



LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL DE LA INDUSTRIA DEL METAL ASTURIANA

INFORME DE DIAGNÓSTICO DE EMPRESAS INDUSTRIALES METAINDUSTRY4

METAINDUSTRY4

El Clúster de Fabricación Avanzada de la Industria del Metal de Asturias, METAINDUSTRY4, es un clúster de carácter multidisciplinar, alineado con la Estrategia de Especialización Inteligente de Asturias (RIS3) y orientado fundamentalmente a las empresas y las cadenas globales de valor relacionadas con la fabricación avanzada.

METAINDUSTRY4 está compuesto por socios procedentes de diferentes ámbitos del ecosistema sectorial: industria del metal, agentes científico-tecnológicos, logísticos e institucionales, habilitadores TIC, así como otros agentes empresariales relacionados con la cadena de valor sectorial o con sus prioridades como clúster.

www.metaindustry4.com

CTIC CENTRO TECNOLÓGICO

CTIC Centro Tecnológico es una fundación sin ánimo de lucro, que dirige un patronato formado por representantes de la Administración Pública de Asturias y empresas privadas, principalmente del sector tecnológico. CTIC tiene como objetivo la mejora de la competitividad empresarial a través de la investigación y la innovación tecnológica.

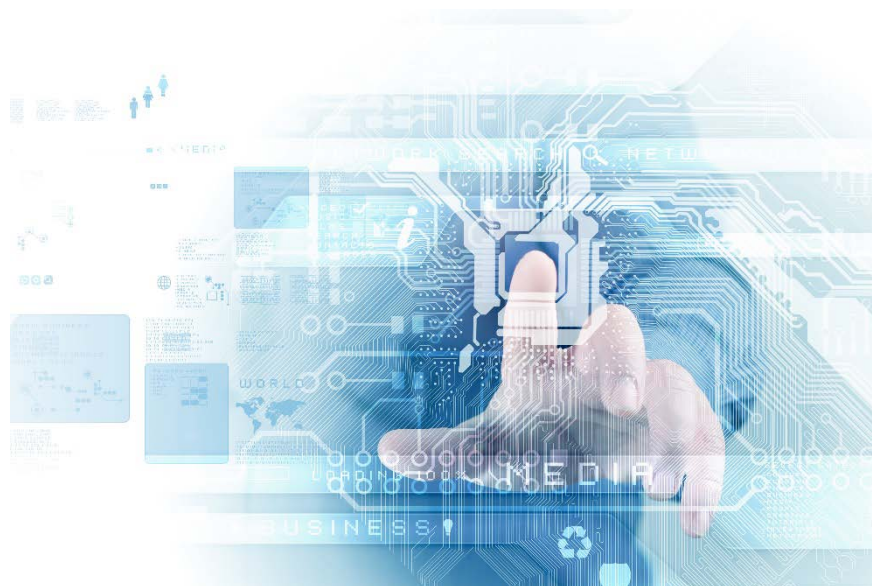
Desde su creación en el año 2004, CTIC ha ejercido un efecto tractor directo sobre el tejido empresarial asturiano, contribuyendo tanto a estimular la innovación tecnológica avanzada como a favorecer la demanda tecnológica en las pymes, convirtiéndonos en activador de la demanda y de la oferta tecnológica.

CTIC ha diseñado y ejecutado programas y proyectos de alta especialización dirigidos a impulsar la innovación y la transformación digital de las empresas tanto a nivel individual como territorial, a nivel nacional e internacional.

www.fundacionctic.org

1. Introducción.....	1	4.3.1. Diseño de producto.....	24
2. Resumen ejecutivo	3	4.3.2. Planificación y seguimiento.....	24
3. Contexto tecnológico	6	4.3.3. Plataformas colaborativas.....	25
3.1. Retos estratégicos	6	4.4. Producción y fabricación	26
3.1.1. Creación de nuevos modelos de negocio.....	7	4.4.1. Control de la producción.....	27
3.1.2. Perfiles profesionales adaptados a la industria 4.0	7	4.4.2. Optimización de la producción	29
3.1.1. Interoperabilidad	7	4.4.3. Gestión del mantenimiento	29
3.1.2. Fabricación e innovación colaborativas	8	4.4.4. Tecnologías habilitadoras	30
3.1.3. Predicción de la demanda.....	8	4.4.5. Procesos Lean.....	32
3.2. Habilitadores digitales	9	4.5. Aprovisionamiento y logística	33
3.2.1. Cloud computing como base.....	9	4.5.1. Planificación de compras	34
3.2.2. Internet of things	9	4.5.2. Interacción con proveedores	35
3.2.3. Big Data	10	4.5.3. Aprovisionamiento y almacén.....	35
3.2.4. Tecnologías de visión, realidad aumentada y realidad virtual	10	4.5.4. Distribución	36
3.2.5. Ciberseguridad	11	4.5.5. Gestión de flotas	37
3.2.1. Fabricación aditiva	11	4.6. Promoción y comercialización.	37
3.2.2. Hibridación mundo físico y digital.....	12	4.6.1. Vigilancia comercial.....	38
3.2.3. Blockchain	12	4.6.2. Gestión de clientes y acción comercial	39
3.3. Aplicación de habilitadores digitales a empresas industriales	13	4.6.3. Ofertas, presupuestos y ventas.....	39
4. Análisis	15	4.6.4. Presencia web	40
4.1. Estrategia y organización	15	4.6.5. Marketing digital	42
4.1.1. Estrategia de transformación digital.....	16	4.7. Innovación tecnológica	43
4.1.2. Recursos humanos	16	4.7.1. Política de innovación	44
4.2. Infraestructuras y gestión	17	4.7.2. Vigilancia estratégica	44
4.2.1. Infraestructura tecnológica.....	18	4.7.3. Innovación tecnológica	45
4.2.2. Gestión económica.....	18	5. Recomendaciones.....	46
4.2.3. Gestión de recursos humanos.....	19	5.1. Hoja de ruta para la evolución hacia la industria 4.0	46
4.2.4. Gestión del conocimiento	19	5.2. Estrategias para el impulso de la transformación digital y la adaptación empresarial de la industria 4.0.....	48
4.2.5. Analítica de datos.....	20	6. Anexo metodológico.....	50
4.2.6. Ciberseguridad	20	6.1. Descripción del modelo de diagnóstico.....	50
4.3. Oficina técnica.....	23		

6.2. Recogida de datos	52
6.3. Muestra	52
6.4. Relación de empresas diagnosticadas.....	53



1. Introducción

La industria asturiana se enfrenta al reto de responder a los nuevos hábitos y demandas del mercado con nuevas soluciones de producción más flexibles, más adaptables, más ágiles y más inteligentes, con el objetivo de ganar valor y generar una ventaja competitiva. Este reto exige a las empresas, especialmente a las de menor tamaño, afrontar una revisión estratégica de sus modelos de negocio y de producción, el cual pasa por la adopción eficaz de la tecnología y el incremento de la actividad innovadora; reto éste que, sin la información y las pautas adecuadas, supone habitualmente una complicada misión repleta de interrogantes y temores. La transformación digital y la aplicación exponencial de nuevas tecnologías en las cadenas de valor de las distintas actividades productivas han dado lugar a un nuevo concepto, extendido en Europa, que recoge la idea de que se está produciendo una cuarta revolución industrial que dará lugar a una industria más inteligente o *Industria 4.0*. Sin lugar a duda esta

nueva revolución industrial impactará en los modelos de negocio, en los procesos y en los propios productos fabricados por las empresas.

La Industria 4.0 pretende la evolución hacia fábricas inteligentes, automatizadas, flexibles, conectadas entre sí y sostenibles, con personal altamente cualificado capaz de gestionar de manera eficiente nuevos ámbitos productivos, a través del empleo de soluciones digitales y equipamiento tecnológico apropiados, junto con su aprovechamiento óptimo en los distintos procesos.

La industria 4.0 está caracterizada por la implantación de un conjunto de habilitadores digitales que posibilitan la transformación digital de la industria. En la estrategia española *Industria conectada 4.0* se distinguen tres grandes categorías de habilitadores: los habilitadores de hibridación del mundo físico y digital (permiten la relación entre el mundo físico y el digital a través de sistemas de captación de información o acceso a información digital en el mundo físico), los habilitadores de comunicaciones y tratamiento de datos (sirven para canalizar y procesar la información) y los habilitadores de gestión (aplican inteligencia a los datos recibidos en aplicaciones de gestión).

De este modo, hemos entrado en una etapa en la que el concepto de industria 4.0 ha comenzado a ser reconocido por el tejido empresarial, lo que está permitiendo la incorporación de nuevas tecnologías digitales en toda su cadena de valor, facilitando la modificación de los productos, los procesos y los modelos de negocio y crear así una industria inteligente.

Aunque aplica de forma general, el impacto de la industria 4.0 evidentemente tiene diversas dimensiones en función de los diferentes sectores industriales y del tipo de producto que se desarrolla en cada centro de producción, por lo que es necesaria una aproximación sectorializada que aborde la complejidad del proceso de adaptación del paradigma de la industria 4.0 a la realidad específica de las empresas industriales asociadas al *clúster MetaIndustry4*.

Para ayudarles a las empresas en su evolución hacia la industria 4.0 *CTIC Centro Tecnológico* ha desarrollado una *metodología propia para el desarrollo del proceso de diagnóstico de Industria 4.0* y del servicio de acompañamiento a pymes industriales, con el objetivo de dar respuesta a las necesidades de conocimiento de estas empresas, que afrontan la complejidad del panorama actual; un panorama caracterizado por la aparición del nuevo paradigma Industria 4.0 en un contexto de estancamiento económico y de globalización de los mercados, factores que no sólo se traducen en un incremento de la

competencia, sino también en la exigencia de incrementar el valor añadido de los productos y servicios de la industria. El diagnóstico ha sido diseñado para dar respuesta a las necesidades de las empresas industriales, con el objetivo de sentar las bases para definir una hoja de ruta optimizada para el desarrollo de iniciativas que les ayuden a impulsar su transformación digital hacia la industria 4.0. Se trata de un modelo orientado a la mejora continua que proporciona un conjunto estándar de puntos de referencia conocidos (y por lo tanto medibles), que permiten evaluar los distintos procesos industriales, estructurados en torno a la cadena de valor de la empresa, comparar sus resultados con los de otras empresas e identificar sus fortalezas y debilidades, definiendo las áreas de mejora y permitiendo establecer un proceso de acompañamiento a la empresa industrial para acometer un proceso de transformación clave para su futuro. Un modelo estructurado en 7 áreas de análisis (Estrategia y organización; Procesos corporativos; Oficina técnica; Producción; Aprovisionamiento y logística; Promoción y comercialización; Innovación tecnológica) que integran más de un centenar de prácticas de evaluación distribuidas en 4 niveles (incipiente, emergente, avanzado y óptimo).

La capacidad de comparativa de resultados de la metodología ha sido tomada como base para la extracción de los datos recogidos en el presente documento, el cual analiza de manera global el resultado de la evaluación de acuerdo con este modelo metodológico de un conjunto de prácticas dirigidas a medir el nivel de transformación digital en los procesos implicados en la cadena de valor de una actividad industrial, detectando aquellos aspectos que puedan favorecer la mejora competitiva del sector y su evolución hacia la industria 4.0. Para la obtención de estos datos se ha realizado un proceso integral de diagnóstico de Industria 4.0 a 25 empresas asociadas al *clúster MetaIndustry4*. Estos diagnósticos han sido realizados por el equipo de CTIC integrado en la *Red de Centros SAT*, un proyecto financiado por el *Instituto de Desarrollo Económico del Principado de Asturias (IDEPA)*. Tanto el detalle del modelo como el proceso seguido para la recogida de la información se describen en el capítulo 6 del documento (Anexo metodológico).

Las conclusiones, recomendaciones y propuestas recogidas en este documento tienen como objetivo servir para establecer acciones de mejora para las empresas industriales en cuanto a su adaptación al nuevo paradigma de la Industria 4.0, así como para incidir con la puesta en marcha de iniciativas desde

el *clúster MetaIndustry4* y el diseño de políticas de impulso de la industria 4.0 para el sector industrial de Asturias.

2. Resumen ejecutivo

Con el objetivo de contextualizar este informe se ha recogido en el mismo un capítulo inicial en el que se da un repaso a los principales retos estratégicos a los que se enfrenta el sector industrial para continuar siendo competitivos en un mundo moderno, ligero, duradero y flexible, con equipos inteligentes capaces de ofrecer productos de alto valor agregado, producciones personalizadas, y con sistemas y máquinas capaces de aprender unas de otras e impactando en la interfaz hombre-máquina. Retos que están vinculados tanto a cuestiones de carácter estratégico, como disposición de perfiles profesionales adaptados a la industria 4.0 y a la infraestructura tecnológica para lograrlo. Con respecto a la importancia de los habilitadores digitales para la evolución de la industria 4.0 para el sector se repasan en este mismo capítulo las tecnologías más importantes comenzando por el pilar de todas ellas, el *cloud computing*, para ir avanzando en cuanto a nivel de complejidad y estado de madurez de dichas tecnologías hasta llegar a *blockchain*, pasando por un conjunto de tecnologías que están llegando al mercado impulsando numerosas oportunidades para el sector.

Como inicio del análisis recogido en el presente informe se exponen a continuación los resultados expuestos de modo global para cada una de las siete áreas de estudio analizadas durante el proceso de diagnóstico que marca una visión preliminar del avance de los procesos de transformación digital para cada una de ellas y destaca aquellas en las que el recorrido de mejora a realizar es mayor.

Así, en el área de *estrategia y organización* se puede apreciar que gran parte de las empresas aún no han establecido como prioritario la evolución hacia la Industria 4.0 en su estrategia, reflejándose en que un 25% de empresas cuentan con un nivel incipiente, un 38% con un nivel emergente, un 25% con un nivel avanzado y un 12% con un nivel óptimo. Estos datos muestran la diferente visión estratégica actual de las empresas hacia el paradigma de la Industria 4.0. En general se detecta un *importante grado de concienciación e interés en la transformación digital hacia la industria 4.0*, aunque a nivel de implantación

estratégico el posicionamiento es bajo aún, tanto por la disposición de recursos humanos y la capacitación de los trabajadores (mandos intermedios y dirección fundamentalmente), así como por la disposición de infraestructuras tecnológicas para afrontar esta transformación hacia este nuevo paradigma.

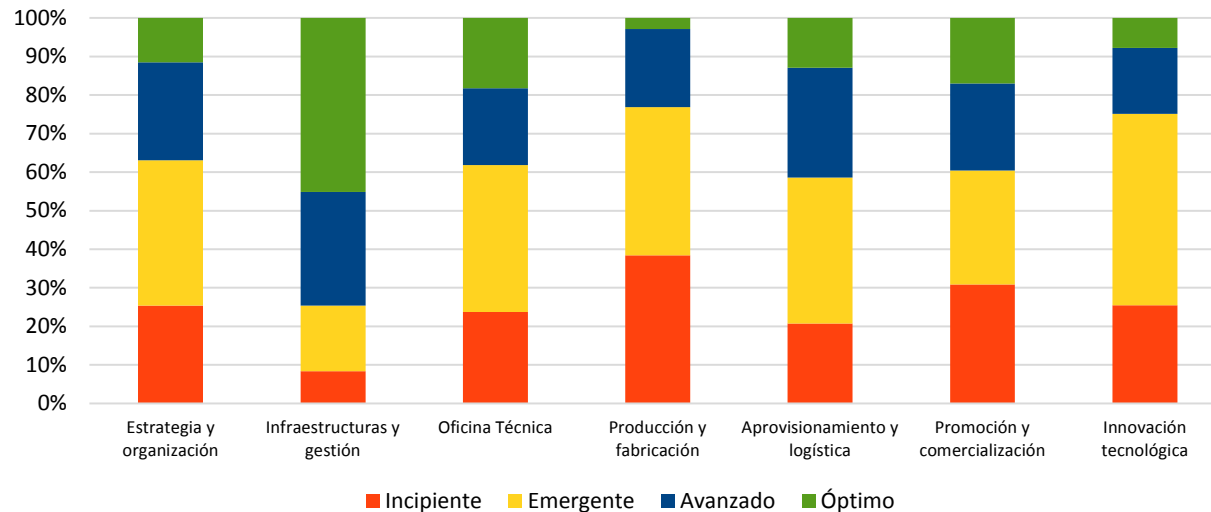
El proceso de diagnóstico ha servido para constatar que *existe cierto número de empresas que ven aún lejano este proceso de transformación digital*, dado que consideran que debido a la tipología de sus actividades los habilitadores de la Industria 4.0 tienen poco encaje y que las posibles soluciones tecnológicas que pueden implantar distan mucho aún del concepto de Industria 4.0.

En lo relativo al área de *infraestructuras y gestión*, se aprecia un *alto nivel de cumplimiento* entre las empresas diagnosticadas, dado que cerca de 75% de las mismas se encuadran en los niveles óptimo y avanzado en cuanto al cumplimiento de prácticas en esta área. Este es un buen punto de partida para afrontar el proceso de transformación digital. Adicionalmente se ha identificado un número reducido de proyectos realizados o que se encuentran actualmente en marcha en esta línea relativos, por ejemplo, a la *conectividad y sensorización de equipos y maquinaria del proceso productivo, la analítica de todo tipo de datos relacionados con sus actividades, implementación de soluciones de impresión 3D*, etc. En general las empresas no prestan la atención necesaria a aspectos de *ciberseguridad*, habiéndose identificado varios problemas producidos por ataques de *ransomware*.

Siguiendo con las áreas analizadas, la distribución entre los diferentes niveles vuelve a ser similar en el área de *oficina técnica*, donde la tendencia se invierte y se observa un menor grado de cumplimiento en lo relativo a la implementación de soluciones de industria 4.0, donde cerca de un 24% de empresas está en el nivel incipiente, valor que aumenta hasta un 38% en el nivel emergente.

En el área de *producción y fabricación*, al igual que en el área de oficina técnica, se aprecia de nuevo un bajo nivel de implantación de soluciones de Industria 4.0, con un alto predominio de empresas que se encuentran en niveles incipientes y emergentes, puesto que 3 de cada 4 empresas se encuentran en uno de estos dos niveles, e identificando que sólo un 3% de las empresas se encuentra en el nivel óptimo. Aunque *gran número de empresas tienen implantadas soluciones ERP y herramientas de diseño, sólo una minoría ha implantado sistemas MES* que les permitan analizar y controlar su proceso

productivo en tiempo real. Asimismo, sólo un reducido número ha implantado herramientas que les permitan mejorar la gestión de las actividades de mantenimiento (trabajando en mantenimiento predictivo y preventivo).



GRÁFICA 1 ANÁLISIS COMPARATIVO POR ÁREA DEL NIVEL DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL ALCANZADO.

Los procesos de análisis de datos y visualización de los mismos (tanto en producción como en gestión económico-administrativa) no se realiza a través de soluciones de *business intelligence*, sino a través de tratamiento de datos en hojas de cálculo gestionadas con herramientas ofimáticas.

Aunque se ha empezado a extender la digitalización y eliminación del papel, por lo general en el área de producción *se sigue manejando mucha documentación en papel, y existe una falta de integración entre los sistemas instalados.*

Igualmente se aprecia un *bajo nivel de incorporación de tecnologías habilitadoras*, donde soluciones como la *impresión 3D, la robótica, la visión artificial, la realidad virtual o internet of things* distan aún mucho de su implantación de forma generalizada en las empresas industriales de Asturias.

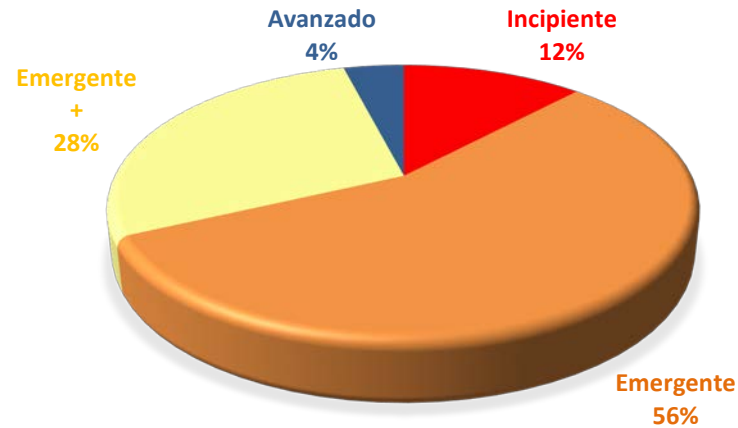
En el área de *aprovisionamiento y logística* las empresas comienzan a ser conscientes del valor que aporta la implantación de soluciones de Industria 4.0, dado que el 38% de las mismas se encuentran en un nivel emergente y un 28% en el nivel avanzado, siendo estos porcentajes similares para todas las subáreas de análisis a excepción de los procesos de integración con los proveedores donde el nivel de transformación digital es inferior.

Respecto al área de *promoción y comercialización* nuevamente se detecta una escasa implementación y utilización de soluciones tecnológicas, con un 60% de empresas que se encuadran entre los niveles incipiente y emergente. En general las empresas dan poca importancia a aspectos relacionados con la comercialización digital: presencia web, marketing digital, SEO, etc. También el nivel en cuanto a la vigilancia comercial es mayoritariamente emergente, puesto que las empresas no realizan actividades de vigilancia, o si las realizan lo hacen de una manera poco organizada, puntual o no procedimentada.

Destaca el alto porcentaje de empresas que se encuentran en los niveles incipiente y emergente en el área de *innovación tecnológica*, donde 3 de cada 4 empresas ocupan estos niveles, lo que muestra que existe un importante camino que recorrer.

