

# METODOLOGÍA UCAD: NUEVO PROCEDIMIENTO DE DISEÑO DE INTERFACES CENTRADO EN EL USUARIO PARA LA INDUSTRIA 4.0

## UCAD METHODOLOGY: NEW USER CENTERED INTERFACE DESIGN PROCEEDING FOR INDUSTRY 4.0

### ABSTRACT:

The new intelligent industry produces a big transformation and new opportunities and possibilities for improving the manufacturing industry. So that new cyber-physical systems of production have been created, where the the user-machine communication and the appropriate approach of the new interaction codes take a decisive role. But the machines developed in the Industry 4.0 context, away from focusing on an application centred on the user and searching for its usability, they are usually aimed towards a software with the optimal functionality.

Therefore, due to the lack of structured proceedings centred on the user, the methodology User Centered Agile Design (UCAD) has been created. This article explains this working method and exposes a practical case carried out with the company Danobat S.Coop, based on the development of their 4.0 laser machine interface.

**Key Words:** user centered design, interface, human machine interaction, methodology, industry 4.0

### RESUMEN:

La nueva industria inteligente trae consigo una gran transformación y ofrece nuevas oportunidades y posibilidades de mejora para la industria manufacturera. De modo que se han creado nuevos sistemas ciber-físicos de producción donde la comunicación máquina-usuario y el adecuado planteamiento de los nuevos códigos de interacción toman un papel determinante. Pero las máquinas desarrolladas dentro del contexto de la industria 4.0, lejos de centrarse en una aplicación centrada en el usuario y buscando la usabilidad de la misma, en su mayoría se dirigen a lograr un software óptimo en la funcionalidad.

Por lo que, ante la carencia de procedimientos estructurados centrados en los usuarios, se ha creado la metodología User Centered Agile Design (UCAD). Durante este artículo se realizará una explicación de este método de trabajo y se expondrá un caso práctico realizado con la empresa Danobat S.Coop, que trata de desarrollar la interfaz de su máquina láser 4.0.

**Palabras Clave:** diseño centrado en el usuario, interfaz, interacción hombre-máquina, metodología, industria 4.0

## 1. INTRODUCCIÓN

Con la llegada de la Industria 4.0, la introducción de las tecnologías digitales ofrecen nuevas posibilidades de aumentar y mejorar la productividad y de explotar todo el potencial de esta nueva industria, la industria inteligente (Industria Conectada 4.0). Todos los objetos de la fábrica están conectados, enviando grandes cantidades de datos a una nube que los almacena y los estudia con el objetivo de ofrecer soluciones mejoradas [1]. Para ello, es necesario optimizar la comunicación entre las máquinas, pero también se necesita trabajar en la interacción con los usuarios. En esta nueva revolución de la industria, a pesar de la automatización, las personas seguirán siendo muy protagonistas y gracias a esa unión físico-virtual, podrán emplear al máximo sus capacidades y conocimientos [2] [3]. Sin embargo, la comunicación entre la máquina y el usuario deberá cumplir con una serie de retos para cumplir con los nuevos factores de la Industria 4.0 [4]:

- Mostrar las grandes cantidades de información de forma comprensible para el usuario.
- Mostrar la información necesaria ante soluciones automáticas de la máquina.
- Adaptarse a las nuevas tecnologías de comunicación entre usuario y máquina.
- Introducir sistemas colaborativos que intercambien entre estandarización y personalización.
- Adaptar los espacios de trabajo a las necesidades de los usuarios.
- Enseñar, educar y cualificar a los operarios para sacar el máximo rendimiento de las máquinas y sus aplicaciones.

28 Actualmente en el desarrollo de la comunicación de los sistemas tecnológicos se tiende a centrar en la optimización de  
29 las funcionalidades del software dejando a un lado el usuario [5]. Dado que los usuarios deberán ser parte esencial en  
30 esta nueva industria, es importante que el desarrollo tenga como punto de partida a las personas. De modo que la  
31 tecnología esté pensada para que las personas puedan exponer sus conocimientos y habilidades al máximo. En el  
32 contexto del caso referido en este artículo, las interfaces máquina-usuario se encuentran con el mismo problema. Hasta  
33 ahora los usuarios se han tenido que adaptar al sistema, cambiar sus hábitos y acciones, en lugar de la adaptación del  
34 sistema a los usuarios. Es por ello que, a la hora de desarrollar un nuevo software, se puede observar que hay infinidad  
35 de metodologías y modos de trabajo definidos para lograr aplicaciones eficientes en cuanto a la funcionalidad. Sin  
36 embargo, hay una gran carencia cuando se trata de realizar un software centrado en el usuario [5].  
37

38 Con la intención de solventar este problema, se ha creado la metodología User Centered Agile Design (UCAD). Nace  
39 de la unión de las metodologías Diseño Centrado en el Usuario (DCU) y Desarrollo de Software Ágil (DSA) y su  
40 propósito es ofrecer un método de trabajo para crear un software óptimo en cuanto a su función, pero que parte de las  
41 motivaciones y necesidades del usuario, consiguiendo un producto amigable e intuitivo. Propone un proceso  
42 estructurado, mostrando las fases, las herramientas y el modo de empleo para su aplicación en los sistemas digitales de  
43 los entornos de trabajo de la Industria 4.0  
44

45 Este artículo explica dicha metodología y se expone un caso práctico desarrollado junto a la empresa  
46 DANOBATGROUP S.COOP para crear la interfaz de su máquina láser 4.0. Es una empresa situada en Elgoibar  
47 (Gipuzkoa) y pertenece a la corporación Mondragon. Desarrolla y provee tanto soluciones completas como máquinas  
48 para aplicaciones específicas especializadas en tecnologías de rectificado, fresado y mandrinado, torneado, corte y  
49 taladrado, punzonado, plegado, corte por láser, la automatización de la producción de piezas en material compuesto,  
50 soluciones llave en mano para la industria ferroviaria y herramientas de corte destinadas a sectores de alta tecnología y a  
51 clientes que demanden requisitos técnicos elevados. La máquina para el que se ha realizado el diseño es de corte por  
52 láser, la máquina IRIS en concreto.  
53

