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

AIDIMME INSTITUTO TECNOLÓGICO METALMECÁNICO, MUEBLE, MADERA, EMBALAJE Y AFINES
ITE INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA ENERGÍA

UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo de Desarrollo Regional
Una manera de hacer Europa
"Proyecto cofinanciado por los fondos FEDER, dentro del Programa Operatiu FEDER de la Comunitat Valenciana 2014-2020"
GENERALITAT VALENCIANA
IVACE INSTITUT VALENCIÀ DE COMPETITIVITAT EMPRESARIAL

Entregable ***E4.3 Composición de resultados***

Informe justificativo del desarrollo de lógica de la composición de resultados que obtiene y muestra el sistema.

Participantes: ITE y AIDIMME

Índice de contenido

1. Introducción 3

2. Composición de resultados 4

2.1 Eficiencia Energética: soluciones de mejora 4

2.2 Eficiencia productiva 9

3. Soluciones analizadas 12

Índice de figuras

Figura 1. Metodología de análisis de plan de mejora. Fuente ITE **4**

Figura 2. Modelo esquemático de composición gráfica de resultados. Fuente ITE **6**

Figura 3. Formato de ejemplo parcial de muestra de resultados. Fuente ITE. **7**

Figura 4. Pantalla de muestra de resultados_parte1. Fuente ITE. **8**

Figura 5. Pantalla de muestra de resultados_parte1. Fuente ITE. **9**

Figura 6. Nivel de empresa desde la perspectiva de procesos. Fuente AIDIMME. **9**

Figura 7. Valoración de la empresa por áreas desde la perspectiva de procesos. Fuente AIDIMME. **10**

Figura 8. Lista de propuestas de mejora. Fuente AIDIMME **11**

Índice de tablas

Tabla 1. Detalle de las dimensiones analizadas en cada medida de eficiencia energética. Fuente ITE **5**

Tabla 2. Detalle de las dimensiones cuantitativas analizadas en cada medida de eficiencia energética. Fuente ITE **13**

Tabla 3. Detalle de las dimensiones cualitativas analizadas en cada medida de eficiencia energética. Fuente ITE **13**

1. Introducción

En este entregable se describen los mecanismos de composición de resultados desarrollados en la aplicación, que se centra en las acciones que puede llevar a cabo la empresa para mejorar en los campos analizados: eficiencia energética y de proceso.

En cuanto a la eficiencia energética, la aplicación además de analizar el estado en el que se encuentra, ver entregable *"E4.2, Mecanismos de cálculo"*, valora a partir de ello más de 150 medidas caracterizadas total o parcialmente. Al mismo tiempo, se llevan a cabo más de 350 casos de resultados posibles que incluyen total o parcialmente una, varias o ninguna de dichas medidas. Para ello, se ha generado una base de conocimiento sólida, fácilmente ampliable y actualizada, basada en referencias contrastadas que van desde guías generales de eficiencia y tecnología, hasta documentación técnica de proveedores tecnológicos y estudios propios del Instituto Tecnológico de la Energía. Con ello proporciona a la empresa un plan de acción personalizado, según las respuestas introducidas, que incluye una serie de medidas orientativas interesantes para alcanzar mayor eficiencia energética junto con una transformación digital de la misma. En este plan de mejora se ha intentado personalizar al máximo las respuestas atendiendo a diferencias por tamaño de empresas, características particulares de la empresa analizada o incluso a la propia predisposición a llevarlas a cabo en el corto y medio plazo. Las medidas diagnosticadas al usuario se analizan por medio de diferentes parámetros cuantitativos y cualitativos.

En cuanto a eficiencia de proceso, la aplicación compone resultados indicando el nivel de la empresa respecto a la digitalización de sus procesos, una valoración global de la situación en las que se encuentran respecto a gestión, monitorización y automatización, y por último, un conjunto de propuestas específicas tendentes a mejorar la eficiencia de los procesos.

2. Composición de resultados

2.1 Eficiencia Energética: soluciones de mejora

El mecanismo de análisis inteligente desarrollado para componer las soluciones de mejora del "**Módulo de Plan de Mejora**" cubre la funcionalidad de proporcionar a la empresa un plan de acción personalizado según las respuestas introducidas y el resultado de su evaluación que le permita, orientativamente, valorar y seleccionar aquellas medidas que pueden resultarle de interés en un transformación energética y digital. Su operativa parte de las evaluaciones de estado previamente descritas para determinar qué respuesta debe dar el sistema y el alcance de ésta. A partir de ahí, la herramienta analiza, según dicha evaluación, qué medidas podrían ser de interés en función de una serie de condiciones basadas en las respuestas introducidas por el usuario a las preguntas del cuestionario. A cada condición se le asocia la o las medidas de mejora según la lógica implementada, además de una evaluación cuantitativa y/o cualitativa de dichas medidas, según el caso.

