

Expresión gráfica arquitectónica no dibujada: una aproximación digital¹

Pau Sola-Morales¹; Josep Maria Toldrà¹; Josep Maria Puche²;
Josep Maria Macias²; Ivan Fernández Pino¹

¹ Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Universidad Rovira i Virgili (ETSA, URV)

² Institut Català de Arqueologia Clásica (ICAC)

Abstract: Architectural Drawing and Architectural Graphic Expression (EGA) are well defined and known disciplines. But there are forms of architectural expression (such as photography or diagrams), which are not necessarily "drawings". In the last three decades, digital technology has offered architecture multiple forms of expression (digital photography, vector models, CAD), and has proposed multiple forms of structuring and organizing data (data modeling techniques, associative data models, database systems, etc.). The arrival of these data technologies to graphic expression requires the need to look at architecture from the point of view of data.

Keywords: Architectural graphic expression, drawing, diagram, representation.

Introducción

El Dibujo arquitectónico es una disciplina antigua, que ha acompañado a la construcción desde probablemente sus inicios. Sirve a los arquitectos para expresar sus ideas –en especial las relativas a la arquitectura– y para comunicarlas a los demás (Sainz 1990). Durante su larga historia, y en particular desde el renacimiento, momento en el que se formaliza con L.B. Alberti (Carpo 2011), el dibujo arquitectónico como disciplina ha sido bien conocido, bien explicado y bien delimitado.

En cambio, más contemporáneamente, la Expresión Gráfica Arquitectónica (EGA) se ha configurado como un área de conocimiento y producción no necesariamente coincidente con el Dibujo. En este segundo caso, se hace referencia explícita a la *expresión* y no ya solamente al sistema de representación (el *dibujo*). En efecto, si bien en el pasado los medios de expresión

de las ideas arquitectónicas se reducían al dibujo y la pintura, y también a las maquetas a escala, hay desde hace tiempo formas de expresión arquitectónica que no son necesariamente dibujadas: nos referimos a la fotografía, el collage, el vídeo, y también a la diagramática, muy de moda en los últimos años (Bertola Duarte 2014). Podemos considerar que la mayoría de estas formas son “*gráficas*” en el sentido que se basan en la percepción visual de elementos que se asemejan o se asimilan a los elementos de la realidad, y se produce en el ojo una asociación o analogía (Hoffman 1998; Bertin and Barbut 1968).

Sin embargo no todas las expresiones de la arquitectura tienen una base “*dibujada*” o “*representacional*”: el diagrama (así como parcialmente el mapa) no tiene necesariamente una representación análoga u homotética a la realidad. Desde distintas disciplinas (lógica, filosofía, semiótica, sociología, etc.) se ha propuesto y construido la idea del *diagrama* como un “antecesor” del pensamiento, y un propiciador de las actividades cognitivas. Esto es así en autores como A.N.Whitehead, Ch.S.Peirce, B.Russell, M.Foucault, G.Deleuze, etc. En el caso de este último, el diagrama “no funciona para representar, incluso algo real, pero construye algo real que está por venir, un nuevo tipo de realidad. No está, por lo tanto, fuera de la historia, pero siempre “antes” de la historia, en cada momento en el que se constituye puntos de creación o de potencialidad” (Deleuze and Guattari 1980). Y este problema no ha pasado desapercibido en la disciplina de la arquitectura.

Montaner (2014) hace una amplia cronología del uso del diagrama en arquitectura, desde sus fundamentaciones teóricas, hasta sus utilizaciones operativas, pasando por el desarrollo teórico de la diagramática en arquitectura en la posguerra y los años '60. Muchos

autores (Sperling 2004) han sugerido que, en el momento actual, diagrama y arquitectura están fuertemente vinculados, y esto es así precisamente a través de los medios digitales. Según (Montaner 2014), “en la actualidad la abstracción se expresa en los sistemas diagramáticos que, a pesar de sus ambigüedades y limitaciones, constituyen un instrumento inicial adecuado para el conocimiento de la realidad y para la creación (...)”. Aunque Montaner no da una definición precisa (este parece precisamente ser el problema de los diagramas: que eluden una definición), podemos leer a lo largo de su escrito que el diagrama es un buen mecanismo “para interpretar vectores, fenómenos y deseos de la realidad”. También él se refiere a Peirce, que lo define como “un icono que hace inteligibles las relaciones, a menudo espaciales, que constituyen una cosa”.