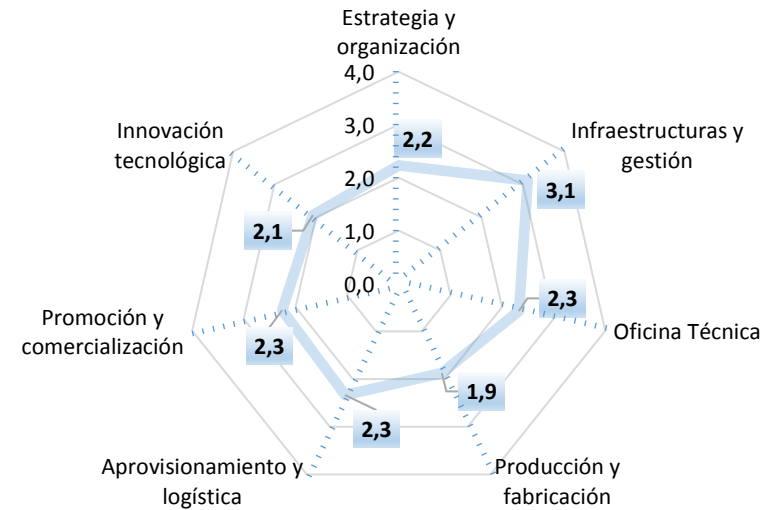
El nivel de desarrollo de la innovación es bajo, donde el 75% se encuentra en estadios prematuros de innovación.

Si se realiza un análisis tomando como referencia el valor medio del conjunto de prácticas evaluadas puede observarse como el 84% de las empresas se encuentra en un nivel emergente, diferenciando entre éstas un 28% que se encuentran más próximas a alcanzar el nivel avanzado.



GRÁFICA 2 DISTRIBUCIÓN DE EMPRESAS POR EL NIVEL DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL ALCANZADO.

En la siguiente gráfica se muestran los niveles alcanzados en cada una de las áreas con respecto al nivel máximo a alcanzar (nivel óptimo – valor 4), observándose que para todas las áreas de análisis el resultado es similar situándose prácticamente todos los valores en torno al 2 (correspondiente a nivel emergente). La excepción del área de infraestructuras y gestión en donde el valor medio se eleva hasta el 3,1.



GRÁFICA 3 NIVEL MEDIO DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL POR ÁREA ANALIZADA.

El informe se cierra con un último capítulo de recomendaciones tanto a nivel de empresa, de acuerdo con las principales conclusiones recogidas del proceso completo de análisis, como a nivel estratégico en donde se han integrado las líneas de actuación reflejadas en el *Informe Industria Conectada 4.0 del gobierno de España* con las conclusiones del análisis recogido en el presente informe para marcar un conjunto de recomendaciones que han sido distribuidas en una propuesta de ámbitos de acción. Dichas recomendaciones están dirigidas a garantizar el conocimiento del concepto Industria 4.0 y de sus tecnologías asociadas (por parte del personal directivo y trabajadores), impulsar la generación de un ecosistema de Industria 4.0 colaborativo en la región, introducir incentivos para mejorar el nivel de transformación digital e impulsar ayudas que posibiliten el desarrollo de iniciativas de un alto grado de innovación.



3. Contexto tecnológico

El impacto de la digitalización en el conjunto de la sociedad, y el sector industrial en particular, ha generado un entorno muy competitivo que plantea grandes retos y genera oportunidades para aquellas empresas que sean capaces de adaptar sus procesos, productos e incluso sus modelos de negocio a esta nueva realidad.

En la actualidad la *industria asturiana representa el 14% del PIB regional e involucra al 14% de la población ocupada*, siendo el principal contribuidor a las *exportaciones de la región el sector metal con cerca del 65% del volumen de dichas ventas exteriores*. Mantener un posicionamiento competitivo depende de la capacidad de adaptación de la industria asturiana a este nuevo paradigma de la Industria 4.0.

La aplicación de tecnologías habilitadoras garantiza una mayor eficiencia (optimizando el uso de recursos energéticos o materias primas y reduciendo los costes), una mayor flexibilidad (con la posibilidad de personalizar los productos) y una reducción de plazos (acortando el tiempo de espera del cliente). Tecnologías que posibilitan nuevos modos de producción, la generación de nuevos materiales y nuevas formas de almacenar, procesar y compartir información, tanto en el interior de la empresa como hacia el exterior.

El futuro en el mundo industrial será moderno, ligero, duradero y flexible, con equipos inteligentes capaces de ofrecer productos de alto valor agregado, producciones personalizadas, y con sistemas y máquinas capaces de aprender unas de otras e impactando en la interfaz hombre-máquina.

Afrontar estos desafíos con éxito permitirá generar un nuevo modelo industrial en el que la innovación sea colaborativa, los medios productivos estén conectados y sean completamente flexibles, las cadenas de suministro estén integradas y los canales de distribución y atención al cliente sean digitales. Todo ello, gestionando un producto inteligente, personalizado y que permita la generación de nuevos modelos de negocio. En definitiva, un modelo de industria digitalizada, inteligente y conectada. Un modelo que a nivel europeo tiene unas previsiones de crecimiento de entre el 15% y el 20% hasta el año 2030.

Este panorama ofrece, de cara al futuro, interesantes escenarios de evolución y transformación de las empresas, cuyas principales características se describen en los siguientes apartados de este capítulo.

El futuro en el mundo industrial será moderno, ligero, duradero y flexible.

3.1. Retos estratégicos

La industria asturiana se enfrenta a un conjunto de retos a nivel global marcados principalmente por el impacto de la Industria 4.0. Se describen a continuación algunos de dichos retos.

3.1.1. Creación de nuevos modelos de negocio

Proceso, producto y modelo de negocio son tres ejes sobre los que las empresas ya trabajaban para lograr mejoras e innovaciones en los mismos, pero la Industria 4.0 va más allá en la optimización de lo existente para generar disrupciones y cambios más radicales de proceso, producto y modelo de negocio.

La Industria 4.0 y sus tecnologías posibilitan la aparición de nuevos modelos de negocio, al cambiar el modo en que se pone a disposición del cliente un producto o servicio, creando modelos de negocio industriales basados en los servicios y orientados al cliente.

Así la digitalización de los productos de la industria puede suponer la incorporación de tecnología a los ya existentes, mejorando así sus funcionalidades, o permitir la aparición de otros nuevos digitales e inteligentes. Un ejemplo que lo ilustra es el automóvil y su evolución hacia la integración con la electrónica y los componentes digitales, que en los nuevos desarrollos ya representa el 45% del valor del producto.

Aunque la industria del automóvil es pionera en estos modelos de transformación del modelo de negocio, aprovechando por ejemplo la incorporación de sensores a los vehículos, para habilitar un nuevo modelo de negocio de alquilar automóviles por horas (coche compartido), también sectores como el metal pueden aprovechar estas tecnologías para la incorporación de sensórica a sus bienes de equipo para la exploración de nuevas oportunidades de negocio. Esta evolución permite dejar de ofrecer productos exclusivamente industriales, para proporcionar también servicios asociados (por ejemplo, mantenimientos avanzados de las máquinas o bienes de equipo de fabrican).

3.1.2. Perfiles profesionales adaptados a la industria 4.0

Las competencias requeridas por parte de las empresas industriales han cambiado de un modo acelerado con la transformación digital y la evolución tecnológica de los medios productivos. Las empresas necesitarán de más personas que puedan implicarse en el desarrollo y despliegue de una estrategia digital integrada para todo el negocio.

Personas que deben estar una capa organizativa, como líderes empresariales que combinen una excelente comprensión de la empresa y su sector, con el

conocimiento de saber utilizar soluciones tecnológicas para lograr los objetivos de la empresa y que cuenten con capacidad de influir y transformarla. Esta es una apuesta que ha comenzado a ser desarrollada por empresas industriales que ven claro el avance de la industria 4.0, creando para ello la figura del *director digital (Chief Digital Officer)* o del director de Industria 4.0, cuyas responsabilidades están dirigidas a definir y desarrollar las estrategias digitales y la transformación del modelo de negocio desde una base digital.

Pero este cambio cultural no sólo afecta a la capa directiva, sino que todo el personal debe estar implicado en el cambio, por lo que será necesario diseñar un plan de capacitación que entrene tanto a operarios como a personal técnico, administrativo y directivo en metodologías ágiles, herramientas para el trabajo en equipo, y en aquellas tecnologías específicas que vayan a utilizar en sus puestos de trabajo:

- Fabricación aditiva para las áreas de ingeniería y diseño.
- Robótica avanzada en área de producción.
- Sensórica y sistemas embebidos para captura de datos para el área de producción
- Realidad virtual y aumentada en ingeniería, producción y en algunas organizaciones también podría aplicar para área comercial.
- Big Data para las áreas de producción, operaciones, comercial y gestión económico-financiera.
- Plataformas colaborativas y *cloud computing* para el conjunto de la organización.
- Ciberseguridad es transversal, y al igual que en las anteriores soluciones todo el personal debe estar al tanto de las medidas de seguridad necesarias para proteger la información de la empresa.
- Blockchain en el departamento de innovación o como herramienta de garantía de calidad en la cadena de suministro.

3.1.1. Interoperabilidad

En los nuevos modelos de producción todos los elementos deben estar conectados y ser capaces de comunicarse entre sí. Algunos centros de producción ya cuentan con procesos totalmente automatizados, con máquinas y dispositivos interconectados que pueden comunicarse entre sí y realizar de

forma autónoma procesos de trabajo a lo largo de la cadena de valor. Incluso los productos que fabrican son capaces de comunicarse con las máquinas y enviar información.

El aumento de estos entornos industriales hiperconectados (robots, sensores, plataformas, etc.) trae varios desafíos en términos de interoperabilidad. Serán necesarios protocolos de comunicación estándar, formatos de datos e interfaces para poder conectarse a la red y comunicarse de forma eficiente entre ellos. Se conseguirán así, sistemas inteligentes capaces de optimizar el proceso productivo en todas sus etapas.

La interoperabilidad de sistemas facilitará la trazabilidad o seguimiento del producto, nuevo reto competitivo para la industria, ya que permite conocer el histórico, la ubicación y la trayectoria de un producto a lo largo de toda la cadena de valor. La tendencia es una trazabilidad cada vez más a nivel de unidad producida, frente a la trazabilidad por lote del pasado, y a dotar de más información de contexto a la unidad vendida, para hacerla disponible al consumidor, de manera que pueda conocer la procedencia del producto.

Esta interoperabilidad no debe darse únicamente en el interior del negocio, sino que a medida que converjan los procesos de fabricación, la energía, el transporte y la logística, será crucial en todos los sectores industriales y de un modo global.

La interoperabilidad de sistemas facilitará la trazabilidad o seguimiento del producto.

3.1.2. Fabricación e innovación colaborativas

Entre los mayores retos a los que se enfrentan las empresas hoy en día destaca una fabricación marcada por una creciente complejidad de procesos y redes de suministro, presiones de costes o exigencias del cliente (alta calidad, velocidad de entrega y personalización), y la seguridad de los trabajadores.

El requisito más importante sobre el que están abordando estos desafíos es la colaboración. En la fabricación colaborativa, gracias al uso de tecnologías de

última generación se consigue un ciclo colaborativo retroalimentado entre diseñadores de productos, ingenieros, los centros de producción y el cliente. De este modo, la gestión remota de servicios ayuda a aumentar el tiempo de uso del equipamiento, a reducir los costes para el servicio (por ejemplo, gastos de viaje), aumentar la eficiencia del servicio y acelerar los procesos de innovación (por ejemplo, la actualización remota del software del dispositivo).

Muy relacionada con este nuevo enfoque de fabricación se encuentra un requerimiento competitivo en auge, como es la innovación colaborativa. Implica involucrar en un mismo proyecto de innovación a varias empresas (del mismo o distinto sector) tales como las que han participado en este diagnóstico e incluso clientes, centros de investigación o cualquier otro actor que pudiera contribuir a la innovación. El objetivo es tener en cuenta conocimientos diferentes y complementarios con el fin de dar lugar a innovaciones disruptivas en un tiempo más reducido.

3.1.3. Predicción de la demanda

Gracias a la hiperconectividad, los clientes están hoy más informados y tienen acceso inmediato a la oferta de empresas industriales de todo el mundo. En este entorno, aprovechar la información para anticipar las necesidades del cliente es otro de los retos a tener en cuenta. El objetivo de la industria es poder ofrecer productos y servicios. Es necesario adaptar los métodos de producción centrados en las necesidades del cliente para ofrecer un producto a medida, ajustado a sus gustos y preferencias.

La tecnología ya permite que tanto en la fase de diseño como en la de producción, los fabricantes puedan integrar rápidamente las preferencias de los clientes en el proceso de fabricación, definiendo estrategias cada vez más sofisticadas para supervisar y gestionar su fidelización. Los datos recopilados de los clientes permiten crear productos a medida, pero también predecir la demanda de un producto concreto para de ese modo poder ajustar la producción, optimizando tanto los procesos productivos en sí, como también los logísticos y, en definitiva, toda la gestión de los stocks. Para ello, las empresas podrán utilizar la recogida de datos a través de diferentes mecanismos comerciales, así como la información generada en las bases de datos transaccionales. Una vez se dispone de la información, las necesidades y preferencias podrán ser identificadas, por ejemplo, mediante modelos

predictivos. La predicción de la demanda es una de las aplicaciones más importantes de la analítica avanzada, pero no es la única. Así, las empresas también serán capaces de predecir nuevas tendencias a partir de la información disponible en la red.

3.2. Habilitadores digitales

Las evoluciones tecnológicas marcarán el futuro desarrollo de la transformación del sector industrial en busca de una mejora competitiva continua que posicione el sector a nivel internacional. En este capítulo se describen algunas de las principales características de estas tecnologías, así como su potencial impacto.

3.2.1. Cloud computing como base

El futuro de la industria estará marcado por la *monitorización continua* de la condición y el rendimiento del proceso de fabricación, lo que permitirá su sostenibilidad y competitividad. La detección, medición y monitorización de las variables, eventos y situaciones aumentará el rendimiento y la fiabilidad de los sistemas de fabricación.

Esta monitorización ya es hoy una realidad gracias a que la industria genera una gran cantidad de datos de la cadena de suministro y de las necesidades de fabricación, con una baja tolerancia a fallos. Las soluciones de TIC facilitan ya consultas complejas sobre las fuentes de datos distribuidos y heterogéneos (*big data*) que se ejecutan en fracciones de segundo. Así se dispondrá de herramientas de inteligencia de negocios para el análisis complejo de flujo de datos en tiempo real, con el objetivo de mejorar la eficacia de la toma de decisiones en todos los niveles de la empresa.

En las empresas industriales globalizadas, las aplicaciones (por ejemplo, la gestión del ciclo de vida, la gestión de la cadena de suministro, la supervisión y el control o la gestión de relaciones con el cliente) operan bajo arquitecturas de colaboración y descentralizadas que permiten la interacción entre proveedor y cliente. Se construyen así nuevos *entornos colaborativos* más orientados a los usuarios no técnicos y al apoyo del desarrollo de los procesos de negocio.

El futuro, y ya el presente, estará marcado por el uso de aplicaciones distribuidas y en colaboración que se llevarán a cabo a través de *mash-ups* de servicios

implementados en los procesos de fabricación por diferentes proveedores tecnológicos. Esto se producirá gracias al uso de tecnologías *cloud computing* que favorecen el aprovisionamiento de funcionalidades a través de servicios personalizados que garanticen una ejecución fiable y segura. En este punto, el uso de estándares abiertos garantizará la interoperabilidad completa en términos de datos y aplicaciones.

Los entornos complejos necesitan ser descritos de forma consistente con modelos semánticos con el fin de correlacionar la información dinámica y la predicción de comportamientos. El conocimiento de diferentes fuentes (experiencia humana, de investigación, etc.) se pondrá a disposición de las *soluciones de modelado y simulación*.

3.2.2. Internet of things

Los recursos que se encuentran en cualquier centro de fabricación, tales como maquinaria, robots, líneas, objetos y operadores son una parte integral de la estructura de información de los procesos de producción. Todos ellos necesitan *estar conectados al mismo tiempo entre sí* y con los sistemas de *backend*, para ser autoconscientes del entorno que los rodea. De este modo, la incorporación de *componentes y arquitecturas inteligentes* permitirá el despliegue de sistemas de producción seguros, energéticamente eficientes, precisos y flexibles o reconfigurables.

Así en el *centro de la transformación digital de la industria* están las soluciones de Internet de las cosas (*Internet of Things – IoT*) ya que proporcionan retroalimentación en tiempo real que reducen los costes y el desperdicio en procesos industriales. El concepto IoT describe la tecnología que hace posible interconectar objetos, que se comunican entre sí y presentan un comportamiento inteligente, intercambiando información sin necesidad de intervención humana: máquinas que envían datos sobre su funcionamiento al sistema de gestión de averías, sensores que identifican las condiciones ambientales del centro de trabajo, etc.

En muchos centros de fabricación los sensores inteligentes han comenzado a reemplazar a sensores analógicos e incluso a la propia interacción de los operarios, lo que se traduce en una mejor precisión y un flujo de trabajo óptimo, de este modo, una mayor incorporación de soluciones IoT representa una visión de una fábrica interconectada.

El concepto IoT describe la tecnología que hace posible interconectar objetos, que se comunican entre sí y presentan un comportamiento inteligente, intercambiando información sin necesidad de intervención humana.

Se trata de una tecnología en crecimiento puesto que se estima que actualmente existan unos 14 mil millones de sensores conectados a líneas de producción, almacenes, redes de transmisión de electricidad, oficinas, hogares, etc. Y para 2030, se estima que serán más de 100 billones de sensores que los que doten de conectividad al mundo. Esto supone una importante oportunidad para cualquier empresa, que podrá automatizar algunos de sus procesos, cambiar la manera en la que se relaciona con sus clientes, ofrecer servicios personalizados o desarrollar modelos de negocio diferenciadores.

3.2.3. Big Data

La gran revolución en esta nueva industria es la cantidad de información que se genera a lo largo de todo el ciclo de vida del producto. El aprovechamiento de toda esta información es claramente uno de los pilares para el desarrollo de modelos de negocio del futuro, para conseguir así un valor diferencial gracias a la explotación eficiente e inteligente de toda la información generada.

Ahí es donde entra en juego el **Big Data**: tecnologías, arquitecturas y estrategias diseñadas para capturar y analizar grandes volúmenes de datos provenientes de múltiples fuentes heterogéneas a una alta velocidad, con objeto de extraer valor económico de ellos.

Los sistemas Big data facilitarán, a través del uso de análisis avanzados, el reemplazar los sistemas de mantenimiento preventivo por los predictivos, lo que

podría llegar a suponer una reducción del 50% en el tiempo de inactividad total de un equipo y aumentar la producción en un 20%.

3.2.4. Tecnologías de visión, realidad aumentada y realidad virtual

Las tecnologías de visión combinan elementos de un entorno físico real con elementos virtuales para la creación de una realidad mixta con la que se puede interactuar en tiempo real. Tanto la realidad aumentada (AR) como la realidad virtual (VR) en la Industria 4.0 cubren la brecha entre el mundo digital y el físico. La **realidad aumentada** permite acceder a información enriquecida de un modo sencillo, superponiendo a una imagen real información virtual, utilizando para ello un smartphone, una tablet o dispositivos específicos como las **smartglasses**. Permite el acceso a información útil en tiempo real, facilitando procesos de aprendizaje, manejo de herramientas, asistencia en reparaciones, etc.

La **realidad virtual** ofrece una experiencia de inmersión en una realidad completamente digital, con la que puede interactuarse como si se tratara realmente de algo tangible. Impulsada por la industria del videojuego, esta tecnología ya está siendo aprovechada por el sector industrial para simular prototipos de bienes de equipo para su validación con el cliente.

Tanto la realidad virtual como la realidad aumentada han comenzado a integrarse en el entorno y el personal de la fábrica a través de dispositivos y sensores, y pueden ayudar a realizar un seguimiento de los procesos de fabricación y producción. Esto ayudará a optimizar y mejorar la productividad de la máquina (cantidad, calidad, velocidad y flexibilidad), mejorando el ROI general de la empresa.

El uso de la realidad aumentada, junto con modelos de simulación, puede acelerar toda la cadena de producción, desde una consulta inicial del cliente hasta el desarrollo, la producción y la entrega del producto con la disponibilidad de datos en tiempo real del entorno industrial. A través de esta tecnología el

El uso de la realidad aumentada, junto con modelos de simulación, puede acelerar toda la cadena de producción.

personal de la fábrica y el personal de servicio pueden tener un mejor rendimiento a partir de la disponibilidad de información clave y datos de todo tipo en tiempo real frente a sus ojos, gracias a dispositivos como gafas o incluso la implementación sobre pantallas montadas en los cascos de trabajo, etc., liberándose de ambas manos para realizar todos los procesos de una manera más efectiva.

Pero no sólo las soluciones de realidad aumentada y virtual aportan un alto valor para la industria, sino que también sistemas de visión artificial (métodos para adquirir, procesar y analizar imágenes con el fin de producir información que pueda ser tratada por una máquina) se han convertido no solo en mecanismos de selección y control de calidad, sino también en tecnología de alto valor para el control del entorno de fabricación.

Así, estos sistemas pueden participar en el control del proceso productivo desde el momento que posibilitan el seguimiento de la fabricación de cada uno de los componentes del producto final, asegurando su calidad, identificando errores de fabricación, advirtiendo sobre posibles funcionamientos incorrectos de la maquinaria o su desgaste, lo cual permite trabajar en acciones de mantenimiento preventivo.