## 54 **2. EJECUCIÓN**

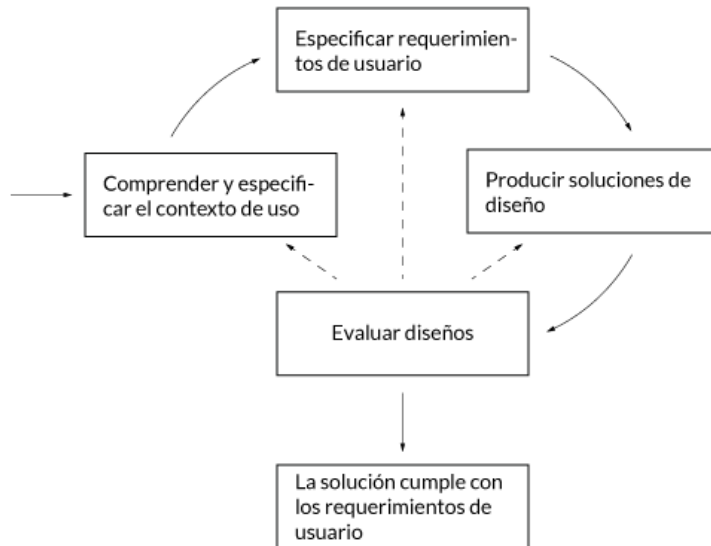
55  
56 En este apartado se muestra el desarrollo de la metodología UCAD. Nace de la unión de dos metodologías: el  
57 Desarrollo de Software Ágil (DSA) y el Diseño Centrado en el Usuario (DCU). El primero de ellos, surgió de la  
58 necesidad de la evolución de los métodos tradicionales de desarrollos de software [6]. La tecnología avanzaba a pasos  
59 agigantados mientras que la ingeniería del software mantenía el mismo modo de trabajo. Estas metodologías se  
60 caracterizaban por estar divididas en fases fijas, las cuales no se podían comenzar hasta completar al cien por cien las  
61 previas. Primero, se documentaba un set completo de los requerimientos del proyecto, seguido por el diseño y  
62 arquitectura de alta fidelidad, el desarrollo y la posterior evaluación. Empezando en los mediados de los noventa,  
63 algunos desarrolladores veían este modo de trabajo algo frustrante [7]. De modo que veían la necesidad de crear una  
64 metodología que pudiera adaptarse al avance de la tecnología. Highsmith y Cockburn [7] resumían de esta manera los  
65 retos que deberían cumplir las nuevas metodologías:  
66

- 67 - Satisfacer al cliente adquiere mayor relevancia que cumplir con los planes originales.
- 68 - Lidiar con los problemas de la mejor manera (no centrarse en prevenirlas) y reducir los costes de los cambios  
69 durante el desarrollo.
- 70 - Realizar cambios en fases previas para evitar llevar el proyecto al fracaso.
- 71 - Ofrecer un software innovador, de gran calidad que cumpla con las necesidades del mercado y de forma  
72 temprana  
73

74 Partiendo de estos retos nació el DSA. Se centra en proveer un proceso dinámico caracterizado por ciclos iterativos y la  
75 participación puntual de agentes externos [7], de modo que, el Producto Mínimo Viable (PMV) se diseña lo antes  
76 posible y se va mejorando con las continuas evaluaciones.  
77

78 Sin embargo, el ASD tiene como finalidad buscar la funcionalidad del producto, planteando que la satisfacción del  
79 cliente se cumple con un resultado que responda a su función, pero no se centra en buscar la usabilidad, y en cumplir  
80 con las necesidades de los usuarios [8]. El UCD, por consiguiente, puede ofrecer una aportación determinante [9], ya

81 que asegura que los objetivos y las necesidades del usuario sean el foco principal del desarrollo y porque propone un  
82 proceso de continuas evaluaciones del usuario, y de iteraciones para redefinir los conceptos de diseño y de los  
83 prototipos [10]. Por lo tanto, como dice la ISO 9241-210 [11], es un factor determinante para el desarrollo de sistemas  
84 interactivos (Fig. 1).  
85



86  
87 *Fig. 1: ISO 9241-210 Diseño Centrado en el Usuario [11]*  
88

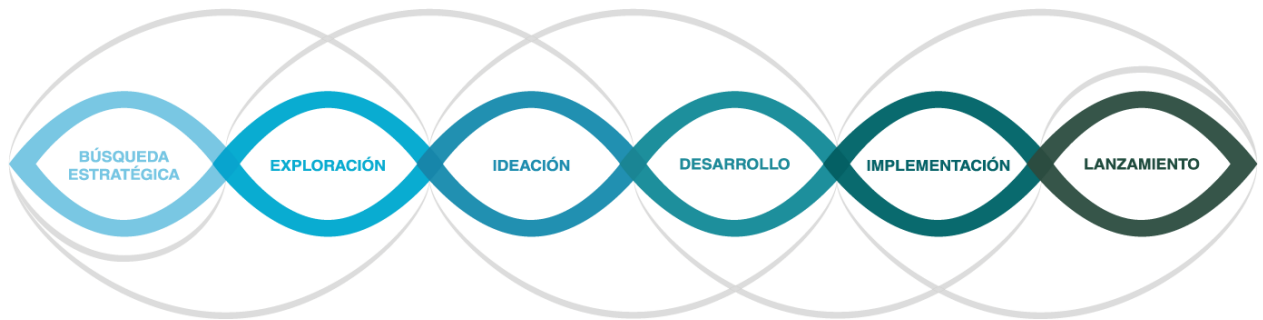
89 Se ha observado que durante los últimos años la unión de estas dos metodologías ha creado gran interés [5], y son  
90 varios los autores que lo plantean para el desarrollo de software [12]. Sin embargo, se ha identificado que, en dichos  
91 planteamientos, los autores, desde un punto de vista de desarrollador, proponen la idea de introducir las bases del DCU  
92 durante el proceso, pero en su mayoría no especifican un método concreto. En la mayoría mencionan las bases teóricas  
93 de esta unión, donde definen principios básicos para la integración de estas metodologías en casos prácticos. Se han  
94 analizado concretamente los principios definidos por cuatro autores (Blomkvist, 2005; Chamberlain, 2006; Silva, 2012;  
95 Bhrel, 2015). En primer lugar, Blomkvist pone de manifiesto que un desarrollo de software ágil y centrado en el usuario  
96 debe cumplir con los siguientes principios: (i) la participación de los usuarios para conocer las necesidades de los  
97 usuarios, (ii) equipos multidisciplinares, (iii) representaciones simples en los diseños, (iv) desarrollo de sistema de  
98 forma evolutiva e iterativa y (v) el uso de los prototipos en la fase de desarrollo. En segundo lugar, Chamberlain define  
99 los siguientes 5 principios: (i) el usuario debe participar en el proceso de desarrollo, (ii) diseñadores y desarrolladores  
100 deben trabajar juntos y mantener una estrecha comunicación, (iii) los diseñadores deben transmitir sus ideas a los  
101 desarrolladores mediante prototipos y trasladar el feedback recibido por los usuarios, (iv) se debe ofrecer el tiempo  
102 necesario en la fase de análisis antes de la codificación para conocer las necesidades básicas de los usuarios, (v) la  
103 integración DSA/DCU debe realizarse con una gestión de proyecto cohesionado. En tercer lugar, tras realizar una  
104 revisión sistemática y con la intención de llevar a la práctica las propuestas teóricas de la unión de las metodologías,  
105 Silva propone las siguientes pautas: (i) trabajar el diseño antes de comenzar con el desarrollo, (ii) colaboración cercana  
106 entre diseñadores y desarrolladores, (iii) el uso de prototipos de baja fidelidad, (iv) continuas evaluaciones con los  
107 usuarios, (v) tener una visión holística del estado del proceso y (vi) el uso de herramientas de DCU como Personas,  
108 Historias de Usuario y Escenarios. Por último, Bhrel tras su revisión de la literatura sobre diseño y desarrollo ágil de  
109 interfaces, plantea una serie de principios: (i) separar la búsqueda de producto y su desarrollo ofreciendo el tiempo  
110 necesario a cada uno, (ii) realizar un diseño y desarrollo iterativo e incremental, (iii) trabajar de forma paralela y  
111 entrelazada el diseño y desarrollo del producto, (iv) integrar en el proceso de forma activa a los diferentes stakeholders  
112 para que se identifiquen sus necesidades y recibir un feedback continuo y (v) emplear aproximaciones tangibles para  
113 comunicar las ideas y conceptos.

