

36. Repensando la arquitectura efímera. Geometría avanzada para espacios de gestión ciudadana

Martín-Pastor, Andrés ^(1,*), **Martín-Mariscal, Amanda** ⁽²⁾, **López-Martínez, Alicia** ⁽³⁾

(1) Departamento de Ingeniería Gráfica, Universidad de Sevilla
archiamp@us.es, +0034 618069634

(2) Universidad de Sevilla

(3) Universidad de Sevilla

Resumen

En los últimos años se han desarrollado una gran cantidad de iniciativas ciudadanas que hacen frente a los complejos problemas de la ciudad contemporánea. Existen espacios vacíos o en desuso que han sido reutilizados para huertos urbanos, para uso social, para fomentar actividades de integración y activación ciudadana, etc. Los procesos arquitectónicos tradicionales no proporcionan soluciones realistas a estas iniciativas que, junto a los escasos recursos económicos, han propiciado la aparición de unas arquitecturas e instalaciones autoconstruidas, casi a modo de emergencia, sin la planificación, los medios y el conocimiento constructivo necesarios. La democratización de la tecnología, gracias a los laboratorios de fabricación digital, ofrece nuevas oportunidades para el desarrollo de una arquitectura liviana, flexible y de bajo impacto, muy acorde a las necesidades de las iniciativas ciudadanas que van surgiendo de forma natural en nuestras ciudades. El nuevo escenario existente contempla la figura del arquitecto, o del ingeniero, no sólo como un agente al servicio del mercado, sino como un profesional capaz de proponer soluciones eficientes a los problemas desde dentro, aportando su conocimiento específico y sirviendo como puente entre las nuevas soluciones tecnológicas y los retos de la sociedad. En este contexto, el objetivo de este trabajo es proponer nuevas formas de producir arquitectura efímera. Aportando, mediante el conocimiento de la geometría avanzada, el diseño paramétrico y la fabricación digital, herramientas para el desarrollo de nuevos dispositivos arquitectónicos necesarias en los espacios de gestión ciudadana.

Palabras clave Arquitectura efímera; Eco-eficiencia; Fabricación digital; Creatividad colectiva; Geometría Avanzada.

1 Introducción

En el momento de crisis en el que nos encontramos actualmente, el modelo de producción arquitectónica tradicional se ve fuertemente cuestionado debido a su carácter antiecológico y por la huella negativa que esta dinámica constructiva nos ha dejado en la ciudad. Hablamos de una arquitectura establecida por los mercados y cuyos procesos se realizan desde arriba hacia abajo en todos los niveles. Una tendencia que presupone que los procesos de innovación, y la tecnología resultante de ellos, sean aplicados básicamente desde sector industrial de la construcción, para rentabilizarse luego en el plano comercial.

Desde esta premisa, los problemas de la ciudad son entendidos igualmente— desde arriba— como un conjunto de *desajustes transitorios* que sólo pueden ser abordados y resueltos aceptando los mecanismos del sistema actual. Unos problemas que, de acuerdo con Sennett (2008), son muy complejos de analizar y más aún de resolver, pero cuyas consecuencias podemos observar todos los días en nuestras ciudades: vacíos urbanos degradados, contaminación por obras inacabadas espacios públicos de imposible habitabilidad, etc.

Justamente para hacer frente a esta encrucijada y desde un enfoque totalmente diferente, los *espacios de gestión ciudadana* ofrecen un sistema de organización que pretenden dar una respuesta a muchos de estos problemas —no todos— que sufrimos en la ciudad actual. La participación social es aquí importante, siendo el ciudadano quien participa de forma activa y colaborativa en la toma de decisiones y en los proyectos a realizar. Estos colectivos tienen características muy heterogéneas y necesidades muy diversas. Algunos contemplan el uso de actividades exteriores al aire libre, ya porque el carácter principal de su actividad se desarrolle precisamente en el exterior —como es el caso de los huertos urbanos— o bien porque la propia actividad contempla obligatoriamente la transformación y uso de ese espacio conforme a la acción arquitectónica —como en la regeneración de vacíos urbanos— entendida aquí la arquitectura, según en su amplia acepción de “transformación del hábitat humano”(Martín-Mariscal 2016). En este sentido interesa recordar las palabras de Estalella (2015):

Las ciudades están mutando de un lado a otro del globo. Los habitantes que antes sólo transitaban por sus calles o paseaban sus jardines se aposentán en ellas para amueblar plazas y ocupar solares. Una forma de urbanismo ciudadano emerge, a través del cual el espacio urbano es rediseñado en la calle y desde la calle.