Este análisis de productos y procesos a través de las tecnologías de visión permite regular los controles de calidad de la maquinaria, posibilitando la modificación de aquellos parámetros del proceso configurables automáticamente, en base a los resultados obtenidos mediante el análisis visual del producto fabricado y su interacción con otros sistemas de control tales como los ERPs o los MES. De acuerdo con su operatividad los sistemas de visión permiten disponer de datos precisos en cada momento y facilitan la generación de estadísticas detalladas de todos los componentes intermedios y productos finales en cualquier punto de la producción.

3.2.5. Ciberseguridad

En una actividad industrial los activos a proteger son tanto materiales, dispositivos tecnológicos o automatizados, como inmateriales, toda la información digital generada y almacenada, y todos ellos tienen carácter crítico.

Por otro lado, los distintos *habilitadores digitales que se pueden incorporar, a medida que se evoluciona hacia un modelo de Industria 4.0, pueden*

suponer un agujero de seguridad importante si no se configuran adecuadamente y todo el personal de la organización es consciente de la importancia de la ciberseguridad.

Al pivotar hacia un modelo de Industria Conectada, la información generada en el proceso productivo, así como los datos económico-financieros, pasan a ser el núcleo de la empresa, y así, como todas las personas autorizadas deben poder acceder a ellos desde cualquier dispositivo o ubicación permitida, también es crucial protegerla frente a accesos no deseados.

Para prevenir incidencias de seguridad debidas a descuidos, vulnerabilidades no detectadas en el hardware o software, usos inadecuados de equipos, dispositivos y aplicaciones, etc., es recomendable establecer una serie de prácticas "seguras" y ponerlas a disposición de todas las personas implicadas para promover su puesta en marcha, pues si no se aplican, no servirán a su propósito.

Además de disponer de esta información, pueden emplearse sistemas administrativos que permitan la aplicación de parte o de todas las medidas necesarias, bien mediante un sistema de permisos propio de un dominio de Windows, o de una intranet, etc.

3.2.1. Fabricación aditiva

Las tecnologías de *fabricación aditiva* permiten, no solo la fabricación de prototipos, si no también piezas finales para sectores industriales muy exigentes. Los modelos digitales en 3D obtenidos mediante softwares de diseño o a través de escáneres 3D, se crean superponiendo capas de material adherente, lo que supone una reducción de residuos de material desechable además de obtener prototipos de forma rápida y con costes de producción mínimos.

La evolución de los sistemas de *fabricación aditiva* en los últimos años permite producir componentes más grandes, con mayor precisión y resolución, a mayor velocidad y a un coste cada vez más pequeño, lo que posibilita mejorar la competitividad de los productos fabricados sobre todo cuando se trata de productos en series cortas, con formas complejas y que requieran cierto nivel de personalización.

En el caso de la *fabricación aditiva* en el sector metal se aplican diversos tipos de tecnologías. Se habla así por ejemplo de la *fusión selectiva por láser*, consistente en la deposición de capas sucesivas de polvo metálico sobre las que incide un láser que produce su fusión y posibilita la posterior solidificación. Otra tecnología de fabricación aditiva con metal es la *fusión o sinterizado de polvo metálico por haz de electrones*, que utiliza este haz como fuente energética, y que posibilita la eliminación de gases inertes adicionales a emplear en otras tecnologías, e igualmente la necesidad de tratamiento térmico posterior. Por último, citar también la tecnología denominada *láser cladding*, que consiste en la fusión directa de polvo metálico proyectado sobre la superficie de un sustrato obteniendo una dilución mínima, y que se utiliza fundamentalmente para mejorar las características de una pieza ya tratada o para restaurarla.

En definitiva, esta tecnología se está convirtiendo en una alternativa real a los procesos de fabricación más tradicionales y proporciona una mayor adaptación del producto al cliente final.

3.2.2. Hibridación mundo físico y digital

La extensión de *robots de características cognitivo-inteligentes* integrados en las máquinas cambiarán radicalmente el interfaz con el operador humano en entornos de fabricación. Máquina y robot seguirán una cooperación intuitiva y utilizarán la tecnología para ser conscientes de su trabajo y de su entorno.

Interacción avanzada hombre-máquina a través de la ubicuidad de los dispositivos móviles e innovadores dispositivos de interacción (sensores, gafas de realidad aumentada, relojes inteligentes, interfaces hápticos, etc.) que permitirán a los usuarios recibir información específica adaptada al contexto y a sus competencias y responsabilidades de forma independientemente a su ubicación. Las *interacciones con las máquinas* serán intuitivas y en lenguaje similar al natural. Así estos sistemas de interacción hombre-máquina integrados y autónomos ayudarán a mejorar el funcionamiento y el control de los procesos de fabricación, generando un gran cambio en la eficiencia de la producción.

En esta línea están las soluciones de *Inteligencia Artificial (IA)*, habilitador clave para la próxima generación de fabricación inteligente en la Industria 4.0, ya que generará un gran cambio en muchos de los procesos industriales, tal y como los conocemos hoy en día.

El uso de Inteligencia Artificial en el proceso de fabricación facilita el camino para la colaboración hombre-máquina en fábricas inteligentes.

La Inteligencia Artificial, son el conjunto de tecnologías y algoritmos que permiten que las máquinas realicen tareas que tradicionalmente requieren de la inteligencia humana, gracias al uso de algoritmos que logran que los dispositivos aprendan a realizar tareas o procesos para los que no fueron explícitamente programados. Es uno de los mayores desarrollos tecnológicos de los últimos tiempos, y ya son muchas las empresas de diferentes sectores, entre ellos el industrial, que están desarrollando y llevando al mercado aplicaciones basadas en esta tecnología.

En la actualidad, estos algoritmos avanzados están transformando la forma en que la industria recopila información, realiza trabajos cualificados y predice el comportamiento del consumidor. Así el uso de Inteligencia Artificial en el proceso de fabricación facilita el camino para la colaboración hombre-máquina en fábricas inteligentes, además de disponer una infraestructura que sirva para predecir los requisitos de mantenimiento de las máquinas, comprender las necesidades de material en un centro de producción, facilitar la comunicación entre máquinas o replanificar la producción en tiempo real.

3.2.3. Blockchain

Se trata de un conjunto de tecnologías (P2P, sellado de tiempo, criptografía, etc.) que combinadas hacen posible que un conjunto de equipos informáticos pueda gestionar su información compartiendo un registro distribuido, descentralizado y sincronizado, transmitiendo y guardando dicha información de modo extremadamente seguro, respetando la identidad y privacidad, gracias al uso de claves criptográficas. Este registro consensuado, compartido e inmutable, elimina la necesidad de intermediarios de confianza entre las partes.

La disrupción tecnológica que supone está empezando a cobrar una importante dimensión, y las múltiples aplicaciones en diversos sectores y negocios están ya pasando del mero plano conceptual a ofrecer las primeras soluciones reales.

El sector financiero ha sido el pionero en su implantación, con las redes que dan soporte a las criptomonedas o monedas digitales (como Bitcoin), pero *se están comenzando a poner en marcha iniciativas pioneras en el sector industrial* tales como los controles de calidad y trazabilidad en la cadena de suministro, por ejemplo.

3.3. Aplicación de habilitadores digitales a empresas industriales

Como cierre de este capítulo, se recogen en la siguiente tabla las posibles aplicaciones de las tecnologías habilitadoras de la Industria 4.0 en las áreas de actividad de las empresas industriales, lo cual permite visualizar el potencial impacto de estas tecnologías habilitadoras en la cadena de valor de cualquier empresa industrial.

La adopción de las diferentes habilitadoras digitales introducidas en la planta de fabricación hace que el entorno industrial pueda verse afectado por las mismas vulnerabilidades y amenazas que cualquier entorno tecnológico, heredando también sus debilidades, de ahí que la ciberseguridad se convierta en transversal al resto de tecnologías habilitadoras y aplique el conjunto de procesos recogidos en la siguiente tabla.

Tecnología habilitadora	Áreas de aplicación	Aplicaciones
CLOUD COMPUTING	Diseño Producción Mantenimiento Administración Comercial Técnica Logística	<ul style="list-style-type: none"> - Almacenamiento de información. - Control de sensores y sistemas de producción. - Desarrollo de procesos de gestión. - Plataformas de comunicación con clientes y proveedores para diseño, ventas, pedidos... - Soluciones de movilidad. - Análisis y proceso de datos. - Mejora de la eficiencia energética. - Fábrica sin papeles. - Información en tiempo real.
INTERNET DE LAS COSAS (IOT)	Producción Mantenimiento Comercial Técnica Logística	<ul style="list-style-type: none"> - Recogida de datos de los procesos de producción. - Comunicación entre distintas partes de la línea de producción. - Procesos logísticos. - Recepción de datos de los productos durante la propia producción, o durante su uso.

Tecnología habilitadora	Áreas de aplicación	Aplicaciones
BIG DATA	Producción Mantenimiento Comercial Administración	<ul style="list-style-type: none"> - Información en tiempo real y exacta. - Mejora en la planificación de la producción. Detección de áreas de mejora en procesos productivos. - Optimización de recursos. - Optimización de inventario. - Mejora de la eficiencia energética. - Análisis predictivo. - Mantenimiento de maquinaria y equipos.
TECNOLOGÍAS DE VISIÓN, REALIDADES AUMENTADA Y VIRTUAL	Producción Mantenimiento Logística Formación Comercial	<ul style="list-style-type: none"> - Instrucciones y formación para personal de mantenimiento / producción. - Instrucciones para personal de logística y almacén. - Formación a clientes y/o personal interno - Demostración de resultado final de proyectos. - Detección de cambios en las condiciones de producción. - Control de líneas de producción o de zonas logísticas. - Protección de operarios e instalaciones.

Tecnología habilitadora	Áreas de aplicación	Aplicaciones
FABRICACIÓN ADITIVA	Diseño Producción Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo de prototipos. - Desarrollo de componentes. - Elaboración de recambios y repuestos. - Producción de piezas personalizadas o a medida. - Reducción de costes de fabricación.
ROBÓTICA, HIBRIDACIÓN MUNDO FÍSICO Y VIRTUAL	Producción Técnica Logística	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo de trabajos específicos del proceso productivo: colada, montaje de componentes, soldadura. - Procesos logísticos. - Control de calidad.
BLOCKCHAIN	Producción Mantenimiento Logística Comercial	<ul style="list-style-type: none"> - Garantía de autenticidad e integridad de datos generados por los dispositivos IoT. - Trazabilidad total del producto. - Fabricación de productos personalizados - Automatización de procesos a partir de <i>smart contracts</i>. - Nuevos <i>marketplaces</i> industriales descentralizados.

4. Análisis

En este capítulo se procede a exponer el análisis detallado de los resultados por cada una de las áreas analizadas, presentando de un modo cuantitativo y cualitativo conclusiones para el conjunto de ítems de evaluación recogidos en el proceso de diagnóstico.

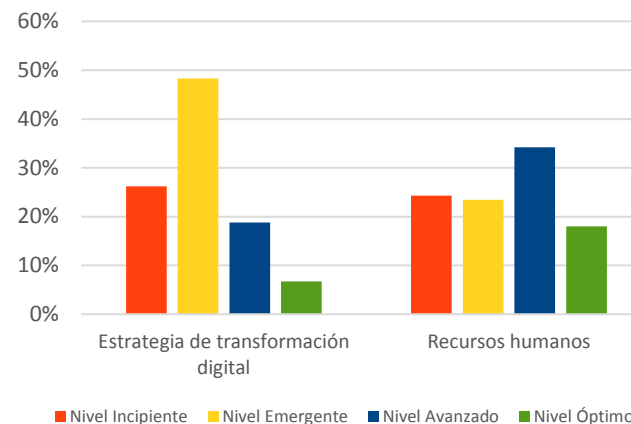
4.1. Estrategia y organización

En esta primera área de análisis, *estrategia y organización*, se establece la posición actual de la empresa en cuanto a la introducción y orientación hacia la Industria 4.0, tanto en su estrategia como en la organización en general. Así, en el contexto de la empresa, se analiza el impacto del concepto y las soluciones de la Industria 4.0 en los diferentes departamentos y en su modelo de negocio, entre otros aspectos.

Se analiza cual es la estrategia de transformación digital de la empresa, y si está realizando los procesos adecuados para desarrollarla. A nivel de recursos humanos, se han evaluado los conocimientos y capacitación de los miembros de la organización, y si la empresa dispone de perfiles especialistas en procesos de transformación digital, junto con un plan específico para llevar a cabo la adaptación de su personal.

En este sentido se observa que casi un 50% de las empresas se encuentran en un nivel emergente en cuanto a la disposición de una *estrategia de transformación digital*, lo que implica que estas empresas están dando sus primeros pasos en su transformación digital, siendo el porcentaje significativamente inferior para los niveles superiores (solo un 7% se encuentra en un nivel más alto en esta práctica).

Se debe hacer hincapié en que el éxito para llevar a cabo la transformación digital de cualquier empresa debe partir de la creación de un plan estratégico que recorra el conjunto de procesos empresariales que se lleven a cabo, con una visión global de la organización, pero proponiendo acciones concretas de digitalización para cada uno de estos procesos.



GRÁFICA 4 NIVELES DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN EL ÁREA DE ESTRATEGIA Y ORGANIZACIÓN.

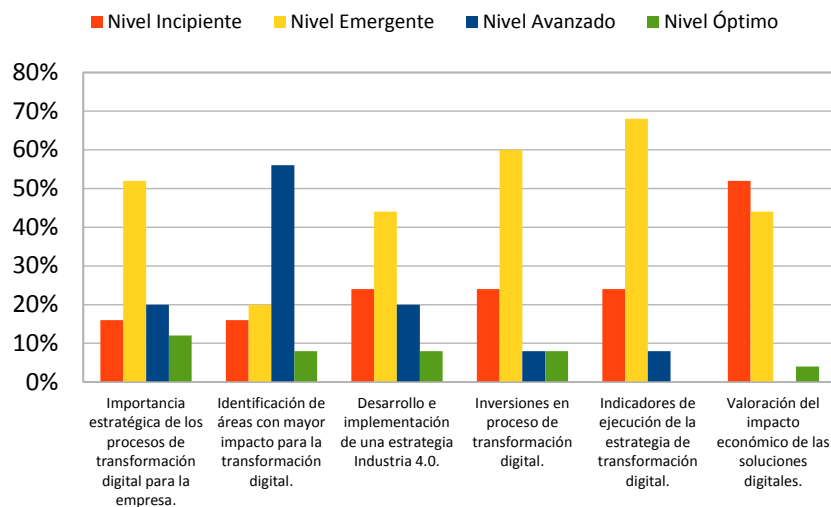
Respecto al ámbito de los *recursos humanos* hay similitud entre los valores de los 4 niveles, si bien destaca un 34% de empresas en un nivel avanzado, que unido al 18% que alcanzan un nivel óptimo supone que más de la mitad de las empresas están incorporando en mayor o menor medida soluciones digitales específicas para llevar a cabo estos procesos, lo que refleja la importancia y especial atención prestada a esta área. Las empresas son conscientes de que la adaptación de las personas al nuevo entorno es uno de los mayores retos del proceso de evolución hacia la Industria 4.0.

El 50% de las empresas se encuentra en un nivel emergente en cuanto a la disposición de estrategia de transformación digital.

4.1.1. Estrategia de transformación digital

Desglosando los indicadores del ámbito de *Estrategia de Transformación Digital*, se debe destacar que más del 50% de empresas se encuentran en un nivel avanzado en el trabajo de *identificación de las áreas con mayor impacto para la transformación digital*. Estas empresas han llevado a cabo esta identificación como punto de partida para la puesta en marcha de procesos de transformación digital.

Igualmente más de un 50% de empresas no considera aún la importancia estratégica de los procesos de transformación digital, destacando el bajo nivel de *inversiones realizadas en el proceso de transformación digital*, que va unido a los bajos niveles alcanzados en indicadores como la *valoración del impacto económico de las soluciones digitales a implantar*, a partir del establecimiento de *Indicadores de ejecución de la estrategia de transformación digital*, que podrían proporcionar a la empresa un conjunto de instrumentos de medida muy útiles para verificar los grados de cumplimiento de los objetivos de la transformación digital.

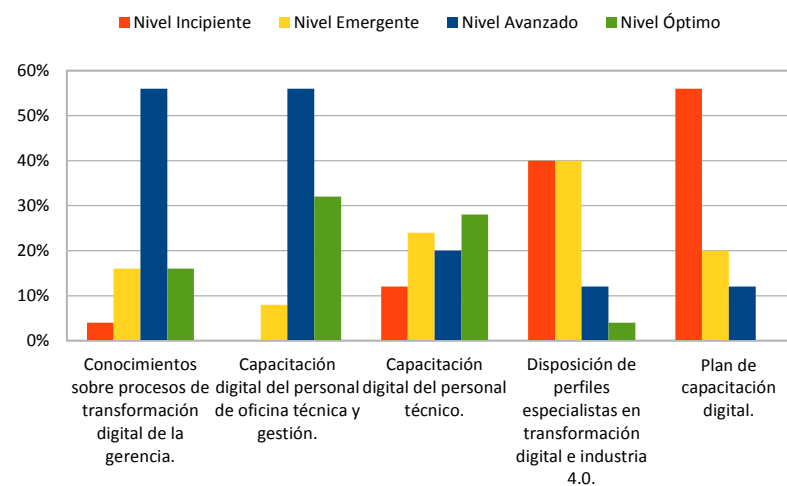


GRÁFICA 5 ESTRATEGIA Y ORGANIZACIÓN. NIVELES ALCANZADOS POR ÁMBITO.

4.1.2. Recursos humanos

Analizando los indicadores vinculados al ámbito de los *recursos humanos*, como se adelantaba en la introducción de esta área, hay que destacar el alto nivel de *capacitación digital* del personal de dirección, oficina técnica y de gestión, lo que supone que además de disponer de habilidades tecnológicas, poseen una visión global sobre el proceso de transformación digital. En el lado opuesto se ha identificado que las empresas *no cuentan con perfiles especialistas en transformación digital e Industria 4.0*, puesto que un 80% de las empresas suman niveles incipientes o emergentes en esta práctica.

Destacar igualmente el reto que supone la evolución de las competencias de los trabajadores hacia el mundo digital, siendo necesario que las empresas presten especial atención a la capacitación tecnológica de su personal. La construcción de un *plan de capacitación digital* facilitará a la empresa anticiparse a futuras necesidades de su personal y ajustar los conocimientos disponibles a demandas futuras, indicador éste en el que más del 50% de las empresas diagnosticadas presentan un nivel incipiente, lo cual indica que, aunque desarrollan acciones formativas, éstas no se encuadran dentro de un plan anual estructurado como tal.



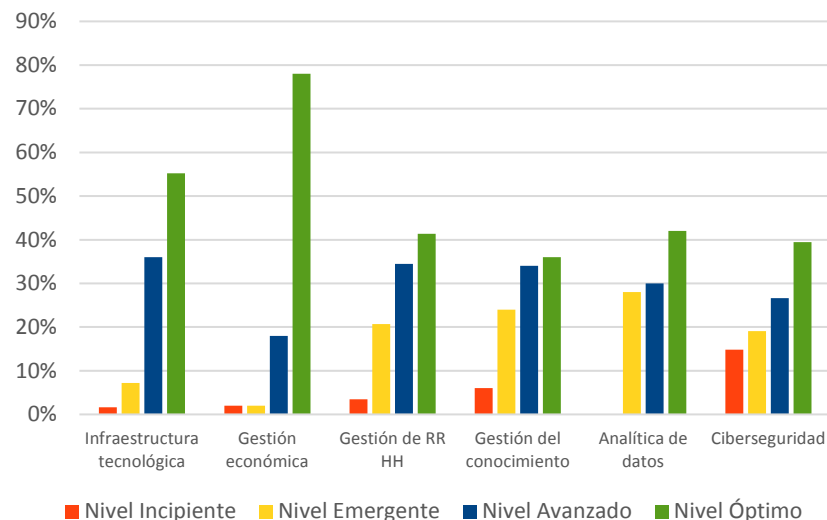
GRÁFICA 6 RECURSOS HUMANOS. NIVELES ALCANZADOS POR ÁMBITO.

4.2. Infraestructuras y gestión

En el área concerniente a *infraestructuras y gestión* se identifica el grado de introducción del concepto de Industria 4.0 en los procesos corporativos de la empresa. Bajo esta premisa se analizan las infraestructuras tecnológicas con que cuenta actualmente, si se han implantado herramientas tecnológicas específicas para llevar a cabo estos procesos, así como el desarrollo de metodologías y procedimientos de gestión de tareas tales como la gestión económica, recursos humanos, gestión del conocimiento, etc. Se evalúa la introducción de infraestructuras a nivel de equipamientos y dispositivos, además de soluciones concretas como softwares específicos, aplicaciones estándar, aplicaciones diseñadas exprofeso, etc., junto con diversas prácticas de ciberseguridad, identificando el grado de utilización de softwares y/o aplicaciones de seguridad, protocolos de acceso y control, etc.

La mayor parte de las empresas diagnosticadas muestran un nivel medio-alto en esta área, destacando los ámbitos relativos a la introducción de *Infraestructuras tecnológicas*, con más de un 50% de las empresas en una posición óptima. También destaca el nivel de introducción de soluciones digitales para llevar a cabo la *gestión económica* donde casi un 80% de las empresas ocupan ese nivel óptimo. Así, se observará posteriormente en este capítulo que los principales aspectos de mejora en esta área estarán dirigidos a la integración de estas soluciones con otras herramientas o a su personalización para poder incrementar su eficiencia y potenciar el procesado de los datos.

