

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 *E3.2 Interfaces de herramienta de autodiagnóstico*

Informe justificativo de los interfaces desarrollados en la herramienta de autodiagnóstico del proyecto Energía Industrial 4.0. Desarrollo de la estructura y lógica del motor de cálculo del sistema.

Participantes: ITE y AIDIMME

Índice de contenido

1. Introducción	4
1. Sistema Web y marco de referencia	5
1.1 Aplicación Web	5
1.2 Marco de referencia	6
2. Interfaces gráficos. Entrada de datos: cuestionarios Web.	8
3. Motor de inferencia. Diagramas de estados y base de reglas	9
3.1 Definición de Tipo de Empresa para Eficiencia Energética	9
3.2 Gestión Energética.....	9
3.3 Gestión Térmica.....	11
3.4 Autogeneración.....	12
3.5 Gestión Almacenamiento	13
3.6 Gestión Mercado.....	15
3.7 Gestión Circular	17
3.8 Diagrama de estados en el área de eficiencia productiva.....	19
3.9 Clasificación de empresas para eficiencia productiva	19
3.10 Diseño de bastidores y posicionamiento de piezas	22
3.11 Consumos de energía y agua en baños.....	23
3.12 Sistemas de control: arrastre, enjuague y mantenimiento de soluciones.....	23
4. Motor de inferencia. Módulo de diagnóstico de situación y activaciones de estado	25
5. Interfaces gráficos. Salida de sistema: resultados.	28
5.1 Interfaces de resultados genéricos.....	28
5.2 Interfaces de mapas de situación de estado	33

Índice de figuras

<i>Figura 1. Componentes de sistema Energía Industrial 4.0. Fuente ITE.....</i>	<i>5</i>
<i>Figura 2. Diseño de marco de referencia de aplicación. Fuente ITE.....</i>	<i>6</i>
<i>Figura 3. Página de identificación.....</i>	<i>7</i>
<i>Figura 4. Página de registro.</i>	<i>7</i>
<i>Figura 5. Cuestionario de entrada de datos Consumo de Agua.....</i>	<i>8</i>
<i>Figura 6. Cuestionario de entrada de datos Mercado Eléctrico.</i>	<i>8</i>
<i>Figura 7. Estructura lógica Gestión Energética. Fuente ITE.....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 8. Estructura lógica Gestión Térmica. Fuente ITE</i>	<i>11</i>
<i>Figura 9. Estructura lógica Autogeneración. Fuente ITE</i>	<i>12</i>
<i>Figura 10. Estructura lógica Almacenamiento. Fuente ITE.....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 11. Estructura lógica Gestión de Mercado. Fuente ITE</i>	<i>15</i>
<i>Figura 12. Estructura lógica Gestión Circular. Fuente ITE.....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 13. Diagrama de estados para la eficiencia productiva. Fuente: AIDIMME</i>	<i>19</i>
<i>Figura 14. Esquema de clasificación de empresas. Fuente: AIDIMME</i>	<i>21</i>
<i>Figura 15. Ejemplo de fragmento de flujogramas de decisión diseñados. Fuente: ITE..</i>	<i>26</i>
<i>Figura 16. Gráfica evaluación de resultados. Fuente: ITE</i>	<i>28</i>
<i>Figura 17. Pantalla general de resultados en cuanto a la energía. Fuente: ITE.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 18. Gráfico de puntuación genera de la empresa. Fuente ITE.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 19. Gráfico de impacto de medidas. Fuente ITE.....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 20. Pantalla listado medidas de mayor impacto. Fuente ITE</i>	<i>32</i>
<i>Figura 21. Resultados genéricos de clasificación empresarial. Fuente AIDIMME</i>	<i>33</i>
<i>Figura 22. Ejemplo 1 Mapa de Estado, gestión energética eléctrica. Fuente ITE</i>	<i>34</i>
<i>Figura 23. Resultados generales por áreas de eficiencia productiva. Fuente AIDIMME</i>	<i>35</i>

Índice de tablas

<i>Tabla 1. Paquete de Trabajo 3. Fuente: propuesta EI4.0</i>	<i>4</i>
<i>Tabla 2. Tipo de empresas según aplicación. Fuente: ITE.....</i>	<i>9</i>
<i>Tabla 3. Estados lógica Almacenamiento. Fuente: ITE</i>	<i>14</i>
<i>Tabla 4. Estados lógica Gestión Mercado. Fuente: ITE.....</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 5. Estados lógica Gestión Circular. Fuente: ITE</i>	<i>18</i>
<i>Tabla 6. Estados lógica Posicionamiento de piezas. Fuente: AIDIMME.....</i>	<i>22</i>
<i>Tabla 7. Estados lógica Control de consumos. Fuente: AIDIMME</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 8. Estados lógica Sistemas de control. Fuente: AIDIMME.....</i>	<i>24</i>

1. Introducción

El entregable E3.2 cubre parte de las tareas del paquete de trabajo 3:

FICHAS DESCRIPTIVAS DE LOS PAQUETES DE TRABAJO			
Paquete de trabajo Nº	3	Fecha de comienzo: M06, sept 2017	Fecha de fin: M20, noviembre 2018
Responsable del paquete de trabajo*:	ITE		
Acrónimos otros participantes en este paquete de trabajo*:	AIDIMME		
Título del paquete de trabajo	PT3 - Desarrollo herramienta online de diagnóstico y Web		
Objetivos:	El objetivo de este paquete de trabajo es el de desarrollarla herramienta de auto diagnóstico digital e interactiva propuesta en el proyecto, en el ámbito del sector metal y subsector <i>Tratamiento y revestimiento de metales</i> . Para ello se seguirá el diseño obtenido en el PT2.		
Descripción del trabajo (tareas):	<p>T3.1 – Desarrollo modelo de datos y base de datos (M06-M13) – (ITE, AIDIMME) Desarrollo de modelo de datos que permita digitalizar 1) los datos de entrada a la herramienta, 2) los mapas interactivos desarrollados, así como la relación entre los mismos y 3) los resultados a obtener. Para este modelo de datos se desarrollarán las bases de datos necesarias.</p> <p>T3.2 – Desarrollo de motor de cálculo de herramienta y sistema de información (M09-M20) – (ITE, AIDIMME) En esta tarea se desarrolla el motor de cálculo de la aplicación y sistema de información, gestión de perfiles de uso, drivers de comunicaciones, enlaces internos a diferentes componentes, flujo de operación,..</p> <p>T3.3 – Desarrollo de interfaces (M09-M20) – (ITE, AIDIMME) En esta tarea, el objetivo es implementar y desarrollar los interfaz web que se utilizará en la herramienta presentada para interactuar con los diferentes usuarios y diferentes niveles de información que forman la plataforma. Las interfaces de usuario serán cargadas en las páginas Web de los IITTs</p>		
Entregables:	E3.1 – Modelo de datos HAO, M13 E3.2 – Interfaces de herramienta de autodiagnóstico HAO, M20		
Hitos:	H3.1 – Modelo de datos desarrollado, M13 H3.2 – Interfaces y herramienta Web desarrollada, M20		
Reuniones:	Desde inicio a fin de paquete de trabajo entre ITE y AIDIMME reuniones quincenales y con FEMEVAL mensuales. Objetivo de las primeras organización técnica del desarrollo de tareas y con FEMEVAL organización de cara a mostrar los avances de la herramienta en desarrollo, obtener feedback de de usuarios.		

Tabla 1. Paquete de Trabajo 3. Fuente: propuesta EI4.0

1. Sistema Web y marco de referencia

1.1 Aplicación Web

Se ha desarrollado una aplicación experta de análisis de eficiencia energética y productiva industrial para que sea accesible de manera sencilla a las empresas usuarias.

Para ello, se desarrolla una aplicación Web en la que cada empresa se registra y accede a:

- Un sistema de recogida de datos.
- Un sistema de muestra de información.

A partir de los datos introducidos el motor de cálculo infiere una serie de resultados de análisis de situación y mejoras sobre eficiencia energética y productiva.

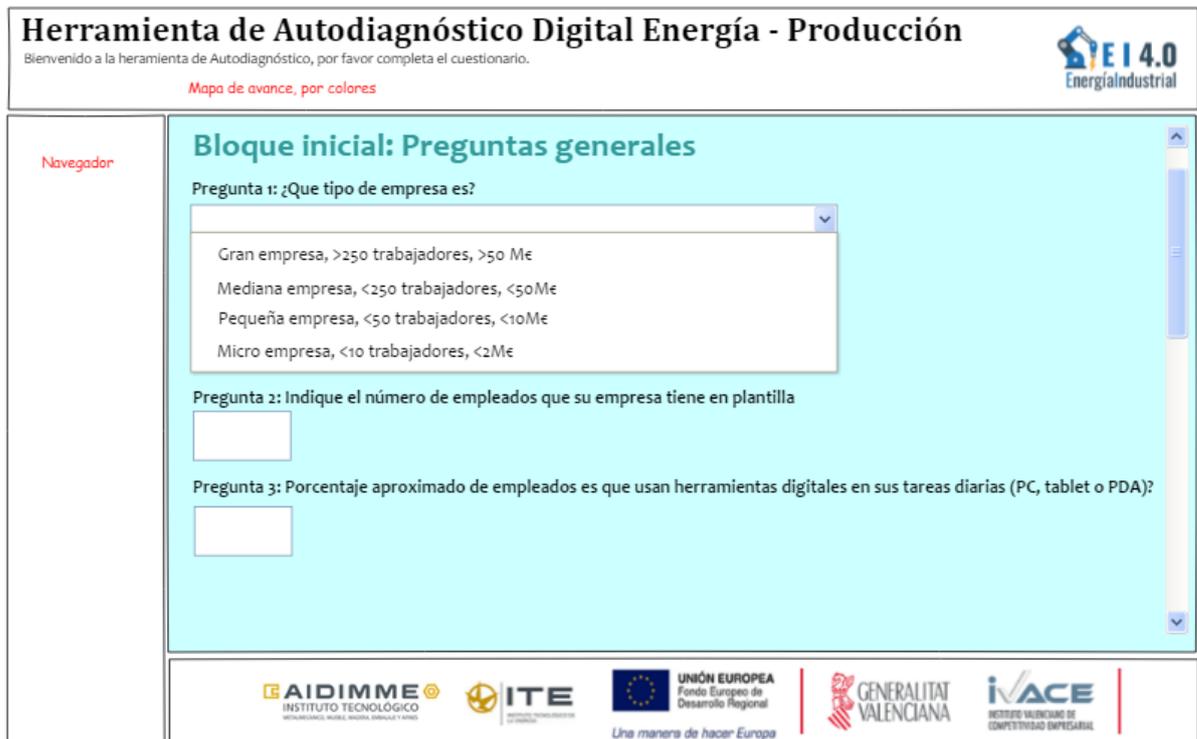


Figura 1. Componentes de sistema Energía Industrial 4.0. Fuente ITE.

