





## Proyecto Energía Industrial 4.0 - EI4.0

Integración de tecnologías avanzadas para mejorar la Eficiencia energética y de procesos en empresas con procesos Industriales homogéneos

Participantes: ITE y AIDIMME

Nº Expediente: IMDEEA/2018/63







## Entregable E4.2 Sistemas desarrollados

En este entregable se presentan resultados de los sistemas desarrollados en cuanto a captación de datos e información de las empresas usuarias del sistema.

Participantes: ITE y AIDIMME







## Índice de contenido

| 2. E  | ficiencia energética y productiva, base de conocimiento | 5  |
|-------|---|----|
| 2.1   | Eficiencia Energética digital industrial                | 5  |
| 2.2   | Eficiencia Productiva digital industrial                | 6  |
| 3. Si | stema de captación de datos                             | 8  |
| 3.1   | Mecanismo de captación de datos                         | 9  |
| 3.2   | Diseño de cuestionarios                                 | 10 |
| 3.3   | Diseños iniciales                                       | 12 |
| 3.4   | Interfaces de captación de datos                        | 13 |







## Índice de figuras

| Figura 1. Áreas eficiencia energética digital Energía Industrial 4.0. Fuente ITE   | 5    |
|--|------|
| Figura 2. Mecanismos de inferencia de Energía Industrial 4.0. Fuente ITE           | 6    |
| Figura 3. Mapa tecnologías digitales proceso tratamiento superficies. Fuente:AIDIN | 1ME7 |
| Figura 4. Mapa de Avance cuestionarios de entrada                                  | 9    |
| Figura 5. Cuestionario Preguntas generales. Fuente ITE                             | 10   |
| Figura 6. Inicio cuestionario Gestión Energética. Fuente ITE                       | 11   |
| Figura 7.Correo de confirmación de cuenta. Fuente ITE                              | 12   |
| Figura 8. Interfaz implementada de entrada de perfil. Fuente ITE                   | 12   |
| Figura 9. Interfaz implementada de cuestionarios, primeras versiones. Fuente ITE   | 12   |
| Figura 10. Pantalla de registro de usuarios y acceso a la herramienta              | 13   |
| Figura 11. Pantalla de edición del Perfil de la Empresa                            | 14   |
| Figura 12. Pantalla inicial cuestionario de aspectos generales                     | 15   |
| Figura 13. Base de datos como mecanismo de enlace. Fuente ITE                      | 17   |







## 1. Introducción a la captación de datos y base de conocimiento del sistema

En este entregable se presentan resultados de los sistemas desarrollados en cuanto a la captación de datos e información a partir de las empresas usuarias del sistema, y su relación con la base de conocimiento desarrollado.

En el apartado 2 se presenta la base de conocimiento, sobre la temática de análisis de eficiencia energética y productiva que se ha diseñado, que aborda el sistema de autodiagnóstico.

Posteriormente, en el apartado 3 se describirá el mecanismo de recopilación y captura de datos a partir de las empresas y que se conecta con los mecanismos de análisis inteligente que se han desplegado. Por último, en el apartado 4, se hace referencia a la base de datos que conecta los mecanismos de entrada con los algoritmos de análisis y resultados.







## 2. Eficiencia energética y productiva, base de conocimiento

## 2.1 Eficiencia Energética digital industrial

La base de reglas y de conocimiento desarrollada sobre eficiencia energética digital se ha estructurado en seis diferentes áreas clave de actuación (ver Figura 1) que siguen las siguientes temáticas: gestión y análisis energético transversal de la empresa, estudio de mejora de la eficiencia energética de procesos térmicos, viabilidad de integración de energías renovables y su impacto, así como instalaciones de sistemas de almacenamiento, acceso a mercado eléctrico con el fin de mejorar costes económicos y por último análisis de estrategias de economía colaborativa centrándose en buscar sinergias energéticas entre empresas que se presten a formar un sistema colaborativo industrial. Y en común a todo ello se aplica un trasfondo de cómo la tecnología digital potencia estos campos y permite avanzar en su eficacia.

