

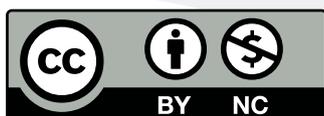
Guía para la **transformación digital** de pymes **industriales**



Herramienta de ayuda para la mejora
de la competitividad del tejido industrial
aragonés a través de la digitalización

Estrategia Aragón Industria 4.0

La presente guía es una iniciativa promovida por la Dirección General de Industria, Pymes, Comercio y Artesanía del Departamento de Economía, Industria y Empleo del Gobierno de Aragón, que ha sido elaborada por el Instituto Tecnológico de Aragón con el apoyo del Servicio de Apoyo a la Pequeña y Mediana Empresa”



2018. Guía elaborada por:
Instituto Tecnológico de Aragón (ITAINNOVA)

2018. Contenido bajo licencia **Creative Commons BY NC**:

Esta licencia permite a otros entremezclar, ajustar y construir a partir de su obra con fines no comerciales, y aunque en sus nuevas creaciones deban reconocerle su autoría y no puedan ser utilizadas de manera comercial, no tienen que estar bajo una licencia con los mismos términos.

Índice de contenidos

1	Digitalización e industria 4.0.....	11
1.1	La digitalización como elemento clave para la competitividad de las empresas.....	11
1.2	Políticas y estrategias públicas para el impulso a la Industria 4.0.....	14
1.3	Indicadores de digitalización de las empresas de Aragón.....	16
2	Guía para la transformación digital.....	21
2.1	El proceso de transformación digital hacia la Industria 4.0.....	22
2.2	Áreas de trabajo en un plan de digitalización.....	27
2.3	Sistemática para el planteamiento de la hoja de ruta de la transformación digital.....	38
3	La empresa 4.0.....	47
3.1	Descripción de la empresa 4.0.....	47
3.2	Indicadores de retorno.....	56
3.3	Casos de éxito de empresas aragonesas.....	58
4	Recursos en Aragón.....	66
4.1	Entidades y empresas habilitadoras de tecnología.....	66
4.2	Iniciativas de apoyo a las empresas.....	67
4.3	Información y soporte sobre la Guía y la Estrategia Aragón Industria 4.0.....	84
	Anexo I: Tecnologías.....	87
	Tecnología: Fabricación aditiva.....	87
	Tecnología: Realidad Virtual / Aumentada.....	90
	Tecnología: Internet de las cosas IoT.....	92
	Tecnología: Cloud – Soluciones de negocio.....	94
	Tecnología: Inteligencia artificial.....	97
	Tecnología: Blockchain.....	99
	Tecnología: Gemelo Digital.....	102
	Tecnología: Robótica móvil.....	105
	Tecnología: Robótica colaborativa.....	107
	ANEXO II: Indicadores sobre el nivel de digitalización de las empresas de Aragón.....	110
	Caracterización de la muestra.....	110

Indicador 1. Nivel de madurez de las empresas aragonesas	111
Indicador 2. Nivel medio de madurez digital por dimensión	113
Indicador 3. Nivel de madurez por facturación y número de empleados	114
Indicador 4. Nivel de madurez por CNAE	115
Indicador 5. Nivel de madurez por dimensión y palanca para cada CNAE	115

Introducción

Industria 4.0 es un término que describe una organización y gestión de los procesos de producción, basada en las tecnologías que posibilitan la digitalización de los mismos, dando lugar así a un nuevo modelo de la empresa industrial.

En este nuevo modelo, las materias primas, las máquinas, los procesos, los productos y los sistemas informáticos están conectados a lo largo de la cadena de valor, más allá de los límites de las empresas individuales. Estos sistemas conectados pueden interactuar entre ellos usando protocolos estándar basados en Internet y analizar los datos para prever errores, configurarse ellos mismos y adaptarse a posibles cambios. Dicho de otro modo, las tecnologías digitales permiten la vinculación del mundo físico (dispositivos, materiales, productos, maquinaria e instalaciones) con el digital (sistemas informáticos). Esta conexión habilita que dispositivos y sistemas colaboren entre ellos y con otros sistemas para crear una industria inteligente, con producción descentralizada y que se adapta a los cambios en tiempo real. En este modelo de funcionamiento, las barreras entre las personas y las máquinas se difuminan.

La irrupción de una serie de tecnologías “habilitadoras” que permiten la transformación digital de los procesos industriales abre la puerta a una nueva manera de organizar los sistemas productivos, desde la concepción del producto, las necesidades de optimización de los procesos y el uso intensivo de las nuevas tecnologías, consiguiendo un incremento de la eficiencia y la competitividad y ajustándose a las necesidades personalizadas del consumidor. Cuando se habla del término Industria 4.0 no sólo se hace referencia a modernas fábricas completamente digitalizadas, sino que se trata de un concepto mucho más global que tiene consecuencias en la mayoría de ámbitos de la sociedad.

Las tecnologías sobre las que se fundamenta la Industria 4.0 ya se están utilizando actualmente en las empresas manufactureras pero de forma aislada en determinadas áreas o procesos. La tendencia es que las cadenas de valor se transformen en un flujo completamente integrado, automatizado y optimizado que mejorará la eficiencia y cambiará la relación tradicional entre proveedores, productores y clientes, así como entre personas y máquinas.

Estamos ante una cuarta revolución industrial que obliga a una transformación obligatoria y profunda de la empresa, no optativa y a todos los niveles de la misma por lo que supone incorporar y explotar las nuevas tecnologías digitales de que se trata.

Actualmente los países más industrializados ya cuentan con planes para posicionarse lo más favorablemente ante este nuevo escenario. Parece claro que aquellas regiones que no se adapten rápidamente a este movimiento de regeneración industrial terminarán encontrando dificultades para seguir manteniendo sus niveles de producción y bienestar. La transformación digital de la industria es una oportunidad de crecimiento y sostenibilidad económica y al mismo tiempo un desafío que debe afrontarse en el corto plazo, de forma que comunidades como Aragón puedan no sólo conservar su tejido industrial, sino reforzarlo.

La mayor digitalización de la industria implicará que muchos de los trabajos que hoy conocemos desaparezcan, dando lugar a la aparición de nuevos puestos de trabajo que con seguridad requerirán altos niveles de formación y especialización. El gran número de pequeñas empresas constituye un colectivo empresarial con mayores dificultades que otros a la hora de implementar nuevas tecnologías y procesos productivos, y por tanto hay que incidir en ellos con una atención especial.

Conocida es la importancia que tiene para la economía y sociedad aragonesa la aportación del sector industrial. Hoy en día en Aragón la actividad industrial está notablemente diversificada, aun cuando existe una pujanza de los sectores agroalimentarios y del transporte-logístico a los que estas transformaciones afectan radicalmente. La actividad industrial en Aragón ha tenido que adaptarse en cada momento al entorno económico y social en el que se desarrolla y ha sido capaz de atender necesidades y demandas que el mercado le ha ido imponiendo en un marco globalizado en el que la alta competitividad empresarial obliga a contar con una industria más emprendedora, innovadora y eficiente, inmersa así en un proceso de adaptación y mejora continua.

El Gobierno de Aragón, consciente de la situación expuesta y como parte de la Estrategia de Promoción Económica e Industrial de Aragón 2017-2019, ha elaborado la Estrategia “Aragón Industria 4.0”, sumándose así a las iniciativas europeas y estatales orientadas a promover y facilitar una asimilación por parte de la industria aragonesa de la revolución digital. La Estrategia “Aragón Industria 4.0”, la coordina el Departamento de Economía, Industria y Empleo a través de la Dirección General de Industria, PYME, Comercio y Artesanía, por medio del Servicio de Apoyo a la Pequeña y Mediana Empresa. En torno a ella están implicados varios Departamentos del resto del Gobierno de Aragón, afectando a temas como la formación-difusión, infraestructuras, promoción y financiación de proyectos de implantación digital, desarrollo tecnológico y transferencia de conocimiento, y también el resto de los agentes que conforman el sistema industrial aragonés.

La Estrategia “Aragón Industria 4.0”, tiene como misión: *“Facilitar la coordinación y cooperación de los agentes aragoneses implicados en el sector industrial con el objetivo de proveer al tejido económico y la sociedad aragonesa los instrumentos, el conocimiento y las competencias necesarias para el pleno disfrute de las oportunidades de desarrollo económico, profesional y humano que proporciona la transformación hacia una Industria Conectada 4.0”*, con la visión de *“que la transformación digital del sector industrial aragonés suponga un crecimiento real de la competitividad y del negocio de las empresas de forma sostenible y junto a una creación de empleo de calidad”*.

En sintonía con la Estrategia Industria Conectada 4.0 impulsada por el Estado, la Estrategia Aragón Industria 4.0 comparte los mismos objetivos en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Aragón y plantea un plan de acción en cuatro líneas principales:

1. Garantizar el conocimiento del concepto Industria 4.0 y de sus tecnologías asociadas, así como el desarrollo de competencias de Industria 4.0
2. Fomentar la colaboración entre empresas de diversos sectores industriales, empresas tecnológicas, centros de investigación y otras entidades con el fin de promover el desarrollo de soluciones 4.0 adaptadas a las necesidades de la industria.
3. Impulsar el desarrollo de una oferta española de habilitadores-tecnologías digitales.
4. Promover las actuaciones adecuadas para la puesta en marcha de la Industria 4.0 en la industria aragonesa.

Esta Estrategia fue presentada en la VII reunión del Pleno del Consejo de Industria de Aragón celebrada el 13 de junio de 2017, habiéndose acordado por unanimidad la aprobación y puesta en marcha del contenido de la misma.

La Guía para la transformación digital en PYMES industriales que aquí se presenta, es una de las actuaciones previstas en la Estrategia “Aragón Industria 4.0” en el sentido de que las empresas, y en particular las PYMES, conozcan lo que es Industria 4.0, cómo abordar una transformación digital y lo que supone, y que también puedan vislumbrar los nuevos modelos de negocio y las oportunidades que se abren.

Esta Guía para la Transformación Digital pretende ser una herramienta de trabajo para las PYMES industriales que deseen iniciar o avanzar en el camino de la digitalización. En ese sentido se orienta a identificar de una manera sistemática y procedimentada aquellas áreas de trabajo y proyectos concretos en el ámbito de la digitalización y la industria 4.0 más adecuados a la situación de partida y capacidades de la empresa que permitan la progresiva transformación digital de la misma.

Para la realización de la Guía se ha contado con la participación del Instituto Tecnológico de Aragón, en cuyo contenido ha vertido su dilatada experiencia en el desarrollo de proyectos de implantación de soluciones tecnológicas en empresas industriales y en la prestación de servicios de asesoría y formación en cuestiones de digitalización en el ámbito industrial, así como los conceptos y principios que establece la iniciativa Industria Conectada 4.0 impulsada por el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo.

Esperamos que esta Guía responda a los objetivos planteados y contribuya como una herramienta útil para disminuir la incertidumbre y las reticencias que todo proceso de cambio lleva consigo y también para que todas aquellas empresas que se tienen que plantear y emprender el camino de la transformación digital puedan contar con más recursos que les orienten en ese proceso, tales como las referencias de casos prácticos, pautas de comportamiento y de priorización de proyectos o información sobre dónde encontrar la ayuda y apoyo disponible, que también se incluyen en esta publicación.

Contenidos de la Guía

Como se adelantaba en la Introducción esta **Guía para la Transformación Digital** pretende ser una herramienta de trabajo para las pymes industriales que deseen iniciar o avanzar en el camino de la digitalización. En ese sentido se orienta a identificar de una manera sistemática y procedimentada aquellas áreas de trabajo y proyectos concretos en el ámbito de la digitalización y la industria 4.0 más adecuados a la situación de partida y capacidades de la empresa que permitan la progresiva transformación de la empresa.

La Guía constituye por tanto el núcleo y objetivo principal de este trabajo. Adicionalmente y por darle un mayor alcance y ponerla en el contexto de otra serie de iniciativas y recursos existentes para las empresas entorno a la industria 4.0, se han incluido otra serie de contenidos que se describen a continuación.

En el **Capítulo 1** se pretende introducir los conceptos asociados a la digitalización y la industria 4.0 y en particular poner de manifiesto la importancia de avanzar en el camino digitalización para las pymes industriales. Se introducen los planes estratégicos definidos por las diferentes administraciones públicas competentes en la materia, europea, nacional y regional y se presentan indicadores generales sobre el nivel de digitalización de las empresas de Aragón que se detallan con más información en el Anexo 2.

Los Capítulos 2 y 3 constituyen el núcleo de la Guía propiamente dicha. Así en el **Capítulo 2** se describen los pasos que una empresa – pyme industrial – puede dar para avanzar en el camino de la transformación digital hacia la empresa 4.0. Este proceso se describe conceptualmente como un recorrido en varios pasos. Se parte de una definición clara de visión y objetivos estratégicos derivados de un diagnóstico inicial. En un segundo paso se describirán las áreas de trabajo prioritarias con indicación de posibles líneas de actividad, para a partir de allí identificar oportunidades, priorizarlas y convertirlas en proyectos dentro de un plan de acción. El encadenamiento de proyectos así definidos permitirá a la empresa avanzar de manera progresiva en el camino de la transformación digital.

Por su parte el **Capítulo 3** se plantea como una continuación del anterior estableciendo de manera conceptual el punto objetivo final del recorrido de transformación, aunque éste sea un continuo. A modo de ejemplo y estímulo se muestran casos de aplicación desarrollados por empresas aragonesas encuadrados en puntos concretos del camino de transformación definido.

Finalmente, en el **Capítulo 4** se recopilan toda una serie de recursos – organismos – empresas – iniciativas, existentes actualmente en Aragón como apoyo a las empresas en sus procesos de transformación digital.

Por otra parte, y teniendo en cuenta que la tecnología es un elemento clave en el proceso de transformación digital de las empresas, se incluye en el **Anexo 1** una descripción de las tecnologías englobadas dentro del concepto Industria 4.0 para mayor información y como se comentaba anteriormente, el **Anexo 2** recoge el detalle de los análisis realizados en cuanto al nivel de digitalización de las empresas de Aragón.

01

Digitalización e Industria 4.0





Digitalización e industria 4.0

La digitalización como elemento clave para la competitividad de las empresas

Políticas y estrategias públicas para el impulso a la Industria 4.0

Estrategia de Aragón Industria 4.0

Programa Industria conectada 4.0

Digitalizing Europe

Indicadores de digitalización de las empresas de Aragón

1 Digitalización e industria 4.0

Se pretende en este primer capítulo introducir los conceptos asociados a la digitalización y la industria 4.0 y en particular poner de manifiesto la importancia de avanzar en el camino digitalización para las pymes industriales. Se presentarán iniciativas y estrategias lanzadas por diferentes administraciones, europea, nacional y regional y se mostrarán indicadores sobre el nivel de digitalización de las empresas de Aragón que se detallarán posteriormente en el Anexo 2. En definitiva, se tratará con este primer capítulo de generar inquietud y ‘necesidad’ de iniciar el proceso de transformación.

1.1 La digitalización como elemento clave para la competitividad de las empresas

La digitalización del sistema productivo a través de los conceptos asociados a la industria 4.0 supone un salto cualitativo en la organización y gestión de la cadena de valor, donde las relaciones comerciales y productivas conllevan una constante conexión entre cliente, proveedor, distribuidor - logística y fabricante.

Por lo tanto, es crucial que definamos la Industria 4.0 en términos de oportunidades de negocio que nos permitirá desarrollar nuevos modelos de negocios inteligentes, que aprovechen las nuevas oportunidades para nuestros sistemas de diseño, fabricación y mantenimiento. Dicho de otra manera: Industria 4.0, en términos empresariales se define como una transformación que nos proporcionará nuevas e importantes oportunidades de negocio.

En el concepto se tiene en cuenta el aumento de la digitalización de las industrias manufactureras, donde los objetos físicos están perfectamente integrados en la red de información (conectados a Internet), lo que permite descentralizar la producción y su adaptación en tiempo real al futuro.

Para ello la Industria 4.0 se encuentra articulada por un conjunto de habilitadores digitales (tecnologías que permiten la consecución de los retos que plantea la nueva revolución), que se aplican a distintos ámbitos de la empresa.



Figura 1. Habilitadores digitales. Fuente: Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, web <http://www.industriaconectada40.gob.es>

A partir de estas tecnologías las transformaciones que se avecinan supondrán el inicio de un modelo de organización de los procesos de producción basados en la tecnología y dispositivos de comunicación automática a lo largo de la cadena de valor, un modelo basado en lo que se conoce como la fábrica inteligente del futuro, donde los ordenadores dirigen los procesos físicos (automatización), crean una imagen virtual del mundo material (gemelo digital) y toman decisiones descentralizadas (sin la intervención humana por medio de inteligencia artificial) basadas en mecanismos de auto-organización.

Así pues, el objetivo que persigue Industria 4.0 es crear un marco coherente, con el fin de ganar competitividad a partir del incremento del valor entregado a los clientes por la doble vía de mejora de prestaciones y reducción de coste a partir de una mayor eficiencia en los procesos. Adicionalmente se busca la personalización masiva y en definitiva se plantea reorientar elementos del modelo de negocio a partir de las posibilidades de la tecnología, creando nuevas propuestas de valor basadas en el conocimiento generado con la información recogida, abriendo nuevos canales digitales de comunicación con los clientes o generando nuevas fuentes de ingresos a partir del valor de los datos.

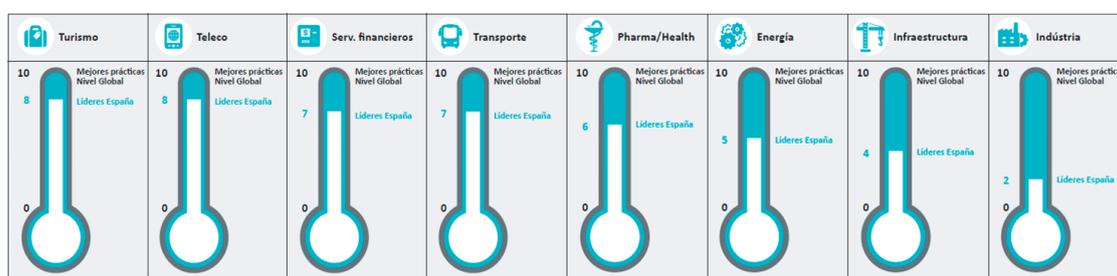
Todo este potencial podría desarrollarse mediante el siguiente proceso:

1. **Automatización**, sensorización y robotización de los procesos dónde personas y robots trabajan juntos interaccionando directamente entre ellos (Actividades que se vienen desarrollando durante la tercera revolución industrial y ahora en actual cuarta revolución industrial).
2. **Almacenamiento de datos obtenidos** (Big Data) por los sensores de nuestro proceso y almacenarlos (interna o externamente-Cloud Computing).
3. **Análisis de los datos** de manera masiva (Data Analytics) por medio de software e inteligencia artificial que permita adoptar soluciones de manera autónoma y posibilite la optimización del proceso, abriendo la posibilidad de comercializar los datos y/o contratar servicios a medida.
4. **Interconexión autónoma de los sistemas del proceso fabril entre sí** (robótica colaborativa) y de aquellos con los clientes y proveedores (Internet de las Cosas IoT) empleando sistemas de realidad aumentada y permitiendo la customización (personalización de pedidos tanto desde el punto de vista del abastecimiento de recursos como en la venta de productos).
5. **Sensorización y/o implementación de software** en los productos que ofrecemos para que faciliten datos que permitan su control y análisis (adaptación de nuestros productos para la nueva era).
6. **Transformación** hacia la prestación de servicios: la adición a la actividad fabril de servicios asociados a los productos fabricados por medio de los datos que los mismos generan. Recopilando todos los datos facilitados por nuestros productos y desarrollando software de análisis que nos permitirá:
 - a. Ofrecer a nuestros clientes servicios personalizados de optimización de sus procesos (Customización de procesos).
 - b. Ofrecer a nuestros clientes productos ajustados a sus necesidades (Customización de los productos).

- c. Mejorar nuestro producto mediante el análisis de los datos obtenidos durante su uso por todos los clientes (I+D+i).
- d. Comercialización de los datos.

A partir de esto, el mayor potencial económico provendrá fundamentalmente de la mejora de la productividad, optimizando las operaciones. Así se habla de ahorros de la energía (en un 10 a un 20 %) y de la mejora de la eficiencia en la mano de obra (en un 10 a un 25 %). Además, otras mejoras con potencial económico significativo las encontramos en el mantenimiento de los equipos, la optimización de los procesos de innovación y la mejora de la salud y la seguridad de los trabajadores.

A pesar de estos beneficios claros (véase el apartado 3.2 Indicadores de retorno) el nivel de digitalización de la industria es todavía bajo especialmente en España cuando se compara con otros sectores económicos del país y mucho más retrasada cuando se pone en relación con otros países de nuestro entorno.



% de Empresas con nivel de digitalización alto

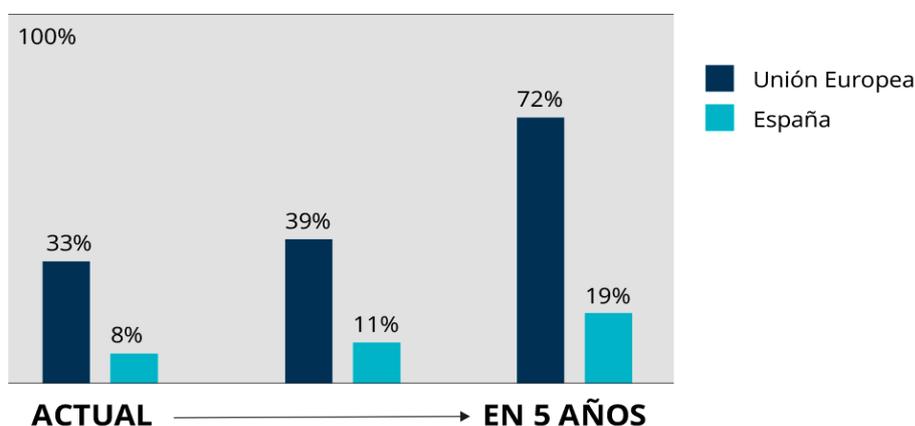


Figura 2. Nivel de digitalización de la industria en España y evolución esperada en relación a Europa

Con estos datos y tal y como plantea el Ministerio de Industria en su documento sobre la industria conectada 4.0, *‘la digitalización de nuestra industria constituye una oportunidad clave para la mejora de la competitividad de la industria española en un mercado cada vez más global. De hecho, otras economías de nuestro entorno también han emprendido iniciativas para aprovecharla y, si no actuamos con celeridad, España corre el riesgo de quedar rezagada en esta nueva revolución industrial. En consecuencia, es necesario abordar una profunda transformación de nuestra industria, y el motor digital debe ser clave en este sentido’.*

1.2 Políticas y estrategias públicas para el impulso a la Industria 4.0

Las Administraciones Públicas a todos los niveles han puesto en marcha planes y estrategias para impulsar la Industria 4.0 y la digitalización en las empresas. En lo que sigue se presentan los aspectos más relevantes de estos planes a nivel regional, nacional y europeo.

1.2.1 Estrategia de Aragón Industria 4.0

El Gobierno de Aragón, consciente del reto y la oportunidad que ofrece la llamada cuarta revolución industrial y motivado por la compleja coyuntura que supone para las empresas, en particular para las PYMEs, los trabajadores, profesionales y el resto de agentes implicados en el sector industrial aragonés, lidera en colaboración con todos ellos la elaboración y ejecución de la Estrategia Aragón Industria 4.0 (AI4.0).

Esta iniciativa se desarrolla en el documento “Estrategia Aragón Industria 4.0” que puede consultarse en el enlace y que recoge aspectos como la definición del concepto Industria 4.0 y la situación de la Industria 4.0 en Aragón.

Las grandes líneas de esta estrategia se han adelantado en la Introducción a esta Guía y las iniciativas lanzadas hasta el momento se recogen en Capítulo 4.

1.2.2 Programa Industria conectada 4.0

El Ministerio de Industria pone en marcha la iniciativa Industria Conectada 4.0, cuyo objetivo es aumentar la contribución del sector industrial en el PIB, en el empleo y en el saldo positivo de la balanza comercial, mediante el impulso de la transformación digital de la industria española.

El informe **Estrategia Industria Conectada** recoge las principales conclusiones del trabajo realizado hasta la fecha, a través de una colaboración público-privada, para establecer las líneas maestras del modelo industrial español de futuro y se articula en torno al siguiente esquema:



Figura 3. Retos de la Industria 4.0 (Fuente Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, web <http://www.industriaconectada40.gob.es>)

Por otra parte, se definen las líneas maestras de actuación que se centran en potenciar tanto la demanda como la oferta de habilitadores digitales que hagan posible la Industria 4.0 española con los siguientes objetivos:

- **Garantizar el conocimiento del concepto Industria 4.0 y de sus tecnologías asociadas**, así como el desarrollo de competencias de Industria 4.0 en España.
- **Fomentar la colaboración entre empresas** de diversos sectores industriales, empresas tecnológicas, centros de investigación y otras entidades con el fin de promover el desarrollo de soluciones 4.0 adaptadas a las necesidades de la industria.
- **Impulsar el desarrollo de una oferta española** de habilitadores digitales.
- **Promover las actuaciones adecuadas** para la puesta en marcha de la Industria 4.0 en la industria española.

Las conclusiones y las líneas de actuación propuestas en este informe servirán de base para el desarrollo e implantación de acciones y proyectos concretos, a definir y compartir con los actores involucrados.

1.2.3 *Digitalizing Europe*

La Comisión Europea lanzó el 19 de abril de 2016 la **primera iniciativa del Mercado Único Digital** relacionada con la industria 4.0. Aprovechando y complementando las diversas iniciativas regionales y nacionales para la digitalización de la industria, la Comisión impulsará nuevas inversiones y apoyará la creación de mejores condiciones para promover la revolución digital de la industrial, por lo que tomará medidas a lo largo de 5 pilares principales:

- **Plataforma europea de iniciativas nacionales en la industria de la digitalización:** foro de coordinación de la UE reúne a todos los Estados miembros para garantizar la coherencia y la dirección unificada con el objetivo de construir una masa crítica de iniciativas e inversiones para digitalizar la industria y garantizar el compromiso de los Estados Miembros, las regiones y el sector privado para alcanzar los objetivos planteados.
- **Centros de innovación digital (DIH):** los Centros de innovación digital actuarán a modo de ventanilla única en los que las empresas pueden obtener ayuda para mejorar sus negocios, procesos de producción, productos y servicios mediante tecnología digital.
- **Fortalecimiento del liderazgo a través de asociaciones y plataformas industriales.**
- **Un marco regulatorio apto para la era digital** orientado a actualizar las regulaciones en campos clave para la industria, como la ciberseguridad y el libre flujo de datos.
- **Preparando a los europeos para el futuro digital:** recoge iniciativas para adaptar la fuerza de trabajo y nuestros sistemas de educación y aprendizaje a esta nueva sociedad digital.



Las diferentes administraciones a nivel regional, nacional y europeo han puesto en marcha planes estratégicos para el impulso de la digitalización en la industria. Estos planes suelen incluir programas de ayudas financieras y de distinto tipo para ayudar a las empresas en el despliegue de sus proyectos en este campo. Resulta de interés por tanto revisar la información actualizada de todos estos programas para identificar convocatorias y otras acciones de apoyo y difusión.

1.3 Indicadores de digitalización de las empresas de Aragón

En este apartado se ofrece una visión general del estado de digitalización de las empresas aragonesas definido a partir de la información recopilada en las encuestas de la Herramienta HADA, Iniciativa de la Secretaria de Industria y la Pequeña y Mediana Empresa.

Esta herramienta se basa en un modelo de madurez digital desarrollado sobre cinco dimensiones claves en la estrategia y operaciones de la empresa:

- **Estrategia y modelo de negocio:** evaluando la capacidad de adaptación de la organización al entorno y al mercado.
- **Procesos:** Analizando las capacidades digitales del modelo operativo.
- **Organización y personas:** Identificando las capacidades de la organización y su modelo de relación con otros agentes.
- **Infraestructuras:** Identificando la capacidad de transformación que sus infraestructuras ciberfísicas permiten.
- **Productos y servicios:** Evaluando el nivel de incorporación de tecnología a los productos y servicios existentes, así como su potencial de digitalización.

Con esta herramienta, de uso gratuito y accesible a través de Internet, las empresas obtendrán un informe en el que se determinará su grado actual de madurez digital en base a 6 estadios definidos: estático, consciente, competente, dinámico, referente y líder.

Nivel 0: Estático	Una empresa en este nivel no cumple ninguno de los requisitos de la Industria 4.0. El nivel 0 también se asigna automáticamente a aquellas empresas que desconocen lo que es la Industria 4.0 o es irrelevante para las mismas
Nivel 1: Consciente	Una empresa en este nivel está involucrada en la Industria 4.0 a través de iniciativas piloto e inversiones en alguna área. Algunos procesos de producción están soportados por sistemas. La integración de sistemas y el intercambio de información es limitada.
Nivel 2: Competente	Una empresa en este nivel incorpora iniciativas de I4.0 en su estrategia. Se están haciendo inversiones de Industria 4.0 en varias áreas. Se recogen algunos datos de forma automática, pero su explotación es limitada. Existe intercambio de información intraempresa, y se está comenzando a integrar la información con proveedores y clientes.
Nivel 3: Dinámico	Una empresa de este nivel ha definido una estrategia de transformación a la Industria 4.0. Se están realizando inversiones de I4.0 en múltiples áreas, y se promueve la introducción de nuevas soluciones de I4.0 a través de la gestión de la innovación. Los sistemas de producción están totalmente integrados con los sistemas de gestión, recogiendo la información de manera automática y en tiempo real.
Nivel 4: Referente	Una empresa referente está utilizando una estrategia de Industria 4.0, realizando su seguimiento con indicadores adecuados. Las inversiones se están realizando en casi todas las áreas, y el proceso se apoya en la gestión de la innovación. Los sistemas recogen grandes cantidades de datos, que se utilizan para la mejora continua. Se realiza intercambio de información a nivel interno como externo. Se utilizan soluciones de ciberseguridad en algún departamento. La empresa está comenzando a explorar los procesos autónomos y de autocorrección. Los productos incluyen funcionalidades tecnológicas que permiten la recopilación y análisis de datos durante su uso. Se desarrollan servicios adicionales basados en dichos datos.

Nivel 5: Líder	<p>Una empresa en este nivel ha puesto en marcha su estrategia de Industria 4.0, y realiza un seguimiento periódico del estado de la implantación de los proyectos, apoyado por las inversiones en todas las áreas de la empresa.</p> <p>Se ha establecido la gestión de la innovación colaborativa a nivel interno y externo.</p> <p>Se han aplicado soluciones de ciberseguridad, y las soluciones en la nube ofrecen una arquitectura tecnológica flexible.</p> <p>Se utilizan piezas inteligentes que se guían de forma autónoma, así como procesos que reaccionan de manera autónoma.</p> <p>Los productos cuentan con funcionalidades tecnológicas. Los datos recogidos en la fase de uso de los productos se utilizan para el desarrollo de nuevos productos y servicios.</p> <p>Los servicios basados en datos representan una parte significativa de los ingresos.</p>
---------------------------	---

Como se ve en la siguiente gráfica, el nivel de madurez digital más habitual entre las empresas aragonesas analizadas Aragón es el DINAMICO, siendo un 34.7% de empresas las pertenecientes a este grupo. El nivel de madurez menos habitual es el ESTATICO al que se asignan un 3,4% de las empresas.

Además, sumando los niveles Dinámico, referente y Líder encontramos que hay un 67,3% lo cual pone a las empresas aragonesas en un nivel medio-alto en relación al nivel de madurez.