En este entregable se introducen los interfaces desarrollados (ambos mecanismos de entrada y salida de información disponen de una serie de interfaces con los que interactúa el sistema con el usuario) en la herramienta de autodiagnóstico del proyecto Energía Industrial 4.0. Y además se describen algunos de las estructuras y lógica del motor de cálculo del sistema.

1.2 Marco de referencia

Para la aplicación Web desarrollada, que contiene los interfaces de entrada/salida y motor de cálculo de la herramienta de autodiagnóstico, se ha diseñado el siguiente marco de referencia:



Herramienta de Autodiagnóstico Digital Energía - Producción
Bienvenido a la herramienta de Autodiagnóstico, por favor completa el cuestionario.
Mapa de avance, por colores

Bloque inicial: Preguntas generales

Pregunta 1: ¿Que tipo de empresa es?

- Gran empresa, >250 trabajadores, >50 Me
- Mediana empresa, <250 trabajadores, <50Me
- Pequeña empresa, <50 trabajadores, <10Me
- Micro empresa, <10 trabajadores, <2Me

Pregunta 2: Indique el número de empleados que su empresa tiene en plantilla

Pregunta 3: Porcentaje aproximado de empleados es que usan herramientas digitales en sus tareas diarias (PC, tablet o PDA)?

Footer: AIDIMME INSTITUTO TECNOLÓGICO, ITE INSTITUTO TECNOLÓGICO, UNIÓN EUROPEA Fondo Europeo de Desarrollo Regional, GENERALITAT VALENCIANA, IVACE INSTITUT VALENCIÀ DE COMPETITIVITAT EMPRESARIAL

Figura 2. Diseño de marco de referencia de aplicación. Fuente ITE

El marco de referencia se compone de 4 áreas:

- Superior: mensajes globales, mapas de seguimiento, botones de acción y logo de proyecto.
- Lateral izquierdo: navegador general de aplicación.
- Inferior: logos IITTs, IVACE y Unión Europea.
- Central: contenidos de aplicación. Principalmente cuestionarios de entrada y resultados.

Para entrar en la aplicación cada usuario deberá completar:

- 1) Identificación.
- 2) Registro.



Figura 3. Página de identificación.



Figura 4. Página de registro.

A continuación se describen los cuestionarios de entrada y las pantallas de salida de información.

2. Interfaces gráficos. Entrada de datos: cuestionarios Web.

El diseño del interfaz gráfico referente a los cuestionarios de entrada se analiza y describe en el *entregable E4.2* ya que es el medio principal de entrada de datos desde las empresas usuarias a la aplicación desarrollada.

A continuación se muestran algunos interfaces desarrollados de entradas de datos:

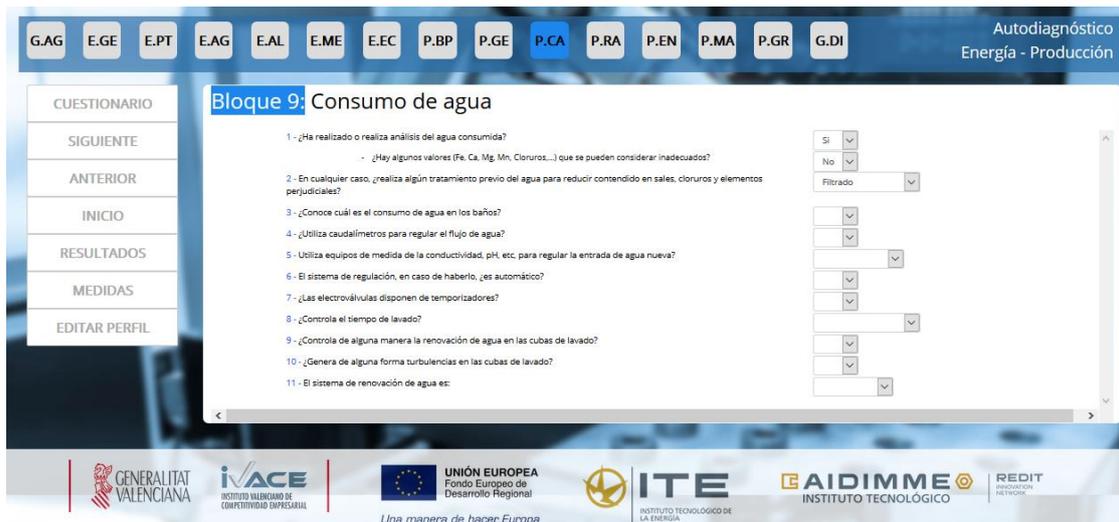


Figura 5. Cuestionario de entrada de datos Consumo de Agua.



Figura 6. Cuestionario de entrada de datos Mercado Eléctrico.

3. Motor de inferencia. Diagramas de estados y base de reglas

A continuación se resume la base de conocimiento desarrollado que compone el motor de inferencia de la aplicación desarrollada. Esta base describe y cuantifica la lógica matemática que sigue el programa para la correcta evaluación de cada área y estado.

3.1 Definición de Tipo de Empresa para Eficiencia Energética

Según los datos que introduzca el usuario, se establecerá una clasificación de la empresa en tres niveles: tipo 1, tipo 2 y tipo 3.

Esta clasificación se lleva a cabo con el fin de simplificar el análisis de soluciones aplicables en cada caso. Las variables que se examinan a la hora de determinar el tipo de empresa serán la energía total anualmente consumida (eléctrica y térmica, fundamentalmente, en kWh) y el tamaño de la empresa (Microempresa, pequeña empresa, empresa mediana y gran empresa).

Tamaño de la empresa \ Energía total anual	Micro empresa	Pequeña empresa	Mediana empresa	Gran empresa
≤ 30000	Tipo 1	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 2
> 30000 & < 200000	Tipo 1	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
> 200000 & ≤ 1000000	Tipo 2	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 3
> 1000000	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 3	Tipo 3

Tabla 2. Tipo de empresas según aplicación. Fuente: ITE

Esta clasificación será de aplicación para las seis áreas de actuación relativas a la eficiencia energética.

3.2 Gestión Energética

En el área de diagnóstico y gestión energética se analiza si la empresa ha realizado una recogida de datos con el fin de emplearlos para gestionar y optimizar la planta en su comportamiento energético. Aspectos como si se consultan y recogen datos de consumos y/o facturación y el modo en que se hace es evaluado y ponderado. Posteriormente se hace hincapié en si se han realizado auditorías o análisis parciales de eficiencia de diferentes áreas operacionales de la empresa, tanto de sus propios procesos productivos como de procesos más horizontales a toda la planta. Por otro lado, y teniendo en cuenta esta situación de evaluación comentada, se valora si es

de interés la adopción de políticas de gestión energética normalizadas. Por último se evalúa el nivel tecnológico alcanzado, o ideal a alcanzar, respecto a sistemas digitales de monitorización base y avanzados energéticos. A continuación se muestra un esquema en el que se ven las relaciones de cada estado que analiza la aplicación en esta área.

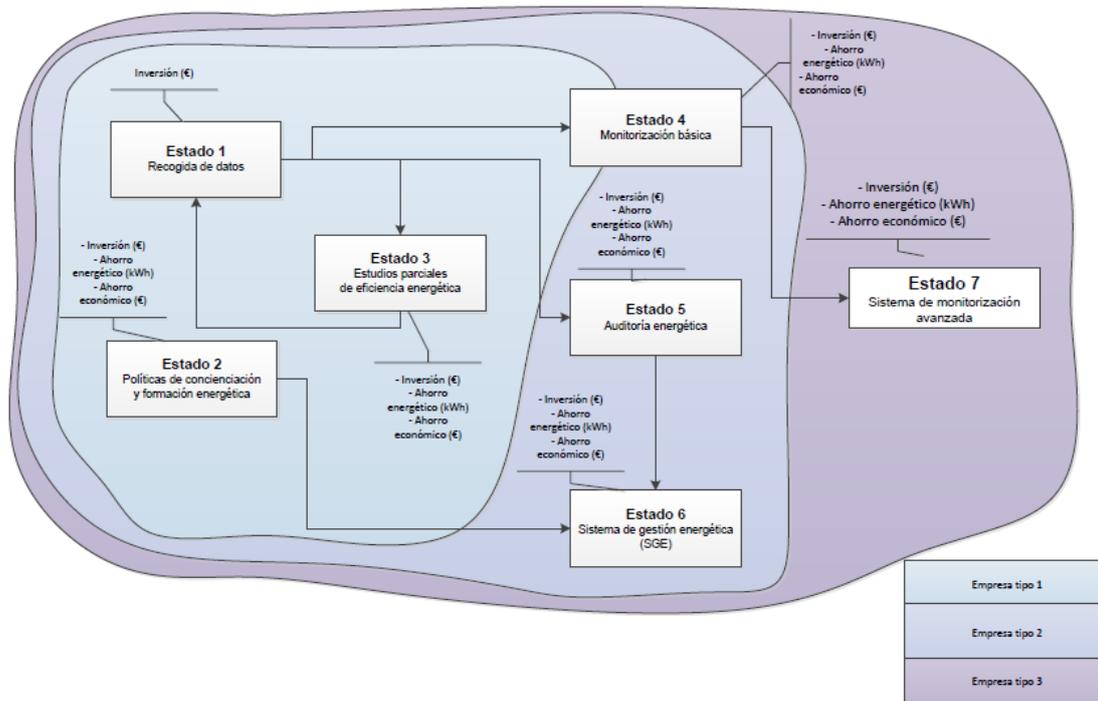


Figura 7. Estructura lógica Gestión Energética. Fuente ITE

En esta área, la totalidad de estados se evalúan mediante una regla de puntuación ponderada. De esta manera, en función de las respuestas del usuario a las preguntas planteadas se asignan valores numéricos que permiten cuantificar si el estado puede evaluarse de una u otra manera. Por poner un breve ejemplo, la siguiente evaluación de puntuación corresponde a un caso de usuario que responde “No”, “Si”, “Si” y “No” a una serie de preguntas:

$$\text{Puntuación (E1.1)} = 0 * 0.15 + 8 * 0.5 + 10 * 0.1 + 0 * 0.25 = 3.5$$

Por la puntuación obtenida, el estado se calificaría como “Parcialmente alcanzado”. Por lo general cada pregunta suele tener cabida en la evaluación de un único estado, si bien en ocasiones la respuesta de una pregunta puede emplearse en más de un estado o en la transición de uno a otro. Finalmente, se ha establecido una serie de condiciones lógicas de transición entre estados en función del tipo de empresa que ha identificado el programa, de manera que se proceda a evaluar los estados correspondientes únicamente si las empresas son susceptibles de alcanzarlos.