El esquema general de elementos que conforman el plan de mejora queda jerarquizado de la siguiente manera:

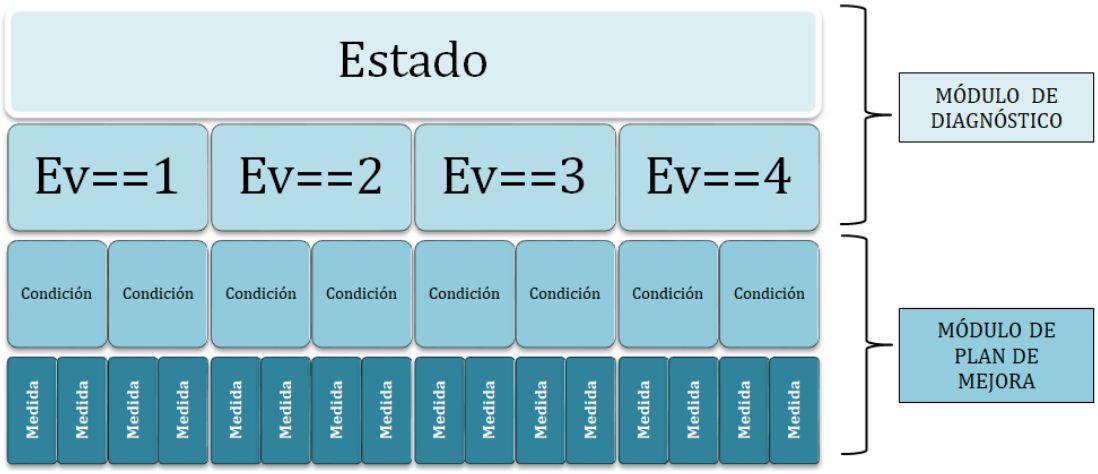

Figura 1. Metodología de análisis de plan de mejora. Fuente ITE

En la figura anterior se presentan los cuatro niveles que se examinan en cada área y su relación con el plan de mejora:

1) Nivel del estado seleccionado: qué se evalúa. Definido por la estructuración básica de la herramienta y seleccionado por el usuario
2) Nivel de evaluación del estado: cuál es el resultado de la evaluación. Directamente obtenido del módulo de diagnóstico previamente descrito.

3) Nivel de condiciones particulares de la evaluación: qué escenarios se están considerando para el resultado de esa evaluación. Tiene asociada una lógica particular desarrollada a medida que permite identificar esos escenarios de manera automática e inteligente gracias a la información introducida por el usuario.

4) Nivel de medidas propuestas: cada condición puede o no llevar asociadas una o varias medidas de evaluación. Las medidas, a su vez, se encuentran individualmente caracterizadas de manera cualitativa, cuantitativa o en ambos aspectos.

En lo que respecta al módulo de plan de mejoras, las condiciones se han formulado con el fin de estructurar las propuestas de medidas y facilitar al máximo la personalización de las respuestas, atendiendo a diferencias por tamaño de empresas, características particulares de la empresa analizada o incluso la propia predisposición a llevarlas a cabo en el corto y medio plazo. Las medidas diagnosticadas al usuario se analizan, en consecuencia, a través de un total de:

6 Dimensiones cuantitativas	Magnitud característica, inversión estimada, ahorro económico esperable, tiempo de retorno, ahorro energético esperable, emisiones evitables.
6 Dimensiones cualitativas	Nivel de inversión, tiempo de ejecución, nivel de riesgo, nivel de dificultad, nivel de impacto, priorización en la ejecución.

Tabla 1. Detalle de las dimensiones analizadas en cada medida de eficiencia energética. Fuente ITE

Junto a la valoración cualitativa de las 6 últimas dimensiones se proporciona un *Índice de impacto* único para cada solución que permite establecer una comparación y priorización objetiva de cada una de las medidas analizadas. A partir de toda la lógica anterior, se ha desarrollado un motor de composición de resultados encargado de estructurar y priorizar la información y semántica que obtiene el usuario, definiendo con ello el formato y su representatividad con el fin de favorecer al máximo el carácter didáctico de las medidas propuestas. La siguiente figura muestra el modelo gráfico desarrollado a medida e integrado en la interfaz de usuario.

