

Herramienta RPA para la calibración automática de modelos estructurales BIM

RPA tool for the automatic calibration of BIM structural models

Fidel Lozano-Galant^a, Edison Atencio^b, Nikola Tošić^c, Jesús González-Arteaga^a,

Ye Xia^d y José Antonio Lozano-Galant^a

^a Dr. Arquitecto. Universidad de Castilla-La Mancha. fidel.lozanogalant@uclm.es

^b Dr. Ingeniero Civil. Universidad Pontificia de Valparaíso. edison.atencio@pucv.cl

^c Dr. Ingeniero Civil. Universitat Politècnica de Catalunya. nikola.tosic@upc.edu

^a Dr. Arquitecto. Universidad de Castilla-La Mancha. Jesus.G.Arteaga@uclm.es

^d Dr. Ingeniero Civil. Tongji University. yxia@tongji.edu.cn

^a Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Universidad de Castilla-La Mancha. joseantonio.lozano@uclm.es

RESUMEN

Para representar con precisión el comportamiento estructural real de una construcción existente, es imprescindible ajustar las propiedades mecánicas de su réplica virtual utilizando datos obtenidos de la monitorización en obra. No obstante, este proceso de calibración no es automático y a menudo requiere intervenciones manuales. Este artículo presenta el desarrollo de una herramienta basada en Robot Process Automation (RPA) diseñada para automatizar la calibración de modelos estructurales BIM. La eficacia de esta herramienta se valida mediante su aplicación en la calibración de propiedades mecánicas de una pasarela colgante de acero afectada por patologías de corrosión.

ABSTRACT

To accurately represent the real structural behavior of an existing construction, it is essential to adjust the mechanical properties of its virtual replica using data obtained from on-site monitoring. However, this calibration process is not automated and often requires manual intervention. This article introduces the development of a Robot Process Automation (RPA)-based tool designed to automate the calibration of BIM structural models. The effectiveness of this tool is validated through its application in calibrating the mechanical properties of a steel suspension footbridge affected by corrosion-related pathologies.

PALABRAS CLAVE: RPA, BIM, Puentes, Calibración, Automatización, Corrosión

KEYWORDS: RPA, BIM, Bridges, Calibration, Automation, Corrosion

1. Introducción

En el contexto de la actual cuarta revolución industrial, conocida como Industria 4.0, los sectores de la Arquitectura, Ingeniería y Construcción (AEC) están experimentando una transformación profunda impulsada por la

digitalización. Una metodología destacada en el centro de esta transformación es el Building Information Modeling (BIM). Esta metodología BIM se basa en un enfoque federado que integra múltiples modelos de múltiples disciplinas en

una representación virtual única, cohesiva e integral de un proyecto de construcción. Esta integración fomenta una mejor comunicación, reduce errores y mejora la toma de decisiones informadas a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Sin embargo, como señalan Bellido-Montesinos et al. [1], en esta metodología frecuentemente surgen desafíos relacionados con la interoperabilidad entre disciplinas.

Para reproducir con precisión la respuesta estructural real de una construcción es fundamental calibrar los modelos BIM. Este proceso requiere ajustar los modelos para reflejar las propiedades mecánicas reales de los elementos estructurales, considerando los efectos de patologías como la corrosión del acero y la fisuración del hormigón en obra. Estas patologías influyen directamente en las rigideces axiales y de flexión de los elementos, afectando significativamente la respuesta estructural local y/o global. No obstante, la calibración de las propiedades mecánicas de la réplica virtual no es un proceso automatizado y, con frecuencia, exige intervenciones manuales, lo que conlleva un incremento en el tiempo requerido y una mayor probabilidad de errores.