3.3 Gestión Térmica

En el mismo sentido que en el apartado anterior se hace un análisis en la gestión de la energía eléctrica en esta área se hace concretando a técnicas para la minimización del consumo y pérdidas en procesos industriales que presenten un flujo de calor entre dos focos a distinta temperatura. Los principales aspectos en los que se centra la aplicación es en el nivel de conocimiento del consumo y energético de los procesos térmicos y si se han abordado análisis de algún tipo, además de si se han apoyado éstos en alguna herramienta de monitorización básica o avanzada o elementos de control de esta energía en los propios procesos.

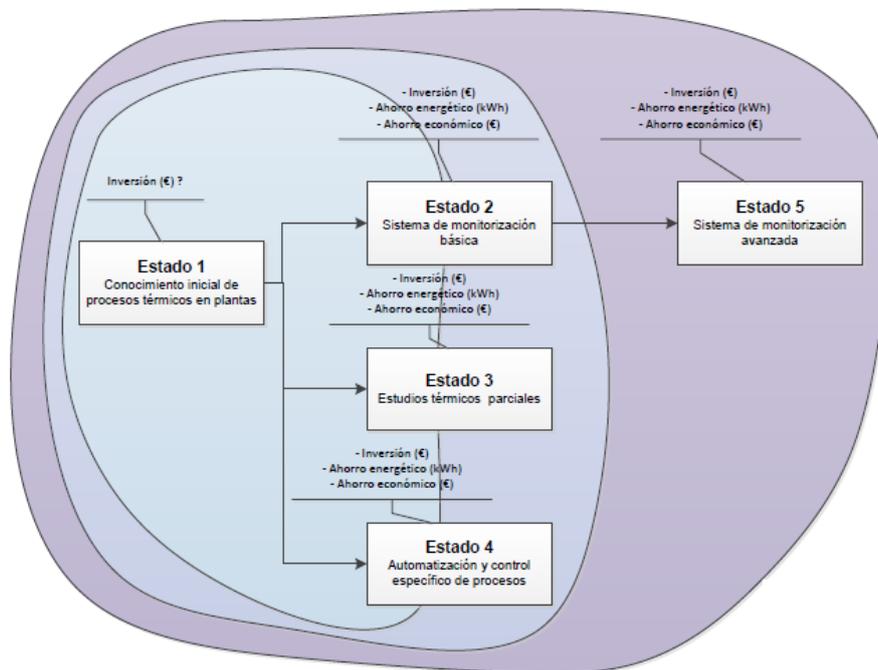


Figura 8. Estructura lógica Gestión Térmica. Fuente ITE

De manera similar al área anterior, se establece también un método de puntuaciones ponderadas en función de las respuestas dadas, aplicando las mismas restricciones y aclaraciones. Sin embargo, por la tipología de área, se establece que dos de las preguntas van enfocadas a conocer si el usuario dispone de consumos térmicos en planta, de manera que forman parte de una regla de exclusión en caso de no tener este tipo de equipos. O lo que es lo mismo, el área no se explora si el usuario no dispone de este tipo de consumos sobre los que actuar.

3.4 Autogeneración

Para el caso del campo de actuación de las energías renovables se ha considerado que la empresa tendrá como dos grandes consumos a cubrir por renovables la energía eléctrica y la energía térmica. Puede darse el caso de que la empresa no tenga consumos térmicos, por lo que se incluye una fase de selección o descarte previo, que también ayuda a descartar totalmente entrar en el área si, por ejemplo, la empresa tiene un consumo menor a un número dado, puesto que en algunos casos la instalación de renovables no tiene demasiado sentido económico. Por otro lado, en este caso concreto la mayor parte del desarrollo lógico recae sobre el proceso de dimensionamiento, que para el caso de la energía eléctrica a cubrir, por ejemplo, se ha considerado la solución de fotovoltaica como solución principal (si la empresa llega al estado 4, o es susceptible de llegar), mientras que la instalación de mini eólica queda como un apoyo, también condicionada por la disponibilidad de viento y algunos parámetros básicos constructivos. A partir de ese punto, el proceso de dimensionamiento fotovoltaico tiene un carácter lineal secuencial claro.

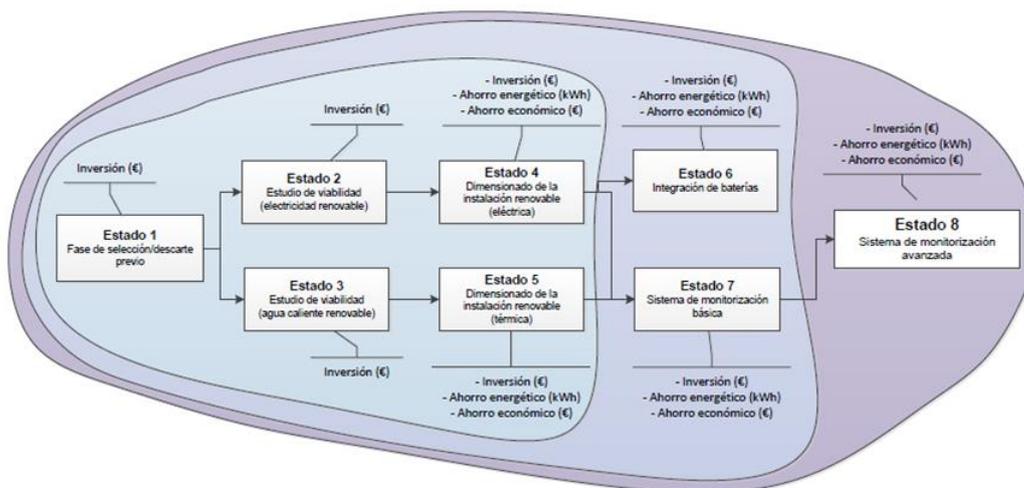


Figura 9. Estructura lógica Autogeneración. Fuente ITE

En relación a esta área de actuación, la lógica se ha desarrollado teniendo en cuenta las necesidades de cálculo del proceso de dimensionamiento y análisis de cada solución, de manera que cada estado, e incluso algunas transiciones entre un estado y otro posterior, llevan asociada una o varias fórmulas matemáticas particulares estructuradas en función de lo que se pretende calcular. A modo de ejemplo, en el dimensionamiento de sistemas de generación de energía termosolar se han implementado algoritmos de determinación del número de paneles necesarios mediante métodos iterativos.

3.5 Gestión Almacenamiento

En lo que almacenamiento energético se refiere, el proyecto pretende abordar esta área de manera que, con la información que se haya introducido, se estimará el coste de tomar medidas concernientes a esta área, y en caso de que la empresa ya dispusiera de un sistema de almacenamiento, se evaluaría el mismo. En esta área también se evalúa la posibilidad de mejorar el sistema de almacenamiento energético, en caso de que la empresa en evaluación dispusiera del mismo, dotando al mismo de sistema de gestión inteligente. La evaluación de esta área será acorde al tamaño y tipo de empresa, dando como salida un margen de mejora que se adapte a estas características de la empresa.

Todos los aspectos que evalúa y estima la aplicación en esta área se ven plasmados en la siguiente imagen.

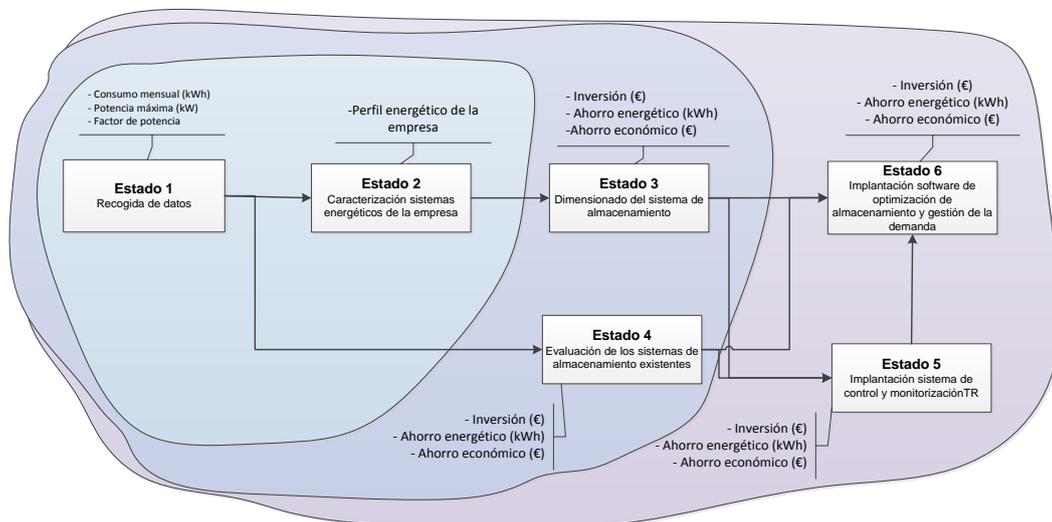


Figura 10. Estructura lógica Almacenamiento. Fuente ITE

Para conocer el estado actual de la empresa y las medidas que puede tomar en relación a esta área, se han evaluado seis estados descritos en la siguiente tabla.