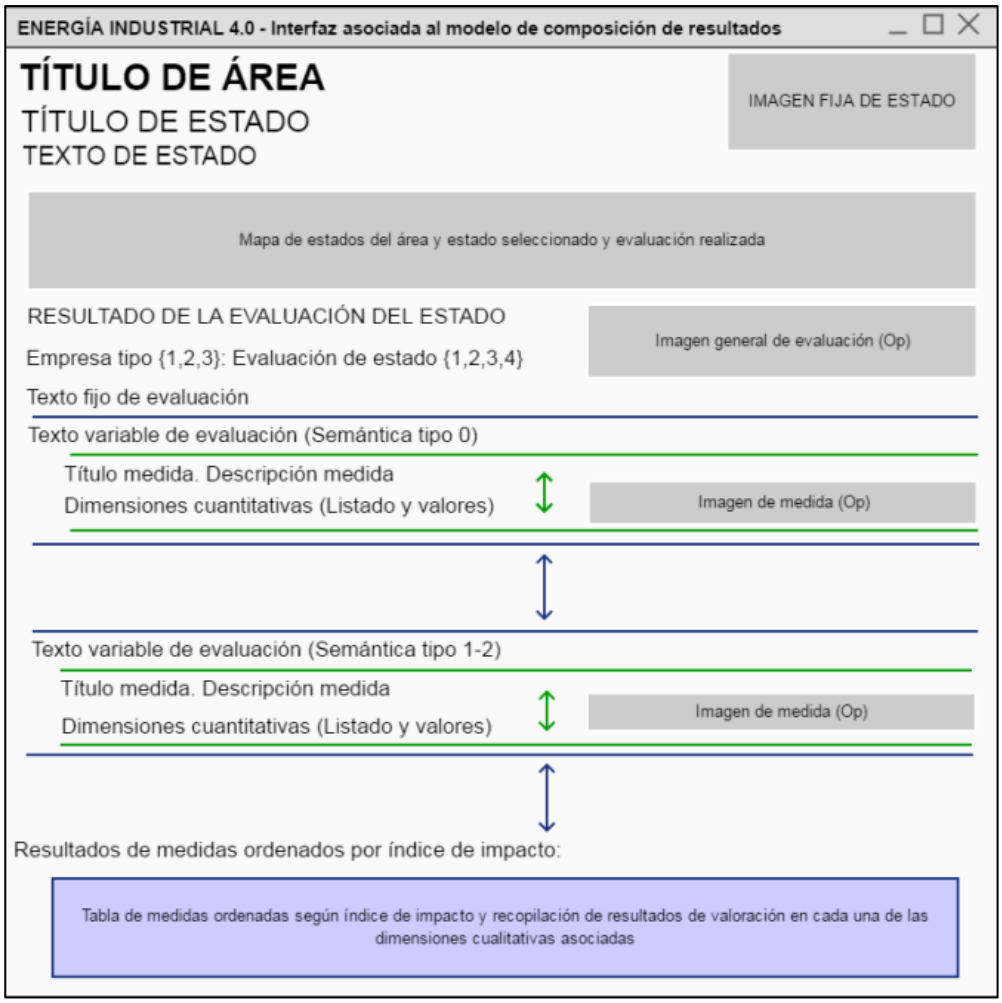

Figura 2. Modelo esquemático de composición gráfica de resultados. Fuente ITE

Se señala en azul y verde las secciones que pueden aparecer replicadas en cada uno de los estados en función de la cantidad de medidas y tipo de resultado mostrado.

La base de conocimiento se compone actualmente de un total de 160 medidas caracterizadas total o parcialmente en las dimensiones anteriormente listadas, y se lleva a cabo 384 casos de resultados posibles que incluyen total o parcialmente una, varias o ninguna de dichas medidas. El motor está, además, planteado para habilitar constante e instantáneamente la introducción o la ampliación y corrección de la información ya existente. Se facilita con ello la creación de una base de conocimiento sólida, actualizada y en sintonía con la constante evolución de la técnica y las tendencias actuales. Por otro lado, se asegura la rigurosidad y la exactitud científica de la información mostrada al usuario mediante continuas referencias contrastadas y fácilmente accesibles, identificables como 1) Guías generales de eficiencia, buenas prácticas y mejoras tecnológicas de referencia, normalmente dadas por organismos reconocidos a nivel nacional e internacional, 2) Distribuidores y proveedores

tecnológicos de referencia y 3) Información interna del propio Instituto Tecnológico de la Energía. Estas referencias se muestran también al usuario mediante un campo específicamente dedicado a ello al final de la valoración de cada medida.