% Madurez Empresas

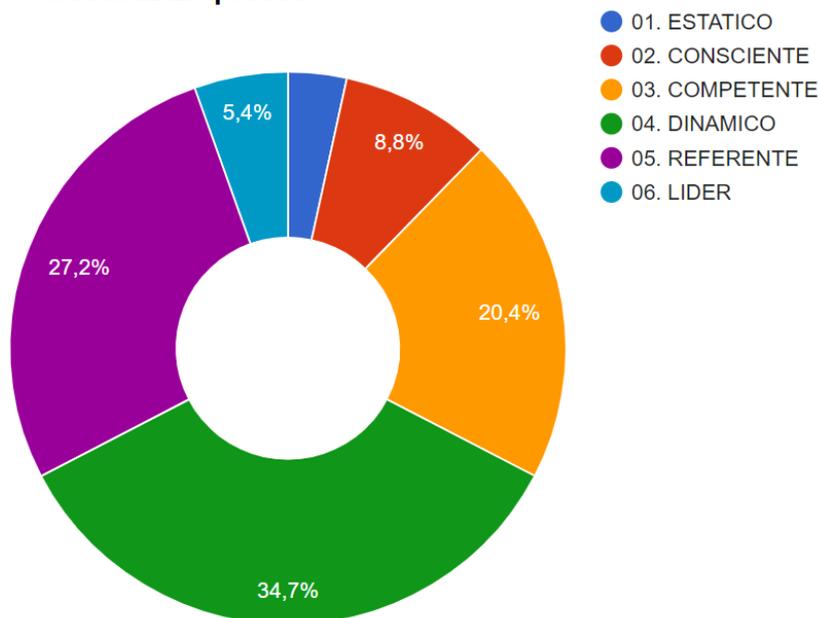


Figura 4. Nivel de madurez de las empresas aragonesas

En cuanto al análisis por dimensiones, se observa que el nivel de madurez de las empresas de Aragón en las cinco dimensiones es ligeramente superior que la media nacional. Las dimensiones mejor valoradas son la de Estrategia de mercado y negocio con un 60% y la de procesos con un 53%, siendo las de infraestructuras y productos y servicios las de menor porcentaje de madurez, esta última con un 42%. En general todas las dimensiones van acompañadas y no existe un déficit notable en ninguna de ellas.

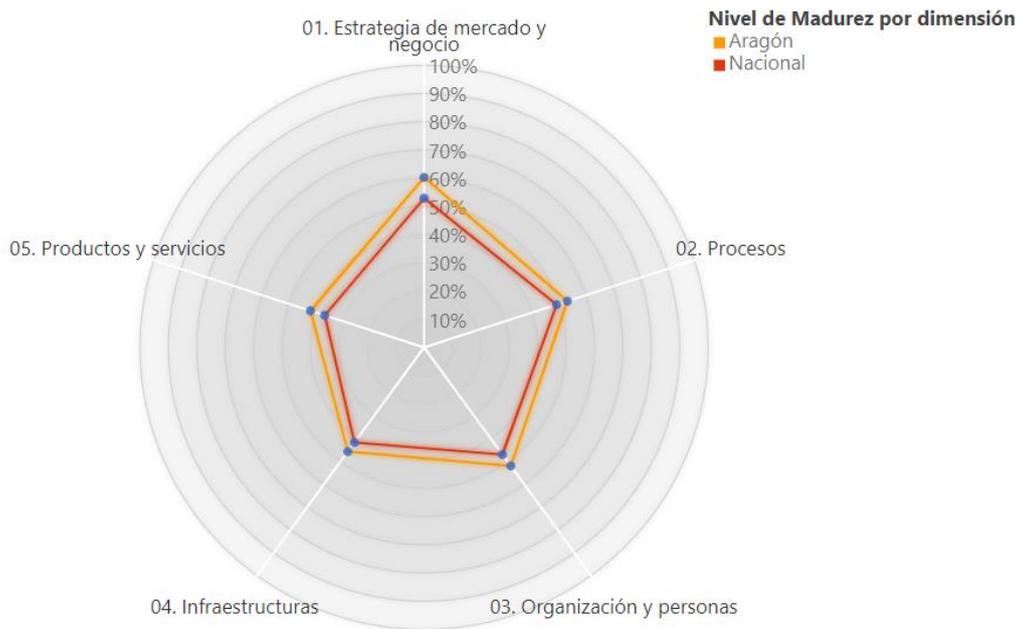


Figura 5. Nivel de madurez por dimensión de las empresas aragonesa y españolas

A partir de estos datos y a pesar de las limitaciones de la muestra y de la disparidad de criterios que la autoevaluación puede haber supuesto, se concluye que el nivel de digitalización de las empresas aragonesas es comparable e incluso algo mejor que la media nacional. Para mayor profundidad, en el Anexo 2 se muestra mayor detalle de los análisis realizados.



02

Guía para una
transformación digital



Guía para la transformación digital

El proceso de transformación digital hacia la Industria 4.0

Áreas de trabajo en un plan de digitalización

Sistemática para el planteamiento de la hoja de ruta de la transformación digital

2 Guía para la transformación digital

En este segundo capítulo se van a describir los pasos que una empresa – pyme industrial – puede dar para avanzar en el camino de la transformación digital hacia la empresa 4.0.

Este proceso se va a describir en forma de una sistemática de análisis que una empresa podría seguir en su proceso de reflexión estructurada sobre el siguiente esquema general.



Fig.6 La escalera de la transformación digital

En el apartado 2.2 se presentarán las áreas de trabajo principales para una empresa industrial en un plan de digitalización. Estas áreas de trabajo constituirán los marcos de referencia dónde se generarán oportunidades de proyectos que permitirán a la empresa avanzar de manera simultánea en los ámbitos relevantes.

En el apartado 2.1 se va a describir de manera general el proceso de transformación digital hacia la empresa 4.0 estableciendo los grandes pasos que una empresa – pyme industrial – puede dar para avanzar en el camino de la transformación digital.



Fig.7 Áreas de trabajo en un plan de digitalización



Fig.8 Metodología para el análisis

Finalmente, en el apartado 2.3 se plantea la sistemática de análisis junto a varias herramientas para su despliegue, que sobre la base de los apartados anteriores permitirá a la empresa definir su propia hoja de ruta hacia la Industria 4.0.

2.1 El proceso de transformación digital hacia la Industria 4.0

En este apartado se va a describir de manera general el proceso de transformación digital hacia la Industria 4.0 estableciendo los grandes pasos que una empresa – pyme industrial – puede dar para avanzar en el camino hacia la digitalización.

Este proceso se describe conceptualmente como un recorrido con varios pasos o escalones. Se parte de una definición clara de visión y objetivos estratégicos derivados de un diagnóstico inicial. En un segundo paso se describirán las áreas de trabajo prioritarias con indicación de posibles líneas de actividad, para a partir de allí identificar oportunidades, priorizarlas y convertirlas en proyectos dentro de un plan de acción. El encadenamiento de proyectos así definidos permitirá a la empresa avanzar de manera progresiva en el camino de la transformación digital teniendo en cuenta que en todo el proceso se debe involucrar y movilizar a toda la organización (escalón 3). Igualmente importante es el seguimiento de la ejecución del plan de acción considerado mediante el uso de indicadores y controles continuados (escalón 4).

Este proceso, como todo proceso de cambio en una empresa u organización, debe plantearse de manera integral, en ciclos de avance progresivos, pivotando y reorientando cualquier aspecto de manera ágil y sin perder el objetivo.

En lo que sigue se describen con más detalle estos pasos.



Fig.9 La escalera de la transformación digital

01. Dar forma al desafío digital

En este primer escalón, se tratará de definir la visión digital de la empresa, el objetivo al que llegar después de la transformación. Al mismo tiempo se tratará de crear necesidad poniendo lo digital como prioritario en la agenda de la empresa teniendo presente que la verdadera transformación sólo es posible desde la cúpula directiva pues solo desde allí se pueden aprovechar las sinergias resultantes de la digitalización en diferentes departamentos o unidades.

Esta visión digital se orientará a nuevas formas de relacionarse con los clientes (customer experience), nuevas formas de funcionamiento (procesos internos) o nuevos modelos de negocio combinando las anteriores. Será ambiciosa y transformadora y se visualizará a partir de unos objetivos e indicadores concretos. Al mismo tiempo deberá evolucionar en el tiempo, adaptarse a las circunstancias y ser capaz de aprovechar nuevas tecnologías que pueden aparecer en el camino.

A partir de aquí se debe identificar y entender la situación de partida mediante un diagnóstico inicial sobre el nivel de digitalización en la empresa. Se tratará de entender los puntos débiles y fuertes identificando los activos estratégicos y evaluando la importancia de los mismos en el mundo digital. ¿Seguirán siendo estratégicos?

Del mismo modo ha de evaluarse y revisarse el modelo de negocio. ¿Qué puede aportar lo digital en cada uno de los elementos del modelo de negocio?

Con todo eso, se definirán los grandes objetivos para la digitalización que configurarán la visión digital. ¿Dónde queremos estar y cómo nos vemos en unos años apoyándonos en lo digital?, alineando al equipo directivo y compartiendo la visión.



Una herramienta muy útil para analizar el punto de partida e identificar carencias es HADA – Herramienta de Autodiagnóstico Digital Avanzada. Esta herramienta accesible desde este [enlace](#), permite evaluar el nivel de madurez de la empresa en relación con el nuevo paradigma de la Industria 4.0.

Adicionalmente ofrece análisis comparativos de la situación de la empresa respecto a otras organizaciones con diferentes niveles de madurez, recursos y actividad que pueden servir de base para una necesaria reflexión interna en cada organización. Una reflexión que permita planificar el desarrollo e implantación de acciones y proyectos concretos, con los cuales logre aumentar su competitividad y eficiencia en el mercado actual y futuro.



La [Especificación UNE 0060](#) 'Industria 4.0. Sistema de gestión para la digitalización. Requisitos' publicada en septiembre 2018, describe los requisitos para que una industria de cualquier tamaño y/o actividad sea considerada como Industria Digital y en ese sentido es un buen marco de referencia para plantear una estrategia de digitalización y en definitiva dar forma al desafío digital de la empresa.

02. Plan de acción

Los objetivos y la visión definida para la digitalización ha de trasladarse a un plan de acción construido a partir de un porfolio de proyectos integrados en diferentes áreas de trabajo que permitan avanzar en paralelo en varios de los ámbitos relevantes.

El punto clave por tanto en la definición del plan de acción es por tanto la identificación de proyectos que tras una adecuada priorización, lleven asociado un presupuesto de inversión y puedan escalonarse en el tiempo de acuerdo a las posibilidades y capacidades de la empresa.



Fig.10 Dimensiones y áreas de trabajo en un plan de digitalización

Teniendo en cuenta que la digitalización es un proceso transformador integral y multidimensional en el sentido de que debe extenderse en todas las áreas de la empresa, es importante que el portafolio de proyectos no se centre únicamente en alguna de esas dimensiones como puede ser el producto o las operaciones, sino que progresivamente vayan generando avances en todas ellas a ser posible en paralelo.

En el apartado **2.2. Áreas de trabajo en un plan de digitalización** se describen estas áreas y se marcan objetivos y directrices generales hacia las que deben orientarse los proyectos que se planteen.

En cuanto a la gestión de la cartera de proyectos y su priorización es importante considerar el hecho de que las metodologías básicas de análisis del ROI pueden ser insuficientes para el análisis.

Los motivos que hacen complicado este cálculo del ROI pueden ser varios. El valor se va generando gradualmente con la introducción de nuevas aplicaciones y usos de la información, se va acumulando con el tiempo y además es difícil de cuantificar puesto que puede estar asociado a múltiples interacciones y procesos complejos.

Por lo tanto, resulta importante aplicar una visión integral teniendo en cuenta que en muchos casos el beneficio se obtendrá a partir de la combinación de diferentes tecnologías y de nuevas aplicaciones que aparecerán en el futuro a partir de la información recopilada.



La definición de proyectos es un proceso que puede sistematizarse.

En primer lugar, se pueden identificar múltiples oportunidades en las áreas de trabajo y dimensiones consideradas a partir de labores de vigilancia tecnológica, benchmarking de competidores o aportaciones de proveedores o socios tecnológicos.

En segundo lugar, se tratará de priorizar y seleccionar aquellas oportunidades que puedan tener un mayor impacto en base a diferentes criterios combinados.

Finalmente hay que transformar estas oportunidades en proyectos con unos objetivos claros, un plan de trabajo, un presupuesto y un cronograma con unos hitos y resultantes establecidos que permitan hacer un seguimiento adecuado del mismo.



En el apartado **2.3 Metodología para el análisis** se describe esta sistemática incluyéndose herramientas de apoyo para su despliegue efectivo.

03. Movilizar a la organización

Es necesario trasladar claramente a la organización la voluntad de trabajar el camino digital y hacer marketing interno y externo de ello. Que no queden dudas de la importancia que se le da desde la dirección.

En ese sentido conviene explicar claramente las ventajas que las diferentes unidades de la empresa obtendrán del proceso de transformación y utilizar todos los canales posibles de comunicación abriendo posibilidades para la interacción y la recogida de sugerencias.

La definición e implantación de nuevos procedimientos y formas de trabajo constituyen un soporte formal de gran importancia a la hora de involucrar a toda la organización de una manera progresiva y natural.

En definitiva, se trata de orientar la propia cultura de la empresa hacia lo digital y la innovación cambiando la forma de trabajar y haciéndolo visible, incentivando comportamientos, promoviendo la colaboración y la multidisciplinaridad y reforzando la formación y la incorporación de nuevos perfiles digitales a la empresa.



La formación continua de los trabajadores en las tecnologías asociadas al concepto de Industria 4.0 es la base sobre la que se deben asentar estos procesos. En la actualidad existe una oferta amplia de formación a diferentes niveles que se pueden integrar en los planes formativos de la empresa.

Por otra parte, la incorporación de nuevas formas y procedimientos de trabajo en la empresa apoyados en tecnologías digitales como el teletrabajo, el uso de wearables, tablets o elementos móviles conectados a los sistemas de la empresa, pueden constituir también elementos importantes de motivación e involucración de los trabajadores.

04. Ejecutar y medir

El despliegue y la implantación de los proyectos de digitalización debe orientarse a reducir ineficiencias y mitigar riesgos financieros y operativos teniendo en cuenta que debe combinarse un enfoque de largo plazo hacia la transformación digital completa con el aprovechamiento de oportunidades en el corto plazo.

En cualquier caso, resultará necesario definir un modelo organizativo que de soporte al proceso, planificar inversiones y gestionar el porfolio de proyectos con una sistemática de aprobación más elaborada que el análisis ROI.

Para esto conviene tratar el proceso de transformación a modo de hoja de ruta, definiendo bien el punto de partida, planteando hitos intermedios con resultados, con asignación de presupuestos y recursos para cada una de las actuaciones y con métricas que permitan medir y supervisar los resultados.

Resultará también clave ser capaz de revisar continuamente los avances para aprovechar nuevas oportunidades pues la tecnología y los avances conseguidos pueden dar lugar a nuevos caminos a desarrollar.



El cálculo del ROI (retorno de inversión) en proyectos tecnológicos asociados a la digitalización no es la mejor opción si únicamente nos fijamos en aspectos financieros.

En muchos casos los efectos de las tecnologías digitales son directamente no cuantificables puesto que se generan precisamente en la combinación de varias de estas aplicaciones con otros sistemas y procesos o puede derivarse de nuevas pautas de comportamiento de los operarios y nuevas interacciones entre procesos.

Por lo tanto, los beneficios y el valor generado por la implantación de estas tecnologías puede tener su origen en diferentes aspectos dependiendo de la aplicación. No hay por tanto un valor único sino diferentes 'valores' que contribuyen entre todos al beneficio total aportado. Entre estos posibles valores destacan:

- Valor derivado de la disponibilidad de información en tiempo real que permiten la toma de decisiones más rápida y fundamentada.
- Valor derivado de las posibilidades de identificación de los productos en proceso o almacén, de su seguimiento y trazabilidad.
- Valor derivado de las mejoras en la seguridad de los trabajadores que pueden conseguirse mediante la sensorización de zonas peligrosas y de los propios trabajadores.
- Valor derivado de una mejora de las operaciones y de los flujos de materiales gracias a la robotización y sensorización.
- Valor derivado de reducciones en consumo energético y en pérdidas de eficiencia a partir de un mejor conocimiento de los procesos.
- Valores derivados de nuevos procesos y operaciones que ahora son posibles gracias a las nuevas tecnologías.
- Valor derivado de mejoras en el mantenimiento y en el aumento de la disponibilidad de máquinas gracias a las posibilidades del mantenimiento predictivo basado en sensorización y análisis automatizado de datos.
- Valor derivado de nuevas funcionalidades en los productos, por ejemplo, de conectividad.

Así pues, resulta importante considerar estas posibles ventajas de manera integral teniendo en cuenta que en muchos casos se obtendrán a partir de la combinación de diferentes tecnologías y de nuevas aplicaciones que aparecerán en el futuro a partir de la información recopilada.

2.2 Áreas de trabajo en un plan de digitalización

La digitalización de la empresa debe entenderse como un proceso integral ya que precisamente gran parte de las ventajas y beneficios que ofrece se derivan de la posibilidad de que diferentes áreas de la empresa trabajen de manera coordinada compartiendo información para la mejor toma de decisiones.

Además, las actuaciones desarrolladas en las diferentes áreas de la empresa deben coordinarse y tender hacia el objetivo primordial que es el de ofrecer mayor valor al cliente de la manera más eficiente posible. Así, de nada sirve disponer de un servicio tecnológicamente avanzado para la generación de pedidos de cliente de una manera rápida y ágil si luego los sistemas productivos no son capaces de seguir el ritmo impuesto por los clientes.

Teniendo esto en cuenta, en lo que sigue se van a describir líneas de actuación y ejemplos de desarrollos dentro de cada una de ellas y asociadas a las diferentes entidades y estructuras operativas de la empresa de acuerdo al planteamiento mostrado en la siguiente figura.



Fig.11 Dimensiones y áreas de trabajo en un plan de digitalización

En este planteamiento todas estas dimensiones y áreas de trabajo se articulan en torno a la figura del cliente que debe ser el foco y objetivo del proceso.

En torno a este foco se diferencia un núcleo principal integrado por el propio producto o servicio ofrecido por la empresa a sus clientes, que se genera a partir de una serie de procesos y operaciones productivas y que se ofrece a través de unos mecanismos y una serie de elementos complementarios que influyen en la experiencia de compra, uso del producto y relación del cliente con la empresa, lo que se engloba bajo el concepto de experiencia del cliente.

Todos estos elementos del núcleo principal vienen soportados y articulados por una estrategia, definida por un determinado modelo de negocio, una estructura tecnológica que da soporte a los mismos y por un equipo humano de trabajadores que constituye el alma de la empresa.

En esta capa que rodea al núcleo es la que permitirá materializar y rentabilizar las acciones que se planteen ya que sin un cuerpo de trabajadores formados y sin la capacidad de atraer y retener el talento, la empresa no será capaz de mantener el pulso necesario a lo largo del tiempo, que un proceso de transformación como este requiere. En ese sentido, se abre un nuevo campo de competitividad que es el relacionado con el ‘mercado’ del talento.

Del mismo modo, sin una base tecnológica bien asentada sobre sistemas estándares, abiertos y escalables, la empresa no podrá desplegar las implementaciones que se planteen. Hay que tener claro que los retornos vendrán asociados al flujo de datos desde la planta a los sistemas de información de la empresa y de ahí a la nube. Las infraestructuras tecnológicas deben permitir que esos flujos de datos masivos puedan realizarse en tiempo real. Para ello será clave construir todo un ecosistema de partners especializados y considerar modelos infraestructura y software ‘as a service’ que permita seguir el ritmo de actualización y desarrollo de nuevas tecnologías.

Finalmente el despliegue de un modelo de negocio que permita rentabilizar al máximo los desarrollos planteados resultará fundamental en el proceso de transformación y debe actuar como elemento tractor de toda la estrategia. En ese sentido, la digitalización puede contribuir a mejorar todos los elementos que determinan el modelo de negocio e incluso abrir la posibilidad de nuevas fuentes de ingresos para la empresa (ver Figura 12). Ese ha de ser el objetivo último como empresa y ese enfoque hacia el negocio debe estar siempre presente en todos los desarrollos que se planteen.

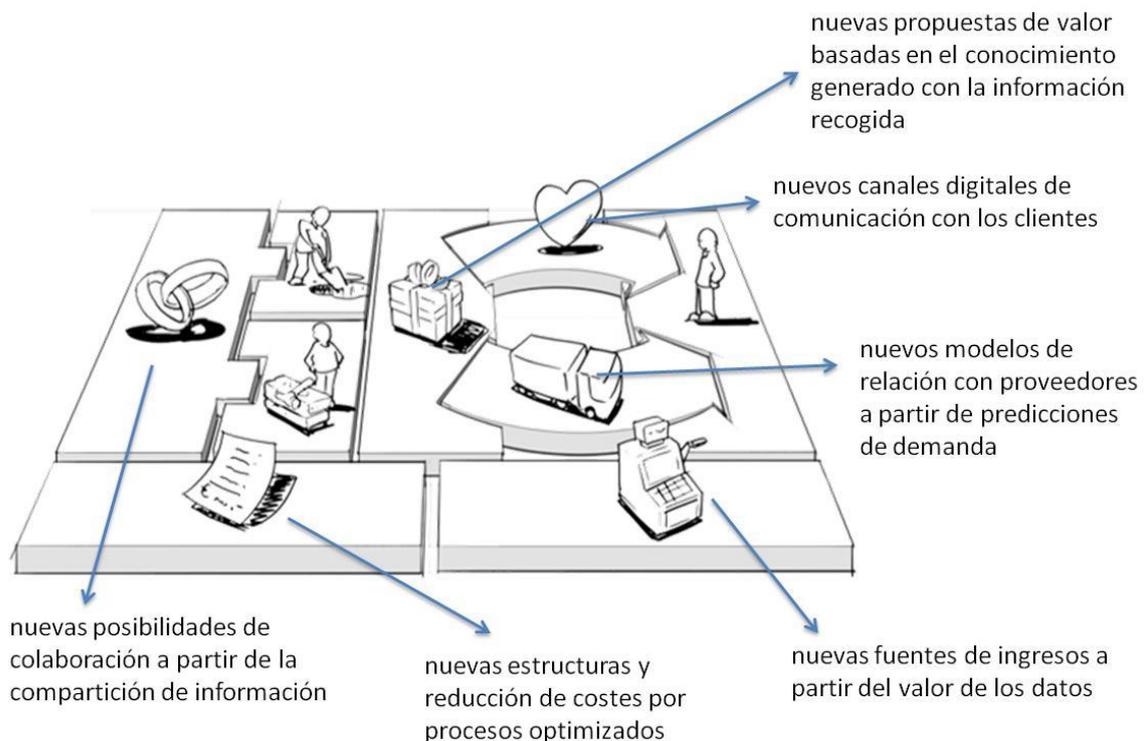


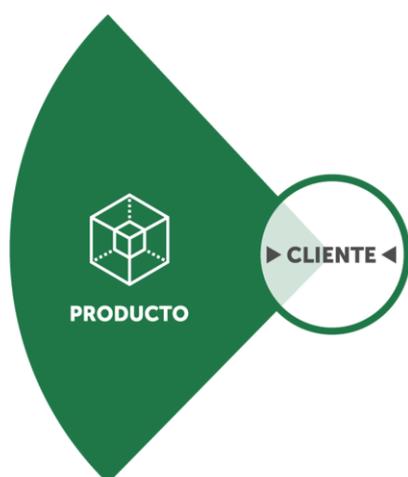
Fig.12 Impacto de la digitalización en los elementos del modelo de negocio

2.2.1 El producto

El producto y los servicios asociados constituyen la propuesta de valor de la empresa a sus clientes. Esta propuesta de valor se compone de dos elementos principales; prestaciones o funcionalidades que resuelven unas determinadas necesidades y coste, económico, pero también costes de adopción, de uso, de cambio, etc.

Estos dos elementos no son contrapuestos, sino que tienen que considerarse de manera simultánea. Se trata de conseguir más necesidades cubiertas a menor coste. Puede resultar sencillo valorar el aumento de prestaciones y funcionalidades del nuevo producto, pero no lo es tanto anticipar su coste y mucho menos los costes ocultos que su adopción puede suponer para el cliente

Teniendo esto en cuenta, tenemos que ver como la digitalización de nuestros productos puede contribuir a estas variables o al menos a darnos información sobre el uso del producto por parte del cliente que nos ayude a anticipar esos costes ocultos. Así, dentro del ámbito del producto se distinguen varias líneas de actuación dentro del proceso de digitalización. Son las siguientes:



Componentes y funcionalidades digitales

Productos 'aumentados' a partir de la integración de electrónica y sistemas digitales

Ej: utilización de sensores, sistemas con almacenamiento de memoria, uso de localización, posibilidades de monitorización, gemelo digital

Productos interconectados

Los productos y servicios inteligentes se conectan a otros productos y servicios generando nuevos productos y servicios, nuevas funcionalidades y nuevos mercados.

Ej: sistemas para mantenimiento predictivo, gestión de flotas, trabajo colaborativo en asistencia técnica

Recopilación, análisis y uso de datos

Los productos y servicios inteligentes recogen datos sobre su uso y su entorno, los analizan y se utilizan para la toma de decisiones en tiempo real.

Ej: conocer como el cliente usa el producto (diseño), conocer que vida ha llevado el producto (postventa), conocer el estado de funcionamiento del producto (postventa y diseño)

Fig.13 El producto. Líneas de actuación en un plan de digitalización

Como objetivo se tratará de llegar a disponer de un modelo digital del producto – un gemelo digital – que alimentado de datos reales permita conocer al detalle el comportamiento del producto en sus diferentes entornos y casos de uso, de manera que podamos mejorarlo, optimizarlo y particularizarlo para cada segmento de clientes y en el extremo para cada cliente individual.

2.2.2 Las operaciones

El ámbito de las operaciones está integrado por todas aquellas áreas y procesos operativos de la empresa, desde la gestión de pedidos a la distribución y logística pasando por la producción y el propio diseño de los productos y servicios.

Es por tanto el campo natural del concepto de la industria 4.0 y de las aplicaciones tecnológicas que se integran en este mundo. Así, gracias a una serie de tecnologías clave o tecnologías habilitadoras podrán conseguirse transformaciones significativas en las plantas y procesos industriales

Se tratará de hacer posibles nuevas formas de gestionar plantas de producción de manera más eficiente, optimizando recursos y reduciendo costes operacionales, mejorando la seguridad y eficiencia de los trabajadores y dando lugar a nuevos servicios y medios de supervisión y control asociados a instalaciones industriales. En definitiva, se dará lugar a nuevos paradigmas centrados en la flexibilidad, la modularidad, la descentralización y la interoperabilidad que son los que definen verdaderamente el concepto de Industria 4.0.

En busca de este objetivo a través de la digitalización se puede trabajar en las siguientes líneas de actuación:



Desarrollo de capacidades de base

Capacidades que constituyen la base sobre la que desarrollar la estrategia digital. Se tienen que desarrollar aunque no exista todavía un plan de digitalización.

1. ERP – Gestión de operaciones digitalizada
2. Diseño de producto – PLM – 3D
3. Herramientas análisis de datos y generación de KPI's

Eliminación de tareas rutinarias/peligrosas/de poco valor

Robotización y automatización

Control de procesos automatizado y en tiempo real – conocimiento de los procesos a partir de datos

Sensorización y medida - Identificación de productos y materiales - Reducción de consumos y aumento de eficiencia - Mejoras en el mantenimiento y en la disponibilidad de máquina - Inspección y control de calidad en línea (visión artificial, sensorización sin contacto) - Trazabilidad (RFID, tecnologías inalámbricas) - Control adaptativo (ajuste automatizado de parámetros de máquina) - Análisis automatizados OEE (Overall Equipment Efficiency)

Flexibilidad – modularidad – descentralización - interoperabilidad

Definición de nuevos procesos y operaciones - Modelado de la planta y simulación de flujos discretos de producción - Planificación dinámica de recursos - Integración de sistemas con proveedores y cliente

Fig.14 Las operaciones. Líneas de actuación en un plan de digitalización

La unidad de trabajo en el ámbito de operaciones será el proceso y por tanto poner el foco en un determinado proceso bien sea de producción, de logística, de gestión, etc permite abordar la transformación digital en el ámbito de las operaciones de manera progresiva y en partes manejables con unos objetivos claros y concretos.

A la hora de digitalizar un proceso se consideran cinco etapas de menor a mayor complejidad y valor añadido. Son las siguientes:

1. **Sensorizar.** Se deben monitorizar y registrar todas las variables relevantes del proceso, en tiempo real y registrándolas para su posterior análisis.
2. **Gestionar los datos en tiempo real.** Los datos recogidos deben formatearse y ‘curarse’ de manera que se garantice su unicidad y puedan establecerse relaciones con otros datos correspondientes a diferentes variables.
3. **Analizar los datos.** Los principales indicadores del proceso se calcularán y visualizarán en tiempo real a partir de los datos recogidos de manera automatizada. Se establecerán las principales relaciones entre variables.
4. **Predicción.** Mediante el uso de herramientas y algoritmos predictivos se anticipará el resultado del proceso en cuanto a calidad, cantidad, o la variable que se considere. Los algoritmos trabajarán sobre los datos recopilados.
5. **Adaptación.** El propio proceso tendrá capacidad de autocorrección si la respuesta anticipada no satisface los estándares y objetivos planteados.



Fig.15 Etapas en la digitalización de procesos

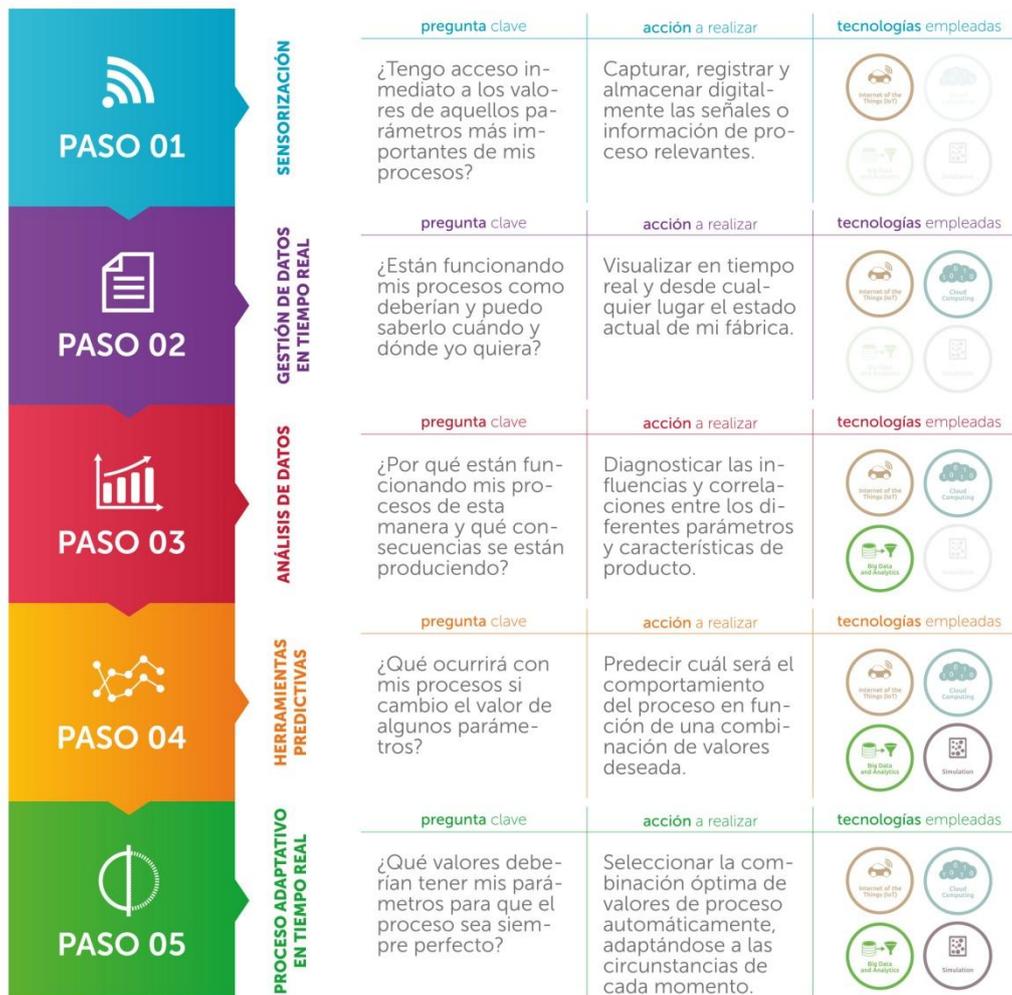


Fig.16 Preguntas clave, acciones y tecnologías para la digitalización de procesos



La digitalización de un proceso determinado en una compañía, independientemente de que esté asociado a producción, logística o la propia gestión puede abordarse en las etapas propuestas.

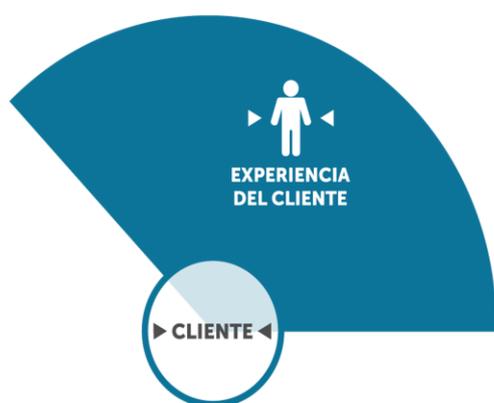
Por tanto, resultará clave enfocar estos procesos de digitalización de manera global y sobre la base de una infraestructura de datos capaz de almacenar y gestionar en tiempo real todos los datos que van a venir de los diferentes procesos digitalizados. Estructuras de bases de datos descentralizadas y no relacionales constituyen tecnologías clave para su despliegue.

