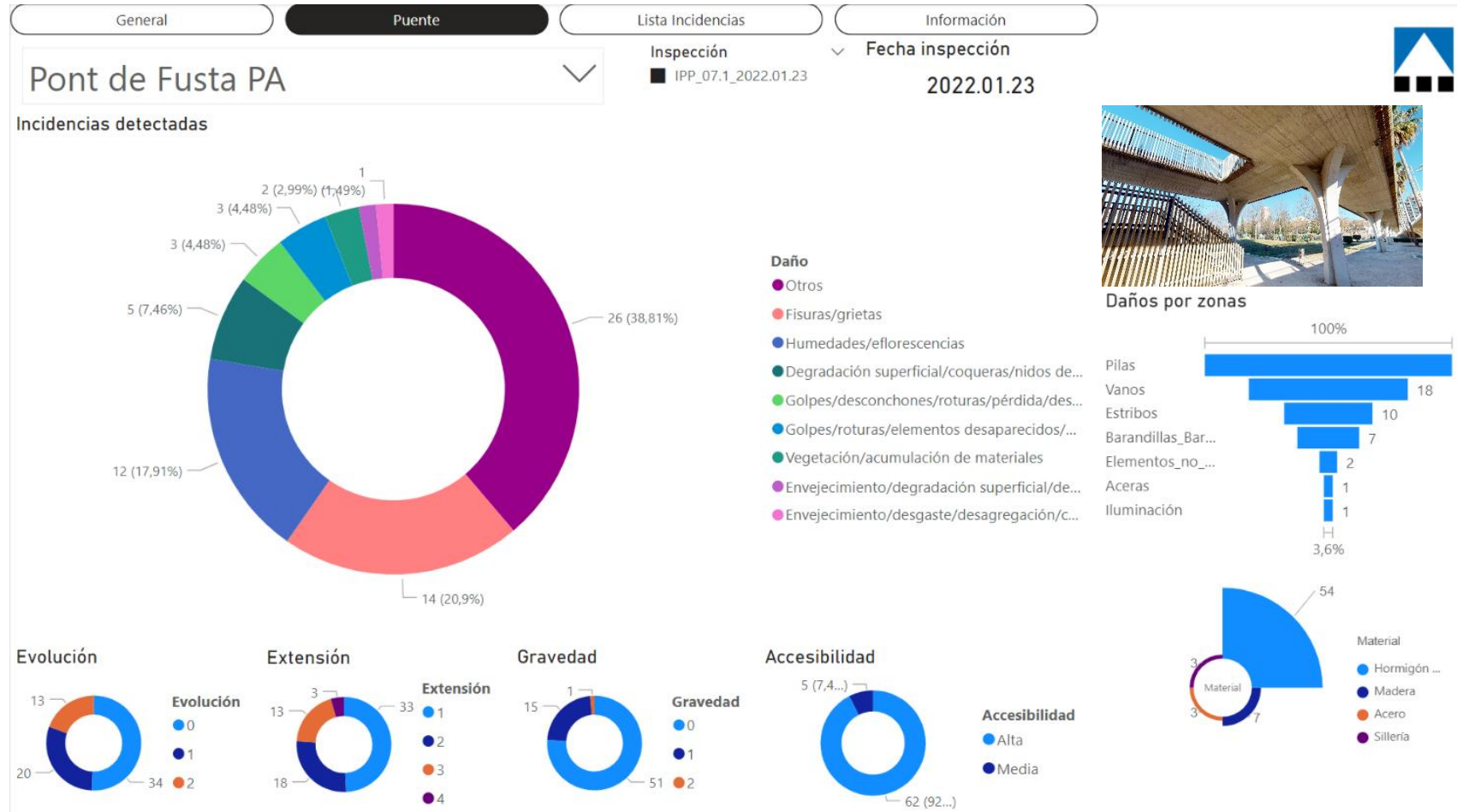
# 132

Pilas			
PI03 9	PI02 8	PI04 8	
PI05 8		PI08 8	PI01 7
PI06 8	PI07 6		
Vanos			
VA06 7	VA04 5	VA07 5	
VA09 7	VA02 4	VA05 3	
VA01 5	VA03 4	VA08 3	
Sistema de desagüe	Barandil...	El...	
VA02 1	VA06 1	BA 3	A...
Estribos		Pavimen...	
ESS 4	ESN 3	Ilu...	



## 4.7. Pont de Fusta PA

### 4.7.1. Resultados inspección





# Propuesta de Plan de Inspección y Registro Digital para la Conservación de los Puentes Urbanos en el antiguo cauce del Turia de la ciudad de Valencia

General
Puente
Lista Incidencias
Información

Pont de Fusta PA

Inspección  
IPP\_07.1\_2022.01.23

Nº de incidencias  
67

Inspección incompleta Motivo

No

	Abreviatura	Enlace	Descripción
	PA07.1	<a href="https://my.matterport.com/show/?m=u636VHBACXw">https://my.matterport.com/show/?m=u636VHBACXw</a>	Pasarela este

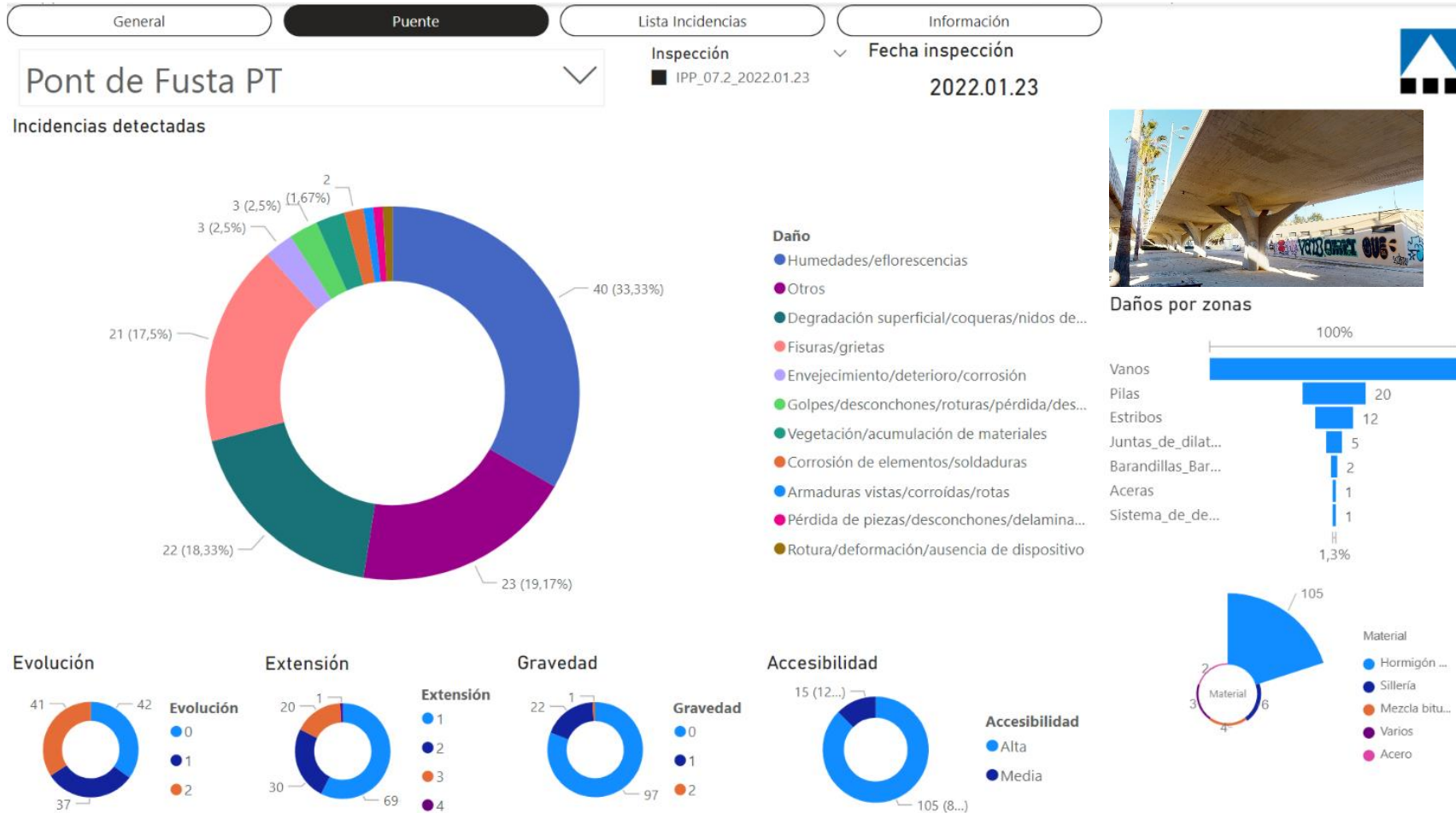
Código	Zona	Elemento	Descripción	Observaciones
PA07.1_BB_001	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BAO	Rotura de partes de la barandilla oeste	Roturas en las cercanías de las pistas de futbol
PA07.1_VA_027	Vanos	VA05	Degradación superficial	Marcas bajo vano por roce
PA07.1_AC_067	Aceras	AC	Envejecimiento de la madera	
PA07.1_BB_059	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	ECS	Grafitis	
PA07.1_BB_060	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	ECS	Pasamanos desgastado	
PA07.1_BB_062	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BA	Grafitis	
PA07.1_BB_064	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BA	Deformaciones excesivas de la barandilla	
PA07.1_BB_065	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BA	Elemento desaparecido	
PA07.1_BB_066	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BA	Grafitis	
PA07.1_ES_002	Estribos	ESN	Degradación superficial	
PA07.1_ES_003	Estribos	ESN	Vegetación	
PA07.1_ES_004	Estribos	ESN	Coqueras	
PA07.1_ES_005	Estribos	ESN	Humedades	
PA07.1_ES_006	Estribos	ESN	Fisuras	
PA07.1_ES_053	Estribos	ESS	Degradación superficial	
PA07.1_ES_054	Estribos	ESS	Vegetación	
PA07.1_ES_055	Estribos	ESS	Coqueras	
PA07.1_ES_056	Estribos	ESS	Excrementos de aves en el estribo	
PA07.1_ES_057	Estribos	ESS	Humedades	
PA07.1_IL_063	Iluminación	IL	Grafitis	
PA07.1_NE_058	Elementos_no_resistentes	EC	Humedades en la union de la escalera con el tablero	
PA07.1_NE_061	Elementos_no_resistentes	ECS	Rotura tablón escalera	

Pilas	Estribos
PI02E 6	PI09 3
PI01O 3	PI03 2
PI02O 3	PI04 2
PI08 3	PI05 2
	PI06 2
	PI07 2
Vanos	Estribos
VA05 3	ESN 5
VA03 2	
VA04 2	
VA06 2	
	ESS 5
Barandillas_Barreras_P...	Elemen...
BA 4	ECS 2
	BAO 1
	Iluminación



## 4.8. Pont de Fusta PT

### 4.8.1. Resultados inspección





Propuesta de Plan de Inspección y Registro Digital para la Conservación de los Puentes Urbanos en el antiguo cauce del Turia de la ciudad de Valencia

General
Puente
Lista Incidencias
Información

## Pont de Fusta PT

Inspección incompleta Motivo

Sí No se ha podido examinar en detalle el tablero superior (a excepción

Abreviatura	Enlace	Descripción
PT07.2	<a href="https://my.matterport.com/show/?m=CtYS4gP6ynW">https://my.matterport.com/show/?m=CtYS4gP6ynW</a>	puente oeste

**Inspección**

■ IPP\_07.2\_2022.01.23

100

2022.01.23

**Nº de incidencias**

# 120

Código	Zona	Elemento	Descripción	Observaciones
PT07.2_AC_119	Aceras	AC	Pérdidas de piezas	
PT07.2_BB_113	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BAE	Barandilla este corroído	
PT07.2_BB_118	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BAO	Barandilla oeste corroído	
PT07.2_ES_001	Estribos	ESN	Excrementos de aves en el hormigón	
PT07.2_ES_002	Estribos	ESN	Vegetación	
PT07.2_ES_003	Estribos	ESN	Humedades	
PT07.2_ES_004	Estribos	ESN	Humedades	
PT07.2_ES_005	Estribos	ESN	Acumulación de materiales en el estribo	
PT07.2_ES_006	Estribos	ESN	Degradación superficial	
PT07.2_ES_007	Estribos	ESN	Degradación superficial	
PT07.2_ES_008	Estribos	ESN	Fisuras	
PT07.2_ES_109	Estribos	ESS	Degradación superficial	
PT07.2_ES_110	Estribos	ESS	Vegetación	
PT07.2_ES_111	Estribos	ESS	Humedades	
PT07.2_ES_112	Estribos	ESS	Humedades	
PT07.2_JD_114	Juntas_de_dilatación	JDS	Envejecimiento	
PT07.2_JD_115	Juntas_de_dilatación	JDS	Acumulación de vegetación	
PT07.2_JD_116	Juntas_de_dilatación	JDS	Degradación	
PT07.2_JD_117	Juntas_de_dilatación	JDS	Deformación	
PT07.2_JD_120	Juntas_de_dilatación	JDN	Envejecimiento y deterioro localizado	
PT07.2_PL_013	Pilas	PI09	Grafitis en la pila	
PT07.2_PL_014	Pilas	PI09	Excrementos de aves en las pilas	