Estado	Descripción	Salidas e Indicadores	Resultados ¹
1. Recogida de datos	Este estado se recopila la información relativa al consumo energético de la empresa en cuestión de existencia y características de sistemas de almacenamiento energético y de sistema de gestión de los sistemas de almacenamiento.	<ul style="list-style-type: none"> Perfil energético de la empresa Grafica de evolución de los consumos mensuales. Los datos de potencia máxima registrada en cada mes. 	(2), (3), (4)

¹ Resultados posibles: (1) No alcanzado y no recomendable, (2) No alcanzado y recomendable, (3) Parcialmente Alcanzado, (4) Totalmente alcanzado

2. Caracterización de los sistemas energéticos de la empresa	En este estado se caracteriza el perfil energético, considerando el mes o los meses donde se produce los consumos máximos y mínimos. También se estudia la estacionalidad de la demanda y dentro de qué rango se produce dicha variabilidad.	<ul style="list-style-type: none"> Deficiencias en el sistema de energía y de almacenamiento Estimación de la inversión para subsanar dichas deficiencias. Retorno de la inversión 	(2), (3), (4)
3. Dimensionado del sistema de almacenamiento	Con la información facilitada por la empresa se lleva a cabo el estudio del dimensionado del sistema de almacenamiento, y contando con que es posible llevar a cabo se hace una estimación económica del coste de la instalación del sistema almacenamiento. Además se realiza una simulación del periodo de retorno y la amortización de la inversión a realizar.	<ul style="list-style-type: none"> Valoración económica de la inversión para implantar el sistema de almacenamiento dimensionado. Ahorro económico que generaría la instalación Coste estimado de la instalación Inversión estimada 	(1), (2), (3), (4)
4. Evaluación del sistema de almacenamiento existente	Se evalúa el sistema de almacenamiento, en caso de que existiese, determinado si es capaz de cubrir las necesidades reales de la empresa a la que abastece.	<ul style="list-style-type: none"> Lista de mejoras del sistema de almacenamiento. Coste estimado de ampliar las instalaciones Ahorro económico actual y de la ampliación Retorno de la inversión 	(1), (2), (3), (4)
5. Implantación de sistemas de control y monitorización en Tiempo Real (TR)	Se estima el coste de implantar un sistema de control y monitorización en tiempo real que gestione el sistema de almacenamiento energético.	<ul style="list-style-type: none"> Estudio para implantar un sistema de control y monitorización en TR Ahorro asociado Inversión estimada Retorno de la inversión 	(1), (2), (3), (4)
6. Implantación de software de optimización de almacenamiento y gestión de la demanda	Se hace un estudio acerca de la implantación de software de optimización de almacenamiento y gestión de la demanda. Además, ofrece una lista de las ventajas de implantar dicho sistema, al mismo tiempo se da una estimación económica de la inversión a realizar y la tasa de retorno y amortización de la misma.	<ul style="list-style-type: none"> Ahorro originado por el sistema Inversión estimada a realizar Retorno de la inversión 	(1), (2), (3), (4)

Tabla 3. Estados lógica Almacenamiento. Fuente: ITE

3.6 Gestión Mercado

El área de facturación y mercado eléctrico aborda la adquisición de energía eléctrica que lleva a cabo la empresa. En el proyecto, cuando se lleva a cabo la evaluación de esta área, dependiendo del tamaño y características de la empresa, se puede evaluar la idoneidad de la tarifa eléctrica contratada, hasta estimar las ventajas de implantar un sistema de predicción de la demanda o del mercado eléctrico, o un sistema de gestión de la demanda en función del coste de la energía eléctrica. Esta evaluación se llevará a cabo en función del tamaño y tipo de empresa, dando como en el resto de áreas como salida un margen de mejora que adapte a estas características de la empresa.

En esta área de estudio, a modo orientativo, la secuencia de la evaluación y estimación de los distintos aspectos relacionados, quedan plasmados en la siguiente figura.

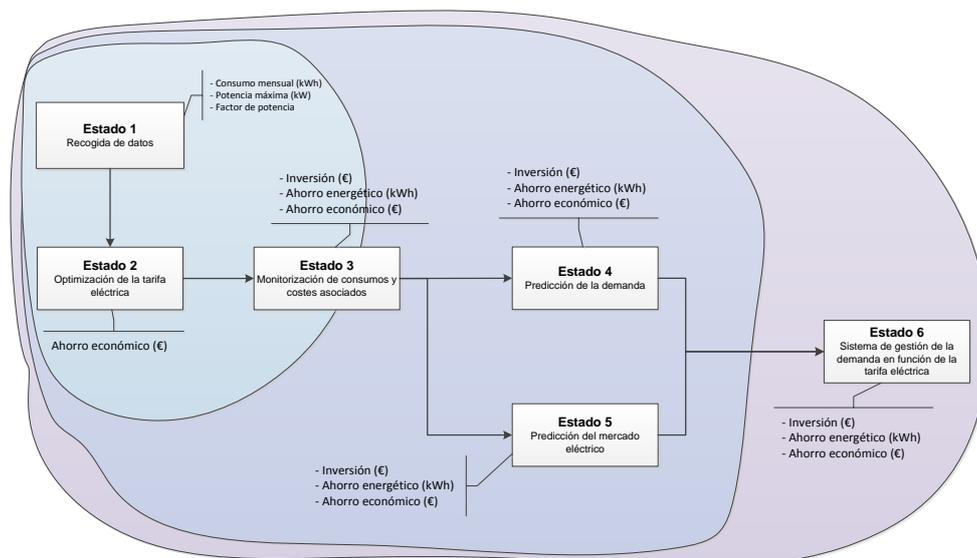


Figura 11. Estructura lógica Gestión de Mercado. Fuente ITE

Para conocer el estado actual de la empresa y las medidas que puede tomar en relación a esta área, se han evaluado seis estados descritos en la siguiente tabla.

Estado	Descripción	Salidas e Indicadores	Resultados ²
1. Recogida de datos	Este estado tiene como objetivo tomar los datos relacionados con la tarifa eléctrica que tienen contratada.		(2), (3), (4)

² Resultados posibles: (1) No alcanzado y no recomendable, (2) No alcanzado y recomendable, (3) Parcialmente Alcanzado, (4) Totalmente alcanzado

2. Optimización de tarifa eléctrica	Se analiza cuán óptima es la tarifa contratada por la empresa con respecto a su actividad y perfil energético asociado.	<ul style="list-style-type: none"> Ahorro originado por la optimización de la tarifa eléctrica 	(2), (3), (4)
3. Monitorización de consumos y costes	En este estado se monitoriza la vigencia del estudio optimización de factura eléctrica, se evalúa si la empresa dispone de un sistema de monitorización de los costes asociados al consumo de energía eléctrica y en caso de que no existiera se hace una estimación económica del coste de implantarlo o cuánto costaría mejorarlo en caso de que existiese.	<ul style="list-style-type: none"> Inversión a llevar a cabo para implantar o mejorar el sistema de monitorización de los costes Retorno de la inversión 	(1), (2), (3), (4)
4. Predicción de la demanda	Se evalúa si la empresa lleva a cabo algún tipo de estimación de consumo eléctrico. Dicha predicción de la demanda se puede estimar a partir de la actividad programada en la fábrica, o mediante algoritmos de predicción que tomen en cuenta información histórica y estacionalidad de la actividad de la empresa.	<p>Desarrollar e implantar un sistema de predicción de la demanda mediante el uso de técnicas avanzadas.</p> <ul style="list-style-type: none"> Inversión a llevar a cabo Retorno de la inversión 	(1), (2), (3), (4)
5. Predicción del mercado eléctrico	Este estado sólo es evaluable en aquellas empresas con un gran consumo eléctrico, a las cuales les es rentable adquirir la energía directamente en el mercado eléctrico. Evalúa si la empresa dispone de algún sistema de predicción del mercado eléctrico.	<p>Implantar un sistema de predicción del mercado eléctrico</p> <ul style="list-style-type: none"> Inversión estimada Retorno de la inversión 	(1), (2), (3), (4)
6. Sistema de gestión de la demanda en función de tarifa eléctrica	Este estado está pensado para empresas de mediano y gran tamaño, de cara a implementar un sistema de gestión de la demanda en función de la tarifa eléctrica. Para ello es necesario que la empresa tenga una tarifa eléctrica fraccionada en periodos, para gestionar las actividades en función de la variación del coste de la energía eléctrica.	<p>Lista de indicadores que especifiquen el ahorro económico obtenido al implantar un sistema de gestión de la demanda en función de la tarifa eléctrica</p> <ul style="list-style-type: none"> Inversión estimada Retorno de la inversión 	(1), (2), (3), (4)

Tabla 4. Estados lógica Gestión Mercado. Fuente: ITE

3.7 Gestión Circular

El área de empresa colaborativa, se centra en buscar sinergias entre empresas del sector que se presten a formar un sistema colaborativo entre estas empresas. Para llevar a cabo este propósito, la aplicación gracias a la información facilitada por los usuarios, contrasta esta información con la que dispone de otras empresas similares con el fin de identificar posibles colaboraciones entre las empresas que se detecte que tengan sinergias. Como complemento a esta área, se llevan a cabo estimaciones de los beneficios que puede obtener la empresa al implementar un sistema colaborativo con las empresas que tiene dichas sinergias. El tamaño y tipo de empresa condiciona la evaluación que se lleve a cabo.

Para esta última área, el proceso de evaluación y estimación de los aspectos de la empresa relacionados, se sigue un proceso secuencial que queda plasmado en la siguiente imagen.

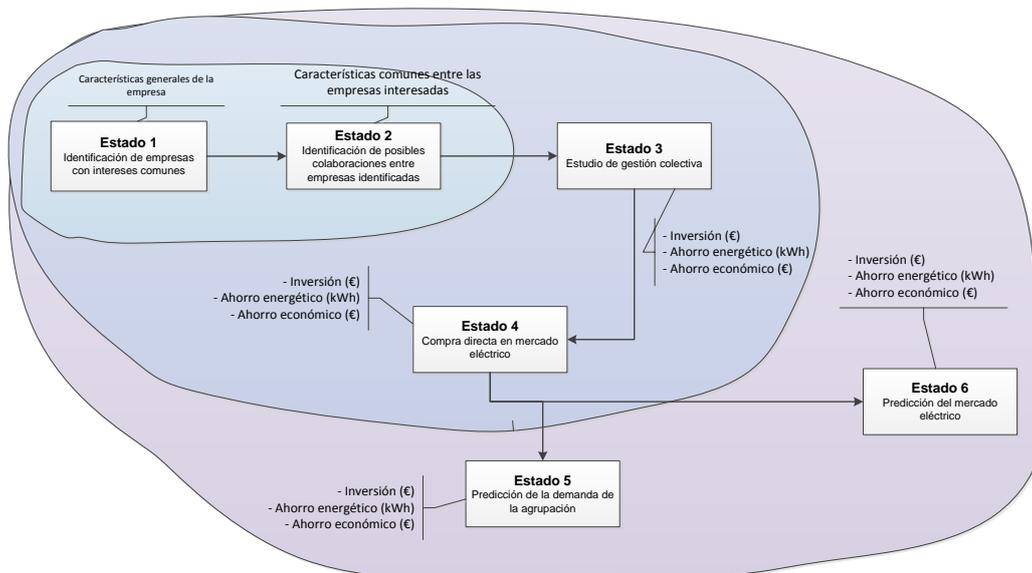


Figura 12. Estructura lógica Gestión Circular. Fuente ITE

Para conocer el estado actual de la empresa y las medidas que puede tomar en relación a esta área, se han evaluado seis estados descritos en la siguiente tabla.