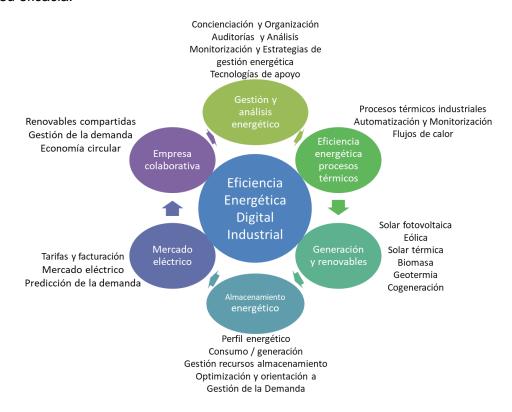


Figura 1. Áreas eficiencia energética digital Energía Industrial 4.0. Fuente ITE







La lógica de la aplicación abarca varios mecanismos de inferencia encadenados que se dividen en dos grandes grupos, cada uno con el siguiente objetivo: 1) mecanismo de "Determinación de Estados", que pretende la localización automática de estado de la empresa en cada una de las áreas mencionadas y en las etapas que contiene y, a partir de esta base, el sistema dispone de un 2) mecanismo de "Determinación de Resultados" que elabora el plan de actuación para cada caso componiendo autónomamente las prescripciones de mejora en el campo de la eficiencia energética digital. A continuación se muestra la arquitectura de mecanismos de inferencia del sistema:



Figura 2. Mecanismos de inferencia de Energía Industrial 4.0. Fuente ITE

#### 2.2 Eficiencia Productiva digital industrial

El planteamiento que se realiza para evaluar la eficiencia productiva de una industria de galvanotecnia es similar al descrito anteriormente, aunque con algunas particularidades. En primer lugar se establece un filtro que considera las capacidades y posibilidades de la empresa para abordar mejoras complejas. Dado que se trata de mejorar la eficiencia de los procesos mediante el uso de tecnologías digitales, las empresas se clasifican en función de su tamaño, del diferencial de productividad con la media sectorial y de su nivel de digitalización actual. Este nivel se establece a partir de un cuestionario específico que contempla el despliegue de herramientas digitales en diversas áreas de la empresa, sin entrar en consideraciones estratégicas ni de recursos humanos. El resultado de esta primera evaluación implica la clasificación de la empresa en uno de los tres niveles existentes, que al igual que en el ámbito de la energía posibilitará a la empresa a abordar soluciones más o menos complejas.







En segundo lugar se ha determinado que las técnicas de mejora que se desprenden del diagnóstico se pueden agrupar en tres bloques:

- Técnicas relacionadas con el diseño de bastidores y el posicionamiento de las piezas en los mismos, cuando no se realice el proceso en tambores. Las tareas de colgar y descolgar piezas en bastidores lineales suponen una carga de trabajo muy importante, ya que se deben desarrollar de forma manual, al menos hasta la fecha.
- Gestión de entradas. Incluye tanto la gestión del consumo de energía en las líneas de baños específicamente, como la gestión del consumo de agua para los baños.
- El tercer bloque lo constituye el conjunto de técnicas que permiten optimizar el consumo de materias primas (metales especialmente) y mantener los baños en las condiciones adecuadas para que el proceso permita obtener piezas con las especificaciones establecidas siguiendo la secuencia de baños programada. Las técnicas empleadas se orientan a la reducción del arrastre, la mejora de los procesos de enjuague y las prácticas seguidas para la mejora del mantenimiento de soluciones de proceso.

En la *figura siguiente* se reproduce el mapa de tecnologías que podrían mejorar los aspectos clave del proceso de tratamiento de superficie, considerando el eje de la digitalización.

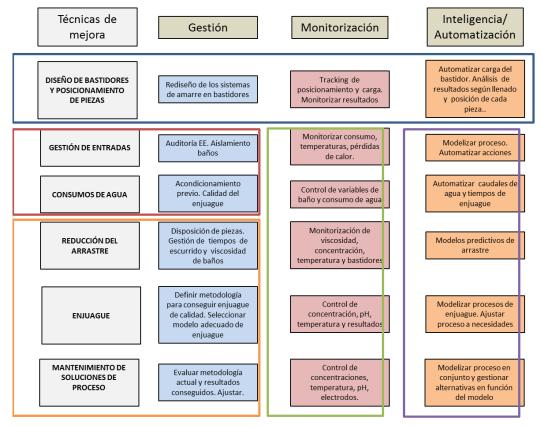


Figura 3. Mapa tecnologías digitales proceso tratamiento superficies. Fuente: AIDIMME







## 3. Sistema de captación de datos

A continuación se describe el mecanismo de recopilación y captura de datos a partir de las empresas y que se conecta con los mecanismos de análisis inteligente que se han desplegado por medio de la base de datos de la aplicación.