La importancia del diagrama en arquitectura no puede ser subestimada. Funciona en dos mecanismos divergentes: en su primera acepción, el diagrama funciona como un mecanismo de creación y de mediación en el proceso de diseño (Sperling 2004). En su segunda acepción, es una reconfiguración abstracta de una serie de informaciones hechos y pensamientos, “un modo fuertemente abstracto, sintético y esquemático de presentar la cognición o aprehensión de un problema, fenómeno u objeto” (Bertola Duarte 2014). O dicho de otra manera: una especie de “*imagen del pensamiento*”, concepto sacado del pensamiento de Deleuze.

Más allá de la idea de diagrama, que recuperaremos a lo largo de este texto, proponemos el término de “representación” (que no es ajeno a la EGA ni al dibujo arquitectónico) o “representación arquitectónica” para referirnos de manera genérica a la expresión de todo o parte de un elemento arquitectónico, sin hacer hincapié en su forma visual final. Las “representaciones arquitectónicas”, pues, incluyen a los dibujos arquitectónicos y a las formas de expresión gráfica arquitectónica, pero también los diagramas y los sistemas basados en la recogida de datos.

La importancia del modelo de datos

En las últimas dos o tres décadas las tecnologías digitales han ofrecido a los arquitectos nuevas formas de representación basadas en datos, que no ha hecho más que empezar a dar sus frutos: la fotografía digital, los modelos vectoriales en dos y tres dimensiones, el dibujo asistido por ordenador, el BIM, los modelos asociativos, los sistemas generativos, etc.

Aunque terminen mostrándose, en la mayoría de los casos, materializados en formas geométricas o formas “dibujadas” próximas al dibujo arquitectónico, los datos capturados o conseguidos son almacenados “internamente” según distintos formatos en los sistemas y redes digitales (el *Modelo de Datos*, ver más abajo). Hay que distinguir, pues, entre la *visualización* de los datos y la estructura “interna” y “original” (por así decirlo) en la que están guardados los datos: piénsese por ejemplo en la visualización de un modelo tridimensional en la pantalla de un ordenador, que no es más que una creación momentánea de un gráfico a partir de una estructura de datos (Manovich 2002, Mitchell 1992).

Para proporcionar un sistema 100% digital que documente y represente edificios, hay que reinterpretar los métodos de expresión (gráfica o no) desde el punto de vista de los modelos de datos digitales: no hay informática –ni expresión gráfica digital– sin datos, y no hay datos sin una estructura subyacente.

Las tecnologías digitales tienen sus inicios en las matemáticas, y por ello han puesto un especial énfasis en los tipos de datos y en las formas de estructurar y organizar la información. En el nivel más bajo, los datos son de *tipo* entero o real (caso de los números), o bien de *tipo* carácter o cadena de caracteres (en el caso del texto). Estos tipos (y algunos otros) son las unidades mínimas de información, que agrupados en conjuntos más complejos, varios tipos heterogéneos pueden crear *estructuras* de datos (véase Figura 01).

Type	Definición	Valor
Texto (50 caráct.)	Propietario	Juan Sánchez
Num.Entero	DNI.Numero	46249937
Carácter	DNI.Letra	R
Entero (10 cifras)	Num.Cuenta	0201234528
Entero(4cifras)	Oficina	326
Real (2 decimales)	Saldo Euros	270,78
Fecha	Fecha saldo	12/09/2014

Ejemplo de tipos y datos en una “Cuenta Bancaria”

Type	Definición	Valor
Texto (25)	Nombre	Juan
Texto (50)	Apellido	Sánchez
Texto (250)	Dirección	c. Comercio 23
Texto (25)	Ciudad	Granada
Numero (5)	CP	18015
Entero (9)	Teléfono	958342788
Texto (100)	Email	jsanchez@google.com

Ejemplo de tipos y datos en un “Contacto personal”

Figura 01. Ejemplo de tipos de datos

Estas *estructuras* de datos se definen con anterioridad a su uso: mediante un proceso de abstracción (o eliminación del detalle superfluo), el diseñador decide cuáles son los datos necesarios y cuáles son prescindibles, prefigurando la forma final de la información. Además, estos datos pueden estar interrelacionados de distintas maneras, en función del diseño del uso al que se van a

dedicar. Estas *relaciones* entre las estructuras de datos también forman parte del complejo de definición de las estructuras de datos, en ponerlas en contacto entre ellas (véase Figura 02). Este proceso de definición de tipos de datos y de sus relaciones se denomina *modelado de datos*, y es de vital importancia en el mundo digital (Silberschatz *et al.* 1997, Hughes 1991).