Estado	Descripción	Salidas e Indicadores	Resultados ³
1. Identificación empresas con intereses comunes	Se contrasta la información en base de datos que se tiene de otras empresas para relacionar aquellas que tienen intereses en común, en lo que gestión energética se refiere.		(2), (3), (4)

³ Resultados posibles: (1) No alcanzado y no recomendable, (2) No alcanzado y recomendable, (3) Parcialmente Alcanzado, (4) Totalmente alcanzado

2. Identificación de posibles colaboraciones entre empresas identificadas	Identifica los posibles intereses comunes, valorando la factibilidad de llevar a cabo dichas colaboraciones, tales como, instalaciones energéticas compartidas.	<ul style="list-style-type: none"> Listado de posibles empresas colaboradoras. Características en común con las empresas que se pueda colaborar. 	(2), (3), (4)
3. Estudio de gestión colectiva	Estudia las posibles ventajas de gestionar los sistemas energéticos de manera colectiva, mediante el uso de un software de ayuda a la toma de decisiones.	Valoración de si es necesario implantar un sistema de gestión energética colectiva, <ul style="list-style-type: none"> Inversión estimada Retorno de la inversión 	(1), (2), (3), (4)
4. Agrupación para ir a mercado eléctrico	Estudio de viabilidad económica de adquirir la energía eléctrica directamente en el mercado eléctrico.	Valoración (Costes y ahorro) de cuáles serían las ventajas económicas de adquirir la energía eléctrica directamente en el mercado eléctrico como agente de mercado	(1), (2), (3), (4)
5. Predicción de la demanda	Estudio de viabilidad de implantación de un sistema colectivo de predicción de la demanda, que o bien, se base en las órdenes de pedido de las empresas, o bien se base en datos históricos y estacionalidad de la demanda de las empresas involucradas.	Medidas para implantar un sistema colectivo de predicción de la demanda <ul style="list-style-type: none"> Inversión estimada Retorno de la inversión 	(1), (2), (3), (4)
6. Predicción del mercado eléctrico	Implantación de un sistema de predicción del mercado eléctrico para aquellas agrupaciones formadas por empresas que realmente les sea rentable tener una tarifa indexada a mercado eléctrico, o adquirir la energía eléctrica directamente en el mercado eléctrico.	Medidas para implantar un sistema de predicción del mercado eléctrico para <ul style="list-style-type: none"> Inversión estimada Retorno de la inversión 	(1), (2), (3), (4)

Tabla 5. Estados lógica Gestión Circular. Fuente: ITE

3.8 Diagrama de estados en el área de eficiencia productiva

Las propuestas que puede ofrecer el sistema se definen a partir del diagrama de estados, el cual muestra la secuencia de actuaciones que potencialmente se podrían desarrollar, en función de la situación actual de la empresa reflejada en las respuestas al cuestionario. Los estados deben entenderse como acciones genéricas a desarrollar, que podrán concretarse en función de la problemática detectada en la empresa. El diagrama de estados se define para el conjunto de técnicas, aunque las potenciales soluciones se particularizan en función de las respuestas obtenidas. Se define el siguiente diagrama de estados:

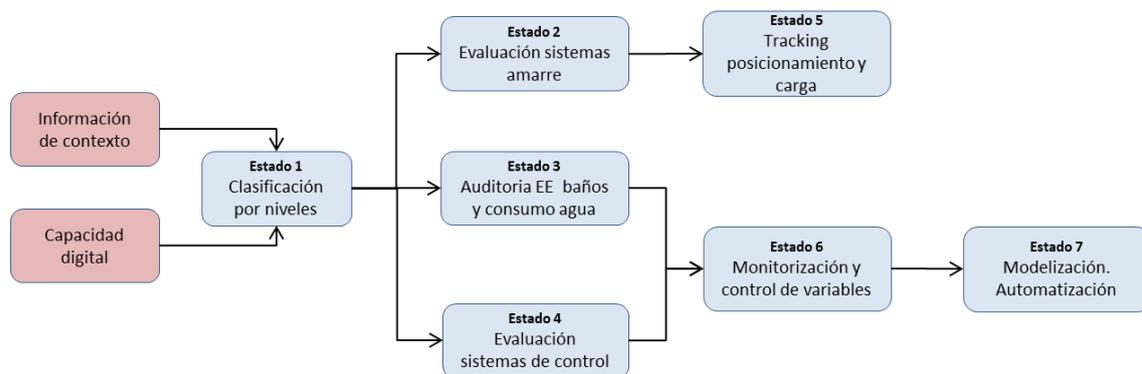


Figura 13. Diagrama de estados para la eficiencia productiva. Fuente: AIDIMME

Los estados 2, 3 y 4 hacen referencia a la necesidad de disponer de información relevante que permita evaluar el grado de aplicación de las diferentes técnicas de mejora, y por tanto las recomendaciones se orientarán en ese sentido.

El estado 5 propone medidas para realizar un seguimiento semi-automatizado o automatizado del posicionamiento de piezas en bastidores y del rendimiento de las cargas, y aplica al diseño de bastidores y posicionamiento de piezas.

Los estados 6 y 7 aplican al resto de técnicas, y recogerán las propuestas sobre automatización en la captura de datos, análisis, modelización de procesos y posibilidades de automatización

3.9 Clasificación de empresas para eficiencia productiva

En el ámbito de la eficiencia productiva, se ha establecido una clasificación empresarial ligeramente distinta a la utilizada en el área energética. Se consideran tres factores relevantes para establecer esta clasificación:

DIGITALIZACIÓN

El resultado obtenido en este apartado se obtiene a partir de las preguntas contenidas en el cuestionario relativas a infraestructura digital y prácticas digitales

esencialmente. A partir de dichas respuestas se calcula una puntuación promedio que considera los siguientes aspectos:

- Tecnología. Hace referencia al conjunto de tecnologías que permiten la hibridación entre el mundo físico y el mundo digital/virtual, tanto en una dirección como en otra, aquellas que permiten la conexión de la fábrica con el consumidor final, tecnologías de comunicación y tratamiento de datos, así como aplicaciones de gestión intra-empresa e inter-empresa.
- Personas. Se refiere a la existencia en la empresa de personal con las capacidades y actitud adecuada para el proceso de transformación digital.
- Desempeño Digital. Se trata de un facilitador que hace referencia a la capacidad de la organización para extraer y gestionar la información relevante en cada uno de los procesos, analizarla de forma sistemática utilizando herramientas avanzadas, y hacerla llegar a cualquier punto de la cadena de valor donde sea útil o necesaria.

PRODUCTIVIDAD

La productividad tal y como se ha calculado en la aplicación representa la facturación por empleado. Se ha calculado así para no introducir mayor complejidad en el cuestionario. La forma adecuada de calcularla para poderse comparar con las cifras medias que facilita tanto la administración pública europea como la española, es a partir del valor añadido por empleado con lo cual a la facturación se le debe restar el coste de los suministros externos, tanto materiales como servicios.

En cualquier caso, la cifra calculada es una estimación razonable de la productividad en la mayor parte de empresas. En el caso de la industria de galvanotecnia, se ha calculado la facturación media por empleado a partir de los últimos datos oficiales del Instituto Valenciano de Estadística. Por debajo del 66% de esa cifra se considera la puntuación mínima, y por encima del 130%, la puntuación máxima, estando las puntuaciones intermedias distribuidas proporcionalmente entre ambos extremos.

NIVEL DE EMPRESA

El nivel de la empresa es un mero indicador para valorar las posibilidades de la empresa en la puesta en marcha de las acciones propuestas, aunque no influye en absoluto en cuanto a las recomendaciones propuestas. Cabe suponer que una empresa con un nivel 3 estará más preparada que una de nivel 1, pero dada la forma de calcular el indicador es posible que se cometan errores de evaluación, por lo que se ha decidido que las propuestas no dependan del nivel.

El indicador se ha calculado considerando tanto el nivel de digitalización como la productividad, y corrigiendo el resultado a partir del tamaño de la empresa. Cabe suponer que las empresas con más recursos podrán abordar con mayor facilidad las acciones de mejora.