Los protocolos Robot Process Automation (RPA) permiten automatizar tareas tradicionalmente realizadas por humanos, replicando las mismas interacciones con la interfaz de usuario que un operario. Las ventajas de esta tecnología incluyen una interfaz fácil de usar, programación más rápida y simplificada, y ejecución directa en entornos productivos. Entre los ejemplos más destacados del uso de RPA en el ámbito de la construcción se encuentran los trabajos de Atencio et al. [2], quienes emplearon RPAs para automatizar la gestión de sensores de bajo costo destinados al monitoreo dinámico de estructuras; de Jiang y Ling [3], quienes utilizaron esta tecnología para automatizar la operación de equipos en edificios a través de modelos BIM; y de Atencio et al. [4], quienes aplicaron RPAs para automatizar la extracción de información meteorológica de páginas web y su integración

en modelos BIM de estructuras. En este contexto, el presente artículo propone el desarrollo y la aplicación de un RPA para automatizar la calibración de las propiedades mecánicas de los modelos BIM de puentes. Dicha herramienta automatiza tanto la creación de nuevas secciones en la base de datos estructural como la asignación de propiedades mecánicas actualizadas a los elementos dañados utilizando software BIM de Autodesk (Revit y Robot Structural Analysis). Para validar su eficacia, se realiza la automatización de las propiedades mecánicas en una pasarela colgante de acero con patologías de corrosión. Los resultados obtenidos evidencian la efectividad y las ventajas de la utilización de la herramienta RPA propuesta en la simplificación del proceso de calibración de modelos estructurales BIM y en la reducción de errores. Los resultados de este trabajo se presentan detallados de forma más extensa en Lozano-Galant [5].

Las herramientas RPA innovan respecto a la programación en visual basic (VBA) al ofrecer una interfaz visual e intuitiva más simplificada, reduciendo la necesidad de programación avanzada. A diferencia de VBA, que está principalmente vinculado a aplicaciones de Office, RPA puede interactuar con múltiples programas (Robot y Revit en este caso) dentro de un mismo flujo de trabajo, facilitando la integración entre distintas plataformas. También permite automatizar tareas más complejas, como la extracción y manipulación de datos en XML, y ofrece un enfoque modular que mejora la flexibilidad y el mantenimiento de los procesos. Además, su capacidad de ejecución desatendida asegura un seguimiento eficiente y una mayor robustez en la operación, reduciendo errores humanos y optimizando el tiempo de respuesta.

El fin último del proceso es mejorar la interoperabilidad y la precisión de los modelos BIM, asegurando que los elementos estructurales reflejen con exactitud los efectos de la corrosión. Si bien la identificación del nivel de corrosión de cada barra es manual y requiere la

creación de un Excel (debido a la falta de datos en el caso de estudio), la verdadera automatización está en la incorporación de estos datos al modelo. La metodología propuesta con RPA busca reducir los errores humanos derivados de la actualización manual de los modelos, permitiendo que la información fluya de manera precisa entre plataformas como Revit y Robot, lo que garantiza una mayor fiabilidad de los modelos a largo plazo. Además, esta metodología sería igualmente útil si se contara con datos reales sobre la corrosión, ya que la automatización de la transferencia de estos datos al modelo BIM no depende de que la información sea manual o simulada, sino de su integración precisa y continua en el sistema.

A continuación, se detalla la organización del artículo: la Sección 2 ilustra los problemas identificados asociados con la calibración de parámetros estructurales en modelos BIM. En la Sección 3, se presenta la utilización de RPAs para la calibración automática de daños estructurales en modelos BIM. La Sección 4 presenta la aplicación de la metodología propuesta en un estudio de caso. Finalmente, en la Sección 5 se presentan las principales conclusiones.

2. Problemas de interoperabilidad entre Revit y Robot

La conexión de elementos estructurales entre diferentes plataformas de software puede provocar la pérdida de geometría o de atributos estructurales. Para ilustrar estos desafíos, esta sección examina los problemas de interoperabilidad en dos flujos de información específicos: de Revit a Robot y de Robot a Revit. Además, se muestran los desafíos de la calibración manual de los parámetros estructurales en ambos softwares.