La siguiente figura muestra un ejemplo parcial del formato de los resultados que compone el sistema, en este caso es el inicio de las recomendaciones obtenidas en el área de Gestión Energética en el estado de Recogida de Datos:

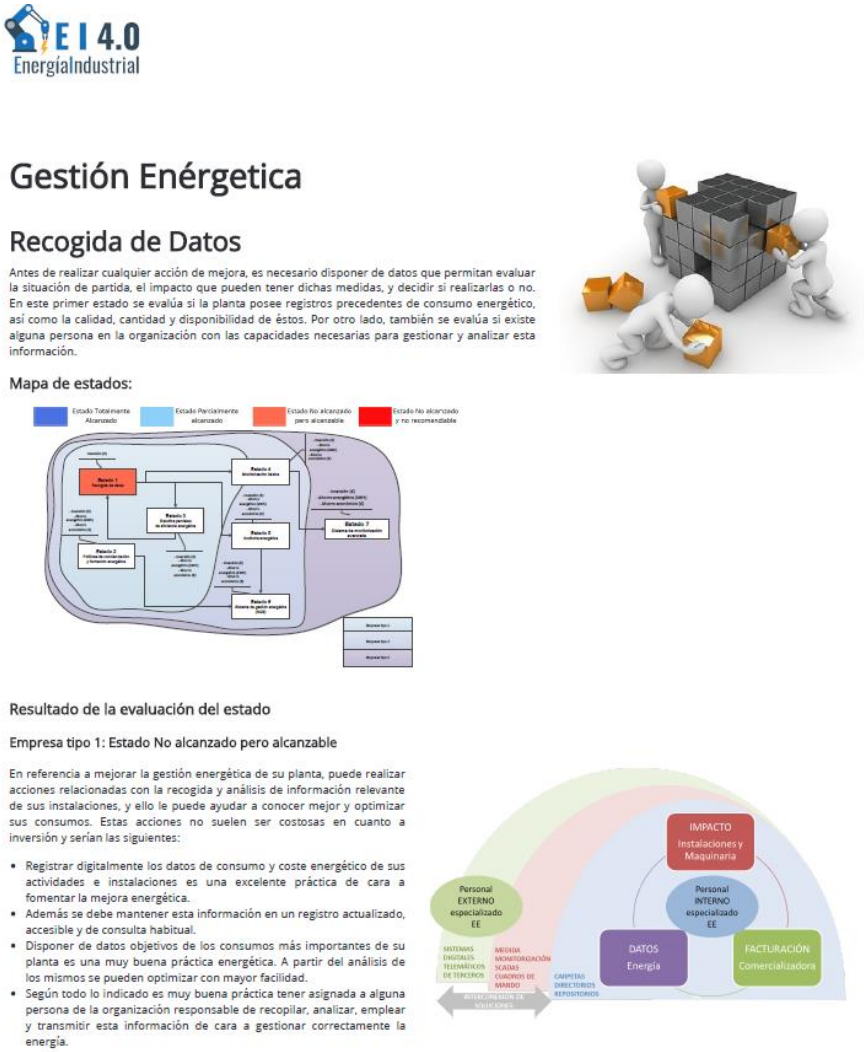

Figura 3. Formato de ejemplo parcial de muestra de resultados. Fuente ITE.

En estas fichas de resultados, y para cada etapa de cada área, en la parte superior de la pantalla se realiza una pequeña descripción de la temática que evalúa y se ubica en el mapa de estados representándolo de diferentes colores dependiendo de la situación de la empresa con respecto al mismo. A continuación se indica si el estado está alcanzado, total o parcialmente, o no y qué medidas hay que seguir para alcanzarlo, es decir, un plan de acción personalizado. Por último se muestran las medidas relacionadas con este estado con una descripción y cuantificación de sus dimensiones relevantes a tener en cuenta y, posteriormente, ordenadas y comparadas cada media por el índice de impacto.