A partir de estos tres criterios, se definen las empresas de nivel 1, 2 y 3, siguiendo la lógica mostrada en el siguiente diagrama:

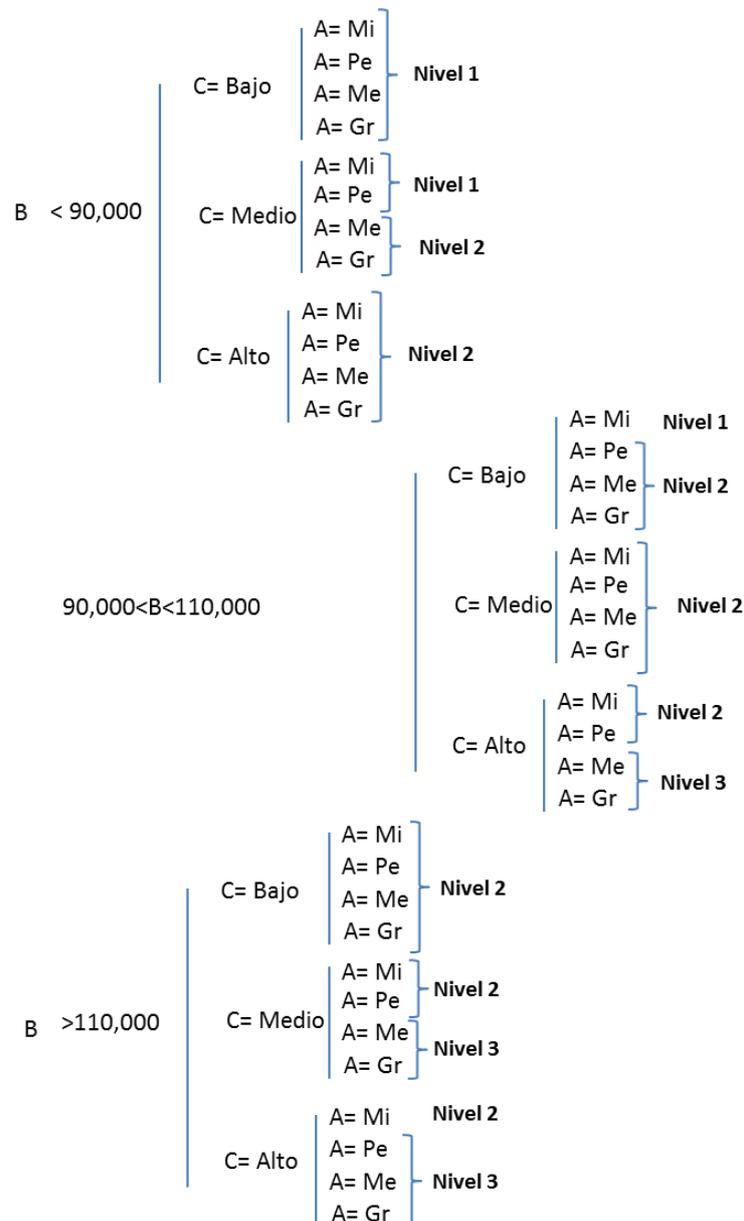


Figura 14. Esquema de clasificación de empresas. Fuente: AIDIMME

La variable A hace referencia al tamaño de la empresa, la B a la facturación por empleado y la C al nivel de digitalización (bajo < 30 puntos, medio entre 30 y 70, y alto más de 70 puntos obtenidos en el apartado específico relativo a digitalización del cuestionario)

De forma genérica el nivel de cada empresa se corresponde con las siguientes definiciones:

- **Nivel 1-** Empresas con menos de 50 empleados, con una baja productividad y un bajo nivel de digitalización
- **Nivel 2-** Empresas pequeñas o medianas, productividad en el entorno de la media sectorial y un nivel de digitalización bajo o medio
- **Nivel 3-** Empresas pequeñas, medianas o grandes, productividad superior a la media sectorial y un nivel de digitalización medio o alto.

3.10 Diseño de bastidores y posicionamiento de piezas

En caso de que se utilicen bastidores para colgar las piezas, es sabido la cantidad de tiempo que consume esta operación y el riesgo de que los problemas de calidad se multipliquen. La adopción de medidas que tiendan a reducir o bien el tiempo de proceso, o bien el porcentaje de defectos es el objetivo esencial de este apartado. Una puntuación baja implica que no se conoce con precisión los factores que podrían mejorar la eficiencia, o bien que no se están siguiendo lo que podría considerarse como buenas prácticas: diseño de amarres, diseño de piezas, etc.

Como se ha indicado en el apartado 2.8 se evalúan esencialmente dos estados (el 2 y el 5) los cuales generan las propuestas de mejora correspondientes. Para conocer el estado actual de la empresa y las medidas que puede tomar en relación a esta área, se han evaluado los estados descritos en la siguiente tabla.

Estado	Descripción	Salidas e Indicadores
1. Evaluación sistemas de amarre	Se valora el conocimiento que tiene la empresa de los datos reales de coste y eficiencia en el proceso	<ul style="list-style-type: none"> • Auditoria de la situación actual. • Rediseño de bastidores.
2. Tracking de posicionamiento y carga	Se identifica los medios que utiliza la empresa para optimizar el proceso: evolución temporal de la eficiencia e indicadores de mejora	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación periódica del coste de personal • Evaluación periódica de mejoras en el diseño del bastidor.
3. Automatización (no contemplado como estado pero sí como salida)	Se evalúa la posibilidad de automatizar las cargas y monitorizar automáticamente los indicadores básicos.	<ul style="list-style-type: none"> • Viabilidad de la automatización • Viabilidad de la monitorización continua

Tabla 6. Estados lógicos Posicionamiento de piezas. Fuente: AIDIMME

3.11 Consumos de energía y agua en baños

Estos consumos se puede considerar los más elevados de la empresa, de ahí la importancia de su control en primer lugar, y seguidamente de su reducción. El análisis de esta área se centra en las actuales medidas que se están adoptando para mejorar la eficiencia energética en los baños, bien utilizando tecnología más eficiente o bien reduciendo la necesidad de consumo.

En el ámbito del consumo de agua, el análisis va más orientado al control relativo en función de la superficie tratada, y a la reutilización

Para conocer el estado actual de la empresa y las medidas que puede tomar en relación a esta área, se han evaluado los estados descritos en la siguiente tabla.

Estado	Descripción	Salidas e Indicadores
1. Auditoria de prácticas actuales	Se valora el conocimiento que tiene la empresa de los datos reales de consumo	<ul style="list-style-type: none"> • Auditoria de la situación actual. • Evaluación de rentabilidad de adoptar medidas de mejora.
2. Monitorización de consumos	Se identifica los medios que utiliza la empresa para optimizar el proceso: evolución temporal de la eficiencia e indicadores de mejora	<ul style="list-style-type: none"> • Instalación de sistema de medición en continuo • Establecimiento de alertas y sistema de avisos
3. Modelización y automatización de procesos	Se evalúa la posibilidad de automatizar procesos de consumo y renovación .	<ul style="list-style-type: none"> • Creación de modelos de consumo para proceder a la automatización del sistema

Tabla 7. Estados lógica Control de consumos. Fuente: AIDIMME

3.12 Sistemas de control: arrastre, enjuague y mantenimiento de soluciones

El arrastre, el enjuague y el mantenimiento de soluciones son o bien fenómenos que ocurren de forma poco controlada, o bien procesos de control de los baños necesarios para obtener la eficiencia buscada. En este caso se evalúa nuevamente las prácticas que se siguen en la empresa y hasta qué punto se controlan diversos parámetros que tienen una influencia elevada en estos procesos.

Al igual que ocurre con el control de entradas, los estados analizados son los esenciales: control, monitorización y automatización.



Estado	Descripción	Salidas e Indicadores
1. Auditoria de prácticas actuales	Se valora el conocimiento que tiene la empresa de los datos reales	<ul style="list-style-type: none"> Medición de parámetros clave y evaluación de su eficacia
2. Monitorización de controles	Se identifica los medios que utiliza la empresa para optimizar el proceso a lo largo del tiempo	<ul style="list-style-type: none"> Instalación de sistema de medición en continuo de diferentes variables de los baños Establecimiento de alertas y sistema de avisos
3. Modelización y automatización de procesos	Se evalúa la posibilidad de simular virtualmente los procesos que ocurren realmente en los baños, y seguidamente proceder a su automatización.	<ul style="list-style-type: none"> Sistemas automatizados de control y mejora de variables en baños

Tabla 8. Estados lógica Sistemas de control. Fuente: AIDIMME

4. Motor de inferencia. Módulo de diagnóstico de situación y activaciones de estado

El primero de los módulos de análisis inteligente que compone el motor de inferencia del sistema experto es el de “**Diagnóstico de Situación**” que permite realizar una determinación de estados. O lo que es lo mismo, determina autónomamente para cada empresa, según su situación de partida, en qué situación se encuentra según la base de conocimiento desarrollada y a qué situación debería optar a alcanzar, de manera realista. El módulo opera de la siguiente manera:

- 1) Partiendo de los **questionarios de entrada** por medio de los cuales se recopilan datos generales y particulares en relación a las áreas de eficiencia energética de las empresas, se realiza un análisis de las respuestas del usuario.
- 2) Una vez introducida esta información, el programa recurre a los **mapas de conocimiento** previamente descritos en este documento. Los estados pueden tener entradas tanto de estados precedentes como de respuestas concretas del usuario a algunas preguntas de los cuestionarios. A partir de estos estados se puede mostrar gráficamente un modelo simplificado al usuario para que visualmente identifique en qué estado se encuentra y qué estado podría alcanzar, así como las acciones necesarias para alcanzar ese estado y parámetros de decisión asociados como tiempo de ejecución de las medidas, niveles de riesgo, de dificultad, de impacto y de priorización de ejecución.
- 3) Por último el sistema determina la **situación de la empresa**, llevando a cabo operaciones a tres niveles: en el primero se realiza una caracterización del “tipo” de empresa según su tamaño (micro, pequeña, mediana y gran empresa), capacidad económica y nivel de consumo energético. Y combinando estos factores la empresa es clasificada en un determinado tipo y, en consecuencia, optará a soluciones de mayor o menor complejidad. En un segundo nivel, y definido por un flujograma y lógica en cada área, que compone la base de conocimiento del módulo, se obtiene un árbol de decisión a medida de cada caso planteado. Además, un tercer nivel de operativa encapsula la activación, o no, ponderada de cada etapa. De esta manera se define el estado en el que se encuentra la empresa según su madurez de asimilación de la temática que se está evaluando como estado: “Alcanzado”, “Parcialmente Alcanzado”, “No Alcanzado pero Alcanzable” y “No Alcanzado y No Recomendable”. Estas activaciones servirán de base de partida para el siguiente módulo de análisis del “Plan de Mejora”.