2.2.3 La experiencia de cliente

La experiencia de cliente es un factor determinante incluso en el ámbito de las relaciones B2B. Ponérselo fácil al cliente en todos los sentidos, por facilidad de acceso a la empresa, por rapidez en la respuesta, por atención personalizada, etc debe ser también un objetivo prioritario a incluir en el plan de digitalización.

En esta área hay varias líneas de actuación posibles, pero en definitiva se trata de elevar el nivel de comunicación y de interacción con el cliente, de generar posibilidades de atención personalizada y en definitiva de tratar de conseguir que el cliente se vincule en la mayor medida posible con la empresa.

Estas son las líneas de acción de mayor interés en este ámbito.



Acceso a los clientes (bidireccional)

Comunicaciones más rápidas, más fáciles, siempre abiertas. Omnicanalidad.

Ej: visita virtual, App para información y contacto, oferta online, factura electrónica, acceso a documentos cliente, RRSS

Involucración - Conexión

El cliente como extensión de la empresa y viceversa. Posicionamiento digital de la marca.

Ej: marketing de contenidos, blogs abiertos, comunidades sobre temas de interés, casos de éxito de clientes, marketplace de soluciones de cliente, platform business model, consultas, demos, life videos, webcasts, formación on line

Particularización – Experiencia de cliente

Atención personalizada, propuestas y comunicaciones – Conocimiento del cliente – Customer journey

Ej: zona privada en la web con toda la info de cliente (informes, facturas, cronograma, avance proyectos, ...), recomendaciones de otros servicios, rastreo de clientes (bigdata clientes) y atención personalizada en RRSS

Colaboración

El cliente como socio. Servicios comunes. Proyectos colaborativos

Ej: blogs abiertos, comunidades sobre temas de interés, crowdfunding proyectos, subastas

Fig.17 La Experiencia de cliente. Líneas de actuación en un plan de digitalización

Es importante que la imagen digital de la empresa sea totalmente coherente con la imagen física y que ambas esferas sean totalmente coincidentes en actitudes, calidad de respuesta y preocupación por el cliente. Este es uno de los aspectos quizá más difíciles de gestionar que puede enfocarse tratando de poner en valor activos reales mejorándolos con lo digital.

También resultará clave tratar de entender el comportamiento del cliente, qué hace, por qué, cómo y dónde y potenciar estos comportamientos con lo digital. Para ello resultará necesario recopilar y analizar datos de cliente para detectar cambios en el comportamiento, segmentar, ofrecer personalización y diseñar campañas de marketing enfocadas y ‘personalizadas’.



Todos los puntos de interacción con el cliente pueden ser susceptibles de mejorarse y potenciarse a partir del uso de herramientas digitales.

En ese sentido la herramienta del 'Customer Journey' puede ser de gran utilidad a la hora de intentar sistematizar y analizar todos estos puntos de interacción con el cliente pensando en cómo las herramientas digitales nos pueden ayudar.

La clave está en ponernos en la piel del cliente e identificar todas las fases, interacciones, canales y elementos que intervienen en la relación del cliente con la empresa, incluyendo la postventa.



2.2.4 El modelo de negocio

El modelo de negocio entendido como el modo en que la empresa crea y captura valor es claramente otra de las áreas de trabajo en un plan de digitalización y podemos encontrar hoy en día multitud de ejemplos exitosos de empresas que han dado lugar a nuevos modelos de negocio apoyándose en las posibilidades de las tecnologías y plataformas digitales. Por nombrar algunos Airbnb, Uber, Netflix o la propia Amazon.

En un plano más cercano a la pyme industrial se puede también trabajar en el modelo de negocio a partir de varias posibilidades; se pueden incorporar servicios al producto, buscar nuevos canales de venta, hacer partícipes a los clientes en el diseño, establecer colaboraciones, definir nuevos modos de relacionarnos con los clientes, etc.

Las posibilidades son muchas y aquí también se puede innovar sobre todo cuando se pasa de poner el foco en el producto o los procesos para ponerlo en el conocimiento dedicando esfuerzos a intentar explotar el conocimiento acumulado por múltiples vías. Por ejemplo, a través de procesos de innovación abierta, diversificando producto hacia otras opciones que se asienten en la misma base tecnológica o incorporando servicios al producto basados en el conocimiento.

Y aquí es dónde cobran relevancia hoy en día las nuevas tecnologías digitales ya que nos pueden permitir tener un conocimiento más profundo de nuestros procesos y productos y sobre todo porque nos pueden llevar a nuevos modelos de negocio.

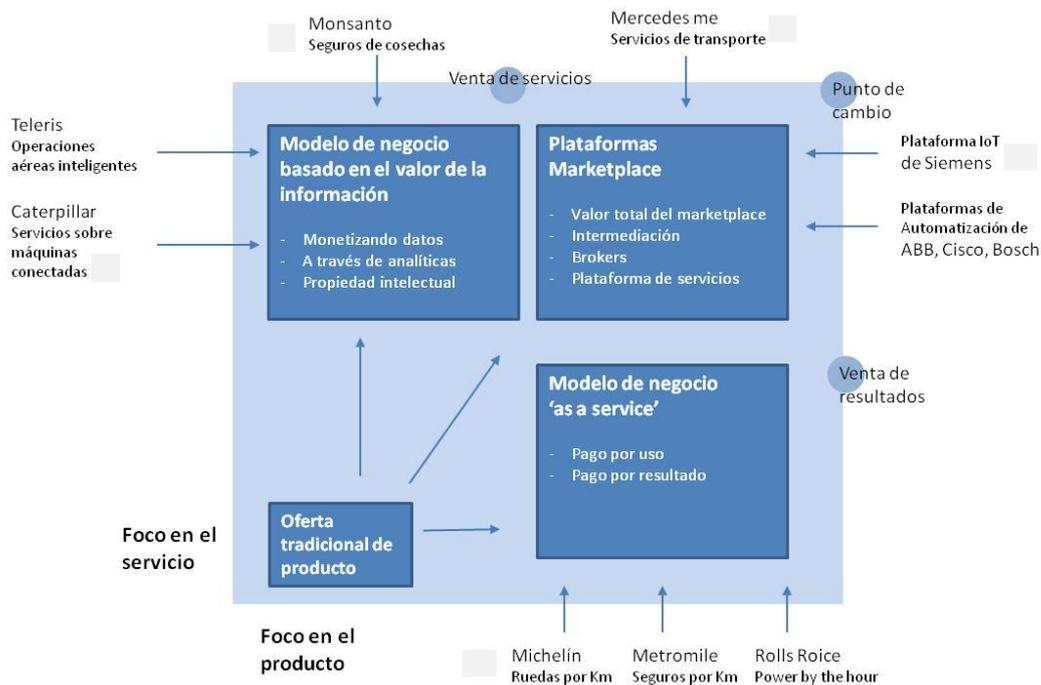


Fig.18 Nuevos modelos de negocio apoyados en tecnologías digitales

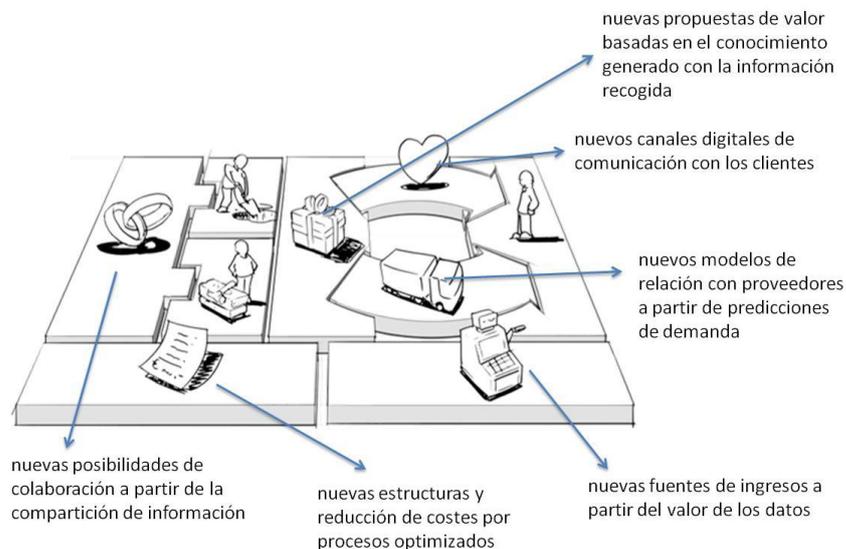
En definitiva, se trata de abordar un proceso continuo de replanteamiento y redefinición de todos los componentes del modelo de negocio; el producto y la propuesta de valor, el canal de distribución, el modo de acceso a los clientes o la forma de generar ingresos.



Una de las herramientas más usadas hoy en día para el análisis y definición de nuevos modelos de negocio es la bien conocida Business Model Canvas.

En este planteamiento el modelo de negocio se conceptualiza a partir de nueve bloques básicos sobre los que trabajar: la propuesta de valor, las relaciones con el cliente, los canales de distribución, los segmentos de cliente, las colaboraciones clave, los recursos y actividades clave y finalmente las fuentes de ingresos y estructura de costes.

Todos ellos pueden ser una oportunidad para las herramientas digitales:



2.2.5 Las infraestructuras tecnológicas

La base tecnológica de la empresa en cuanto a infraestructuras y equipamiento, aplicaciones de gestión y plataformas para la interacción con otros agentes de la cadena de valor, son elementos necesarios y facilitadores del proceso de transformación digital en tanto en cuanto sean suficientemente flexibles, adaptables de manera ágil a diferentes circunstancias de la empresa y sencillas de configurar y utilizar por el personal de la empresa.

Precisamente la gestión del 'legacy' entendido como los sistemas, herramientas y procesos actualmente en uso por la empresa, puede ser una de las barreras más importantes que podemos encontrarnos en el proceso de transformación digital por las dificultades de adaptación de los mismos a las nuevas necesidades.

En ese sentido las posibilidades de usar servicios SaaS e incluso infraestructuras IaaS no propietarias puede facilitar extensión de infraestructuras y soluciones tecnológicas que posibiliten y aceleran el cambio hacia la empresa digital.



Fig.19 Base tecnológica de la empresa de cara a la digitalización

Con esa orientación la clave no está en la tecnología por sí misma - hoy en día cualquier tecnología es accesible en cualquier parte del mundo - sino en gestionarla y planificarla adecuadamente. Y esto supone básicamente integrar la estrategia tecnológica en la estrategia global de la empresa, al mismo nivel y con la misma importancia que otras estrategias específicas como la asociada a marketing, cadena de suministro o internacionalización, pues todas ellas se pueden apoyar en elementos tecnológicos que permitirán generar ventajas competitivas.

Esto exige una actividad continua de vigilancia, análisis (interno sobre las propias capacidades y externo sobre las oportunidades identificadas) e implementación que sin duda terminará en innovaciones de un tipo u otro y dará lugar a ampliar la base tecnológica de la empresa.

2.2.6 Las personas

Las personas son el elemento clave de cualquier organización, pero en los procesos de cambio y transformación como es éste, cobran una relevancia especial ya que sin una transformación cultural en las personas no será posible el cambio en la organización.

En ese sentido mecanismos de incentivos, formación y comunicación se constituyen como imprescindibles para ‘suavizar’ la transformación. Del mismo modo la gestión del talento fomentando la colaboración, el intraemprendimiento, la propuesta de ideas, las estructuras más horizontales, etc se revelan como estrategias clave en el proceso.



Fig.20 Estrategias para la transformación digital de las personas

En este ámbito de las personas se hace necesario también incluir aquellas cuestiones relativas al liderazgo, gobernanza y gestión del proceso, especialmente en lo que se refiere a la medición y supervisión de los avances definiendo una serie de métricas – no solo financieras – que permitan seguir el proceso.



Para avanzar en la efectiva implicación de todas las personas de la organización con el proceso de transformación digital se pueden plantear los siguientes pasos:

1. Conectar a los trabajadores mediante herramientas colaborativas y de comunicación para transmitir información y abrir canales de comunicación informal, extensivos y transparentes. Fomentar la participación y la recogida de opiniones.
2. Animar la participación con la involucración de los managers, identificando personas clave - digital champions - en todos los niveles.
3. Reconocer y desarrollar propuestas, ideas, sugerencias realizadas por los empleados a través de estas redes colaborativas.
4. Ser conscientes de que habrá resistencia al cambio y dificultades de adopción ya que no todas las personas tienen la misma predisposición ni conocimientos para el uso de herramientas digitales.

2.3 Sistemática para el planteamiento de la hoja de ruta de la transformación digital

El proceso de transformación se concibe como una sucesión de proyectos encadenados encuadrados en diferentes ámbitos de actuación cuya implantación irán llevando a la empresa poco a poco hacia un nuevo nivel de madurez digital siendo conscientes de que este es un camino de transformación continuo.

El punto de inicio de este encadenamiento de proyectos no es fijo, aunque es cierto que existen dos ámbitos, el correspondiente a la tecnología y el de las personas según se han presentado en el apartado anterior, que deben haberse desarrollado hasta un determinado nivel mínimo en cuanto a infraestructuras, herramientas y formación principalmente para que posteriores desarrollos se asienten sobre esa base.

Tampoco se distingue un punto final fijo ya que este es un proceso continuo de transformación soportado por la aparición en el futuro de nuevas tecnologías que ofrecerán posibilidades ahora no contempladas. No obstante, lo que está claro es que el camino nos irá llevando hacia nuevos modelos de negocio que permitirán aprovechar el potencial de los avances conseguidos.

Así pues, entre la base mínima correspondiente a los campos de tecnología y personas y los hitos intermedios correspondientes a nuevos modelos de negocio, se extiende un campo de posibilidades de actuación - de proyectos - en todos los ámbitos de actuación planteados en el apartado anterior, que podemos ir abordando de manera progresiva y en ciclos recurrentes.

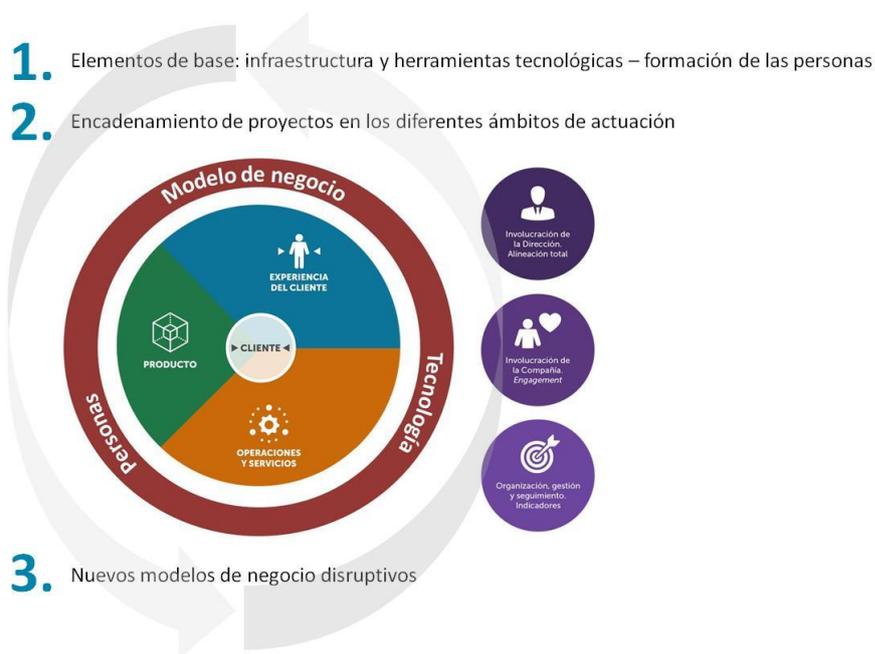


Fig.21 Ciclos de transformación

Conviene por otra parte ir avanzando poco a poco en todos los ámbitos ya que en muchos casos aparecerán sinergias entre diferentes desarrollos que darán lugar a nuevas posibilidades de negocio o desarrollos más ambiciosos que aceleran la transformación.

Teniendo esto en cuenta lo que se propone es identificar una cartera de oportunidades en los diferentes ámbitos presentados que convenientemente priorizados y desplegados en forma de

proyectos, permita a la empresa ir avanzando progresivamente en su proceso de transformación digital.

Este proceso de identificación de oportunidades, priorización y despliegue se puede sistematizar mediante la metodología que se plantea a continuación y que se resume en el siguiente proceso:

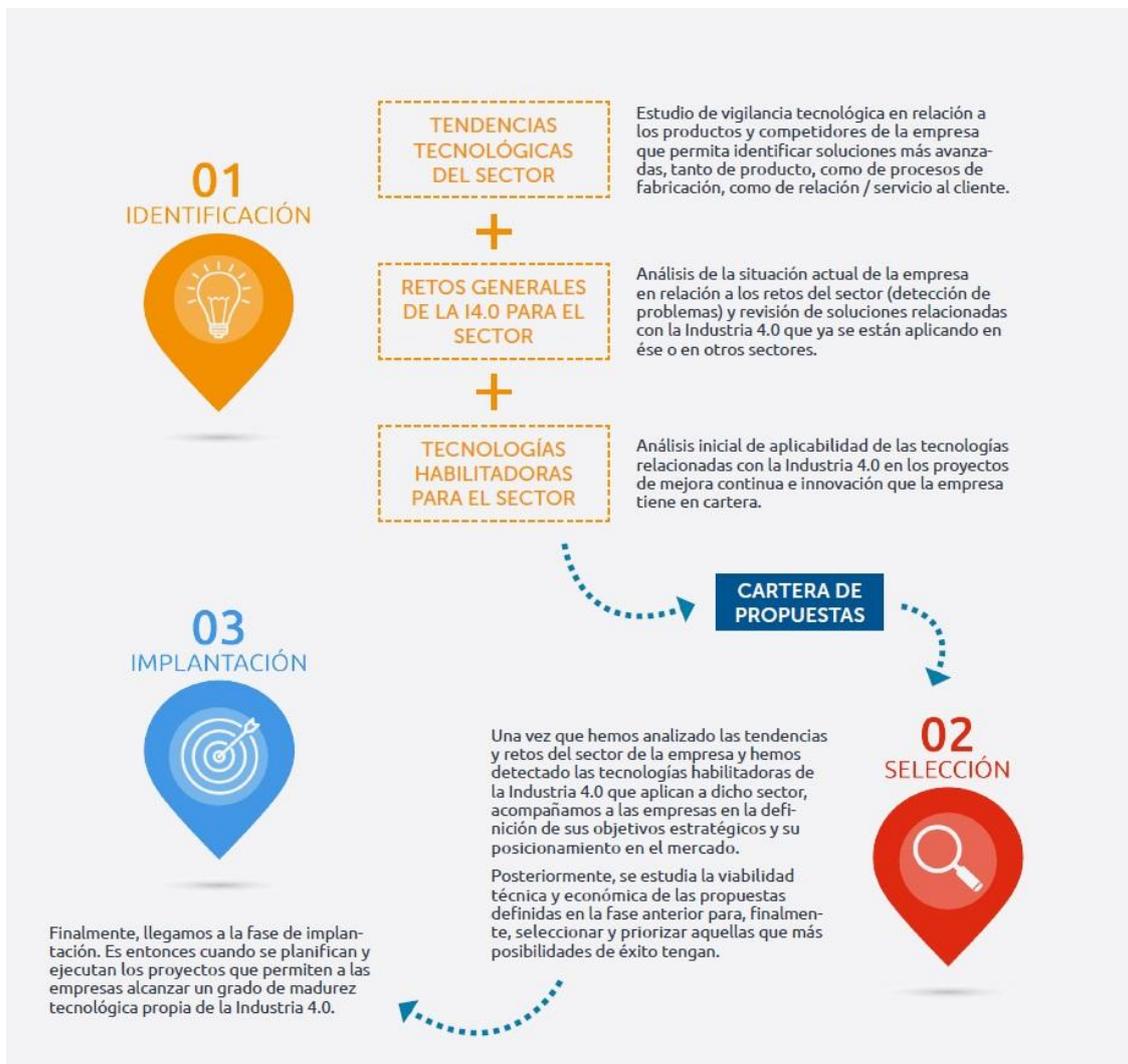


Fig.22 Metodología para la identificación, priorización y despliegue de proyectos de transformación digital

01. Identificación

Se tratará en este punto de generar una cartera de oportunidades y propuestas de actuación que la empresa podría abordar en su proceso de transformación digital. Estas propuestas deberán estar encuadradas en alguno de los ámbitos de actuación propuestos en el apartado 2.2 y constituirán la materia prima sobre la que trabajar.

El proceso de generación de estas propuestas exige una reflexión por parte de la empresa que debe tener en cuenta la visión desde diferentes áreas operativas y que puede alimentarse a partir de fuentes internas e internas de la empresa.

Como fuentes internas se pueden considerar:

- Las carencias o 'gaps' detectados por la empresa a partir del análisis de su situación de partida definido por el análisis con una herramienta de diagnóstico como HADA.
- El análisis interno sobre cada uno de los ámbitos de actuación, áreas y líneas de trabajo definidas en el apartado 2.2.

Este análisis interno debe filtrarse o matizarse a partir de información externa, que lo pondrá en contexto y que puede ser al mismo tiempo origen de nuevas propuestas. La información externa que se considera es la siguiente:

- Tendencias tecnológicas sectoriales: se tratará de analizar productos y competidores de la empresa tratando de identificar las soluciones más avanzadas en cuanto a productos, procesos o formas de relación / asistencia al cliente.
- Retos generales de la I4.0 para el sector: a nivel más general se tratará de identificar los retos principales del sector de actividad de la empresa en cuanto a los siguientes aspectos tratando de identificar la situación de partida y el objetivo buscado:

Reto industrial

1. Usar métodos colaborativos para potenciar la innovación
2. Combinar flexibilidad y eficiencia en los medios productivos
3. Gestionar tamaños de series y tiempos de respuesta más cortos
4. Adoptar modelos logísticos eficientes
5. Adaptarse a nuevos canales (digitalización y omnicanalidad)
6. Aprovechar la información para anticipar las necesidades del cliente
7. Adaptarse a la hiperconectividad del cliente
8. Gestionar la trazabilidad multidimensional extremo a extremo
9. Gestionar la especialización mediante la coordinación de ecosistemas industriales de valor
10. Garantizar la sostenibilidad a largo plazo
11. Ofrecer productos personalizados
12. Adaptar el porfolio de productos al mundo digital

Fig.23 Retos de la industria 4.0

- Tecnologías habilitadoras para el sector: con la ayuda de expertos técnicos se tratará de identificar aplicaciones de las nuevas tecnologías del mundo 4.0 en la actividad de la empresa.

A partir de estas referencias tanto internas como externas se tratará de definir propuestas de actuación que posteriormente serán priorizadas y desplegadas en forma de proyectos. Este porfolio de proyectos convenientemente encadenados constituirá la hoja de ruta de la empresa hacia su transformación digital.



Una herramienta que puede ser de utilidad para la generación y clasificación de propuestas es la matriz tecnologías – objetivos estratégicos dónde se tratará de encontrar oportunidades para implantaciones tecnológicas en la empresa que ataquen determinados retos estratégicos planteados.

Robotics	Additive Manufacturing	Augmented Reality	Simulation	Cloud Computing	Big Data and Analytics	Internet of the Things (IoT)		
Robotización de operaciones	Impresión en obra	Toma de decisiones en tiempo real (control de calidad de obra, replanteos...) Modelos predictivos (demanda, fallos, turnos...) Compartición de información (BIM)			Optimización de procesos: materiales, personas, maquinaria...		Mejora de la PRODUCTIVIDAD	
Automatizar operaciones sensibles	Impresión de recambios	Control de obra "Realidad VS. Proyecto"	Simulación de procesos de construcción	Mantenimiento predictivo: Sensorización parámetros clave, patrones de fallo		Reducción de paradas: Adelantarse a fallos, Alargar vida equipos...		
Herramientas para mejorar el desempeño de los trabajadores: Gafas RA para ejecución de obra, formación inmersiva, maquinaria auxiliar, capacidades de cálculo, información en tiempo real para toma de decisiones, compartición de información...					Selección de proveedores, trabajadores...	Control y coordinación de ejecución		Mejora desempeño: trabajadores, proveedores...
	Reducción de impacto con Impresión en obra		Mejora eficiencia de procesos: Previsión demanda, diseño de rutas, medición de consumos, selección de materiales (agua, cemento...)			Reducción de consumos: Materiales, combustible, energía...		Reducción del IMPACTO MEDIOAMBIENTAL
			Green Construction: Gestión compartida Ciclo de Vida de la Obra Reaprovechamiento de materiales			Reaprovechamiento de energía: Reciclaje, energía a red...		
Robotización de tareas peligrosas		Teleoperación de tareas peligrosas	Simulación de mapas de seguridad -riesgos		Predicción de accidentes	Medición zonas peligrosas (gases, polvo...)	Reducción de riesgos y minimización de la exposición de los trabajadores en zonas de peligro	Mejora de la SEGURIDAD

02. Selección

Teniendo en cuenta que las propuestas identificadas pueden tener diferente impacto en la organización y que su despliegue puede requerir de diferentes niveles de inversión entre otras cuestiones, será necesario priorizarlas para seleccionar aquellas que la empresa puede abordar de manera prioritaria.

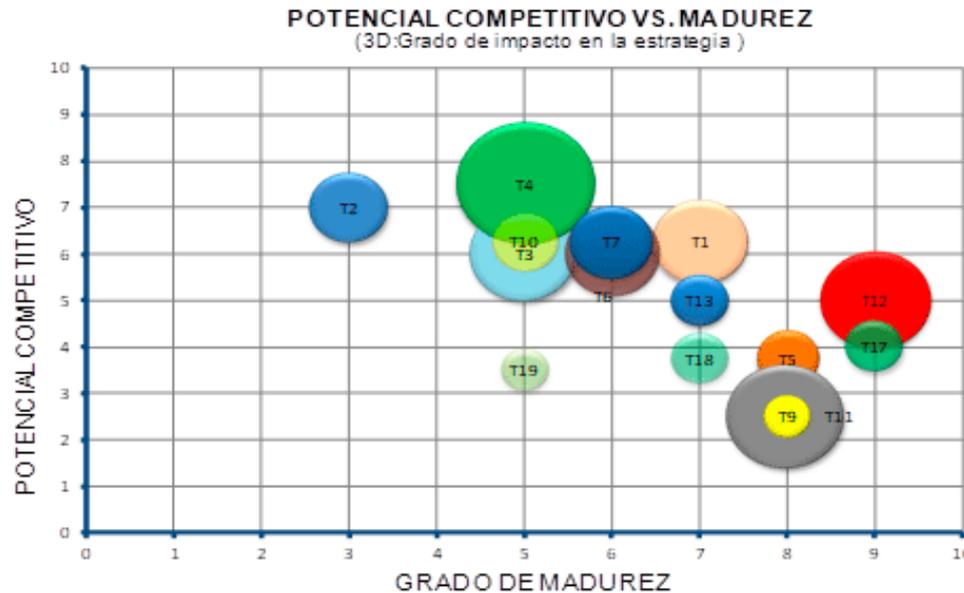
Para ello se propone valorar y priorizar las propuestas identificadas en el punto anterior de acuerdo a tres criterios principales:

- **Potencial de la tecnología:** Posibilidades que ofrece la tecnología en cuestión para otorgar mejoras significativas en términos de productividad, eficiencia o calidad. Esta valoración estará basada en las tendencias y estudios identificados en el punto anterior, en las opiniones de expertos y en el conocimiento por parte de la empresa de los procesos y operaciones involucradas.
- **Grado de madurez:** Nivel de madurez y de adopción (en el sector o fuera de él) de la tecnología considerada. Valoración basada en opiniones de expertos en las tecnologías en cuestión complementada por información externa sobre casos de aplicación o experiencias en el sector o fuera de él (vigilancia tecnológica).
- **Posibilidades de implantación:** Estimación de las posibilidades de implantación en la línea teniendo en cuenta nivel orientativo de inversión requerido, formación del personal, sinergias con otros procesos, etc. Valoración por la empresa.

Este ejercicio de priorización es conveniente realizarlo teniendo en cuenta las aportaciones y visión de las diferentes áreas operativas o funcionales de la empresa y debe permitir ir avanzando de manera progresiva y en paralelo dentro de cada uno de los ámbitos y áreas de trabajo asociados a la digitalización.



Para guiar la valoración de las propuestas y realizar este análisis de manera sistematizada se propone una herramienta como el gráfico siguiente que permitirá a la empresa ver el mapa de propuestas trabajado y seleccionar aquellas que la empresa considera más interesantes a partir de la combinación de los tres criterios mencionados.



El tamaño de los globos corresponde a la valoración de las posibilidades de implantación.

03. Implantación

Para que las propuestas identificadas y priorizadas puedan ser efectivamente implantadas es necesario pasar a su definición como proyectos, lo que exigirá concretarlas y dimensionarlas en cuanto a plazos, recursos y colaboraciones necesarias.

Para dar este paso de la oportunidad al proyecto teniendo en cuenta el rápido ritmo de cambio de la tecnología en los momentos actuales y el elevado nivel de especialización que se requiere no podemos desestimar dos aspectos que pueden resultar clave:

- La rapidez en el despliegue y validación. La utilización de metodologías ágiles como Lean o el conjunto de metodologías Agile desplegadas sobre el esquema básico Idea – prototipo – revisión – pueden permitir la prueba y validación de las implantaciones consideradas como paso previo a su escalado completo. Tratándose en muchos casos de tecnologías y soluciones no del todo maduras, es importante conocer lo antes posible sus ventajas y anticipar dificultades en fases tempranas.
- La necesidad de colaboración. Hoy en día el ritmo del avance tecnológico es muy elevado lo que dificulta a las empresas el estar al día en cuanto a conocimientos y nivel de

especialización. Por otra parte, las barreras de acceso a la tecnología se han reducido puesto que podemos encontrar socios y colaboradores en cualquier parte del mundo. Se trata de aprovechar este hecho para también resolver el primero. Mediante acuerdos de colaboración con proveedores, centros tecnológicos o de investigación, podemos tener acceso a un conocimiento especializado que manejado convenientemente a través de acuerdos de propiedad industrial, puede posibilitar y acelerar el despliegue de tecnologías en la empresa.

Adicionalmente a estas cuestiones hay una serie de directrices generales que se plantean a continuación y que pueden contribuir al éxito de los proyectos de digitalización:

- Trabajar sobre problemas reales pensando siempre en el impacto sobre el negocio y en los impactos sobre tres objetivos principales:

La eficiencia:

- Incrementar productividad gracias al mejor manejo y entrega de información
- Reducir o eliminar desplazamientos y tiempos muertos
- Resolución de problemas más rápido gracias a más info y capacidades predictivas
- Asistencia remota

La optimización de los procesos:

- Captura de datos en tiempo real
- Remote monitoring
- Predictive analytics

La generación de nuevo negocio

- Nuevas estrategias go to market
- Asistencia y servicio remoto
- Servicios derivados de datos
- Aumento de disponibilidad de los activos

- Establecer expectativas realistas, compatibles con lo existente (qué, cómo y cuándo).
- Gestionar el alcance, tamaño y las fases de los proyectos. Empezar con Quick wins.
- Redefinir completamente los procesos si es necesario. Diseñar para flexibilidad y sobre sistemas abiertos.
- Trabajar con un equipo multidisciplinar y atraer talento.
- Trabajar sobre infraestructuras estándar y escalables. Una única plataforma para todos los desarrollos suficientemente flexible y escalable para acomodar desarrollos futuros.
- Asesorarse con especialistas y construir un ecosistema de partners.
- Incluir a los usuarios desde el principio.
- Revisar avances y estar preparado para pivotar y cambiar.

Y no hay que olvidar que en el camino surgirán dificultades que tendremos que vencer. Entre ellas y como más importantes, habrá que considerar aspectos relacionados con la gestión del cambio y el compromiso e impulso constante por la dirección, los aspectos de ciberseguridad y la compatibilidad e integración de las soluciones en los sistemas y procesos actuales.



En una primera fase se pueden preparar las llamadas ‘fichas de oportunidad’ o ‘fichas de proyecto’ que permitan visualizar e ir concretando el alcance los posibles proyectos a definir.