Destacar que el número de empresas que se encuentran en el nivel inferior en el ámbito de la *ciberseguridad*, un 15%, se eleva levemente sobre la media del resto de ámbitos de análisis en esta área, lo cual refleja una baja atención por parte de las empresas a las cuestiones relativas a la seguridad, tanto de sus sistemas de gestión, como de conectividad de maquinaria y equipos, que incluso puede afectar a la decisión de incorporar cierto tipo de soluciones de Industria 4.0



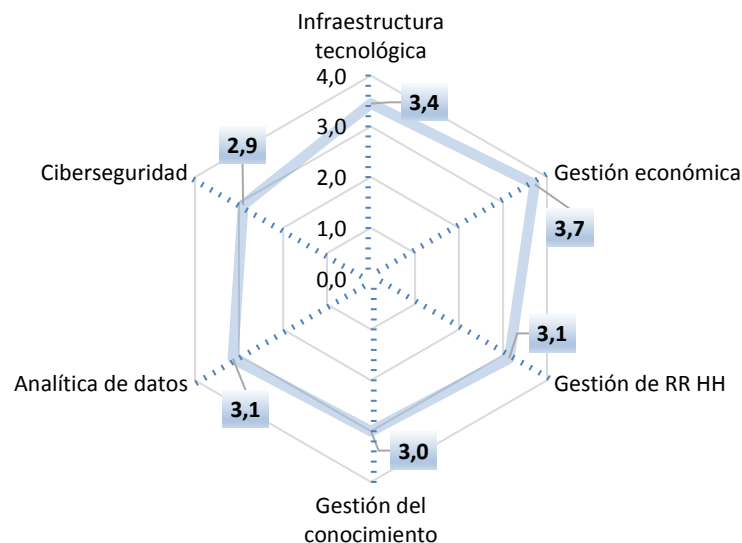
GRÁFICA 7 NIVELES DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN EL ÁREA DE INFRAESTRUCTURAS Y GESTIÓN.

Si nos fijamos en los resultados del ámbito de la gestión del conocimiento observamos que un alto porcentaje de las empresas (70%) se posiciona en los niveles avanzado y óptimo, resultado de la disposición de herramientas tecnológicas que a nivel interno facilitan el acceso a información y contenido de alto valor a todo el personal de la empresa con necesidades de acceso al mismo.

En el caso, del área *gestión de recursos humanos*, los resultados son similares a otras áreas, aunque se puede destacar que un porcentaje significativo de las empresas tiene externalizadas las cuestiones relativas a dicha gestión.

El 80% de las empresas cuenta con sistemas de gestión económica óptimos para su dimensión.

La representación de niveles de respuesta en esta área confirma el buen posicionamiento de las empresas analizadas, obteniendo valores iguales o superiores a 3 (nivel avanzado), salvo en el caso de la ciberseguridad que como mencionábamos es ligeramente inferior.



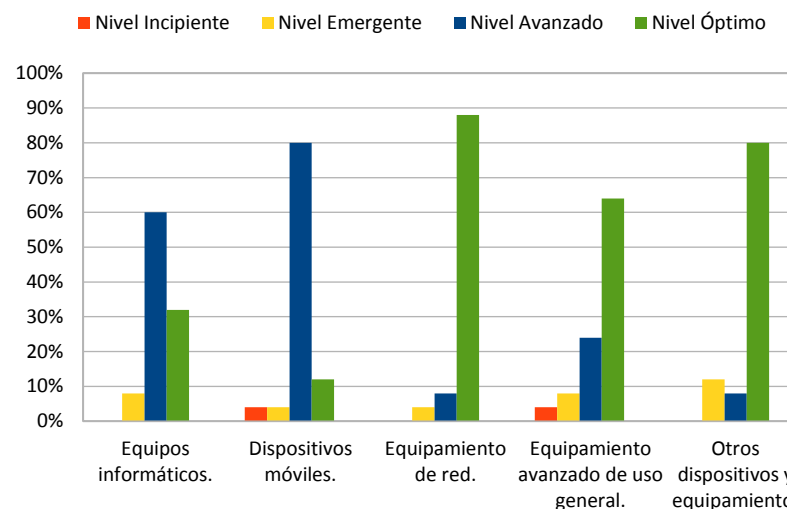
GRÁFICA 8 NIVEL MEDIO DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN EL ÁREA DE INFRAESTRUCTURAS Y GESTIÓN.

4.2.1. Infraestructura tecnológica

Analizando con más detalle el ámbito de *infraestructuras y equipamiento tecnológico*, se observa que las empresas analizadas muestran altos niveles de cumplimiento en todos los indicadores, lo cual permite afirmar que están bien posicionadas para hacer frente a las necesidades existentes y futuras en el proceso de transformación digital, lo que les permitirá mejorar su eficacia y productividad.

Destaca que el 88% de las empresas cuenta con un nivel óptimo en cuanto al *equipamiento de red*, gracias a una infraestructura de red correctamente administrada que posibilita una alta velocidad de acceso en todos los puestos de la empresa.

En el caso de la *disposición de teléfonos móviles* para el personal identificamos que el 80% de las empresas se encuentra en un nivel avanzado, no llegando a alcanzar el nivel óptimo al no disponer de una política que establezca los usos profesionales a los que deben destinarse en cada caso.

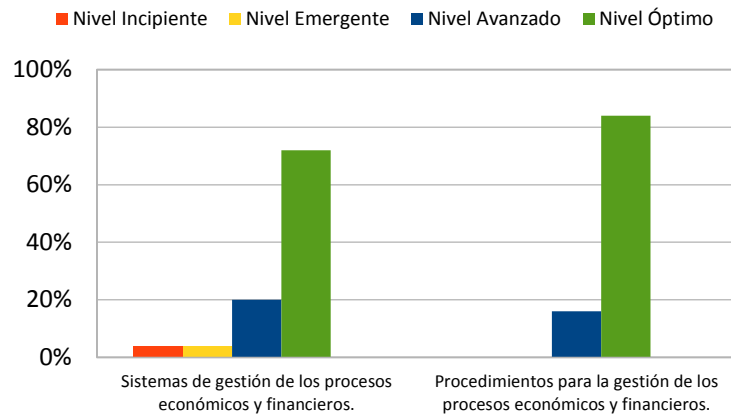


GRÁFICA 9 INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA. NIVELES ALCANZADOS POR ÁMBITO.

4.2.2. Gestión económica

Igualmente se destaca el alto nivel de implantación de *sistemas integrados de gestión de procesos económicos y financieros*, así como de procedimientos para llevar a cabo esta gestión desde el punto de vista de incorporación de soluciones digitales, donde más de un 75% de las empresas diagnosticadas alcanzan niveles óptimos. Estos niveles muestran una implantación generalizada de softwares de gestión genéricos o herramientas tales como los ERPs

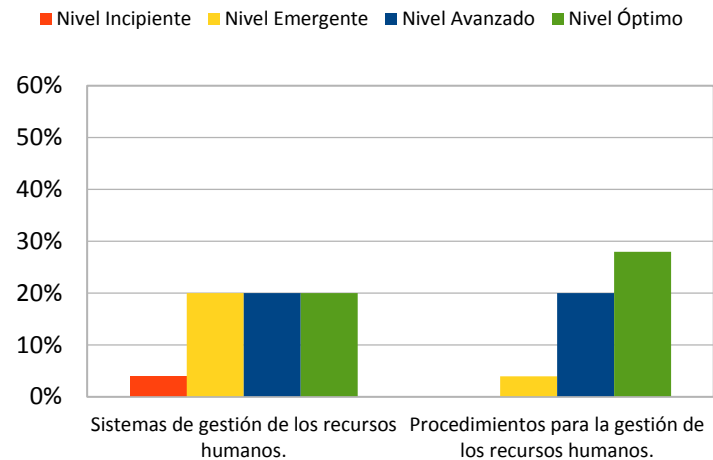
tradicionales, junto con su integración con otras herramientas o su personalización a gran escala.



GRÁFICA 10 GESTIÓN ECONÓMICA. NIVELES ALCANZADOS DE ÁMBITOS.

4.2.3. Gestión de recursos humanos

Se detecta en cambio un escaso nivel de implantación de soluciones y herramientas tecnológicas específicas para llevar a cabo la *gestión de recursos humanos*, desde el control de la jornada laboral, permisos, vacaciones, remuneración económica o todo lo relativo a la gestión de formación, etc. Por ello es necesario recurrir a soluciones genéricas del tipo ERP como se mencionaba en el caso anterior, o a otras específicamente destinadas para llevar a cabo la gestión de esta tarea de gestión de recursos humanos. Es necesario destacar que más del 25% de empresas no han sido objeto de valoración en este ámbito puesto que tienen este servicio externalizado, debiendo hacerse hincapié, en ese caso, en la integración de este proceso externalizado con el resto de áreas gestionadas internamente.



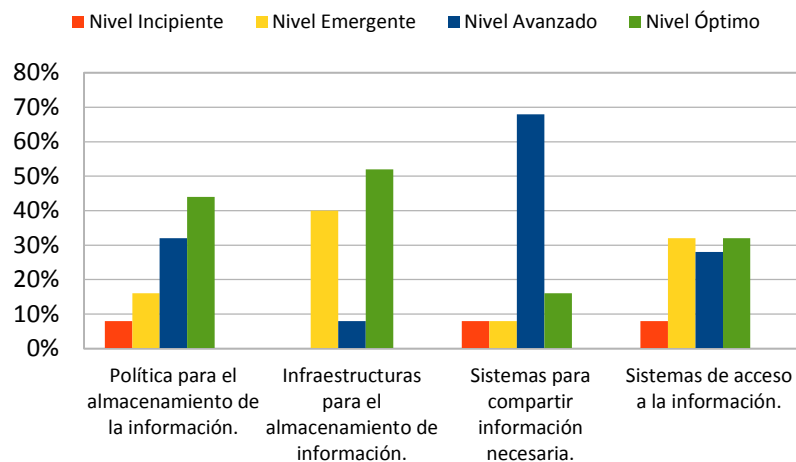
GRÁFICA 11 RECURSOS HUMANOS. NIVELES ALCANZADOS POR ÁMBITOS.

4.2.4. Gestión del conocimiento

En lo relativo a la *gestión de conocimiento* se observa una motivación hacia el establecimiento de *políticas para el almacenamiento de información* por parte de las empresas, más de un 75% de las mismas se encuentran en niveles avanzados u óptimos en relación con esta cuestión, lo que implica que además de establecerlas, tratan de integrarlas a todos los niveles dentro de la empresa, de modo que se cuenta con procedimientos para almacenar y localizar la información de valor.

En cambio, se muestra disparidad en cuanto a la disposición de infraestructuras para el almacenamiento de esta información, dado que solo la mitad de las mismas tienen implementados y están aprovechando de un modo óptimo herramientas como servidores, unidades de almacenamiento en red o *sistemas cloud computing*, encontrándose otro 40% de las empresas en un nivel emergente. Este dato muestra que las empresas comienzan a contar con equipamientos dedicados a este proceso, pero siguen utilizando los propios dispositivos personales de trabajo. Estas soluciones son fácilmente adaptables en cada caso de acuerdo con el tamaño y tipología de la empresa, y su implementación permitirá simplificar el proceso de gestión de archivos.

Destacar el alto nivel avanzado en la disposición de sistemas para compartir la información, donde prácticamente un 70% de empresas alcanzan este nivel, que sumado a aquellas que se encuentran en el nivel óptimo supone que más del 80% de las mismas estén en grados elevados de cumplimiento de esta práctica, gracias al uso de repositorios centralizados ubicados en dispositivos específicos, accesibles a través de una red interna y que realmente están optimizando las funcionalidades de las soluciones utilizadas.



GRÁFICA 12 GESTIÓN DE CONOCIMIENTO. NIVELES ALCANZADOS POR ÁMBITO.

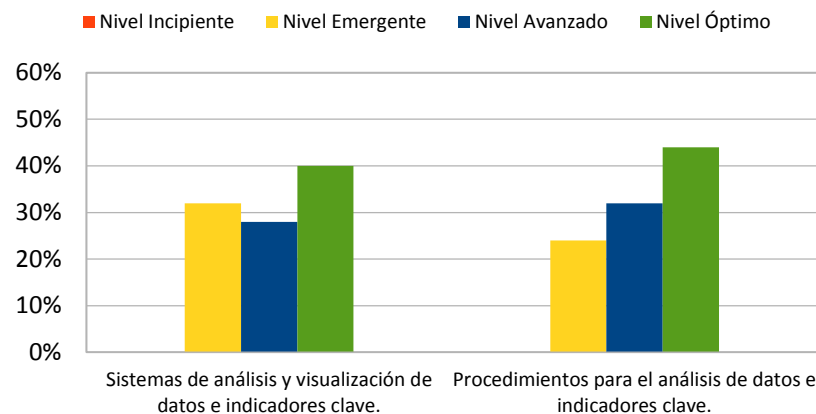
Cerca del 70% de las empresas se encuentran en un nivel avanzado en cuanto a la disposición de infraestructuras para gestión documental.

4.2.5. Analítica de datos

En las actividades industriales que cualquier empresa puede desarrollar se deben *conocer los valores de múltiples indicadores en tiempo real*, aspecto que ha sido identificado como clave durante el proceso de diagnóstico y del cual gran

parte de las empresas son conscientes y parecen mostrar interés sobre las herramientas de analítica de datos como fundamentales para la evolución hacia la Industria 4.0, poniendo en marcha de forma inicial acciones e implementando herramientas para la optimización de estos datos en sus procesos.

Este hecho se demuestra en los resultados de los diagnósticos, dado que la mayoría de las empresas que se encuentran en los niveles avanzado y óptimo alcanza el 75% tanto en lo relativo a la disposición de sistemas de análisis y visualización de datos e indicadores clave, como el establecimiento de procedimientos para el análisis y la optimización de estos datos.



GRÁFICA 13 ANALÍTICA DE DATOS. NIVELES ALCANZADOS POR ÁMBITO.

4.2.6. Ciberseguridad

Son varios los indicadores que se han valorado en el ámbito de la *ciberseguridad*, desde el punto de vista del estado actual de las empresas diagnosticadas junto con la posibilidad de incorporación de habilitadores digitales de la Industria 4.0.

En su mayor parte, las empresas diagnosticadas no cuentan con políticas de seguridad definidas o están escasamente desarrolladas. Este hecho se da en alrededor de un 70% de las empresas. En los ámbitos relativos a la política de gestión de contraseñas y en el control de dispositivos móviles con acceso a la información corporativa, el porcentaje de empresas que se encuentran en los

niveles inferiores (incipiente y emergente) se situ alrededor del 50%, lo cual muestra que o bien no se lleva control alguno o éste se realiza de una manera no adecuada.

Destaca que la mitad de las empresas diagnosticadas se encuentran en el nivel emergente en el ámbito relativo a la *protección contra el ransomware*, una amenaza que ha cobrado relevancia en muy poco tiempo. El número de empresas atacadas se ha visto muy incrementado estando sometidas al “secuestro” de la información contenida en soportes informáticos para solicitar posteriormente un “rescate” al propietario, con la criticidad que ello supone. Es necesario enfatizar la necesidad de la puesta en marcha de medidas de protección, tales como la combinación de aplicaciones de seguridad con sistemas de copia de seguridad, sistemas de seguridad en todos los equipos conectados, protocolos de concienciación de la seguridad de la información entre el personal, etc.

En cuanto al resto de ámbitos los valores obtenidos permiten afirmar que existe una adecuada gestión de las empresas en ámbitos como el del *control de acceso a la red interna*, donde se identifica aproximadamente un 80% de empresas que se encuentran en un nivel avanzado u óptimo. Igualmente sucede con el *establecimiento de niveles de acceso a la información*.

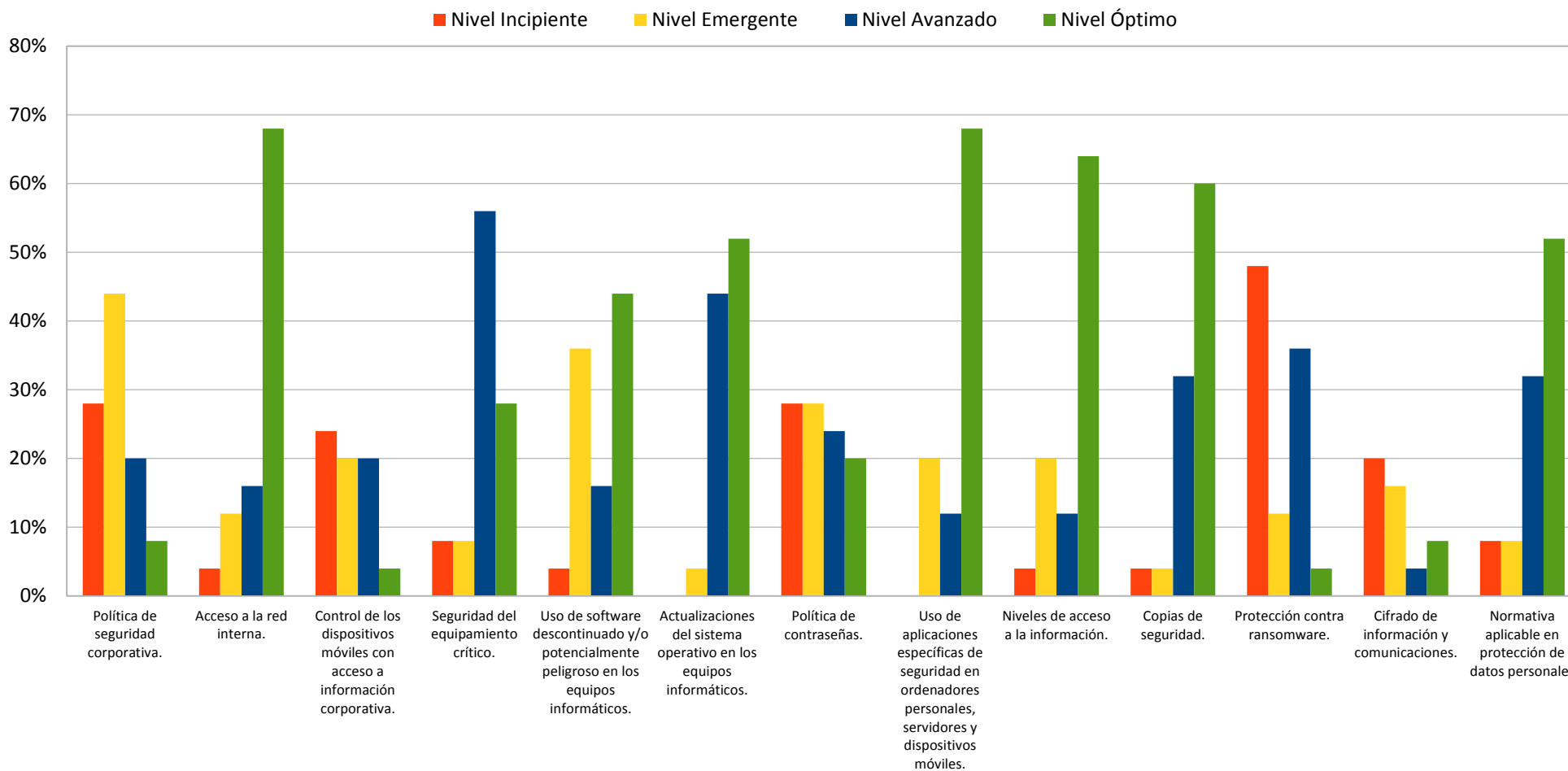
Del mismo modo las empresas son conscientes de la importancia de la *gestión de copias de seguridad*, las *actualizaciones del sistema operativo* y la *utilización de aplicaciones de seguridad específicas* (tanto en ordenadores personales como dispositivos móviles), puesto que la mayoría de las empresas se encuentran en niveles avanzados u óptimos en estas prácticas. Los datos son similares para el cumplimiento de la *normativa de protección de datos*.

Con todos estos datos se puede afirmar que el aspecto de ciberseguridad, y su implicación en el camino de transformación hacia la industria 4.0, salvo en los aspectos inicialmente mencionados, es muy tenido en cuenta por las empresas, que se colocan en una buena posición para integrar estas soluciones con garantías.

Un 60% de las empresas no cuenta con medidas de protección ante ataques “ransomware”.

El 60% de las empresas presenta un nivel óptimo en su procedimiento de realización de copias de seguridad.

Un 80% de las empresas se encuentran en un nivel avanzado u óptimo en lo relativo al establecimiento de un control adecuado de acceso a su red interna.



GRÁFICA 14 CIBERSEGURIDAD. NIVELES ALCANZADOS POR ÁMBITO.

4.3. Oficina técnica

En el área de *oficina técnica* se ha analizado el empleo e impacto de las herramientas tecnológicas utilizadas en actividades como el diseño de productos y/o servicios, la planificación y seguimiento de la fabricación, así como la gestión de datos generados.

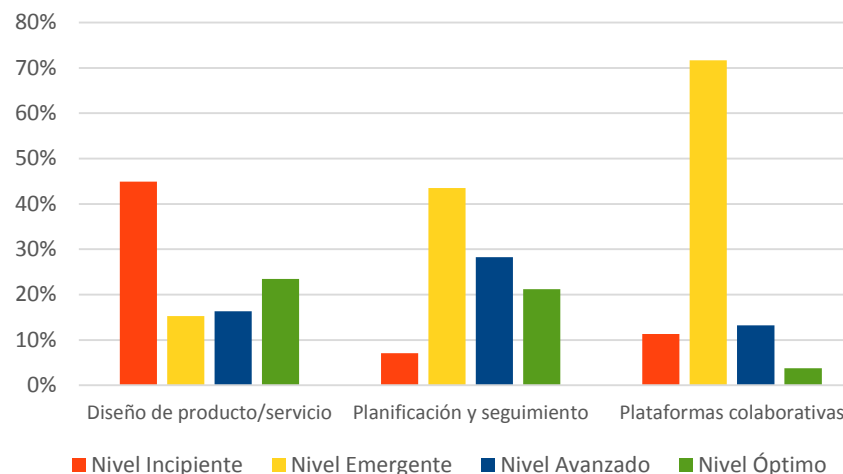
A nivel de comunicación, en la fase de diseño, se evalúa el grado de utilización de plataformas colaborativas que faciliten la relación entre los diversos agentes involucrados tanto a nivel interno como externo. Así se trata de identificar las herramientas con que cuenta la empresa para llevar a cabo estas actividades, proponiendo en caso necesario el estudio de la implantación de otras nuevas que supongan una mejora sustancial.