2.1 Revit a Robot

En el software de modelado BIM Revit, los elementos estructurales como vigas o columnas

se organizan en familias. Los atributos del modelo analítico de estas familias están interconectados con bases de datos estructurales predefinidas, como "EuroPro.xml" para perfiles de acero. En consecuencia, cuando se añade un elemento estructural al modelo BIM, sus atributos estructurales, como el área y la inercia, se recuperan automáticamente de la base de datos correspondiente. La base de datos EuroPro se estructura de la siguiente manera: (1) Definición del nombre, sección y parámetros de forma para diversas familias de perfiles de acero, (2) Ecuaciones matemáticas que determinan el contorno del perfil de acero en función de la geometría definida, y (3) Valores de las dimensiones y propiedades mecánicas para diferentes perfiles de acero. La Figura 1 ilustra la definición del perfil IPE 220 en la base de datos "EuroPro.xml".

```
<row ID="21892" NAME="IPE" DIM1="220" DIM2="0" DIM3="0" SHAPE_TYPE="20" MASS="26.1958" SURF="0.847598" H="0.22" B="0.11" EA="0.0059" ES="0.0092" RA="0.012" RS="0" GAP="0" SX="0.0033705" SY="0.00201485" SZ="0.00130764" Ix="0.000000088" Iy="0.0000277184" Iz="0.0000020486" IOWEGA="0.000000226723" Vix="0.055" Viy="0.055" Vz="0.11" VPZ="0.11" MSY="0.000285426" MSZ="0.0000581119" TORS="0.00000776" SHEAR_Qx="0.001352" SHEAR_Qy="0.001147" GAPWA="0" SYMBOL="" A_1="0" A_2="0" HAS_HATS="false" MATERIALS="" POINTS="" IS_THIN="false" B_2="0" ES_2="0" P_1="0" P_1_T="0" P_2_L="0" P_2_T="0" P_3_L="0" P_3_T="0" P_4_L="0" P_4_T="0" NAME1="IPE 220" NAME_REVIT="IPE220" ZYn="0.0000277184" IYb="0.0000277184"/>
```

Figura 1. Fragmento de la definición de un IPE220 en la base de datos "EuroPro.xml".

No todos los parámetros mecánicos especificados en las bases de datos son fácilmente visibles en las propiedades de tipo correspondientes en Revit. Esta discrepancia es particularmente evidente en el caso de las inercias a flexión (I). Esta falta de accesibilidad de los parámetros estructurales impide la modificación directa de este parámetro dentro de Revit.

2.2 Robot a Revit

Las propiedades mecánicas de los elementos estructurales predefinidos pueden ajustarse manualmente en Robot e incorporarse a los análisis estructurales. Sin embargo, los atributos estructurales de los perfiles personalizados en Robot no se importan correctamente en Revit. Este problema de interoperabilidad surge porque el valor mecánico actualizado no se incluye en la base de datos de perfiles de acero (Euro-pro.xml) utilizada por Revit para leer la información de los elementos estructurales. En

consecuencia, el parámetro personalizado no puede importarse adecuadamente como una propiedad en el modelo BIM.

2.3 Calibración manual de la réplica virtual

Para garantizar la interoperabilidad de las secciones estructurales personalizadas, es esencial la modificación de las bases de datos estructurales. Sin embargo, la actualización manual de la base de datos de perfiles presenta diversos desafíos y limitaciones. En primer lugar, el proceso es lento y requiere mucho trabajo, exigiendo un esfuerzo considerable para ajustar y actualizar manualmente los parámetros y atributos del modelo. En segundo lugar, la calibración manual es susceptible al error humano, ya que depende del juicio y la interpretación individual, lo que puede introducir imprecisiones e inconsistencias en el modelo. Además, la calibración manual carece de un enfoque sistemático y estandarizado, lo que hace difícil replicar el proceso de calibración en otros proyectos. Finalmente, a medida que el modelo evoluciona con el tiempo, la calibración manual se vuelve difícil de mantener y actualizar, lo que puede resultar en información desactualizada o inexacta.

