

# Metodología de automatización del diseño gráfico para PYMEs. Herramientas para el diseño gráfico automático

*A methodology for graphic design automation for SMEs. Tools for automatic graphic design*

Arturo Fernández-Puente-Sarriá, María-Gloria Del Río-Cidoncha, Francisco Montes-Tubio y Gabriel Bravo-Aranda  
Universidad de Sevilla (España)

DOI: <https://doi.org/10.6036/10319>

## 1. INTRODUCCIÓN

La automatización del diseño se ha convertido en un objetivo necesario en todas las empresas, desde las grandes multinacionales hasta las más modestas PYMEs. Las actuales herramientas CAD paramétricas variacionales, como soporte de la información del producto, permiten tanto el control dimensional, como la gestión de configuraciones.

Tanto en España, como se refleja en el estudio para la automatización industrial desarrollado por OPTI [1], como en otros países (para Australia y Suecia en [2]), se requiere invertir en tecnologías para la automatización. En el MARCO ESTRATÉGICO EN POLÍTICA DE PYME 2030 [3], se establecen las prioridades para el crecimiento y competitividad de las PYMEs españolas, y se promueve el aumento de la productividad y de la digitalización de diseño y producción. La necesidad de aplicar metodologías para automatizar el diseño en las Pyme se ha convertido en una necesidad primordial.

Una PYME especializada en un tipo de producto necesita un mecanismo automatizado para: desarrollar soluciones de diseño adecuadas para cada cliente, y basado en ellas, generar una oferta comercial valorada. En este sentido, es interesante desarrollar un asistente de ofertas comer-

ciales que, a partir de las necesidades y requisitos del cliente, sea capaz de generar automáticamente un modelo tridimensional de la solución, que le permita comenzar el proceso productivo, y presentar una oferta comercial valorada para la consideración del cliente. Por automatización del diseño se entiende determinar la tipología del producto, su arquitectura, sus dimensiones, materiales, colores, texturas y elementos de unión idóneos en función de los requisitos del cliente.

Podemos destacar cuatro características básicas que debe cumplir un asistente para la realización de ofertas comerciales para ser eficaz: económico, amigable (que no requiera la intervención del técnico especialista), utilizar un modelo del producto compartido por las empresas de la misma rama (facilitar el mantenimiento del asistente y las tareas colaborativas) y generar la información necesaria para la elaboración de una oferta comercial.

## 2. ALTERNATIVAS DE AUTOMATIZACIÓN DEL DISEÑO

Sin tener en cuenta la gestión del conocimiento y de la especialización inherente a las tareas de diseño, son varias las tecnologías que permiten implementarlas, tanto para la generación del modelo digital como para la automatización de la ingeniería aplicada. Entre las posibilidades existentes en el mercado se han considerado las siguientes metodologías adecuadas al caso de microempresas y profesionales autónomos: (1) la programación geométrica, (2) la programación

de aplicaciones, (3) los configuradores de productos, y (4) los basados en tablas de diseño.

### 2.1. PROGRAMACIÓN GEOMÉTRICA

Se basan en la generación de la geometría mediante lenguajes de programación propios, basados en declaraciones de componentes geométricos, debidamente parametrizados. Permiten incluir comandos de control en las definiciones, lo que permite su automatización.

Podemos considerar dos ejemplos:

- *GDL* es un lenguaje desarrollado en lenguaje *Basic* que permite generar objetos geométricos. Está orientado para la tecnología BIM (*Building Information Modeling*), en particular para la herramienta *Archicad*, desarrollada por *Graphisoft* [4]
- *Grasshopper* [5] desarrollado por David Rutten en Robert McNeill & Associates. Se define como generador de algoritmos generativos mediante diseño paramétrico. Es un editor gráfico de algoritmos estrechamente vinculado a la herramienta CAD *Rhinoceros*, herramienta no paramétrica basada en superficies *NURBS* y desarrollado por la misma empresa.

El principal problema es que están orientados a la arquitectura y requieren formación en programación.