114  
115

116 Gracias a este tipo de principios, se definen las bases teóricas, pero continúa la necesidad de un método guiado del  
117 proceso y los pasos a dar. Ante esta carencia, una de las metodologías más completas es la denominada PAWEN [13],  
118 basada en la creación de aplicaciones software combinando el DCU y el “Design Thinking”. Basado en los principios  
119 mencionados anteriormente, propone un proceso de 5 fases y define los objetivos de cada fase. Además, menciona  
120 algunas herramientas a utilizar para la realización de dichas fases, pero carece de explicaciones para su uso y el modo  
121 de emplearlos.

122  
123 Ante esta situación, se ha creado la metodología UCAD, una aproximación de una guía estructurada que une estas dos  
124 metodologías, definiendo de forma más concisa las fases a realizar, las acciones y herramientas a emplear y el modo de  
125 implementación en cada una de ellas. Asimismo, a diferencia de los trabajos analizados [5], UCAD está dirigido a  
126 diseños para aplicaciones en el contexto de la industria 4.0. Estas características hacen que UCAD aúna una serie de  
127 virtudes que la diferencian de las metodologías actuales.

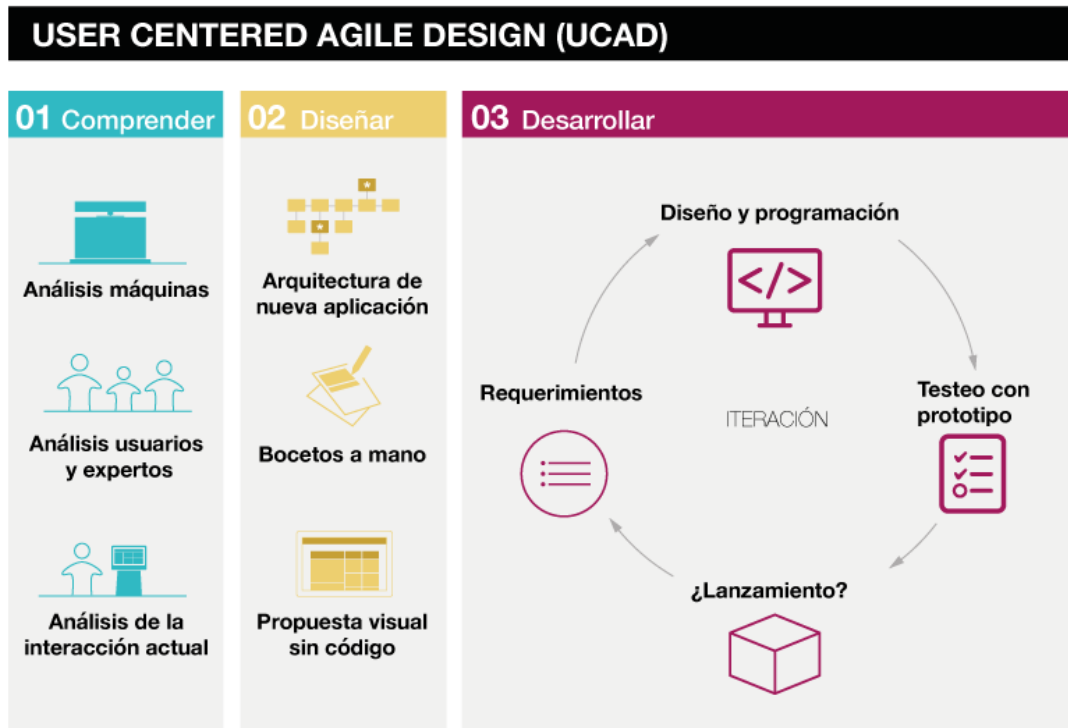
128  
129 Además del planteamiento de las metodologías mencionadas, se ha tomado en cuenta la filosofía del “Design Thinking”  
130 [14], en concreto la planteada por la metodología de Diseinu Berrikuntza Zentroa (DBZ) de Mondragon Unibertsitatea  
131 [15] (Fig. 2).  
132



133  
134 *Fig. 2: Metodología de innovación centrada en las personas de Diseinu Berrikuntza Zentroa (DBZ) de Mondragon*  
135 *Unibertsitatea.*

136  
137 Con todo ello, se ha elaborado la metodología UCAD, un procedimiento estructurado con el objetivo de servir como  
138 guía para el diseño de las interfaces de las máquinas de la nueva era 4.0. Propone la participación activa de los usuarios  
139 durante el proceso de diseño, junto con el equipo multidisciplinar formado tanto de diseñadores como de  
140 programadores, para que puedan crear interfaces que cumplan con las necesidades de los usuarios.

141  
142 UCAD se compone por tres fases principales: Comprender, Diseñar y Desarrollar (Fig. 3).  
143



144  
145 *Fig. 3: Fases del User Centered Agile Design*

146  
147 A continuación, se explica de forma más detallada las tres fases del proceso, las acciones realizadas y las herramientas  
148 que se han empleado en cada una de ellas para el proyecto de la máquina láser IRIS de DANOBTGROUP S.COOP.

149  
150  
151  
152 **2.1.- COMPRENDER**

153 En esta fase se han analizado tres elementos: la máquina, el usuario y la interacción entre ellos (Fig. 4).  
154




Pasos	<p><b>Análisis máquina</b></p> 	<p><b>Análisis usuario</b></p> 	<p><b>Análisis interacción</b></p> 
Herramientas	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Documentación</li> <li>&gt; Observaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Entrevistas</li> <li>&gt; Shadowing</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Diagramas de flujo de interacción</li> </ul>

Fig. 4: Comprender, pasos y herramientas.

155  
156  
157  
158 Durante esta primera fase se realiza un análisis para comprender el contexto de uso. En primer lugar, se ha realizado un  
159 análisis de la máquina, ya que, para poder diseñar la nueva interfaz es necesario conocer bien su funcionamiento, cuáles  
160 son sus características y opciones. A la hora de realizar el análisis de la máquina, se han realizado observaciones de la  
161 máquina en su lugar de trabajo y se ha examinado la documentación recibida por parte de la empresa. No obstante, no  
162 solo se trata de entender cómo funciona la máquina, sino cómo se utiliza. Por ello, en segundo lugar, se ha realizado un  
163 análisis con diferentes usuarios. Se han entrevistado diferentes *stakeholders*: la persona que diseñó y desarrolló la  
164 aplicación existente, el encargado de realizar los cursos de formación del uso de la máquina, y el operario de la misma.  
165 Los usuarios entrevistados, considerados usuarios expertos, tenían mucha experiencia con la máquina, por lo que se ha  
166 podido recoger una gran cantidad de información sobre el uso de la máquina. Estas entrevistas consistían en averiguar  
167 las acciones habituales de dichos usuarios, sus costumbres y las necesidades funcionales en el uso de la máquina, con  
168 preguntas como: ¿cuáles son las tareas más habituales? ¿Qué pasos realizas para cada una de ellas y cómo te gustaría  
169 realizarlas? Además de las entrevistas, se han realizado sesiones de *Shadowing* [16], las cuales se basan en la  
170 observación a los usuarios en usos reales de la máquina. De esa manera, se ha conocido cuáles son las necesidades y  
171 motivaciones de los usuarios, entendiendo cuál es su modo de trabajo y sus hábitos, con el objetivo de crear un nuevo  
172 producto que se adapta al usuario, y no un producto al que se tiene que adaptar el usuario. Después, mediante la  
173 herramienta Personas [16], se ha visualizado la información de los usuarios, mostrando sus funciones y motivaciones,  
174 las cuales la nueva máquina deberá cumplir (Fig. 5). Por último, se ha analizado la interacción con la máquina,  
175 visualizando la arquitectura actual de la aplicación. Para visualizar la arquitectura, se ha elaborado un diagrama de flujo,  
176 donde se muestran las pantallas principales y la interacción que se realiza en cada una de ellas (Fig. 6). Gracias a esto,  
177 se ha identificado el comportamiento del usuario al realizar las diferentes tareas, y las opciones que aporta el sistema.  
178