Vanos

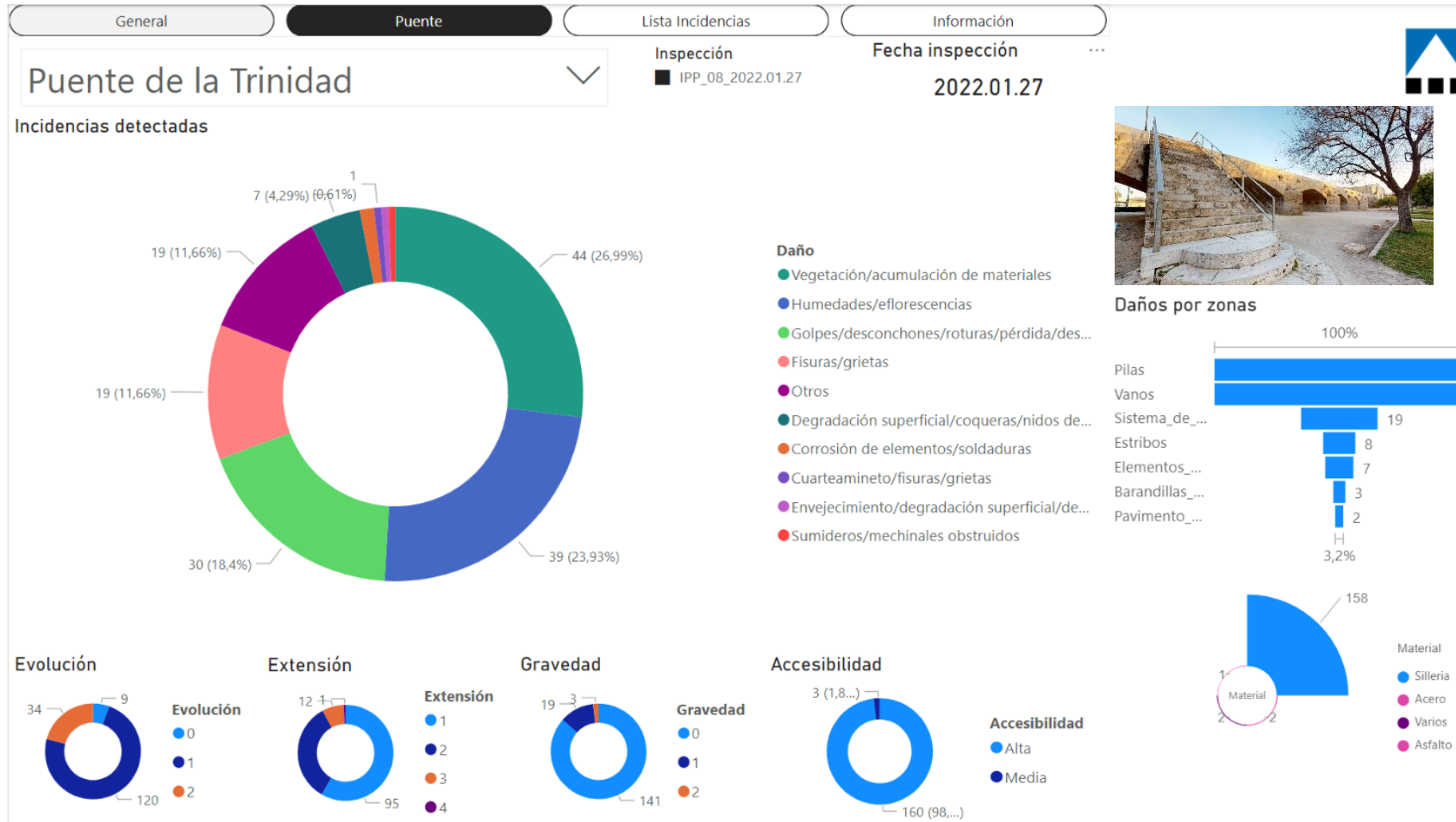
Pilas





## 4.9. Puente de la Trinidad

### 4.9.1. Resultados inspección





# Propuesta de Plan de Inspección y Registro Digital para la Conservación de los Puentes Urbanos en el antiguo cauce del Turia de la ciudad de Valencia

General
Puente
Lista Incidencias
Información

## Puente de la Trinidad

Inspección

■ IPP\_08\_2022.01.27

Inspección incompleta ▼ Motivo

No

Abreviatura Enlace Descripción

PT08 <https://my.matterport.com/show/?m=uEJLRZDjEA3> Puente entero

Código	Zona	Elemento	Descripción	Observaciones
PT08_BB_025	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	EC2	Corrosión barandilla	
PT08_BB_159	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BA	Degradación superficial barandilla	
PT08_BB_161	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	EC1	Corrosión barandilla	
PT08_ES_001	Estribos	ESN	Vegetación	
PT08_ES_002	Estribos	ESN	Humedades	
PT08_ES_003	Estribos	ESN	Juntas degradadas	
PT08_ES_010	Estribos	ESN	Acumulación de materiales	
PT08_ES_154	Estribos	ESS	Grietas	
PT08_ES_155	Estribos	ESS	Vegetación	
PT08_ES_156	Estribos	ESS	Humedades	
PT08_ES_157	Estribos	ESS	Acumulación de materiales	
PT08_NE_026	Elementos_no_resistentes	EC2	Vegetación en los escalones	
PT08_NE_027	Elementos_no_resistentes	EC2	Vegetación	
PT08_NE_028	Elementos_no_resistentes	EC2	Humedades en los laterales de la escalera	
PT08_NE_083	Elementos_no_resistentes	PI05	Cables sin protección	
PT08_NE_107	Elementos_no_resistentes	EC1	Humedades en los laterales de la escalera	
PT08_NE_108	Elementos_no_resistentes	EC1	Vegetación en los laterales de la escalera	
PT08_NE_162	Elementos_no_resistentes	EC1	Vegetación en los escalones	
PT08_PA_158	Pavimento_Accesos	PA	Fisuras por ausencia de junta de dilatación	
PT08_PA_163	Pavimento_Accesos	VA	Vegetación en el arcén	
PT08_PI_011	Pilas	PI09	Vegetación tajamar este	
PT08_PI_012	Pilas	PI09	Perdidas tajamar este	

Nº de incidencias

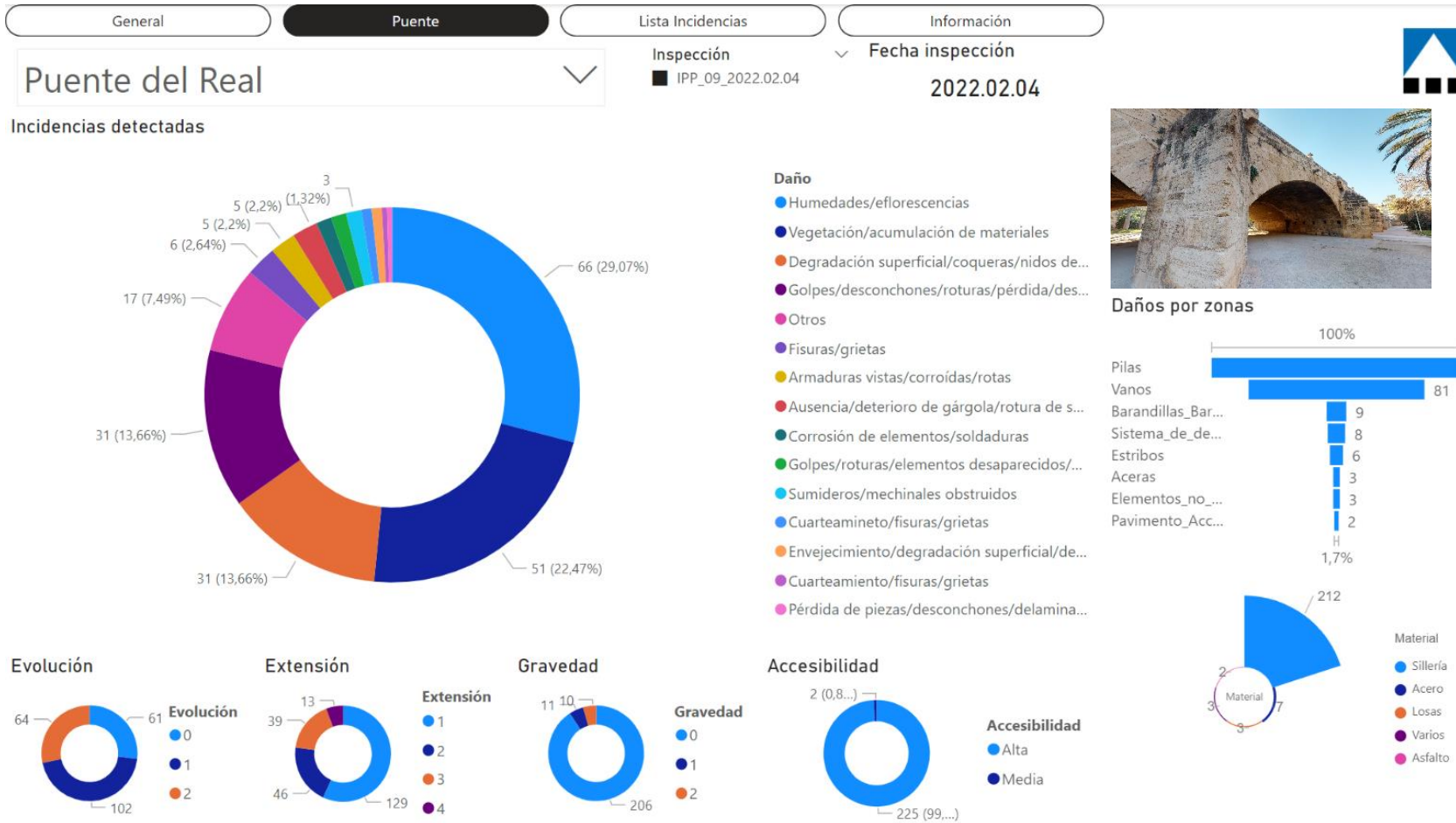
# 163

Pilas		
PI01 9	PI04 7	PI06 7
PI02 9	PI09 7	PI03 5
PI05 8	PI07 6	PI08 4
Vanos		
VA02 7	VA03 6	VA04 6
VA05 7	VA09 6	VA10 6
VA06 7	VA01 5	VA08 5
VA07 7	VA01 5	VA08 5
Sistema de desa...	Estribos	Eleme...
VA0...	VA0...	VA...
VA05 2	ES...	ES...
VA06 2	Barandill...	Pavi...