Objetivos	Criticidad para negocio
Implantar un sistemas de trazabilidad y control de materiales en planta que permita el seguimiento en tiempo real del punto de proceso en el que se encuentra un determinado pedido. (Proyecto MOVINT 4.0). Evitando el papel – Integrado en el sistema de gestión – Automatizado en cuanto a la entrada de información.	Alta
Acciones	Áreas Implicadas
<ol style="list-style-type: none"> Definición del proceso a realizar. Flujograma de operaciones y reingeniería. Definición de la estructura de datos y relaciones entre ellos y con los del sistema de gestión – input – output Definición de especificaciones técnicas y prestaciones de los sistemas para identificación: RFID, código barras, QR, ... Definición de los soportes (contenedores) para los elementos de identificación Desarrollo de prueba piloto en condiciones reales Escalado, formación y puesta en producción Apertura de pasarela para clientes y planificador 	Producción Gestión - planificación Sistemas
Output	Riesgos
Con esta implantación y a partir de su integración en el sistema de gestión será posible: - Que un cliente pueda conocer el estado de su pedido (servicio al cliente) - Ganar en flexibilidad y adaptabilidad a condiciones cambiantes de producción y pedidos. Replanificación (flexibilidad) - Un mejor control de la producción con la consiguiente reducción de tiempos y errores (competitividad) - Conocer en todo momento la localización exacta de materiales, semielaborados y producto terminado dentro de la planta y mejorar la trazabilidad (control).	No hay riesgos técnicos Inversión Adaptación del personal

Fase de implementación	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	KPIs
1. Definición del proceso a realizar. Flujograma de operaciones y reingeniería.													Incremento de utilización de máquinas y operarios Aumento de ventas en clientes integrados
2. Definición de la estructura de datos y relaciones entre ellos y con los del sistema de gestión –input – output													
3. Definición de especificaciones técnicas y prestaciones de los sistemas para identificación: RFID, código barras, QR, ...													
4. Definición de los soportes para los elementos de identificación													
5. Desarrollo de prueba piloto en condiciones reales													
6. Escalado, formación y puesta en producción													
7. Apertura de pasarela para clientes y planificador													



La norma UNE 166001 puede ser una herramienta interesante a la hora de sistematizar los proyectos de implantación de nuevas tecnologías y mejorar su gestión.

Sobre esta idea, la norma se plantea con los objetivos de:

- facilitar la sistematización de las actividades de implantación de nuevas tecnologías, investigación, desarrollo e innovación en forma de proyectos de I+D+i;
- ayudar a definir, documentar y elaborar proyectos de I+D+i, mejorar su gestión, así como la comunicación a las partes interesadas.

La norma es aplicable a proyectos de I+D+i, independientemente de su complejidad, duración o área tecnológica.



03

Empresa 4.0



La empresa 4.0

Descripción de la empresa 4.0

Indicadores de retorno

Casos de éxito de empresas aragonesas

3 La empresa 4.0

Este apartado se presenta como una continuación del anterior con el objetivo de que una empresa pueda visualizar un punto objetivo del recorrido de transformación, aunque con el estado actual de la tecnología quede todavía lejano. Con esto se pretende concienciar a la empresa de que el proceso de transformación es un continuo en el que no hay que dejar de encadenar oportunidades a medida que la tecnología permita nuevas prestaciones. Al mismo tiempo se pretende mostrar ejemplos de casos de aplicación desarrollados por empresas aragonesas.

3.1 Descripción de la empresa 4.0

Como se comentaba en el capítulo anterior el proceso de transformación se concibe como un camino en el que la empresa va avanzando en diferentes ámbitos de actuación desarrollando proyectos cuya implantación irán llevando a la empresa poco a poco hacia un nuevo nivel de madurez digital. De esa manera el punto final objetivo, la empresa 4.0, no es estático ya que se irá redefiniendo gracias a la aparición en el futuro de nuevas tecnologías que ofrecerán posibilidades ahora no contempladas. No obstante, lo que está claro es que el camino llevará a la empresa progresivamente hacia nuevas capacidades y modelos de negocio que permitirán aprovechar el potencial de los avances conseguidos.

Una aproximación al recorrido que la empresa debe ir efectuando hasta convertirse en una empresa 4.0 se muestra en la siguiente figura para cada ámbito de actuación identificado. En lo que sigue se detalla el recorrido para cada una de estas líneas.

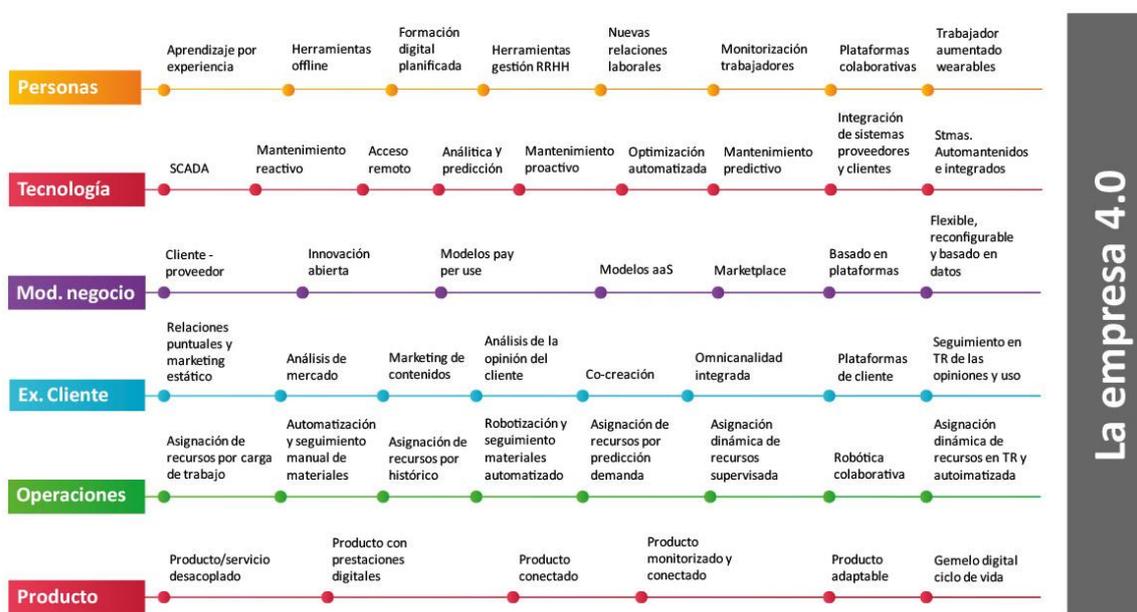


Fig.24 Evolución hacia la empresa 4.0

3.1.2 Operaciones 4.0

Las nuevas tecnologías son imprescindibles para el cambio en el proceso productivo de una empresa 4.0. Al mismo tiempo en que los consumidores cambian su forma de comprar y exigen productos cada vez más personalizados y fabricados en menos tiempo, la producción puede ajustarse dinámicamente adaptando sus procesos para poder cumplir con sus necesidades de demanda.

La empresa 4.0 se caracteriza por la aplicación de tecnologías digitales para conseguir una mayor eficiencia (optimización de recursos energéticos o materias primas y reducción de costes), mayor flexibilidad (posibilidad de personalizar los productos) y la reducción de plazos de fabricación y entrega de producto a cliente.

En ese sentido, las operaciones de la empresa 4.0 se basan dispositivos y análisis de datos en la nube para mejorar sus procesos, no solo productivos, sino también sus procesos de aprovisionamiento, almacenaje y distribución a sus clientes.

Los procesos de fabricación están adaptados a la flexibilidad demanda por los clientes, pero no solo los procesos productivos, sino los logísticos y de distribución. La cadena de suministro está preparada para el aumento de la demanda, el cambio en la personalización de productos y la velocidad de entrega requerida.

La robótica avanzada, tanto desde el punto de vista de soluciones de robótica móvil que impactan directamente sobre la eficiencia de los procesos, como tecnologías de robótica colaborativa que optimizan los procesos favoreciendo la colaboración entre empleado/máquina proporcionando eficiencia y flexibilidad en la operativa, es habitual en la empresa 4.0.

De la misma manera con el uso de herramientas de simulación, la empresa 4.0 puede contar con su copia del proceso virtual que permita realizar los cálculos necesarios a la hora de realizar una puesta en marcha de nuevas instalaciones, la optimización de los procesos existentes o el diseño de una red de cadena de suministro a nivel global que permita optimizar localización de proveedores, almacenes, analizar la venta en nuevos mercados, etc.

La impresión 3D es otra tecnología implantada en los procesos de una empresa 4.0, que hace posible la producción de prototipos mucho más rápidamente y agiliza el proceso de diseño.

En resumen y en relación a los procesos, la empresa 4.0:

- Ha implantado tecnologías digitales que sean la base para implantar soluciones de flexibilidad y eficiencia del proceso, que permitan gestionar series más cortas y más rápidamente. Realizan una planificación inteligente de la producción y asignación dinámica de recursos a la operativa
- Dispone de robótica móvil para movimiento de material en el proceso productivo, logístico o de distribución y robótica colaborativa para facilitar el trabajo del operario aportando flexibilidad.
- Gestiona la trazabilidad end-to-end durante todo el proceso productivo y logístico.
- Utiliza la simulación para desarrollar un gemelo digital del proceso productivo con el que optimizar las líneas de producción, el suministro a línea y la implantación de nuevos sistemas robotizados que tengan que convivir con distintas operativas internas. También es

capaz a partir de la simulación de optimizar el proceso logístico y de distribución de modo que la empresa pueda diseñar y optimizar sus redes de distribución de forma adecuada y flexible.

- Explora todos los datos disponibles mediante sistemas de Data Analytics para flexibilizar y optimizar la cadena de suministro de modo que la empresa se anticipe a las necesidades de los clientes, trabaje de forma coordinada con todos los agentes de la cadena de suministro y favorezca la reducción de costes en el conjunto de la misma.
- Utiliza la impresión 3D para hacer posible la producción de prototipos mucho más rápidamente y agiliza el proceso de diseño.

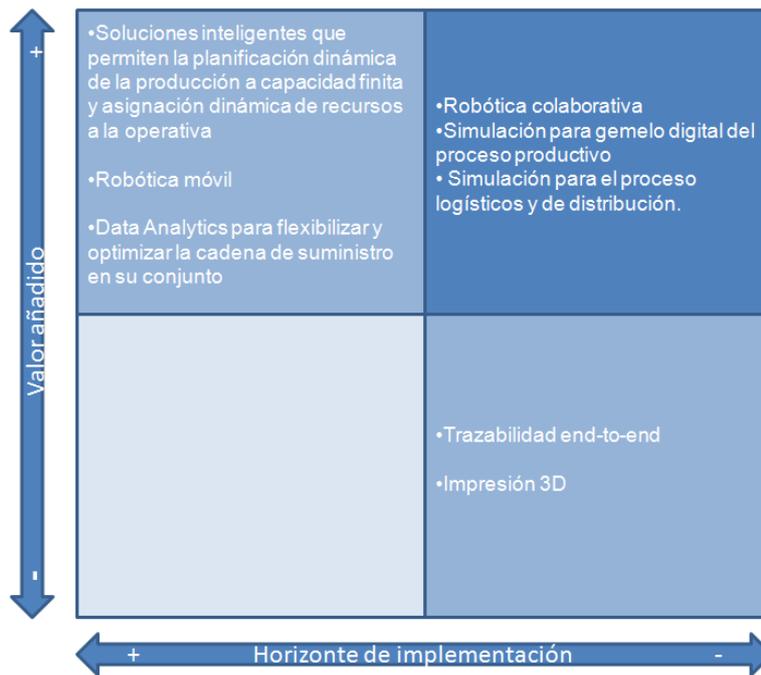


Fig.26 Matriz Valor añadido – Horizonte implementación – Operaciones 4.0

3.1.3 La experiencia de cliente 4.0

El modelo de negocio de una empresa 4.0 tiene al cliente en el centro de su estrategia digital, proporcionándole una mejor experiencia de cliente adecuada a la digitalización inherente en las personas. El objetivo es el de proporcionar al cliente nuevos servicios con mayor valor añadido y con menores costes.

Quizás uno de los mayores cambios a los que se deben enfrentar las empresas en su objetivo de convertirse en una empresa 4.0, es el cambio de mentalidad en cuanto a las necesidades del cliente. El nuevo escenario deja atrás los productos fabricados que pretenden ser una solución para millones de consumidores y se debe adecuar al hecho en el que el consumidor está conectado a la industria a través de las redes sociales, internet y medios de marketing digital personalizando al máximo los productos de acuerdo a sus intereses.

Por otra parte, la empresa 4.0 ha llegado a una fabricación eficiente y personalizada que no repercute negativamente en el coste de producción y por tanto es capaz de ofrecer productos totalmente personalizados respondiendo a sus necesidades de manera individualizada.

La empresa 4.0 es capaz de desintermediar las relaciones con sus clientes utilizando los canales digitales, como las redes sociales y un sitio web intuitivo habilitado con recursos técnicos que permite cultivar una marca personalizada y mantenerse al frente de los clientes.

Con todo esto y en relación a la experiencia de cliente, la empresa 4.0:

- Está adaptada a la incorporación de nuevos clientes completamente digitales, favoreciendo su experiencia de compra desde el primer momento. Busca nuevos canales de venta, hace partícipe a los clientes en el diseño, establecer colaboraciones, define nuevos modos de relacionarse con los clientes, etc.
- Realiza un análisis personalizado del comportamiento de cada cliente para adelantarse a sus demandas y poder recomendar productos basados en el perfil y el contexto del usuario.
- Aprovecha el análisis realizado mediante técnicas de bigdata y data analytics para dimensionar la demanda de cada uno de sus productos o familias de productos, que a su vez permita dimensionar de una forma inteligente los procesos productivos y de cadena de suministro de la misma.
- Es capaz de realizar recomendaciones personalizadas y contextuales de productos a través de canales digitales y de detectar el interés de compra de un cliente facilitando la finalización de la compra a través del canal digital más adecuado para un usuario específico.
- Incorpora nuevos modelos de negocio basados en el valor añadido derivados de la interpretación de los datos del proceso 4.0, permitiendo la información detallada de los procesos de compra a los clientes y procesos postventa personalizados.
- Considera nuevos modelos de negocio de pago por uso de los productos o consumo de SaaS de distintas soluciones de la empresa.
- Es capaz de generar nuevos modelos de negocio basados en la incorporación de tecnología en los productos 4.0 que permiten crear otros servicios como el mantenimiento predictivo reinventando la propuesta de valor al cliente.

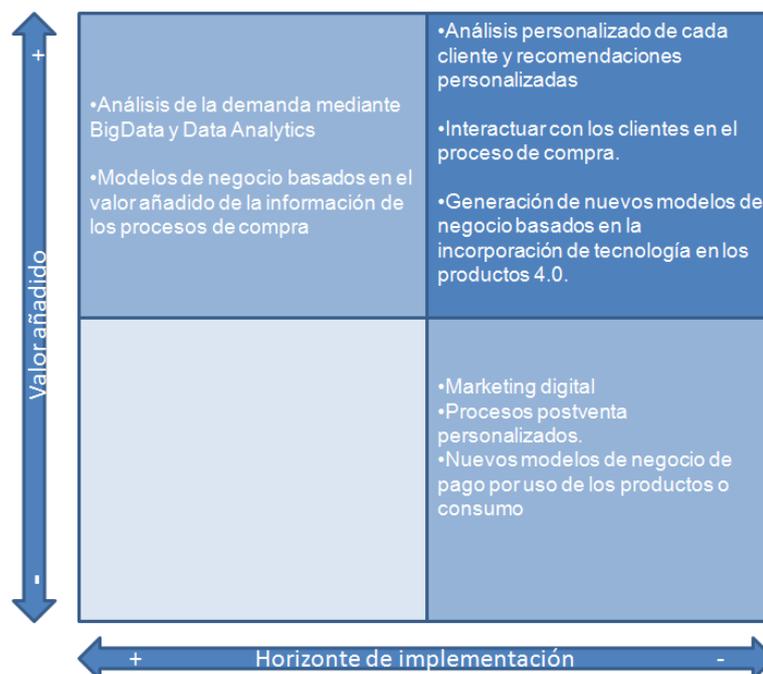


Fig.27 Matriz Valor añadido – Horizonte implementación – Experiencia de cliente 4.0

3.1.4 Los modelos de negocio 4.0

La empresa 4.0 ha conseguido desarrollar un modelo de negocio flexible y adaptable a las nuevas necesidades y modos de comportamiento de los clientes y que constituyen nuevos paradigmas en forma de nuevas líneas de negocio que pueden coexistir dentro de la misma empresa.

Estos nuevos negocios pueden ser derivados del valor de la información a través de la monetización de los datos, ofreciendo analíticas de interés para el cliente o a partir de la explotación de activos de propiedad intelectual bajo esquemas de innovación abierta.

Se han asentado también modelos de negocio 'as a service', en los que los ingresos se generan a partir del uso del producto o en base a los resultados de su utilización. Los modelos de explotación del mundo del software SaaS se extienden a los productos físicos gracias a la servitización.

Finalmente han tomado gran preponderancia los modelos de negocio basados en plataformas en las que se consigue la desintermediación al poner en contacto a los clientes con los proveedores de productos o servicios. En este caso se consideran varias posibilidades; plataformas tipo marketplace de capacidad en la que una serie de equipos productivos se comparten entre diferentes productores para atender a diferentes clientes; marketplace de servicios en el que la plataforma actúa como bróker y punto de contacto; plataformas de equipos conectados para servitización en las que se ofrecen servicios basados en datos e información a los clientes, desarrollados por diferentes fabricantes que hacen uso de las posibilidades de las máquinas conectadas.

En estos nuevos modelos de negocio de la empresa 4.0 la tecnología (conectividad y movilidad, sensorización y analítica avanzada e inteligencia artificial) permite la transición de las empresas industriales de vender activos físicos a crear una relación con los clientes alrededor de los servicios ofrecidos.

Con todo esto, la empresa 4.0 estructura su modelo de negocio a partir de los siguientes elementos:

- Nuevas propuestas de valor a los clientes basadas en el conocimiento del uso de los productos y de su comportamiento en condiciones de servicio generado a partir de los datos recopilados.
- Nuevos canales integrados de comunicación y relación con los clientes (omnicanalidad).
- El acceso a nuevos nichos de cliente al ser capaz de ofrecer propuestas de valor personalizadas y totalmente adaptadas a cada tipo de cliente.
- La optimización de las relaciones con proveedores y agentes de la cadena de valor a partir del conocimiento de la demanda derivado de la explotación de datos de gestión y de la automatización de procesos en la cadena de suministro.
- La apertura de nuevas posibilidades de colaboración al funcionar bajo estructuras de innovación abierta y co-creación.
- La retención del talento gracias a la formación continuada y al establecimiento de nuevas formas de relaciones laborales soportadas por las nuevas tecnologías.
- El reforzamiento de los activos estratégicos de la empresa a partir de la monitorización continua de los mismos y de estrategias de mantenimiento predictivo.
- La optimización de costes a partir de la definición de procesos más eficientes y automatizados gracias a la sensorización y analítica de datos.
- El establecimiento de nuevas fuentes de ingresos derivados del valor de los datos y la información asociada a los productos. Servitización.

Y en resumen utiliza:

- Soluciones BI, Big Data y Data Analytics para ayuda a la toma de decisiones de forma fácil e inteligente.
- Plataformas colaborativas entre empresas para la gestión unificada de los sistemas productivos y logísticos
- Plataformas comerciales o marketplace para dar respuesta a un cliente digital que demanda soluciones de omnicanalidad.
- Soluciones de ciberseguridad como aspecto clave para restringir acceso no deseado a los sistemas de la empresa.
- Soluciones de computación en la nube: Según el nivel de utilidad del servicio cloud, existen infraestructuras, plataformas o software como servicio (IaaS, PaaS, SaaS).
- Sensores y sistemas embebidos para favorecer soluciones de monitorización de los sistemas y ayudar a acciones de mantenimiento correctivo y preventivo de forma optimizada.

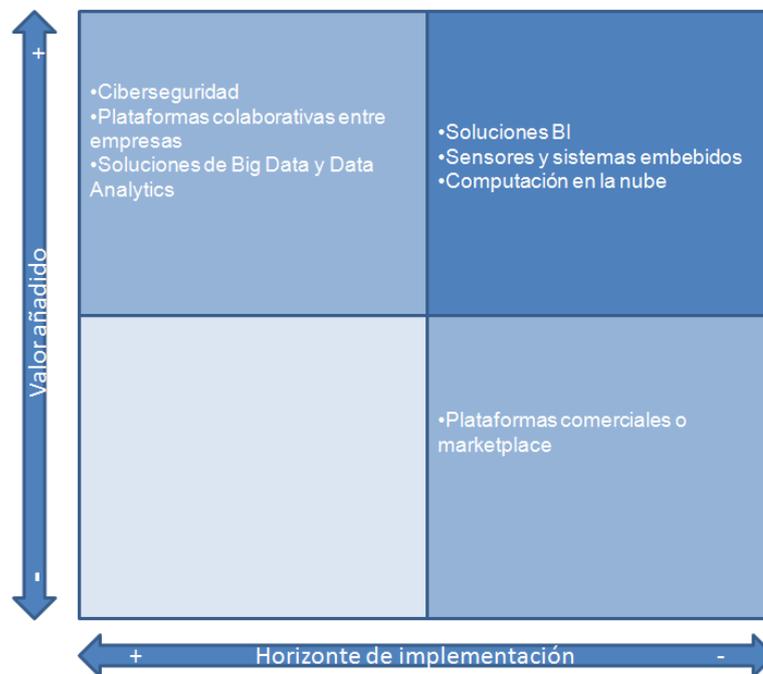


Fig.29 Matriz Valor añadido – Horizonte implementación – Infraestructuras 4.0

3.1.6 Organización y personas 4.0

La empresa 4.0 además de contar con clientes totalmente digitalizados, cuenta también con empleados digitalizados que se pueden beneficiar del acceso a la información de la empresa y que contribuyen positivamente a los resultados gracias al uso de estas tecnologías. Las nuevas plataformas y herramientas de colaboración facilitan a los empleados el acceso a todo lo que necesitan, desde cualquier lugar, utilizando el dispositivo de su elección.

Con las mejoras en implantaciones básicas como ERP, CRM y análisis de la experiencia del cliente, los empleados ahora pueden analizar toda la cadena de suministro, lo que les permite

tomar decisiones informadas sobre los productos, las estrategias de marketing, la línea de producción, las relaciones con proveedores y clientes o la distribución.

Las nuevas tecnologías han facilitado el trabajo de los empleados, por ejemplo, mediante la ejecución por parte de sistemas inteligentes de tareas repetitivas fácilmente automatizables y dejando al empleado las tareas más completas de alto valor añadido. Esto ha requerido personal formado digitalmente que posibilite la integración e incorporación de la tecnología en los procesos actuales.

Así pues, los trabajadores de la empresa 4.0:

- Se mueven en un entorno que permite empoderar al trabajador: habilitando a los empleados permitiendo desafiar y empoderar tanto a los trabajadores como a los clientes.
- Aprovechan la digitalización inherente a los empleados en su día a día fuera de la empresa, para que eso también pueda beneficiar del acceso a la información de la empresa y que puedan contribuir positivamente a los resultados.
- Son capaces de adaptarse al cambio y a lo que se espera que hagan, y cómo se espera que lo hagan.
- Están formados digitalmente posibilitando la integración e incorporación de la tecnología (robots colaborativos, wearables, data analytics...) en los procesos de la empresa.
- Se dedican a tareas más completas de alto valor añadido, variables y a menudo, impredecibles que requieren la capacidad de acceder y comprender gran cantidad de datos, dejando a sistemas inteligentes la realización de tareas repetitivas fácilmente automatizables.
- Se desarrollan, promocionan y captan talento 4.0 favoreciendo metodologías de aprendizaje ágil y flexible con un sentido de misión de la empresa, agilidad y toma de decisiones en equipo.

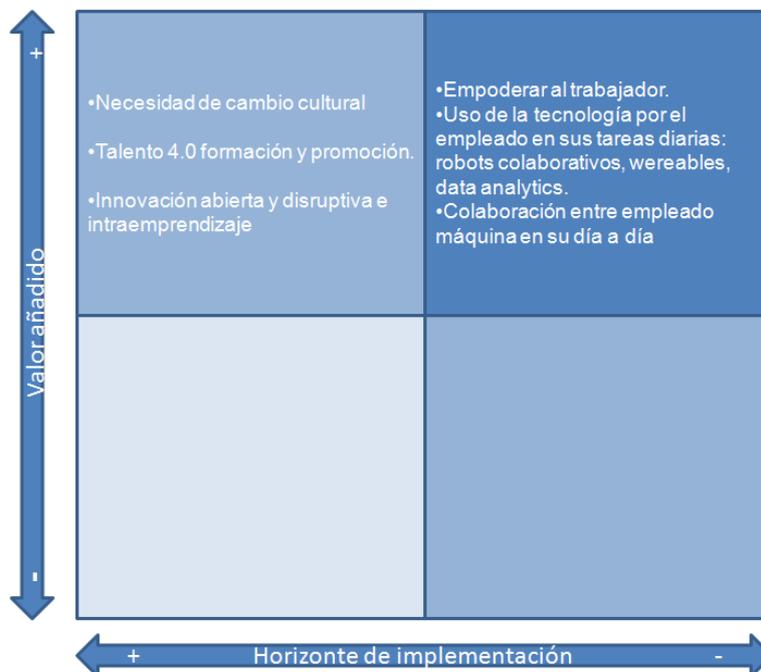


Fig.30 Matriz Valor añadido – Horizonte implementación – Organización y personas 4.0

3.2 Indicadores de retorno.

La aplicación de todas estas medidas se demuestra que impacta de forma directa en la eficiencia de las empresas y reducción de costes y permite el crecimiento de ingresos a largo plazo. En la siguiente imagen proporcionada por el Global Operations Study de Industria 4.0, se observa que existe un crecimiento mayor al 11% en las empresas españolas debido a los trabajos realizados en la transformación digital y hay una reducción de costes del 19% lo que supone un ahorro brutal para la industria en su conjunto.

Se espera que las fábricas digitales reduzcan los costes de fabricación en un 10-20% en comparación con los niveles previos a la digitalización. Un factor importante que impulsa la mejora en la fabricación será la robótica / maquinaria cada vez más avanzada, como tecnologías como las máquinas de autoconfiguración y la colaboración entre humanos y robots "cobots" se hacen cada vez más comunes. Otros factores de ahorro de costes incluyen el desarrollo de sistemas de optimización automática y el uso de simulaciones virtuales de los procesos productivos que facilitan la puesta en marcha de nuevas instalaciones y la optimización de los procesos existentes mediante el uso de tecnología y flexibilidad del personal asociado a cada operativa.

Con la implantación de cadenas de suministro cada vez más integradas y centros de distribución y almacenes logísticos altamente automatizados se espera que los avances en la cadena de suministro permitan disminuir los costes logísticos en un 10-20%. Además, herramientas de analítica de datos aplicada a la previsión de la demanda y a la gestión optimizada de los inventarios, puede proporcionar hasta un ahorro entre el 30-50% del stock, optimizando el reparto del mismo de acuerdo a las necesidades de la demanda.

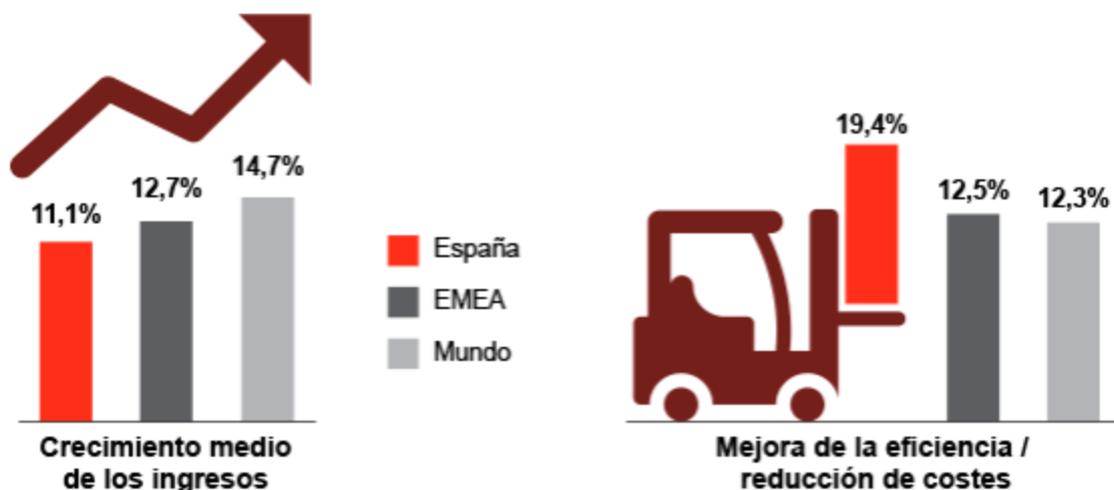


Figura 31. Incremento de los ingresos y de la eficiencia por la digitalización
Fuente Industria 4.0 Global Operations Study 2018

La empresa 4.0 también tendrá importantes mejoras en los niveles de calidad del producto y los procesos relacionados, ya que se espera que se pueda encontrar un ahorro adicional del 10-20% en esta área. Al utilizar tecnologías digitales en la fabricación, se permitirá a los fabricantes monitorizar cada vez más e incluso predecir dónde y cuándo pueden ocurrir problemas de calidad. Finalmente, el mantenimiento contará con mejoras significativas tanto en la efectividad como en los recursos invertidos. Numerosas tecnologías trabajarán para

agilizar la tarea de mantener una planta en óptimas condiciones de funcionamiento, lo que conlleva a un ahorro acumulado de costos de mantenimiento entre el 10-20%. Ejemplos de casos de uso dentro del área de mantenimiento incluyen mantenimiento predictivo, la optimización de los inventarios de piezas de repuesto y la priorización dinámica de las tareas de mantenimiento.

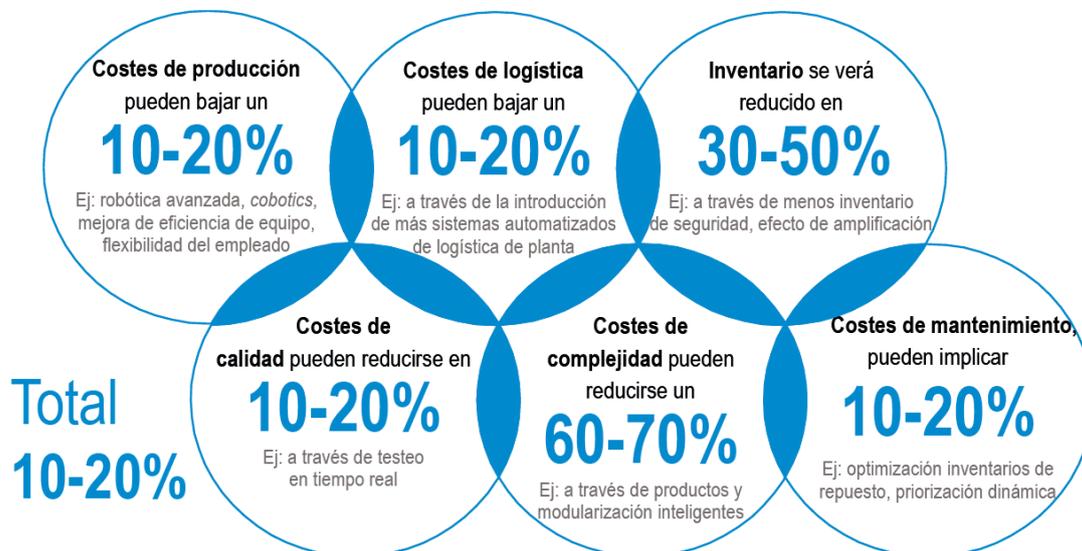


Figura 32. Ganancias de eficiencia en industrias digitales. Fuente Instituto Fraunhofer. Roland Berger.

3.3 Casos de éxito de empresas aragonesas

Se muestran a continuación varios casos de éxito de implantación de tecnologías para la industria 4.0 en empresas aragonesas. Puedes encontrar muchos más en el enlace: <https://aragonindustria40.es/index.php/casos-de-exito/>

Cada caso va etiquetado en relación al punto de evolución hacia la Industria 4.0 mostrado en la Figura 23.

3.3.1 Tecnologías RFID para reducir los errores de ubicación y preparación de pedidos

Empresa: Empresa aragonesa del sector del descanso

Agente tecnológico: ITAINNOVA – Internet de las cosas

Presentación del Caso:

La tecnología base para la trazabilidad es la identificación mediante radiofrecuencia, conocida como tecnología RFID. Su empleo eficaz, no solo depende de la elección de una tecnología o equipo, sino de todos los factores que constituyen el entorno del producto: factores ambientales, composición del embalaje, composición del propio producto, etc.

En ITAINNOVA se desarrollan proyectos integrales de trazabilidad en los que se selecciona la tecnología y se diseño el sistema en función del producto y de las necesidades del cliente.