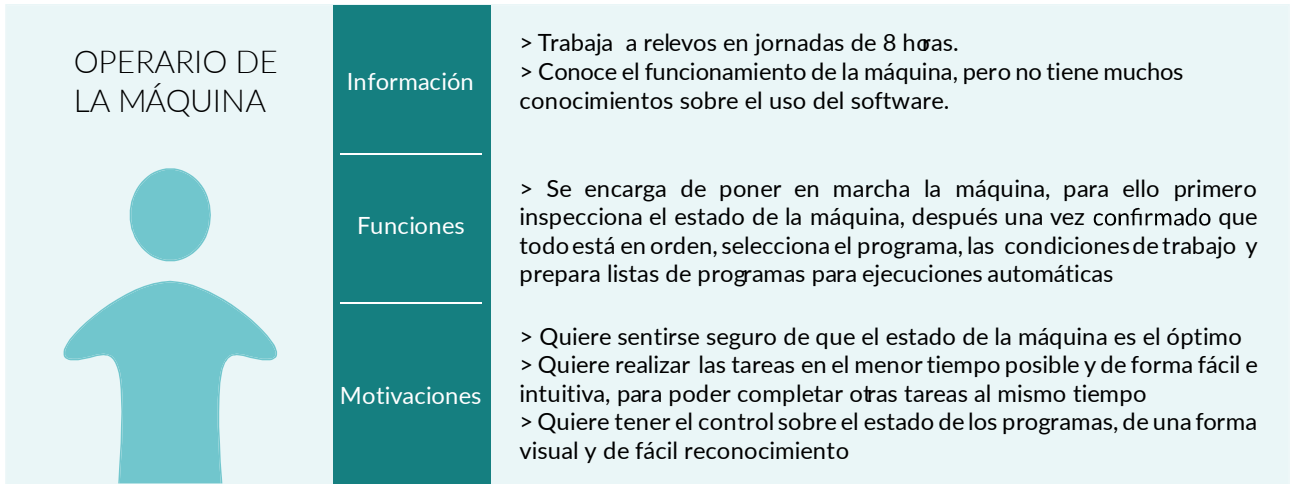


Fig. 5: Herramienta Personas sobre operario de la máquina

179  
180  
181  
182

**MONDRAKON**  
UNIBERTSITATEA

**DANOBAT GROUP**

DISEÑO DE MÁQUINA - PERSONA 16

propuesta de ARQUITECTURA general de navegación

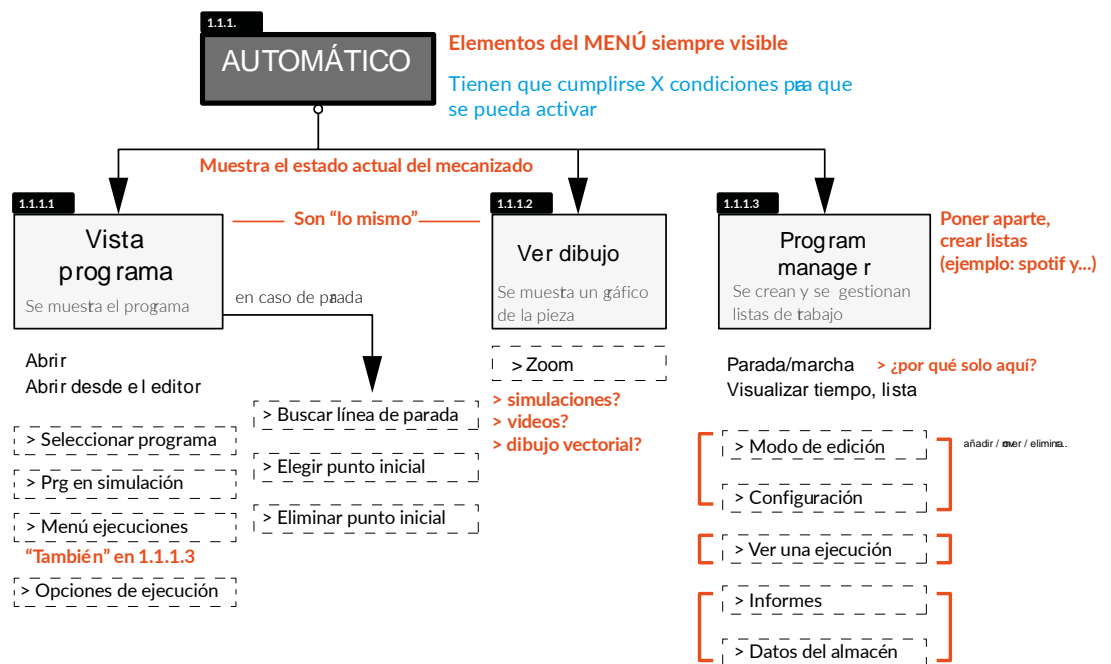


Fig. 6: Fragmento del diagrama de flujo de la arquitectura actual

183  
184  
185  
186  
187  
188  
189

2.2.- DISEÑAR

190 En esta fase se ha definido el concepto de la nueva aplicación. Para ello, se han realizado tres pasos: desarrollo de la  
191 nueva arquitectura, bocetos a mano de las posibles pantallas y las propuestas visuales sin código (Fig. 7).  
192

Pasos	Arquitectura de nueva aplicación	Bocetos a mano	Propuesta visual sin código
Herramientas	> Diagramas de flujo de interacción	> Sketching > Wireframing	> Adobe Illustrator > Invisionapp