Como se indica en el párrafo anterior, en la siguiente imagen se muestra parte de la pantalla que muestra estos resultados y que incluye la pequeña descripción de esa área, el mapa de estados con los estados coloreados dependiendo de las respuestas y el plan de acción.

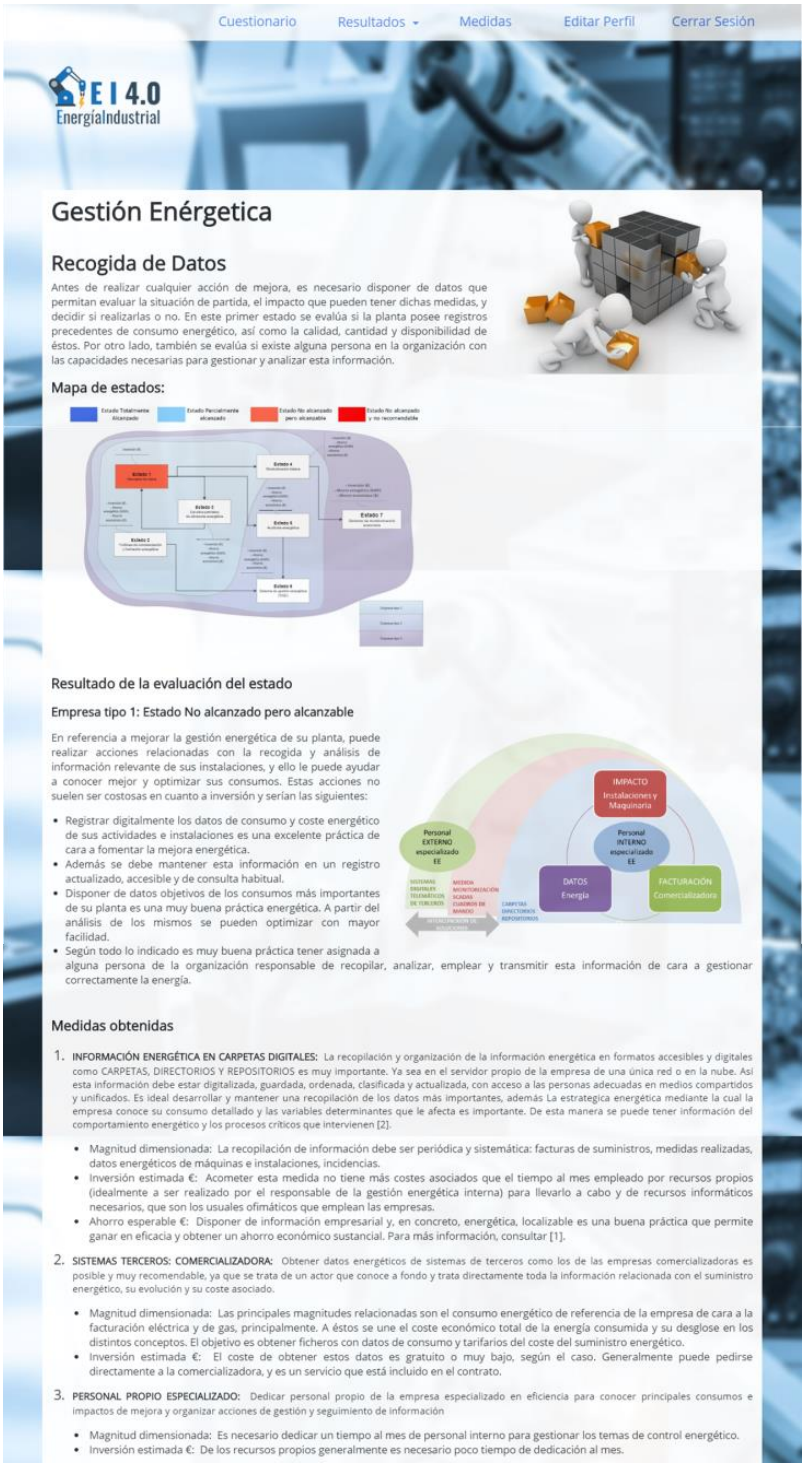

Figura 4. Pantalla de muestra de resultados_parte1. Fuente ITE.

Por último, se muestran ordenadas las medidas por índice de impacto y la bibliografía pertinente.