Analizando estos ámbitos se puede asegurar que un 45% de empresas muestran un nivel incipiente en la incorporación de estas soluciones para el *diseño de producto o servicio*, que además de no haber incorporado soluciones de este tipo, ni siquiera se han analizado cuales podrían incorporar. Esta circunstancia se produce puesto que en muchos casos se desconoce realmente cómo estas soluciones pueden impactar en estos procesos o de las herramientas disponibles para ello.

En el ámbito de implementación de soluciones de Industria 4.0 para llevar a cabo las acciones de *planificación y seguimiento*, los datos mejoran ligeramente frente al ámbito anterior, alcanzando un 44% de las empresas un nivel emergente seguido, por un 28% y un 21% de empresas que se encuentran en los niveles avanzado y óptimo respectivamente. Estos resultados muestran que este tipo de herramientas son tenidas en cuenta, pero aún hay camino por recorrer en lo relativo a su implantación general.

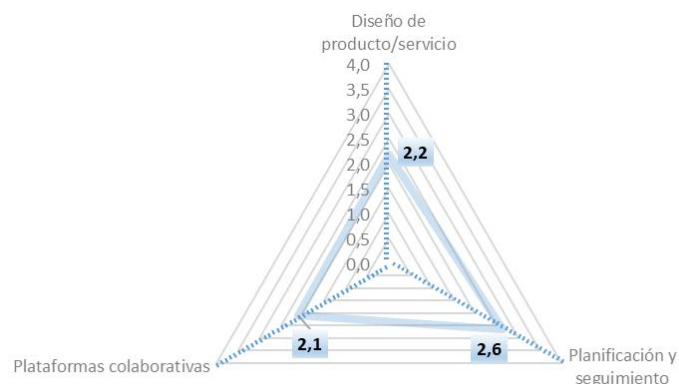
El 83% de las empresas no cuenta con sistemas colaborativos a nivel interno.

En lo relativo al uso o implantación de *plataformas colaborativas*, destaca el alto porcentaje de empresas que se encuentran en un nivel emergente, con casi tres cuartas partes del total de empresas, siendo necesario trabajar en la mejora e implementación de este tipo de herramientas.



GRÁFICA 15 NIVELES DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN EL ÁREA DE OFICINA TÉCNICA.

Respecto a los valores de niveles de referencia en esta área se puede destacar el bajo nivel de los mismos, donde el nivel medio más alto está en un valor ligeramente superior a 2 para los ámbitos de plataformas colaborativas y planificación y seguimiento.



GRÁFICA 16 NIVEL MEDIO DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN EL ÁREA DE OFICINA TÉCNICA.

4.3.1. Diseño de producto

Para comenzar el análisis de este ámbito vemos un dato positivo como es el que el 56% se encuentra en nivel óptimo y el 24% en el avanzado en la disposición de *herramientas tecnológicas en los procesos de diseño*, lo que muestra el alto grado de digitalización de este proceso en el sector.

En la práctica que evalúa la *transmisión de información desde la oficina técnica al área de producción*, vemos que casi el 50% de las empresas se encuentra en los niveles incipiente o emergente, lo que significa que no están utilizando ninguna solución tecnológica para este proceso.

En cambio, observamos otras prácticas como es el caso de la *utilización de tecnologías de fabricación aditiva*, que sólo aplica al 40% de las empresas (puesto que por la tipología de productos que fabrican las empresas diagnosticadas no le son de aplicación este tipo de tecnologías) y sólo el 4% a las que si aplica se encuentra en un nivel avanzado.

Algo similar ocurre con la *utilización de tecnologías de realidad virtual* que sólo aplica al 48% y todas las empresas a las que aplica se encuentran en un nivel

incipiente, por tanto, no están utilizando la potencialidad de esta tecnología en su día a día.

4.3.2. Planificación y seguimiento

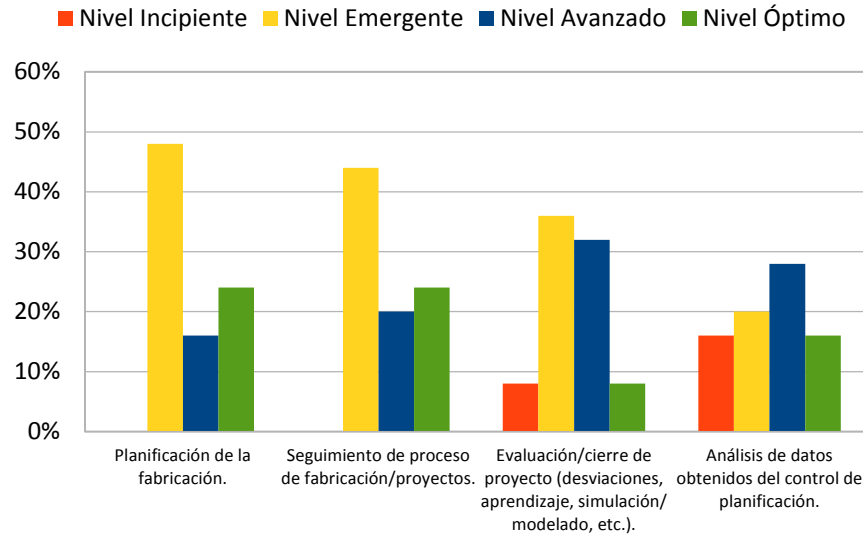
En el ámbito de *planificación y seguimiento*, dada la variedad de procesos de producción, existe también una gran variedad en los niveles de cumplimiento de las prácticas alcanzados por las empresas.

Si nos referimos a la planificación de la fabricación en sí, que desde el punto de vista de la Industria 4.0, se entiende como el hecho de estar en disposición para ofrecer productos a medida y con una adaptación rápida a situaciones cambiantes de la demanda, casi el 50% de las empresas se encuentran en un nivel emergente en la incorporación de este tipo de soluciones en esta fase, lo que significa que el control se realiza a través de documentos internos, bien ofimáticos bien en papel, sin llegar a utilizar herramientas específicas para ello. Igualmente ocurre en el caso de *soluciones para seguimiento del proceso de fabricación y/o proyectos* en oficina técnica, realizándose de una marea tradicional prácticamente en la mitad de empresas a través de documentos internos ofimáticos o en papel. En ambos casos las empresas que se encuentran en un nivel óptimo de uso de este tipo de herramientas superan escasamente el 20%.

Sólo el 20% se encuentra en un nivel óptimo en cuenta a la disposición de soluciones para el seguimiento del proceso de fabricación.

En cuanto a *soluciones de evaluación y cierre de proyectos*, cuya función es conseguir que la información generada a lo largo del proyecto pueda ser almacenada y aprovechada por todas las personas que lo requieran, se detecta que aunque un número importante de empresas se encuentran en un nivel emergente (alrededor de un 35%) un porcentaje también significativo (30%) lo están en un nivel avanzado, llevando a cabo una evaluación y cierre sistemáticos de los proyectos, gracias al uso en mayor o menor medida de herramientas de recogida de datos generados durante la ejecución del proyecto.

En cuanto al *análisis de los datos* un poco más de un 40% de las empresas realizan un trabajo sistemático y obtienen un aprovechamiento de esos datos, tanto en puntos clave del proceso como de manera sistemática e incluso automatizada.



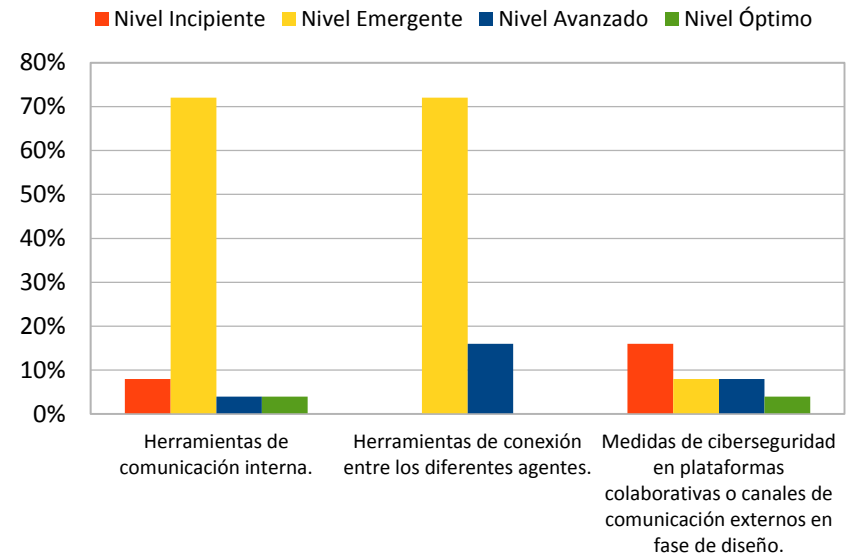
GRÁFICA 17 PLANIFICACIÓN Y SEGUIMIENTO. NIVELES ALCANZADOS POR ÁMBITO.

Los valores obtenidos han de servir como justificación para insistir en la necesidad de mejora en estos ámbitos, y tratar de identificar aquellas soluciones que están suponiendo impacto en esta área, de modo que sirvan de referencia a modo de casos de éxito para el resto de empresas que se encuentran en los niveles incipiente o emergente.

El 70% cuenta con alguna herramienta de gestión de comunicación interna, pero no estructurada.

4.3.3. Plataformas colaborativas

En el ámbito de la implementación de *plataformas colaborativas* como herramientas de mejora de la productividad y del clima laboral de las organizaciones, se ha identificado un alto número de empresas (superior al 70%) que muestran aún un nivel emergente en lo relativo a la implementación de herramientas de comunicación interna, así como de conexión entre los diferentes agentes, realizando estas actividades de una manera tradicional mediante emails, reuniones periódicas, etc, pero sin implementar soluciones digitales específicas. Este hecho en muchos casos viene justificado por el tamaño de las empresas analizadas que hacen pensar en lo innecesario de la implementación de estas herramientas.



GRÁFICA 18 PLATAFORMAS COLABORATIVAS. NIVELES ALCANZADOS POR ÁMBITO.

El alto número de empresas que se encuentran en el nivel emergente en la implementación de este tipo de herramientas repercute en el ámbito de las medidas de seguridad, puesto que son un porcentaje bajo las empresas que cuentan con herramientas colaborativas que les impliquen la implantación de medidas de ciberseguridad para las mismas. Entre ellas la mayor parte se

encuentran en un nivel incipiente en la implantación de dichas medidas de ciberseguridad. Las empresas han de realizar por tanto un esfuerzo de mejora en este ámbito, dado que la información confidencial de las empresas es uno de sus principales activos, y debe ser protegida adecuadamente.

4.4. Producción y fabricación

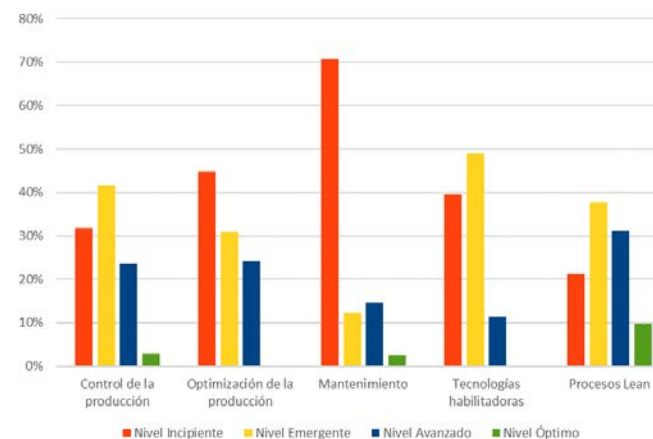
En el área de *producción y fabricación* se ha analizado el grado de adaptación en conjunto del proceso productivo hacia la industria 4.0, tratando de identificar aquellas soluciones empleadas para llevar cabo el control de máquinas, personas y proceso.

De ese modo se ha evaluado de qué modo se lleva a cabo la captura de datos de planta, si se utilizan soluciones para llevar a cabo un control avanzado de los equipos/maquinaria y del personal que interviene en el proceso productivo, y cómo realiza la empresa el control del proceso de productivo en sí mismo.

Se ha valorado también el grado de implantación de tecnologías habilitadoras de Industria 4.0 en las plantas de producción, así como el grado de conocimiento sobre ellas.

Asimismo, se ha realizado un análisis del grado de introducción en los procesos de fabricación de habilitadores como la robótica, la realidad aumentada y/o virtual, la visión por computador, fabricación aditiva o simulación de procesos, y si la introducción de todas estas tecnologías supone un valor añadido en el proceso.

Como aspectos destacables se identifican unos bajos niveles de adecuación al marco de la Industria 4.0 por parte de las empresas en los ámbitos de *optimización de la producción y mantenimiento*, donde un 58% y un 71% de las empresas respectivamente, se encuentran en el nivel incipiente, haciendo hincapié en los bajos porcentajes de empresas que se encuentran en niveles superiores sobre todo en lo relativo a este último ámbito. En este sentido ha de destacarse que, aunque hay empresas que recogen y disponen de datos necesarios y suficientes de sus equipamientos y procesos, posteriormente ni se aplican técnicas de análisis predictivo ni de optimización de producción.



GRÁFICA 19 PRODUCCIÓN Y FABRICACIÓN. NIVELES ALCANZADOS POR ÁMBITO.

Si bien es cierto que las empresas son conscientes de este hecho, tratando de identificar y desarrollar soluciones adaptadas que les permitan mejorar sus actividades en estos dos ámbitos, como se ha comentado, el grado de digitalización en las plantas y talleres es muy escaso o nulo en ocasiones, e igualmente ocurre con el grado de captura de datos en planta a través de sensorización o sistemas que requieran la interacción de los operarios.

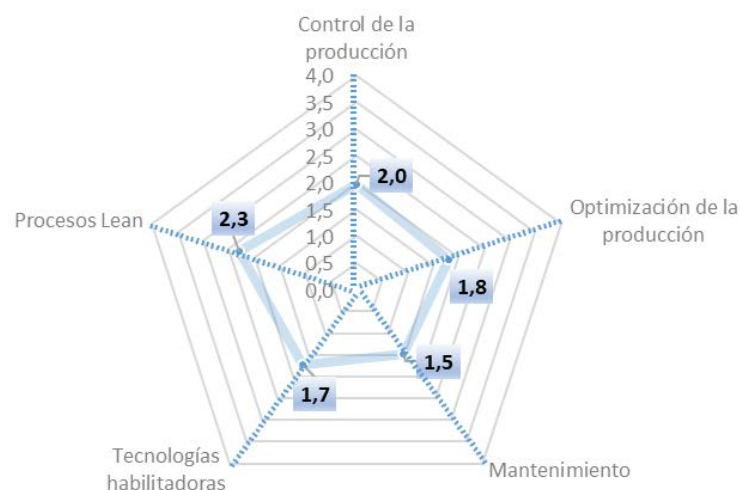
Se aprecia mayor nivel de adaptación o de incorporación de soluciones de Industria 4.0 en lo relativo a la introducción de *procesos Lean*, donde más de un 40% de empresas están en niveles avanzados y óptimos.

El 89% de las empresas se encuentra en niveles incipiente o emergente para la implantación de tecnologías habilitadoras en procesos de producción.

En el ámbito relativo a la implementación de *tecnologías habilitadoras*, el proceso lleva aún un ritmo lento, propiciado quizás con el análisis del encaje de los llamados habilitadores de la Industria 4.0 en la tipología de proceso productivo de las empresas diagnosticadas, y el análisis del impacto económico de esta implementación, con un buen número de empresas que se enmarcan

dentro de un nivel incipiente (40%), un ligero aumento de aquellas que se encuentran en un nivel emergente (49%), y solo un 11% de empresas alcanzan el nivel avanzado. Estos datos corroboran el escaso nivel de implementación de estas tecnologías habilitadoras, aunque en los casos identificados como nivel emergente sí se ha realizado la labor de evaluación del posible impacto de las soluciones o qué tecnología concreta puede ser de aplicación a la empresa.

En lo relativo a los valores de referencia para esta área, se observa como todos ellos (salvo el relacionado con procesos Lean) son inferiores al valor 2 correspondiente al nivel emergente, y que refleja que existe un largo camino de mejora para la transformación digital de los procesos de fabricación.



GRÁFICA 20 NIVEL MEDIO DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN EL ÁREA PRODUCCIÓN Y FABRICACIÓN.

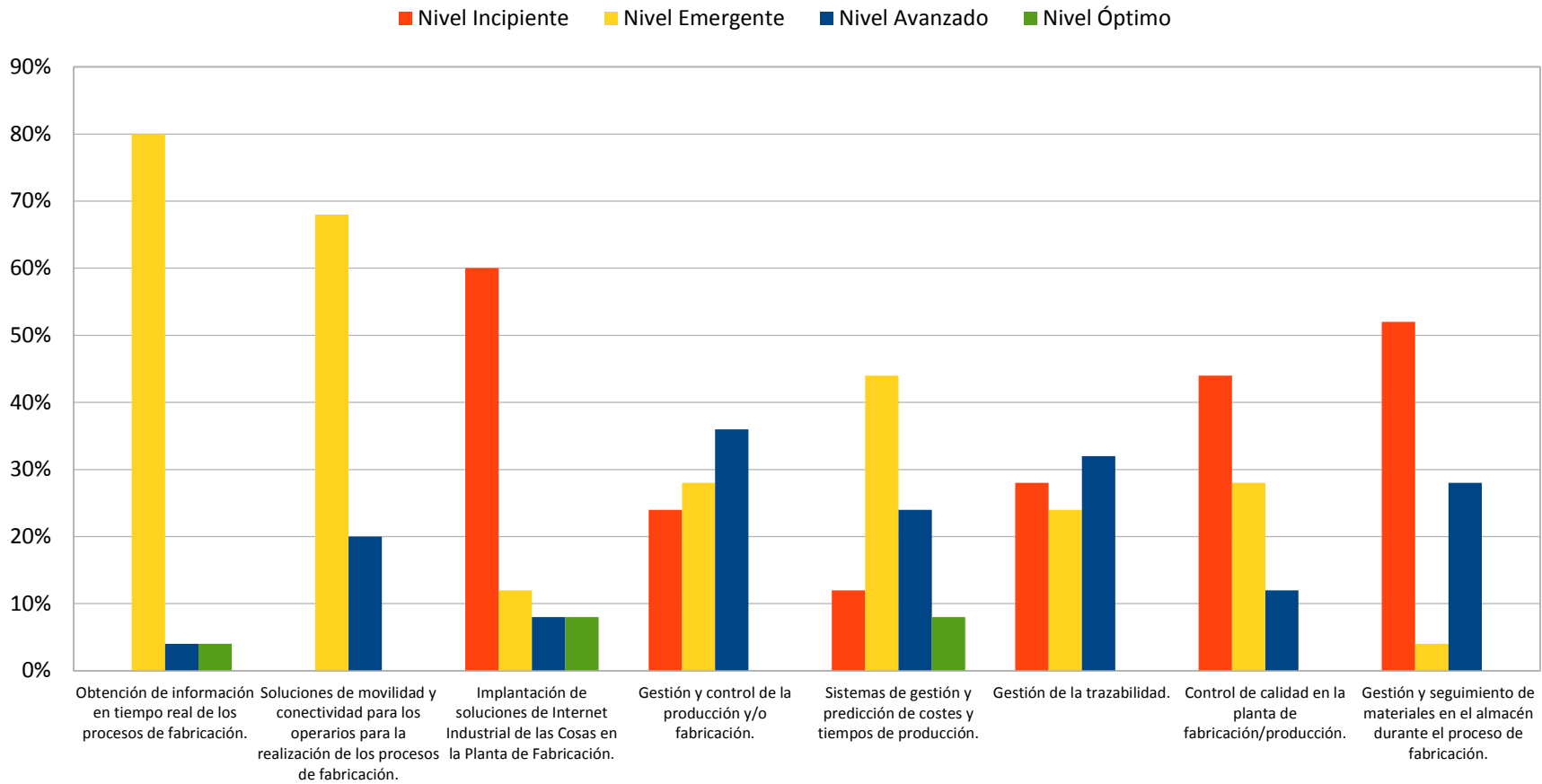
4.4.1. Control de la producción

Los niveles en que se encuentran las empresas diagnosticadas en lo relativo al *control de la producción* están por lo general entre el incipiente y emergente, lo que implica que no se están empleando soluciones digitales apropiadas, siendo necesario el mejorar en relación con la conectividad de equipos y operarios para mejorar el control del proceso productivo, a través de soluciones adaptadas a cada rama de actividad.

Destaca el alto porcentaje de empresas que se encuentran en un nivel incipiente en lo relativo a la implantación de soluciones de *Internet of things* en la planta de fabricación, lo que supone que más de la mitad de las empresas diagnosticadas no dispone de sistemas de captura de datos en planta en tiempo real, tanto de la propia información proporcionada por la maquinaria y equipos, como aquella que puedan procesar los operarios en el alcance de sus tareas. Es este uno de los campos de mejora a destacar en esta área, y que en muchos casos viene motivado por la propia tipología del proceso productivo que hacen que este tipo de soluciones aporte poco valor en el momento actual.