193 Fig. 7: Diseñar, pasos y herramientas  
194  
195  
196

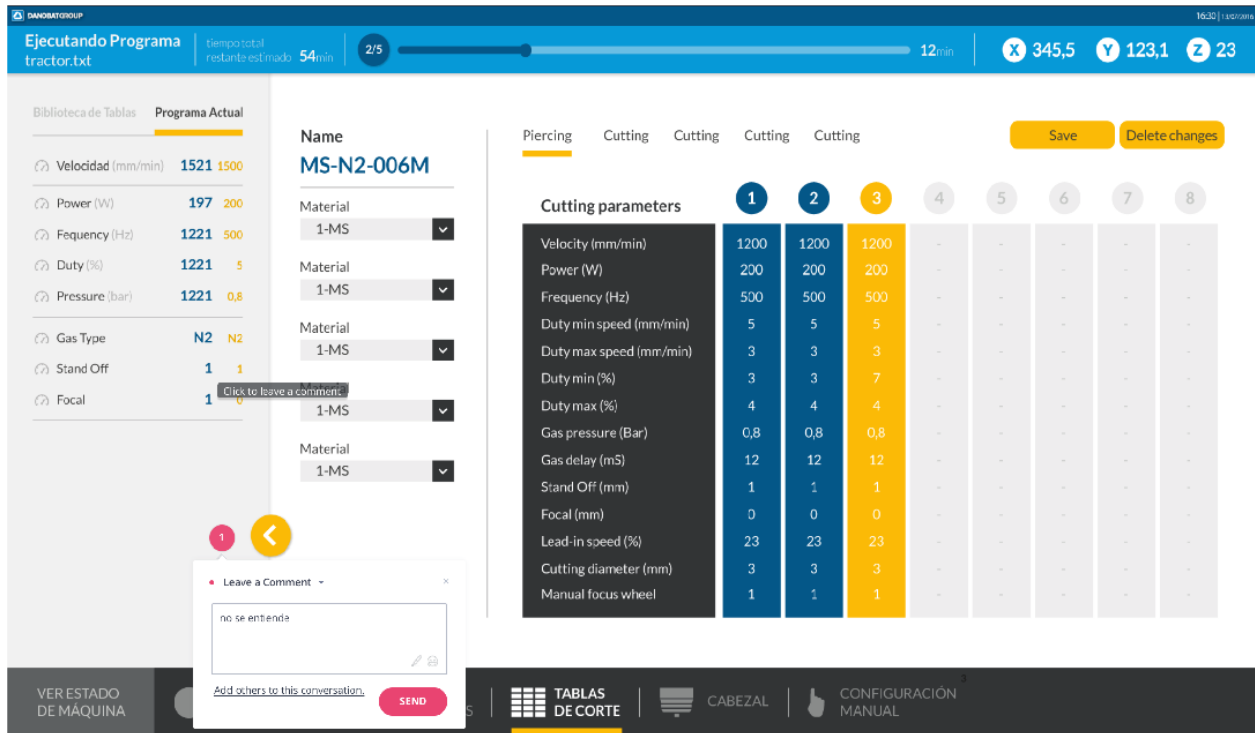
197 En primer lugar, partiendo de las pistas o *insights* detectados en la fase anterior, se ha desarrollado la nueva  
198 arquitectura, realizando de nuevo un diagrama de flujo de interacción. En ella, se ha definido la navegabilidad, los pasos  
199 que se deben dar para cada acción. Estos diagramas de flujo se han realizado a mano, ya que estos bocetos sin exigir  
200 mucho tiempo de elaboración son capaces de mostrar la arquitectura y fomentan la participación de los usuarios en la  
201 creación de la misma. Después de definir las primeras ideas se ha realizado una prueba con los usuarios expertos para  
202 evaluar si la interacción era la deseada, si los pasos a dar eran naturales y si a cada opción se accedía de forma fácil e  
203 intuitiva. Los usuarios que realizaron la prueba fueron: la persona que diseñó y desarrolló la aplicación, la persona  
204 encargada de realizar los cursos de formación del uso de la máquina, y dos operarios de la misma. En esta evaluación,  
205 se revisaron los flujos de cada caso que realizan los operarios, para contrastar si era una interacción intuitiva, natural y  
206 eficiente. Una vez recibido el feedback, en una fase ya de convergencia, se ha definido de forma completa la nueva  
207 arquitectura.  
208

209 A continuación, se han realizado los bocetos a mano, donde se han empleado dos herramientas, el *sketching* y el  
210 *wireframing* [17]. En el primero de ellos se visualiza la idea de una forma muy conceptual, con pocos detalles pero lo  
211 suficiente para poder dar a entender qué es lo que se quiere mostrar y cómo. En la segunda herramienta, se define el  
212 concepto de una forma más detallada, realizando un esquema de las pantallas, para así visualizar cómo se mostrará la  
213 información o dónde se debe pulsar para ir de una pantalla a otra. Realizar estos dos pasos a mano ayuda mucho a la  
214 hora de comentar con los usuarios y fomenta la participación y la optimización de los tiempos [17]. Para finalizar con  
215 esta fase se han elaborado las propuestas visuales mediante el uso de software específico, pero todavía sin código. Estas  
216 propuestas ya con un nivel de definición alto, muestran lo determinado en los bocetos, pero de una manera más concreta  
217 y detallada. Con el objetivo de que la evaluación pudiera ser más valiosa y enriquecedora se han empleado prototipos  
218 navegables, ofrecen la oportunidad de valorar la interacción de los interfaces con los usuarios, pero sin tener que  
219 programar. Para ello, se ha utilizado la aplicación Invisionapp [18], una herramienta web donde se crean interacciones  
220 entre pantallas estáticas (las propuestas diseñadas). Los usuarios pueden acceder a ella desde cualquier sitio y pueden  
221 probar en navegar por medio de las diferentes pantallas, lo que ofrece una gran ayuda a la hora de realizar una  
222 evaluación bastante próximo a las pantallas ya programadas. Además de ello, pueden escribir comentarios sobre su  
223 opinión de las propuestas. Con el fin de extraer todo lo posible de esta evaluación, se ha realizado la prueba con varios  
224 usuarios (n=10). Este grupo de usuarios estaba formado por el diseñador y desarrollador de la aplicación existente, la  
225 persona encargada de los cursos de formación del uso de la máquina, cuatro operarios, dos miembros de la dirección de  
226 la empresa y dos diseñadores externos. Los seis primeros eran usuarios expertos y habituales con la tecnología de la



227 aplicación, los miembros de la dirección conocían la aplicación pero no eran habituales y los diseñadores externos no la  
228 conocían. Mediante esta selección se ha querido evaluar el nuevo diseño con usuarios expertos y habituales, pero  
229 también con personas que no conocían la aplicación, para así valorar factores como la facilidad de aprendizaje y la  
230 intuición. Gracias a la mencionada plataforma Invisionapp, los usuarios mostraban sus valoración mediante los  
231 comentarios (Fig. 8).

232  
233  
234



235  
236 *Fig. 8: Prototipo evaluado en la plataforma Invisionapp*

237  
238  
239 **2.3.- DESARROLLAR**

240 En esta tercera fase se ha desarrollado lo definido en la fase de diseño. Para realizarlo se ha llevado a cabo el proceso  
241 cíclico que consta de 3 pasos, en los que primero se definen los requerimientos, después se diseñan y codifican las  
242 interfaces para que por último se evalúen con los usuarios. A continuación se valora si el producto es apto para el  
243 lanzamiento o requiere más tiempo de desarrollo (Fig. 9).

244



245  
246 *Fig. 9: Desarrollar, pasos y herramientas*

247  
248 En primer lugar, y partiendo del feedback recibido de los usuarios en la fase inicial, se han especificado los requisitos  
249 que han de cumplir las nuevas interfaces [19]. Éste proceso de especificación de requisitos, en el cual se ha hecho  
250 especial hincapié en los requisitos de interfaz y requisitos no funcionales, se ha llevado a cabo en tres fases [20]. En una  
251 primera fase (Fase de obtención), mediante entrevistas con los usuarios expertos *viewpoints* (director de negocio,  
252 director de producto y director técnico), se han definido las necesidades del sistema teniendo en cuenta las múltiples  
253 perspectivas [21]. En la segunda fase (Fase de definición), se han definido utilizando tablas (Tabla 1) donde por cada  
254 requisito se ha almacenado: identificador de requisito, versión, autor, descripción, importancia, urgencia y comentarios.  
255 Por último, en una tercera fase (Fase de validación) se han validado iterativamente mediante auditorías con usuarios  
256 experimentados, comprobando que los requisitos han sido cumplimentados satisfactoriamente.  
257