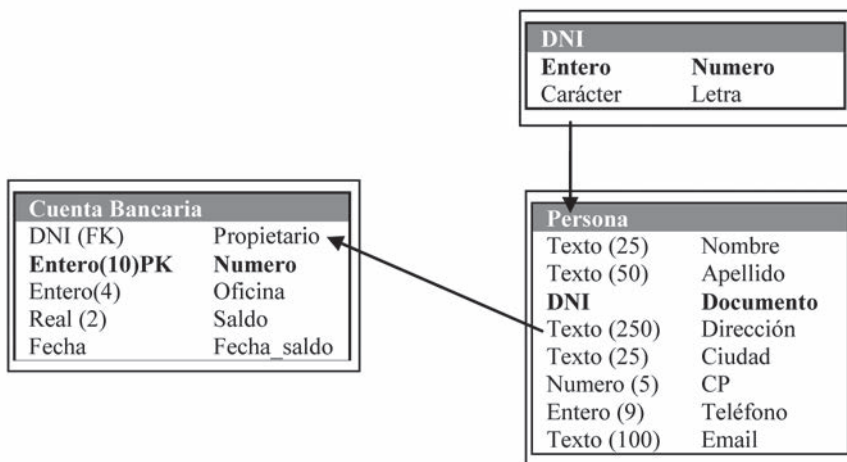


Figura 02. Un ejemplo de relaciones complejas entre estructuras de datos.

Una vez que el modelo de datos ha sido así definido y codificado, pueden entonces (¡y sólo entonces!) guardarse datos en una base de datos. La base de datos

también tiene una estructura predefinida y unas relaciones, lo que no es más que una implementación física del modelo de datos anteriormente explicado (Figura 03).

Num Cuenta (PK)	DNI (FK)	Oficina	Saldo	Fecha_saldo
0201234567	46389767-R	0346	1.000.000,00 €	23/12/2014
0201234589	36789344-L	1389	2.345,35 €	20/09/2015
0201234789	35676633-S	2345	3.434,34 €	21/12/2015
...

Figura 03. Una “base de datos”.

Según esto, y como decíamos anteriormente, los datos relativos a cualquier dominio deben ser *estructurados* para ser utilizados en un entorno digital, y también es así en el campo de los datos relativos a la arquitectura (representación digital de la arquitectura).

En el campo de la EGA, hasta el momento, la expresión digital de la arquitectura ha tenido una manifestación mayoritariamente gráfica. Es el caso del archiconocido diseño arquitectónico asistido por ordenador o CAAD: en él, la representación interna (digital) de cualquier elemento arquitectónico está abstraído en su geometría, descompuesta y modularizada, y cada parte

o módulo convertida en dígitos (los dos primeros principios básicos enumerados por (Manovich 2002)). En el peor de los casos, esa geometría es un conjunto de estructuras de datos simples (líneas, puntos, arcos, planos) y de bajo nivel, con poca o ninguna relación entre ellas; en el mejor de los casos la arquitectura será representada por estructuras más abstractas y complejas (muros, puertas, ventanas) con una cierta asociatividad. Este es el caso de los modernos sistemas BIM. A partir de esta geometría hay una “transcodificación”: (quinto principio de (Manovich 2002) la capacidad de convertir los datos de un formato a otro, esta vez gráfico, que es mostrado en un dispositivo “*raster*” tal como un

monitor o una impresora. Sin embargo, lo que al final “vemos” o “percibimos” no es más que una representación arquitectónica basada en datos y convertida en geometría: líneas, puntos, planos, superficies o sólidos.

Como vemos, gran parte de la inteligencia visual que los arquitectos dedicamos a la representación se usa para determinar la geometría (la *forma*) de la arquitectura (March and Steadman 1971, Damisch 1994, Sainz 1990). El dibujo arquitectónico tiene una fuerte base en el dibujo geométrico, pero en el proceso del proyecto arquitectónico –o de representación o “*rilievo*” (Docci and Maestri 2009)– generamos infinidad de informaciones heterogéneas igualmente importantes para la comprensión del elemento representado. Generamos informaciones de tipo cualitativo como el color o la temperatura de un ambiente, o la cantidad de ruido de una calle. Es verdad que estas variables son muchas veces capturadas por diversos sistemas (analógicos, digitales o mentales, como la memoria), convertibles en número y en diversas unidades, pero hay en ellas un carácter cualitativo que se pierde en la medida (el quinto principio de (Manovich 2002): la capacidad de convertir los datos de un formato a otro². Asimismo, somos capaces de relacionar elementos que en el dibujo geométrico quedan desvinculados: elementos constructivos ligados a detalles constructivos proporcionados por el fabricante y disponibles en un catálogo; ejemplos fotográficos de ideas o sugerencias; esquemas de cuadernos de viajes; inspiraciones varias; anotaciones sobre el proceso constructivo, etc. Es decir, la cognición o aprehensión de un edificio es mucho más rica, mucho más completa, mucho más compleja que lo solemos depositar sobre el papel, y sobre todo en los modelos de datos digitales que hemos dedicado a la representación de la arquitectura. Estos modelos de datos son claramente demasiado pobres o insuficientes para un conocimiento holístico.