2 ¿Autoconstrucción o Arquitectura Efímera?

El aspecto que vamos a destacar, y que entronca con los *procesos de construcción sostenible*, es la fórmula ya usada por muchos de estos colectivos que denominamos *arquitectura efímera*. Esta tipología arquitectónica es adecuada no solo para solventar el problema de la falta de recursos de los promotores y gestores, sino también para afrontar de manera razonable—o quizá de la única manera posible—

los problemas legales que se derivan de realizar un proyecto arquitectónico/constructivo sobre un suelo sin ningún tipo de licencia, ya sea un suelo en desuso, público o de cualquier otro tipo. La naturaleza de la *arquitectura efímera* —si la entendemos intencionadamente como un simple mobiliario que se monta y se desmonta sin dañar el entorno donde se ubica— carece de normativa de aplicación existente al respecto, ni de obligado cumplimiento, ni de recomendación constructiva.

2.1 Artesanía digital vs Manufactura improvisada

A su vez, hemos observado que los colectivos y los agentes impulsores de estas iniciativas ciudadanas disponen, en su mayor parte, de escasas herramientas para promover la fase completa de diseño, producción y montaje de unas instalaciones arquitectónicas —efímeras o no-efímeras, simplemente autoconstruidas— optimizadas para desarrollar sus actividades (Martín-Mariscal 2016). Los escasos recursos económicos han propiciado, en algunos casos, unas instalaciones casi a modo de emergencia, sin la planificación, los medios y el conocimiento necesarios para desarrollar una arquitectura acorde a las diferentes necesidades. De igual manera, el carácter de innovación en arquitectura es apreciado y vivido, desde algunos colectivos, como algo ajeno y fuera de sus medios y posibilidades reales, asumiendo —a veces casi como un credo— la manufactura improvisada y el reciclaje de bajo carácter tecnológico como una imagen de marca *ecologista* todavía más *outsider*, en rechazo a todo lo que no sea *natural*. Efectivamente, un programa de CAD, una fresadora CNC y un brazo robotizado podría entenderse como algo artificial, ajeno a lo humano y a lo artesanal. En contraposición a esta teoría se establece el concepto *artesanía digital* y *materialidad digital construida* (Chiarrella, Martín-Pastor 2015), que posteriormente desarrollaremos.

El momento de crisis —o de cambio— en el que vivimos nos proporciona nuevas oportunidades hasta hace poco inimaginables. Una de estas oportunidades es el acceso a la tecnología y a los laboratorios de fabricación digital, que permite trabajar sobre la base de la innovación, no ya desde el sector del mercado, sino desde la creación del conocimiento que se produce en las Universidades y los grupos de investigación asociados a las mismas. El panorama apunta hacia cómo estos nuevos procesos de producción, aplicados a la arquitectura, pueden superar ciertos desafíos inherentes al momento de cambio que vivimos (Martín-Mariscal et al 2016). Es así como las máquinas de control numérico, ampliamente utilizadas en diseño industrial, se incorporan lentamente a la arquitectura ofreciendo la posibilidad de una fabricación sin intermediarios (Meredith N, Kotronis J 2012). Estos nuevos procesos de producción arquitectónicos se enfrentan al desafío de acompañar la complejidad de los proyectos generados por las herramientas informáticas para evitar que lo complejo sean solo las geometrías resultantes y no la ejecución de las mismas. La materialidad digital se inicia desde el pensamiento gráfico con

procesos digitales, proponiéndonos nuevas relaciones entre el objeto arquitectónico y su representación (Chiarella, Martín-Pastor et al 2016).