RF_Goiti_21	Librerías gráficas para diagramas	258
Versión	1.2	259
Autor	Erik Aranburu	260
Descripción	Las librerías para generar gráficos deberán ser ligeras para no saturar el sistema	261 262
Importancia	Alta	263
Urgencia	Media	264
Comentarios	Comparar entre C3.js, D3.js y chart.js para el desarrollo de los diagramas de barras y comprobar el rendimiento de la interfaz	265 266

267  
268 *Tabla 1: Ejemplo de requisito no funcional*

269  
270 En segundo lugar, una vez recogidos y definidos todos los requisitos tanto de interfaz como no funcionales, se ha  
271 procedido con el diseño y codificación de las diferentes interfaces. En este paso, el objetivo principal es el de maquetar  
272 la propuesta visual elaborada en la fase anterior, empleando para ello tecnologías web, como son *HTML5* para la  
273 maquetación y estructuración, *JavaScript* (JS) como lenguaje para desarrollar la interacción de las diferentes interfaces  
274 y *Cascade Style Sheet* (CSS) para dotar a las interfaces el diseño estético. Cabe destacar, como se ha mencionado  
275 previamente, que estas interfaces, estarán basadas en tecnologías Web por las ventajas que nos ofrecen [22]:  
276 1) Multiplataforma: Adaptabilidad a diferentes entornos y sistemas.  
277 2) Multidispositivo: Compatibilidad con dispositivos móviles.  
278 3) Evolución y mejora continua de las tecnologías web que permiten ser aplicadas a las interfaces  
279

280 De esta manera se consigue utilizar tecnología reciente y puntera en un campo tan tradicional y estático como son las  
281 interfaces industriales.  
282

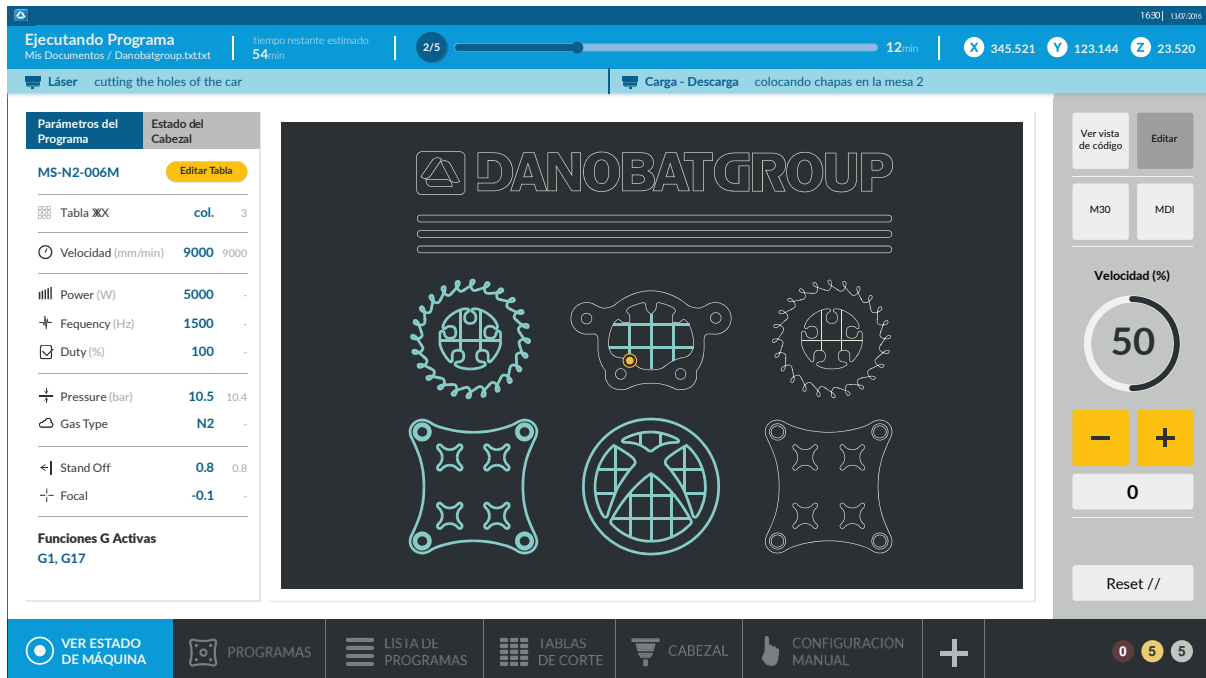
283 El tercer paso trata de evaluar la propuesta con los usuarios. Tal y como propone la metodología UCAD, estas pruebas  
284 se deben realizar con la mayor antelación posible. Es decir, no trata de realizar un diseño completo y muy detallado y  
285 después evaluarlo, ya que, trae consigo grandes rediseños y pérdidas de tiempo y dinero, tal y como se ha mencionado  
286 con anterioridad. Por lo tanto, la valoración se debe realizar con el Producto Mínimo Viable (PMV).  
287 Durante las primeras pruebas, se ha centrado en evaluar los elementos concretos que han formado el PMV, para ver si  
288 son entendibles e intuitivos para el usuario. En un principio se ha realizado una evaluación de usabilidad [23], donde se  
289 han evaluado los siguientes conceptos: confianza y credibilidad, navegación y arquitectura de la información, control y  
290 feedback, maquetación, tolerancia a errores, contenido y escritura y la ejecución de tareas. Para dicha valoración, se han  
291 utilizado de nuevo las herramientas *shadowing* y entrevistas, en el orden mencionado. El primero de ellos ayuda a  
292 observar si de verdad realizan los pasos supuestos, y si realmente la aplicación consigue tener un flujo interactivo  
293 óptimo. Después, se realiza la entrevista para recibir sus impresiones, comentar puntos interesantes identificados en la  
294 observación y valorar la usabilidad.  
295 Tras recibir ese *feedback* se ha valorado si se debe seguir trabajando con esos elementos o por el contrario el producto  
296 está listo para el lanzamiento. De esta manera, comienza un ciclo iterativo donde se diseña y se evalúa hasta lograr una  
297 aplicación más completa y que cumpla con los requerimientos.  
298 Para finalizar con esta fase, es importante que las últimas pruebas evalúen la experiencia de uso, basándose en el  
299 análisis de la Interfaz Hombre Máquina (IHM) [23]. La experiencia de uso engloba todo el conjunto que rodea la IHM,  
300 es decir, toma en cuenta desde los elementos que componen el sistema hasta el contexto de uso, porque en la  
301 experiencia, pueden influir los usuarios involucrados, el objetivo de la interacción y el tiempo y el lugar donde ocurre la  
302 interacción [24]. Para realizar esta evaluación, se ha observado y después entrevistado a un operario que ha trabajado  
303 con la nueva propuesta de interfaces, en un contexto real, durante una jornada laboral de 8 horas.  
304 Cabe destacar que para una buena valoración del producto final la evaluación debería ser de un periodo más largo, por  
305 lo menos de un mes, para que la aplicación se integre en el día a día de la empresa y se realicen en ella todo tipo de  
306 tareas. En ese momento, tras la valoración subjetiva de los expertos y el cumplimiento de los requisitos de usabilidad  
307 marcados anteriormente, se valoraría si el producto es apto para el lanzamiento. El proyecto actualmente se encuentra  
308 en esta fase.  
309