También la historia propia de un edificio va ligada inseparablemente a su autor y su contexto; a las circunstancias en las que se encargó, se proyectó y se realizó el edificio; a las modificaciones posteriores y a todas las circunstancias y contingencias que ha sufrido su uso y su propiedad. Todas estas informaciones se suelen quedar “en el tintero”, perdidas en el dibujo por la incapacidad de nuestros sistemas de representarlas y de capturarlas. La geometría, demasiado analítica y demasiado abstracta como para empapar de riqueza histórica, semántica y cultural a las representaciones de los edificios, esconde un problema tras su apariencia de inteligibilidad absoluta. Y esto es especialmente cierto en lo que se denomina las fases iniciales del

proyecto o fase conceptual, en el que los datos no geométricos son mucho más abundantes.

Pero no tiene por qué ser así: la informática proporciona infinidad de sistemas para recoger, “capturar” y vincular y asociar datos heterogéneos. Mediante un correcto proceso de modelado de datos se podría fácilmente representar la arquitectura de manera más rica, más expresiva, y más comprensiva (Sola-Morales 2014).

Una propuesta de trabajo con datos

En la Escuela de Arquitectura de la URV (ETSA), en colaboración con el Institut Català d’Arqueologia Clàssica (ICAC) estamos ensayando maneras más avanzadas de representar, gestionar y difundir la arquitectura, mediante una combinación inteligente de modelos de datos y de diagramas. En efecto, tomando algunos hechos arquitectónicos existentes, y los dibujos existentes sobre ellos, podemos complementar estos últimos con todo tipo de informaciones cualitativas, especialmente relacionales.

No se trata de un *diagrama* en el sentido de que no es un dispositivo generativo (tal y como se refiere a él (Bertola Duarte 2014) a partir del cual se pueden derivar (o “actualizar”) múltiples soluciones: la representación que proponemos tiene las características de un medio de representación o de expresión.

El método utilizado no es muy diferente que el del *rilievo architettonico* (Docci and Maestri 2009), si bien los medios e instrumentos utilizados si lo son:

1. En primer lugar, estudiamos el objeto y el campo de datos en el que se inserta. Descubrimos qué informaciones son relevantes para mejor representar el objeto y las listamos en un papel. También intentamos entender la historia, la estructura, la forma y las vicisitudes del edificio mediante una documentación exhaustiva.
2. En base a estas primeras observaciones y conocimientos, descomponemos el ámbito de trabajo en una serie de variables y en una serie de relaciones usando el método del Entity-Relationship Diagram (E/R diagram) (Chen 1976) y su versión extendida (EER) (Teorey *et al.* 1986). El EER *diagram* genera un proto-modelo de datos, fácil de implementar en una base de datos de tipo relacional (Microsoft Access, en este caso, por sencillez de uso y acceso).