En este aspecto resaltar que, en el caso de nueva maquinaria, que por lo general ya cuenta con sistemas integrados de toma de datos, las empresas son conscientes tanto de la necesidad como de la posibilidad de realizar esta extracción de datos, pero aún se sigue haciendo de una manera escasamente digitalizada y mucho menos integrada. En el caso de maquinaria de mayor antigüedad, esta circunstancia es aún más compleja al tener que diseñar y ejecutar proyectos *ad hoc* para la sensorización de los equipos.

Otro de los aspectos a incidir en esta área es la implantación de *sistemas de gestión de predicción de costes y tiempos de producción*, junto con la implementación de *herramientas de control de calidad* en la planta de fabricación, donde las empresas muestran, de forma general, aún niveles incipientes en la implantación de este tipo de soluciones en sus instalaciones, muchas veces condicionadas por el propio proceso de fabricación.



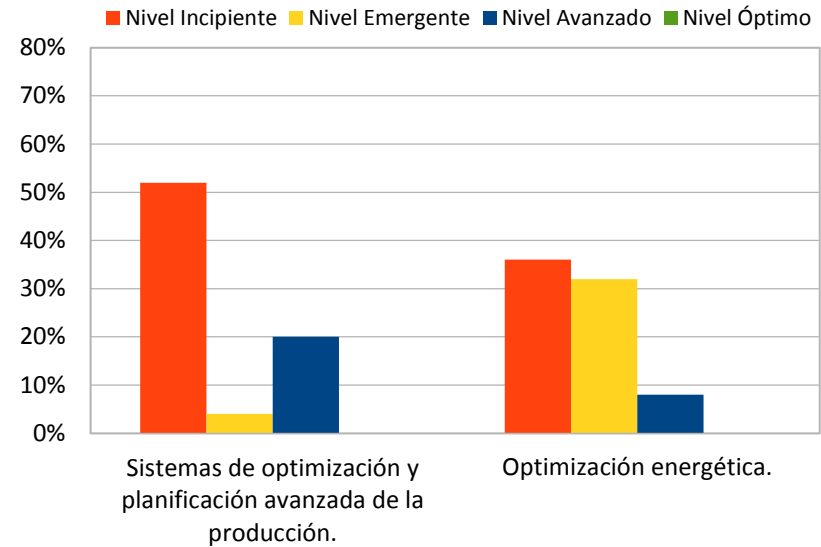
GRÁFICA 21 CONTROL DE LA PRODUCCIÓN. NIVELES ALCANZADOS POR ÁMBITO.

4.4.2. Optimización de la producción

La implementación de *sistemas de optimización y planificación de producción*, que posibiliten una disponibilidad inmediata de la información, la anticipación a posibles desviaciones y el uso eficiente de los recursos posibilitará una optimización de los recursos de producción disponibles. En este ámbito un 50% de las empresas se encuentra aún en un nivel incipiente, de modo que esta planificación no se realiza o de realizarse se hace de una manera manual sin el soporte de ningún software específico, siendo necesario incidir en las ventajas de la introducción de soluciones de planificación de producción adaptadas a sus procesos.

Del mismo modo la implantación de sistemas de control y optimización energética son bajos, con un 60% de empresas que se encuentran en niveles incipientes o emergentes en esta práctica, llegando en algunos casos a realizar estudios de eficiencia energética, pero sin concretar un sistema de gestión energética. En el proceso de análisis se considera que este ámbito no es de aplicación para una cuarta parte de las empresas dada la tipología de su proceso productivo.

El 50% de las empresas se encuentra en un nivel incipiente en cuanto a la implementación de sistemas de optimización y planificación avanzada de la producción.



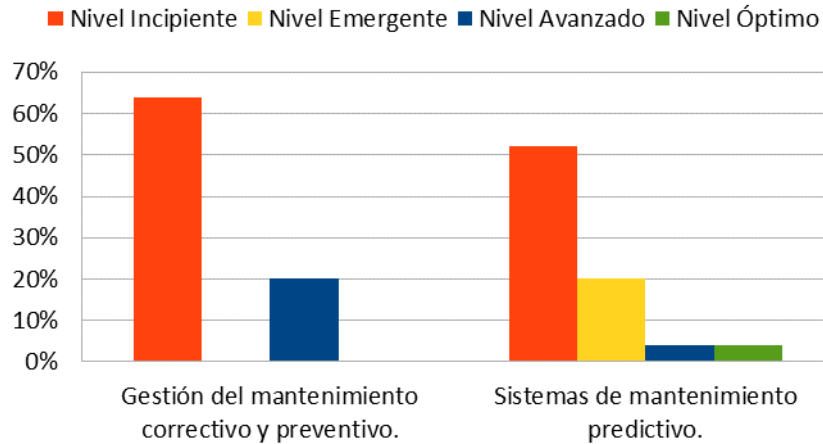
GRÁFICA 22 OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN. NIVELES ALCANZADOS POR ÁMBITO.

4.4.3. Gestión del mantenimiento

La gestión de mantenimiento es un aspecto importante en las plantas de producción, el *mantenimiento preventivo* gestiona las intervenciones planificadas de mantenimiento con un enfoque “cero averías” minimizando el número de paradas. Del mismo modo en el marco de la Industria 4.0 cobra especial importancia el concepto de *mantenimiento predictivo*, que posibilita la detección de fallos y defectos de maquinaria en etapas tempranas, evitando fallos más graves en el futuro y permitiendo por lo tanto una optimización del proceso productivo.

Siendo conscientes las empresas que han participado en el diagnóstico de la importancia de esta cuestión, destaca el bajo nivel de implantación de soluciones tecnológicas de gestión de mantenimiento, donde un 60% de empresas se encuentran en un nivel incipiente en lo relativo a la implementación de *herramientas de gestión de mantenimiento correctivo y preventivo*, lo que supone que la gestión de mantenimiento que realizan estas empresas se hace de una forma manual sin el soporte de ninguna aplicación informática. También se observa que el 50% se encuentra en el

mismo nivel en cuanto a la *implementación de sistemas de mantenimiento predictivo*, y por tanto no cuentan con ningún sistema de este tipo. Este bajo nivel de digitalización en estos procesos también se aprecia en el *bajo grado de sensorización y análisis de datos de los procesos productivos*.



GRÁFICA 23 MANTENIMIENTO. NIVELES ALCANZADOS POR ÁMBITO.

4.4.4. Tecnologías habilitadoras

Los datos recogidos en relación con la implementación de *tecnologías habilitadoras* de la Industria 4.0 en los procesos de producción muestran unos *bajos niveles de implementación de soluciones* tales como visión artificial, internet de las cosas, robótica colaborativa o tecnologías de *blockchain* entre otras, por parte de las empresas. Este hecho es en muchos casos debido a la baja adaptabilidad de estas tecnologías a problemas concretos de los procesos de producción actuales de las empresas y a una falta de conocimiento, por parte de las mismas, de las opciones y posibilidades que pueden suponer estas tecnologías para su mejora competitiva, lo que no permite ver actualmente la utilidad de su implantación.

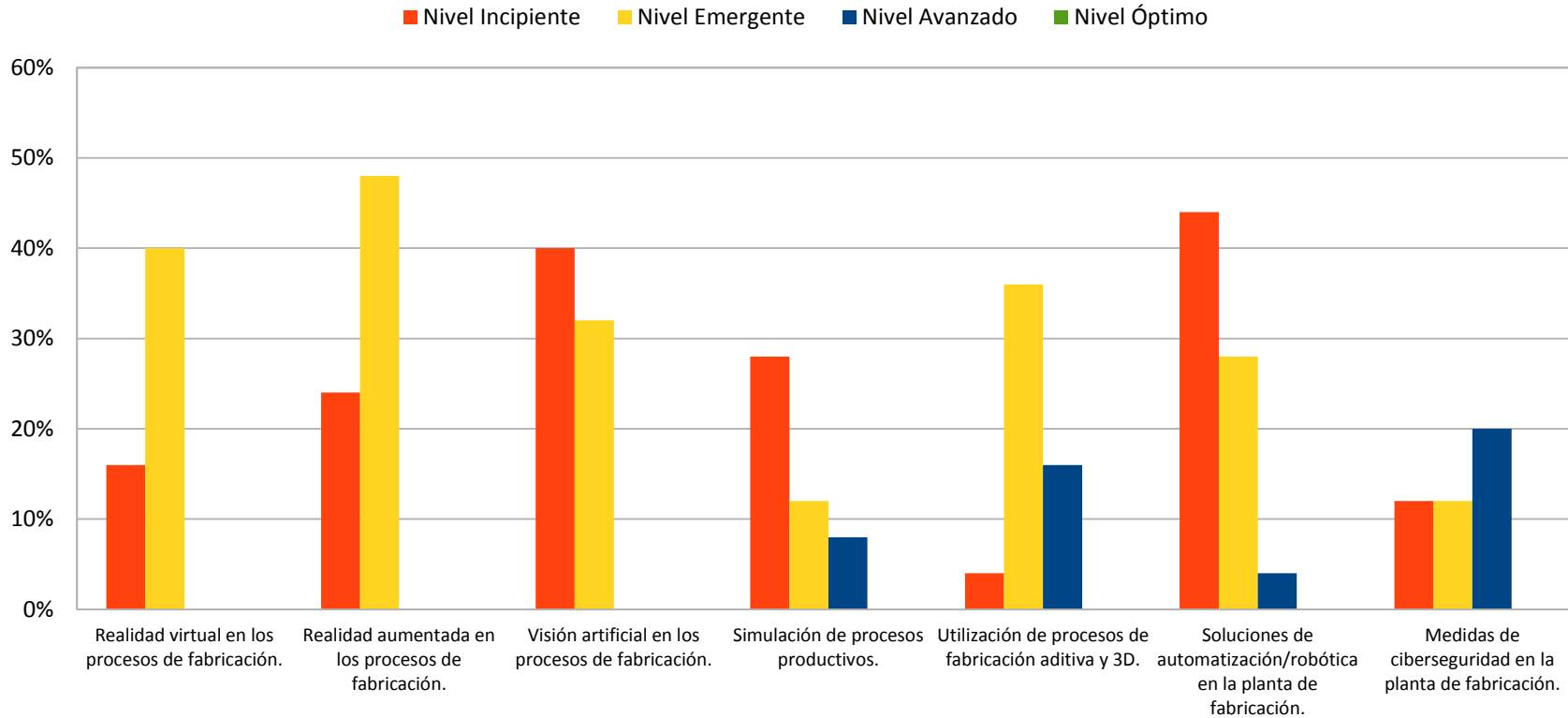
En lo relativo a *soluciones de visión*, se puede afirmar que más de la mitad de las empresas o bien no conocen las utilidades de esta tecnología o bien aun

conociéndolas no las aplican, aunque si estimen interesante hacerlo en algunas áreas de su negocio. Algo similar ocurre para los *procesos de simulación*, donde solamente menos del 10% de las empresas emplean herramientas de simulación para el control y mejora de sus procesos de fabricación.

El 20% de las empresas ha establecido medidas de ciberseguridad industrial para garantizar la seguridad de sus plantas.

Otro aspecto que destacar es el *escaso nivel de empleo de soluciones de automatización y robótica en las plantas de fabricación*, dado que más de las dos terceras partes de las empresas o directamente no utilizan estas tecnologías o solo lo hacen en procesos concretos. Aunque se considere que esta tecnología pueda no ser aplicable al sector actualmente por su complejidad o coste, el incremento del uso de la robótica puede convertirse en un elemento fundamental para la mejora de la competitividad a través de la reducción de costes y el aumento de la productividad. Por ello se hace necesario que las empresas estén vigilantes ante el desarrollo de esta tecnología.

El hecho de que las empresas incorporen los diferentes habilitadores digitales en sus plantas de fabricación hace que los entornos industriales puedan verse afectados por las mismas vulnerabilidades y amenazas asociadas a cualquier entorno tecnológico. Por eso se hace necesario hacer hincapié en las *medidas de seguridad* a implantar en un centro de producción con el objetivo de asegurar la disponibilidad de máquinas y dispositivos instalados. En este sentido, dado que el porcentaje de empresas que disponen de conectividad de sus plantas es bajo, sólo un 20% han establecido medidas de ciberseguridad industrial para garantizar la seguridad de sus plantas.



GRÁFICA 24 TECNOLOGÍAS HABILITADORAS. NIVELES ALCANZADOS POR ÁMBITO.

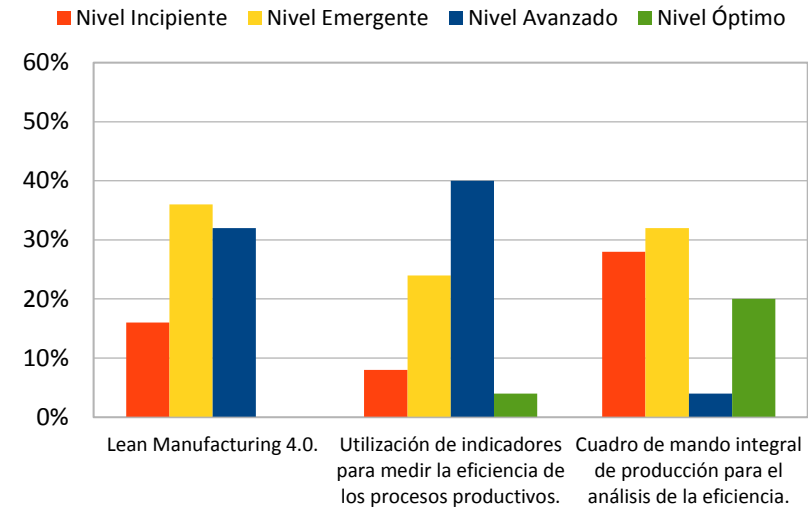
4.4.5. Procesos Lean

En lo relativo a la implementación de *procesos Lean*, bajo el concepto de *Lean manufacturing*, eliminación o reducción de desperdicios que no agregan valor al producto, un porcentaje significativo de empresas muestra un nivel avanzado en el *uso de indicadores de medición de la eficiencia de los procesos productivos*, siendo un 40% las empresas englobadas en este nivel, lo que significa que aunque se realiza el cálculo de estos indicadores de mejora se hace aún de manera manual, en base a la información facilitada por los operarios.

Las empresas han de ser conscientes que, estableciendo indicadores de eficiencia general de los equipos, vinculados a los sistemas de control de producción, se podrá medir la eficacia productiva de cualquier proceso en el que intervengan máquinas, personas o la combinación de ambos, como es el caso de la gran mayoría de las empresas diagnosticadas, donde el peso de trabajo de los operarios es elevado.

En el ámbito de *implantación de sistemas y metodologías de Lean manufacturing* se alcanza un 50% de empresas que están aún en niveles incipientes o emergentes de cumplimiento de esta práctica, lo que supone que estas empresas no aplican este tipo de técnicas en su actividad, aun conociendo los efectos positivos de su aplicación.

También es escaso el número de empresas que disponen de *cuadros de mando* que aporten datos para realizar un análisis de la eficiencia productiva, además de integrarlos con los datos económicos.



GRÁFICA 25 PROCESOS LEAN. NIVELES ALCANZADOS POR ÁMBITO.

Hay que insistir en que la Industria 4.0 puede ayudar a aplicar los beneficios del enfoque Lean en procesos y operaciones donde antes parecía inviable, tratando de evitar sobreproducciones, tiempos de espera, defectos en productos manufacturados, etc.

4.5. Aprovisionamiento y logística

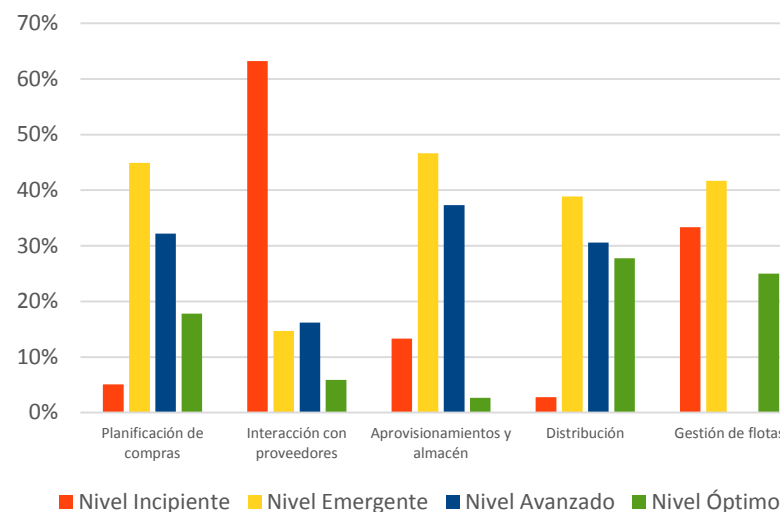
El análisis del área de **aprovisionamiento y logística** trata de determinar cuál es la posición de las empresas en cuanto al empleo de soluciones de Industria 4.0 en los procesos de aprovisionamiento y logística.

Así se han analizado el grado de empleo de tecnologías para llevar a cabo los procesos de planificación de compras y las herramientas con las que se realiza el proceso de interacción con proveedores. También se ha analizado el grado de adaptación a la Industria 4.0 en el proceso de aprovisionamiento y gestión de almacenes, desde el punto de vista de cómo se realiza el control de las mercancías, si se emplean herramientas tecnológicas para facilitar la distribución interna de las mismas, en el control de datos y trazabilidad, etc. Adicionalmente, se ha estudiado el nivel de empleo de herramientas de Industria 4.0 en el proceso de distribución, evaluando su empleo en tareas como la gestión de pedidos, la gestión y seguimiento de entregas, etc. Por último, se ha evaluado en qué medida se emplean este tipo de herramientas en la gestión de flotas en cuanto si la empresa emplea herramientas concretas para llevar a cabo la gestión de rutas, vehículos y personas.

Analizando los datos obtenidos se puede destacar que un alto porcentaje de empresas se encuentran en un nivel incipiente en lo relativo a la incorporación de **herramientas tecnológicas de interacción con proveedores** (63%), cuya valoración media se queda en un 1,6 sobre 4, lo que refleja una clara necesidad de mejora en este ámbito puesto que en el marco de la Industria 4.0 es esencial la integración en la cadena de valor tanto de proveedores como de clientes.

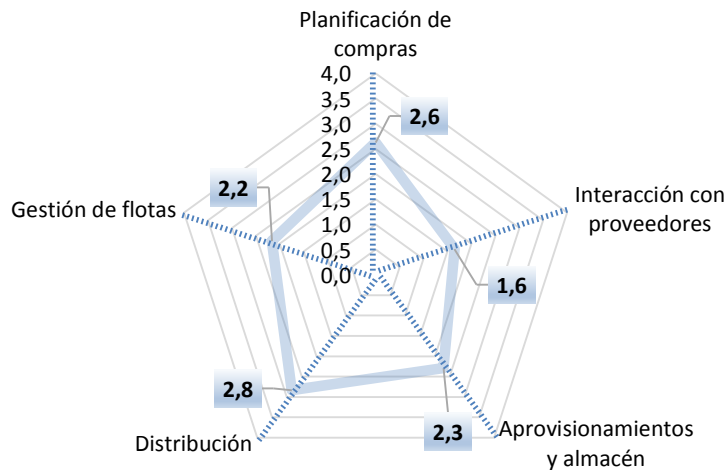
En lo relativo a los ámbitos de **planificación de compras** y **aprovisionamientos y almacén** se observa que más del 40% de las empresas aún se encuentran en un nivel emergente en la utilización de soluciones tecnológicas para su gestión, si bien hay un porcentaje de empresas superior al 30% que ya se encuentran en un nivel avanzado siendo conscientes de la importancia de incorporar este tipo de soluciones, y en las que hacen hincapié como fases directamente relacionadas con el proceso productivo.

Por último, comentar que en lo relativo a **gestión de flotas**, se observa un porcentaje significativo de un 25% de empresas que obtienen una valoración de nivel óptimo para esta área, lo que contrasta con porcentajes altos también para los niveles más bajo. Se entrará más adelante en un análisis de este hecho como del **ámbito de la distribución**, donde se produce una circunstancia similar con un 28% en un nivel óptimo en contrapartida con un 39% en un nivel emergente.



GRÁFICA 26 NIVELES DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN EL ÁREA DE APROVISIONAMIENTO Y LOGÍSTICA.

En lo relativo a los valores de referencia para esta área, se observa como existe disparidad entre el valor medio para los diferentes ámbitos analizados puesto que en los casos de planificación de compras (2,6) y distribución (2,8) nos encontramos con un nivel próximo al avanzado, pero en cambio el ámbito de interacción con proveedores (1,6) no se llega al alcanzar el nivel emergente.



GRÁFICA 27 NIVEL MEDIO DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN Y FABRICACIÓN.