### 310 **3. RESULTADO**

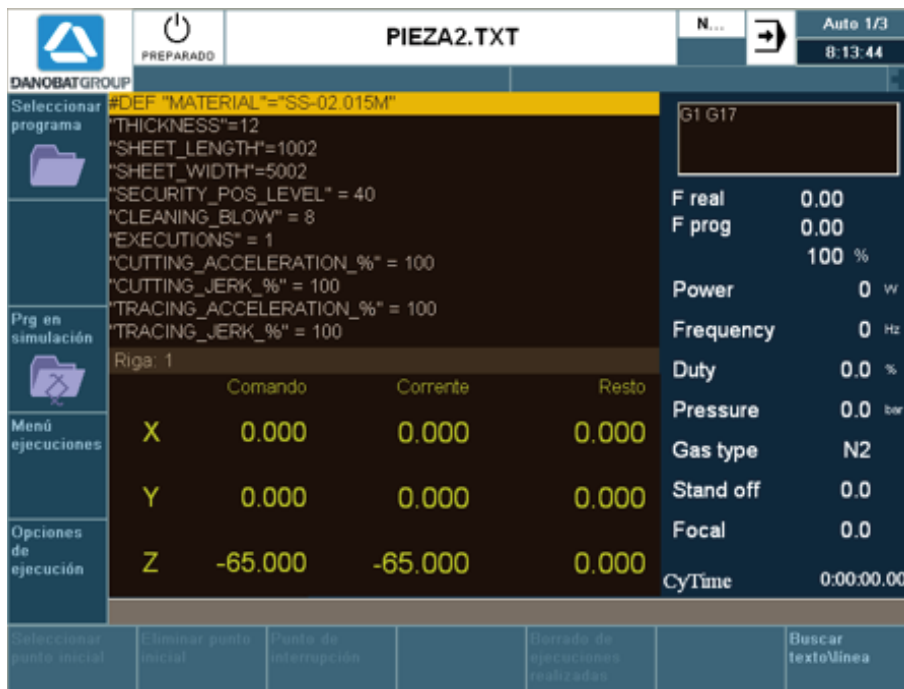
311  
312 Gracias a la metodología UCAD se ha conseguido en un tiempo de pocos meses diseñar una versión capaz de realizar  
313 las acciones más comunes en el uso de la máquina, como iniciar un programa, editar tablas de parámetros, analizar  
314 estado del cabezal, etc. Todo ello, de una manera que el usuario se sienta cómodo en su uso, le resulte fácil de utilizar e  
315 intuitivo, amigable y de fácil aprendizaje (Fig. 10).  
316

317 Gracias a la implementación de la metodología UCAD, se han obtenido varias mejoras interactivas. Por un lado, como  
318 se puede observar en la Fig. 10, gran parte de la pantalla está empleada para la visualización en tiempo real del trabajo  
319 que está realizando la máquina, puesto que como se pudo identificar gracias al análisis con los usuarios de la fase 1, les  
320 gusta tener control sobre la máquina, saber en todo momento cuál es su estado, pero sin tener que perder mucho tiempo  
321 verificando cada cierto tiempo. Mediante esta visualización, les permite comprobar de forma rápida si todo está en  
322 orden y cuánto tiempo falta para finalizar, permitiendo que los operarios pudieran realizar al mismo tiempo otras tareas.  
323 Otro de los resultados en mejoras interactivas al emplear el UCAD se puede observar en la columna de la izquierda  
324 (Fig. 10), los parámetros del programa se pueden editar desde la misma pantalla Estado, sin perder tiempo en ir a la  
325 biblioteca, encontrar el programa, y editar ahí los parámetros, como sucedía en la pantalla anterior (Fig. 11). Como se  
326 puede ver en la Fig. 11, los parámetros del programa se muestran en la pantalla pero para poder editarlas se debe  
327 acceder al menú seleccionar programa, y editarlo desde ahí. Asimismo, otra de las mejoras se muestra en la parte  
328 superior de la pantalla, se encuentra una barra de progreso donde se visualiza avance del programa, de modo que el  
329 operario sabe cuánto falta por terminar y puede ver los programas que vienen a continuación. Este tipo de mejoras  
330 microinteractivas [25] hace que se optimice la experiencia del uso percibida por el usuario. Por otro lado, al realizar  
331 evaluaciones sobre la navegabilidad de la aplicación, se ha obtenido un resultado que se ajusta a los requerimientos de  
332 los usuarios. Por ejemplo, todas las pantallas se acceden desde una misma barra de menú, situada en la parte inferior, la  
333 cual se mantiene en todo momento. De esta manera, el usuario puede acceder a cualquier pestaña en todo momento,  
334 mejorando la accesibilidad.  
335

336 Gracias a estas notables mejoras interactivas y la mejora estética de la nueva pantalla (Fig. 10), tal y como se ve en la  
337 comparación con la pantalla anterior (Fig. 11), se consigue que la comunicación entre el operario y la máquina sea más  
338 intuitiva, amigable y eficiente.  
339



340  
341  
342 *Fig. 10: Pantalla de Estado, solución de la propuesta*  
343



344  
345  
346 *Fig. 11: La pantalla Estado previa al proyecto*

#### 347 **4. CONCLUSIONES**

348  
349 Como se ha podido observar en este caso práctico, la metodología UCAD ofrece la ayuda para crear nuevas interfaces  
350 digitales centradas tanto en la funcionalidad como en la usabilidad, de manera que las innovaciones tecnológicas estarán  
351 pensadas para que el usuario las utilice de una forma amigable e intuitiva, logrando exprimir al máximo sus habilidades  
352 y potenciales. Las mejoras funcionales, se han conseguido mediante opciones añadidas como la de editar parámetros  
353 desde la misma pantalla de estado, lo cual reduce el tiempo de ejecución de los programas, mejorando la eficiencia. La  
354 comprensión de esas necesidades se han conseguido gracias al análisis previo realizado con los usuarios. En cuanto a las  
355 mejoras de usabilidad, mediante la visualización a tiempo real del estado de la chapa por ejemplo, se consigue que el  
356 operario a simple vista sepa el estado del proceso, otra de las necesidades identificadas gracias al análisis de usuario.  
357 Todo ello hace que se consigan resultados útiles y eficientes (mediante mejoras funcionales) y al mismo tiempo  
358 intuitivos y fáciles de usar (mediante mejoras en la usabilidad).

359  
360 El procedimiento metodológico está dirigido para el diseño de interfaces en la industria 4.0, y ofrece una aproximación  
361 de un método estructurado, con las acciones a llevar a cabo, lo cual era una carencia existente hasta el momento. Por lo  
362 que, serviría como guía para diseñar interfaces que cumplan con los retos actuales de la industria 4.0 [4].

363  
364 Además, cabe destacar que este modo de trabajo ha aportado diferentes ventajas. Por un lado, el hecho de trabajar  
365 continuamente en fases de divergencia y convergencia, hace que continuamente se planteen diferentes soluciones. Lo  
366 cual permite fomentar la creatividad y la diversidad, permitiendo después seleccionar la solución más adecuada en base  
367 a los requisitos establecidos.