3 Un proyecto de Arquitectura Efímera

De acuerdo con estas premisas sociales y enmarcado dentro de unos límites objetivos, el reto que proponemos es elaborar un modelo de diseño-producción-montaje de una arquitectura de bajo impacto en estos espacios de gestión ciudadana, utilizando para ello herramientas digitales —Diseño Paramétrico y Fabricación Digital—, minimizando el coste y el impacto de dichas intervenciones arquitectónicas. En definitiva, realizar una arquitectura de bajo coste y alto carácter tecnológico —*LowCost and HightTech*— que suponga una baja inversión para sus promotores pero que maximice la eficiencia y la sostenibilidad en todos los procesos, incorporando formas optimizadas de producción y automontaje. Una lógica productiva que ya existe en otros campos, justamente en el del diseño de mobiliario. El ejemplo más evidente es el mueble *Ikea*, del que hemos tomado muchas referencias en el plano de la optimización y la diferenciación del trabajo en equipos: diseño, fabricación, y montaje, siendo este último el propio usuario final.

La investigación previa en torno al uso de superficies (Casale et al 2013) y su empleo en pabellones efímeros, nos sitúa en una posición apropiada para proseguir con la investigación que hemos desarrollado en los últimos dos años, optimizando el diseño, reduciendo el coste y el impacto de dichas instalaciones. La arquitectura efímera que proponemos está formada por superficies desarrollables, aquellas que pueden desplegarse en el plano. Los prototipos propuestos son pieles autoportantes realizadas por una delgada lámina de material —madera— de aproximadamente 6 mm de espesor. Con algoritmos paramétricos y tecnología CAD-CAM es posible desplegar estas superficies complejas en piezas planas. Éstas se ensamblan en el suelo, como un gran puzle, curvándose luego desde el plano al espacio para adquirir su forma y resistencia final, gracias no al espesor sino a la propia forma geométrica (Narváez-Rodríguez et al 2014) (Martín-Pastor 2016).

La producción de este tipo de arquitectura contempla a su vez la creación de su propio manual de montaje tipo *Ikea*, y parte de la investigación consiste en llegar a convertir el objeto arquitectónico en un verdadero mueble que pueda ser autoconstruido por cualquier grupo de personas. Parte de la novedad de la propuesta también incide en repensar el uso y disfrute de ciertos espacios gracias a intervenciones tan ligeras y con tan poco impacto, que queden fuera de la normativa de ocupación arquitectónica, aunque se trate de verdaderas arquitecturas.

3.1 Experiencia Previa

La experiencia previa de diseño, fabricación e instalación de este tipo de arquitectura efímera consta de cinco pabellones experimentales en el ámbito de la investigación en geometría —architectural geometry— y fabricación digital (Fig.1). Estos pabellones son: *The Caterpillar Gallery*, realizado en ETSIE de la Universidad de Sevilla en febrero de 2014; *The Cocoon Gallery*, en la Universidad Nacional de Colombia (UNAL) Medellín, en agosto de 2014; El *SSFS Pavilion–Santa Fe*, en FADU Universidad del Litoral, Santa Fe, Argentina, desde 26 de marzo al 27 de abril de 2015; *The Butterfly Gallery–Helicoidal Surfaces*, en UFRJ Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil, durante los días 4-14 de agosto de 2015; y *SSFS Pavilion–Fablab Sevilla*, realizado en la Plaza Nueva de Sevilla en septiembre de 2015 (instalación que fue galardonada con el 2^o y 3^{er} Premio Nacional Emporia en las categorías de: “Innovación a la Arquitectura Efímera” y “Stand Ecológico”).



Fig. 1. Superior Izquierda: The Caterpillar Gallery. Superior derecha: Cocoon Gallery. Inferior izquierda: Butterfly Gallery-Helicoidal Surfaces. Inferior derecha: SSFS Pavilion-Fablab Sevilla.

Este tipo de arquitectura, aparte de ser un ejemplo de materialización de los procesos de fabricación digital anteriormente descritos, ofrecen cualidades arquitectónicas y funcionales apropiadas para disfrutarse en las actividades desarrolladas en los espacios de gestión ciudadana de nuestras ciudades.