4.5.1. Planificación de compras

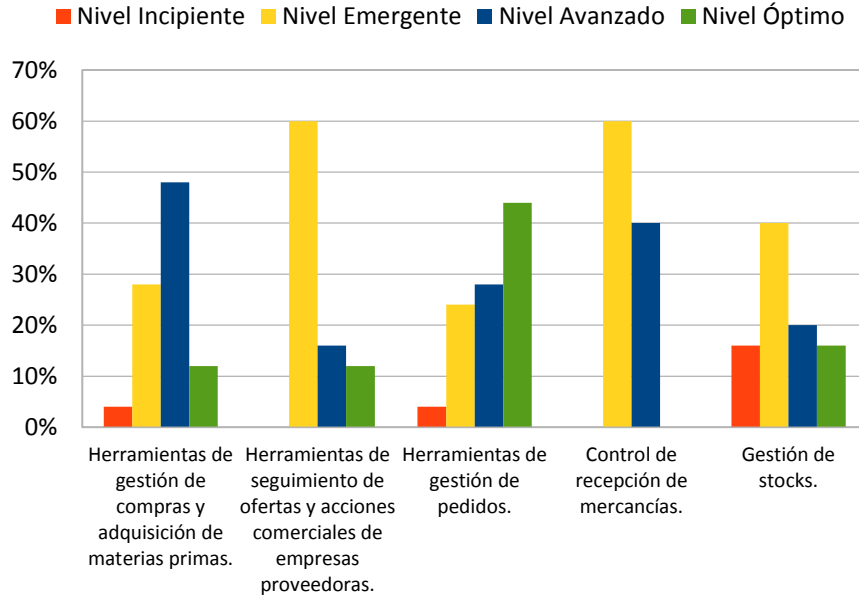
Comenzamos el análisis detallado de esta área con el ámbito de *la planificación de Compras*, en el que es necesario insistir en que una buena gestión de este proceso redundará adecuadamente en el control del estado de los pedidos realizados, y sobre todo permitirá disponer de información actualizada de los gastos y del estado de la mercancía. En el marco de la Industria 4.0, herramientas como los sistemas de gestión de compras permiten una mejor integración de mercados y proveedores en la cadena de valor, a través del intercambio y análisis masivo de datos.

Respecto a los ámbitos analizados se observa que cerca del 50% de las empresas se encuentran en un nivel avanzado en lo relativo a disposición de herramientas de *gestión de compras*, debiendo mejorar en lo relativo al control de la trazabilidad. Adicionalmente, un 40% se encuentra en un nivel óptimo para la implementación de *herramientas de gestión de pedidos*, lo que da idea de la importancia que la implementación de este tipo de soluciones.

Es necesario profundizar en el análisis de opciones disponibles para mejorar la implantación de *herramientas para el seguimiento de ofertas y acciones comerciales de proveedores*, dado que un 60% de empresas se encuentra en un nivel emergente, lo que significa que el empleo de soluciones tecnológicas específicas es aún escaso, primando los controles a través de documentación en papel o a través de documentos ofimáticos.

Hay que prestar atención igualmente al alto porcentaje de empresas, un 60%, que se engloban en un nivel emergente en lo relativo al uso de *herramientas de control de recepción de mercancías*, y por tanto continúan realizando este control de una manera poco digitalizada, con predominio de documentación en papel y a través de herramientas ofimáticas. El hecho de disponer de herramientas específicas supondrá que las empresas dispongan de información sobre los materiales recibidos, su ubicación en el almacén, características y datos de producto, etc. Esta información de valor permitirá la optimización de todo el proceso y la disminución de desperdicios. Este aspecto ha de ir en consonancia con la implementación de *herramientas de control de stocks* donde, como muestran los datos, aún poco más del 30% de las empresas se encuadran en niveles avanzados u óptimos en este proceso,

gracias al empleo de ciertas herramientas tecnológicas que permiten semiautomatizar el proceso.



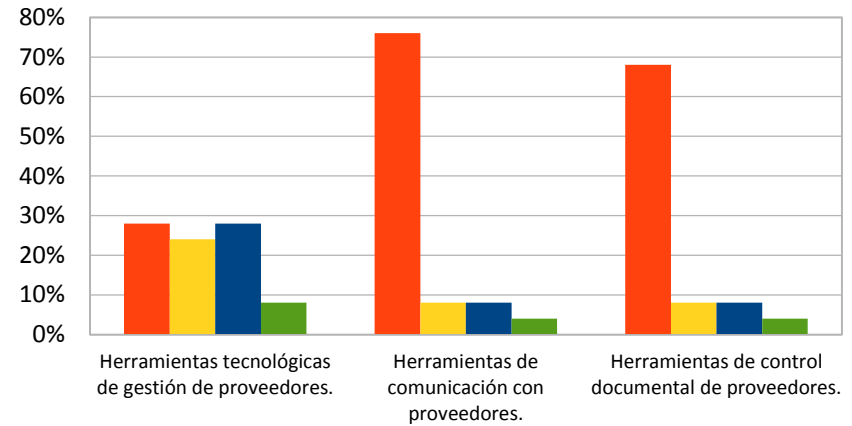
GRÁFICA 28 PLANIFICACIÓN DE COMPRAS. NIVELES ALCANZADOS POR ÁMBITO.

4.5.2. Interacción con proveedores

El ámbito de la *interacción con proveedores* es de vital importancia dado el gran impacto que suponen sobre aspectos económicos y de calidad de producto. Poner en marcha procedimientos de selección de proveedores con el soporte de herramientas digitales permitirá mejorar la integración de la cadena de suministro de la empresa seleccionando aquellos más adecuados para cada fase del proceso productivo.

Por lo general las empresas hacen un escaso uso tanto de *soluciones tecnológicas de comunicación* como de *control documental con proveedores*, puesto que un 70% se encuentran en un nivel incipiente en esta práctica, por tender al uso de canales tradicionales, frente a la consideración del uso de estas herramientas digitales.

■ Nivel Incipiente ■ Nivel Emergente ■ Nivel Avanzado ■ Nivel Óptimo



GRÁFICA 29 INTERACCIÓN CON PROVEEDORES. NIVELES ALCANZADOS POR ÁMBITO.

Cerca de un 70% de las empresas no han implementado herramientas tecnológicas de control documental de sus proveedores.

4.5.3. Aprovisionamiento y almacén

Dentro del ámbito de *aprovisionamiento y almacén* se ha analizado el grado de implantación de herramientas tecnológicas para la gestión de almacén, de modo que se garantice una mayor fiabilidad del control de mercancías, reduciendo posibles pérdidas y aumentando el control sobre movimientos de mercancías y trazabilidad de las mismas.

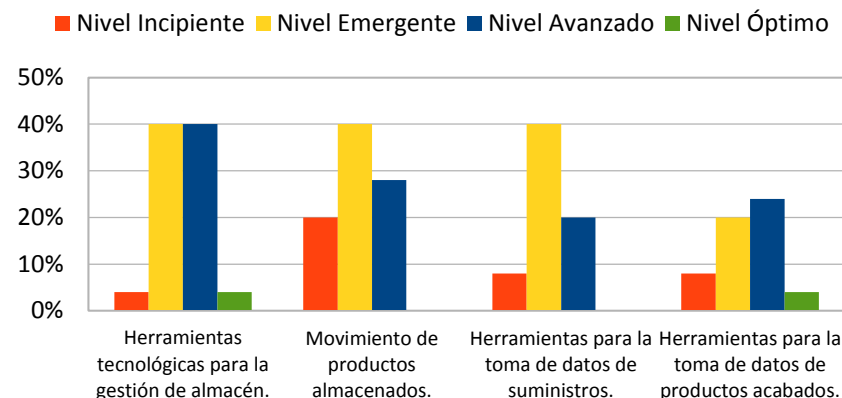
A partir de los datos recopilados, donde un 40% de empresas se encuentran en nivel emergente, realizando el control de una manera manual y en base a estimaciones de producción y ventas, se concluye qué porcentaje significativo de las empresas aún no está concienciado sobre la importancia de la

implementación de estas herramientas. En contraposición sí encontramos otro 40% de empresas que son conscientes de su importancia, puesto que se encuentran en un nivel avanzado gracias a que han introducido al menos en alguna fase del proceso *herramientas tecnológicas para la gestión de almacén*, que les permiten agilizar los acopios de materias primas y suministros en función de la información interna generada por cada departamento.

En similares valores se mueven las empresas en los ámbitos de *movimiento de productos almacenados*, donde se valora el grado de implantación de sistemas de logísticos de almacén más ágiles y que mejoren el control. Dado que tenemos un 60% de empresas que se mueven entre los niveles incipiente y emergente, realizando estas operaciones de una marea manual y a demanda, siendo necesario valorar la potencialidad del uso de estos sistemas y su impacto en este proceso.

Igualmente ocurre en lo relativo a las *herramientas de toma de datos de suministros*, donde las empresas han de valorar el interés de incorporar tecnologías de toma de datos a través de etiquetados o de seguimiento de trazabilidad como por ejemplo a través de blockchain. En este sentido nuevamente solo un 20% de empresas muestran un nivel avanzado en esta práctica, gracias a la utilización de soluciones tecnológicas en al menos alguna fase del proceso.

Destacar también la no aplicación en muchas empresas de la implementación de soluciones de *toma de datos de suministros y productos almacenados*. El hecho de que la tipología de los productos comercializados no sea susceptible de realizar una toma de datos bajo el estándar de la industria 4.0, hace que para varias empresas estos indicadores no sean objeto de valoración.



GRÁFICA 30 APROVISIONAMIENTO Y ALMACÉN. NIVELES ALCANZADOS POR ÁMBITO.

4.5.4. Distribución

En el ámbito de la *distribución* se identifican gran número de empresas en las que este proceso no tiene un peso específico en la cadena de valor de la empresa, por lo que no ha sido objeto de valoración. En aquellas empresas en que aplica (menos de una cuarta parte de las mismas) se puede concluir que éstas muestran una disparidad de nivel en cuanto a la *gestión de canales de distribución* dado que un 12% de las mismas está en el nivel emergente, al seleccionar los canales de distribución más apropiados en cada caso de una manera improvisada y a demanda en base a necesidades, y el 11% en el óptimo, evaluando de manera sistemática los canales de distribución óptimos en base a las características de producto y cliente. Valores que se distribuyen entre otros niveles, cuando nos referimos a la implantación de *herramientas de preparación de pedidos o seguimiento de entregas*, donde más de un 20% de empresas se encuadran en el nivel avanzado al utilizar soluciones tecnológicas en puntos concretos del proceso, pero en cambio un 30% se encuadra en el nivel emergente, al realizar este seguimiento de entregas de una manera manual con predominio de documentación en papel u ofimática.

4.5.5. Gestión de flotas

El ámbito de la *gestión de flotas* es un proceso que no aplica a la gran mayoría de las empresas puesto que es una labor que tienen totalmente externalizada a una empresa experta que les provee de dichos servicios. Sólo una de las empresas diagnosticadas se encarga de dicha gestión internamente obteniendo un nivel entre avanzado y óptimo para las diferentes prácticas que conforman este ámbito.

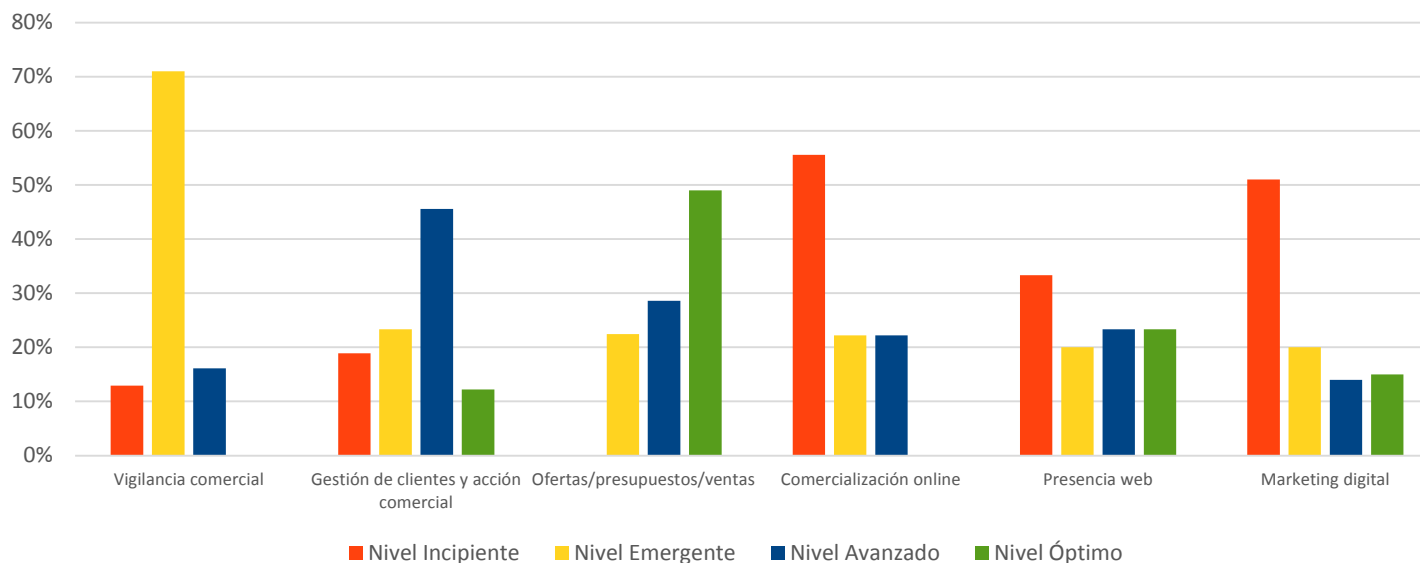
4.6. Promoción y comercialización.

En el área *promoción y comercialización* se ha analizado el grado de implantación de soluciones de Industria 4.0 en las actividades e promoción, comercialización y relación con los clientes.

Se ha realizado una evaluación del proceso de vigilancia comercial, haciendo hincapié en el empleo de herramientas tecnológicas en el proceso de captura de información y su tratamiento posterior, así como el grado de adaptación a la Industria 4.0 de la gestión de clientes y las acciones comerciales. Igualmente se han analizado qué soluciones se emplean a la hora de gestionar ofertas y presupuestos. También se ha realizado una evaluación de la gestión web de la empresa, que permite establecer su posición actual en cuanto a los procesos de comercialización online y las acciones de marketing digital, llevándose a cabo también el análisis de su presencia web bajo enfoques tales como su funcionalidad y accesibilidad, su preparación y adaptación para dispositivos móviles, etc.

Las empresas han de valorar la importancia de que el equipo comercial trabaje de forma integrada con el resto de departamentos de la empresa, realizando labores de vigilancia para detectar oportunidades y evaluando la implementación de herramientas de gestión de cliente, con el objetivo de controlar de manera eficiente las acciones comerciales que se llevan a cabo. Si bien es cierto que muchas de las empresas diagnosticadas disponen ya de este tipo de soluciones, no se ha de olvidar que estos sistemas deberán estar integrados con el resto de sistemas empresariales, de modo que puedan elaborarse de forma ágil posibles ofertas en base a datos reales de producción (plazos, costes, etc.).

Desglosando el área genérica en sus correspondientes ámbitos se ha analizado en primer lugar el grado de incorporación de soluciones y herramientas para llevar a cabo la *vigilancia comercial*, donde un 71% de empresas realizan esta actividad de un modo tradicional, englobándose dentro de un nivel emergente, desconociendo las ventajas que puede suponer la incorporación de procedimientos y herramientas específicas para esta vigilancia.



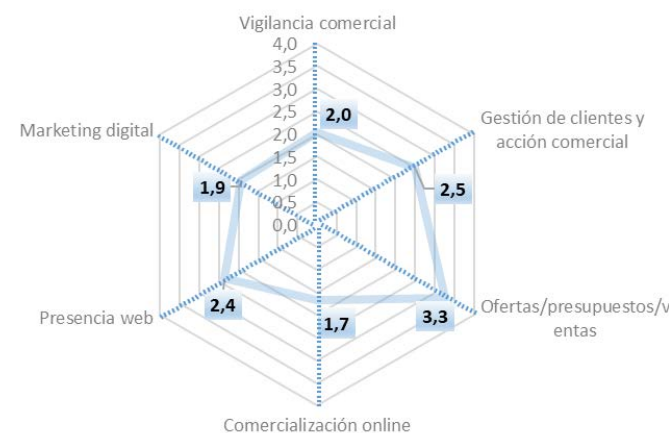
GRÁFICA 31 NIVELES DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN EL ÁREA DE PROMOCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

Las empresas diagnosticadas son conscientes de la necesidad de implantación de soluciones de *gestión de clientes y acción comercial*, dado que se identifican un 46% que se encuentran en un nivel avanzado de cumplimiento de esta práctica, con una implantación efectiva de *soluciones específicas de gestión de clientes*, y que, aunque de una manera básica utilizan de manera habitual. Igualmente ocurre en el caso de implantación de soluciones tecnológicas para la gestión de *ofertas, presupuestos y ventas*, donde la asimilación y buen uso de estas herramientas hace que un 75% de empresas puedan ser valoradas con grados de cumplimiento avanzados u óptimos.

En cambio, las empresas muestran escasa implementación de soluciones de *comercialización online*, el *marketing digital* y la *presencia web*, con predominancia de empresas que se encuentran en un nivel incipiente, bien porque no disponen de sitio web como herramienta de captación de clientes o porque del que disponen está escasamente optimizado (escasa calidad y actualización de contenidos, no realización de acciones de posicionamiento, etc.). Este hecho puede estar motivado porque el sector no considera interesante la potenciación y aprovechamiento de estos canales digitales al estar habituados a un canal de comercialización muy tradicional basado en el contacto personal con el cliente.

En lo relativo a los valores de referencia para esta área, se observa como para varios de ellos como son los relativos a la vigilancia comercial, marketing digital y comercialización online los datos son igual o inferiores al nivel emergente.

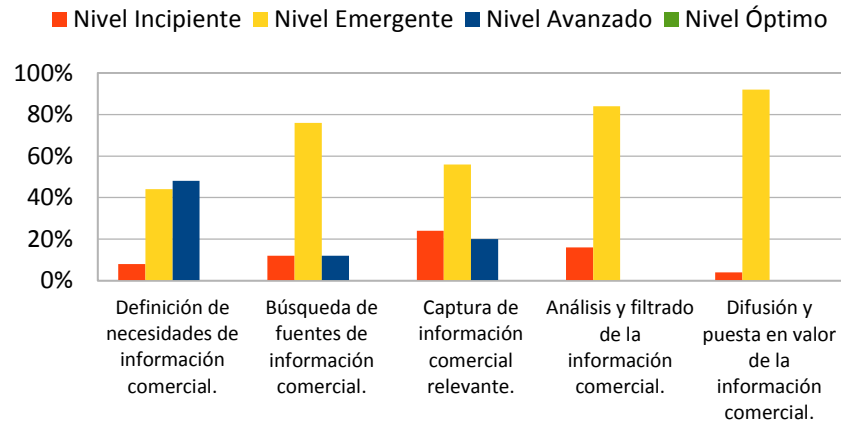
El 50% de las empresas cuenta con un nivel óptimo en procesos de gestión de ofertas y presupuestos.



GRÁFICA 32 NIVEL MEDIO DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN EL ÁREA DE PROMOCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN.

4.6.1. Vigilancia comercial

Haciendo hincapié en el ámbito de la *vigilancia comercial* destacar el gran número de empresas que se encuentran en un nivel emergente en todos los indicadores asociados, lo que supone que si bien no consideran esta actividad como crítica para el desarrollo de sus actividades, si comienzan a ser conscientes de las ventajas que puede suponer la implementación de procedimientos apoyados en herramientas digitales para llevar a cabo acciones de *captura de información comercial* o *análisis y filtrado* de la misma, que incluso permitan una gestión automática.

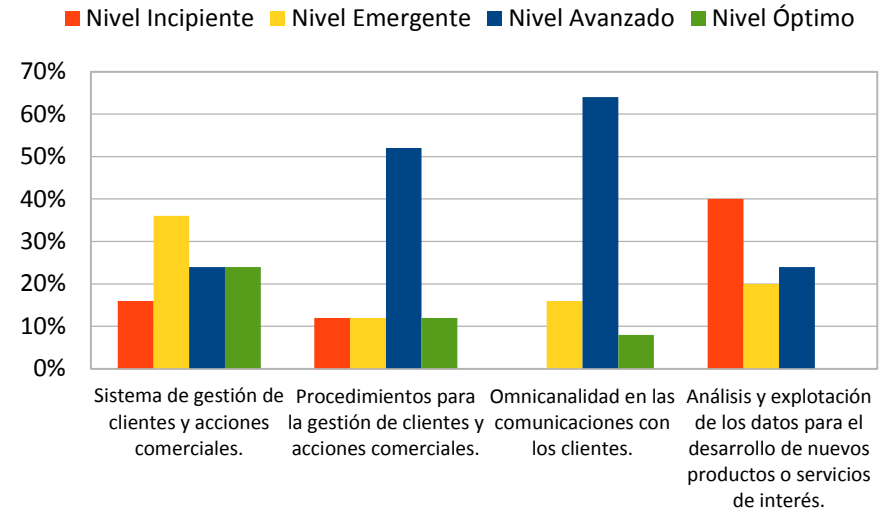


GRÁFICA 33 VIGILANCIA COMERCIAL. NIVELES ALCANZADOS POR ÁMBITO.

4.6.2. Gestión de clientes y acción comercial

En la relativo a la *gestión de clientes y acción comercial* las empresas consideran relevante la importancia de establecer procedimientos para gestión de clientes y acciones comerciales apoyados en soluciones tecnológicas específicas, junto con la omnicanalidad en las comunicaciones con ellos. Así lo demuestra el hecho de que más del 50% de empresas alcanzan el nivel avanzado de cumplimiento, gracias a la utilización de herramientas de gestión de clientes de manera habitual.