Proceso de trabajo:

- Análisis coste/beneficio de la implantación de solución trazabilidad en almacenes.
- Selección de HW y diseño de la solución RFID.
- Selección de TAGs.
- Diseño de la red de comunicaciones.
- Selección de la localización de las antenas identificando posibles interferencias.
- Diseño e implementación del interfaz de usuario.
- Desarrollo e integración con los sistemas de la empresa ERP.
- Piloto de la solución.
- Acompañamiento en la puesta en marcha.

Beneficios obtenidos por la empresa:

- Ubicación correcta de los productos.
- Preparación de pedidos con cerro errores en el picking
- Optimización de tiempos en el proceso de preparación
- Selección de la estantería idónea para la ubicación minimizando recorridos internos



OPERACIONES

Robotización y seguimiento de materiales automatizado

3.3.2 Sensorística Inteligente para mejorar los ratios del proceso productivo

Empresa: Calidad Pascual – Cafés Mocay

Agente tecnológico: Inycom

Presentación del Caso:

Cafés Mocay confía en Inycom la implantación y puesta en marcha de una solución que registre las paradas que se produzcan en las líneas de envasado de producto. Esta solución permite registrar información detallada sobre cada una de las paradas, lo que permite a Mocay disponer de información de valor con la que mejorar la calidad de su proceso productivo.

Mocay disponía de un sistema de reporting de su línea de producción basado en una herramienta software que permitía indicar las paradas existentes. Sin embargo, dicho sistema no registraba de forma automática (tiempo de inicio y tiempo de fin) las paradas en producción.

En definitiva, Mocay tenía tres requerimientos básicos:

- Disponer de un sistema que monitorice la línea de envasado y que detecte de manera automática una parada.
- El sistema debe registrar inicio y fin de la parada de manera automática.
- El sistema debe permitir al operario detallar la causa de parada.

Proceso de trabajo:

Tras analizar la situación inicialmente planteada, recopilar los datos de planta, observar cómo funcionaba el sistema de reporting, y analizar qué necesidades tenía el cliente, el equipo de Inycom definió la posible solución.

Se trata de un sistema de control basado en sensores que permite monitorizar en tiempo real la línea de envasado, detectar las paradas que se puedan producir y capturar de manera automática los datos necesarios que permitan analizar en detalle las causas de cada parada y en base al histórico tomar decisiones correctoras con el objetivo de minimizar las paradas del proceso

Beneficios obtenidos por la empresa:

La finalidad de esta solución es ayudar a Mocay a mejorar la calidad de su proceso productivo gracias a la disponibilidad de información de valor (registro automático de datos) y a un mayor control sobre las paradas de línea.



TECNOLOGÍA
Analítica y predicción

3.3.3 Tecnologías de la industria 4.0 para una fábrica de piensos

Empresa: Cadebro

Agente tecnológico: Tefipro

Presentación del Caso:

Cadebro es la Cooperativa Agrícola del barrio de Casetas que agrupa también a varios pueblos de la zona. En Cadebro se utilizan los cereales de la zona para fabricar piensos de alta calidad destinados a gallinas, conejos y otras familias de animales como caballos (mayoritariamente para exportación).

Desde el Departamento de Producción y Procesos se observó que se tenía mucha capacidad de mejora debido a los desperdicios generados y número de paradas. El problema era que no se disponía de herramientas para recopilar la información de lo que estaba pasando y poder analizar las causas que restaban eficiencia; siendo muy difícil implantar mejoras sin el respaldo de los datos.

De ahí se contempló que las herramientas que la industria 4.0 pone a disposición de los clientes daban la posibilidad de recabar, almacenar y procesar toda esa información. Dicha información serviría como fundamento de nuevos proyectos y líneas de mejora.

Antes de contar con los servicios de TEFIPRO, Cadebro no contaba con ninguna herramienta tecnológica, simplemente se apuntaba en papel y por turnos los tiempos de paradas, cambios de referencias, incidencias, etc... Esa información era dependiente del operario que manipulaba la ensacadora y hasta cierto punto subjetiva al mismo. Se necesitaba por tanto dar fidelidad a los datos.

Dentro de todo el proceso de fabricación de Cadebro, se determinó que la línea de envasado tenía una gran cantidad de paradas. No había problemática en la fabricación del pienso, pero sí en ensacarlo. Esto era debido a variaciones del producto, tipologías de sacos, operativa organizativa, etc...

Se vio que las dos líneas de envasado eran un buen punto para implantar tecnologías de la industria 4.0 y que sirvieran de proyecto piloto para otras implantaciones futuras.

Proceso de trabajo:

TEFIPRO Ingeniería instaló sensórica en varias partes del proceso de ensacado (dos líneas independientes de fabricantes distintos) que alimentara a dos equipos TEFIPRO.core. Dichos equipos recopilan información en tiempo real y la almacena a lo largo de los turnos y de forma meticulosa. En paralelo se procesa toda esa información para devolvérsela al cliente vía una aplicación web. Así pues, el cliente puede tomar las mejores decisiones basadas en indicadores industriales de rendimiento específicos a sus líneas a optimizar.

Beneficios obtenidos por la empresa:

El principal beneficio obtenido tras el uso del análisis de datos industriales y cambios operativos asociados ha sido un incremento del 100% en la capacidad productiva. Adicionalmente Cadebro obtuvo y sigue construyendo un histórico de datos o base sobre la que cimentar las líneas de mejora que se van poniendo en marcha. A su vez, se implantaron indicadores industriales reales para asegurar que las mejoras puestas en marcha tenían la repercusión esperada e impacto en el proceso de envasado.

Se ha conseguido eliminar el turno de noche y reubicar a esos operarios en los otros turnos. Por otro lado, se ha mejorado ya que hay menos paradas, incidencias e incrementado la capacidad de respuesta en las necesidades de sus clientes.

El futuro en Cadebro pasa por pasar de sistemas aislados de captura de datos, ERP, etc... a un sistema único donde todos los datos de molinos, granuladoras, ensacadoras, ERP estén integrados.

TECNOLOGÍA
Sensorización y acceso remoto

3.3.4 Mejora del margen de beneficio gracias a la toma de decisiones apoyada en un modelo de simulación y optimización

Empresa: Fersa Bearings

Agente tecnológico: Belerofontech

Presentación del Caso:

Fersa Bearings es un fabricante de rodamientos para el sector automoción. Sus procesos y procedimientos tienen un alto grado de optimización y trabaja activamente para implantar un sistema de fabricación 4.0 con 0 defectos. No obstante, su cadena de valor es muy compleja: más de 3.000 referencias, con proveedores de todo el mundo, líneas de fabricación en dos continentes y clientes distribuidos a nivel mundial. Fersa acudió a Belerofontech buscando un sistema que fuera capaz de simular el retorno de una óptima planificación de su producción anual, con miles de variables y restricciones que afectan unas a otras, que analizase todas las opciones para proponer la solución que genere un mayor beneficio y se integrase con las herramientas de gestión que actualmente utiliza.

A partir de estos requisitos Belerofontech propuso y desarrolló un modelo de optimización de la producción que tiene en cuenta toda la cadena, desde el aprovisionamiento hasta la entrega al cliente, y que incorpora todos los costes y limitantes identificados en el proceso. Los algoritmos utilizados aseguran que el modelo encuentra la solución óptima en términos de ahorros de costes y mejora del margen de beneficio, y el modelo puede ser alimentado con datos de cualquier periodo.

Proceso de trabajo:

El trabajo se realizó en tres bloques principales:

- Creación del modelo de simulación y optimización
- Obtención de los datos y procesos ETL para alimentar el modelo, desde las características de cada referencia, y de sus materias primas, hasta los costes asociados a todo el proceso de fabricación y comercialización.
- Ejecuciones del modelo: Finalmente, se ha ejecutado el modelo con distintos escenarios temporales para encontrar la planificación óptima en distintos escenarios.

Beneficios obtenidos por la empresa:

El principal beneficio de este proyecto para la empresa consiste en que ahora dispone de una herramienta que le permite realizar una planificación óptima de su producción. Como ejemplo del beneficio obtenido, los cambios sugeridos por el modelo en la planificación de la producción del año 2017 suponen una mejora de un 1,2% del margen de beneficio sobre la planificación inicial de Fersa Bearings. Es importante señalar que este beneficio se obtiene sin la necesidad de realizar inversiones, y que no se limita al año 2017 sino que es un beneficio recurrente en cada periodo de planificación posterior en que se aplique el modelo.

El proyecto permite además utilizar el modelo para simular el impacto en los resultados de determinadas medidas (por ejemplo, ampliar la capacidad de una línea de producción o construir una nueva línea completa).



OPERACIONES

Asignación dinámica de recursos en TR y automatizada

3.3.5 Realidad aumentada y visión artificial para la mejora de la ergonomía en el puesto de trabajo

Empresa: BSH Electrodomésticos

Agente tecnológico: ATRIA Innovation

Presentación del Caso:

Este proyecto se ha implementado en la fábrica de BSH Electrodomésticos ubicada en Montañana (Zaragoza). El objetivo: conseguir un sistema de asistencia al montaje para los operarios de la línea encargados del conexionado de placas electrónicas.

El sistema combina visión artificial y realidad aumentada para la detección de elementos y superposición de información sobre la realidad. Es una guía interactiva para que el operario realice las operaciones siguiendo un orden establecido y además actúa como verificador, ya que se comunica con otros equipos auxiliares comprobando en tiempo real posibles fallos. El sistema de visión detecta las conexiones e indica al operario el lugar y orden de conexión. Tras cada paso completado, verifica en tiempo real que dichas conexiones se han realizado correctamente.

Al reto tecnológico se añade el componente ergonómico, ya que el sistema de realidad aumentada debía mejorar la ergonomía del operario, evitar la consulta de planos y pantallas, y movimientos o posturas poco naturales que puedan dar lugar a dolencias, concretamente de cervicales.

Proceso de trabajo:

En primer lugar, se realizó un análisis del puesto de trabajo: movimientos de los operarios, área de trabajo y conexionado, condiciones ambientales, requerimientos y restricciones.

El diseño del sistema se hizo de forma que se minimizara la modificación de elementos de la línea, y se seleccionó el hardware más adecuado según las especificaciones de fábrica

La fase de desarrollo comenzó con la programación del algoritmo y la comunicación entre el sistema de visión y el de proyección de imágenes.

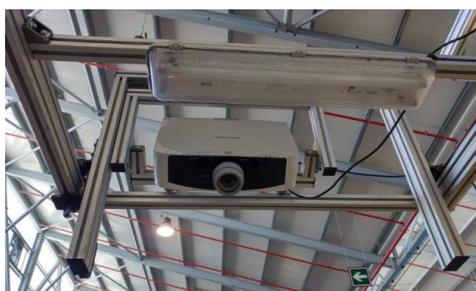
La fase de prueba del sistema se realizó en un entorno laboratorio donde se realizó la calibración de un demostrador.

Posteriormente se llevó a un entorno real con el montaje de una estación piloto que fue testeada por operarios de la línea. Verificada la robustez del sistema, se llevó a cabo la implementación y se realizó el montaje de la instalación en varios puestos de en línea.

Beneficios obtenidos por la empresa:

La principal ventaja que ha aportado esta tecnología es la mejora de la ergonomía de los trabajadores en la estación de trabajo. Se ha conseguido una reducción de la fatiga mental, evitar posturas inadecuadas, movimientos repetitivos o forzados que conllevan dolores de cervicales.

En segundo lugar, se ha conseguido un aumento de la productividad y la reducción de fallos a partir de la automatización del proceso. Finalmente, se ha conseguido reducir el tiempo de formación y entrenamiento del trabajador, ya que el trabajo del operario es guiado y supervisado por el sistema.



PERSONAS

Trabajador aumentado wearables

3.3.6 Dron autónomo para realizar inventario en almacenes

Empresa: GRUPO SESÉ

Agente tecnológico: ITAINNOVA

Presentación del Caso:

Hace un par de años, un equipo de SESÉ trabajaba en un proyecto típico. Un cliente inauguraba un almacén y los técnicos se acercaron para el inventario físico que se suele hacer tras un arranque, al principio puede haber descuadres porque se colocan mal los paquetes. Aquella instalación era particularmente alta, de unos 10 metros, y la revisión de los bultos requería tiempo, trabajo y dinero. Un compañero gastó una broma: «Dijo que el dron de su hijo podría hacer una foto y evitaría tener que bajar todos los palés». Tras las risas iniciales, algo se quedó rondando en sus cabezas.

SESÉ en su filosofía de ir siempre un paso por delante, y sabiendo que es a través de la Tecnología y de la Digitalización como se puede avanzar en este terreno, buscó para desarrollar un proyecto realmente innovador, a un partner tecnológico de excepción, como ha sido ITAINNOTA (Instituto Tecnológico de Aragón), para recibir el mejor soporte y apoyo en este desarrollo.

Entre el departamento de IT del Grupo Sesé y el departamento de Robótica y Automática de ITAINNOVA se ha podido hacer realidad y se ha conseguido el primer dron sin piloto en vuelo interior. SIDI (Sese Inventori Drone Indoor) es capaz de realizar el inventario de un almacén al mismo tiempo que detecta incidencias.

Proceso de trabajo:

El gran reto que supone la navegación autónoma de un dron en interiores pasa por localizar y situar al dron en el interior del almacén. La principal solución para resolver el reto de localización se sustenta en los llamados códigos ArUcos. La cámara del dron lee la marca y sabe su posición relativa con respecto a ella. Grupo Sesé e ITAINNOVA han optado por poner varias de estas señales por el almacén para que las naves puedan ubicarse y trazar una ruta de manera autónoma. Este sistema se combina con una segunda solución. Al mismo tiempo, el dron va tomando fotografías del suelo mientras se desplaza y así calcula su posición horizontal. Esa información se interpola con la del código y así obtiene su ubicación en altura. Para ello, el equipo ha desarrollado sus propios algoritmos de localización y así SIDI ya sabe dónde está y puede moverse libremente por el almacén.

Beneficios obtenidos por la empresa:

Gracias al proyecto planteado se reducen considerablemente los tiempos de realización de inventariado, optimizando en tiempos y recursos, aportando además una solución que permite ir comprobando que el inventario está correctamente ubicado en la posición correcta.

Aprovechando a su vez que cada paquete tiene una identificación única, la nave no tripulada va leyendo dichas etiquetas y comprobando si el pale está en la ubicación que debería estar o no, marcando un error en este caso. Cuando el operario llega a la instalación, sólo tiene que revisar las cajas que han dado fallos.



OPERACIONES

Robotización y seguimiento
materiales automatizado

A hand is pointing at a document that contains various charts and graphs, including a bar chart and a line graph. The background is a warm, golden-brown color with a blurred image of a person's hand pointing at a document. A white triangle is visible on the left side of the page.

04

Recursos en Aragón



Recursos en Aragón

Entidades y empresas habilitadoras de tecnología

Iniciativas de apoyo a las empresas

4 Recursos en Aragón

En ese apartado final se intentarán recopilar toda una serie de recursos – organismos – empresas – iniciativas, existentes actualmente en Aragón como apoyo a las empresas en sus procesos de transformación digital. En particular se consideran los incluidos en el portal aragonindustria40.

4.1 Entidades y empresas habilitadoras de tecnología

Entidades públicas:



Entidades privadas:



Empresas:



Fig.33 Entidades y empresas habilitadoras de la Industria 4.0 en Aragón (Fuente www.aragonindustria40.es)

4.2 Iniciativas de apoyo a las empresas

En este apartado se analizan aquellas iniciativas desplegadas a nivel regional y nacional alineadas con las políticas públicas comentadas en el Apartado 1 y que tienen que ver con:

- Sensibilización, que comprende todas aquellas acciones dirigidas a la difusión, formación y sensibilización de las empresas.
- Estrategia, que analiza la existencia de un marco de referencia en el tiempo, bajo el cual se agrupan aquellas acciones orientadas a fomentar el impulso y la efectiva implantación de las soluciones y herramientas de la Industria 4.0 en cada región.
- Asesoramiento, que se refiere a la puesta en marcha de servicios o programas de apoyo activo a la implantación de la Industria 4.0 en sectores y empresas.
- Apoyo financiero, que analiza la existencia de un marco de apoyos financieros y ayudas a fondo perdido para el estímulo de acciones conducentes a la adopción de soluciones de Industria 4.0.

4.2.1 Iniciativas Regionales

Alineadas con los objetivos y las líneas de acción de la Estrategia de la Industria 4.0 del Gobierno de Aragón, este ha lanzado ya varias iniciativas que se detallan a continuación.



Fig.34 Iniciativas lanzadas por el Gobierno de Aragón (Fuente: www.industriaconectada40.gob.es/Documents/Catalogo-I40-CCAAAGE.pdf)

▪ Estrategia Aragón Industria 4.0

La principal iniciativa en este ámbito ha sido el Plan Estratégico Estrategia Aragón Industria 4.0 aprobado en junio 2017 y que se detalla en el Capítulo 1 de esta guía.

- **Comisión Especializada del Consejo de Industria de Aragón para la Industria 4.0 (CE AI4.0)**

El Consejo de Industria de Aragón es un órgano colegiado de carácter representativo, con funciones especializadas de carácter consultivo y de asesoramiento al Gobierno de Aragón y a la Administración de la Comunidad Autónoma. La finalidad última de este Consejo es la coordinación de los distintos intereses públicos y privados que confluyen en la actividad industrial, a través de la estimulación del consenso y la unidad de acción, así como el análisis y seguimiento de los planes y programas que afectan a esta actividad.

En el marco de este Consejo se crea la Comisión Especializada del Consejo de Industria de Aragón para la Industria 4.0 (CE AI4.0) aprobada en junio de 2017. La Comisión Especializada tiene como objetivo el seguimiento de la Estrategia “Aragón Industria 4.0” y de su Plan de Acción, y la elaboración y propuesta de los planes anuales de actuación en la materia.

Esta comisión está integrada por representantes de los diferentes Departamentos del Gobierno de Aragón que tienen planes y actuaciones de interés para la transformación digital de la actividad industrial, de los agentes sociales y empresariales, de organismos de investigación e innovación, así como de clústeres y colegios profesionales.

- **Plataforma web IA4.0 (<https://aragonindustria40.es/>)**

Este portal tiene el objetivo de ser un punto de encuentro de todos los actores de la Industria 4.0 de Aragón, proveedores, gobierno y empresas, preferentemente aquellas de aragonesas de actividad industrial. La plataforma ofrece información técnica y práctica, recursos, herramientas y casos de éxito en relación a la Industria 4.0, todo ello con un público objetivo primordial que son las empresas aragonesas de actividad industrial.

Alguna de la información más útil de la web es el listado de habilitadores reconocidos por Gobierno de Aragón, organismos y empresas aragonesas especializadas en las tecnologías clave para la digitalización de las empresas industriales, así como los casos de éxito de empresas industriales que ya han realizado algún proyecto de Industria 4.0.

Esta web es un recurso vivo que debe ser alimentado por los diferentes actores que intervienen y de esta forma sea el punto de encuentro de la Industria 4.0 en Aragón.



Fig.35 Web AragonIndustria40

▪ Digital Innovation Hub

Los Digital Innovation Hubs son centros que funcionarán como ventanilla única para ayudar a las empresas, utilizando las tecnologías digitales, a ser más competitivas en lo que respecta a sus procesos comerciales / producción, así como en sus productos o servicios. Se basan en infraestructuras tecnológicas (centros de competencia) que brindan acceso a los últimos conocimientos, experiencias y tecnologías para ayudar a sus clientes a probar y experimentar las innovaciones digitales. Los DIH también brindan apoyo comercial y financiero para implementar estas innovaciones incluso, si es necesario, a lo largo de toda la cadena de valor. Como la proximidad se considera crucial, actúan como un primer punto de contacto regional, una puerta de entrada y deben fortalecer el ecosistema de innovación. Un DIH es una cooperación regional de diversos socios (que incluye organizaciones como RTO, universidades, asociaciones industriales, cámaras de comercio, incubadoras / aceleradoras, agencias de desarrollo regional e incluso gobiernos) y también puede tener fuertes vínculos con proveedores de servicios fuera de su región con acceso a sus servicios o incluso redes de DIH europeos con servicios complementarios.

En Aragón, este **Digital Innovation Hub**, bautizado como *Digital Innovation Hub on HPC-Cloud and Cognitive Systems for Smart Manufacturing processes, Robotics and Logistics* es la iniciativa aragonesa que hace tangible, bajo un marco de cooperación europeo (DIH), la estrategia de Promoción Económica e Industrial de Aragón y la estrategia regional inteligente de Aragón, conformando la acción tecnológica e innovadora del Sistema de Innovación Aragonés hacia la digitalización de la Industria. Para ello cuenta con los Organismos de Investigación, los centros de competencia, la empresas y clústeres innovadores, así como las agencias de fomento empresarial y las autoridades competentes necesarios para sustentar y dar forma a la Estrategia Aragón Industria 4.0 (AI4.0). ITAINNOVA jugará un papel central en este proceso trabajando en los aspectos tecnológicos y de impulso y ayuda a la digitalización de las empresas.

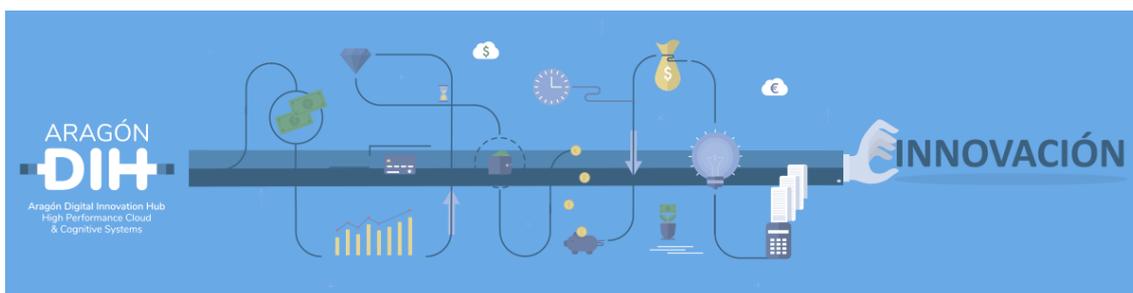


Fig.36 Aragón DIH

El Aragón DIH tiene, como socios fundadores, al Instituto Aragonés de Fomento (IAF), la Universidad de Zaragoza, representada por el Instituto de Biocomputación y Física de Sistemas Complejos (BIFI), el Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón (I3A), la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) y el Instituto Tecnológico de Aragón (ITAINNOVA), coordinador y promotor de la iniciativa.

Esta iniciativa fue presentada y reconocida por la Comisión Europea en el catálogo oficial de la Smart Specialisation Platform (S3P) como el DIGITAL INNOVATION HUB en HPC-Cloud y Sistemas Cognitivos en Robótica, Logística y Procesos Industriales Inteligentes (en adelante ARAGON DIH).

Para ello contará con los Organismos de Investigación, los centros de competencia, las empresas y clústeres innovadores, así como las agencias de fomento empresarial y las autoridades competentes necesarios para sustentar y dar forma a la Estrategia Aragón Industria 4.0 (AI4.0).

▪ **Programa PAIP**

En línea con la Estrategia Aragón 4.0 el Gobierno de Aragón, a través de su Dirección General de Industria, PYMES, Comercio y Artesanía, del Departamento de Economía, Industria y Empleo ha promovido el programa de ayudas PAIP y en concreto alineado con el objetivo 4 de su Plan de Acción que es *“Promover las actuaciones adecuadas para la puesta en marcha de la Industria 4.0 en la industria aragonesa”* facilitando que las empresas cuenten con apoyos, tecnológicos y financieros, para impulsar proyectos de implantación de Industria 4.0.

Esta convocatoria de ayudas de carácter anual va específicamente dirigida al impulso de la Industria 4.0 en Aragón, así como a la promoción de iniciativas de valor añadido de las PYME.

La ayuda priorizando la subvención de aquellos proyectos que introduzcan aspectos innovadores, de expansión de mercados, de incremento de la productividad y de la capacidad competitiva o de modernización de los medios de producción, logísticos y comerciales.

Pueden ser proyectos de inversión, de investigación industrial y desarrollo experimental, de innovación y de consultoría técnica.

A continuación se presenta un resumen de esta ayuda:

Descripción general	
Tipo de actuaciones:	1. Ayudas regionales a la inversión 2. Ayudas a la I+D 3. Ayudas a la innovación-derechos de propiedad industrial 4. Ayudas para servicios de consultoría técnica
Requisitos	
Beneficiarios:	PYMEs que desarrollen su actividad en Aragón, con actividad industrial ó actividades que contribuyan a Aragón ó actividades económicas con valor añadido, económico o social.
Presupuesto mínimo:	<u>Ayudas regionales a la inversión:</u> pequeña (T.M.Zaragoza 20.000 €, Teruel 10.000 €, Resto 15.000 € 35.000 €, Teruel 25.000 €, Resto 30.000 €); <u>Ayudas a la I+D:</u> pequeña 9.000 €, mediana 12.000 €; <u>Ayudas a la innovación-derechos de propiedad industrial:</u> pequeña 6.000 €, mediana 9.000 €; <u>Ayudas para servicios de consultoría técnica:</u> pequeña 6.000 €, mediana 9.000 €;
Financiación	
Tipo:	Subvenciones a fondo perdido en régimen de ayudas de minimis
Intensidad de la ayuda:	<u>Ayudas regionales a la inversión:</u> pequeña (T.M.Zaragoza 20%, Teruel 30%, Resto 25%), mediana (T.M.Zaragoza 15%, Teruel 15%, Resto 15%); con un máximo de 100.000 € <u>Ayudas a la I+D:</u> pequeña 45%, mediana 35%; con un máximo de 75.000 € <u>Ayudas a la innovación-derechos de propiedad industrial:</u> pequeña 45%, mediana 35%; con un máximo de 25.000 € <u>Ayudas para servicios de consultoría técnica:</u> pequeña 50%, mediana 50%; con un máximo de 25.000 € Importe máximo por solicitud cuando concurren dos o más categorías: 160.000 €

Fig.37 Ayudas PAIP

A continuación se muestran éstas y otras actuaciones que se están llevando a cabo con algunos detalles en cuanto a indicadores, entidades promotoras y resultados de las mismas.

Estrategia Aragón Industria 4.0



Objetivo	O1: Garantizar el conocimiento del concepto Industria 4.0 y de sus tecnologías asociadas, así como el desarrollo de competencias de Industria 4.0
Línea de acción	A1-4- Hacer que las empresas y en particular las PYME conozcan lo que es Industria 4.0, los nuevos modelos de negocio y las oportunidades que brindan
Actuación	Recursos divulgativos e informativos: web...

Tipo	Contenido	Promotores
Página Web:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ https://aragonindustria40.es/ ▪ https://aragonindustria40.es/index.php/que-es-industria-4-0/ <p>Nº de habilitadores: +20 Nº de casos prácticos: +33 Nº de noticias: + de 53 Vídeos, informes, recursos divulgativos...</p>  <p>Portal de apoyo al despliegue de la Industria 4.0 en las empresas de Aragón</p> <p>Este portal es el primer punto de contacto de las empresas con el portal de Industria 4.0 del Gobierno de Aragón. Es la Dirección General de Industria, PYMES, Comercio y Artesanía del Departamento de Economía, Industria y Empleo la encargada de edición, gestión y coordinación del portal de la Industria 4.0 para Aragón.</p> <p>Este sitio forma parte integrante de esta Estrategia, según a todos los actores principales del sistema de Industria 4.0 en Aragón, es punto de encuentro y conexión de datos, y ofrece información técnica y práctica, recursos, herramientas, empresas y puntos de contacto todo ello con un público objetivo prioritario que son las empresas de actividad industrial.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ DGIPCA¹ ▪ ITAINNOVA
Cuenta Twitter:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ @Aragon_i40  <p>Aragon Industria 4.0</p> <p>Aragon en Twitter: Aragón, Dirección... El objetivo de este portal es acercar a las empresas de Aragón a la Industria 4.0.</p> <p>Este portal es el primer punto de contacto de las empresas con el portal de Industria 4.0 del Gobierno de Aragón. Es la Dirección General de Industria, PYMES, Comercio y Artesanía del Departamento de Economía, Industria y Empleo la encargada de edición, gestión y coordinación del portal de la Industria 4.0 para Aragón.</p>	

¹ Dirección General de Industria, PYMES, Comercio y Artesanía

Estrategia Aragón Industria 4.0



Objetivo	O1: Garantizar el conocimiento del concepto Industria 4.0 y de sus tecnologías asociadas, así como el desarrollo de competencias de Industria 4.0
Línea de acción	A1-4- Hacer que las empresas y en particular las PYME conozcan lo que es Industria 4.0, los nuevos modelos de negocio y las oportunidades que brindan
Actuación	Actos divulgativos-informativos, guías, itinerarios digitales, ferias, exposiciones y reconocimientos-premios en AI4.0

Tipo	Contenido	Promotores
Jornada	<ul style="list-style-type: none"> ▪ https://aragonindustria40.es/index.php/noticia/el-proyecto-barbara-liga-investigacion-quimica-basica-e-industria-4-0/ ▪ https://aragonindustria40.es/index.php/noticia/megarob-un-proyecto-coordinado-por-aitiip-finalista-en-el-premio-mejor-programa-de-investigacion-para-industria-4-0/ ▪ https://aragonindustria40.es/index.php/noticia/el-sector-del-caucho-se-conecta-a-la-industria-4-0/ ▪ https://aragonindustria40.es/index.php/evento/evento-sobre-casos-practicos-de-iot/ ▪ https://aragonindustria40.es/index.php/noticia/jornada-dedicada-a-la-industria-4-0-en-el-pignatelli/ ▪ https://aragonindustria40.es/index.php/noticia/presentamos-en-walqa-la-estrategia-aragon-industria-4-0-y-nuestra-web/ ▪ https://aragonindustria40.es/index.php/noticia/vii-encuentro-uimp-empresa-y-sector-publico-industria-4-0-que-es-y-que-nuevas-oportunidades-ofrece-para-las-empresas/ ▪ https://aragonindustria40.es/index.php/noticia/un-centenar-de-profesionales-participan-en-la-jornada-sobre-transformacion-tecnologica-de-la-industria/ 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ DGIPCA ▪ ITAINNOVA ▪ Colegios Profesionales ▪ UIMP² ▪ IAF ▪ Clústeres ▪ Organizaciones empresariales y sindicales
Jornadas Asesorías	<ul style="list-style-type: none"> ▪ https://aragonindustria40.es/index.php/noticia/presentan-a-los-empresarios-las-ayudas-activa-industria-4-0-en-walqa-huesca-y-cepyme-zaragoza/ ▪ https://aragonindustria40.es/index.php/noticia/itainnova-organiza-un-taller-demostrativo-para-empresas-aragonesas-del-programa-activa-industria-4-0/ 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ DGIPCA ▪ MINCOTUR³
Noticias	<ul style="list-style-type: none"> ▪ https://aragonindustria40.es/index.php/noticia/gaston-resalta-el-impulso-dado-a-la-sostenibilidad-con-las-renovables-la-eficiencia-energetica-la-industria-4-0-o-la-responsabilidad-social/ ▪ https://aragonindustria40.es/index.php/noticia/gaston-defiende-la-transformacion-digital-de-las-pymes-aragonesas-para-buscar-nuevos-mercados/ 	Todos los agentes
Congresos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ https://aragonindustria40.es/index.php/noticia/retransmision-streaming-del-ii-congreso-de-industria-conectada-4-0/ 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ DGIPCA ▪ MINCOTUR

² Universidad Internacional Menéndez Pelayo (Sede Pirineos)

³ Ministerio de Industria, Comercio y Turismo

Estrategia Aragón Industria 4.0



Objetivo	O2- Fomentar la colaboración entre empresas de diversos sectores industriales, empresas tecnológicas, centros de investigación y otras entidades con el fin de promover el desarrollo de soluciones 4.0 adaptadas a las necesidades de la industria.
Línea de acción	A2.1- Entorno colaborativo de proyectos demostradores sobre industria 4.0: Empresas-agentes-centros de I+D+I.
Actuación	Proyectos colaborativos a convocatorias nacionales / europeas