Para automatizar la solución de estos tres problemas, se desarrollan diferentes protocolos de Automatización de Procesos Robóticos (RPA) en la siguiente sección.

3. Calibración automática con RPA

El proceso para calibrar los modelos BIM consta de los siguientes pasos:

- **Paso 1: Generación del modelo analítico.** El modelo BIM de la estructura se crea inicialmente en el software Revit. En este modelo, se asume que los elementos estructurales están sin daños y sus propiedades se extraen de una base de datos predefinida.

Por ejemplo, en el caso de perfiles de acero normalizados, se puede utilizar la base de datos “EuroPro.xml”. Posteriormente, se genera el modelo analítico de los elementos estructurales en Revit.

- **Paso 2: Exportación del modelo analítico.** El modelo analítico se exporta de Revit a Robot Structural Analysis utilizando el cuadro de diálogo de integración con Revit Structure.
- **Paso 3: Introducción de los daños en Robot.** Los efectos de los diferentes daños en las propiedades mecánicas y su asignación a los elementos estructurales se definen en una hoja de Excel. Esta información se utiliza para crear nuevas secciones dañadas y asignarlas a los elementos correspondientes, actualizando así el modelo estructural. Este modelo actualizado puede utilizarse para investigar los efectos de los daños en la fiabilidad estructural.
- **Paso 4: Estructura calibrada en Revit.** El modelo actualizado de Robot se importa de nuevo a Revit utilizando el cuadro de diálogo de integración con Revit Structure.

Después de especificar manualmente la información necesaria, los Pasos 3 y 4 se pueden automatizar para calibrar los daños estructurales identificados en el modelo analítico utilizando Robot. Este procedimiento automatizado se basa en la creación de nuevas secciones para cada elemento dañado en la base de datos estructural, cargando las secciones dañadas, actualizando las secciones de los elementos dañados en Robot y, posteriormente, actualizando el modelo en Revit. Este proceso se automatiza a través de un RPA, que se basa en los siguientes protocolos: (1) Actualización automática de las bases de datos estructurales para facilitar la transferencia de modelos analíticos entre Revit y Robot, y (2)

Actualización automática de los daños estructurales en los gemelos digitales BIM.

Los pasos del RPA desarrollado se resumen en la Figura 2 y se detallan a continuación:

- **RPA 1:** (1) Lectura de la información de daños. El RPA abre la hoja de datos de entrada en Excel, lee y almacena la información de los daños, incluyendo su nombre, los valores de sus propiedades mecánicas y su asignación al identificador (ID) del elemento estructural. Luego, se cierra la hoja de Excel, y (2) Actualización de la base de datos con las secciones dañadas. El RPA abre la base de datos .xml de propiedades mecánicas y crea una nueva sección para cada una de las propiedades dañadas detalladas en la hoja de Excel. Luego, la base de datos se guarda y cierra.
- **RPA 2:** (3) Carga de las secciones dañadas en Robot. El RPA abre Robot y carga las secciones dañadas introducidas en la base de datos estructural, y (4) Actualización de las secciones transversales de los elementos dañados. En este paso, a los elementos dañados se les asignan las secciones dañadas de acuerdo con la definición de la hoja Excel.

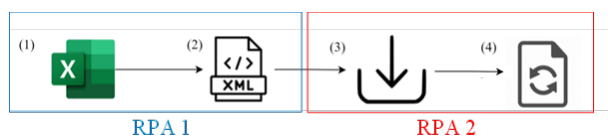


Figura 2. Pasos para la elaboración del RPA.

En la siguiente sección, se detalla la aplicación de la metodología propuesta a un estudio de caso.

4. Caso de Estudio

Esta sección aplica la metodología propuesta para automatizar la calibración de daños estructurales en modelos BIM a un estudio de caso. Primero, se describe la geometría y el

modelo BIM de la estructura. A continuación, se revisan las patologías identificadas durante la inspección de la estructura. Finalmente, se presenta la aplicación de los protocolos RPA para automatizar la calibración de los parámetros estructurales en el modelo BIM.