3.2 Innovación y sostenibilidad. La arquitectura como mueble de fabricación digital

Como hemos tratado anteriormente, planteamos el desarrollo de una arquitectura tipo *mueble*. Llevar estas ideas del mundo del mobiliario industrial al mundo de la arquitectura, tiene ventajas claras desde el punto de vista de la sostenibilidad. Desde el punto de vista del diseño se cambia el concepto clásico del proceso constructivo, donde el arquitecto es autor de la información gráfica bidimensional y un grupo de artesanos especializados son quienes ejecutan—con más o menos maestría— aquello definido previamente en el proyecto. Gramazio y Kohler (2008), sitúan la *materialidad digital* en el complejo entretejido existente entre la programación computacional, la construcción 3D —o modelado digital—, los datos y la materia, en las diferentes etapas del proyecto arquitectónico. El nuevo concepto de *artesanía digital* hace hincapié en la figura del arquitecto como máximo responsable de la interacción de todos los procesos digitales relativos al diseño y la producción (Fig.2).

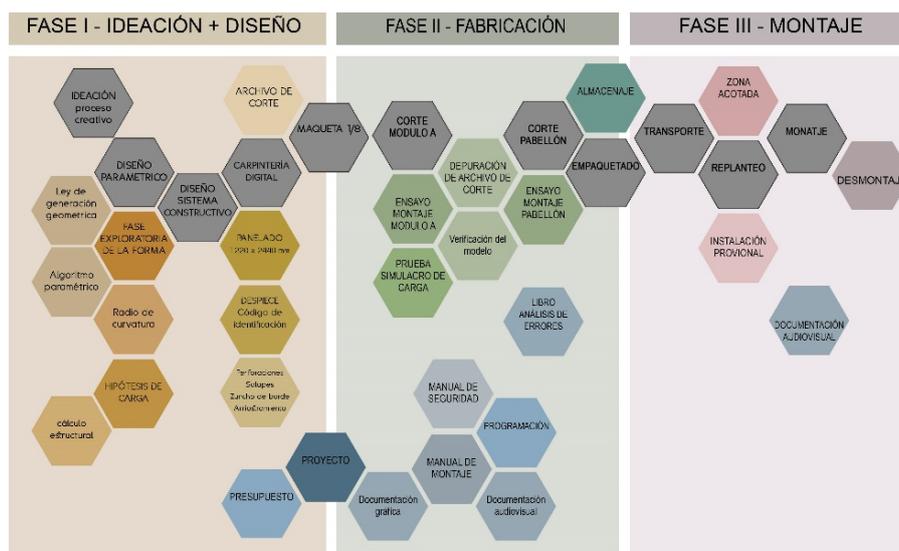


Fig. 2. En esta gráfica se resumen las tres fases principales del proceso de fabricación digital: Diseño, Fabricación y Montaje, mostrando las diferentes retroalimentaciones que se producen entre ellas (imagen de elaboración propia).

En el proceso de fabricación digital, la máquina de corte robotizado —CNC o brazo Robot— se encarga de la factura y el mecanizado del trabajo, minimizando el margen de error y obteniendo cortes de una precisión muy alta. El error humano se reduce considerablemente, centrándose en la supervisión y optimización de los procesos.

El proceso de fabricación digital optimizado, usará el laboratorio de fabricación digital más cercano al lugar donde se va a ubicar la instalación, minimizando, por tanto, el coste energético y las emisiones de CO₂ del transporte y dando preferencia a la economía local. A su vez, un proceso sostenible debe tener prioridad en la utilización de materiales propios de la zona, con especial atención a los reciclados o a los productos locales, reduciéndose por tanto la huella ecológica.

La arquitectura será enteramente reducida a un conjunto de elementos donde no falta ni sobra ninguna pieza ni ningún tornillo. De esta manera, solo se produce lo necesario, minimizando los residuos generados en el proceso de fabricación (Fig.3). Igualmente, el proceso de empaquetado del material garantiza que solo se traslade al lugar de montaje lo verdaderamente necesario, tratándose de un tipo de construcción en seco que genera a su vez *cero* residuos.



Fig. 3. Prueba de montaje de SSFS Pavilion-Fablab Sevilla en Edificio de la ETSIE, y Fablab Sevilla

El montaje —o automontaje— se realiza por los usuarios finales de la arquitectura ahorrando los costes, tanto del desplazamiento del personal especializado, como de los medios mecánicos o maquinarias en dicho proceso (Fig.4). El gasto de mantenimiento de este modelo de arquitectura es casi nulo al tratarse de un conjunto de piezas definidas por un código y reemplazables por el propio usuario, que tiene en su poder el archivo de corte de la misma y la capacidad de volver a producirla en el laboratorio de fabricación digital de su red local. Finalmente, la arquitectura propuesta es totalmente desmontable, transportable y utilizable en otro lugar, por lo que no se produce ningún tipo huella física en el lugar donde ha sido ubicada.