Tipo	Contenido	Promotores
Aragon DIH Plataforma colaborativa	<p>Aragon Digital Innovation Hub: es la iniciativa aragonesa que hace tangible, bajo un marco de cooperación europeo (DIH), la estrategia de Promoción Económica e Industrial de Aragón y la estrategia RIS 3 Aragón, conformando la acción tecnológica e innovadora del Sistema de Innovación Aragonés hacia la digitalización de la Industria. Para ello cuenta con los Organismos de Investigación, los centros de competencia, las empresas y clústeres innovadores, así como las agencias de fomento empresarial y las autoridades competentes necesarios para sustentar y dar forma a la Estrategia Aragón Industria 4.0 (AI4.0).</p> <p>Competencias técnicas del DIH</p> <p>HPC-Cloud and Cognitive Systems for Smart Manufacturing processes, Robotics and Logistics.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Micro and nano electronics, smart system integration ▪ Sensors, actuators, MEMS, NEMS, RF ▪ Photonics, electronic and optical functional materials ▪ Broadband and other communication networks (e.g. 5G) ▪ Cyber physical systems (e.g. embedded systems) ▪ Robotics and autonomous systems ▪ Internet of Things (e.g. connected devices, sensors and actuators networks) ▪ Artificial Intelligence and cognitive systems ▪ Location based technologies (e.g. GPS, GIS, in-house localization) ▪ Interaction technologies (e.g. human-machine Interaction, motion recognition and language technologies) ▪ Advanced or High performance computing. ▪ Data mining, big data, database management ▪ Augmented and virtual reality, visualization ▪ Simulation and modelling ▪ Software as a service and service architectures ▪ Cloud computing ▪ Additive manufacturing (3D printing) ▪ Laser based manufacturing ▪ ICT management, logistics and business systems 	 <ul style="list-style-type: none"> ▪ ITAINNOVA ▪ NIZAR: <ul style="list-style-type: none"> ▪ BIFI ▪ I3A ▪ OTRI ▪ IAF ▪ DGIPCA
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ https://www.aragondih.com/ ▪ http://aragonhoy.aragon.es/index.php/mod.noticias/mem.detalle/area.1050/id.206220 ▪ https://aragonindustria40.es/index.php/tag/aragon-dih-programas-de-financiacion-europea-y-servicios-de-innovacion/ 	

Estrategia Aragón Industria 4.0



Objetivo	O4-Promover las actuaciones adecuadas para la puesta en marcha de la Industria 4.0 en la industria aragonesa.
Línea de acción	A4.1- Facilitar que las empresas cuenten con apoyos, tecnológicos y financieros, para impulsar proyectos de implantación de Industria 4.0
Actuación	Ayudas financieras para implantación de proyectos de Industria 4.0

Tipo	Contenido	Promotores
Ayuda-Subvención	<p>Convocatorias de ayudas para la Industria 4.0 y las iniciativas de valor añadido de las PYME, en el marco del Programa de Ayudas a la Industria y la PYME en Aragón (PAIP).</p> <p>Presupuesto 2017: 3.086.000€</p>  <p>Presupuesto 2018: 4.612.372€</p>  <p>Presupuesto 2019: 4.370.000€</p> <p>Proyectos de Inversión; I+D; Propiedad Industrial y Consultoría Estratégica</p> <p>Beneficiarios: PYMES</p> <p>Estas ayudas están acogidas al régimen de “minimis” y son cofinanciadas por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) dentro del Programa Operativo para Aragón 2014-2020.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ DGIPCA
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ http://www.aragon.es/DepartamentosOrganismosPublicos/Departamentos/EconomiaIndustriaEmpleo/AreasTematicas/FomentoIndustrialPYME/PAIP ▪ https://aragonindustria40.es/index.php/noticia/nueva-convocatoria-2018-del-programa-de-ayudas-a-la-industria-y-a-la-pyme-paip2018/ 	

Objetivo	O4-Promover las actuaciones adecuadas para la puesta en marcha de la Industria 4.0 en la industria aragonesa.
Línea de acción	A4.1- Facilitar que las empresas cuenten con apoyos, tecnológicos y financieros, para impulsar proyectos de implantación de Industria 4.0
Actuación	Ayudas financieras para diagnósticos y asesorías. ACTIVA 4.0

Tipo	Contenido	Promotores
<p>Ayuda-Subvención</p>	<p>ACTIVA 4.0: Diagnóstico individualizado y Plan de transformación digital</p> <p>Convocatorias cofinanciadas por MINCOTUR y Gobierno de Aragón para la realización de un Diagnóstico individualizado y Plan de transformación digital de cada empresa beneficiaria.</p> <p>El coste del diagnóstico-asesoría por empresa es de 10.400€, de los que la empresa paga 1/3 parte y el resto es una subvención en especie 1/3 de MINCOTUR y otro 1/3 del Gobierno de Aragón.</p> <p>2017: Convenio entre Gobierno de Aragón y Escuela de Organización Industrial por el cual cada parte aporta 68.000€ para ACTIVA 4.0</p> <p>Resultados: 24 solicitudes -->19 beneficiarios. ITA 16 consultorías.</p>  <p>2019: Previsto con aportación de 100.000€ por cada parte.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ DGIPCA ▪ MINCOTUR <p>Colabora: ITAINNOVA</p>
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ https://aragonindustria40.es/index.php/noticia/convocatoria-de-ayudas-dirigidas-a-impulsar-la-transformacion-digital-de-la-industria-aragonesa-en-el-marco-del-proyecto-activa-industria-4-0/ ▪ https://aragonindustria40.es/index.php/noticia/el-gobierno-de-aragon-impulsa-el-desarrollo-de-la-estrategia-industria-conectada-4-0/ 	

Estrategia Aragón Industria 4.0



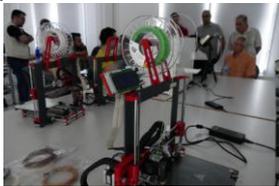
Objetivo	O4-Promover las actuaciones adecuadas para la puesta en marcha de la Industria 4.0 en la industria aragonesa.
Línea de acción	A4.1- Facilitar que las empresas cuenten con apoyos, tecnológicos y financieros, para impulsar proyectos de implantación de Industria 4.0
Actuación	Diagnósticos y asesorías

Tipo	Contenido	Promotores
Herramienta	<p>HADA: Herramienta de Autodiagnóstico Avanzado</p> <p>MINCOTUR desarrolla herramienta y pone a disposición general DGIPCA promociona el uso de la herramienta HADA en Aragón (Criterio de valoración en ayudas PAIP, difusión web, jornadas...)</p> <p>En el proceso de transformación digital, es fundamental que las empresas conozcan el estado en el que se encuentran. HADA tiene como objetivo dotar a la industria de un instrumento gratuito, moderno y de calidad que les permita evaluar su nivel de madurez en relación con el nuevo paradigma de la Industria 4.0. Del mismo modo, HADA está pensada para conocer su situación comparativa respecto a otras organizaciones con diferentes niveles de madurez, recursos y actividad.</p> <p>HADA es el primer paso y permite una aproximación inicial al diagnóstico de madurez digital de una empresa. La siguiente fase en cuanto a la planificación de la transición digital consistiría en participar en ACTIVA 4.0</p>  <p>The screenshot shows the HADA website interface. At the top, there are logos for the Spanish Government, the Ministry of Industry, Commerce and Tourism, and the Aragón Government. Below this is the HADA logo and the text 'HADA - HERRAMIENTA DE AUTODIAGNÓSTICO DIGITAL AVANZADA'. The main content area is divided into two columns. The left column contains introductory text about the tool's purpose and availability. The right column is titled 'REGISTRO' and contains a registration form with fields for 'Razón social / Nombre', 'CIF/NIF' (with an example: 882438850), and 'Comunidad autónoma'.</p>	<ul style="list-style-type: none"> MINCOTUR DGIPCA
	<ul style="list-style-type: none"> https://aragonindustria40.es/index.php/hada-herramienta-de-autodiagnostico-avanzado/ 	

Objetivo	O2- Fomentar la colaboración entre empresas de diversos sectores industriales, empresas tecnológicas, centros de investigación y otras entidades con el fin de promover el desarrollo de soluciones 4.0 adaptadas a las necesidades de la industria..
Línea de acción	A2.1- Entorno colaborativo de proyectos demostradores sobre industria 4.0: Empresas-agentes-centros de I+D+I.
Actuación	Acciones de desarrollo y transferencia del Instituto Tecnológico de Aragón (ITA)

Tipo	Contenido	Promotores
Oferta de servicios	<p>El Gobierno de Aragón, a través del Instituto Tecnológico de Aragón, pone a disposición de las empresas una completa y variada oferta de servicios que cubre la Investigación y Desarrollo, la Consultoría y la Formación, para que la Industria pueda acometer sus planes de transformación digital, cubriendo con ayuda externa los déficits para los que no cuenten con recursos o con el conocimiento necesario.</p> <div style="text-align: center;">  </div>	<ul style="list-style-type: none"> ITAINNOVA
	<ul style="list-style-type: none"> https://aragonindustria40.es/index.php/noticia/diagnosticos-de-industria-4-0-con-itainnova-para-iniciar-el-camino-hacia-la-transformacion-digital/ https://www.itainnova.es/wp-content/uploads/2017/03/ITAINNOVA-Oferta-I40-v1-web.pdf http://www.itainnova.es/tag/industria-4-0 http://www.itainnova.es/noticias/itainnova-presenta-su-nuevo-laboratorio-de-inteligencia-artificial-en-la-jornada-de-debate-civita http://www.itainnova.es/actualidad/eventos/inauguracion-del-iot-blockchain-itainnova-smart-lab 	

Objetivo	O1-Garantizar el conocimiento del concepto Industria 4.0 y de sus tecnologías asociadas, así como el desarrollo de competencias de Industria 4.0
Línea de acción	A1.2- - Formar a los futuros técnicos y profesionales (Universidad, FP) con las competencias digitales adecuadas al mercado laboral previsto A1.3- Reciclaje en conocimientos digitales a los diferentes estamentos de las empresas: Directivos, Técnicos, Operarios
Actuación	Formación Profesional; Universitaria y Ocupacional y para el Empleo

Tipo	Contenido	Promotores
Oferta de formación	<p>El Gobierno de Aragón, a través del Instituto Aragonés de Empleo, pone a disposición de las empresas y trabajadores una completa y variada oferta de formación, dentro de la cual se incluyen materias relacionadas con Industria 4.0.</p>   <p>El Departamento de Educación, Cultura y Deporte del Gobierno de Aragón también está impulsando diversas iniciativas y proyectos piloto en el ámbito de la Formación Profesional con el fin de incorporar las competencias en tecnologías digitales en los itinerarios formativos.</p> <p>ENTRA EN EL MUNDO TIC CON TECNARA ACADEMY</p>  	<ul style="list-style-type: none"> Universidades INAEM⁴ DGPYP⁵
	<p>Convenio Depto. Educación-Tecnara para el impulso a las iniciativas del ámbito de formación profesional relacionadas con las tecnologías de la información, electrónica y telecomunicaciones.</p> <ul style="list-style-type: none"> http://www.boa.aragon.es/cgi-bin/EBOA/BRSCGI?CMD=VEROBJ&MLKOB=1011682163838 <p>Convenio colaboración INAEM-UNIZAR UNIVERSA. Línea 3: Fomento de la innovación y el desarrollo de la capacidad emprendedora de los titulados universitarios, en especial en lo relativo a la industria 4.0:</p> <ul style="list-style-type: none"> http://www.boa.aragon.es/cgi-bin/EBOA/BRSCGI?CMD=VEROBJ&MLKOB=994434125353 	

⁴ Instituto Aragonés de Empleo

⁵ Dirección General de Planificación y Formación Profesional

4.2.2 Iniciativas nacionales

A continuación se describen las principales iniciativas a nivel nacional, en concreto aquellas puestas en marcha por el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo.

La principal iniciativa en este ámbito ha sido el Plan Estratégico Industria Conectada, la Agenda Digital y la Agenda para el fortalecimiento del sector industrial que se detallan en el Capítulo 1 de esta guía.

▪ **Plataforma web Industria Conectada**

Esta plataforma tiene el objetivo de ser un punto de encuentro de todos los actores de la Industria 4.0 a nivel nacional, proveedores, gobierno y empresas industriales. La plataforma ofrece información, recursos, herramientas y casos de éxito en relación a la Industria 4.0.

EL portal da acceso a información sobre los Grupos de Trabajo constituidos alrededor de la Estrategia:

- El grupo de Estandarización, que se constituye con el fin de promover la participación de empresas españolas en los foros internacionales y desarrollar nuevas propuestas de normas y leyes en materia de Industria 4.0, tanto a nivel nacional como internacional.
- El grupo de Administraciones Públicas se constituye en el marco del modelo de gobernanza de la Estrategia Industria Conectada 4.0 con el fin de promover, coordinar e impulsar las diferentes iniciativas que, en materia de industria 4.0, se implementen en el territorio nacional. En él, participan todas las Comunidades Autónomas y el resto de Organismos y Administraciones que realicen acciones en materia de digitalización industrial
- El grupo de Digital Innovation Hubs que se constituye en el marco del modelo de gobernanza de la Estrategia Industria Conectada 4.0 con el fin de promover la constitución en nuestro país de Digital Innovation Hubs, así como coordinar y ordenar el mapa nacional de DIH y definir el papel de los DIH en la política industrial española y su alineamiento con las directrices europeas en materia de digitalización industrial.

▪ **HADA (Herramienta de Autodiagnóstico Digital Avanzado)**

Hada es herramienta on-line que permite evaluar el grado de madurez digital de las empresas. Esta iniciativa se ha explicado con detalle anteriormente en el Capítulo 1 de esta guía.

▪ **Programa Activa Industria 4.0.**

Activa Industria 4.0 es una iniciativa financiada por la Secretaría General de Industria y de la PYME (SGIPYME) del Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, en colaboración y cofinanciación del Gobierno de Aragón. La fundación estatal EOI (Escuela de organización industrial) es la encargada de coordinar y gestionar esta iniciativa,

Se trata de un Programa de asesoramiento especializado y personalizado, realizado por entidades consultoras acreditadas y con experiencia en implantación de proyectos de Industria 4.0.

Este programa permite a las empresas disponer de un diagnóstico de situación y de un plan de transformación que identifique los habilitadores digitales necesarios en ese proceso de transformación y establezca la hoja de ruta para su implantación. El asesoramiento se presta a través de reuniones individualizadas con las PYMES beneficiarias y la realización de talleres

temáticos y demostrativos de apoyo al asesoramiento, con un mínimo de 50 horas de asesoramiento individualizado. Dicho asesoramiento tendrá la condición de ayudas en especie.

Activa 4.0 están dirigida a empresas que desarrollan o van a desarrollar una actividad industrial productiva, si su objeto social se refiere a actividades encuadradas en la Sección C - Divisiones 10 a 32 de CNAE.

Para impulsar dichas iniciativas, en el año 2017, se convocó, en régimen de concurrencia competitiva, la concesión de ayudas para la recepción del asesoramiento especializado por parte de las empresas industriales beneficiarias. Las ayudas se publicaron a través de convocatorias específicas por Comunidad Autónoma. Toda la información de esta ayuda puede consultarse en la [web](#) del Ministerio.

▪ **Ayudas financieras Industria Conectada 4.0**

Esta actuación persigue el apoyo a proyectos que promuevan la transformación digital de las empresas industriales, complementando de esta forma los esfuerzos empresariales destinados a conseguir su evolución a la economía digital.

En particular, esta actuación tiene como objetivo apoyar la incorporación de conocimientos, tecnologías e innovaciones destinadas a la digitalización de los procesos y a la creación de productos y servicios tecnológicamente avanzados y de mayor valor añadido en las empresas industriales.

Se apoyarán proyectos de investigación industrial, proyectos de desarrollo experimental, así como proyectos de innovación en materia de organización y procesos.

La actuación está enmarcada dentro de la iniciativa Industria Conectada 4.0, que pretende desarrollar palancas competitivas diferenciales y la creación de las condiciones adecuadas para favorecer la competitividad de las empresas españolas, construyendo de esta forma el modelo español para la industria del futuro.

▪ **Oficinas de Transformación**

Otra iniciativa de carácter nacional es la de Red.es que puso en marcha las Oficinas de Transformación Digital.

Este programa persigue incentivar la creación y consolidación de Oficinas de Transformación Digital (OTDs) que faciliten el proceso de digitalización de la empresa española y el emprendimiento digital. Está dotado con 5 millones de euros con cargo al Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) cofinanciado por el Programa Operativo de Crecimiento Inteligente (POCint).

El objetivo es fortalecer el ecosistema de soporte a la pyme en materia TIC a través de:

- Servicios de difusión: acciones de sensibilización y dinamización a la pyme en su proceso de transformación digital y a los emprendedores.
- Servicios de apoyo: atención y resolución de consultas sobre las soluciones y metodologías TIC para mejorar la gestión de las empresas.

Las entidades seleccionadas son asociaciones y colegios profesionales que prestan servicios dentro del ámbito de actividad al que se van a dirigir y abarcan sectores como telecomunicaciones, turismo, industria manufacturera, energía o construcción, entre otros.

En Aragón la Oficina de Transformación seleccionada por Red.es mediante convocatoria pública es la **FEDERACIÓN DE EMPRESAS DE TRANSPORTES DE MERCANCÍAS (FETRAZ)**

Esta oficina ofrecerá servicios de dinamización y apoyo en su proceso de transformación digital a las pymes y emprendedores que lo soliciten.

▪ **Asesores digitales**

Este programa de Red.es, financiadas cargo al Fondo Europeo de Desarrollo Regional y cofinanciado por el Programa Operativo de Crecimiento Inteligente, se crea para impulsar la transformación digital de pequeñas y medianas empresas a través de ayudas dinerarias para la contratación de servicios de asesoramiento.

Estos servicios serán prestados por proveedores especializados que actuarán como “Asesores Digitales” para la realización de Planes de Digitalización que ayuden a las pymes en la incorporación de las TIC en sus procesos (gestión del negocio, relación con terceros, comercio electrónico y digitalización de servicios y soluciones). Esto les permitirá mejorar su productividad y competitividad.

Las pymes seleccionadas deberán contratar estos servicios de asesoramiento a uno de los proveedores del “**Registro de asesores**”, elaborado por Red.es, mediante invitación general.

4.2.3 Iniciativas a nivel europeo

Actualmente, los planes de la Comisión tienen en cuenta que se deberían movilizar hasta 50.000 millones de euros de inversiones públicas y privadas para el apoyo de la digitalización de la industria.

- Inversión de 37 mil millones de euros para impulsar la innovación digital.
- 500 millones de euros en inversiones nacionales y regionales en centros de innovación digital.
- 6,3 mil millones de euros para las primeras líneas de producción de componentes electrónicos de próxima generación.
- 700 millones de euros para la **European Cloud Initiative**.

Para implantar esta estrategia se están elaborando diferentes programas, con la finalidad de cubrir todas las casuísticas de la Industria Europea. Pero sobretodo, se quiere reforzar con la alineación de todas las Políticas Nacionales y regionales, tal y como introduce la siguiente figura:

To reinforce the EU's competitiveness in digital technologies and to ensure that any industry in Europe – big or small, wherever situated, whatever sector – can fully benefit from digital innovations to upgrade its products, improve its processes and adapt its business models to the digital transition.

The platform: our added value at EU level

- Coherence, collective steer, co-ordination
- Monitoring actions at all levels: EU, MSs, regional and industrial
- Diffusion of Best Practices
- Pool investments



Fig.38 Iniciativas a nivel europeo

El objetivo final es multiplicar los esfuerzos, para construir una Red de Iniciativas de con un objetivo común y con impacto real debido al carácter multiplicador de las mismas. En la siguiente figura muestra gráficamente este efecto palanca

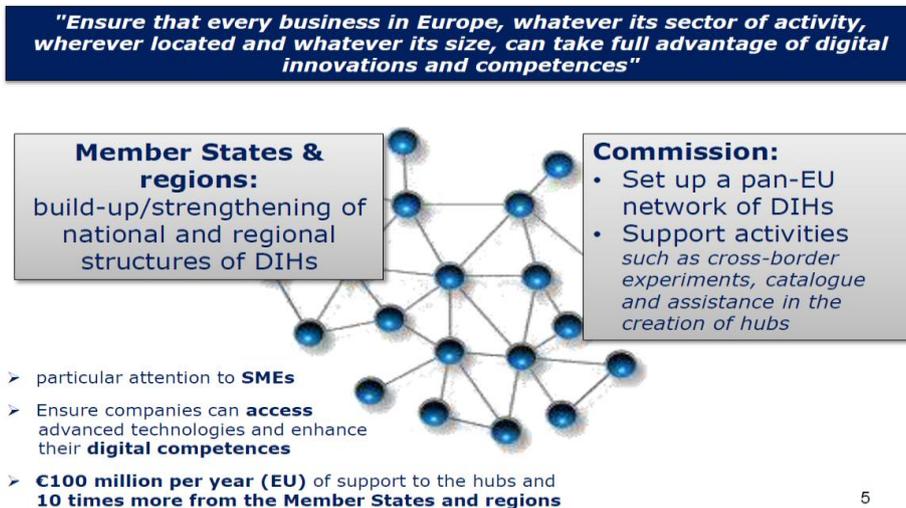


Fig.39 Objetivos y roles en las iniciativas europeas

Y para ello, los DIH son el instrumento principal para poner en marcha esta estrategia Red, por lo que el pilar más importantes será el desarrollo de la red de **Digital Innovation Hubs (DIH)**.

Las iniciativas europeas más relevantes en el contexto europeo de la DEI ya existentes son:

- Innovation for Manufacturing SMEs (**I4MS**),
- Smart Anything Everywhere (**SAE**),
- **iHub**,
- Open Data Incubator Europe (**ODINE**),

- European Institute of Innovation & Technologi (EIT) Knowledge and Innovation Community (KIC),
- European Coordination Hub for Open Robotics Development (ECHORD++),
- Access Center for Photonics Innovation Solutions and Technology Support (ACTPHAST),
- Supercomputing Exercise for SMEs (SESAME NET),
- and the call for tender EU13 DIHs.

Y por supuesto, todos los diferentes programas de excelencia de la I+D+i que están contemplados bajo Horizonte 2020 (H2020). Más información en el Portal español de H2020.

4.3 Información y soporte sobre la Guía y la Estrategia Aragón Industria 4.0

En esta guía para las transformación digital de las pymes industriales se han presentado las áreas de trabajo, metodologías de aplicación y recursos disponibles para todas aquellas empresas que quieran iniciar o avanzar en su camino hacia la implantación de la Industria 4.0. Los contenidos de la misma han de estar sujetos a continua revisión y actualización puesto que el proceso al que hace referencia está en constante evolución, por tanto la guía debe de complementarse con el resto de los instrumentos de difusión que han sido puestos en marcha dentro de la Estrategia Aragón Industria 4.0 y que pueden seguirse a través de <https://aragonindustria40.es/> o de https://twitter.com/aragon_i40

En síntesis y como se indica en la introducción del Capítulo 3, lo importante es considerar el proceso de transformación como un camino en el que se va avanzando en diferentes ámbitos de actuación desarrollando proyectos cuya implantación irán llevando a la empresa poco a poco hacia un nuevo nivel de madurez digital. De esa manera el punto final objetivo, la empresa 4.0, no es estático ya que se irá redefiniendo gracias a la aparición en el futuro de nuevas tecnologías que ofrecerán posibilidades ahora no contempladas.

En este sentido esperamos que esta guía pueda ayudar a identificar más claramente esos ámbitos de actuación y a definir proyectos dentro de cada uno de ellos para constituir una hoja de ruta que lleve a la empresa progresivamente hacia nuevas capacidades y modelos de negocio que permitan aprovechar el potencial de los avances conseguidos.

En todo caso, este camino no es fácil teniendo en cuenta la velocidad a la que se producen los cambios tecnológicos y el elevado nivel de especialización que se requiere para aplicar de manera efectiva los nuevos desarrollos tecnológicos asociados a la cuarta revolución industrial. Esas dificultades, especialmente para las pymes, sólo podrán salvarse a partir de la colaboración con habilitadores y agentes tecnológicos especializados entre los que se encuentran los mencionados explícitamente en el capítulo 4, y sin que con ello se pretenda hacer una relación exhaustiva de los existentes que, a buen seguro, irán creciendo en número y en especialización.

El desarrollo de la Estrategia Aragón Industria 4.0 tiene una gobernanza participativa, pudiéndose realizar aportaciones a través de diferentes canales, como pueden ser los Clústeres de empresas o las entidades representadas en el Consejo de Industria de Aragón. Finalmente y para cualquier consulta o información incluida en esta guía o referente a la Estrategia Aragón Industria 4.0 pueden dirigirse a los siguientes puntos de contacto:

- Servicio de Apoyo a la Pequeña y Mediana Empresa. Departamento de Economía, Industria y Empleo del Gobierno de Aragón. www.aragonindustria40.es – pymes@aragon.es
- Tel: 976 714720
- Instituto Tecnológico de Aragón www.itainnova.es.es – ita@itainnova.es - Tel: 976 010000



ANEXO I

Fichas de tecnologías
para la Industria 4.0



Tecnologías

Fabricación aditiva

Realidad Virtual - Aumentada

IoT – Conectividad – BigData

Cloud – Soluciones de negocio

Inteligencia artificial

Blockchain

Gemelo Digital

Robótica móvil

Robótica colaborativa

Anexo I: Tecnologías

Tecnología: Fabricación aditiva

- **Descripción: descripción breve de la tecnología**

Se describen las tecnologías de fabricación aditiva (FA) como aquellos *procesos de unión de materiales para crear objetos, usualmente capa a capa, a partir de datos 3D de un modelo, de forma opuesta a las técnicas de fabricación sustractiva, como el mecanizado (ASTM F2792-10)*. Así, engloban un amplio grupo de métodos de fabricación que permite obtener piezas tridimensionales con geometría arbitraria partiendo directamente de un modelo CAD mediante un proceso rápido, altamente automatizado y totalmente flexible. Los mismos difieren en los materiales utilizados y en la forma de aportarlos.

Son tecnologías que se caracterizan por no requerir utillajes o moldes específicos, lo que las hace especialmente adecuadas para la obtención de series cortas o incluso productos personalizados. Además, permiten modificar de forma inmediata la producción, adaptándose a la demanda, o el diseño, introduciendo mejoras en el producto. Esta característica, además, tiene importantes implicaciones en la logística y las hace muy interesantes en la fabricación de piezas de repuesto por las posibilidades de producción descentralizada, en plazos cortos y, prácticamente, eliminar la necesidad de stocks.

Las mínimas restricciones geométricas que plantean permiten nuevos diseños más complejos, mejor adaptados a la función del producto y más ergonómicos. También posibilita la reducción de la cantidad de piezas que lo conforman el conjunto, lo que minimiza los procesos de montaje. Por último, permite la reducción de peso, tan importante para el sector del transporte.

Las principales limitaciones son el tamaño, la precisión, la resolución y la velocidad de los equipos; la variedad y propiedades de los materiales disponibles; y los costes de ambos. Sin embargo, las continuas mejoras en todos estos aspectos las hacen cada vez más competitivas y permiten un rápido incremento de su implantación y la continua aparición de nuevas aplicaciones.

Las principales tecnologías de fabricación aditiva son:

Extrusión de material (Material Extrusion): También conocida como FDM (Fused deposition modelling). Es una tecnología de extrusión de material polimérico en forma de hilo fundido a través de una tobera que se desplaza para ir configurando las sucesivas capas con conforman la pieza final.

Fusión en lecho de polvo (Powder Bed Fusion): El proceso se desarrolla sobre una mesa que desciende en el interior de una camisa. Un rodillo deposita sobre ella una capa de material en polvo sobre la que actúa, de forma selectiva, una fuente de calor que lo funde y que, a continuación, solidifica quedando unido al resto de la pieza. El material sobre el que no ha actuado la fuente de calor permanece como polvo y es recuperado al final del proceso. Permite procesar tanto materiales poliméricos como metálicos. Dentro de la misma se engloban las tecnologías SLS (Selective laser sintering), cuando la fuente de calor es un láser infrarrojo; EBM (Electron beam melting), cuando es un haz de electrones; y Multi Jet Fusion,

cuando sobre la capa del polvo se deposita un agente que reduce su punto de fusión y la fuente de calor es un calentador por infrarrojos.

Fotopolimerización en tanque (Vat Photopolymerisation): El proceso se desarrolla sobre una mesa que desciende en el interior de un tanque lleno de resina fotosensible. Sobre la superficie libre superior de la resina incide luz ultravioleta que la hace curar, capa a capa, mientras la mesa que soporta la pieza desciende progresivamente. Dentro de la misma, se engloban las tecnologías de estereolitografía, cuando la fuente de luz ultravioleta es un láser; y CLIP (Continuous liquid interface production) y 3SP (Scan, Spin and Selectively Photocure), cuando la fuente es una lámpara de luz UV que incide sobre una pantalla, que actúa como máscara para impedir que polimericen las zonas que no forman parte de la pieza.

Inyección de material en chorro (Material Jetting): Un cabezal con orificios alineados, equipados con actuadores piezoeléctricos independientes, se mueve en el plano horizontal y deposita, de la misma forma que hace una impresora de chorro de tinta, pequeñas gotas de resina fotosensible que polimeriza por efecto de luz ultravioleta.

- **Aplicaciones:** aplicaciones típicas de la tecnología en una empresa industrial por áreas de actividad.

La principal aplicación de las tecnologías de fabricación aditiva ha sido la obtención de prototipos durante la fase de diseño con el fin de mejorarlo y validarlo. Además, facilita la comunicación entre los diferentes actores durante esta fase, permite la realización de estudios de mercado o acciones publicitarias previas, incluso, a su producción en serie.

Su implantación como tecnología de producción propiamente dicha está experimentando un rápido crecimiento por la mejora de los materiales y procesos, de su productividad y su mayor competitividad en costes. En su estado actual de desarrollo, resultan especialmente interesantes en aquellas aplicaciones con alto valor añadido que requieran personalización o supongan series cortas, de alta complejidad geométrica y tamaños pequeños. Por sectores, destacan las siguientes aplicaciones:

- Sector médico: Están totalmente implantadas en la fabricación de carcasas personalizadas de audífonos y prótesis dentales. Además, se utilizan en la fabricación material ortopédico y prótesis quirúrgicas.
- Aeronáutica / aeroespacial: Fabricación de componentes optimizados topológicamente para reducción de peso o aquellos con geometrías complejas, sólo fabricables mediante estas tecnologías, que permiten mejoras importantes en sus prestaciones.
- Automoción: Fabricación de componentes para competición, vehículos de muy alta gama y "concept cars". También para personalizaciones, tanto en el interior como exterior del vehículo.
- Electrónica: Fabricación de carcasas personalizadas y de componentes en series cortas de producto.
- Joyería / arte / moda: Utilizada para la fabricación de obras y modelos para fundición, por la eliminación de restricciones geométricas a la creatividad del diseñador que plantean.
- Arquitectura: Construcción de maquetas y modelos de edificios y estructuras.
- Construcción: Existen ejemplos de edificios y estructuras fabricadas con equipos experimentales.

Otras aplicaciones auxiliares dentro de las plantas productivas son la fabricación utillajes, soportes, elementos de sujeción para robots, moldes, piezas de repuesto, ...

- **Nivel de madurez de la tecnología:** valoración del nivel TRL o de madurez de las tecnologías y de las aplicaciones descritas.

Al englobar un gran grupo de tecnologías con campos de aplicación tan amplios existen grados de madurez en todos los niveles. Se puede clasificar con TRL 7 a 9 las principales tecnologías descritas en los campos de la fabricación de prototipos, de audífonos y de prótesis dentales y algunas otras aplicaciones muy específicas, donde han dado buenos resultados. El resto de aplicaciones descritas puede valorarse en niveles de madurez con TRL3 a 6.

- **Viabilidad técnica – económica:** valoración del nivel de inversión y de los requisitos técnicos (o de otro tipo) que se plantean para el despliegue efectivo de esta tecnología.

A pesar de que en los últimos años se está produciendo una importante reducción de costes, tanto de equipos como de materia prima, debido a la reducción de los costes de producción, a la posibilidad de incluir economías de escala por su mayor implantación y al vencimiento de patentes, todavía resultan económicamente más costosas para la fabricación de grandes series que otras tecnologías productivas. Resultan económicamente competitivas frente a las tecnologías de inyección, moldeo o conformado en los casos de series cortas o unitarias al no requerir moldes o matrices, evitando la consiguiente inversión. También resultan competitivas frente a tecnologías de mecanizado en el caso de materiales de alto coste por kilogramo al minimizar la cantidad de desecho.

- **Referencias:**

- <https://www.youtube.com/watch?v=HxuAULPsK-M>
- http://informecotec.es/media/N30_Fabric_Aditiva.pdf
- <https://www2.deloitte.com/insights/us/en/focus/3d-opportunity/the-3d-opportunity-primer-the-basics-of-additive-manufacturing.html>
- <https://www.tctmagazine.com/>
- <https://3dprintingindustry.com/>

Tecnología: Realidad Virtual / Aumentada

▪ Descripción: descripción breve de la tecnología

El uso intensivo de las tecnologías de Realidad Aumentada y Virtual está en un momento de despegue desde el punto de vista industrial.

Uno de los elementos fundamentales para su uso en entornos industriales es la disponibilidad de herramientas de autor para la generación de contenidos industriales y aplicaciones móviles que permitan su despliegue en campo y para las que el nivel de *expertise* de los usuarios no sea un factor limitante. Las aplicaciones industriales en ambos entornos (AR/VR) van desde la formación, la operación/mantenimiento de equipamiento industrial o la preventa/marketing. Así mismo, el uso de este tipo de aplicaciones como un elemento de comunicación entre equipos ingeniería de diseño de producto incluidos los del cliente, se basa en la facilidad de uso y de generación de los contenidos industriales desde las herramientas de ingeniería.