4.1 Geometría y modelo BIM

La estructura analizada fue el puente peatonal Pajareles, un puente colgante ubicado en Albacete, España, construido en 1935. Este puente incluye dos pilonos de acero y una luz de 85 metros. El tablero es de acero y tiene una anchura de 2,35 metros. Este elemento se conecta a los cables principales por medio de péndolas verticales. En la Figura 3 se presenta una fotografía de la estructura.

Dado que no se disponía de planos de los elementos estructurales, se generó una nube de puntos en obra utilizando un dron para vuelos aéreos. La nube de puntos resultante se procesó y limpió utilizando el software Autodesk Recap. El resultado de esta nube de puntos se presenta en la Figura 4.



Figura 3. Fotografía de la pasarela de Pajareles.



Figura 4. Nube de puntos de la pasarela de Pajareles.

Los datos de la nube de puntos sirvieron para generar el modelo BIM de la Figura 5 que, junto con la inspección in situ, permitieron identificar los elementos que la componen. La estructura representada en esta figura está construida con perfiles de acero normalizados, indicados con diferentes colores. La geometría y las propiedades mecánicas de las secciones (FL4x30, FL5x60, HEB160, IPN100, CAE30x3,

CAE50x5, CAE120x15, ROND10, ROND30, UPN80, UPN140 y UPN160) se extrajeron de la base de datos "EuroPro.xml".

A partir del modelo en Revit se creó el modelo analítico de la estructura detallado en la Figura 6. Este modelo está compuesto de 747 elementos que establecen las barras analíticas.

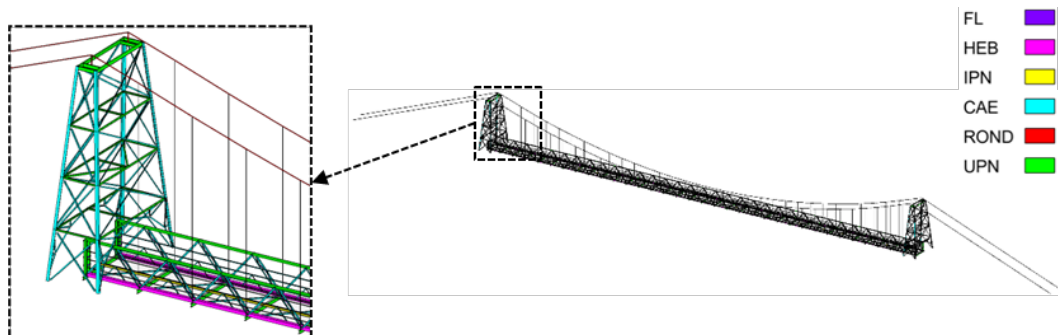


Figura 5. Modelo BIM de la pasarela de Pajareles.

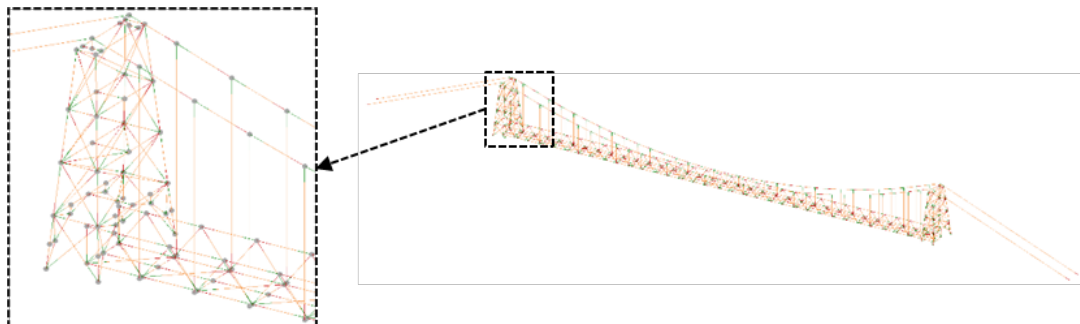


Figura 6. Modelo analítico de la pasarela de Pajareles.