4. **PERSONAL EXTERNO ESPECIALIZADO:** Disponer de personal externo especializado en eficiencia (independiente y profesional, con competencias técnicas) para conocer principales consumos e impactos de mejora de su planta en ciertas ocasiones es recomendable. Las acciones más comunes que se ofrecen son: abaratar contratación, analizar eficiencia de instalación y caracterizar consumos. Generalmente se ofrece un precio cerrado del servicio al mes. Esto permite ahorrar tiempo propio de los recursos internos de la empresa y maximizar los impactos de mejora, manteniendo controlados los costes energéticos de la empresa.

- Magnitud dimensionada: Contrastar la calidad y servicio aportados por la empresa a contratar.
- Inversión estimada €: La contratación de empresas especializadas en eficiencia energética suele conllevar un precio a medida de necesidades y tipo de empresa, un coste orientativo al mes puede ser de entre 500 y 1.000 €

5. **TELE ASESORAMIENTO:** Es ideal apoyar las acciones de asesoramiento externo con nuevas metodologías de adquisición y análisis del dato y asistencia remota, haciendo uso de herramientas digitales energéticas como los sistemas de monitorización y su conexión con sistemas de transmisión de la información. Con ello se consigue facilitar el intercambio de información, recibir asesoramiento y hacer el seguimiento de la evolución del estado energético por medio de canales TICs como audio y teleconferencias, programas de chat para grupos de trabajo en remoto, correos electrónicos, medios ofimáticos compartidos, programas de aprendizaje electrónico, medios virtuales de coordinación de trabajo y similares.

- Magnitud dimensionada: Contrastar que las herramientas digitales a emplear, para optar a un servicio de gestión energética remota, tienen las funcionalidades necesarias.
- Inversión estimada €: Por ejemplo, integrar tu sistema de adquisición de datos energéticos con un sistema de monitorización remoto que permita analizar de 10 a 20 puntos de consumo puede oscilar en precio de [400 a 1.000€]. La posibilidad de añadir la tele asistencia por medio de este tipo de sistemas y realizada por especialistas para obtener un ahorro energético disminuyen los costes de un asesoramiento in situ.

Resultados de medidas ordenados por índice de impacto:

	Nivel de Inversión	Tiempo de ejecución	Nivel de riesgo	Nivel dificultad	Nivel de impacto	Priorización de ejecución	Índice de impacto
INFORMACIÓN ENERGÉTICA EN CARPETAS DIGITALES	Muy Bajo	Muy bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	3	5	84
PERSONAL PROPIO ESPECIALIZADO	Bajo	Bajo	Muy Bajo	Bajo	4	5	83.5
SISTEMAS TERCEROS: COMERCIALIZADORA	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy Bajo	3	4	74.5
TELE ASESORAMIENTO	Medio	Medio	Bajo	Bajo	3	3	58
PERSONAL EXTERNO ESPECIALIZADO	Medio	Medio	Bajo	Bajo	3	2	46.5

REFERENCIAS

1. DEXCELL Energy Manager

Figura 5. Pantalla de muestra de resultados_parte1. Fuente ITE.

2.2 Eficiencia productiva

En cuanto a la composición de resultados de eficiencia de proceso se ha planteado de una forma más sencilla, mostrando por un lado el nivel de la empresa según se indica en la *figura siguiente*:

Figura 6. Nivel de empresa desde la perspectiva de procesos. Fuente AIDIMME.

Y por otro lado se muestra una valoración global en las tres áreas evaluadas, indicando el nivel en el que se encuentra cada una de ellas. Se diferencian tres niveles, dependiendo del estado en el que se encuentre la empresa: Gestión, con los estados 2, 3 y 4; Monitorización, con los estados 5 y 6; y Automatización con el estado 7.

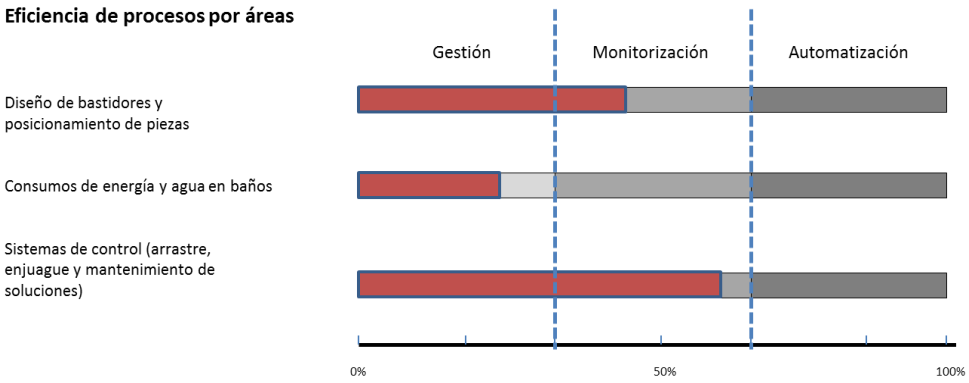

Figura 7. Valoración de la empresa por áreas desde la perspectiva de procesos. Fuente AIDIMME.