Fig. 4. Distintas fases de montaje de *SSFS Pavilion-Fablab Sevilla* en Plaza Nueva de Sevilla

4 Resultados y líneas de mejora

El sistema propuesto intenta dar respuesta arquitectónica desde la lógica de los pocos recursos materiales —una fina lámina de material— y el mínimo coste en el montaje. El reto de este proyecto consiste en avanzar sobre los problemas detectados en las experiencias anteriores y llegar a proponer un modelo arquitectónico verdaderamente útil para su uso en espacios de gestión ciudadana.

Las experiencias anteriores tuvieron como problema el elevado número de agentes necesarios para su montaje. Esto fue debido al peso de cada anillo, que oscilaba en torno a 80 kg. Para mover estas piezas se necesitaron dos equipos, uno de 7 personas, y otro tanto para recibir la pieza en un medio auxiliar de elevación y poder curvar el material. El problema del peso se debe, en parte, al tipo de material que ha utilizado, la madera y sus variantes, ya sean en tableros contrachapados, o bien en tableros de densidad media. Por tanto, sería interesante investigar la posibilidad de utilizar nuevos materiales que permitan reducir este tipo de dificultades.

Conseguir reducir el número de montadores y de medios auxiliares implica una labor de investigación en el diseño de geometrías y la optimización en la eficiencia de los materiales. Planteamos investigar el uso de materiales reciclados, así como las espumas de materiales reciclados para poder reducir la densidad del material mientras se mantienen constantes otras propiedades, como la tensión activa del material o la resistencia a flexión. En ese sentido, otra dificultad ha sido la relajación del material a lo largo del tiempo, lo que ha supuesto la aparición de algunas deformaciones en la estructura. Hemos pensado abordar esta situación desde dos diferentes perspectivas: empleando materiales que no desarrollen la fluencia, y generando el encuentro de superficies que eviten los puntos de bitangencia, ya que esto hemos comprobado que favorece la debilidad del material a largo plazo.

Asimismo, desde el punto de vista de los sistemas constructivos, debemos perfeccionar el método de ensamble desarrollado anteriormente mediante tornillos y bridas de nylon, para que se adapte a un personal de montaje no especializado. Por otro lado, por ser objetos dedicados a instalarse en el espacio público, estos proyectos deben ser respetuosos con el pavimento donde se apoyen. Una parte importante de la investigación consistirá en articular sistemas de apoyo y atirantado que permitan esta condición.

Por ello, se propone avanzar el diseño del proceso de fabricación digital desde tres puntos de vista diferentes: 1- Diseño en la geometría del material, entendiendo que son láminas planas que se curvan en el espacio, buscando la eficiencia del material. 2- Diseño en la depuración de los procesos de fabricación. 3- Diseño en la descripción pormenorizada de cada fase de montaje.

Esto conlleva un estudio exhaustivo en varios planos del proyecto:

1. Materiales, optimizando la eficiencia de los mismos.
2. Geometría avanzada de superficies desarrollables.
3. Métodos de cálculo estructural de pieles estructurales autoportantes.
4. Investigación de la forma y sistemas de apoyo.
5. Sistemas constructivos relativos al ensamblado y montaje.
6. Optimización de los procesos.
7. Descripción Gráfica de los aspectos relativos a la fase de montaje (Fig.5).