A destacar que los datos que alimentan la aplicación no se obtienen de forma automática, dado que ni los datos requieren ser actualizados continuamente, ni tiene sentido pedir que las empresas dispongan de aquellas herramientas que previsiblemente se les va a recomendar que incorporen.

Por otro lado, la sincronización de otras herramientas software que pueden contener información no puede realizarse de forma genérica ya que es necesario que el propietario del software desarrolle el fichero de intercambio de información adecuado en cada caso, por lo que finalmente se ha desarrollado una interfaz de usuario para que sea éste quien introduzca los datos necesarios y requeridos por la herramienta.

A continuación se plantea el diseño de los mecanismos de captación de datos por medio de cuestionarios en cada una de las áreas que analiza el sistema.







### 3.1 Mecanismo de captación de datos

#### **Ubicación**

Los cuestionarios se ubican en el marco central de la aplicación, en su parte de CUESTIONARIO

#### Mecánica

La mecánica de captación de datos parte de la realización guiada de pregunta que seguirán el orden de los bloques temáticos definidos, aunque será necesario rellenar de manera inicial los datos requeridos en el perfil de la empresa, ya que dependiendo de los datos introducidos aquí los diferentes bloques mostrarán unas preguntas u otras.

Este es el orden de los diferentes bloques:

- 1) General: aspectos generales de la empresa. G.AG
- 2) Energía: gestión energética. E.GE
- 3) Energía: procesos térmicos. E.PT
- 4) Energía: autogeneración. E.AG
- 5) Energía: almacenamiento. E.AL
- 6) Energía: mercado eléctrico. E.ME
- 7) Energía: empresa colaborativa. E.EC
- 8) Proceso: bastidores y posicionamiento de piezas. P.BP
- 9) Proceso: gestión de entrada. P.GE
- 10) Proceso: consumo de agua. P.CA
- 11) Proceso: reducción del arrastre. P.RA
- 12) Proceso: enjuague. P.EN
- 13) Proceso: mantenimiento. P.MA
- 14) Proceso: gestión de residuos. P.RE

En el "Mapa de Avance" ubicado en el marco superior de los cuestionarios se marca cada uno de las áreas de análisis. A continuación se muestra un boceto de diseño y la implantación definitiva en la aplicación de este objeto:

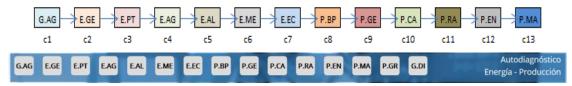


Figura 4. Mapa de Avance cuestionarios de entrada.







#### 3.2 Diseño de cuestionarios

Antes de los bloques específicos de Energía y Proceso, y después de implementar los datos requeridos en el perfil, se formulan unas **Preguntas Generales** preliminares, las cuales corresponden a datos generales de la empresa que está realizando el autodiagnóstico digital. Esta será la primera pantalla tipo desplazamiento de cuestionarios.

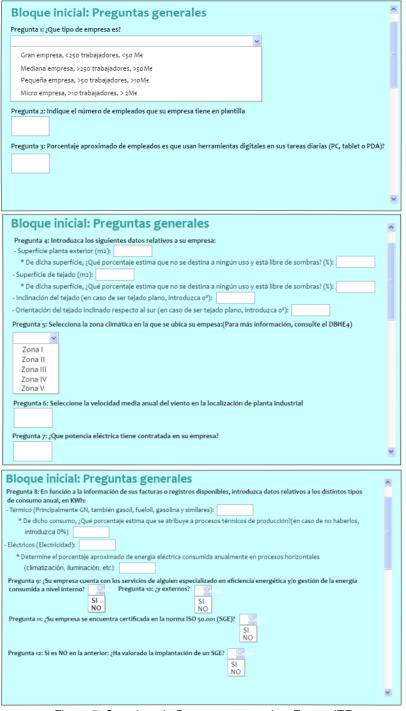


Figura 5. Cuestionario Preguntas generales. Fuente ITE







En todo momento el usuario está guardando los datos introducidos de manera automática. Tanto si un cuestionario está completándose y se abandona la aplicación o se pase de un bloque de un bloque a otro los datos serán guardados automáticamente.

El bloque siguiente es el de energía "Gestión energética", como el resto de bloques, se ejecuta en la ventana central y son aplicaciones de desplazamiento. A continuación se muestra el inicio del mismo:



Figura 6. Inicio cuestionario Gestión Energética. Fuente ITE

Las siguientes preguntas de esta área temática y siguientes áreas se enumeran en el entregable "E2.2. HAO especificaciones y diseño herramienta".