Además de estas valoraciones globales, la aplicación ofrecerá un conjunto de propuestas específicas tendentes a mejorar la eficiencia de los procesos.

En el área de mejora de procesos, se ofrece un informe resumido con todas las propuestas derivadas del análisis de las respuestas dadas por la empresa. De cada propuesta, salvo las que son muy obvias como suele suceder en el área de gestión de residuos, se puede ampliar información.

En la figura siguiente se puede ver un ejemplo de propuestas.

Lista de medidas a tomar para mejorar la eficiencia energética y de procesos:

Show 10 entries Search:

Medida	Grado	Nombre	Descripción	Mejora	
Procesos	205	Recuperación de calor	Evaluar la rentabilidad de instalar sistemas de recuperación de calor residual en los baños	10%	+Info
Procesos	206	Monitorización de procesos	Instalar sistemas de monitorización de los procesos clave en el ámbito del consumo de energía	10%	+Info
Procesos	207	Automatización de procesos	Automatizar procesos clave en el ámbito del consumo energético	10%	+Info
Procesos	210	Automatización de procesos	Automatizar procesos clave en el ámbito del consumo energético	10%	+Info
Procesos	301	Auditoría de arrastre	Debe realizar una auditoría de los fenómenos de arrastre para obtener información fiable y adoptar	10%	+Info
Procesos	311	Auditoría de enjuague	Debe realizar una auditoría para conocer la eficacia de los baños de enjuague	10%	+Info
Procesos	315	Automatizar mediciones	Valorar la opción de automatizar las mediciones de conductividad en los baños de enjuague	10%	+Info
Procesos	320	Automatizar mediciones	Valorar la opción de automatizar las mediciones de concentración de metales en los baños	10%	+Info
Procesos	326	Automatizar mediciones	Valorar la opción de automatizar las mediciones de la concentración de carbonatos, cloruros, sulfat	10%	+Info
Procesos	401	Disponer de cubetos	Disponer de cubetos de retención para los residuos líquidos en la zona de almacenamiento.	10%	+Info

Showing 1 to 10 of 10 entries First Previous 1 Next Last

Figura 8. Lista de propuestas de mejora. Fuente AIDIMME

3. Soluciones analizadas

El tipo de soluciones que valora el sistema y que se mostrarán dependiendo de la situación en la que se encuentre la empresa, se han caracterizado y cuantificado con el respaldo de una base de conocimiento que se ha generado y recopilado en consecuencia, tal y como se indica al inicio de este documento.

Como ejemplo, a continuación se muestra una solución del área de Procesos Térmicos, analizando que dimensiones la definen y cuál es la información que incluye cada una de ellas. Como ya se ha comentado, se han definido 6 dimensiones cuantitativas y 6 dimensiones cualitativas, tal y como aquí se presentan para la medida ”*Instalación de variadores de velocidad para quemadores”*