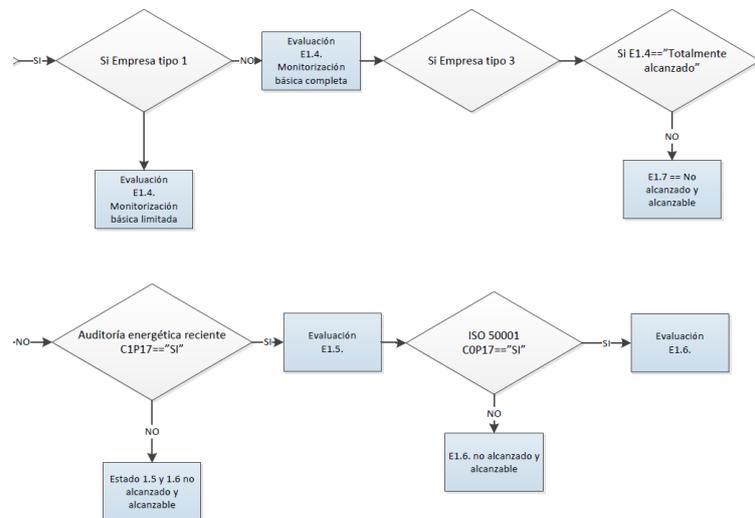


Figura 15. Ejemplo de fragmento de flujogramas de decisión diseñados. Fuente: ITE

Como se aprecia, la evaluación secuencial permite clarificar el estado en que se va a clasificar a la empresa que conteste al cuestionario según las respuestas que introduzca. En el caso concreto presentado se está realizando una evaluación de los estados 4, 5 y 6 del Área 1: Gestión Energética. Como se aprecia, el programa analiza el tipo de empresa (Tipo 1, 2 o 3 según sus características tal y como se define en el punto 2.1 del presente documento) y las respuestas a algunas preguntas pertinentes para determinar si el estado ha sido o no alcanzado, y en qué grado. En aquellas cajas en que no se asigna una activación de estado (Ej: “Evaluación E1.6”) se está redirigiendo a otro nivel de lógica en que se valora esa activación de estado mediante una lógica detallada de mayor complejidad.

Sin embargo, los distintos flujogramas se han elaborado tratando de aportar la suficiente flexibilidad como para tener en cuenta distintos criterios de evaluación. En ese sentido, se ha definido un segundo nivel de lógica, de mayor detalle, en la que se aborda la evaluación de los estados mediante métodos aritméticos y de ponderación que se han considerado adecuados en cada caso. La siguiente ecuación muestra un sencillo ejemplo de ecuación matemática de evaluación ponderada según las respuestas introducidas por el usuario:

$$Eval. Estado_{1.1} = \sum_{i=1}^4 [P(C1P_i) * p(C1P_i)]$$

Donde se evalúa un estado en función de la regla matemática y la ponderación establecida para las preguntas “i” especificadas. Este tipo de métodos aportan una gran flexibilidad en la evaluación tanto cualitativa como cuantitativa de consecución de estados, además de resultar de sencilla implementación. Sin embargo, la evaluación de estados también se ha llevado a cabo mediante métodos de mayor complejidad en los casos en que se ha estimado necesario para alcanzar un buen

grado de evaluación, como es el caso de implementación de reglas matemáticas particulares y sus variables asociadas.

Resultado.Estado_{X,Y} = f(Tipo.Empresa; AutoEvaluación.Estado_{X,Y}; Input.Variables_{1-N})

Con:

Tipo.Empresa ∈ [1,3]

X ∈ [1,6]

Y ∈ [1,n], según el caso

Los resultados de mejora asociados a cada estado define la respuesta particular que se le da al usuario, en función de su clasificación de tipo de empresa, las respuestas y evaluaciones de estados previos o variables de cálculo significativa, según en caso. Se habla, por ello, de un conjunto de reglas definidas según los casos de uso del programa, llegando a un alto nivel de detalle y dotando a la herramienta de un mayor valor añadido.

5. Interfaces gráficos. Salida de sistema: resultados.

En este apartado se describe el diseño del interfaz gráfico referente a las variables de salida del sistema de autodiagnóstico planteado. Los objetos desarrollados son los siguientes:

5.1 Interfaces de resultados genéricos

La pantalla de resultados genéricos se compone de las siguientes gráficas que muestran resultados generales:

1. Gráfica de progresión por área y estado

En esta primera gráfica se muestra de forma esquemática y resumida la evaluación cualitativa que el sistema ha realizado de la empresa para cada uno de los estados definidos en cada área de actuación, empleando el siguiente código de colores y formato para cada una de las cuatro evaluaciones realizadas:



Figura 16. Gráfica evaluación de resultados. Fuente: ITE

Quedando como sigue:



Figura 17. Pantalla general de resultados en cuanto a la energía. Fuente: ITE

2. Gráfica de puntuación general de la empresa

En esta gráfica se muestra la evaluación general de la empresa según los estados alcanzados en cada una de las áreas, siguiendo el formato de la siguiente figura:

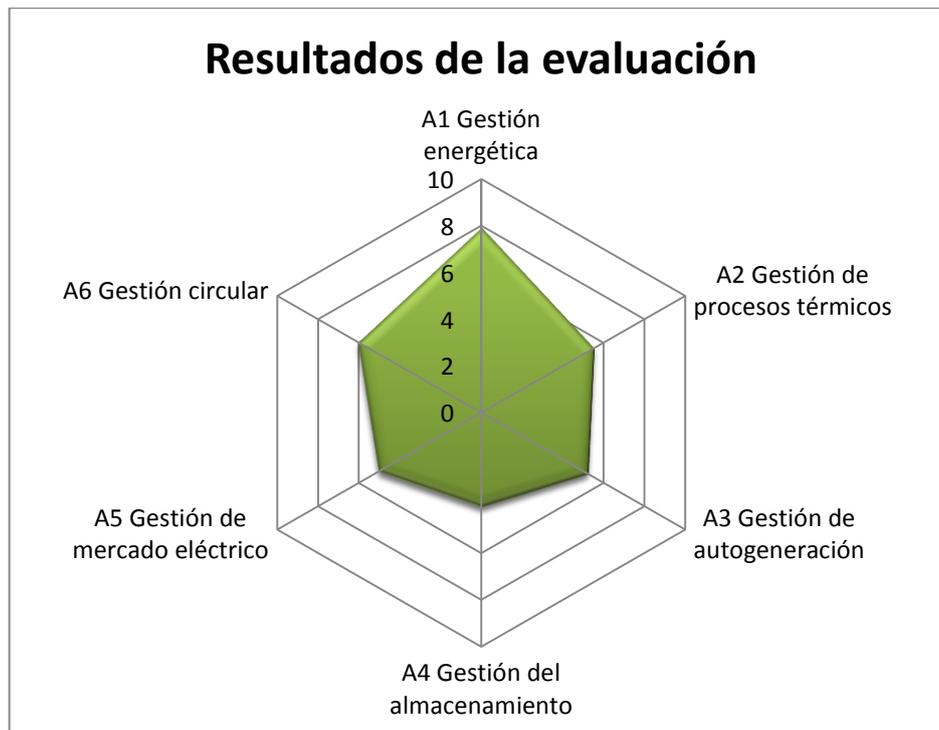


Figura 18. Gráfico de puntuación general de la empresa. Fuente ITE

La puntuación mostrada para cada área se obtiene siguiendo un sistema de ponderaciones de importancia en la evaluación por estado y área para cada tipo de empresa, formalmente descrito a partir de la siguiente ecuación:

$$Puntuación (A_i, E_j) = \sum_{k=1}^n (p_k * e_k) * 10$$

Dicha puntuación es propia de cada área A_i y tipo de empresa E_j , pues p_i corresponde a la ponderación absoluta (independiente del tipo de empresa) de cada estado según la evaluación que se haya realizado y $e_{i,j}$ hace referencia a la ponderación de estado dependiente del tipo de empresa. El sumatorio para el área A_i se realiza para los n estados de la que se compone ésta. Se hacen en consecuencia 6 cálculos de la puntuación, uno para cada área de la empresa.

Tanto p_i como $e_{i,j}$ se obtienen de las matrices de datos correspondientes almacenadas en base de datos y definidas según criterios de valoración crítica de la importancia de cada estado. El resultado $Puntuación (A_i, E_j)$ se redondea al decimal superior.

3. Listado de 5 medidas de mayor impacto

Se listan las cinco medidas de mayor índice de impacto (de mayor a menor índice) que se recomienden a la empresa, indicando: 1) Posición de la medida 2) Código identificador de la medida 3) Nombre de la medida y 4) Índice de impacto de la medida

4. Gráfica de impacto de medidas aplicables.

Se representan los índices de impacto de todas las medidas seleccionadas en una gráfica de barras similar a la siguiente:

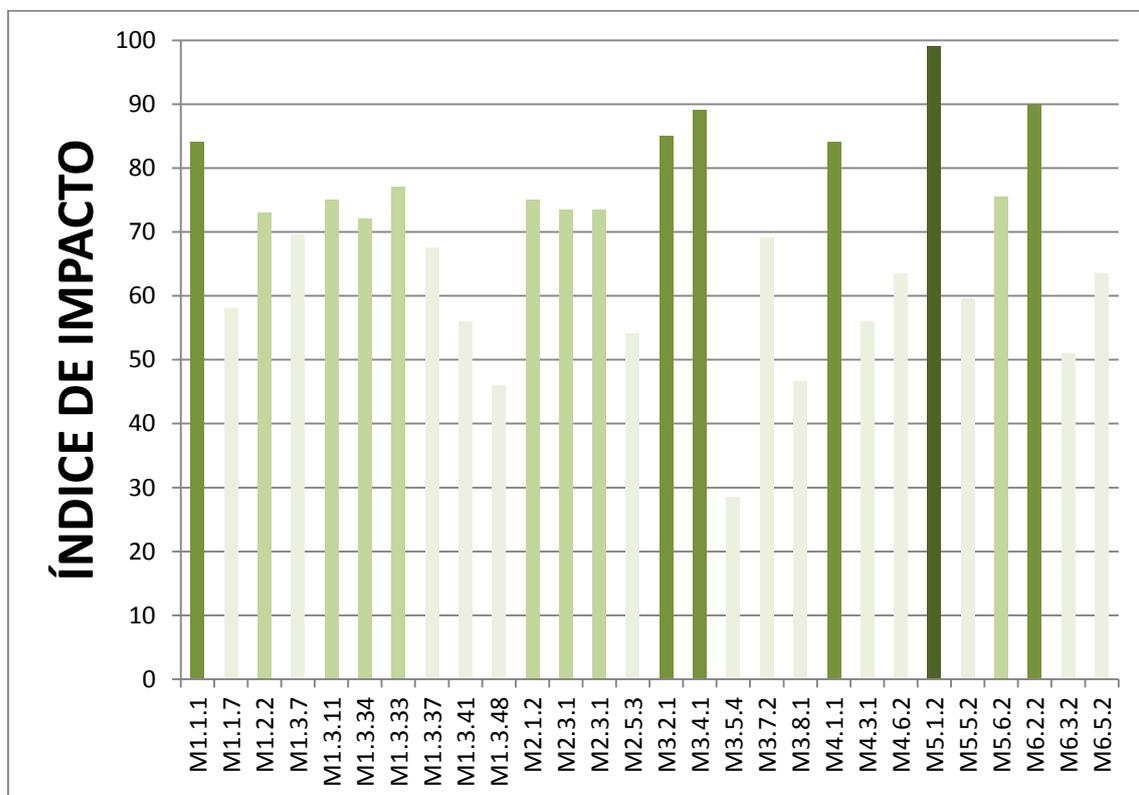


Figura 19. Gráfico de impacto de medidas. Fuente ITE

Se sigue el siguiente código de colores por tonos:

- Tono 1, oscuro: barras que representan índices de medidas situados entre 90 y 100. Medidas prioritarias.
- Tono 2, parcialmente oscuro: similar pero entre 80 y 90. Medidas importantes
- Tono 3, claro: similar pero entre 70 y 80. Medidas no prioritarias pero aconsejables.
- Tono 4: resto de casos. Medidas de menor impacto.