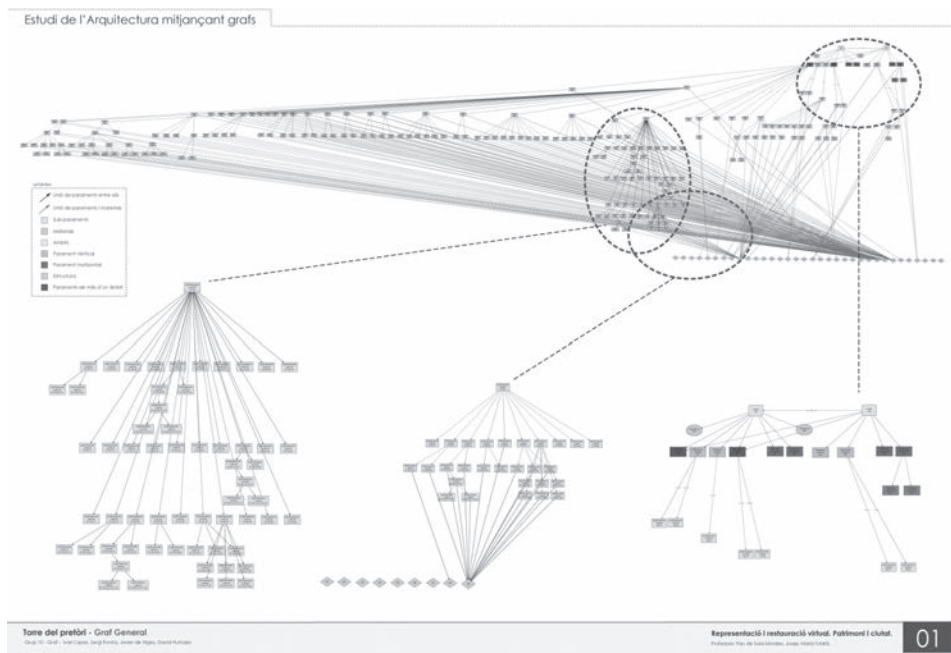


Figura 04. diagrama estratigráfico de la torre del Pretorio

3. Tras las definiciones iniciales (que ya tienen en cuenta necesariamente el conocimiento del objeto) procedemos a la recogida de datos. Esta es la parte más laboriosa del proceso, y la que representa mayor esfuerzo. Los datos geométricos (dimensiones de los espacios, etc.) son recogidos mediante levantamiento tradicional y con el uso de estaciones topográficas y scan-laser; otros datos son recogidos manualmente mediante observación y la cumplimentación in-situ de fichas, que posteriormente se incorporan a la base de datos; la información gráfica proviene de tomas fotográficas, y ayudan a explicar visualmente algunos de los elementos; finalmente, otras formas de “datos” son las asociaciones entre valores y tipos de datos, que se introducen manualmente en base a la información disponible, de manera que el establecimiento de *relaciones* entre los datos, a partir de la observación y el entendimiento del usuario, da riqueza semántica a éstos. Este es el proceso analítico de un proyecto de investigación, pero esta misma metodología puede aplicarse en actividades de restauración o mantenimiento arquitectónico, incidiendo en la creación de herramientas de gestión patrimonial.

4. El último paso, no menos laborioso pero más resolutivo, es la visualización de los datos recogidos mediante uno o varios software de gráficos o de grafos. En este caso usamos distintas opciones, pero sobretodo *Visual Understanding Environment (VUE)* y *PAJEK*.

El desconocimiento de lo que el software puede dar de sí, inicialmente, convierte este momento en una especie de proceso de descubrimiento, en el que se busca la manera, el “lenguaje” (por así decirlo) que hace que el grafo explique mejor el elemento arquitectónico mejor y en su mayor riqueza. Dependiendo de la capacidades del software, podemos añadir fotografías, textos o artículos a cada nodo del elemento (ver Figura 04-Figura 08).

5. Por lo tanto, y como paso final, evaluamos el resultado obtenido y, en consecuencia, hacemos varias iteraciones de los pasos 4. Visualización y 5. Evaluación, hasta llegar a resultados (visuales) satisfactorios.

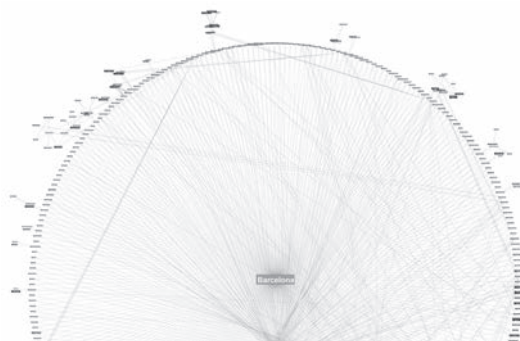


Figura 05. Distribución de edificios por lugar

Presentación de dos ejemplos de aplicación del método

En las imágenes de Figura 05 a Figura 07, se ha intentado representar el panorama arquitectónico de la ciudad de Barcelona entre los años 1960 y 2000, mostrando los principales edificios y los principales arquitectos y estudios de arquitectura (autores), interrelacionándolos entre ellos y con el lugares dónde están, sus fechas de creación, colaboraciones mutuas, etc. Aunque la base de datos no es exhaustiva, se pueden visualizar a partir de ella, con este método, algunos resultados interesantes. Algunos de estos resultados son banales, como por ejemplo que la mayoría de edificios están radicados en Barcelona (Figura 05). Pero también se descubren que algunos arquitectos son centrales en el discurso arquitectónico barcelonés del post-franquismo (Figura 06). Aunque este es un argumento bien conocido por los historiadores de la arquitectura de la capital catalana, y por cualquiera que conozca el contexto de la arquitectura barcelonesa contemporánea, no es tan evidente la visualización gráfica o el descubrimiento indirecto, a partir de datos, de este fenómeno. Es decir, el método propuesto “*dibuja*” o representa diagramáticamente, como era esperable, algunos conceptos no geométricos que de otra forma sólo se pueden retener en la memoria o expresar en texto ¡pero no dibujar!