Dimensiones cuantitativas

Dimensión	Texto mostrado	Comentarios
Magnitud Característica o dato clave	*“Para un quemador de 1,25 kW eléctricos, la diferencia entre emplear variadores de velocidad o no puede ser de 0,7 kW, esto es, más de la mitad de la potencia, para cargas bajas (20-30 % de la demanda nominal del quemador) [2] [3]”*	En esta dimensión se proporciona algún tipo de indicador, medida o dato clave relevante para reforzar la descripción de la medida de manera sintética y clara.
Inversión estimada	*“Diversos estudios de empleo de variadores de velocidad en motores revelan costes de inversión de entre 1.000 y 15.000 €. Aunque los casos de estudio no corresponden todos a quemadores industriales, sí que ilustran el coste esperable de estos equipos. [1]”*	En esta se muestra un ejemplo de la inversión que sería necesaria para implementar esta medida, ya sea de manera general o para un ejemplo concreto en particular que resulte representativo
Ahorro económico esperable	*“En dichos estudios, los ahorros obtenidos gracias a las nuevas consignas de regulación fueron de 2.000 a 40.000 €. [1]”*	En esta se muestra un ejemplo de cuál sería el ahorro económico esperable si se aplica la medida de manera general o para un ejemplo concreto en particular que resulte representativo. Se indica también si los datos tienen conexión con alguna de las otras dimensiones analizadas
Tiempo de retorno	*“El tiempo de retorno esperable fue, en consecuencia de entre 0,5 y 5 años, siendo el promedio de 1,7 años y mostrando, por tanto, que la medida es muy aconsejable para obtener beneficios en el corto plazo. [1]”*	En esta dimensión se indica el tiempo de retorno simple que presenta la medida que se propone implementar, contextualizando la información proporcionada. Se indica también si los datos tienen conexión con alguna de las otras dimensiones analizadas
Ahorro energético esperable	*“Los ahorros anuales analizados fueron de entre 10.000 y 300.000 kWh, aunque dependen en gran medida del tamaño de los motores sobre los que se actúa y la cantidad de ellos. [1]”*	En esta se muestra un ejemplo de cuál sería el ahorro energético esperable si se aplica la medida de manera general o para un ejemplo concreto en particular. Se indica también si los datos tienen conexión con alguna de las otras dimensiones analizadas
Emisiones evitables	*“El promedio de toneladas de CO2eq evitables anualmente se sitúa en torno a las 30 tonCO2eq. [1]”*	Por último, en esta dimensión se indica las toneladas de CO2 equivalente que se ahorran si se aplica la medida, ya sea de manera general o para un ejemplo concreto. Se indica también si los datos tienen conexión con alguna de las otras dimensiones analizadas

Tabla 2. Detalle de las dimensiones cuantitativas analizadas en cada medida de eficiencia energética. Fuente ITE

Dimensiones cualitativas

Dimensión	Texto mostrado	Comentarios
Nivel de inversión	*"Bajo"*	El nivel de inversión caracteriza la inversión que deberá llevar a cabo el usuario, evaluada tanto en términos relativos respecto a otras medidas aplicables como en términos absolutos de lo que se considera usualmente una inversión alta.
Tiempo de ejecución	*"Bajo"*	El tiempo de ejecución cuantifica el tiempo de aplicación que requiere la medida analizada, evaluado de manera similar a la inversión, tanto de manera absoluta como relativa.
Nivel de riesgo	*"Bajo"*	El nivel de riesgo indica la incertidumbre y riesgo que asumiría la empresa en caso de poner en práctica la medida, en caso de darse.
Nivel de dificultad	*"Muy bajo"*	El nivel de dificultad representa la dificultad general de aplicación de la medida por factores no contemplados en ninguno de los campos anteriores: condicionantes internos y externos, trámites necesarios, barreras existentes…
Nivel de impacto	*"3"*	El nivel de impacto ejemplariza de manera cuantitativa el impacto potencial general de la medida en comparación con el resto.
Priorización en la ejecución	*"4"*	La priorización de la ejecución indica de manera cuantitativa hasta qué punto debería piorizarse aplicar esta medida entes que el resto, en función de su impacto global y la conveniencia de aplicarla.

Tabla 3. Detalle de las dimensiones cualitativas analizadas en cada medida de eficiencia energética. Fuente ITE

Nivel de inversión, tiempo de ejecución, nivel de riesgo y nivel de dificultad se puntúan entre 1 (Muy alto) y 10 (Muy bajo). Nivel de impacto y priorización en la ejecución se puntúan entre 1 y 5.

A partir de los indicadores anteriores se calcula el **Índice de impacto**, un índice debidamente ponderado sobre 100 que incluye todos los valores anteriores y permite identificar, de manera global según las dimensiones analizadas, el impacto global positivo que tendría la medida respecto al resto. Este índice será el indicador principal que indique qué medidas deberían aplicarse prioritariamente. Por ejemplo, en el caso presentado de integración de variadores de velocidad, el índice de impacto general que se obtiene es de 67.5, indicando que la medida no es de gran interés y convendría enfocarse en otras.

Tanto el índice de impacto como el resto de indicadores calculados se muestran en distintos formatos para maximizar la información representada al usuario y su

significatividad. De esta manera, las medidas aconsejadas se ordenan por índice de impacto, resaltándose de manera más evidente aquellas con mayor índice y que teóricamente resultan más interesantes para el usuario. Para más información, consultar el entregable 3.2 “Interfaces de la herramienta de autodiagnóstico”