## 4.10. Puente del Real

### 4.10.1. Resultados inspección





Propuesta de Plan de Inspección y Registro Digital para la Conservación de los Puentes Urbanos en el antiguo cauce del Turia de la ciudad de Valencia

General
Puente
Lista Incidencias
Información

Puente del Real

Inspección  
■ IPP\_09\_2022.02.04

Nº de incidencias  
227

Inspección incompleta ▼ Motivo

Sí La presencia de asentamientos de personas hicieron imposible la

M

Abreviatura	Enlace	Descripción
PT09		Zona superior
PT09	<a href="https://mv.matterport.com/show/?m=YTYTKXuPef8">https://mv.matterport.com/show/?m=YTYTKXuPef8</a>	Zona inferior

Código	Zona	Elemento	Descripción	Observaciones
PT09_VA_042	Vanos	VA09	Zona asentamiento humano	Zona de acampada de mendigos
PT09_VA_165	Vanos	VA03	Zona asentamiento humano	Zona de acampada de mendigos
PT09_VA_192	Vanos	VA01	Zona asentamiento humano	Zona de acampada de mendigos
PT09_AC_001	Aceras	AC	CuarTEAMIENTO aceras	
PT09_AC_005	Aceras	AC	Vegetación	
PT09_AC_007	Aceras	AC	Perdida de piezas	
PT09_BB_002	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BA	Vegetación en las barandillas	
PT09_BB_004	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BA	Envejecimiento y degradación superficial	
PT09_BB_010	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	EN	Corrosión barandillas	
PT09_BB_012	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	AEN	Desgaste	
PT09_BB_013	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	AEN	Rotura en la unión	
PT09_BB_014	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	AEN	Corrosión barandillas	
PT09_BB_015	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	AEN	Deformaciones excesivas	
PT09_BB_016	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	AEN	Elementos desaparecidos	
PT09_BB_017	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	AEN	Corrosión barandillas	
PT09_ES_018	Estribos	ESN	Vegetación	
PT09_ES_019	Estribos	ESN	Desconchones	
PT09_ES_020	Estribos	ESN	Humedades	
PT09_ES_220	Estribos	ESS	Vegetación	
PT09_ES_221	Estribos	ESS	Humedades	
PT09_ES_222	Estribos	ESS	Degradación superficial	
PT09_NE_008	Elementos_no_resistentes	EN	Rotura	

Pilas

PI08 15	PI05 14	PI07 14
PI09 14		
PI01 13	PI06 12	PI04 11
PI02 12	PI03 10	

Vanos

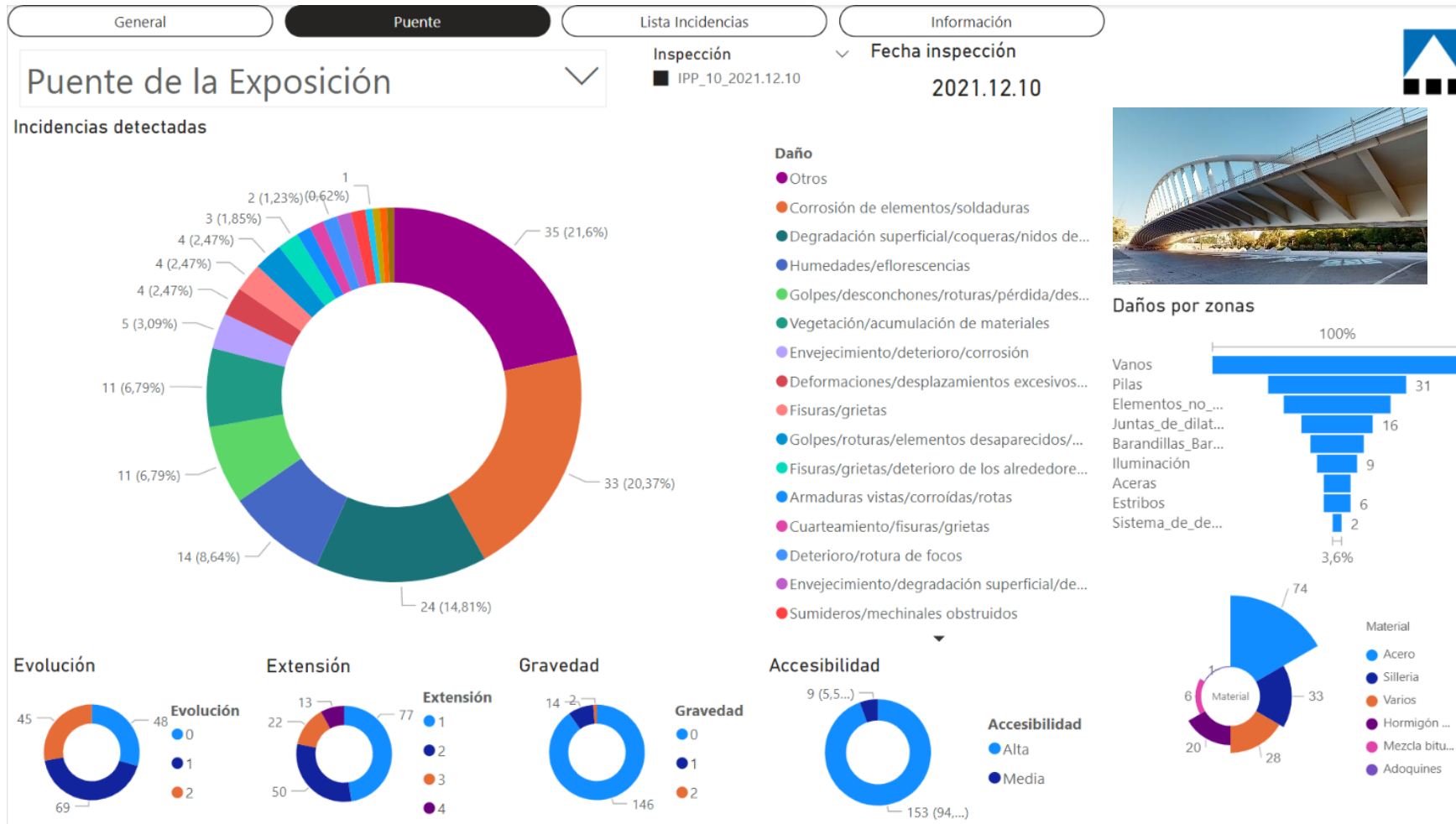
VA06 10	VA07 8	VA09 8
VA01 9	VA02 7	
VA03 9	VA04 7	
VA10 9	VA05 7	VA...

Barandil...	Sistema de de...	A...	El...
AEN 6	VA04 2	A...	E...
BA 2	Estribos	A...	E...



### 4.11. Puente de la Exposición

#### 4.11.1. Resultados inspección







Propuesta de Plan de Inspección y Registro Digital para la Conservación de los Puentes Urbanos en el antiguo cauce del Turia de la ciudad de Valencia

General
Puente
Lista Incidencias
Información

Puente de la Exposición

Inspección

IPP\_10\_2021.12.10

Nº de incidencias

# 162

Inspección incompleta ▼ Motivo

No

Abreviatura	Enlace	Descripción
PT10		Zona superior
PT10	<a href="https://my.matterport.com/show/?m=pEV6Z4SaPvt">https://my.matterport.com/show/?m=pEV6Z4SaPvt</a>	Zona inferior

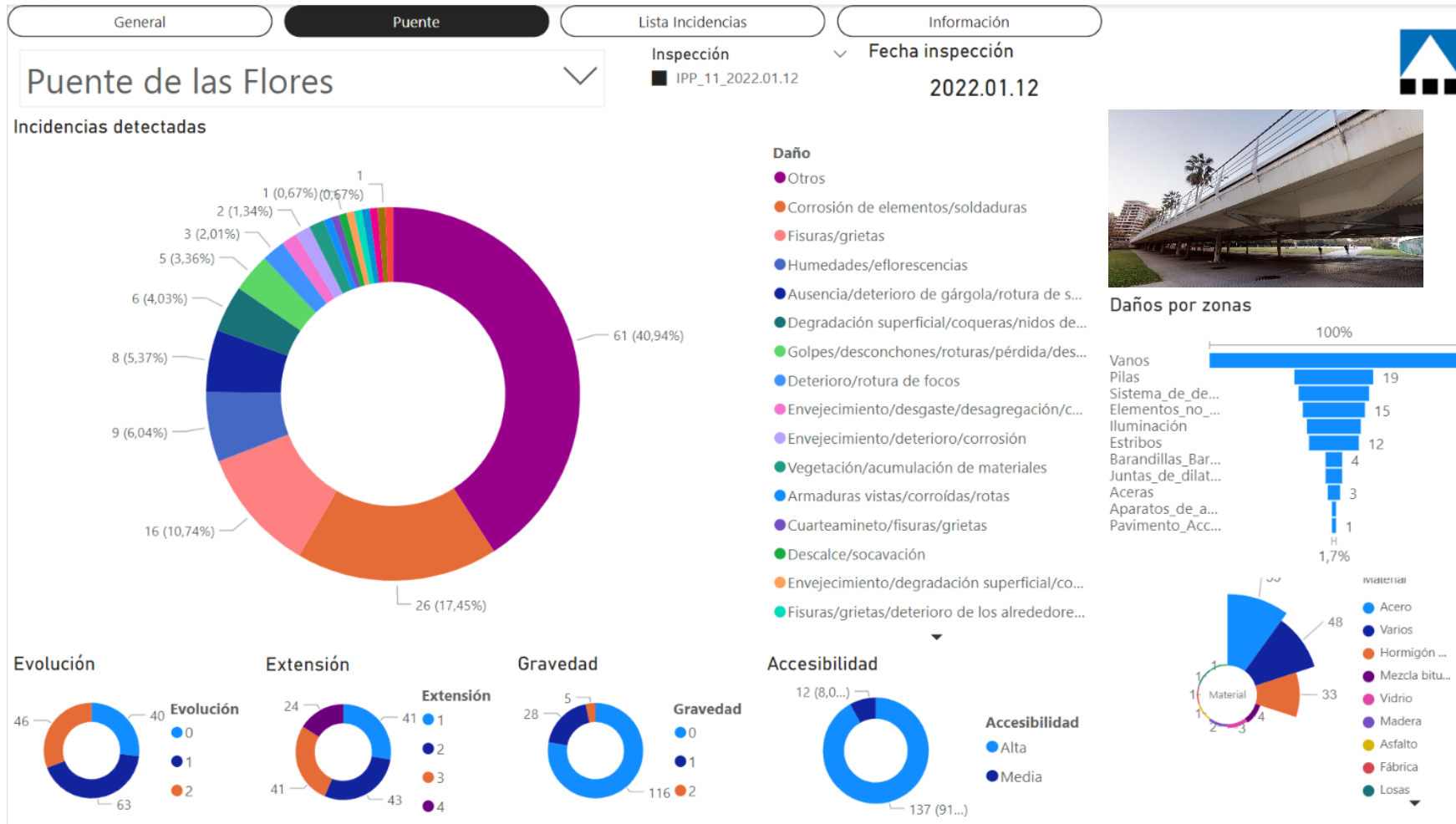
Código	Zona	Elemento	Descripción	Observaciones
PT10_ES_004	Estribos	ESN	Degradación superficial	Zona de conexión bastante degradada
PT10_NE_005	Elementos_no_resistentes	ESN	Acceso en estribo norte	Zona de acopio bajo estribo con puerta de seguridad
PT10_NE_096	Elementos_no_resistentes	ESS	Acceso en estribo norte	Zona de acopio bajo estribo con puerta de seguridad
PT10_VA_012	Vanos	VA01	Degradación superficial bajo vano	Zona con marcas de roce por rozadura de vehiculos
PT10_PI_056	Pilas	PI02	Degradación superficial	Superficie de la base de la pila con bastante degradac
PT10_VA_043	Vanos	VA02	Suciedad en la barriga del vano	Suciedad en la zona oeste de la barriga en el encuentr
PT10_VA_011	Vanos	VA01	Suciedad paramento	Suciedad en la zona de las costillas
PT10_BB_003	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	ESN	Reparacion imposta escalera	Reparacion imposta escalera oeste norte
PT10_BB_007	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	ESN	Reparacion imposta escalera	Reparacion imposta escalera este norte
PT10_VA_082	Vanos	VA03	Degradación superficial	Rallado
PT10_VA_081	Vanos	VA03	Degradación superficial	Quemado
PT10_VA_040	Vanos	VA02	Degradación superficial	Pintura desconchada en la barriga del vano
PT10_VA_031	Vanos	VA02	Degradación superficial	Pintura desconchada costillas oeste
PT10_VA_051	Vanos	VA02	Degradación superficial	Pintura desconchada costillas oeste
PT10_PI_023	Pilas	PI01	Degradación superficial	Pintura desconchada
PT10_PI_030	Pilas	PI01	Degradación superficial	Pintura desconchada
PT10_PI_058	Pilas	PI02	Degradación superficial	Pintura desconchada
PT10_PI_073	Pilas	PI02	Degradación superficial	Pintura deschonchada
PT10_PI_022	Pilas	PI01	Corrosión de elementos	Oxido que ha corroido el borde
PT10_VA_039	Vanos	VA02	Degradación superficial en la barriga	Marcas de roce
PT10_PI_020	Pilas	PI01	Humedades	Humedades mezcladas con aceite en la zona de los ac
PT10_VA_049	Vanos	VA02	Humedades costillas este	Humedades en el entorno de los huecos en la zona de

Vanos	Pilas	Elementos_no...	Juntas_de_dilatación	Ilumina...	Ace...
VA02 23	PI02 19	ESS 15	JD 15	IL 4	AC 6
VA03 13					
AR 11	ESN 4	VA...	Barandillas_Barrera...	ESS 3	
VA01 8	OO 2	AR 1	ESN 5	ES...	Estribos
			BA 4	AR 1	ESS 4
					E... S...