### 2.2. PROGRAMACIÓN DE APLICACIONES

Son programas que permiten combinar los comandos específicos de las herramientas CAD (*SolidWork*, *Catia*), con

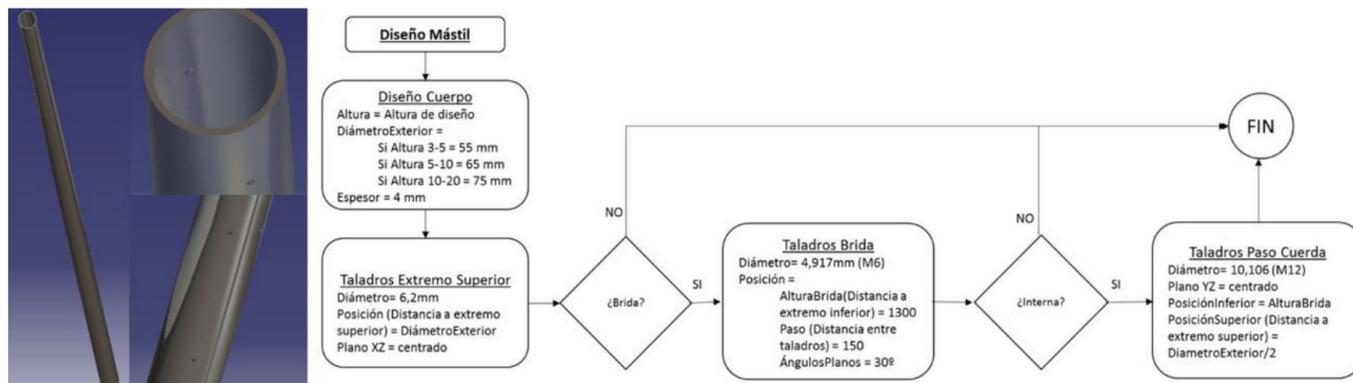


Figura 1: Macro de Catia para los mástiles de banderas

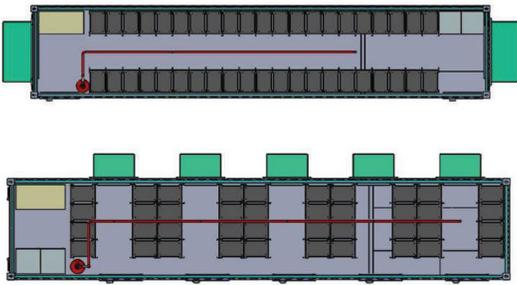


Figura 2: Vista en planta de la distribución en pasillo único y varios pasillos de un contenedor

Ingeniería SAMAT [6]. Por lo que producen una dependencia externa de la empresa, y habría que valorar la amortización del sistema en función de la cartera de clientes.

En la figura 2 se presenta un ejemplo desarrollado mediante DriveWorkExpress para el diseño de sistemas de almacenamiento de energía en contenedores marítimos, mostrando dos configuraciones diferentes.

comandos de control, como los bucles, interfaz de usuario y comandos del sistema operativo. Se usa principalmente el lenguaje BASIC, aunque existen otras opciones de personalización como Python o Java.

El principal problema es que requieren alta formación en programación y suelen realizar tareas parciales desarrolladas como macros. Un ejemplo desarrollado en Catia para el diseño de soportes de banderolas se muestra en la figura 1, acompañado del correspondiente diagrama de flujos para su programación:

### 2.3. CONFIGURADORES DE PRODUCTOS

Las empresas desarrolladoras de software CAD no son ajenas a esta problemática, y desarrollan sus propias herramientas para la automatización de los diseños. Son los configuradores de productos, que permiten automatizar el diseño, configurar y personalizar productos y generar documentación, facilitando el desarrollo de ofertas para el departamento de ventas. Los más destacados son Driveworks, desarrollado para los modelos SolidWorks de DassaultSystems, e I-logic, desarrollado para el software Inventor de Autodesk.