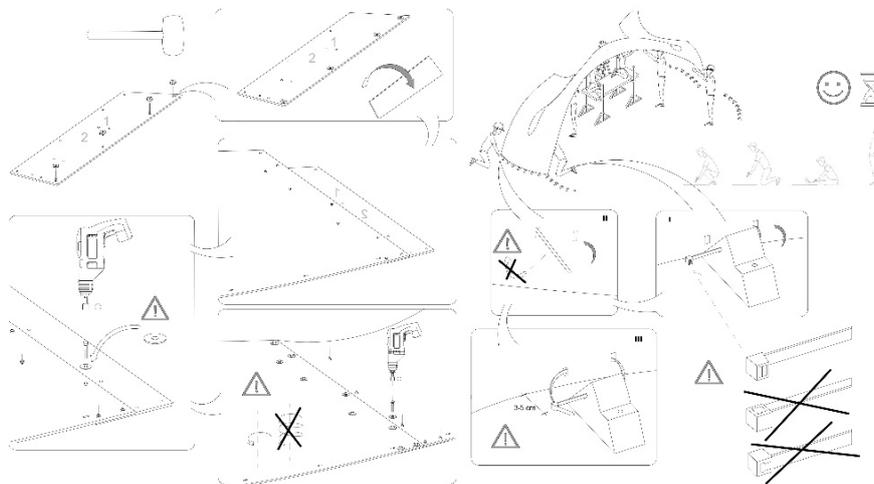


Fig. 5. Un ejemplo de Manual de Montaje propuesto por Helena Santos Calvo, para el SSFS-Pavilion. Ilustración del Proyecto Fin de Grado titulado: Optimización de la fase de montaje. Pabellones efímeros de fabricación digital y materiales ligeros. PFG 2015-2016, ETSIE, Universidad de Sevilla.

5 Conclusiones y discusión. Una reflexión sobre el rol del arquitecto

Como hemos expuesto, se propone definir un modelo de arquitectura efímera de fácil montaje, de bajo coste y reutilizable, cuyos destinatarios sean la ciudadanía y los espacios de gestión ciudadana. En este proyecto el arquitecto se convierte en el mediador cualificado que usa su conocimiento especializado para proponer soluciones arquitectónicas eficientes y adaptadas a las necesidades de un colectivo social. Para ello, no renuncia a la creatividad colectiva, ni a las posibilidades de innovación o de fabricación industrializada que le permite el acceso a los laboratorios de fabricación digital. No obstante, se resiste a ser cómplice de una arquitectura basada en la improvisación de la obra y en sistemas poco eficientes, a la vez que tampoco exige resultados o respuestas poco realistas a personas o colectivos no cualificados. Por ello, y sensible a los problemas de base de estos colectivos, se propone un modelo de producción arquitectónica que le conduce a un producto de diseño arquitectónico único. Una arquitectura tipo *mueble*, low-cost and high-tech que supere la improvisación y la autoconstrucción no cualificada y proponga una alternativa a la real del mercado arquitectónico.

Existen interesantes oportunidades para los arquitectos, fundamentalmente para reinventar el proceso de diseño y fabricación, y para prever la integración de la tecnología en la vivienda de forma que responda a las necesidades y valores de sus habitantes y a los desafíos demográficos, de salud y energéticos de la sociedad. En el proceso de mejorar

drásticamente la calidad del entorno construido, podemos incluso crear un papel más central e importante para el arquitecto de hoy. (Bernstein2011, p.113)