368  
369 Por otro lado, formar un equipo multidisciplinar, que participa en conjunto en todas las fases del proceso, ha permitido  
370 que las aptitudes de cada perfil se unan para así crear un equipo mucho más completo, con notables beneficios:

- 371  
372 - Opinión de expertos en distintos campos de conocimiento (software, diseño, etc.) a la hora de diseñar, lo cual  
373 evita que se tenga que volver a rediseñar y ayuda a optimizar la duración del proyecto.  
374 - Un diseño más creativo, por el punto de vista diferente y constructivo que pueden ofrecer los distintos  
375 perfiles.  
376 - Una experiencia más completa, porque el diseñador entiende lo que el desarrollador es capaz de crear.  
377 - Ayuda a aprender sobre diseño/desarrollo y viceversa.

378  
379 Por último, reseñar que tangibilizar las ideas con la mayor antelación posible ha logrado que se trabajara con propuestas  
380 de baja fidelidad, de modo que los cambios a efectuar no requerían mucho tiempo de rediseño. Como consecuencia, se  
381 ha logrado una mejor solución en menos tiempo y la reducción de posibles costes.

382  
383 Como línea futura, la metodología UCAD pretende adaptarse al escenario de las nuevas interacciones entre máquina-  
384 usuario en la industria 4.0, tal y como dictan los nuevos retos de los IHM en la Industria 4.0. como podrían ser la  
385 realidad aumentada [26] o las *Smart glasses* [4]. A pesar de que los interfaces serán diferentes, la colaboración entre  
386 máquina y usuario seguirá siendo determinante. Por ello, la metodología UCAD, manteniendo las mismas bases y  
387 principios, deberá adaptarse a los nuevos medios de interacción del futuro inmediato.

#### 389 **5. AGRADECIMIENTOS**

390 XX

#### 391 **6. BIBLIOGRAFÍA**

- 392  
393 1. **Lee, Jay.** *Service innovation and smart analytics for Industry 4.0 and big data environment.* Cincinnati :  
394 Elsevier, 2014, Vol. 16. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.procir.2014.02.001>  
395 2. **Gorecky, Dominic.** *Human-machine-interaction in the industry 4.0 era.* s.l.: IEEE, 2014. doi:  
396 [10.1109/INDIN.2014.6945523](https://doi.org/10.1109/INDIN.2014.6945523)

- 397 3. **Jäger, Andreas.** *Industry 4.0 : challenges for the human factor in future production scenarios.*  
398 Stockholm : 4th Conference on Learning Factories, 2014.
- 399 4. **Pfeiffer, Thies.** *Empowering User Interfaces for Industrie 4.0.* 5, s.l. : IEEE, 2016, Proceedings of the  
400 IEEE, Vol. 104, págs. 986-996. doi: 10.1109/JPROC.2015.2508640
- 401 5. **Bhrel, Manuel.** *Exploring principles of user-centered agile software development: A literature review.*  
402 s.l. : Elsevier, 2015, Vol. 61, págs. 63-181. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.infsof.2015.01.004>
- 403 6. **Cohen, David; Lindvall, Mikael; Costa, Patricia.** *Agile software development.* DACS Soar Report,  
404 2003, vol. 11.
- 405 7. **Highsmith, Jim.** *Agile software development: the business of innovation.* 9, s.l. : IEEE, 2001, Vol. 34,  
406 págs. 120-127. doi: 10.1109/2.947100
- 407 8. **Blomkvist, Stefan.** *Towards a model for bridging agile development and user-centered design.* s.l. :  
408 Human-centered software engineering—integrating usability in the software development lifecycle. Springer  
409 Netherlands, 2005. p. 219-244. doi: 10.1007/1-4020-4113-6\_12
- 410 9. **Gulliksen, Jan et al.** *Key principles for user-centred systems design.* Behaviour and Information  
411 Technology, 2003, vol. 22, no 6, p. 397-409. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/01449290310001624329>
- 412 10. **Fox, David; Sillito, Jonathan; Maurer, Frank.** *Agile methods and user-centered design: How these*  
413 *two methodologies are being successfully integrated in industry.* En Agile, 2008. AGILE'08. Conference.  
414 IEEE, 2008. p. 63-72. doi: 10.1109/Agile.2008.78
- 415 11. **DIS, ISO. 9241-210: 2010.** *Ergonomics of human system interaction-Part 210: Human-centred design*  
416 *for interactive systems.* International Standardization Organization (ISO). Switzerland, 2009.
- 417 12. **Oliveira, Ana Paula.** *Agile Usability Patterns for User-Centered Design Final Stages.* [aut. libro]  
418 Masaaki Kurosu. Human-Computer Interaction. Theory, Design, Development and Practice. s.l. : Springer,  
419 2016. doi: 10.1007/978-3-319-39510-4\_40
- 420 13. **Fauquex, Milène, et al.** *Creating people-aware IoT applications by combining design thinking and user-*  
421 *centered design methods..* En Internet of Things (WF-IoT), 2015 IEEE 2nd World Forum on. IEEE, 2015. p.  
422 57-62. doi: 10.1109/WF-IoT.2015.7389027
- 423 14. **Brown, Tim.** *Design Thinking.* s.l. : Harvard Business Review, 2008.
- 424 15. **Unibertsitatea, Mondragon.** *Metodología de Innovación Centrada en las Personas.* 2014.
- 425 16. **Daae, Johannes.** *A classification of user research methods for design for sustainable behaviour.* s.l. :  
426 Elsevier, 2014, Journal of Cleaner Production journal, Vol. 106, págs. 680-689. doi:  
427 <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.04.056>
- 428 17. **Roberts, Jonathan C.** *Sketching Designs Using the Five Design-Sheet Methodology.* 1, s.l. : IEEE,  
429 2016, Vol. 22, págs. 419-428. doi: 10.1109/TVCG.2015.2467271
- 430 18. **InVision.** *Invisionapp..* [En línea] 2017. [www.invisionapp.com](http://www.invisionapp.com)
- 431 19. **IEEE-Std.'610' (1990)** *IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology.* IEEE Computer  
432 Society Press.
- 433 20. **Escalona, M. J., y Koch, N.** *Ingeniería de Requisitos en Aplicaciones para la Web—Un estudio*  
434 *comparativo.* Universidad de Sevilla. 2002
- 435 21. Kujala, S., Kauppinen, M., Lehtola, L., & Kojo, T. (2005, August). The role of user involvement in  
436 requirements quality and project success. In *Requirements Engineering, 2005. Proceedings. 13th IEEE*  
437 *International Conference on* (pp. 75-84). IEEE.
- 438 22. **Lojka, T.** *Web technologies in industry HMI.* s.l. : IEEE, 2015. Intelligent Engineering Systems (INES),  
439 2015 IEEE 19th International Conference on. doi: 10.1109/INES.2015.7329647
- 440 23. **Ahmed Seffah, Jan Gulliksen, Michael C. Desmarais.** *Human-centered software engineering -*  
441 *integrating usability in the software development lifecycle .* s.l. : Springer. Vol. 8.
- 442 24. **Fischer, Gerhard.** *Context-Aware Systems: The 'Right' Information, at the 'Right' Time, in the 'Right'*  
443 *Place, in the 'Right' Way, to the 'Right' Person.* s.l. : ACM, 2012. International Working Conference on  
444 Advanced Visual Interfaces 2012. págs. 287-294. doi: 10.1145/2254556.2254611
- 445 25. **Saffer, Dan.** *Microinteractions: Designing with details.* s.l. : O'Reilly, 2013.
- 446 26. **Wehle, Hans-Dieter; IBM.** *Augmented Reality and the Internet of Things (IoT) / Industry 4.0.* 2016.