Requieren alta formación y son los utilizados por la mayoría de las empresas que ofrecen servicios de automatización, como

### 2.4. BASADOS EN TABLAS DE DISEÑO

Se utilizan las capacidades de las hojas de cálculo para determinar las propiedades de la solución y la estimación de sus costes. El técnico especialista de diseño expresa en dichas hojas el "know-how" de diseño de la empresa, incluso es posible que los técnicos de la empresa ya tengan desarrolladas hojas de cálculo con su proceso de diseño. Las tablas de diseño enlazan los valores calculados con parámetros del programa CAD 3D, generándose el modelo de la solución.

Esta metodología se comprobó muy útil para el diseño preliminar de naves industriales [7]. Se han realizado una serie de proyectos para analizar su capacidad para el desarrollo de ofertas comerciales personalizadas para PYME's.

### 3. METODOLOGÍA DE AUTOMATIZACIÓN DEL DISEÑO MEDIANTE TABLAS DE DISEÑO

Como esta metodología es menos conocida, en la figura 3 se muestra el esquema general de trabajo:

El sistema se articula alrededor de dos paquetes principales de software, uno de ofimática, con una hoja de cálculo y un procesador de texto, y otro de CAD paramétrico.

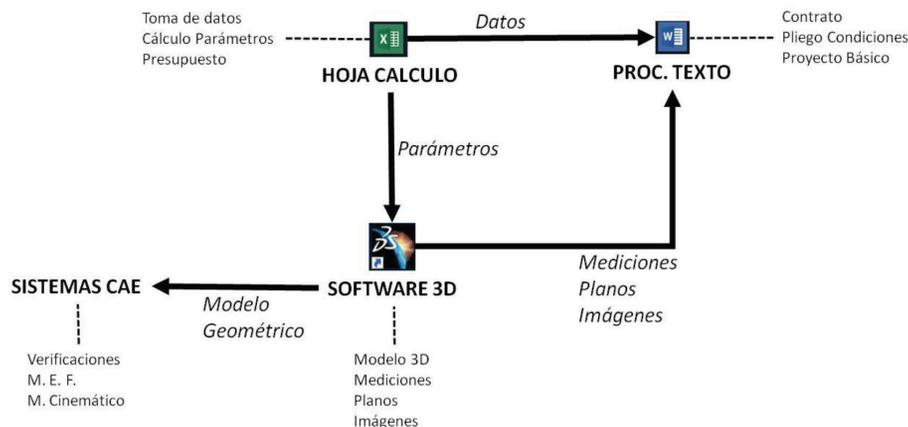


Figura 3: Metodología de automatización del diseño para PYME's

En este esquema podemos describir las siguientes fases:

1. Formato en Excell:
  - 1.1. Toma de datos
    - 1.1.1. Los datos propios del cliente para su gestión y mantenimiento
    - 1.1.2. Los datos propios del pedido, donde se asiste, de forma amigable y segura al cliente a determinar sus requisitos y preferencias. Se incluye información sobre las dimensiones nominales, sugerencias de valores de datos, como los materiales, y verificación de los datos introducidos. Pueden incluirse diferentes entradas de datos: sugerencias de soluciones en función de requisitos de diseño (por diferenciales semánticos o criterios AHP), o elección libre de las soluciones por parte del cliente.
  - 1.2. Cálculo de parámetros, utilizando toda la potencia de Excell y todos sus recursos para determinar los valores dependientes de los parámetros básicos. Permite la toma de decisiones en forma de reglas del tipo IF-THEN, cálculos iterativos, e incluso la potencia de herramientas como Solver. Puede incluirse una estimación del presupuesto.
  - 1.3. Los parámetros determinados en la hoja de cálculo se enlazan con los parámetros correspondientes del modelo CAD, permitiendo obtener el modelo tridimensional de la solución.
  - 1.4. Finalmente, en función de la estimación del presupuesto, se puede generar el documento de contrato para enviar al cliente. Mucha más documentación puede generarse de forma automática, como el pliego de condiciones o un proyecto básico.
2. Software 3D: permitir obtener un modelo tridimensional de la solución que cumple con los parámetros y requisitos exigidos por el cliente. Permite muchas ventajas sobre los modelos bidimensionales:
  - 2.1. Generar documentación: tanto de mediciones para su instalación o embalaje y transporte; imágenes del producto que permite su comprensión o imágenes fotorrealista para la integración en otros espacios de la empresa; y la generación automática de planos técnicos, si

se consideran necesarios para la descripción de la solución. Toda esta información puede ser exportada al software de procesamiento de texto para generar automáticamente la documentación del contrato.