En los tres últimos años han aparecido multitud de dispositivos hardware tanto de visualización del tipo HMD como de entrada para interacción hombre – máquina. De igual forma, la disponibilidad de entornos de desarrollo que están siendo utilizados desde las aplicaciones de videojuegos (motores gráficos, herramientas de modelados, ...) hacen que la base de desarrolladores en VR esté aumentando de forma muy significativa y con ellos, las soluciones creativas a los retos de la realidad aumentada y virtual.

Muchas de estas tecnologías, tanto a nivel hardware, software y de interacción, empiezan a tener un nivel de precisión y robustez suficiente para su uso en entornos industriales: sistemas de tracking, escáneres 3D, interacción gestual y natural u optimizaciones para plataformas móviles atrayendo la atención sobre el desarrollo de los casos de uso industriales y la aplicación de estas tecnologías a los mismos.

▪ Aplicaciones: aplicaciones típicas de la tecnología en una empresa industrial por áreas de actividad.

Design	Manufacturing	Sales & MKT	Installation and training	Maintenance and Operations
CAD models and prototyping visualization	Processes and Workers Advanced Support	Branding and Sales Support	Complex processes understanding	Maintenance and Operations support
VR solutions <ul style="list-style-type: none"> • Visualization • Prototyping • Multi-site collaboration • Understand and communicate complex simulations • Interact with new layouts 	Mobile & wearable AR Solutions: <ul style="list-style-type: none"> • Advanced and relevant information access • Profiling and contextualization VR training Solutions <ul style="list-style-type: none"> • High-fidelity sims • Always updated 	MKT and Branding AR/VR Solutions: <ul style="list-style-type: none"> • Smart catalogues • Immersive experiences 	AR Training Solutions: <ul style="list-style-type: none"> • Task oriented • Smart KPIs • On-site simulators • Safety protocols training 	Guided AR: <ul style="list-style-type: none"> • Task oriented • Check-list support • IoT and Data Analytics integration
Benefits: <ul style="list-style-type: none"> • Time to market • Early prototyping validation • Cut redesigns • Team collaboration tool 	Benefits: <ul style="list-style-type: none"> • Reduce errors and time in first-time tasks • Improve safety • Improve worker satisfaction 	Benefits: <ul style="list-style-type: none"> • Better communication tool • Customer engagement • Higher pre-sales impact 	Benefits: <ul style="list-style-type: none"> • Intuitive help and support • Improve safety • Improve worker satisfaction 	Benefits: <ul style="list-style-type: none"> • Reduce Time for complex and unexpected tasks • Reduce Costs • Improve safety



- **Nivel de madurez de la tecnología:** valoración del nivel TRL o de madurez de las tecnologías y de las aplicaciones descritas.

Actualmente, la tecnología se sitúa en un nivel 9 en cuanto a su funcionalidad y usabilidad en entornos industriales. Sin embargo, el despliegue no alcanza dicho TRL, dado que las aplicaciones y el uso en entornos industriales no requieren a día de hoy más que el despliegue de pilotos (TRL 7).

- **Viabilidad técnica – económica:** valoración del nivel de inversión y de los requisitos técnicos (o de otro tipo) que se plantean para el despliegue efectivo de esta tecnología.

Esta valoración es específica para cada caso, no es posible establecer una valoración genérica.

- **Referencias:**

- EFFRA - FoF, «Multianual roadmap,» 2013. [En línea]. Available: <http://www.effra.eu/attachments/article/129/Factories%20of%20the%20Future%202020%20Road%20map.pdf>.
- F. Lacueva Perez, P. Brandl, S. Mayo Macias, M. Gracia Bandres y D. Romero San Martin, «Technology Monitoring: Report on Information Needed For Workers in the Smart Factory,» FACTS4WORKERS - H2020 Project, Huesca, 2015.
- Minetur, «Jornadas Industria 4.0,» 2016. [En línea]. Available: <http://www.industriaconectada40.gob.es/Documents/jornada-industria4.0-abril-16.pdf>.
- DIGI-CAPITAL, «Augmented/Virtual Reality revenue forecast revised to hit \$120 billion by 2020,» 01 2016. [En línea]. Available: <http://www.digi-capital.com/news/2016/01/augmentedvirtual-reality-revenue-forecast-revised-to-hit-120-billion-by-2020/#.Vx4xmWOFqTM>
- MYO, «Home Page,» [En línea]. Available: <https://www.myo.com/>.
- L. Motion, «Home Page,» [En línea]. Available: <https://www.leapmotion.com/>.

Tecnología: Internet de las cosas IoT

- Descripción: descripción breve de la tecnología

El Internet de las Cosas (IoT) está formado por un conjunto de tecnologías que permiten que cualquier objeto pueda comunicarse con otros objetos o con personas a través de Internet. La información comunicada hará referencia a valores de diversos parámetros o estados que serán obtenidos por los objetos a través de los sensores que lleven incorporados.

El IoT trata de que de esa comunicación pueda ser establecida en cualquier parte, en cualquier momento y por cualquier objeto, es decir, que no importe su tipología: máquina, teléfono móvil, vehículo, mobiliario, señal de tráfico, smart-watch, luminaria, etc.

Para conseguir que el dato llegue hasta la nube se necesita habilitar un conjunto vertical de tecnologías, que forman un marco de trabajo (IoT framework). Este comprende las siguientes tecnologías: sensores, placas electrónicas de los nodos, comunicaciones inalámbricas, protocolos IoT, formatos y seguridad de datos, plataformas digitales en la nube y sistemas de análisis (Data Analytics).

Los nodos distribuidos que capturan información deben utilizar algún tipo de comunicación, generalmente inalámbrica, para conseguir llevar los datos hasta la nube. Este tipo de tecnologías de comunicación últimamente han avanzado notablemente, permitiendo utilizar diferentes estrategias de comunicación, desde las clásicas alrededor de IP (Ethernet, Wifi, GPRS, etc) a otras específicas como Sigfox o Lora.

Del mismo modo se han desarrollado diversos protocolos adaptados al IoT, que requiere bajos consumos de potencia para alargar la vida de las baterías, y que trabajan con pequeñas cantidades de datos. Algunos de los más utilizados son MQTT y CoAP.

Otras tecnologías permiten completar el marco de trabajo: identificación por radio frecuencia RFID (UHF, NFC, MIFARE, etc.), sistemas de localización en exteriores (GPS, DGPS) o en interiores, mediante uso de ondas de radio: WIFI, BLE o UWB.

Una vez que se dispone de datos del mundo físico es necesario procesarlos de forma inteligente para obtener información útil, ya sea para tomar decisiones, como para conocer el estado de una máquina, persona, proceso, etc. Los algoritmos de análisis de datos forman un campo denominado DATA ANALYTICS.

- Aplicaciones: aplicaciones típicas de la tecnología en una empresa industrial por áreas de actividad.

La incorporación a un producto de las tecnologías IoT y Data Analytics hace que este se transforme en otra entidad capaz de prestar servicios de valor añadido de utilidad para las personas y los negocios, nos referimos a los productos inteligentes y comunicados. Así por ejemplo, un palé, que es solo un mero elemento de transporte de mercancías, si se dota de sensores y comunicaciones se convierte en un sistema capaz de ayudar a la gestión del transporte, y aportar datos útiles sobre la carga y las circunstancias en las que se desarrolla su transporte.

Ejemplos de aplicaciones que utilizan estas tecnologías son:

- Mantenimiento basado en la condición, predictivo, que ayuda a conseguir ahorros y evitar paradas no deseadas. Utilizando sensores de vibraciones (acelerómetros), sensores de temperatura, consumo, etc., distribuidos en puntos estratégicos de las máquinas y realizando un análisis en el que se extraen parámetros que forman un estado. La comparación de este estado con patrones de envejecimiento de la máquina nos permitirá obtener su estado de salud.
- Obtención de parámetros de productividad OEE (*Overall Equipment Effectiveness*). Capturando datos sobre el modo en el que trabaja una máquina, sus paradas, las piezas válidas y rechazadas, las tareas que realiza, etc. y procesándolos de forma inteligente se obtienen indicadores que ayudan a tomar decisiones sobre el uso de la máquina, a conocer el avance y estado de los trabajos y permite mejorar la productividad mediante la incorporación de la planificación dinámica. A la información obtenida por diversos sensores sencillos (consumo, estado de la máquina, etc) se añade la información obtenida directamente de los sistemas de control de las máquinas (PLC, CNC) mediante la utilización de protocolos específicos para la captura de datos de máquinas, como son el OPC-UA o MTCCONNECT.
- Producto comunicado e inteligente, que aporta servicios de valor añadido al usuario y cuya información puede ser utilizada por el propio fabricante para capturar la experiencia de usuario, mejorar el producto o controlar los temas de garantías. Por ejemplo, el caso del pallet antes mencionado, que con sensores de vibración, golpes, humedad, temperatura, RFID y localización en interiores por BLE y en exteriores por GPS, permitirá conocer las condiciones ambientales, trato recibido durante el transporte, conociendo el lugar y el momento en que cada evento se ha producido.
- **Nivel de madurez de la tecnología:** valoración del nivel TRL o de madurez de las tecnologías y de las aplicaciones descritas.

Las tecnologías utilizadas en IoT están en continua evolución y por tanto, aunque el background es muy importante y en el pasado se han venido utilizando de forma amplia sensores, instrumentación distribuida, redes inalámbricas de sensores, placas electrónicas, etc., en este momento la universalidad y generalización de dichas tecnologías hace que todavía las tecnologías no estén asentadas y maduras. Los aspectos en los que están evolucionando estas tecnologías son la fiabilidad y robustez, la seguridad, el consumo energético, la estandarización y la interoperabilidad entre sistemas.

- **Viabilidad técnica – económica:** valoración del nivel de inversión y de los requisitos técnicos (o de otro tipo) que se plantean para el despliegue efectivo de esta tecnología.

El IoT no es una tecnología costosa, tanto a nivel de integración, como del coste de los propios dispositivos, aunque el hecho de necesitar comunicaciones de forma continuada implica, en algunos casos, la necesidad de añadir un coste asociado a la transmisión de datos y en otros al coste asociado de las plataformas de datos, que recogerán los datos y los servirán a los usuarios.

Las barreras a su despliegue masivo están por tanto más asociadas a la falta de estándares en el mercado suficientemente robustos y seguros.

Tecnología: Cloud – Soluciones de negocio

- Descripción: descripción breve de la tecnología

En los últimos años los procesos de deslocalización e internacionalización de las grandes empresas, unidos a la explosión en el uso de las tecnologías de información y procesamiento de datos, han hecho que las necesidades de gestión y la complejidad de la gestión en las grandes empresas y organizaciones hayan crecido a un ritmo superior al que lo hacía la capacidad de cálculo de los ordenadores personales. Para satisfacer las necesidades de los sistemas de computación más exigentes, se ha producido una evolución basada fundamentalmente en la ejecución simultánea de procesos en múltiples equipos informáticos.

El cloud computing se puede definir como un modelo tecnológico que permite el acceso ubicuo, adaptado y bajo demanda en red a un conjunto compartido de recursos de computación configurables compartidos (por ejemplo: redes, servidores, equipos de almacenamiento, aplicaciones y servicios). El cloud computing se refiere tanto a las aplicaciones entregadas como servicio a través de Internet, como el hardware y el software de los centros de datos que proporcionan estos servicios. Los servicios anteriores han sido conocidos durante mucho tiempo como Software as a Service (SaaS), mientras que el hardware y software del centro de datos es a lo que se llama nube.

- Aplicaciones: aplicaciones típicas de la tecnología en una empresa industrial por áreas de actividad.

A continuación se enumeran las soluciones cloud de negocio más extendidas en las empresas actualmente.

ERP (Enterprise Resource Planning):

Los sistemas de planificación de recursos empresariales (ERP, por sus siglas en inglés, enterprise resource planning) son los sistemas de información gerenciales que integran y manejan muchos de los negocios asociados con las operaciones de producción y de los aspectos de distribución de una compañía en la producción de bienes o servicios.

En general, las empresas adoptan sistemas ERP para gestionar el gran volumen diario de operaciones e información que se genera. Los ERP están altamente interconectados, tienen gran cantidad de usuarios que acceden a la información de forma simultánea, con el consiguiente riesgo de que se pierda la integridad de los datos. La filosofía del Dato Único que aplican los ERP es una de sus principales virtudes.

MES (Manufacturing Execution System):

Sistemas MES (Manufacturing Execution System), Sistemas de información que gestionan la producción en planta. En 1997, MESA International (Manufacturing Enterprise Solutions Association) publicó el modelo MESA-11 que define las once funciones fundamentales de los sistemas MES, entre las que se encuentran la programación de la fabricación, los estados de carga de las máquinas, la expedición de las unidades producidas, el control de calidad, rendimiento y energía, etc

Un Sistema MES (Manufacturing Execution System en inglés) es un software enfocado al Control de la Producción, que monitoriza y documenta la gestión de la planta.

CRM: (Customer Relationship Management)

Un sistema CRM (C.R.M.: del inglés Customer Relationship Management) es un software de apoyo a la gestión de las relaciones con los clientes, a la venta y al marketing. Dicho software puede comprender varias funcionalidades para gestionar las ventas y los clientes de la empresa: automatización y promoción de ventas, tecnologías “data warehouse” («almacén de datos») para agregar la información transaccional y proporcionar capa de reporting, dashboards e indicadores claves de negocio, funcionalidades para seguimiento de campañas de marketing y gestión de oportunidades de negocio, capacidades predictivas y de proyección de ventas.

WMS (Warehouse Management System)

El Warehouse Management System (WMS) o Sistema de Gestión de Almacenes (SGA) es una aplicación de software que da soporte a las operaciones diarias de un almacén. Los programas WMS permiten la gestión centralizada de tareas, como el seguimiento de los niveles de inventario y la ubicación de existencias. Los sistemas WMS pueden ser aplicaciones independientes o pueden estar integrados en un sistema de Planificación de Recursos Empresariales (ERP).

BI : (Business Intelligence)

El término Business Intelligence (BI por sus siglas en inglés) hace referencia al uso de estrategias y herramientas que sirven para transformar información en conocimiento, con el objetivo de mejorar el proceso de toma de decisiones en una empresa. El objetivo básico de las herramientas de Business Intelligence es apoyar de forma sostenible y continuada a las organizaciones para mejorar su competitividad, facilitando la información necesaria para la toma de decisiones.

S&OP: (Sales and Operation Planning)

El SOP es una herramienta de gestión, que integra a los equipos de marketing, comerciales, logísticos y financieros, permitiendo a la empresa programar sus operaciones de forma alineada con la demanda del mercado.

S&OP consta de varios pasos; recopilación de datos, planificación de la demanda, planificación de la producción, ajuste y seguimiento.

- Nivel de madurez de la tecnología: valoración del nivel TRL o de madurez de las tecnologías y de las aplicaciones descritas.

En general el nivel de madurez de las soluciones de negocio cloud que podemos encontrar en el mercado es alto con TRL 7 a 9. Hay grandes proveedores de software que tienen herramientas muy consolidadas, como es el caso de algunos ERP y CMS. No obstante, también existen nuevas empresas con enfoques novedosos, que integran tecnología de Big Data sobre los procesos de gestión que pueden encontrarse en niveles de madurez de desarrollo menores. Sobre esta clasificación, la solución más ampliamente implantada por las empresas son el ERP y el CRM. A continuación, se encontrarán las soluciones de BI, WMS o MES. Sobre este grupo la solución de S&OP es la menos implantada, pero debido a su alto impacto en la mejora de la gestión de los procesos internos, está teniendo un crecimiento alto en los últimos años.

- **Viabilidad técnica – económica:** valoración del nivel de inversión y de los requisitos técnicos (o de otro tipo) que se plantean para el despliegue efectivo de esta tecnología.

El acceso a estas tecnologías cada vez es más sencillo para todo tipo de empresas. El acceso cloud, elimina las barreras de disponer de una infraestructura IT en la empresa. La inversión inicial en muchas de ellas también se reduce. Los modelos de pago por uso permiten a las empresas comenzar a realizar implantaciones en áreas pequeñas, controladas y posteriormente tras la validación por diferentes miembros de la empresa, extenderlo en áreas de mayor alcance.

Tecnología: Inteligencia artificial

- Descripción: descripción breve de la tecnología

Probablemente no hay mejor manera de describir la inteligencia artificial (IA) que ateniéndose a las definiciones que los fundadores de esta disciplina establecieron. John McCarthy fue quien acuñó el término en 1959 exponiendo lo siguiente: «Es la ciencia e ingenio de hacer máquinas inteligentes, especialmente programas de cómputo inteligentes». Otra descripción altamente aceptada es la de Marvin Minsky, uno de los padres de las ciencias de la computación y cofundador del laboratorio de IA del MIT: «Es la ciencia de hacer que las máquinas hagan cosas que requerirían inteligencia si las hicieran las personas».

La IA tiene un enorme potencial para beneficiar a las personas, la economía y la sociedad, y ya ha demostrado un inmenso valor en varias aplicaciones y dominios, siendo la industria 4.0 uno de los mayores dominios de aplicación. Desde un punto de vista industrial, IA significa sistemas informáticos basados en algoritmos que proporcionan a las máquinas capacidades tales como percepción, razonamiento, aprendizaje e incluso toma de decisiones autónomas. IA se basa en una cartera de tecnologías que van desde tecnologías para la percepción e interpretación de vastas cantidades de información (datos), software que extrae conclusiones, aprende, adapta o ajusta parámetros en consecuencia y métodos que apoyan la toma de decisiones basadas en humanos o acciones automatizadas.

Un factor importante para las oportunidades de negocio emergentes de la IA es el crecimiento significativo del volumen de datos y las tasas a las que se genera. Específicamente, y con los recientes avances en el poder de cómputo y la conectividad, se pueden analizar más y más datos. Es en estos contextos dónde la IA está haciendo grandes progresos.

- Aplicaciones: aplicaciones típicas de la tecnología en una empresa industrial por áreas de actividad.

Las aplicaciones de la inteligencia artificial en la industria 4.0 se puede organizar en 5 áreas principales:

1. Mantenimiento Predictivo

En lugar de realizar el mantenimiento de acuerdo con un programa predeterminado, el mantenimiento predictivo utiliza algoritmos para predecir el próximo fallo de un componente / máquina / sistema y luego alerta al personal para que realice procedimientos de mantenimiento enfocados para prevenir la falla, pero no demasiado pronto para perder tiempo de inactividad innecesariamente.

2. Calidad 4.0

Los problemas de calidad cuestan mucho dinero a las empresas, pero con el uso de algoritmos de inteligencia artificial desarrollados a través del aprendizaje automático, los fabricantes pueden recibir alertas de problemas menores que causan caídas de calidad, de forma similar a la forma en que se crean las alertas para el mantenimiento predictivo.

3. Colaboración humano-robot.

Según la Federación Internacional de Robótica, para fines de 2018, habrá 1,3 millones de robots industriales trabajando en fábricas de todo el mundo. El enfoque general es que a

medida que los robots se hacen cargo de los trabajos, se les ofrecerá capacitación a los trabajadores para puestos de alto nivel en programación, diseño y mantenimiento. Mientras tanto, la eficiencia del trabajo colaborativo humano-robot se está mejorando a medida que los robots de fabricación están aprobados para el trabajo junto con los humanos.

4. Diseño generativo.

Los fabricantes también pueden hacer uso de la inteligencia artificial en la fase de diseño. Con un resumen de diseño claramente definido como entrada, los diseñadores e ingenieros pueden utilizar un algoritmo AI, generalmente denominado software de diseño generativo, para explorar todas las configuraciones posibles de una solución. El resumen puede incluir restricciones y definiciones para los tipos de materiales, métodos de producción, limitaciones de tiempo y limitaciones presupuestarias.

5. Adaptación al mercado / Cadena de suministro.

La inteligencia artificial impregna todo el ecosistema de la Industria 4.0 y no solo se limita al piso de producción. Un ejemplo de esto es el uso de algoritmos AI para optimizar la cadena de suministro de las operaciones de fabricación y ayudarles a responder mejor y anticipar los cambios en el mercado.

- **Nivel de madurez de la tecnología:** valoración del nivel TRL o de madurez de las tecnologías y de las aplicaciones descritas.

Actualmente, la tecnología se sitúa en un nivel 7 en cuanto a su funcionalidad en entornos industriales, estamos en la punta del iceberg. Sin embargo, el despliegue no alcanza dicho TRL, dado que las aplicaciones y el uso en entornos industriales no requieren a día de hoy más que el despliegue de pilotos. Estamos en plena digitalización del dato falta trabajo para pasar del dato al analytics del dato. (TRL 7).

- **Viabilidad técnica – económica:** valoración del nivel de inversión y de los requisitos técnicos (o de otro tipo) que se plantean para el despliegue efectivo de esta tecnología.

Esta valoración es específica para cada caso, no es posible establecer una valoración genérica.

▪ **Referencias:**

- Artificial Intelligence for European Economic Competitiveness and Societal Progress. BDVA Position Statement.
- Valuing the artificial intelligence market graphs and predictions <https://www.techemergence.com/valuing-the-artificial-intelligence-market-graphs-and-predictions/>
- Industrial uses cases <https://www.techemergence.com/ai-for-predictive-maintenance-applications-in-industry-examining-5-use-cases/>
- Industrial AI's Impact on Manufacturing. <https://www.seebo.com/industrial-ai/>
- Why Is Predictive Maintenance Important? <https://www.digitaldoughnut.com/articles/2018/january/why-is-predictive-maintenance-important>
- <https://www.cbinsights.com/research/artificial-intelligence-top-startups/>

Tecnología: Blockchain

▪ Descripción: descripción breve de la tecnología

Blockchain es una tecnología basada en una base de datos distribuida en la que la información, que pueden ser datos, transacciones, archivos, etc, es incluida por consenso, está criptografiada, tiene una marca temporal (timestamp) y además es inmutable (no se puede modificar una vez ha sido incluida en la base de datos).

Las principales características tecnológicas de la tecnología blockchain son las que se indican a continuación:

- **Base de Datos distribuida (P2P):** Cada nodo de la red blockchain es cliente y servidor a la vez. Las redes Peer to Peer (P2P) basadas en blockchain están integradas por un conjunto de sistemas de computación directamente conectados entre sí, sin la existencia de un servidor central.
- **Criptografía:** Para la ejecución de las transacciones en la blockchain se usa criptografía asimétrica (de clave pública y privada), lo que aporta una muy alta seguridad a las transacciones entre personas y máquinas sin necesidad de intermediarios.
- **Algoritmos de Consenso:** El consenso es el acuerdo entre los nodos de la blockchain sobre el correcto estado de los datos en la cadena. Un algoritmo de consenso, por un lado, asegura que los datos de la blockchain son los mismos para todos los nodos y por otro, evita la manipulación de los mismos. Los más usados tradicionalmente son el Proof of Work (PoW), Proof of Stake (PoS) y el Proof of Authority (PoA).
- **Timestamping:** Cada bloque y cada transacción realizada contienen el timestamp de su creación o de su ejecución.
- **Transacciones:** Un pago ó envío de dinero, o una transferencia de un activo o un registro de la propiedad de un activo o de un servicio efectuado.
- **Smart Contracts:** Se trata de aplicaciones automáticas que ejecutan acciones predefinidas cuando se alcanzan ciertas condiciones dentro del sistema, tal y como se programaron sin posibilidad de no-ejecución, censura, fraude o interferencia de terceros.

Por tanto, una blockchain está integrada por una cadena de bloques que almacenan, tanto información, como transacciones realizadas, cantidades de dinero o de cualquier otro valor transferido por las personas o entidades involucradas. Es posible acceder a la información contenida en cada bloque ya que una blockchain almacena todo el histórico de transacciones realizadas desde su creación.

▪ Aplicaciones: aplicaciones típicas de la tecnología en una empresa industrial por áreas de actividad.

Las principales aplicaciones de esta tecnología para los entornos industriales se pueden agrupar entorno a sus características fundamentales como son los mecanismos de generación de confianza entre agentes diversos, la inmutabilidad de la información contenida en la base de datos distribuida y la capacidad de automatizar procesos complejos e incluso de crear nuevos modelos de negocio en base al uso de smart contracts. A continuación, se detallan algunas aplicaciones industriales entorno a estas características:

- **Generación de confianza entre agentes diversos:** En este ámbito se pueden incluir todas las aplicaciones relacionadas con la gestión de las cadenas de suministro en la industria,

especialmente en ámbitos relacionados con la trazabilidad de la información relacionada con los productos, la medición de características de los flujos de suministro o la propia actualización de inventarios en tiempo real.

- **Inmutabilidad de la información y automatización de procesos:** En este ámbito se pueden incluir todas las aplicaciones relacionadas con el hecho de que la información contenida en la blockchain no es modificable lo que permite la automatización de ciertos procesos, especialmente aquellos donde es necesario generación documentos en base a información de confianza. Entre estos procesos pueden estar las transmisiones de pedidos a proveedores, la realización de pagos entre agentes de las cadenas de suministro ó la generación de documentación legal con aduanas y otras entidades para, por ejemplo, la gestión del transporte internacional de mercancías.
 - **Seguridad de la información y automatización de procesos industriales:** En este ámbito se pueden incluir todas las aplicaciones relacionadas con lo que se conoce como el “Ledger of Things” o la integración de la información obtenida por las redes de sensores industriales (IIoT, Industrial Internet of Things) en una blockchain. Una primera aplicación de esto es la relacionada con la seguridad tanto de las máquinas y sistemas industriales ante ciberataques, como la seguridad de la información obtenida por estas redes de sensores al estar criptografiada y distribuida en una blockchain. Además, esto permite que se pueden realizar operaciones automáticas, como replanificaciones de la producción en tiempo real, planificación del mantenimiento de las máquinas, análisis en tiempo real de flujos en los sitios industriales, etc.
 - **Creación de nuevos modelos de negocio:** Por último, en este ámbito se pueden incluir todas las aplicaciones relacionadas con la capacidad de transferir valor que tienen las blockchain. Gracias a esto, las empresas industriales con producto propio pueden innovar en la forma en la que se relacionan con sus clientes a través de la servitización o venta del uso de sus productos gracias a una gestión de confianza basada en el uso de una blockchain.
- Nivel de madurez de la tecnología: valoración del nivel TRL o de madurez de las tecnologías y de las aplicaciones descritas.

Según el Hype Cycle de Gartner de tecnologías emergentes de Julio de 2017 la tecnología blockchain se encuentra en la zona de “Peak of Inflated Expectations”, lo que significa que, en general, todavía tiene un nivel de madurez bajo. Se espera que la tecnología alcance un nivel de madurez industrial y de aplicación alto en el entorno entre 5 y 10 años.

Entorno a estas tecnologías se está produciendo actualmente un doble fenómeno. Por un lado, se están creando en todo el mundo cientos de start-ups que usan esta tecnología para crear soluciones novedosas en diferentes sectores, especialmente en el ámbito financiero, logístico, salud y energía y por otro, las grandes empresas de estos sectores están empezando a realizar pilotos en diversos ámbitos de sus negocios para entender el verdadero alcance transformador de las blockchains. Esto está haciendo avanzar muy rápido el nivel de madurez de todos los ámbitos tecnológicos relacionados con blockchain, lo que hace pensar que se pueda ir a la cota inferior (5 años) del plazo calculado por Gartner en 2017 para alcanzar plena madurez.

- **Viabilidad técnica – económica:** valoración del nivel de inversión y de los requisitos técnicos (o de otro tipo) que se plantean para el despliegue efectivo de esta tecnología.

La principal barrera de aplicación a día de hoy se encuentra en la disponibilidad de personas con formación técnica en el desarrollo de soluciones basadas en blockchain. Las diversas entidades, instituciones y centros tecnológicos y de I+D que están trabajando con estas tecnologías están haciendo una intensa labor de difusión y formación a todos los niveles de la empresa, desde la dirección hasta el nivel de desarrollo. Es necesario seguir este proceso ya que es necesario seguir formando personas con perfiles diversos, desde desarrolladores de software, expertos en ciberseguridad, expertos en áreas económico-financieras y legales alrededor de las aplicaciones blockchain, etc.

Las plataformas blockchain indicadas anteriormente están desarrolladas en software libre, por lo que su uso para el desarrollo de aplicaciones distribuidas no implica ningún coste. Asimismo, se están creando infraestructuras semi-públicas, como es el caso de Alastria en España, que permiten el despliegue de soluciones basadas en blockchains empresariales, a costes muy reducidos.

- **Referencias:**

- Mariano Torrecilla. Blockchain en 30 minutos. <https://medium.com/dws-io/blockchain-en-30-minutos-237ad206b219>
- Informes de Blockchain Innovation in Europe. <https://www.eublockchainforum.eu/reports>
- Deloitte. *Using Blockchain to drive supply chain innovation*

Tecnología: Gemelo Digital

▪ Descripción: descripción breve de la tecnología

Un Gemelo Digital es una representación virtual, explorable en tiempo real, tanto de un producto, de un proceso, de un servicio o de un sistema más complejo formado por la interacción de varios de los anteriores. Esta representación virtual de la realidad complementa su contraparte física, permitiendo la gestión más adecuada del mismo, esto es, permite acelerar la obtención de diseños óptimos, la consecución de cero defectos en producción o la planificación de mantenimientos predictivos. El objetivo último es optimizar la gestión del conocimiento sobre el producto o el proceso de interés.

Los Gemelos Digitales se construyen combinando distintas técnicas de simulación basadas en la física del problema y técnicas de análisis de datos; el mayor peso de una u otra aproximación depende del producto o proceso a reproducir. Las técnicas de simulación basadas en la física del problema son, entre otras: el cálculo por elementos finitos (FEM) o la fluidodinámica computacional (CFD). Las técnicas de análisis de datos y su alcance se describen en la Tecnología de *Inteligencia Artificial*.

▪ Aplicaciones: aplicaciones típicas de la tecnología en una empresa industrial por áreas de actividad.

- **Aceleración de diseño óptimo de producto.** En este caso el Gemelo Digital es una herramienta que permite explorar en tiempo real el rendimiento en servicio de un producto para cualquier combinación de sus parámetros de diseño. De esta forma se garantiza que el producto cumple las especificaciones de diseño óptimo.
- **Fabricación inteligente orientada a cero defectos.** El Gemelo Digital implementado en una línea de producción permite rediseñar los sistemas de control de proceso y calidad de producto para adelantarnos a fallos en los procesos de fabricación que den lugar a defectos en producto. De forma complementaria, el Gemelo Digital permite una evaluación de la calidad pieza a pieza sin la necesidad de realizar las mediciones en línea.
- **Mantenimiento predictivo.** Cuando el producto final se acompaña de un Gemelo Digital es posible conocer su estado de degradación, de salud o de probabilidad de fallo en función de la vida en servicio que ha tenido. De esta forma el Gemelo Digital nos adelanta tanto la probabilidad de fallo como el tipo y localización del mismo.

▪ Soluciones

Existen varias soluciones comerciales para la elaboración de Gemelos Digitales que han salido al mercado a lo largo del 2017 y 2018. Algunas de estas aplicaciones se centran más en la construcción de Gemelos Digitales basados en modelos de simulación físicos (ej. Cálculo estructural con elementos finitos) y otras de estas soluciones están más orientadas a la construcción de Gemelos Digitales basadas en análisis de datos.

Entre las soluciones más completas actualmente en el mercado que permiten combinar tanto simulaciones físicas como análisis de datos cabe destacar:

- ANSYS DigitalTwin builder
- Simcenter by SIEMENS

Ambos incorporan simuladores de sistemas, de elementos finitos, de fluidodinámica, así como herramientas de análisis de datos orientadas a ingeniería y herramientas complementarias que facilitan la gestión de todas estas aplicaciones. Por otra parte, grandes empresas de software para ingeniería como Dassault Systèmes y ESI también de herramientas semejantes, sin embargo, el nivel de integración de herramientas no está actualmente tan orientado a la construcción de Gemelos Digitales como en los casos anteriores. La perspectiva es que evolucionen en esta dirección.

Existen también soluciones orientadas a la generación de Gemelos Digitales basados principalmente en datos. Estas soluciones, citadas a continuación, están siendo desarrolladas en torno a la tecnología de Internet Industrial de las Cosas (IIoT):

- PREDIX by GE
- Mindsphere by SIEMENS
- Nivel de madurez de la tecnología: valoración del nivel TRL o de madurez de las tecnologías y de las aplicaciones descritas.