## 3.3 Diseños iniciales

Algunos de los diseños iniciales son los siguientes:



Figura 7. Correo de confirmación de cuenta. Fuente ITE

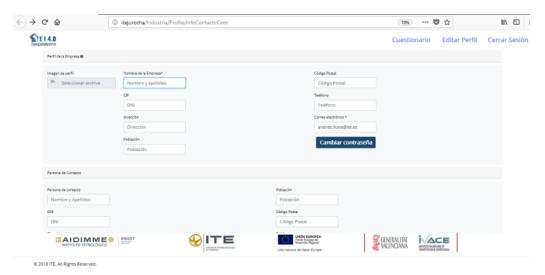


Figura 8. Interfaz implementada de entrada de perfil. Fuente ITE



Figura 9. Interfaz implementada de cuestionarios, primeras versiones. Fuente ITE







## 3.4 Interfaces de captación de datos

A modo de ejemplo se muestran varias pantallas de entrada de datos:

Esta primera imagen hace referencia a la pantalla de registro, dónde el usuario generará su usuario y contraseña y lo introducirá cada vez que quiera acceder a los diferentes cuestionarios y/o resultados.

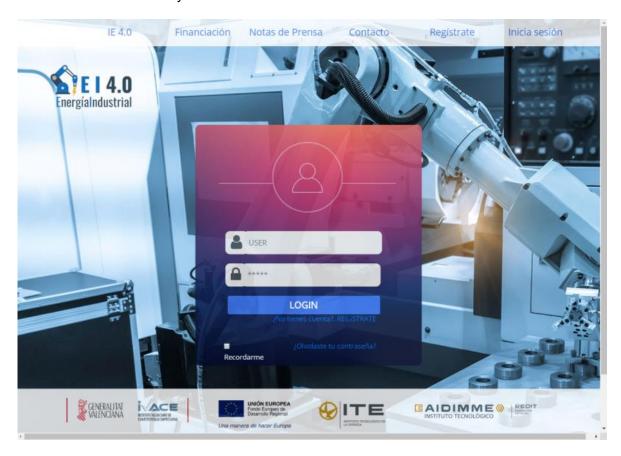


Figura 10. Pantalla de registro de usuarios y acceso a la herramienta.

Esta pantalla es dónde el usuario introduce los datos de su perfil responde las tres preguntas iniciales.







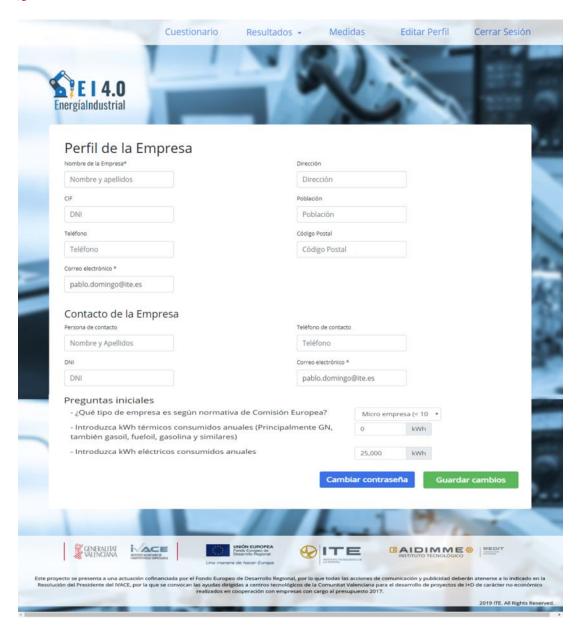


Figura 11. Pantalla de edición del Perfil de la Empresa.

La siguiente pantalla muestra las preguntas iniciales del bloque de preguntas generales. Aquí se puede también ver el menú general, y con los botones ubicados en la parte izquierda se accede a las diferentes pantallas. Los botones superiores permiten también pasar de un cuestionario a otro, permitiendo que sean completados de manera no lineal.









Figura 12. Pantalla inicial cuestionario de aspectos generales.

Tal como se ha definido en el apartado "3.1. Captación de datos" de este entregable se disponen de un cuestionario por cada una de las áreas analizadas y aspectos generales de la empresa.