2.2. *Verificación* de la solución: aunque la mayoría de los problemas de diseño que pudiera presentarse se ha adelantado a la fase de diseño, criterios incluidos en el asistente de la oferta, el modelo permite utilizar herramientas CAE, generando informes que evidencian la bondad de la solución. Pueden ser del tipo de ensayos cinemáticos, de elementos finitos, verificación del ensamblaje o análisis de interferencias y holguras.

Las capacidades de esta metodología se han verificado con el desarrollo de asistentes a diferentes problemas. Se ha confirmado muy eficaz para la adecuación dimensional y optimización de espacios, como su aplicación al diseño de puertas de garaje. En el campo de las instalaciones industriales ha dado buenos resultados en instalaciones de transporte de aceitunas o plataformas aeronáuticas. Se ha incluido el cumplimiento normativo en el diseño, incluso en normas tan complejas como AGMA (*American Gear Manufacturers Association*) normas norteamericanas para el diseño de engranajes, [8] y [9], y siguiendo los criterios de diseño de "Diseño en ingeniería Mecánica de Shigley" [10],

para el diseño de engranajes de reductoras. Los criterios estéticos se han aplicado a pérgolas y espacios de ocio o configuradores de bicicletas, incluyendo métodos multicriterio de selección de productos, como AHP y diferenciales semánticos. Incluso se han aplicado a las siguientes etapas del proceso productivo, como integrar la gestión de stocks para instalaciones de cerveza o automatizar el proceso de fabricación de piezas aeronáuticas.

Podemos destacar la solución para escenarios efímeros, donde se aplica criterios modulares de diseño [11]. En la figura adjunta se muestra la entrada de datos, donde el cliente elige dimensiones, forma y los componentes incluidos en el escenario, y se obtiene el modelo, que se observa integrado de forma fotorrealista en un estadio de fútbol.

#### 4. CONCLUSIONES Y LÍNEAS DE FUTURO

El ahorro de tiempo en la generación de los modelos y documentación es muy importante, llegando al 95% [6], disminuyendo errores en la documentación y en las fases posteriores de producción. Libera al técnico especialista de las tareas más rutinarias relativas a la presentación de ofertas comerciales.

Las alternativas más adecuadas se consideran la metodología de tablas de diseño y los configuradores de productos. Estos últimos requieren mayor formación en programación, por lo que suelen exter-

nalizarse. Se debería estimar la amortización del sistema en función del incremento de los costes de formación, así como de los costes que se derivasen de la futura dependencia de agentes externos, principalmente en el mantenimiento y ampliación del mismo.

La metodología de tablas de diseño se adapta a cada tipo de empresa, permitiendo crecer con la empresa (buena escalabilidad), mayor capacidad de personalización para el diseño orientado a usuarios, al no presentar dependencias externas. Permite la aplicación de criterios complejos de diseño, como la norma AGMA, sin requerir conocimientos avanzados de programación. Su aplicación mejora la madurez tecnológica de las empresas.