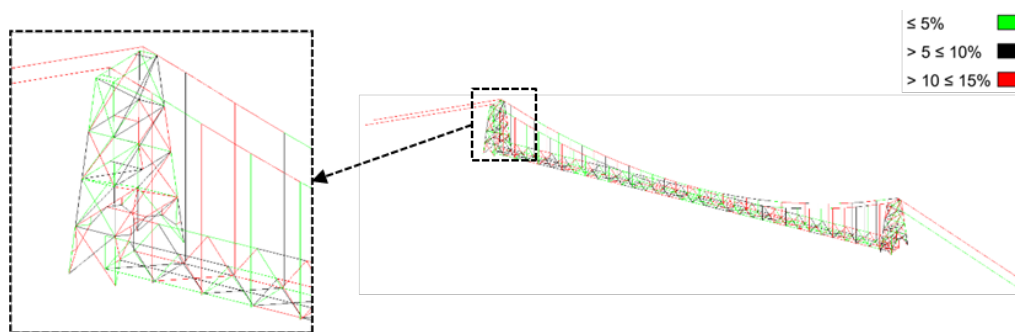


Figura 7. Daños por corrosión asumidos en los elementos del modelo BIM.

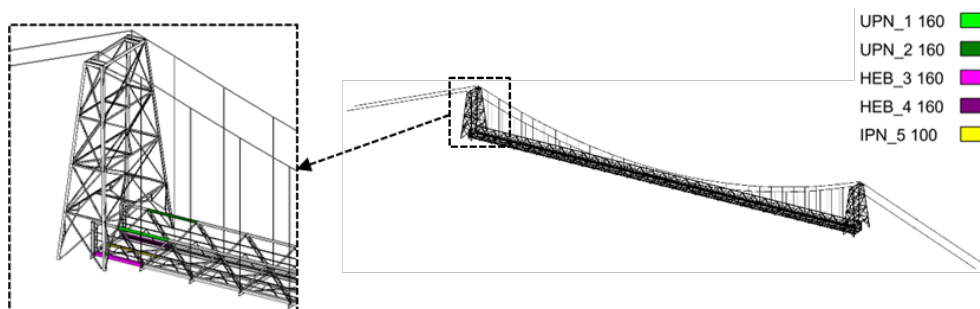


Figura 8. Modelo BIM calibrado.

4.2 Inspección in situ

Para evaluar el estado de los elementos estructurales del caso de estudio, se realizó una inspección en obra en mayo de 2022. Esta inspección reveló que la mayoría de los elementos de acero presentaban una corrosión significativa. Con el fin de estudiar la aplicación de la metodología de calibración propuesta, se examinó un escenario que involucraba daños en la totalidad de los elementos estructurales. En esta situación, se presumió que las patologías relacionadas con la corrosión resultaban en disminuciones de las propiedades mecánicas, concretamente de las áreas e inercias, en contraste con los valores estandarizados de los perfiles de acero correspondientes. Para simular la reducción de la resistencia inducida por la corrosión, se empleó un porcentaje aleatorio que oscilaba entre el 0% y el 15%, como valor promedio para toda la barra. Este porcentaje se basó en pruebas previas reportadas en la literatura en Ducuan et al. [6].

En el modelo, la modificación de las propiedades mecánicas afectadas por la corrosión es en realidad una simplificación del

caso de estudio. El artículo no entra en el detalle de cómo la corrosión afecta de manera diferente al área de la sección transversal, las propiedades inerciales o las resistencias a tensiones tangenciales. En lugar de eso, se asume una reducción general de la resistencia entre un 0-15% basada en la literatura, sin realizar una diferenciación precisa entre las distintas propiedades mecánicas. Esta aproximación simplificada sirve para ilustrar el problema de la desconexión entre modelos y cómo la metodología basada en RPA permite mantener la coherencia de los datos, pero no representa una modelización exhaustiva del efecto real de la corrosión en cada elemento estructural.