7 Citas y Referencias

- Bernstein P, Deamer P (2010) *Building (in) the future: Recasting labor in architecture*. Yale School of Architecture, New Haven.
- Casale A, Valenti GM, Calvano M et al (2013) Surfaces: Concept, Design, Parametric Modeling and Prototyping. *Nexus Netw J* 15: 271. doi:10.1007/s00004-013-0146-8
- Chiarella M, Martín-Pastor A (2015) Pensamiento Gráfico y Diseño Colaborativo. Geometrías desarrollables en composiciones plegadas Arquitectónicas. In: *Proceedings of the XIX Conference of the Iberoamerican Society of Digital Graphics 2015*. [Blucher Design Proceedings, v.2, n.3]. Blucher, São Paulo, pp 702-707, doi: 10.5151/despro-sigradi2015-110107
- Chiarella M, Martín-Pastor A, et al (2016) Pensamiento Gráfico y Procesos Digitales. Tres casos de materialidad digital construida (COCOON/Colombia, BANCAPAR/Chile, SSFS/Argentina). In: *Proceedings of the XVI Congreso Internacional de Expresión Gráfica Arquitectónica EGA 2016* [n.16]. Fundación Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares, pp 763-770[http://ega2016.com/wp-content/uploads/2016/06/Libro_EGA2016_Tomo_II.pdf]
- Estalella A (2015) *Colectivos de arquitectura: Otra sensibilidad urbana*. Retrieved from <http://www.prototyping.es/destacado/colectivos-de-arquitectura-otra-sensibilidad-urbana>
- Gramazio F, Kohler M (2008) *Digital Materiality in Architecture*. Lars Müller, Baden
- Martín-Mariscal A (2016) *Creatividad Colectiva. Procesos de la Arquitectura Contemporánea en Contextos de Complejidad*. Dissertation, Universidad de Sevilla
- Martín-Mariscal A, Martín-Pastor A, López-Martínez A, et al (2016) Geometría avanzada para espacios de gestión ciudadana. In: *Proceedings of the XX Conference of the Iberoamerican Society of Digital Graphics 2016*, Blucher, São Paulo(In press)
- Martín-Pastor A (2016) Un retorno a los fundamentos de geometría. The Butterfly Gallery, estrategias geométricas para la fabricación digital. *Cuadernos PROARQ. Revista de Arquitectura e Urbanismo 2016* [n.25]. UFRJ Post-graduation Program in Architecture, Rio de Janeiro, pp 2-30[<http://cadernos.proarq.fau.ufrj.br/public/docs/cadernosproarq25.pdf>]
- Meredith N, Kotronis J(2012) Self-Detailing and Self-Documenting Systems Systems for Wood Fabrication: The Burj Khalifa. In *Advances in Architectural Geometry*. TU Wien, Vienna, pp 185-198
- Narváez-Rodríguez R, Martín-Pastor A, Aguilar-Alexandre M (2014) The Caterpillar Gallery: Quadric Surface Theorems, Parametric Design and Digital Fabrication. In: Block, P, Knippers, J, et al (ed) *Advances in Architectural Geometry 2014*. Springer, pp 309-322, doi: 10.1007/978-3-319-11418-7_20
- Sennett R (2008) *The craftsman*. Yale University Press, New Haven

6 Agradecimientos

The Caterpillar Gallery. Autores diseño y proyecto: Roberto Narváez-Rodríguez, Andrés Martín-Pastor, (En colaboración: Margarita Infante-Pereda, María Aguilar-Alejandre). Fabricación: equipo Fablab Sevilla. Montaje: Profesores y alumnos de las Escuelas ETSIE y ETSA, Universidad de Sevilla. Colaboración: Departamento de Ingeniería Gráfica Universidad de Sevilla

The Coccon Gallery. Diseño y Proyecto: Andrés Martín-Pastor y Roberto Narváez-Rodríguez. Fabricación: Equipo Fablab Unal Medellín. Ejecución y montaje: Estudiantes arquitectura UNAL Medellín y UNAL Manizales. Coordinación: Escuela de Medios de Representación, Facultad de Arquitectura. Unal Medellín Colombia. Colaboración: Dto. Ingeniería Grafica, Equipo Fablab Sevilla.

SSFS Pavilion – Santa Fe. Diseño y Proyecto: Andrés Martín-Pastor, Roberto Narváez-Rodríguez. Co-diseño paramétrico: Juan Expósito Bejarano. Coordinación Académica y gestión: Mauro Chiarella. Programa Maestría en Arquitectura, FADU, Universidad Nacional del Litoral. Fabricación y montaje: Alumnos y profesores Maestría en Arquitectura, FADU. Colaboración: Dto. Ingeniería Gráfica Universidad de Sevilla, ETSIE, Equipo Fablab Sevilla.

The Butterfly Gallery-Helicoidal Surfaces. Diseño y proyecto: Andrés Martín-Pastor, Juan Expósito Bejarano. Coordinación: María Angela. Fabricación: LAMO3D, Foco Design. Montaje: colaborativo entre profesores y alumnos de la UFRJ. Colaboración: Dto. Ingeniería Gráfica Universidad de Sevilla, ETSIE, Equipo Fablab Sevilla.

SSFS Pavilion - Fablab Sevilla. Diseño y proyecto: Andrés Martín-Pastor, Juan Expósito Bejarano y Roberto Narváez Rodríguez. Fabricación: FABLAB Sevilla. Jefe Producción: Daniel del Valle. Montaje: colaborativo entre profesores y alumnos de la ETSIE, FABLAB Sevilla y Edificalab. Colaboración: Dto. Ingeniería Gráfica Universidad de Sevilla, ETSIE, Equipo Fablab Sevilla.