### 4.12. Puente de las Flores

#### 4.12.1. Resultados inspección



Daños por zonas



# Propuesta de Plan de Inspección y Registro Digital para la Conservación de los Puentes Urbanos en el antiguo cauce del Turia de la ciudad de Valencia

General
Puente
Lista Incidencias
Información

## Puente de las Flores

Inspección incompleta ▼ Motivo

No

Abreviatura Enlace Descripción

PT11 Zona superior

PT11 <https://my.matterport.com/show/?m=vG1Pi8j3Fsi> Zona inferior

Código	Zona	Elemento	Descripción	Observaciones
PT11_AC_131	Aceras	AC	Envejecimiento de los tablones de madera	
PT11_AC_146	Aceras	AC	Envejecimiento de los tablones de madera	
PT11_AC_149	Aceras	AC	Perdidas de piezas	
PT11_AP_006	Aparatos_de_apoyo	ESN	Corrosion entorno al neopreno	
PT11_BB_125	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	ECS	Corrosión elementos	
PT11_BB_130	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BA	Corrosiones	
PT11_BB_134	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	AEN	Deformaciones	
PT11_BB_145	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BA	Corrosiones	
PT11_ES_001	Estribos	ESN	Humedades lateral este	
PT11_ES_002	Estribos	ESN	Acumulacion de materiales bajo la junta	
PT11_ES_003	Estribos	ESN	Nidos de avispas	
PT11_ES_004	Estribos	ESN	Corrosión elementos	
PT11_ES_005	Estribos	ESN	Suciedad	
PT11_ES_114	Estribos	ESS	Humedades	
PT11_ES_115	Estribos	ESS	Grafitis	
PT11_ES_116	Estribos	ESS	Degradación superficial	
PT11_ES_117	Estribos	ESS	Vegetacion en ambos laterales del estribo	
PT11_ES_118	Estribos	ESS	Corrosión de elementos	
PT11_ES_119	Estribos	ESS	Degradación superficial	
PT11_ES_120	Estribos	ESS	Corrosión de elementos	
PT11_IL_032	Iluminación	VA06	Rotura del cristal de los focos	
PT11_IL_040	Iluminación	VA06	Nidos en los focos	

Inspección

■ IPP\_11\_2022.01.12

149

Nº de incidencias

Vanos		
VA02 9	VA03 7	VA05 7
VA04 8	VA06 6	VAO 4
VA01 7	VA07 5	VAO 4
VA01 7	VAE 4	VA08 3

**Pilas**

PIO1 4	PIO...	PIO...
PIO7 3		
PIO2 2	PI...	PI...

**Elementos no resi...**

AEN 6	ECS 3
OO 4	

**Iluminación**

VA01 2	V...	V...
VA03 2	IL...	IL...

**Sistema de des...**

VA0...	VA0...	VA0...
VA04 2		
VA05 2		
VA06 2		

**Estribos**

ESS 7
ESN 5

**Barandil...**

AC 3
------

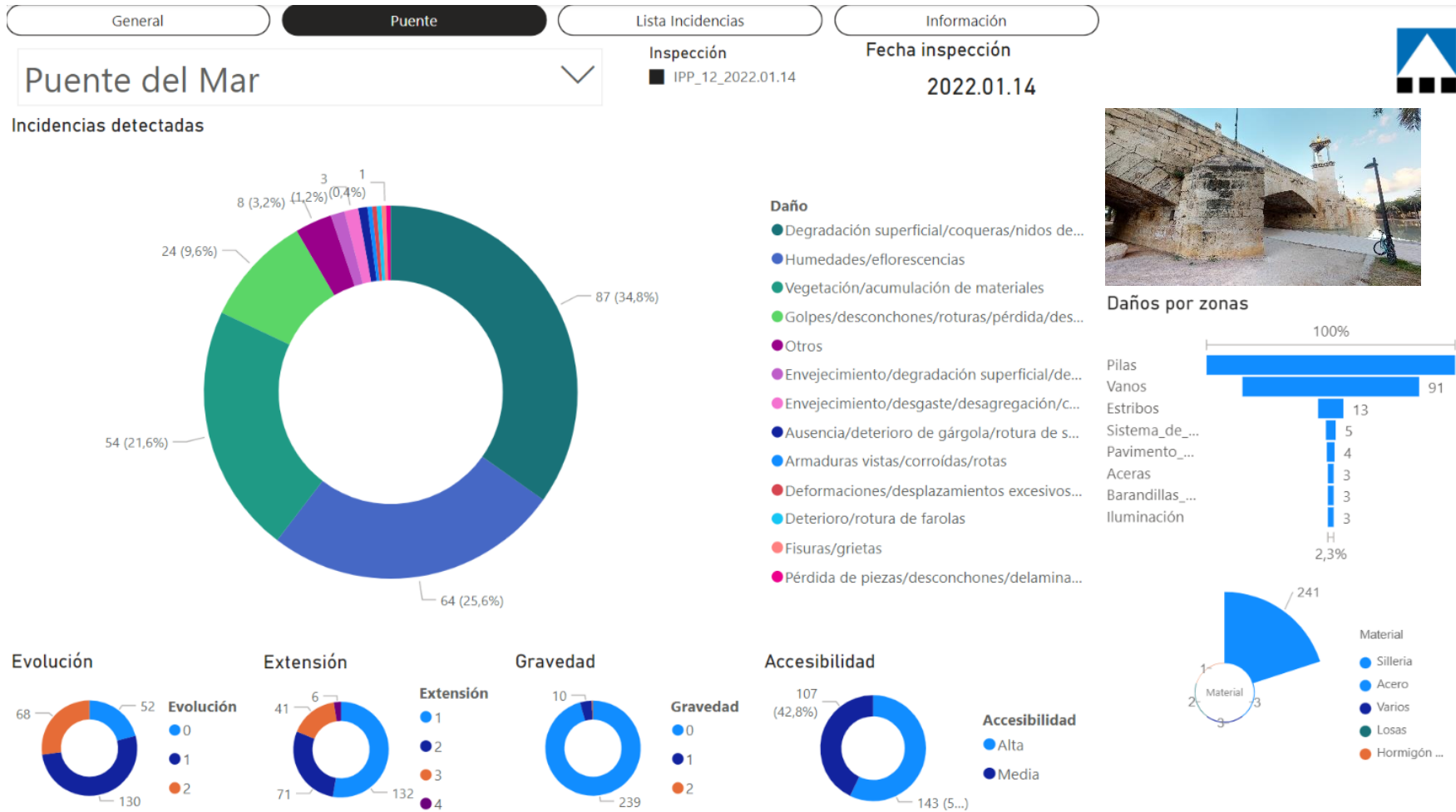
**Ace...**

Juntas_...
JDS 2



### 4.13. Puente del Mar

#### 4.13.1. Resultados inspección





Propuesta de Plan de Inspección y Registro Digital para la Conservación de los Puentes Urbanos en el antiguo cauce del Turia de la ciudad de Valencia

General
Puente
Lista Incidencias
Información

Puente del Mar

Inspección  
■ IPP\_12\_2022.01.14

Nº de incidencias  
250

Inspección incompleta ▼ Motivo

No

	Abreviatura	Enlace	Descripción
	PT12	<a href="https://my.matterport.com/show/?m=SSAXEVhyaWW">https://my.matterport.com/show/?m=SSAXEVhyaWW</a>	Puente entero

250  
2022.01.14

Código	Zona	Elemento	Descripción	Observaciones
PT12_AC_007	Aceras	AC	Vegetación	Vegetacion lateral este
PT12_AC_005	Aceras	AC	Perdidas de piezas	
PT12_AC_006	Aceras	AC	Desgaste	
PT12_BB_003	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BAS	Degradación superficial barandilla escalinata	
PT12_BB_004	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BA	Degradación barandilla tablero	
PT12_BB_011	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BAN	Degradación superficial barandilla escalinata	
PT12_ES_169	Estribos	ESN	Degradación superficial	
PT12_ES_170	Estribos	ESN	Golpes	
PT12_ES_171	Estribos	ESN	Juntas degradadas	
PT12_ES_173	Estribos	ESN	Humedades	
PT12_ES_174	Estribos	ESN	Vegetación	
PT12_ES_175	Estribos	ESN	Degradación superficial	
PT12_ES_176	Estribos	ESN	Acumulación de materiales	
PT12_ES_248	Estribos	ESS	Junta degradada	
PT12_ES_249	Estribos	ESS	Vegetación	
PT12_ES_250	Estribos	ESS	Degradación superficial	
PT12_ES_251	Estribos	ESS	Humedades y eflorescencias	
PT12_ES_252	Estribos	ESS	Grafitis	
PT12_ES_253	Estribos	ESS	Acumulación de materiales	
PT12_IL_008	Iluminación	IL	Grafitis en la base de las farolas	
PT12_IL_009	Iluminación	IL	Recubrimiento cables desgastado	
PT12_IL_010	Iluminación	IL	Deterioro superficial farolas	

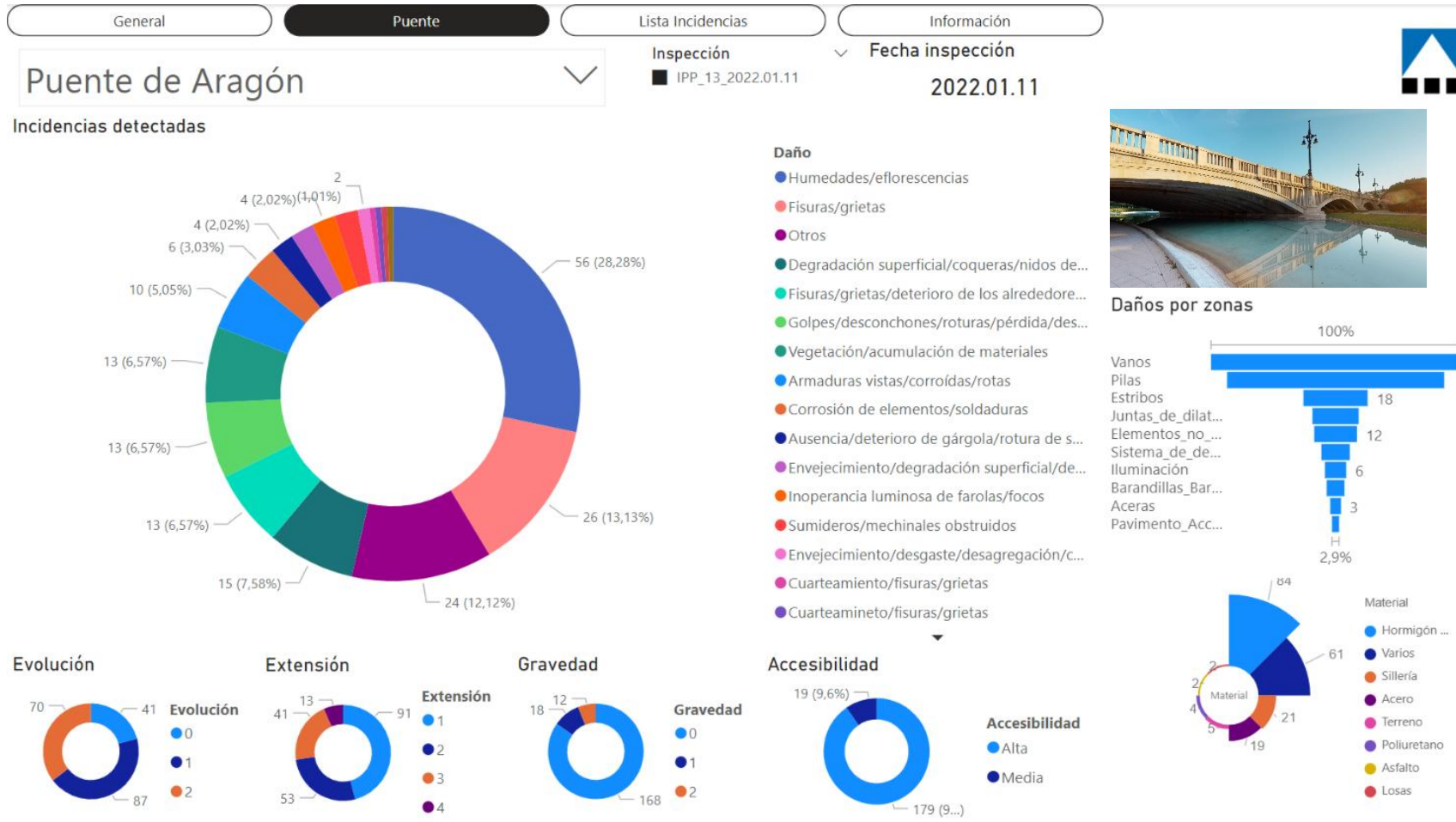
Pilas			
PI01 15	PI02 15	PI03 15	
Vanos			
VA03 10			
VA08 10		VA02 9	VA05 9
VA10 10		VA07 9	
VA01 9		VA04 8	VA09 8
Estribos		Sistema...	A...
ESS 6		Pavimen...	B...