Los daños por corrosión porcentuales asumidos se representan gráficamente en la Figura 7. Esta figura incorpora un filtro codificado por colores para clasificar los daños por corrosión en tres rangos: menores al 5%, entre el 5% y el 10%, y entre el 10% y el 15%.

4.3 Calibración automática del modelo BIM

En esta sección se adaptó la metodología general propuesta en la Sección 3 para automatizar la

calibración de las propiedades mecánicas considerando los efectos de la corrosión utilizando el software RPA UiPath [7]. Para ello, tras la creación del modelo BIM y la incorporación de la información de los daños, se desarrolló el RPA 1 para automatizar la actualización de las bases de datos estructurales, optimizando la transferencia de modelos analíticos entre los modelos BIM. Los datos de entrada para este proceso provienen de una hoja Excel con los elementos y sus patologías, y el resultado de salida incluye la base de datos de perfiles “EuroPro.xml” actualizada. Los pasos seguidos por el RPA 1 se resumen a continuación:

- i. Se carga la base de datos “EuroPro.xml” en formato .txt.
- ii. Se obtiene la longitud del archivo .txt y se almacena en una nueva variable.
- iii. Se importa la lista de daños por corrosión desde la hoja de Excel.
- iv. El archivo .txt se copia en una variable tipo cadena.
- v. Se edita el archivo .txt realizando un análisis y actualización de la información de la familia de perfiles de acero basada en los elementos dañados definidos en el paso 3.
- vi. El archivo .txt modificado se exporta a formato .xml para permitir la compatibilidad con los softwares Revit y Robot Structural Analysis.

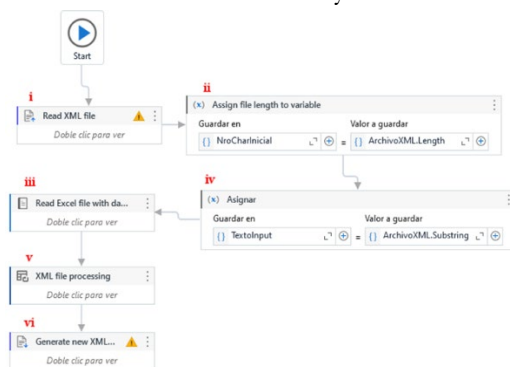


Figura 9. Resumen del RPA 1.

Un segundo RPA (RPA 2) se desarrolló con el objetivo de facilitar la actualización automatizada de los daños estructurales dentro

del modelo BIM del caso de estudio. Los datos de entrada para este proceso incluyeron tanto la base de datos de perfiles actualizada como el modelo analítico en Robot, mientras que el resultado de salida corresponde al modelo analítico actualizado con los daños por corrosión especificados. Como se ilustra en la Figura 10, el RPA 2 está organizado en dos módulos distintos: uno que opera dentro de Revit y otro dentro de Robot. Las actividades detalladas realizadas por cada uno de estos módulos se resumen a continuación:

- i. Acceder al modelo BIM a través de su archivo .rvt de Revit.
- ii. Exportar el modelo analítico del caso de estudio desde Revit a Robot utilizando la integración con el cuadro de diálogo de Revit Structure.
- iii. Importar la base de datos actualizada que contiene las secciones dañadas en Robot.
- iv. Extraer la lista de familias para las secciones dañadas.
- v. Cargar cada familia dañada en Robot.
- vi. Importar la lista de daños desde la hoja de Excel.
- vii. Atribuir las propiedades actualizadas a los elementos dañados. Este proceso implica modificar el tipo de sección de los elementos dañados, cambiándolo de su designación original a la correspondiente sección dañada en la tabla de propiedades de los elementos de viga dentro de Robot. Esta tarea se puede automatizar pegando el nombre de la sección especificado en la hoja de Excel en la columna de tipo de sección para los respectivos elementos de viga.