#### REFERENCIAS

- [1] OPTI, Fundación. Automatización Integral de la Empresa Industrial. Estudio de Prospectiva. Madrid: Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, 2007. M-52.843-2007.
- [2] Cederfeldt, M. and Elgh, F. Design automation in SMEs-current state, potential, need and requirements. Australia : Engineers Australia, 2005. ICED 05: 15th International Conference on Engineering Design: Engineering Design and the Global Economy. pág. 1507.
- [3] Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. MARCO ESTRATÉGICO EN POLÍTICA DE PYME 2030. 2019.
- [4] Graphisoft. Graphisoft. [En línea] 01 de 2021. <https://graphisoft.com/>.
- [5] Davidson, Scott. Grasshopper. Grasshopper3D. [En línea] 01 de 2021. <https://www.grasshopper3d.com>.
- [6] SAMAT, Ingeniería. Ingeniería SAMAT. Ingeniería SAMAT Automatización de Modelos 3D. [En línea] Diciembre de 2021. <https://ingenieriasamat.es/servicios/automatizacion/automatizacion-modelos-3d/>.
- [7] Hernández Rodríguez, F., Fernández de la Puente Sarriá, A., Martín Navarro, A., Bravo Aranda, G., Bragado, J. Aplicación de Sistemas Pdm a los Proyectos de Ejecución de Edificaciones Industriales. [ed.] 16th INTERNATIONAL CONGRESS ON PROJECT ENGINEERING. Valencia : s.n., 2012.
- [8] ANSI/AGMA. American Gear Manufacturers Association ANSI/AGMA 2001-D04. Fundamental Rating Factors and Calculation Methods for Involute Spur and Helical. Alexandria : American Gear Manufacturers Association , 2004.
- [9] ANSI/AGMA. American Gear Manufacturers Association 2003-B97. Rating the pitting Resistance and Bending Strength of Generated. Alexandria : American Gear Manufacturers Association, 1997.
- [10] Budynas, R.G., y Nisbett, J.K. Diseño en ingeniería mecánica de Shigley. s.l. : Ed. McGraw Hill, 2008. ISBN: 978-970-10-6404-7.
- [11] Mesta Rodríguez, P.J. y Fdez Puente Sarriá, A. Asistentes de Diseño para Escenarios Efímeros mediante Sistemas CAD. TFG de la Universidad de Sevilla. Sevilla, España : s.n., 2018.

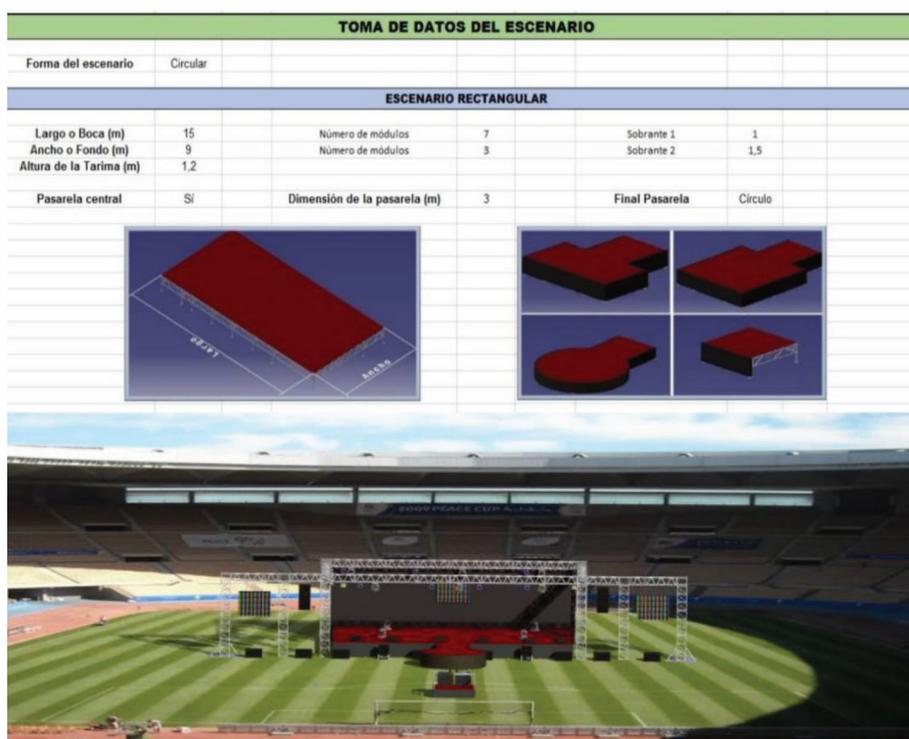


Figura 4: Datos de entrada y montaje fotorrealista de un ejemplo de escenario efímero