Se considera que la integración de Gemelos Digitales en entornos industriales se encuentra en un TRL 7. En el último año se ha comenzado con la comercialización de las primeras herramienta específicamente creadas para construir Gemelos Digitales y esto ha originado que aparezcan los primeros casos de aplicación en plantas industriales. El alcance de estas primeras aplicaciones es limitado.

- Viabilidad técnica – económica: valoración del nivel de inversión y de los requisitos técnicos (o de otro tipo) que se plantean para el despliegue efectivo de esta tecnología.

Las soluciones para generar Gemelos Digitales descritas son de propósito general y han sido desarrolladas por grandes empresas de software. Al menos en la fase inicial de despliegue de la tecnología de Gemelo Digital, se puede considerar (por precio y barrera de conocimiento) que estas soluciones están orientadas a grandes empresas productivas. Sin embargo, el acceso a PYMES es posible mediante la alianza con proveedores de desarrollo de Gemelos Digitales específicos para sus necesidades.

La viabilidad técnico-económica del uso de Gemelos Digitales en PYMES viene condicionada por dos barreras principales:

- **El grado de digitalización de la empresa**, ya que la explotación óptima de Gemelos Digitales viene condicionada por la implantación en la empresa de herramientas de: gestión del ciclo de vida del producto (PLM), gestión de datos recogidos por redes de sensores o IoT, y gestión integral del proceso de fabricación (MES).
- **Los recursos necesarios para generar el Gemelo Digital**, ya que dependiendo de la complejidad del producto o del proceso el tiempo y el coste mínimo necesario para generar un Gemelo Digital puede variar significativamente. Esto hace que actualmente, en la mayoría de los casos, estos desarrollos se incorporan a la estrategia de inversión en I+D de la empresa.

La tendencia futura será a una reducción progresiva del coste de implantación de la tecnología de Gemelo Digital. Una de las grandes ventajas a futuro es que es una tecnología que habilita la unificación de otras tecnologías. Concretamente, a través de Gemelos Digitales se permite una mejor integración vertical y horizontal de la información de la empresa, el aprovechamiento óptimo de técnicas de Inteligencia Artificial orientadas a ingeniería de producto y proceso, así como la explotación óptima de los datos recogidos mediante redes de IIoT.

▪ **Referencias:**

- Industry 4.0 and the digital twin. *Deloitte Insights*.
<https://www2.deloitte.com/insights/us/en/focus/industry-4-0/digital-twin-technology-smart-factory.html>.
- <https://www.ansys.com/products/systems/ansys-twin-builder>
- <https://www.plm.automation.siemens.com>
- <https://www.ge.com/digital/iiot-platform>
- <https://www.siemens.com/global/en/home/products/software/mindsphere.html>

Tecnología: Robótica móvil

▪ Descripción: descripción breve de la tecnología

De forma general se puede describir a un robot móvil como un sistema automático capaz de desplazarse en un entorno determinado de forma autónoma, semiautónoma o teleoperada.

Los robots móviles son sistemas de transporte automático, compuestos por una plataforma mecánica que le permite su movimiento, sistemas sensoriales para la percepción del entorno (cámaras de visión, infrarrojos, láser, radares, etc) que les permiten realizar las tareas de navegación y otras acciones necesarias. Igualmente disponen de un sistema de toma de decisiones (central o distribuido) que le proporciona la autonomía necesaria, por tanto, estos sistemas son capaces de localizarse en un mapa (conocido o no) y detectar objetos en su trayectoria para esquivarlo. El uso de redes neuronales está permitiendo el desarrollo de sistemas cada vez más complejos capaces de realizar tareas de navegación que antes no se podían realizar.

Se trata de uno de los campos más activos de la robótica y que está siendo fuertemente impulsada por el desarrollo de los coches autónomos y el uso de drones.

Sus aplicaciones pueden ser muy variadas y ya se pueden ver en aplicaciones terrestres, acuáticas y aéreas. Aunque el ejemplo más conocido es el del coche autónomo o los sistemas de transporte de mercancías en entornos industriales, existen otro tipo de aplicaciones muy comunes para estos robots que están relacionadas con tareas que normalmente son peligrosas para la salud humana, en áreas como la agricultura, en el transporte de cargas peligrosas o en tareas de exploración. Ejemplos de estas tareas son el transporte de material, mantenimiento de instalaciones peligrosas como reactores nucleares o plantas químicas, manipulación de materiales explosivos, la exploración subterránea para tareas de seguridad, etc. El concepto de autonomía hace referencia a la capacidad de percibir, planificar y ejecutar acciones para desarrollar sus objetivos en entorno no estructurados, y por tanto complejos, sin la intervención humana.

▪ Aplicaciones: aplicaciones típicas de la tecnología en una empresa industrial por áreas de actividad.

Algunas de las aplicaciones que ya se están realizando en diferentes sectores son las siguientes:

- **Logística**, para el traslado de mercancías en procesos intralogísticos, elaboración de inventarios autónomos, preparación de pedidos, gestión de almacenes...etc.
- **Inspección y mantenimiento**, detección de avería
- **Seguridad y defensa**, sistemas de vigilancia, manipulación de sustancias explosivas, etc.
- **Salud**, robots asistenciales o de ayuda para personas con discapacidades
- **Agricultura**, sistemas autónomos de siembra, detección de plagas o realización de tareas de recolección de frutas.
- **Transporte (personas y mercancías)**, coche autónomo o desarrollo de sistemas de transporte de última milla
- **Servicios**, robots de limpieza industrial o del hogar, asistentes para eventos...etc.

- **Nivel de madurez de la tecnología:** valoración del nivel TRL o de madurez de las tecnologías y de las aplicaciones descritas.

Dado el amplio espectro de aplicación de la robótica móvil y la multitud de retos a los que se enfrenta en función del campo de aplicación, es complicado establecer un nivel de madurez general, estableciendo un rango entre TRL 9 para aplicaciones de sistemas autoguiados en entornos de interior a TRL 5 para aplicaciones más complejas con navegación reactiva en entornos sumamente no estructurados.

- **Viabilidad técnica – económica:** valoración del nivel de inversión y de los requisitos técnicos (o de otro tipo) que se plantean para el despliegue efectivo de esta tecnología.

A pesar de que para su implantación en la industria requiere de un nivel de inversión relativamente alto, la ventaja competitiva en términos de negocio y flexibilidad de proceso hacen de la robótica móvil una tecnología muy atractiva.

Tecnología: Robótica colaborativa

▪ Descripción: descripción breve de la tecnología

La robótica colaborativa es un nuevo concepto de robotización y automatización que trata de integrar robots colaborativos y humanos en entornos de fabricación, compartiendo un mismo espacio de trabajo y permitiendo trabajar de una manera muy estrecha a robots y personas. Además, presentan una división de tareas, donde las tareas sencillas se automatizan, dejando el aspecto más complejo a la persona (y la parte más monótona al robot). Este nuevo concepto de robotización está creando muchas oportunidades en la mejora de los procesos productivos, especialmente en aquellos procesos que requieran flexibilidad.

Un aspecto muy importante es como perciben las personas a los robots desde el punto de vista de la seguridad e interacción. Existe un reto en la correcta aplicación de las normas ISO 10218 y ISO/TC 15066 aplicables para diseñar de aplicaciones seguras y ergonómicas y fácil uso.

Hasta ahora los robots industriales en su mayor parte han sido concebidos para trabajar aislados (encerrados entre grandes barreras), manipular objetos pesados y de gran tamaño, y además todo a velocidades muy elevadas. La característica principal que tienen los robots colaborativos es la habilidad para trabajar en condiciones seguras con personas en espacios comunes y por tanto su diseño y funcionamiento está desarrollado desde esta perspectiva.

- Las articulaciones son redondeadas y no cortantes para evitar lesiones en las personas del entorno.
- Los tramos entre articulaciones están especialmente diseñados para hacer el menor daño posible caso de colisión (tubos con la suficiente separación como para evitar o minimizar atrapamientos).
- Son compactos, ligeros, suficientemente precisos para la mayor parte de las tareas, y con capacidad de alcance elevada de hasta 7 grados de libertad
- Están pensados para manipulación de pesos ligeros a velocidades más reducidas que los robots industriales.
- Integran sensores de fuerza para detectar colisiones de sus articulaciones.
- Han de integrarse de forma segura bajo las condiciones que marca la normativa, con sistemas de percepción para la detección de personas y colisiones en zona de trabajo.

▪ Aplicaciones: aplicaciones típicas de la tecnología en una empresa industrial por áreas de actividad.

La robótica colaborativa tiene una aplicación directa en aquellos sectores donde los procesos pueden ser realizados de forma conjunta y coordinada entre personas y robots, o bien cuando es necesario realizar producciones de muy baja número de lotes y que por tanto requieren de una alta flexibilidad.

- Aeronáutica, procesos de inspección sobre componentes, procesos de remachado y terminación de material.
- Automoción, procesos de dispensación de material como colas o siliconas, procesos de inspección en línea de forma conjunta con trabajadores.
- Logística, la preparación de pedidos a la unidad y el picking automático son algunas de las aplicaciones en las que se está explorando el uso de robótica colaborativa.

- **Nivel de madurez de la tecnología:** valoración del nivel TRL o de madurez de las tecnologías y de las aplicaciones descritas.

La tecnología se encuentra en un nivel de madurez TRL7-9, y se pueden ver robots colaborativos en instalaciones de pequeñas y grandes empresas. Sin embargo conviene matizar que no todas las aplicaciones se podrían considerar aplicaciones colaborativas, ya que no solamente el uso de un robot colaborativo garantiza que la aplicación sea colaborativa.

- **Viabilidad técnica – económica:** valoración del nivel de inversión y de los requisitos técnicos (o de otro tipo) que se plantean para el despliegue efectivo de esta tecnología.

En general se puede decir que son robots con un coste bajo comparado con los robots industriales tradicionales, si bien sus especificaciones técnicas no tienen nada que ver. Se trata de sistemas fácilmente programables, por lo que el coste de desarrollo para aplicaciones no complejas es muy bajo.



ANEXO II

Indicadores de
digitalización de las
empresas aragonesas

ANEXO II: Indicadores sobre el nivel de digitalización de las empresas de Aragón

Siguiendo con lo adelantado en el apartado 1.3 Indicadores de digitalización de las empresas de Aragón, se muestra en este Anexo una serie de indicadores de detalle que permiten profundizar en el nivel de digitalización de las empresas aragonesas y en particular en los efectos sobre este nivel de determinadas características de las empresas como su tamaño o sector de actividad.

En este caso también se ha usado para el análisis la información recopilada en las encuestas de la Herramienta HADA, Iniciativa de la Secretaria de Industria y la Pequeña y Mediana Empresa. Esta herramienta permite conocer el estado de digitalización de la empresa a partir de una encuesta de autodiagnóstico que se centra en las diferentes dimensiones y palancas del modelo propuesto (*HADA, herramienta de autodiagnóstico digital avanzado para la evaluación de la madurez digital* (<https://hada.industriaconectada40.gob.es>))

Los resultados recogidos en HADA para las empresas aragonesas que han utilizado el cuestionario han sido la base para el análisis que se presenta a continuación.

Caracterización de la muestra

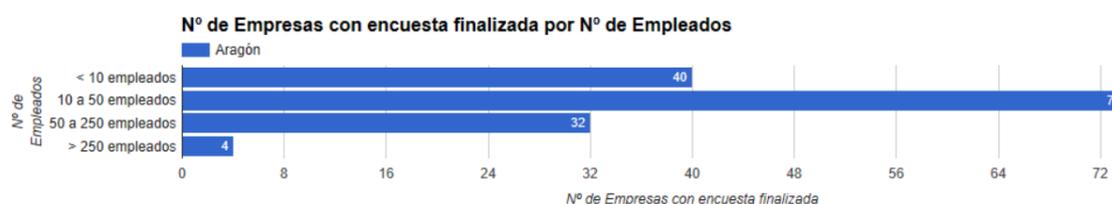
El grado de participación de las empresas aragonesas en HADA hasta el 10 de octubre de 2018, ha sido de 114 empresas con CNAES comprendidos entre el 10 al 32 y por tanto se trata de empresas con actividad industrial. Pese a que la muestra no es elevada, es el dato más específico de los que se dispone sobre la madurez digital de las empresas más allá de otro tipo de indicadores indirectos como los que se muestran en el Plan Estratégico Aragón Industria 4.0.

Se debe tener en cuenta que el cuestionario HADA es un autodiagnóstico que la propia empresa ha realizado. Y es evidente que las empresas que lo han realizado tienen ya conocimiento e interés por la transformación digital, pudiéndose concluir que la mayor parte de ellas ya ha dado algún paso hacia la digitalización.

A continuación, se detalla la muestra:

▪ **Número de empresas con encuesta finalizada por CNAE:**

EMPRESAS POR Nº EMPLEADOS



EMPRESAS POR FACTURACIÓN

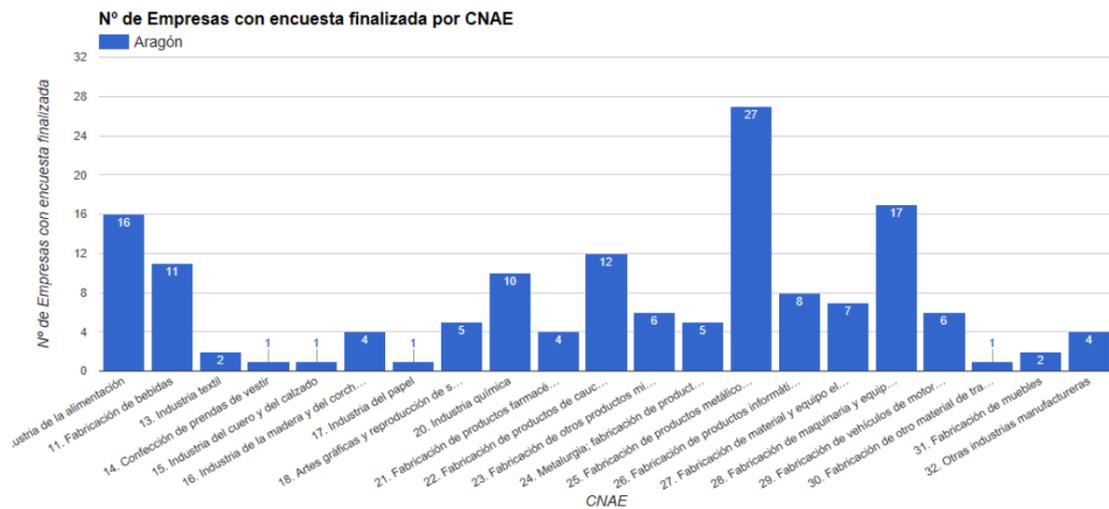


En cuanto al número de empleados, las empresas grandes de más de 250 empleados no son demasiado representadas en la muestra, ni tampoco las de gran nivel de facturación, por lo que podemos concluir que la mayoría de las empresas de la muestra son PYMES.

▪ Número de empresas con encuesta finalizada por CNAE:

Los CNAES que tienen menos de 4 empresas no se consideran representativos en la muestra. EL grupo de CNAES más representativos son los que se encuentran entre el 20 y el 32 que corresponden con los CNAES de fabricación más industrial, por lo que este grupo es una buena muestra en su conjunto.

EMPRESAS POR CNAE



Una vez caracterizada la muestra, y concluyendo que la mayoría de la muestra es de PYMES de fabricación, la información arroja los datos que se detallan a continuación en forma de indicadores.

Indicador 1. Nivel de madurez de las empresas aragonesas

HADA clasifica a las empresas según los siguientes niveles de madurez:

Nivel 0: Estático	Una empresa en este nivel no cumple ninguno de los requisitos de la Industria 4.0. El nivel 0 también se asigna automáticamente a aquellas empresas que desconocen lo que es la Industria 4.0 o es irrelevante para las mismas
Nivel 1: Consciente	Una empresa en este nivel está involucrada en la Industria 4.0 a través de iniciativas piloto e inversiones en alguna área. Algunos procesos de producción están soportados por sistemas. La integración de sistemas y el intercambio de información es limitada.

Nivel 2: Competente	<p>Una empresa en este nivel incorpora iniciativas de I4.0 en su estrategia.</p> <p>Se están haciendo inversiones de Industria 4.0 en varias áreas.</p> <p>Se recogen algunos datos de forma automática, pero su explotación es limitada.</p> <p>Existe intercambio de información intraempresa, y se está comenzando a integrar la información con proveedores y clientes.</p>
Nivel 3: Dinámico	<p>Una empresa de este nivel ha definido una estrategia de transformación a la Industria 4.0.</p> <p>Se están realizando inversiones de I4.0 en múltiples áreas, y se promueve la introducción de nuevas soluciones de I4.0 a través de la gestión de la innovación.</p> <p>Los sistemas de producción están totalmente integrados con los sistemas de gestión, recogiendo la información de manera automática y en tiempo real.</p>
Nivel 4: Referente	<p>Una empresa referente está utilizando una estrategia de Industria 4.0, realizando su seguimiento con indicadores adecuados.</p> <p>Las inversiones se están realizando en casi todas las áreas, y el proceso se apoya en la gestión de la innovación.</p> <p>Los sistemas recogen grandes cantidades de datos, que se utilizan para la mejora continua.</p> <p>Se realiza intercambio de información a nivel interno como externo.</p> <p>Se utilizan soluciones de ciberseguridad en algún departamento.</p> <p>La empresa está comenzando a explorar los procesos autónomos y de autocorrección.</p> <p>Los productos incluyen funcionalidades tecnológicas que permiten la recopilación y análisis de datos durante su uso.</p> <p>Se desarrollan servicios adicionales basados en dichos datos.</p>
Nivel 5: Líder	<p>Una empresa en este nivel ha puesto en marcha su estrategia de Industria 4.0, y realiza un seguimiento periódico del estado de la implantación de los proyectos, apoyado por las inversiones en todas las áreas de la empresa.</p> <p>Se ha establecido la gestión de la innovación colaborativa a nivel interno y externo.</p> <p>Se han aplicado soluciones de ciberseguridad, y las soluciones en la nube ofrecen una arquitectura tecnológica flexible.</p> <p>Se utilizan piezas inteligentes que se guían de forma autónoma, así como procesos que reaccionan de manera autónoma.</p> <p>Los productos cuentan con funcionalidades tecnológicas. Los datos recogidos en la fase de uso de los productos se utilizan para el desarrollo de nuevos productos y servicios.</p> <p>Los servicios basados en datos representan una parte significativa de los ingresos.</p>

Como se ve en la siguiente gráfica, el nivel de madurez digital más habitual entre las empresas aragonesas analizadas Aragón es el DINAMICO, siendo un 34.7% de empresas las pertenecientes a este grupo. El nivel de madurez menos habitual es el ESTATICO al que se asignan un 3,4% de las empresas.

Además, sumando los niveles Dinámico, referente y Líder encontramos que hay un 67,3% lo cual pone a las empresas aragonesas en un nivel medio-alto en relación al nivel de madurez.

% Madurez Empresas

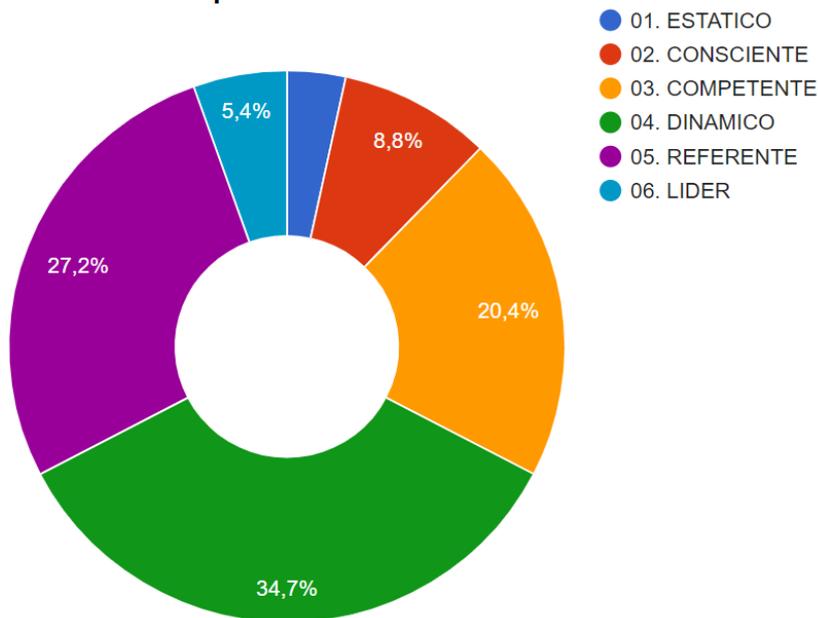


Figura 9. Nivel de madurez de las empresas aragonesas

Indicador 2. Nivel medio de madurez digital por dimensión

La siguiente figura analiza con mayor detalle el nivel de madurez para poder ver las fortalezas y debilidades de las empresas seleccionadas a partir del porcentaje medio de madurez para cada una de las dimensiones evaluadas en el del modelo de madurez desarrollado por la Estrategia Industria Conectada 4.0.

El nivel de madurez de Aragón en las cinco dimensiones es ligeramente superior que la media nacional. Las dimensiones mejor valoradas son la de Estrategia de mercado y negocio con un 60% y la de procesos con un 53%, siendo las de infraestructuras y productos y servicios las de menor porcentaje de madurez, esta última con un 42%. En general todas las dimensiones van acompañadas y no existe un déficit notable en ninguna de ellas.

Las empresas priorizan la digitalización y la automatización de los procesos, ya que son la clave para las empresas de estos CNAEs. Este grado de madurez más elevado en el área de procesos también es debido a que el ámbito de procesos ha sido, durante los últimos años, objeto de la mayor parte de la financiación pública dirigida a la digitalización de las empresas. La digitalización de los procesos son los proyectos de los que las empresas suelen obtener normalmente un mayor retorno de la inversión y que además se percibe a más corto plazo.

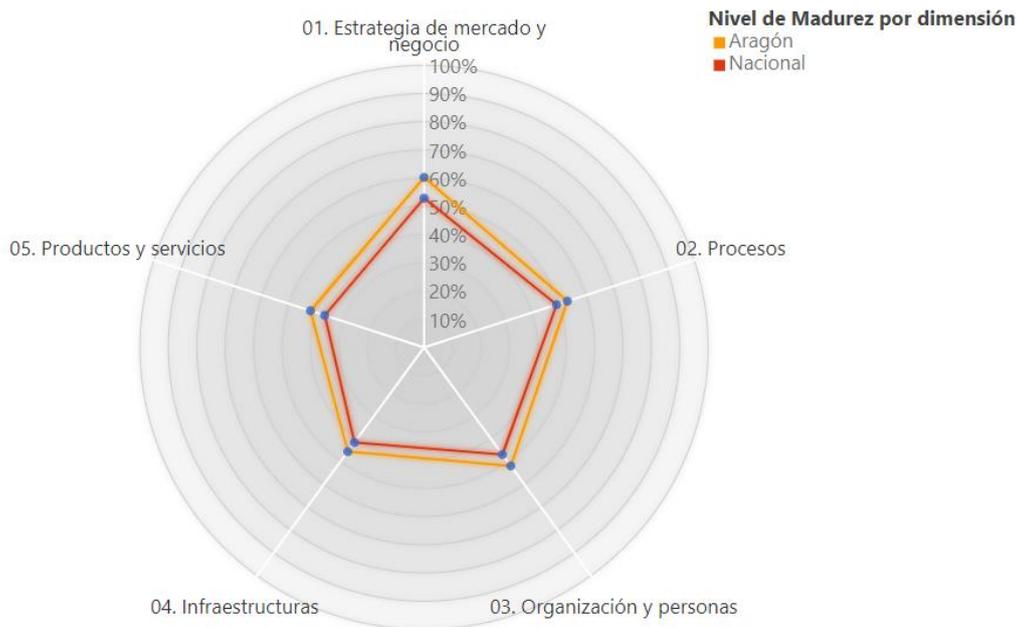


Figura 10. Nivel de madurez por dimensión de las empresas aragonesa y españolas

La dimensión modelo de negocio y la dimensión de Organización y personas acompañan en madurez a la digitalización de los procesos. El modelo de negocio incluso con un porcentaje superior indica que las empresas integran en sus planes estratégicos los nuevos modelos de negocio y tienen muy interiorizado que la digitalización tiene que ir ligada al negocio.

Por último, las inversiones en infraestructuras digitales, soluciones de negocio o plataformas colaborativas son un 14% inferiores a los procesos, pero deberán ir creciendo progresivamente conforme las empresas vayan realizando nuevas actuaciones en el resto de dimensiones, ya que son absolutamente necesarias para su despliegue.

Los productos y servicios digitales son la dimensión menos madura, se interpreta que esta palanca es la que mayor nivel de madurez necesita en el resto de palancas. Por otro lado, es muy dependiente del producto que se fabrica, no teniendo tanta aplicación en algunos productos.

Indicador 3. Nivel de madurez por facturación y número de empleados

El nivel de madurez medio de cada grupo de empresas por nivel de facturación es muy similar, de media tienen un nivel Dinámico, por lo que puede decirse que el nivel de facturación de la empresa no tiene una influencia determinante en la madurez digital de la misma.

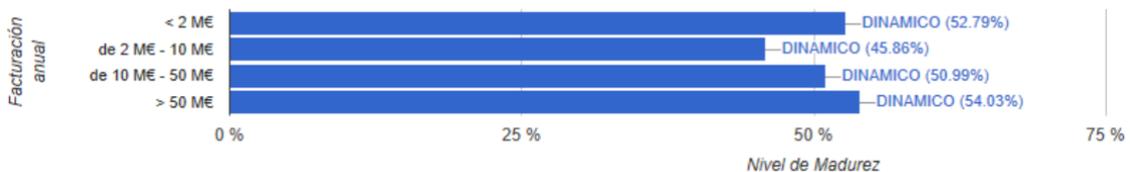


Figura 10. Nivel de madurez según facturación

En la siguiente grafica vemos que si agrupamos a las empresas por número de empleados, de media todos los grupos tienen un nivel de madurez dinámico. Las pymes en general llevan un grado de avance similar al de las empresas más grandes en número de empleados, luego puede concluirse que tampoco es un factor determinante.

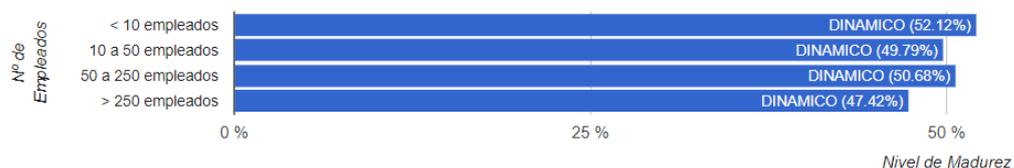


Figura 11. Nivel de madurez por número de empleados

Indicador 4. Nivel de madurez por CNAE

Con respecto al CNAE, y si no se tienen en cuenta aquellos CNAEs con menos de 4 empresas, de media las empresas tienen un nivel dinámico. El único grupo con una muestra representativa y que tiene un nivel de competente, es el CNAE 20 de Industria Química. Es cierto que este sector está algo menos digitalizado que otros CNAES de fabricación, puesto que sus procesos son diferentes a los de las empresas de fabricación de otro tipo de productos, y tienen otros factores que les influyen como el alto nivel de calidad exigido y otras normativas.

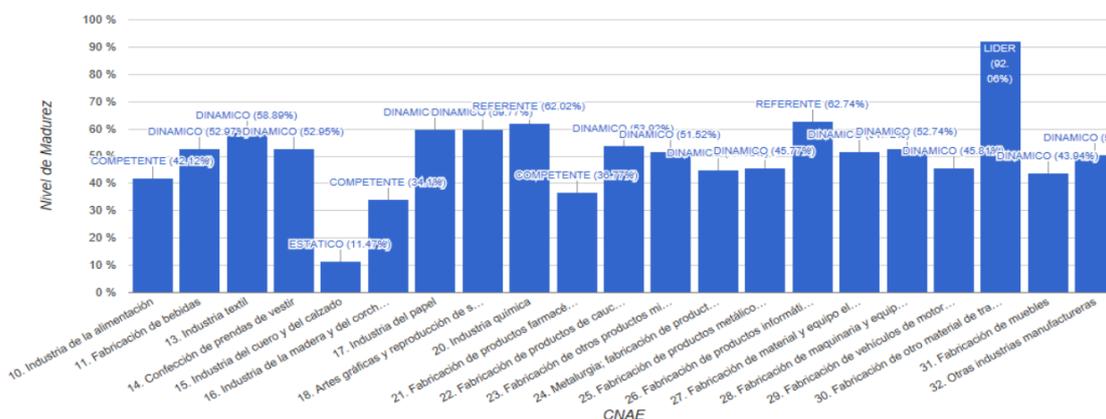


Figura 12. Nivel de madurez por CNAE

Indicador 5. Nivel de madurez por dimensión y palanca para cada CNAE

En la siguiente gráfica, se observa que el nivel de digitalización en el área de estrategia de negocio y procesos es mayor que en el resto de palancas, dato que ya se arrojaba en un análisis anterior. Es decir que estas dos palancas son las dos más relevantes para la mayoría de los CNAES, siendo los menos maduros los de infraestructuras y productos y servicios.

De cara a interpretar la gráfica, los porcentajes que aparecen para cada CNAE y para cada palanca es la valoración que obtiene sobre 100.

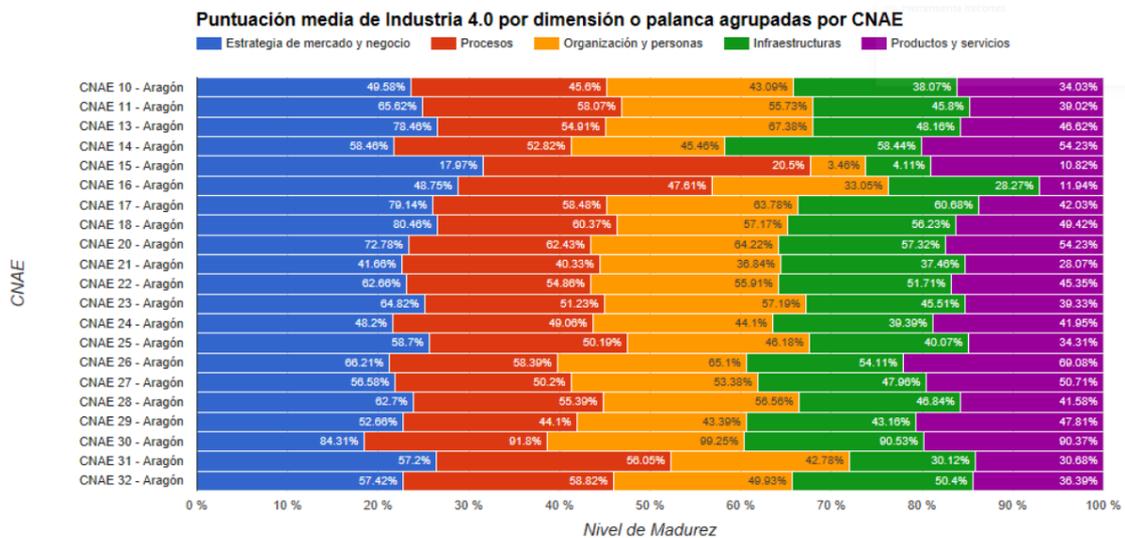


Figura 13. Nivel de madurez por dimensión y palanca agrupadas por CNAE

En cuanto al análisis índice de madurez digital e internacionalización, no se observa una correlación clara entre ambas cuestiones, aunque sí destaca el elevado nivel de digitalización de las empresas más internacionalizadas en relación a los otros segmentos.

Algo similar ocurre con los niveles de participación en clústeres o agrupaciones de empresas innovadoras. No se observa un efecto determinante, pero sí destaca el hecho de que en los niveles de madurez digital más elevados hay un mayor número de empresas pertenecientes a estas entidades.



La muestra analizada a partir de los datos recogidos en HADA presenta algunas limitaciones y sería necesario realizar un estudio individualizado de cada empresa para completar los análisis realizados y una muestra mayor.

En todo caso y como se ha visto en los datos presentados no hay ninguna característica en especial de entre las analizadas que se correlacione de forma importante con el nivel de madurez digital de una empresa.

El tamaño, nivel de facturación o sector de actividad no son determinantes y de ahí puede concluirse que cualquier empresa puede realizar avances en este camino, de acuerdo a sus posibilidades, siempre que exista un compromiso claro de la dirección y una cultura y orientada a la innovación compartida por los trabajadores. Ésta es la cuestión fundamental.

Estrategia Aragón Industria 4.0

www.aragonindustria40.es

pymes@aragon.es

+ 34 976 714 720

Servicio de Apoyo a la Pyme:

Dirección General de Industria, PYME, Comercio y Artesanía.
Departamento de Economía, Industria y Empleo.

Dirección:

Paseo María Agustín 36, Puerta 33,
50004, Zaragoza (España).