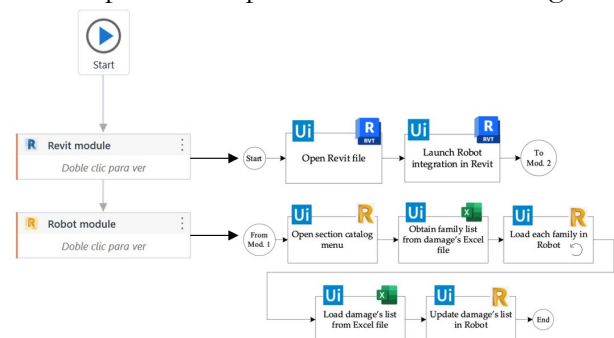


Figura 10. Resumen del RPA 2.

El modelo analítico calibrado se transfirió de Robot a Revit utilizando la integración con el cuadro de diálogo de Revit Structure. El modelo resultante se presenta en la Figura 10. Cabe destacar que tanto la nomenclatura como los atributos de los elementos corresponden con las secciones mecánicas actualizadas. Para ejemplificar esta característica, las propiedades de cinco secciones dañadas (UPN_1 160, UPN_2 160, HEB_160, HEB_4 160 e IPN_5 100) se han destacado en la Figura 10.

5. Conclusiones

En este artículo se propone el desarrollo de una nueva herramienta para automatizar la calibración de modelos estructurales de modelos BIM. Esta metodología se basa en el uso de protocolos Robotic Process Automation (RPA) que automatizan, desde un enfoque intuitivo y fácil de usar, tanto la generación de nuevas secciones en la base de datos estructural como la asignación de las propiedades mecánicas actualizadas a los elementos dañados.

La efectividad de la herramienta propuesta se valida en la calibración de los efectos de las patologías por corrosión en el modelo estructural de un puente colgante.

Agradecimientos

Los autores están agradecidos a los proyectos PID2021-126405OB-C31 y PID2021-126405OB-C32 financiados por MICIN/AEI/10.13039/501100011033/ y los fondos FEDER "Una manera de hacer Europa". También se agradece el apoyo financiero del proyecto F-00528 (PLEC2022-009441) titulado "Optimización topológica para una metodología de construcción de bajo impacto ambiental" (Topological optimization for a low environmental impact construction methodology).

Referencias

- [1] P. Bellido-Montesinos, F. Lozano-Galant, F.J. Castilla, J.A. Lozano-Galant, Experiences Learned from an International BIM Contest: Software Use and Information Workflow Analysis. *Journal of Building Engineering*, 21 (2019) 149–157.
- [2] E. Atencio, S. Komarizadehasl, J.A. Lozano-Galant, M. Aguilera, Using RPA for Performance Monitoring of Dynamic SHM Applications, *Buildings*, 12(140) (2022) 1140, doi: 10.3390/BUILDINGS12081140.
- [3] H. Jiang, R. Ling, Using RPA +BIM for High Efficient Operation of Smart Building's Equipment Room, 2022, Preprints, doi: 10.20944/PREPRINTS202210.0045.V1.
- [4] E. Atencio, F. Lozano, I. Alfaro, J.A. Lozano-Galant, F. Muñoz-La Rivera, Integrating Web-Based Weather Data into Building Information Modeling Models through Robot Process Automation. *Appl. Sci.* **2024**, *14*, 9109. <https://doi.org/10.3390/app14199109>.
- [5] F. Lozano-Galant. Automatic calibration and sustainability assessment of BIM digital twins with smart low-cost sensors information, Tesis Doctoral, 2024. Universidad de Castilla-La Mancha.
- [6] C.N. Dacuan, V. Abellana, H.A. Canseco, Mechanical Properties of Corroded-Damaged Reinforced Concrete Pile-supporting Wharves, *Civil Engineering Journal*, 6(1) 2020, 2375–2396, doi: 10.28991/CEJ-2020-03091624.
- [7] UiPath, <https://www.uipath.com/>, fecha de acceso 20/11/2024.