Las etiquetas del eje de abscisas corresponden al identificador de medida. Esta gráfica se introduce en la pestaña “Medidas”, tal y como muestra la siguiente figura.

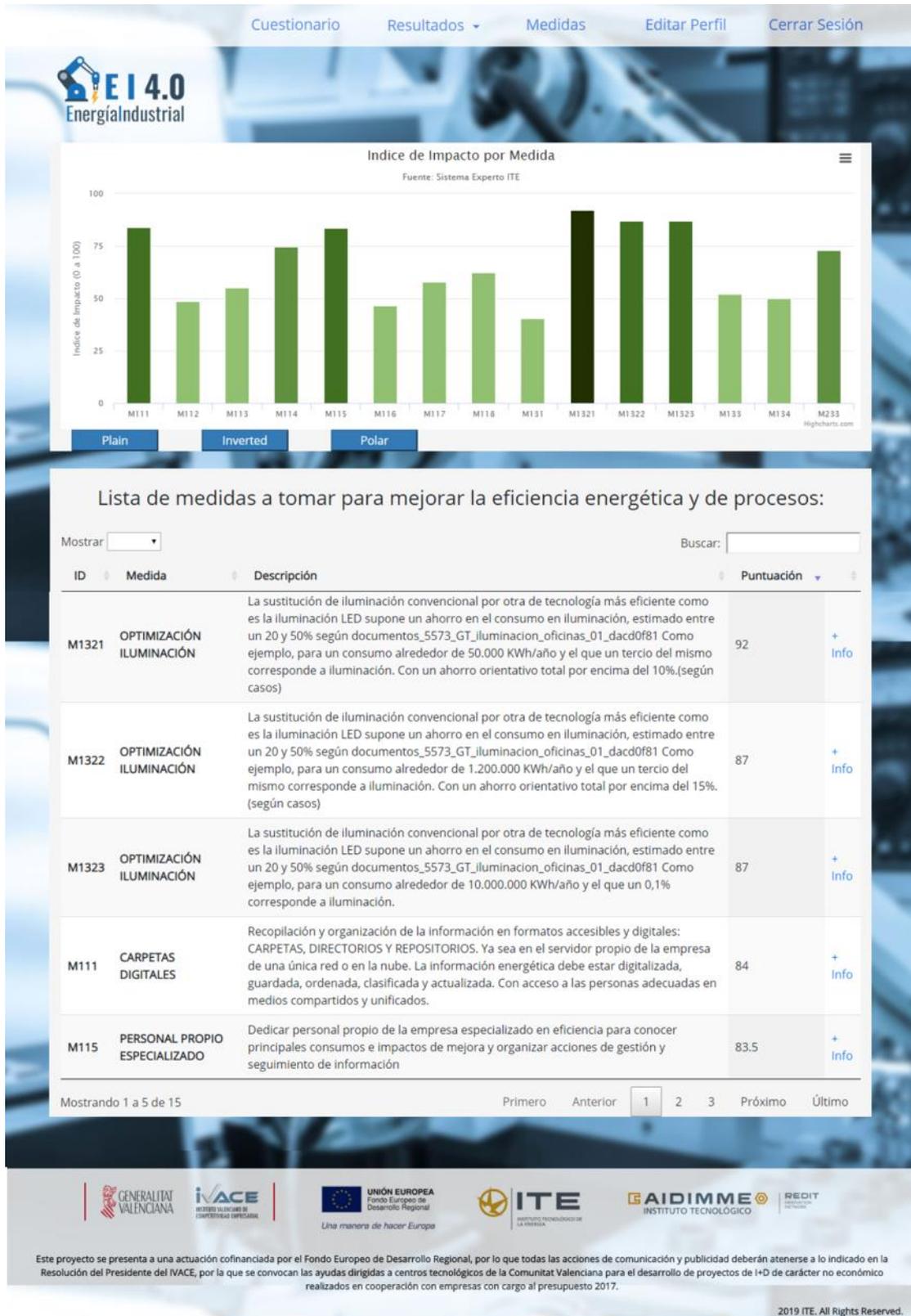


Figura 20. Pantalla listado medidas de mayor impacto. Fuente ITE

5. La situación general respecto a la eficiencia productiva se muestra de la siguiente manera:

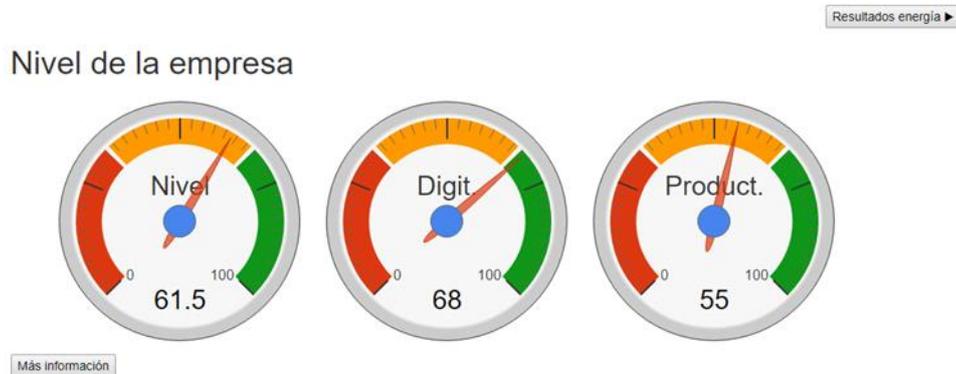


Figura 21. Resultados genéricos de clasificación empresarial. Fuente AIDIMME

En primera instancia se clasifica a la empresa según tres criterios:

DIGITALIZACIÓN

El resultado obtenido en este apartado se obtiene a partir de las preguntas contenidas en el cuestionario relativas a infraestructura digital y prácticas digitales esencialmente. A partir de dichas respuestas se calcula una puntuación promedio que considera tres aspectos: Tecnología, Personas y Desempeño Digital.

PRODUCTIVIDAD

La productividad tal y como se ha calculado en la aplicación representa la facturación por empleado. Aunque no es la referencia habitual, se ha calculado esta cifra ya que da una estimación razonable de la productividad en la mayor parte de empresas.

NIVEL DE EMPRESA

El nivel de la empresa es un mero indicador para valorar las posibilidades de la empresa en la puesta en marcha de las acciones propuestas, aunque no influye en absoluto en cuanto a las recomendaciones propuestas.

5.2 Interfaces de mapas de situación de estado

Para cada una de las áreas de las que consta la herramienta se ha definido un mapa de situación de estado. En este mapa se muestran diferentes estados numerados, del más fácilmente alcanzable hasta el más difícil. Los estados iniciales hacen referencia a la implementación de acciones que no requieren de prácticamente inversión y que son relativamente fáciles de introducir para una empresa, y por el contrario, los siguientes estados requieren de una inversión y dedicación que no todas las empresas pueden acceder.

Una vez implementados todos los cuestionarios el usuario podrá comprobar estos mapas y verificar el grado de avance en cada uno de ellos de manera inicial, considerando el código de colores definido en la propia aplicación. Un estado puede estar Totalmente Alcanzado, Parcialmente Alcanzado, No alcanzado pero alcanzable o No alcanzado y no recomendable.

Posteriormente, pinchando sobre cada uno de los estados se obtiene mayor información sobre la clasificación de ese estado en concreto.

En la siguiente imagen se observa un ejemplo de un mapa de estados que pertenece al área de Gestión Energética, en él se puede observar que los 4 primeros estados están no alcanzados pero alcanzables y los restantes están no alcanzados y no recomendables.



Figura 22. Ejemplo 1 Mapa de Estado, gestión energética eléctrica. Fuente ITE

Desde el punto de vista de la eficiencia productiva, el diagrama de estados se define para el conjunto de técnicas, aunque las potenciales soluciones se particularizan en función de las respuestas obtenidas. Se define según el diagrama de estados de la Figura 13 de este documento.

La valoración y cálculo de las respuestas se agrupa en cuatro grandes bloques. El primero corresponde a los estados 2 y 5 de Sistemas de amarre, el segundo a los estados 3, 6 y 7 relativos a consumos de energía y agua en los baños, el tercero a los estados 4, 6 y 7 relativos a sistemas de control de los baños y el cuarto se refiere

a la gestión de residuos. Los estados 6 y 7 son compartidos ya que hacen referencia a la monitorización de variables y a la modelización, conceptos aplicables a diversas áreas de mejora de los procesos.

Como puede apreciarse, la estructura y sentido de los estados no coincide con la parte de la aplicación orientada a la eficiencia energética.

En la figura siguiente se muestra el gráfico general con la puntuación obtenida en cada área evaluada:

Eficiencia de procesos por áreas

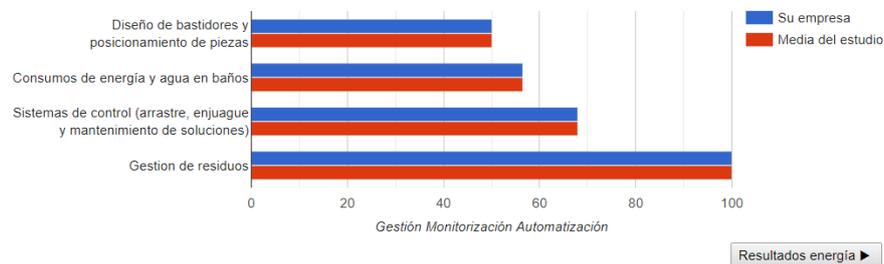


Figura 23. Resultados generales por áreas de eficiencia productiva. Fuente AIDIMME