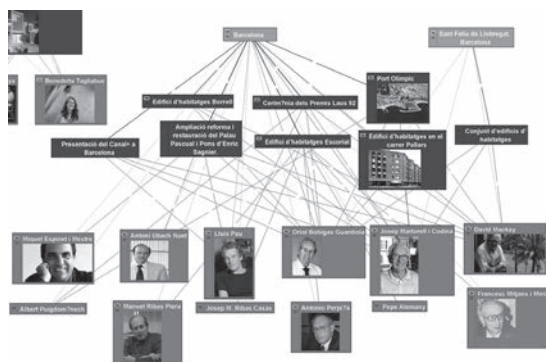


Figura 06. Fotografías de “autores” insertadas en los *nodos* del diagrama

En el otro caso presentado (Figura 04 y Figura 08), se tomó como ejemplo el edificio de torre romana del Pretorio de Tarragona, que ha sido documentado por la ETSA y el ICAC en sucesivas campañas entre los años 2008 y 2015. El edificio, ahora espacio museográfico

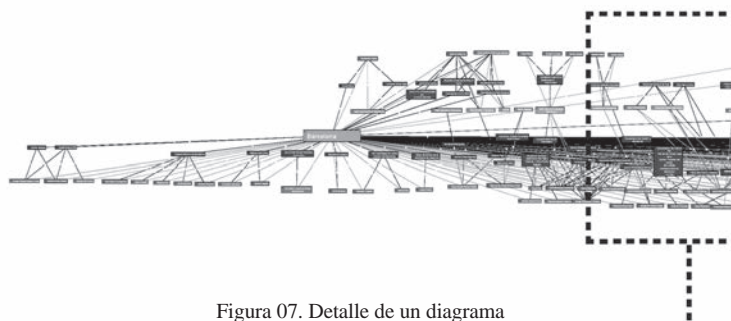


Figura 07. Detalle de un diagrama

del Museo de Historia de Tarragona, es en realidad una caja de escalera entre el circo romano y la plaza de representación de la antigua sede de la provincia romana, reutilizada como castillo medieval y con numerosas restauraciones contemporáneas (Vinci *et al.* 2014). El resultado final es una estructura cúbica de 29 de longitud por 23 de anchura y altura incomprensible para la ciudadanía debido a su dilatada historia.

Estudiantes de la ETSA acometieron un laborioso método de recogida de datos propio de la estratigrafía vertical, bien conocido por los arqueólogos por los arqueólogos en la subdisciplina de la Arqueología de la Arquitectura. Éste consistía en documentar mediante fichas y fotografías cada uno de los paramentos y subparamentos del edificio, y en especial su ubicación relativa (A dentro de B, B dentro de C, C sobre D, D junto a E, etc.). Aunque no se dispone de información geométrica precisa ni su ubicación topográfica exacta, los paramentos pueden ser descritos con absoluta independencia de ello. Se hace en base a su composición, situación relativa, caracterización técnica y ubicación temporal.

Discusión y conclusiones

El trabajo realizado en colaboración entre arquitectos y arqueólogos ha resultado ser muy positivo: cada uno ha aportado su *know-how* y se han intercambiado metodologías y conocimientos. Reconocemos que existen en el mercado numerosos y muy completos paquetes de software de CAAD en 2D y 3D, para la representación de la arquitectura en base a su geometría. Mediante esta aproximación innovadora a un sistema de representación centrado en los *datos* podemos aproximarnos a la visualización de la arquitectura sin depender enteramente de la geometría del objeto. Hemos podido comprobar como es posible expresar algunas características –además de la geometría– de cualquier

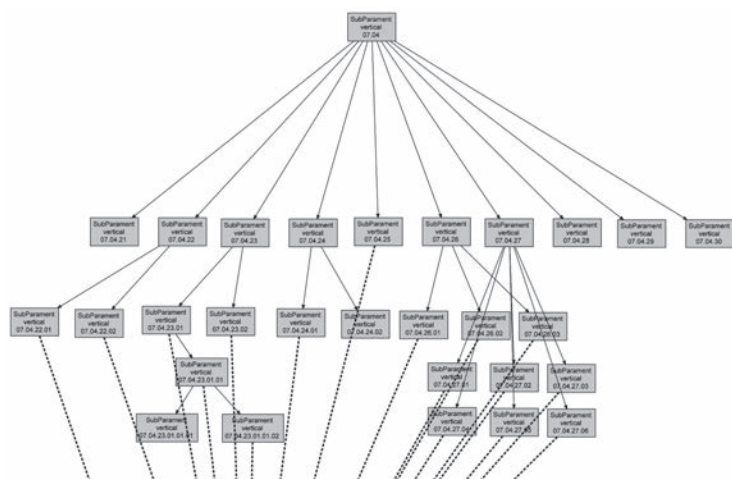


Figura 08. Detalle del diagrama de la estratigrafía vertical de la Torre del Pretori (Tarragona). ETSA/ICAC 2015