### 4.14. Puente de Aragón

#### 4.14.1. Resultados inspección





Propuesta de Plan de Inspección y Registro Digital para la Conservación de los Puentes Urbanos en el antiguo cauce del Turia de la ciudad de Valencia

General
Puente
Lista Incidencias
Información

Puente de Aragón

Inspección  
■ IPP\_13\_2022.01.11

Inspección incompleta ▼ Motivo

No

	Abreviatura	Enlace	Descripción
	PT13	<a href="https://my.matterport.com/models/uUgu2bzRaaf">https://my.matterport.com/models/uUgu2bzRaaf</a>	Puente entero

Código	Zona	Elemento	Descripción	Observaciones
PT13_VA_013	Vanos	VA06	Zona asentamiento humano	Gente acampada encima de los arcos rebajados
PT13_VA_038	Vanos	VA05	Zona asentamiento humano	Gente acampada encima de los arcos rebajados
PT13_VA_065	Vanos	VA04	Zona asentamiento humano	Gente acampada encima de los arcos rebajados
PT13_AC_171	Aceras	AC	Envejecimiento de las aceras	
PT13_AC_177	Aceras	AC	Degradación superficial de las aceras	
PT13_AC_188	Aceras	AC	Cuarteamiento	
PT13_BB_173	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BAE	Degradación superficial barandilla este	
PT13_BB_182	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BA	Moho sobre la barandilla	
PT13_BB_184	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BA	Degradación superficial base de las barandillas	
PT13_BB_186	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BAE	Degradación superficial barandilla este	
PT13_BB_198	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BA	Degradación superficial base de las barandillas	
PT13_ES_001	Estribos	ESN	Juntas degradadas.	
PT13_ES_002	Estribos	ESN	Humedades	
PT13_ES_003	Estribos	ESN	Degradación superficial	
PT13_ES_004	Estribos	ESN	Perdidas	
PT13_ES_005	Estribos	ESN	Humedad bajo junta de dilatación	
PT13_ES_006	Estribos	ESN	Humedades y eflorescencias	
PT13_ES_007	Estribos	ESN	Humedades	
PT13_ES_008	Estribos	ESN	Desconchones	
PT13_ES_160	Estribos	ESS	Grafitis lateral oeste	
PT13_ES_161	Estribos	ESS	Humedades lateral oeste	
PT13_ES_162	Estribos	ESS	Vegetación lateral oeste	

Nº de incidencias

198

2022.01.11

Código	Zona	Elemento	Descripción	Observaciones
PT13_VA_013	Vanos	VA06	Zona asentamiento humano	Gente acampada encima de los arcos rebajados
PT13_VA_038	Vanos	VA05	Zona asentamiento humano	Gente acampada encima de los arcos rebajados
PT13_VA_065	Vanos	VA04	Zona asentamiento humano	Gente acampada encima de los arcos rebajados
PT13_AC_171	Aceras	AC	Envejecimiento de las aceras	
PT13_AC_177	Aceras	AC	Degradación superficial de las aceras	
PT13_AC_188	Aceras	AC	Cuarteamiento	
PT13_BB_173	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BAE	Degradación superficial barandilla este	
PT13_BB_182	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BA	Moho sobre la barandilla	
PT13_BB_184	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BA	Degradación superficial base de las barandillas	
PT13_BB_186	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BAE	Degradación superficial barandilla este	
PT13_BB_198	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BA	Degradación superficial base de las barandillas	
PT13_ES_001	Estribos	ESN	Juntas degradadas.	
PT13_ES_002	Estribos	ESN	Humedades	
PT13_ES_003	Estribos	ESN	Degradación superficial	
PT13_ES_004	Estribos	ESN	Perdidas	
PT13_ES_005	Estribos	ESN	Humedad bajo junta de dilatación	
PT13_ES_006	Estribos	ESN	Humedades y eflorescencias	
PT13_ES_007	Estribos	ESN	Humedades	
PT13_ES_008	Estribos	ESN	Desconchones	
PT13_ES_160	Estribos	ESS	Grafitis lateral oeste	
PT13_ES_161	Estribos	ESS	Humedades lateral oeste	
PT13_ES_162	Estribos	ESS	Vegetación lateral oeste	



### 4.15. Puente del Ángel Custodio

#### 4.15.1. Resultados inspección





Propuesta de Plan de Inspección y Registro Digital para la Conservación de los Puentes Urbanos en el antiguo cauce del Turia de la ciudad de Valencia

General
Puente
Lista Incidencias
Información

## Puente del Ángel Custodio

Inspección incompleta ▼ Motivo

Sí Debido a una serie de obras en el puente, a excepción del primer vano

Abreviatura	Enlace	Descripción
PT14		Zona superior
PT14	<a href="https://my.matterport.com/show/?m=CWN89SL8roJ">https://my.matterport.com/show/?m=CWN89SL8roJ</a>	Zona inferior

Código	Zona	Elemento	Descripción	Observaciones
PT14_NE_011	Elementos_no_resistentes	ESS	Ausencia tubería	Trabajos en curso para su sustitución
PT14_BB_098	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BA	Roturas en la barandilla	Roturas de los elementos verticales
PT14_BB_097	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BA	Fisuras en la barandilla	Fisuras en los elementos verticales
PT14_NE_010	Elementos_no_resistentes	ESS	Apollo sistema	Apoyo provisional hasta finalización de trabajos
PT14_AC_094	Aceras	AC	Desgaste y degradación	
PT14_AC_095	Aceras	AC	Vegetación	
PT14_AC_100	Aceras	AC	Perdidas de piezas	
PT14_AC_102	Aceras	AC	Deformación de la acera	
PT14_BB_093	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BA	Degradación superficial	
PT14_ES_001	Estribos	ESS	Fisuras en el lateral este	
PT14_ES_002	Estribos	ESS	Zona de almacenaje en el estribo	
PT14_ES_003	Estribos	ESS	Golpes en el lateral este	
PT14_ES_004	Estribos	ESS	Vegetación lateral este	
PT14_ES_005	Estribos	ESS	Humedades lateral este	
PT14_ES_006	Estribos	ESS	Fisuras en el estribo	
PT14_ES_007	Estribos	ESS	Humedades en el estribo	
PT14_ES_008	Estribos	ESS	Degradación superficial en el estribo	
PT14_ES_012	Estribos	ESS	Grafitis	
PT14_ES_013	Estribos	ESS	Vegetación en el estribo	
PT14_ES_062	Estribos	ESN	Zona de almacenaje bajo estribo	
PT14_ES_063	Estribos	ESN	Humedades lateral este	
PT14_ES_064	Estribos	ESN	Humedades estribo	

Inspección

■ IPP\_14\_2022.01.17

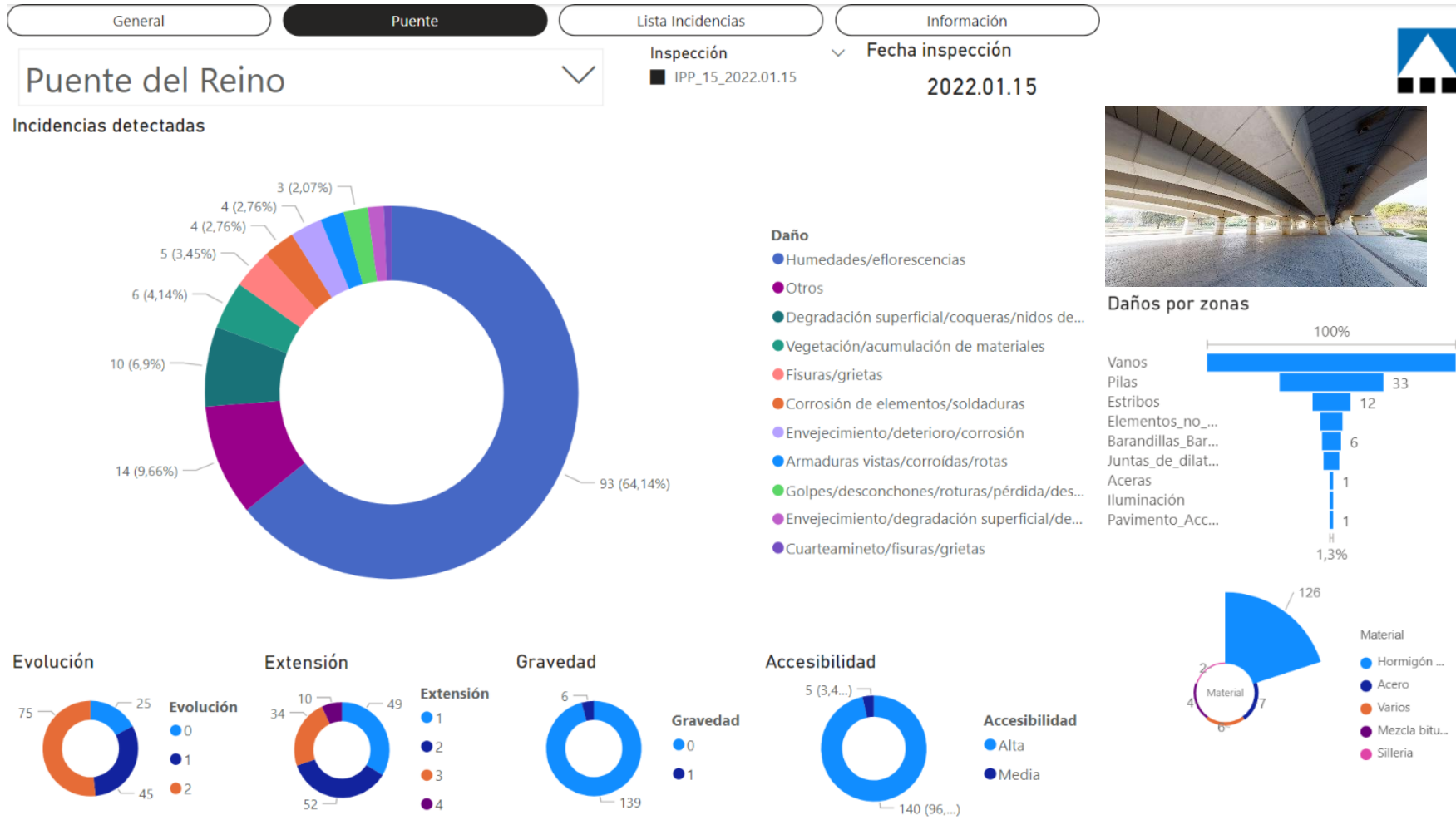
Nº de incidencias

# 102



## 4.16. Puente del Reino

### 4.16.1. Resultados inspección







Propuesta de Plan de Inspección y Registro Digital para la Conservación de los Puentes Urbanos en el antiguo cauce del Turia de la ciudad de Valencia

General
Puente
Lista Incidencias
Información

Puente del Reino

Inspección

■ IPP\_15\_2022.01.15

Inspección incompleta ▼ Motivo

No

	Abreviatura	Enlace	Descripción
	PT15		Zona superior
	PT15	<a href="https://my.matterport.com/show/?m=dLorssme7BB">https://my.matterport.com/show/?m=dLorssme7BB</a>	Zona inferior

Código	Zona	Elemento	Descripción	Observaciones
PT15_PI_047	Pilas	PI07.05	Fisuras	Marcas de señalización de las fisuras
PT15_VA_129	Vanos	VA01	Degradación superficial	Marcas de rozaduras bajo vano
PT15_VA_108	Vanos	VA03.05	Humedades en la viga	Humedades bajo los huecos de la viga
PT15_AC_006	Aceras	AC	Vegetación	
PT15_BB_001	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BANE	Humedades en las barandillas del extremo norte	
PT15_BB_002	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BANE	Degradación superficial	
PT15_BB_007	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BA	Degradación superficial	
PT15_BB_008	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BA	Humedades en la base	
PT15_BB_011	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BA	Corrosión elementos verticales	
PT15_BB_012	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BA	Corrosión elementos de la base	
PT15_ES_019	Estribos	ESN	Vegetación	
PT15_ES_020	Estribos	ESN	Humedades	
PT15_ES_021	Estribos	ESN	Fisuras en la zona central del estribo	
PT15_ES_022	Estribos	ESN	Armadura vistas en la zona central del estribo	
PT15_ES_024	Estribos	ESN	Grafitis	
PT15_ES_026	Estribos	ESN	Humedades lateral oeste	
PT15_ES_139	Estribos	ESS	Vegetación en le estribo	
PT15_ES_141	Estribos	ESS	Acumulación de materiales	
PT15_ES_142	Estribos	ESS	Humedades	
PT15_ES_143	Estribos	ESS	Fisuras	
PT15_ES_144	Estribos	ESS	Roturas	
PT15_ES_145	Estribos	ESS	Armaduras vistas	