# 4. Base de datos como enlace de captación de datos con base de conocimiento.

Se ha creado una Base de Datos relacional tipo SQL donde se almacena en tiempo real y se envía toda la información a cada componente del proyecto. Para ello, cada empresa dispone de un identificador único (userid) que permite relacionar sus datos unívocamente desde diferentes tablas (respuestas, decisiones, estado actual, medidas a tomar, etc.), accediendo a sus resultados, editando las respuestas aportadas y/o continuando los cuestionarios donde se habían dejado en el último inicio de sección. Adicionalmente, el motor de cálculo accede a la base de datos para obtener las respuestas aportadas por las empresas y realizar los cálculos necesarios.

La información de interés que se guarda en la base de datos es:

- Los cuestionarios que deben responder las empresas.
- Las preguntas de cada cuestionario y su posible dependencia con otra pregunta.
- Las respuestas de cada pregunta y su posible dependencia con otra pregunta y/o respuesta.
- Los perfiles de las empresas.
- Las respuestas de cada empresa a cada pregunta.
- Los resultados y decisiones inferidas para cada una de las empresas.

Haciendo uso de esta Base de Datos se ha creado la aplicación web, la cual es accesible a través de un servidor, permitiendo el registro a cualquier empresa. Este mecanismo enlaza la captación de los datos de entrada con los mecanismos de inferencia y resultados a mostrar.

La aplicación se desarrolló en ASP.NET con un lenguaje de programación C# y utilizando el Modo Vista Controlador, lo que permite diferenciar los desarrollos de Front-end y Back-end, donde los desarrollos de Front-end son el registro del usuario, el formulario de recogida de información, los resultados y medidas de análisis que puede tomar las empresas, y los desarrollos Back-end se encuentran el motor de cálculo. La aplicación Web utiliza los siguientes componentes:

- Autenticación: Cada empresa tiene un con un perfil de usuario único para que las empresas puedan tener un seguimiento. Como medida de seguridad la información básica de la empresa se codifica con algoritmos criptográficos la contraseña y el usuario.
- Sistema de recogida de datos: Este componente es donde las empresas aportas la información, esta información puede ser modificada y recuperada en cada inicio de sesión ya que son recuperadas desde la Base de Datos. Las respuestas se guarda automáticamente utilizando un script del lado del cliente (Modo Vista) que contiene instrucciones en JavaScript para detectar cuando se ha modificado una respuesta, en ese momento se genera un evento para realizar una solicitud HTTP asíncrona (Ajax) en la que se guarda la nueva respuesta en la Base de datos.







- Motor de cálculo: Al finalizar la evaluación del estado de cada área, el sistema desarrolla el plan de actuación en la que se calculan las decisiones apropiadas que debe tomar cada empresa para mejorar en cada área. Este módulo se implementó en el lado del servidor Back-end.
- Resultados de análisis: Los resultados se visualizan en gráficas realizadas en lado del cliente (Modo Vista) y utilizan librerías de Highcharts (lenguaje de Javascript) para los gráficos estadísticos y gráficos vectoriales escalables (SVG) (lenguaje de marcado extensible (XML) para los mapas de estado, estos gráficos permiten a las empresas tener una visual, con diversos objetos de visualización, de: la eficiencia energética por área y estados y el mapa de ruta de cada área y sus estados. Cada una de las medidas que puede tomar la empresa en cada área, según el sistema compone el plan de mejora por medio del motor de "Composición de Resultados"

El sistema de cálculo desarrollado ha sido concebido mediante un enfoque *top-down*, de lo general a lo específico, con el fin de ir definiendo con mayor complejidad el modelo con el avance del desarrollo según las necesidades. La siguiente figura ilustra cómo se correlacionan los elementos con las interfaces, trabajando constantemente con el almacenamiento y tratamiento de datos para un análisis en profundidad del caso del usuario.

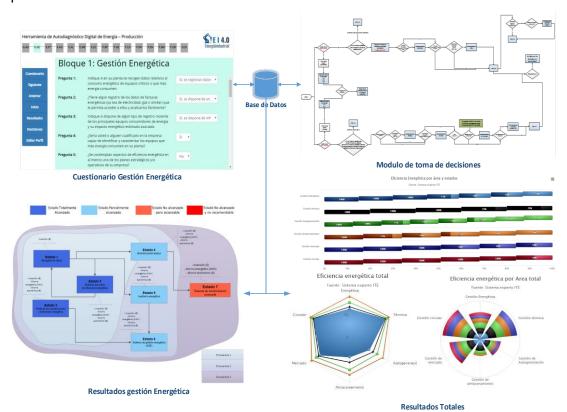


Figura 13. Base de datos como mecanismo de enlace. Fuente ITE