objeto arquitectónico y hacer descripciones de los mismos más allá de su forma y de las formas tradicionales de representación (basadas en el dibujo). Además, hemos mostrado como es posible enriquecer la representación de la arquitectura, añadiendo informaciones (datos) y relaciones entre las piezas.

En ambos casos presentados, encontramos algunas dificultades que es oportuno relatar. Se trata de un trabajo tedioso, en el que no hay automatismos posibles: al ser un método novedoso, tenemos que crear las estructuras de datos nosotros mismos, y ello conlleva una gran cantidad de tiempo; la recogida de datos, por las mismas razones, es lenta y compleja de organizar, aunque seguramente no más que otros sistemas de recogida de datos (como por ejemplo los estudios de mercado). Lo que es evidente es que aún no disponemos de un protocolo automatizado de recogida de datos y ello significa una cierta dispersión de los esfuerzos. En el caso arqueológico el objetivo es racionalizar las extensas bases de datos descriptivas en su aplicación diagramática (Pizzo 2010).

Así, el resultado es lento pero esperanzador ya que se pueden “ver”, como esperábamos, algunas características de los edificios que en el dibujo geométrico no estaban, y la estratificación de su representación, que mimetiza la secuencia relativa de toda obra arquitectónica.

Por otro lado, el método utilizado y los diagramas obtenidos han resultado interesantes y prometedores, pero los resultados visuales cuestan de entender. En

concreto, nos encontramos que el dibujo arquitectónico (el dibujo geométrico “tradicional”) está tan arraigado y tan bien implantado, que saltar la barrera cognitiva con los diagramas que proponemos suponen un gran esfuerzo intelectual, incluso para los propios especialistas en EGA. Incluso, algunos de estos especialistas dan tan por sentado que el dibujo geométrico es “el” medio de expresión de la arquitectura que no están muy dispuestos a aceptar un cambio.

En el aspecto más material y operativo, encontramos que el software utilizado es un software genérico que no está específicamente diseñado para este cometido. Por esta razón, éste no responde necesariamente a nuestras estructuras de datos como esperamos, sino que hace sus propias asunciones gráficas. Ello conlleva un proceso de prueba y error, y de ajuste sucesivo a las características del software, que no hace más que complicar un poco más el proceso de visualización.

Esta experiencia, muy preliminar, es prometedora, y nos impulsa a seguir explorando formas de representación “en red”, es decir, basada en datos y representada en grafos. Es importante que nos planteemos la continuidad de estas investigaciones de una forma más estructurada, sin la premura en la que hemos estado en este “modo de exploración”. Habrá que continuar investigando este sistema de representación con otros conjuntos de datos, de distintos tipos, para poder entender en qué ámbitos los datos se prestan a representaciones y visualizaciones interesantes. También hay que investigar si se pueden detectar patrones que se repiten una y otra vez, los cuales podrían ser abstraídos en “*features*” o “atributos” o “características” de los datos. Creemos que los podremos encontrar.

Notas

¹ Este documento forma parte de las actividades del ArchcA (Research Group on Architectural Heritage and Archaeology – ICAC/ETSA-URV), incluidas en el proyecto Técnicas constructivas y Arquitectura del poder en el noreste de la Tarraconense (HAR2009-10752).

² Véase la discusión sobre variables extensivas en intensivas en (Deleuze, 1966) y el inteligente comentario de (De Landa, 2002).