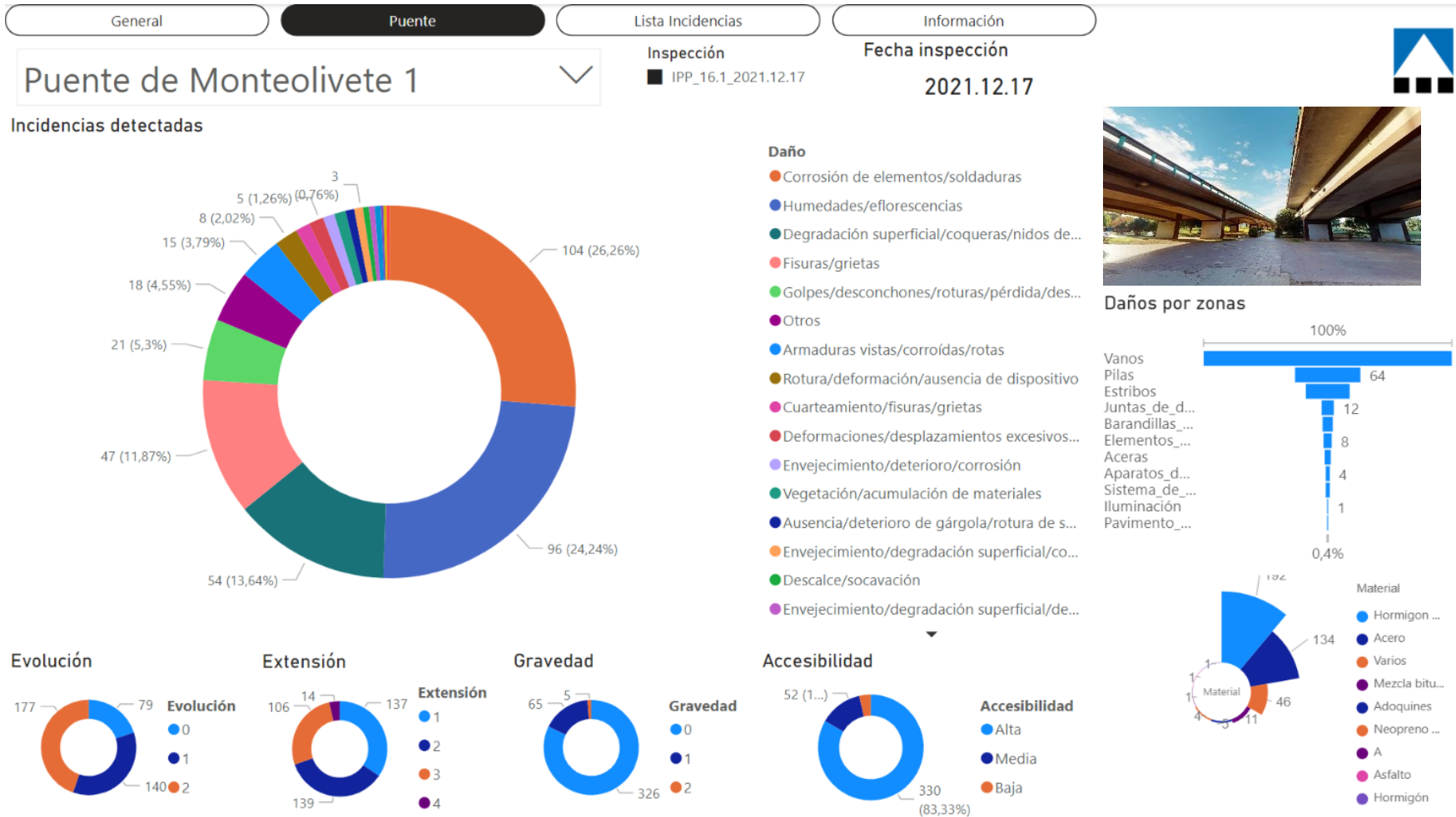
Nº de incidencias

# 145



### 4.17. Puente de Monteolivete 1

#### 4.17.1. Resultados inspección





Propuesta de Plan de Inspección y Registro Digital para la Conservación de los Puentes Urbanos en el antiguo cauce del Turia de la ciudad de Valencia

General
Puente
Lista Incidencias
Información

## Puente de Monteolivete 1

Inspección

■ IPP\_16.1\_2021.12.17

Nº de incidencias

# 396

Inspección incompleta ▼ Motivo

No

Abreviatura Enlace

PT16.1 [https://my.matterport.com/models/gWrjTtwKroz?cta\\_origin=all\\_spaces\\_page&section=medi](https://my.matterport.com/models/gWrjTtwKroz?cta_origin=all_spaces_page&section=medi)

Código	Zona	Elemento	Descripción	Observaciones
PT16.1_VA_019	Vanos	VI05O1		Cambio camara
PT16.1_AC_184	Aceras	AC		
PT16.1_AC_187	Aceras	AC		
PT16.1_AC_188	Aceras	AC		
PT16.1_AC_193	Aceras	AC		
PT16.1_AC_392	Aceras	AC		
PT16.1_AC_395	Aceras	AC		
PT16.1_AP_002	Aparatos_de_apoyo	ESNO	Envejecimiento Neoprenos	
PT16.1_AP_003	Aparatos_de_apoyo	ESNO	De formación del neopreno de la viga 2	
PT16.1_AP_219	Aparatos_de_apoyo	V105E2	Degradación superficial	
PT16.1_AP_336	Aparatos_de_apoyo	PI02E1		
PT16.1_BB_185	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BA		
PT16.1_BB_186	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BA		
PT16.1_BB_192	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BA	Corrosión elementos verticales de la barandilla	
PT16.1_BB_194	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BA	Corrosión base de la barandilla	
PT16.1_BB_195	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BA	Envejecimiento barandilla	
PT16.1_BB_196	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BA	Quitamiedos destrozado tras accidente	
PT16.1_BB_387	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BA		
PT16.1_BB_388	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BA		
PT16.1_BB_393	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BA	Corrosión base barandilla	
PT16.1_BB_394	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BA	Corrosión elementos verticales de la barandilla	
PT16.1_ES_001	Estribos	ESNO	Humedades bajo la junta del estribo	

**Vanos**

VI05O1 37

VI01E1 12

VI04E2 12

VI02E1 11

VI02O2 11

VI04O1 11

**Pilas**

PI03O1 10

PI02E2 5

PI02O1 5

PI03E1 5

**Estribos**

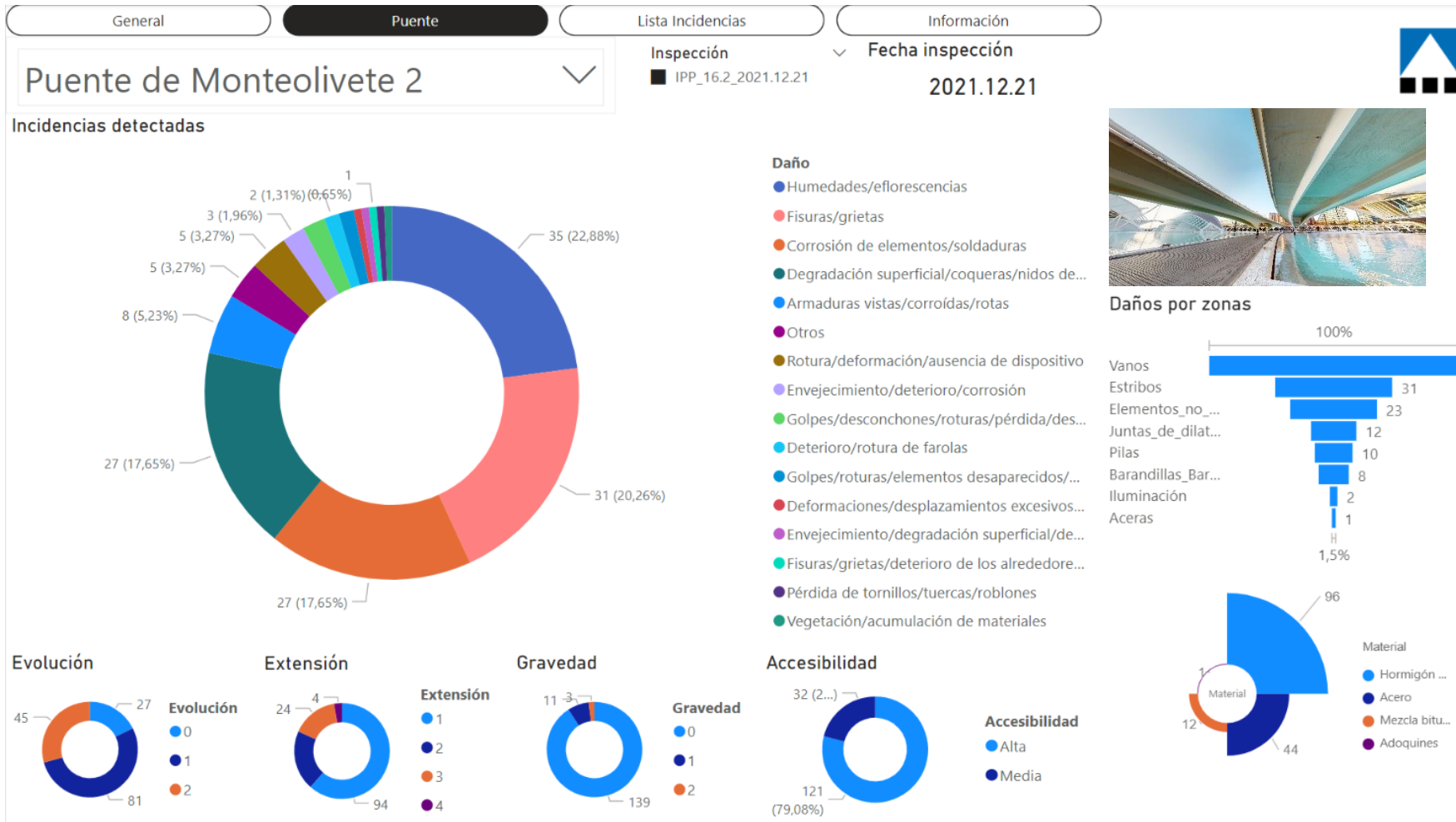
ESNO 16

ESSO 14



### 4.18. Puente de Monteolivete 2

#### 4.18.1. Resultados inspección



**Incidentes detectados**

Daño	Cantidad	Porcentaje
Humedades/eflorescencias	35	22,88%
Fisuras/grietas	31	20,26%
Corrosión de elementos/soldaduras	27	17,65%
Degradación superficial/coqueras/nidos de...	27	17,65%
Armaduras vistas/corroídas/rotas	8	5,23%
Otros	5	3,27%
Rotura/deformación/ausencia de dispositivo	5	3,27%
Envejecimiento/deterioro/corrosión	3	1,96%
Golpes/desconchones/roturas/pérdida/des...	2	1,31%
Deterioro/rotura de farolas	2	1,31%
Golpes/roturas/elementos desaparecidos/...	1	0,65%
Deformaciones/desplazamientos excesivos...	1	0,65%
Envejecimiento/degradación superficial/de...	1	0,65%
Fisuras/grietas/deterioro de los alrededores...	1	0,65%
Pérdida de tornillos/tuercas/roblones	1	0,65%
Vegetación/acumulación de materiales	1	0,65%

**Evolución**

Evolución	Cantidad
0	27
1	81
2	45

**Extensión**

Extensión	Cantidad
1	4
2	94
3	24
4	4

**Gravedad**

Gravedad	Cantidad
0	3
1	139
2	11

**Accesibilidad**

Accesibilidad	Cantidad
Alta	32
Media	121
Baja	79

**Material**

Material	Cantidad
Hormigón ...	96
Acero	44
Mezcla bitu...	12
Adoquines	1



Propuesta de Plan de Inspección y Registro Digital para la Conservación de los Puentes Urbanos en el antiguo cauce del Turia de la ciudad de Valencia

General Puente **Lista Incidencias** Información

Nº de incidencias **153**

Puente de Monteolivete 2

Inspección IPP\_16.2\_2021.12.21

Inspección incompleta Motivo No

Abreviatura Enlace

PT16.2 [https://my.matterport.com/models/qWrJTtwKroz?cta\\_origin=all\\_spaces\\_page&section=medi...](https://my.matterport.com/models/qWrJTtwKroz?cta_origin=all_spaces_page&section=medi...)