Referencias bibliográficas

- BERTIN, J. & BARBUT, M. 1968. *Sémiologie graphique. Les diagrammes, les réseaux, les cartes*. Paris, La Haye. Gauthier-Villars.
- BERTOLA DUARTE, R. 2014. *El diagrama arquitectónico después de Deleuze: estudio de casos holandeses*. Universitat Politècnica de Catalunya.
- CARPO, M. 2011. *The alphabet and the algorithm*, Cambridge, Mass., MIT Press.
- CHEN, P. P.-S. 1976. The Entity-Relationship Model: toward a unified view of data. *ACM Transactions on Database Systems*, 1, 9-36.
- DAMISCH, H. 1994. *The origin of perspective*, Cambridge, Mass., MIT Press.
- DE LANDA, M. 2002. *Intensive science and virtual philosophy*, London; New York, Continuum.
- DELEUZE, G. 1966. *Le Bergsonisme*, Paris., Presses universitaires de France.
- DELEUZE, G. & GUATTARI, F. 1980. *Mille Plateaux. Capitalisme et Schizophrénie*, Paris, Éditions de Minuit.
- DOCCI, M. & MAESTRI, D. 2009. *Manuale di rilevamento architettonico e urbano*, Roma, Editori Laterza.
- HOFFMAN, D. D. 1998. *Visual intelligence: how we create what we see*, New York, W.W. Norton.
- HUGHES, J. G. 1991. *Object-oriented databases*, New York, Prentice Hall.
- MANOVICH, L. 2002. *The language of new media*, Cambridge, Mass., MIT Press.
- MARCH, L. & STEADMAN, P. 1971. *The geometry of environment: an introduction to spatial organization in design*, London., RIBA Publications.
- MITCHELL, W. J. 1992. *The reconfigured eye: visual truth in the post-photographic era*, Cambridge, Mass., MIT Press.
- MONTANER, J. M. 2014. *Del diagrama a las experiencias, hacia una arquitectura de la acción*, Barcelona, GG.
- PIZZO, A. 2010. Propuesta para la documentación y clasificación de las técnicas constructivas romanas. *Arqueología de la Arquitectura*, 277-286.
- SAINZ, J. 1990. *El dibujo de arquitectura*, Madrid, Editorial Nerea.
- SILBERSCHATZ, A., KORTH, H. F. & SUDARSHAN, S. 1997. *Database system concepts*, New York, McGraw-Hill.
- SOLA-MORALES, P. 2014. New Approaches to Representation in Conceptual Design. *International Journal of Architectural Computing*, 12, 359-378.
- SPERLING, D. 2004. Architecture as a Digital Diagram. *International Journal of Architectural Computing*, 2, 371-387.
- TEOREY, T. J., YANG, D. & FRY, J. P. 1986. A Logical Design Methodology for Relational Databases Using the Extended Entity-Relationship Model. *Computer Surveys*, 18, 196-222.
- VINCI, S., MACIAS, J. M., PUCHE, J. M., SOLÀ-MORALES, P. & TOLDRÀ, J. M. 2014. El subsuelo de la Torre del Pretorio: subestructuras de tradición helenística bajo la sede del Concilium Provinciae Hispaniae Citerioris (Tarraco). *ARQUEOLOGÍA DE LA ARQUITECTURA*, enero-diciembre 2014.

Autores

Pau Sola-Morales Serra es profesor agregado y director de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura (ETSA) de la Universidad Rovira y Virgili (URV). Imparte clases de dibujo y composición. Su investigación trata sobre las técnicas de representación gráfica y su coordinación con estructuras de datos aplicadas a la arquitectura. pau.desolamorales@urv.cat

Josep Maria Toldrà Domingo es investigador contratado en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura (ETSA) de la Universidad Rovira y Virgili (URV). Compagina su actividad profesional como arquitecto con la docencia en las asignaturas de proyectos y dibujo. Su investigación se centra en las geometrías de los edificios históricos. jmtoldra@gmail.com

Josep Maria Puche Fontanilles es director de la unidad de expresión gráfica del Instituto Catalán de Arqueología Clásica (ICAC). Su investigación se centra en el lenguaje gráfico del dibujo arqueológico, así como en la aplicación de sistemas ópticos de captura masiva de datos para obtener levantamientos de edificios con valor patrimonial. jpuche@icac.cat

Josep Maria Macias Solé es investigador sénior del Instituto Catalán de Arqueología Clásica (ICAC). Su investigación se centra en la arquitectura y el urbanismo de la tardo-antigüedad. Ha dirigido numerosos proyectos de investigación, y fue uno de los coordinadores de la Planimetría arqueológica de Tàrraco (2007), que ha permitido situar en una base topográfica y diacrónica las estructuras de época romana de la capital de la Hispania Citerior. jmmacias@icac.cat

Ivan Fernández Pino es Arquitecto especializado en patrimonio histórico y documentación mediante SMCD, colaborador en proyectos de investigación del ICAC y en docencia en la Universidad Rovira i Virgili. Actualmente trabajando como técnico superior especialista en documentación gráfica en el Institut Català d'Arqueologia Clàssica ifernandez@icac.cat