Código	Zona	Elemento	Descripción	Observaciones
PT16.2_VA_086	Vanos	VI01E1	Degradación superficial	Pintura desconcha
PT16.2_VA_089	Vanos	VI01E2	Degradación superficial	Pintura desconcha
PT16.2_VA_075	Vanos	VA01O	Humedades bajo vano	Humedades bajo v
PT16.2_VA_074	Vanos	VA01O	Humedades bajo vano	Humedades bajo v
PT16.2_VA_044	Vanos	VA02O	Degradación superficial	Degradación super
PT16.2_VA_045	Vanos	VA02O	Degradación superficial	Degradación super
PT16.2_VA_076	Vanos	VA01O	Degradación superficial	Degradación super
PT16.2_VA_023	Vanos	VA03O	Degradación superficial en la unión de la viga con el tablero	Defecto de fabrica
PT16.2_VA_019	Vanos	VI03O1	Corrosion del borde de la viga	Corrosión junto al
PT16.2_VA_030	Vanos	VI03E1	Corrosion del borde de la viga	Corrosión junto al
PT16.2_VA_032	Vanos	VI03E2	Corrosion del borde de la viga	Corrosión junto al
PT16.2_VA_046	Vanos	VI02O1	Corrosion del borde de la viga	Corrosión junto al
PT16.2_VA_062	Vanos	VI02E1	Corrosion del borde de la viga	Corrosión junto al
PT16.2_VA_064	Vanos	VI02E2	Corrosion del borde de la viga	Corrosión junto al
PT16.2_VA_072	Vanos	VI01O1	Corrosion del borde de la viga	Corrosión junto al
PT16.2_VA_087	Vanos	VI01E1	Corrosion del borde de la viga	Corrosión junto al
PT16.2_VA_090	Vanos	VI01E2	Corrosion del borde de la viga	Corrosión junto al
PT16.2_AC_147	Aceras	ACO	Vegetación	
PT16.2_BB_115	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	ECO	Gospes	
PT16.2_BB_120	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	ECO	Corrosión de elementos	
PT16.2_BB_125	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BAE	Degradación superficial y descorchones de pintura	
PT16.2_BB_127	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BAE	Conexión inadecuada extremo barandilla	

2021.12.21

**Vanos**

VA01O 13 VA02O 11 VA02E 8

VA03O 8 VA03E 6 VI... VI...

VI01E1 2

VA01E 7 VI01E2 2 VI... VI...

**Estribos** **Elementos\_no...**

ESNO 9 ESSO 7 ECO 4 OO 4

ESNE 6 OOE 4 OOO 4

ESSE 6 PI 2 AEE 3 ES...

E... AEO 2 PI 1

**Juntas\_de\_dilatación** **Barandilla...**

JDNO 3 JDNO 3 BAE 5

**Pilas** **Ilumi...**

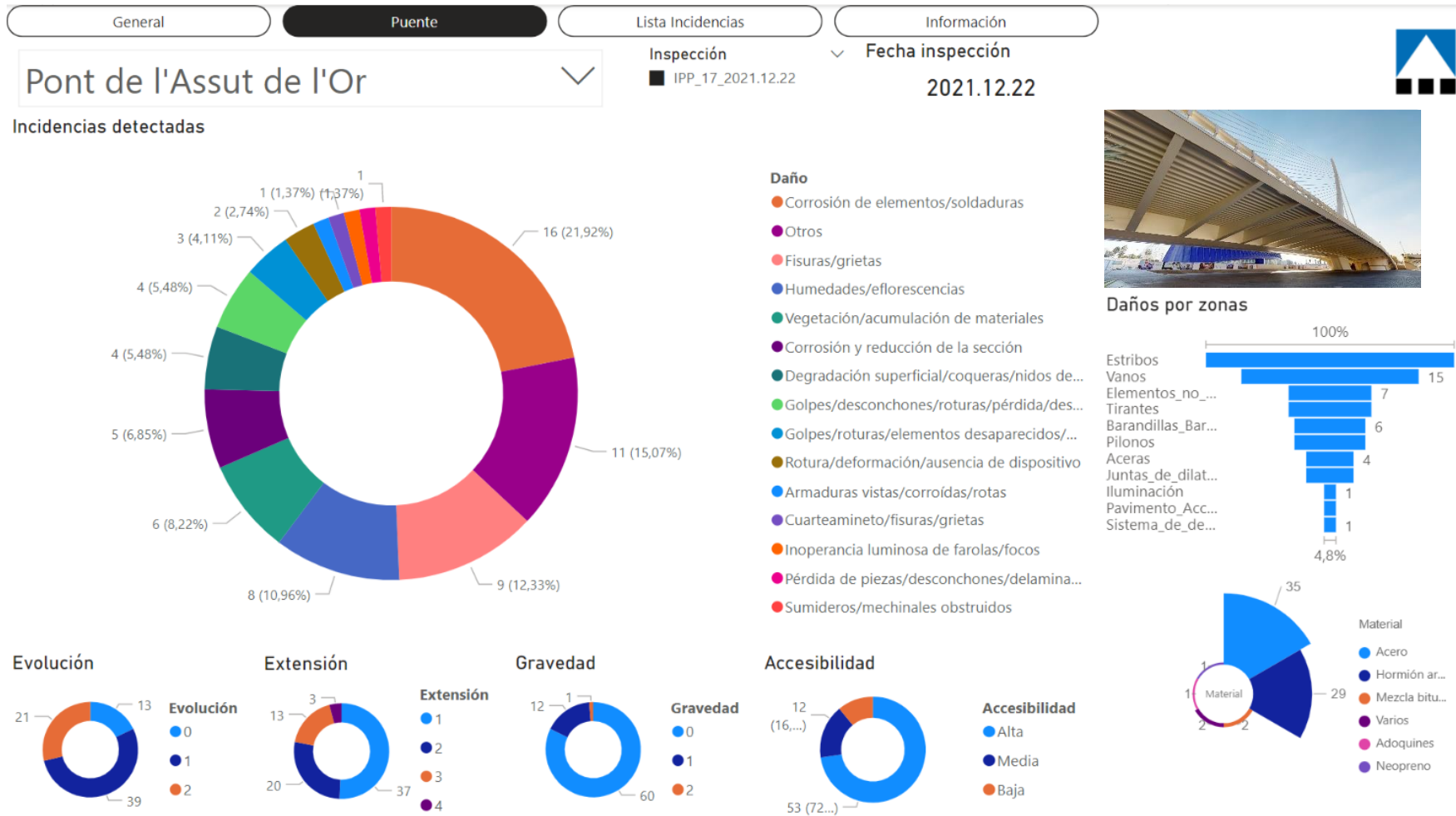
PI02E 3 PI03O 3 PI03E 2





### 4.19. Pont de l'Assut de l'Or

#### 4.19.1. Resultados inspección





Propuesta de Plan de Inspección y Registro Digital para la Conservación de los Puentes Urbanos en el antiguo cauce del Turia de la ciudad de Valencia

General
Puente
Lista Incidencias
Información

Pont de l'Assut de l'Or

Inspección

■ IPP\_17\_2021.12.22

Nº de incidencias

73

Inspección incompleta ▼ Motivo

No

	Abreviatura	Enlace	Descripción
	PT17	<a href="https://my.matterport.com/show/?m=6ojkQNXtuLP">https://my.matterport.com/show/?m=6ojkQNXtuLP</a>	Zona superior
	PT17	<a href="https://my.matterport.com/show/?m=VsHFfjNoXs1">https://my.matterport.com/show/?m=VsHFfjNoXs1</a>	Zona inferior

Código	Zona	Elemento	Descripción	Observaciones
PT17_BB_044	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	VA01		V01 zona vegetación
PT17_VA_036	Vanos	VA01	Vegetacion colgando de las costillas	V01 zona vegetación
PT17_VA_037	Vanos	VA01	Suciedad generalizada en costillas y entre ellas	V01 zona vegetación
PT17_VA_038	Vanos	VA01	Corrosion soldadura panza	V01 zona vegetación
PT17_VA_040	Vanos	VA01	Numerosas palomas anidando en las costillas	V01 zona vegetación
PT17_VA_041	Vanos	VA01	Corrosión en varias costillas	V01 zona vegetación
PT17_VA_042	Vanos	VA01	Suciedad en varias costillas	V01 zona vegetación
PT17_IL_048	Iluminación	VA01	Varios focos inoperativos	V01 zona adoquinada
PT17_VA_045	Vanos	VA01		V01 zona adoquinada
PT17_VA_046	Vanos	VA01	Pintura levantada	V01 zona adoquinada
PT17_VA_047	Vanos	VA01	Empalme soldadura corroída	V01 zona adoquinada
PT17_VA_049	Vanos	VA01	Pintura desconchada en la zona cercana a la pila	V01 zona adoquinada
PT17_AC_005	Aceras	AC	Otros	
PT17_AC_032	Aceras	AC		
PT17_AC_054	Aceras	ESS	Suciedad	
PT17_AC_087	Aceras	AC secundario	Excrementos de aves que deterioran el pavimento	
PT17_BB_006	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BA	Corrosiones puntuales generalizadas en todas las barandillas	
PT17_BB_008	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BA	Golpes puntuales a lo largo del posamanos de la barandilla	
PT17_BB_009	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BA	Elementos desaparecidos	
PT17_BB_014	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BA	Corrosion en la barandilla entorno a la pila	
PT17_BB_068	Barandillas_Barreras_Pretiles_Impostas	BA	Deformación	
PT17_ES_033	Estribos	ESN		

Estribos
Vanos

ESS 12
VA01 15

ESNS secundario 4
ES...

ESSS secundario 3
ES...

Elementos...
Tirantes
Barandill...

OO 5
TI02 5
BA 5

ESS 1
OO...
TI01 2
VA01 1

Pilonos
Juntas de dil...

PI01 6
JDS 3

Aceras
Ilumina...
Si...

AC 2
ESS 1
Pavime...
SD 1





## 5. Conclusiones

La creación de un plan de inspección y de un registro digital para la conservación de los puentes urbanos en el antiguo cauce del Turia en la ciudad de Valencia era el objetivo planteado para este Trabajo Final de Máster. Para dicho proyecto se ha contado con la participación de la empresa TORRESCÁMARA, interesada en la obtención del nuevo contrato de mantenimiento de puentes urbanos de la ciudad de Valencia.

138

Todo el trabajo expuesto a lo largo de este proyecto abre la puerta a la Implantación de un Sistema de Gestión de Puentes en la ciudad de Valencia, mediante una herramienta de acceso abierto, con un alto grado de automatización e intuitiva, con un complemento de visualización de incidencias. También establece una aplicación novedosa para el análisis de datos de las inspecciones actuales y futuras de forma que ayuden en la toma de decisiones en materia de mantenimiento de los puentes urbanos de Valencia mediante la herramienta Power BI.

Los Excels y la metodología propuesta, adaptada de las guías para la realización de inspecciones, básicas y principales, y del manual de inventario de obras de paso en la red de Carreteras del Estado, pone a disposición de los usuarios un plan de inspección adaptado a los puentes urbanos, donde se tienen en cuenta no solo aspectos puramente estructurales, sino los efectos que se generan en el entorno y el impacto visual que pueden generar sus daños, así como los riesgos para la salud que pueden producirse por el uso indebido de espacios en dichas estructuras.

Los informes realizados con Power BI tras haber realizado la inspección de los puentes del antiguo cauce del río Turia, permite analizar y visualizar los resultados de dichas inspecciones de una forma sencilla y dinámica, creando así una herramienta muy útil para la planificación de medidas de conservación y mantenimiento.

Con todo ello, se da por concluida la Memoria, que junto con el resto de los documentos constituyen este trabajo para la obtención del Máster Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos. TORRESCÁMARA dispone ahora de una herramienta completa y accesible para llevar a cabo las tareas de inspección y mantenimiento de los puentes urbanos de la ciudad de Valencia.





## 6. Bibliografía

- Adey, T., Klatter, L., & kong, S. (2010). *The IABMAS Bridge Management Commitee Overview of existing Bridge Management Systems*.
- Dirección General de Carreteras. (2009). *Ministerio de Fomento*. Obtenido de <https://www.fomento.gob.es/AZ.BBMF.Web/documentacion/pdf/R16711.pdf>
- Dirección General de Carreteras. (2009). *Ministerio de Fomento*. Obtenido de [https://cdn.fomento.gob.es/portal-web-drupal/inspecciones\\_obras\\_paso.pdf](https://cdn.fomento.gob.es/portal-web-drupal/inspecciones_obras_paso.pdf)
- Dirección General de Carreteras. (2012). *Ministerio de Fomento*. Obtenido de [https://www.mitma.gob.es/recursos\\_mfom/0870250.pdf](https://www.mitma.gob.es/recursos_mfom/0870250.pdf)
- Durá Aras, M., Gielen, E., & Palencia Jiménez, J. S. (2020). *EVOLUCIÓN DE LOS PUENTES DEL ANTIGUO CAUCE DEL RÍO TURIA. ORIGENES Y EFECTOS SOBRE EL DESARROLLO DE LA CIUDAD*. Valencia.
- jdiezarnal. (s.f.). *jdiezarnal/valenciapuentes*. Obtenido de [jdiezarnal/valenciapuentes](http://www.jdiezarnal.com/valenciapuentes.html): <http://www.jdiezarnal.com/valenciapuentes.html>
- León González, J. (2008). *Reflexiones en torno a la inspección de puentes*.
- Martínez Cañamares, J. (2016). *Sistema de Gestión de puentes. Optimización de estrategias de mantenimiento. Implementacion en redes locales de carreteras*. Madrid.
- Menéndez Corral, A., & Rodríguez González, A. (s.f.). *El reto de aportar un carácter dinámico a las inspecciones de estructuras*.
- Microsoft. (s.f.). *Microsoft | Power Apps*. Obtenido de <https://powerapps.microsoft.com/es-es/>
- Microsoft Power BI. (s.f.). *Power BI*. Obtenido de Power BI: [powerbi.microsoft.com](https://powerbi.microsoft.com)
- Morales Campo, H. (2016). *Sistema de Gestión del Mantenimiento de Puentes de Fábrica*. Madrid.
- Perelli Botello, J., & López Sánchez, A. (2021). Estudiar al máximo para actuar lo mínimo. *HORMIGÓN y Acero*, 18.
- TORRESCÁMARA. (s.f.). *TORRESCÁMARA*. Obtenido de TORRESCÁMARA: <http://www.torrescamara.com/quienes-somos>
- Visit Valencia. (s.f.). *VisitValencia*. Obtenido de <https://www.visitvalencia.com/que-hacer-valencia/naturaleza-en-valencia/parques-y-jardines/jardin-turia>





Propuesta de Plan de Inspección y Registro Digital para la Conservación de los Puentes Urbanos en el antiguo cauce del Turia de la ciudad de Valencia

Wikipedia. (s.f.). Obtenido de Wikipedia:  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Power\\_BI#cite\\_note-1](https://es.wikipedia.org/wiki/Power_BI#cite_note-1)





## 7. Anejo I: código colores Matterport

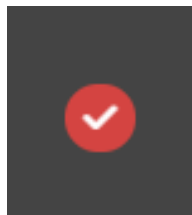
El espacio de edición de Matterport permite asignar un color determinado a los mattertags. Los colores disponibles son los siguientes:



Ilustración 88 - Paleta de colores mattertags

Fuente: Matterport

A continuación, se expone la lista de incidencias y los elementos en los que se producen y el color con el que se ha referenciado cada una en los modelos 3D de Matterport:



- Golpes/ desconchones/ roturas/ pérdida/ desplazamiento de piezas - Vanos/ pilas/ estribos/ Elementos no resistentes
- Golpes/ roturas/ elementos desaparecidos/ deformaciones excesivas - Barandillas/ Elementos no resistentes

resistentes

- Degradación superficial/ coqueras/ nidos de grava/ juntas degradadas - Vanos/ pilas/ estribos/ Elementos no resistentes
- Envejecimiento/ degradación superficial/ deterioro de pintura / tratamiento protector – Barandilla/ Elementos no resistentes
- Envejecimiento/ deterioro/ corrosión - Elementos no resistentes



- Envejecimiento/ deterioro/ corrosión - Junta de dilatación
- Envejecimiento/ desgaste/ desagregación/ corrosión - Aceras/ Elementos no resistentes
- Envejecimiento/ degradación superficial/ deterioro de pintura / tratamiento protector - Barandillas/ Elementos no resistentes
- Deterioro de la protección contra la corrosión - Tirantes/ Elementos no resistentes



- Fisuras/ grietas - Vanos/ pilas/ estribos/ Elementos no resistentes
- Fisuras/ grietas - Barandillas/ Barreras/ Pretilos/ Impostas
- Rotura/ fisuras/ pérdida de piezas/ deterioro del enchachado - Terraplén/ Encachados/ Elementos no resistentes
- Pérdida de material/ fisuras en zona de juntas por ausencia de las mismas - Pavimento/ accesos/ Elementos no resistentes

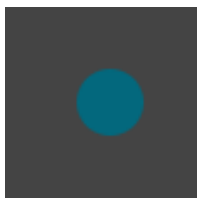


- Deformaciones/ desplazamientos excesivos/ abombamientos - Vanos/ pilas/ estribos
- Deformación excesiva/ abombamiento - Aparatos de apoyo/ Elementos no resistentes
- Deformaciones/ desplazamientos excesivos/ abombamientos - Junta de dilatación/ Elementos no resistentes
- Rotura/ deformación/ ausencia de dispositivo - Barandilla/ Elementos no resistentes
- Roderas/ Baches/ desconchones/ delaminación/ hundimientos - Pavimento/ accesos/ Elementos no resistentes



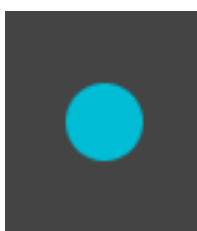
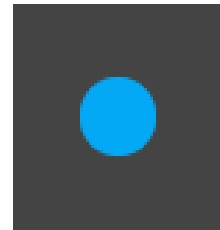
- Corrosión de elementos/ soldaduras - Vanos/ pilas/ estribos/ Elementos no resistentes
- Corrosión y reducción de la sección - Tirantes/ Elementos no resistentes

- Armaduras vistas/ corroídas/ rotas - Vanos/ pilas/ estribos/ Elementos no resistentes
- Envejecimiento/ degradación superficial/ corrosión - Sistemas de apoyos/ Elementos no resistentes
- Corrosión de elementos/ soldaduras - Barandillas/ Elementos no resistentes



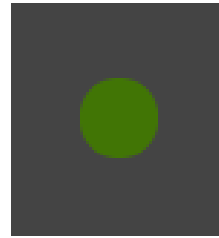
- Humedades/ eflorescencias – Todos elementos
- Otros – Todos los elementos

- Rotura/ deformación/ ausencia de dispositivo - Juntas dilatación/ Elementos no resistentes
- Golpes/ roturas/ elementos desaparecidos/ deformaciones excesivas – Barandillas
- Falta de contacto apoyo-estructura/ rotura de pernos de anclaje - Aparatos de apoyo/ Elementos no resistentes
- Rotura/ ausencia/ desplazamiento - Aparatos de apoyo/ Elementos no resistentes



- Cuarteamiento/ fisuras/ grietas - Pavimento/ accesos/ Aceras/ Elementos no resistentes
- Fisuras/ grietas/ deterioro de los alrededores de la junta - Junta de dilatación/ Elementos no resistentes

- Envejecimiento/ desgaste/ desagregación/ corrosión – Pavimentos/ Accesos/ Elementos no resistentes
- Deterioro/ rotura de cama de nivelación - Aparatos de apoyo/ Elementos no resistentes
- Fijación inadecuada/ falta de elementos de anclaje - Junta de dilatación/ Elementos no resistentes



- Pérdida de piezas/ desconchones/ delaminación – Aceras/ Elementos no resistentes
- Pérdida de tornillos/ tuercas - Iluminación/ Elementos no resistentes
- Pérdida de tornillos/ roblones - Vanos/ pilas/ estribos/ Elementos no resistentes
- Bloqueo (perdida de movilidad) - Aparatos de apoyo/ Elementos no resistentes
- Bloqueo (perdida de movilidad) - Junta de dilatación/ Elementos no resistentes
- Pérdida de tornillos/ tuercas/ roblones - Barandillas/ Barreras/ Pretiles/ Impostas/ Elementos no resistentes

- Vegetación/ acumulación de materiales – Tos los elementos
- Altura inadecuada - Barandillas/ Barreras/ Pretiles/ Impostas/ Elementos no resistentes



- Ausencia/deterioro de gárgola/rotura de sumideros/mechinales - Sistemas de desagüe/Elementos no resistentes
- Deterioro de la señalización horizontal – Señalización/Elementos no resistentes
- Cauce obstruido – Cauce/Elementos no resistentes
- Deterioros que afectan a la función resistente - Tirantes/Elementos no resistentes

- Sumideros/ mechinales obstruidos – sistema de desagüe/ Elementos no resistentes
- Deterioro/ rotura de la señalización vertical - Señalización/ Elementos no resistentes
- Rotura/ deterioro de protecciones – Cauce/ Elementos no resistentes
- Alineación incorrecta de los cables - Tirantes/ Elementos no resistentes



- Asientos/ movimientos/ giros - Pilas/ estribos/ Elementos no resistentes
- Cunetas/ bajantes obstruidas - Sistema de desagüe/ Elementos no resistentes
- Deterioro/ rotura de balizas – Señalización/ Elementos no resistentes
- Erosión de las márgenes – Cauce/ Elementos no resistentes
- Daños en los elementos de anclaje - Tirantes/ Elementos no resistentes

- Descalce/ socavación - Pilas/ estribos/ Elementos no resistentes
- Rotura de cunetas/ bajantes - Sistema de desagüe/ Elementos no resistentes
- Pérdida de tornillos/ tuercas – Señalización/ Elementos no resistentes
- Deterioros de los elementos auxiliares - Tirantes/ Elementos no resistentes



- Inoperancia luminosa de - farolas/ focos/ Elementos no resistentes
- Encharcamiento de la plataforma/ ausencia de sumideros - Sistema de desagüe/ Elementos no resistentes
- Hundimientos/ deslizamientos - Terraplén/ Encachados/ Elementos no resistentes





## Propuesta de Plan de Inspección y Registro Digital para la Conservación de los Puentes Urbanos en el antiguo cauce del Turia de la ciudad de Valencia

- Deterioro/ rotura de farolas - Iluminación/ Elementos no resistentes
- Deterioro/ rotura de focos – Iluminación/ Elementos no resistentes
- Erosión/ cárcavas - Terraplén/ Encachados/ Elementos no resistentes





## 8. Anexo II: Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030

**Relación del TFG/TFM “Propuesta de Plan de Inspección y Registro Digital para la Conservación de los Puentes Urbanos en el antiguo cauce del Turia de la ciudad de Valencia” con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030.**

Grado de relación del trabajo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

<b>Objetivos de Desarrollo Sostenibles</b>	<b>Alto</b>	<b>Medio</b>	<b>Bajo</b>	<b>No Procede</b>
ODS 1. <b>Fin de la pobreza.</b>				-----
ODS 2. <b>Hambre cero.</b>				-----
ODS 3. <b>Salud y bienestar.</b>			-----	
ODS 4. <b>Educación de calidad.</b>				-----
ODS 5. <b>Igualdad de género.</b>				-----
ODS 6. <b>Agua limpia y saneamiento.</b>				-----
ODS 7. <b>Energía asequible y no contaminante.</b>				-----
ODS 8. <b>Trabajo decente y crecimiento económico.</b>			-----	
ODS 9. <b>Industria, innovación e infraestructuras.</b>	-----			
ODS 10. <b>Reducción de las desigualdades.</b>				-----
ODS 11. <b>Ciudades y comunidades sostenibles.</b>		-----		
ODS 12. <b>Producción y consumo responsables.</b>				-----
ODS 13. <b>Acción por el clima.</b>				-----
ODS 14. <b>Vida submarina.</b>				-----
ODS 15. <b>Vida de ecosistemas terrestres.</b>				-----
ODS 16. <b>Paz, justicia e instituciones sólidas.</b>				-----
ODS 17. <b>Alianzas para lograr objetivos.</b>				-----





## Propuesta de Plan de Inspección y Registro Digital para la Conservación de los Puentes Urbanos en el antiguo cauce del Turia de la ciudad de Valencia

Descripción de la alineación del TFG/M con los ODS con un grado de relación más alto.

Mi trabajo final de máster “Propuesta de Plan de Inspección y Registro Digital para la Conservación de los Puentes Urbanos en el antiguo cauce del Turia de la ciudad de Valencia” está relacionado en mayor grado con el ODS 9. El TFM está encuadrado dentro del departamento de estudios e innovación de la empresa de TORRESCAMARA, buscando mediante la creación de una nueva metodología de inspección de puentes urbanos nuevos sistemas innovadores y de acceso abierto de forma que faciliten el mantenimiento de estructuras urbanas, ayudando así también al objetivo ODS 11. Además, este sistema ayudara a la creación de puestos de trabajo, tanto directamente en las inspecciones, como indirectamente en el posterior trabajo de mantenimiento. Finalmente, el correcto mantenimiento de los puentes tendrá un impacto positivo en la salud y el bienestar de sus usuarios gracias a su correcta adecuación a las necesidades de las personas que transitan por ellos, disminuyendo el impacto visual de los defectos que tenían.



### 9. Anejo III: Intensidades de tráfico en los días laborales de septiembre 2021