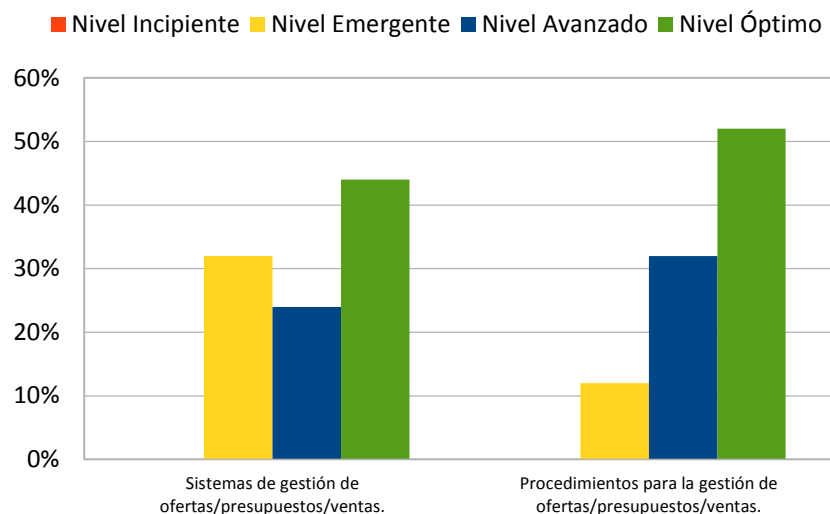
Hay que insistir en la necesidad de apoyarse en los *sistemas de gestión de clientes* como herramienta adecuada y accesible para todo el personal implicado en estas actividades y no olvidar que la información de los clientes, como uno de los activos más importantes de cualquier actividad puede ser la base de decisiones estratégicas futuras.



GRÁFICA 34 GESTIÓN DE CLIENTES Y ACCIÓN COMERCIAL. NIVELES ALCANZADOS POR ÁMBITO.

4.6.3. Ofertas, presupuestos y ventas

La generación de ofertas y presupuestos a clientes, así como el control de ventas realizadas son aspectos de relevancia para las empresas industriales, si la gestión de ambas se realiza adecuadamente será mucho más fácil disponer de información de la evolución de las ofertas presentadas con vistas a una adecuada planificación financiera. De acuerdo con los datos recopilados, esto parece confirmarse en lo relativo a la implantación de sistemas de *gestión de ofertas*, presupuestos y ventas, y la existencia de procedimientos para la gestión de estos conceptos, alcanzando más de un 50% de las empresas diagnosticadas el nivel óptimo en la evaluación de este indicador, gracias a la implantación de sistemas de gestión integrales que cubren también este proceso.



GRÁFICA 35 OFERTAS, PRESUPUESTOS Y VENTAS. NIVELES ALCANZADOS POR ÁMBITO.

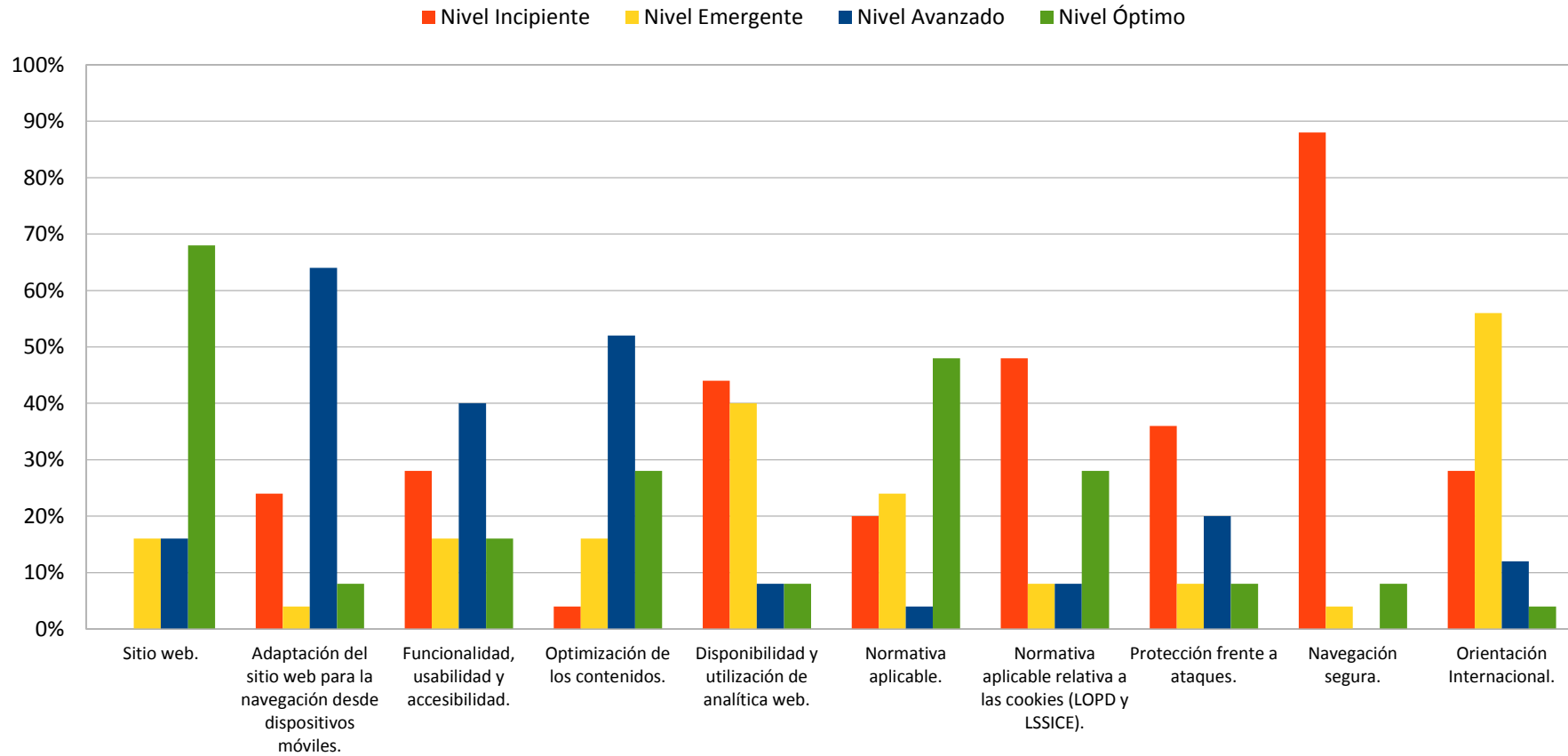
4.6.4. Presencia web

En el ámbito de la *comercialización online* han sido escasas las empresas objeto de análisis, que piensen que su tipología de productos comercializados pueda tener el canal online como un elemento esencial de su estrategia comercial, sin embargo, es necesario que las empresas tengan en cuenta las nuevas formas de comercialización, más en un entorno globalizado en el que un aprovechamiento de soluciones dentro del proceso de transformación digital puede contribuir a mejorar los canales de comercialización abiertos en la actualidad.

Dentro del ámbito de la presencia web, gran parte de las empresas muestran un nivel óptimo (68%) en lo relativo a la *gestión de su sitio web*, gracias a desarrollos a medida y la posibilidad de modificar el diseño o los contenidos en caso necesario, bien de manera interna o a través de un proveedor de servicios web. También encontramos un alto porcentaje de nivel avanzado (64%) en cuanto a la *adaptación móvil* del mismo, con un diseño *responsive* para todo su contenido. En contrapartida es necesario mejorar en lo relativo a la

disponibilidad y utilización de analítica web, (84% de las empresas se encuentra en los niveles incipiente o emergente) obteniendo partido de las posibilidades que una adecuada gestión de estos datos puede suponer a nivel de marketing digital. Igualmente, las empresas diagnosticadas han de prestar atención a aspectos como la *mejora de seguridad frente ataques* (36% en un nivel incipiente) o al *establecimiento de protocolos de navegación segura*, donde la gran mayoría de las empresas (88%) se encuentra en un nivel incipiente que refleja que no tienen implantada en su página ningún protocolo de comunicación segura.

Sí es interesante destacar que muchas de las empresas diagnosticadas se encuentran en niveles incipiente (28%) o emergente (56%) en lo relativo a la *orientación internacional de su presencia web*, cuando realmente son empresas inmersas en procesos de internacionalización o que desarrollan gran parte de sus actividades comerciales en el ámbito internacional.



GRÁFICA 36 PRESENCIA WEB. NIVELES ALCANZADOS POR ÁMBITO.

El 84% de las empresas se encuentra en niveles incipiente o emergente en cuanto a la utilización de soluciones de analítica web.

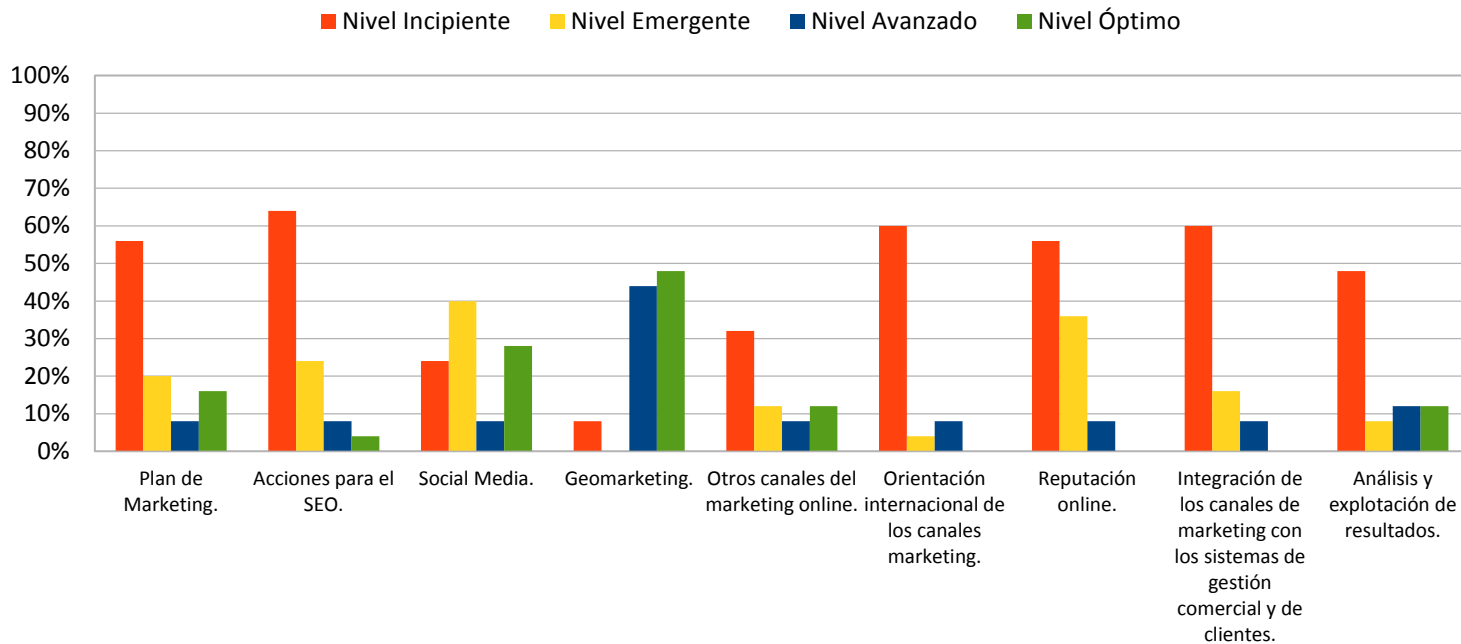
4.6.5. Marketing digital

Por lo general las empresas diagnosticadas muestran niveles incipientes en el área del *marketing digital*, dado que en muchos casos no se cuenta siquiera con un *plan de marketing* (56% de las empresas se encuentran en un nivel incipiente) realizándose las acciones de marketing de forma aislada y sin una integración estratégica.

Es destacable la importancia que tienen las redes sociales para un porcentaje de las empresas diagnosticadas que se ve reflejado en que el 28% está llevando a cabo de forma óptima su *presencia en redes sociales*. En cambio, no se le está prestando la suficiente atención a un elemento esencial de cualquier estrategia de promoción online como son las acciones de SEO (posicionamiento orgánico de la página web) ya que el 88% de las empresas o no ha aplicado ninguna técnica SEO a su página web, o de hacerlo ha sido sobre cuestiones muy básicas, pero sin sacarle partido a las posibilidades de mejora del posicionamiento.

Como ocurría en el caso de la página web, la estrategia de *marketing digital internacional* no existe para la gran mayoría de las empresas, donde el 60% no ha desarrollado ningún tipo de acción en esta línea.

Si bien todas las áreas son importantes ha de hacerse hincapié en el hecho de no aprovechar acciones interesantes como el *análisis de datos* para la mejora del posicionamiento web o la *integración de los canales de marketing con los sistemas de gestión comercial*, como ámbitos que pueden suponer alto impacto para las labores comerciales de las empresas, y donde encontramos datos muy significativos como que 3 de cada 4 empresas no tienen integrados sus canales de marketing digital con una estrategia comercial. En contrapartida si se aprecia un porcentaje reducido (12%) que se están analizando y explotando los datos de analítica web de forma óptima.



GRÁFICA 37 MARKETING DIGITAL. NIVELES ALCANZADOS POR ÁMBITO.

4.7. Innovación tecnológica

La última área analizada dentro del diagnóstico ha sido la relativa a la *innovación tecnológica*, donde se ha evaluado la política de innovación de las empresas, analizando cuál es el valor añadido que el concepto de innovación supone para éstas.

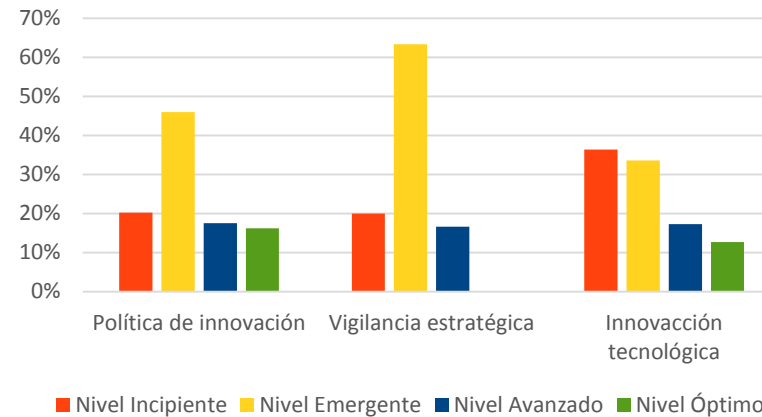
Se ha analizado el proceso de *vigilancia tecnológica*, tratando de identificar el nivel de la empresa en cuanto a la captura de información, la forma de realizar su difusión o el nivel de gestión de fuentes de información entre otros aspectos, de tal modo que se puedan proponer acciones de mejora en caso necesario.

Por último, se ha analizado el proceso de innovación tecnológica, evaluando cómo la empresa realiza esta actividad bajo puntos de vista como la utilización de tecnologías de carácter innovador a la hora de realizar nuevos proyectos o el grado de ejecución de proyectos con un componente de innovación tecnológica.

Dentro de las empresas diagnosticadas, se puede decir que, aun siendo conscientes del peso de la innovación en la estrategia de la empresa, éstas no alcanzan niveles más allá de incipiente o emergente en el ámbito de la *política de innovación*, que incluye un análisis de la importancia del concepto innovación para la empresa, junto con la disposición de un departamento específico de innovación y la política de fomento del intraemprendimiento. Esto queda confirmado con el dato de que el 32% de empresas se encuentran en niveles avanzado u óptimo de cumplimiento en este ámbito.

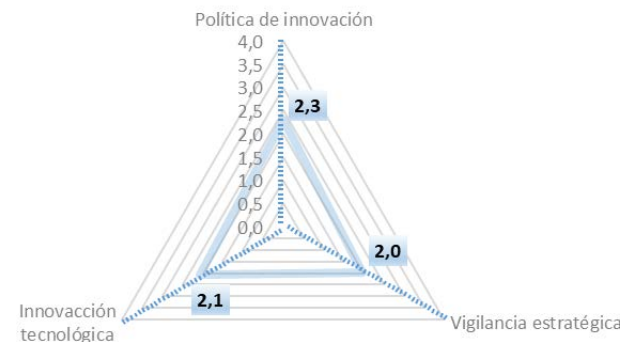
Similar conclusión se puede realizar del análisis del ámbito de *vigilancia estratégica* que comprende la búsqueda, captura, transmisión y análisis de información de interés estratégico para la organización y que le permitirá servir de base para tomar decisiones relevantes para su futuro.

Decir asimismo, que las empresas siguen sin ser conscientes de la importancia del concepto de *innovación tecnológica*, con un porcentaje conjunto superior a un 60% de empresas que se encuentran en niveles incipiente o emergente.



GRÁFICA 38 NIVELES DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN EL ÁREA DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA.

Estos datos permiten afirmar que se ha de realizar un mayor esfuerzo en la mejora general en esta área de innovación tecnológica, donde los valores de referencia por niveles están en el 2,3 en el ámbito de la política de innovación, el 2 en de la vigilancia estratégica y el 2,1 en el de la innovación tecnológica, ciertamente bajos y alejados de los que sería recomendable cuando hablamos de un contexto de Industria 4.0.

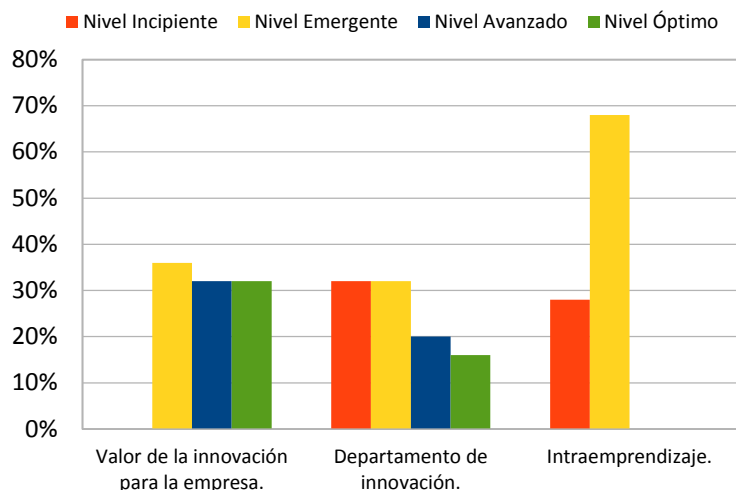


GRÁFICA 39 NIVEL MEDIO DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN EL ÁREA DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA.

4.7.1. Política de innovación

Analizando cada uno de los ámbitos de forma independiente, y comenzando con el de la *política de innovación*, alrededor del 60% de las empresas consideran la innovación como un valor para la empresa. Las empresas son conscientes de su importancia y deben realizar una mayor apuesta por ello creando *departamentos de innovación*, puesto que el 60% de las empresas no dispone del mismo, aunque en algunos casos disponen de perfiles que trabajan en esta línea.

Igualmente, no consideran el *intraemprendimiento* como un activo para la organización. Ninguna de las empresas diagnosticadas logra alcanzar niveles avanzado u óptimo en la valoración de este indicador, encontrándose todas en niveles incipiente (28%) o emergente (68%), lo que significa que no se cuenta con canales para fomentar y motivar a los miembros de la empresa hacia la generación de ideas de mejora o de creación de nuevos productos, ni se analizan esas aportaciones en el caso de que se produzcan.



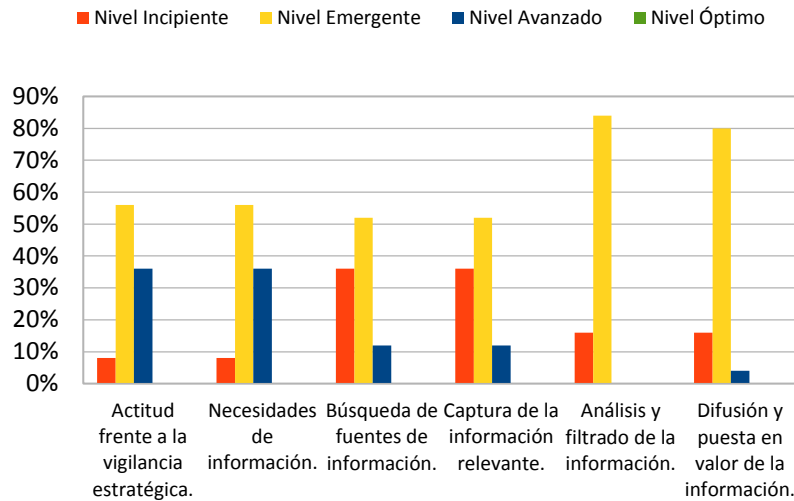
GRÁFICA 40 POLÍTICA DE INNOVACIÓN. NIVELES ALCANZADOS POR ÁMBITO.

4.7.2. Vigilancia estratégica

Una gran parte de las empresas diagnosticadas es consciente de la importancia y necesidad de poner en marcha sistemas de *vigilancia estratégica* como herramienta de obtención de información de actualidad relacionada con aspectos tales como competencia, mercado, tecnología, etc., las cuales permitan a la empresa estar al tanto de cualquier cuestión que pueda llegar a suponerle una ventaja competitiva en múltiples áreas.

Nuevamente ha de hacerse hincapié en el escaso *análisis, difusión y puesta en valor de la información* por parte de las empresas. En todas las prácticas analizadas la mayoría de las empresas se encuentra en un nivel emergente: *necesidades de información* (56%), *búsqueda de fuentes de información* (52%), *captura de información relevante* (52%), *análisis de la información* (84%) y *puesta en valor* (80%). Esto supone por un lado un no aprovechamiento de un recurso valioso y por otro un desperdicio de recursos si este proceso se realiza de una manera no organizada ni sistematizada, basada fundamentalmente en presencia en ferias sectoriales, o sin contar con el apoyo de herramientas tecnológicas apropiadas. Igualmente, de acuerdo con los valores obtenidos, las empresas deben revisar sus procesos para capturar y recopilar información de interés, dado que esta captura se hace de manera nuevamente no organizada, de manera periódica y con escaso empleo de herramientas tecnológicas.

El 32% de las empresas considera la innovación como un elemento estratégico esencial para su competitividad.



GRÁFICA 41 VIGILANCIA ESTRATÉGICA. NIVELES ALCANZADOS POR ÁMBITO.

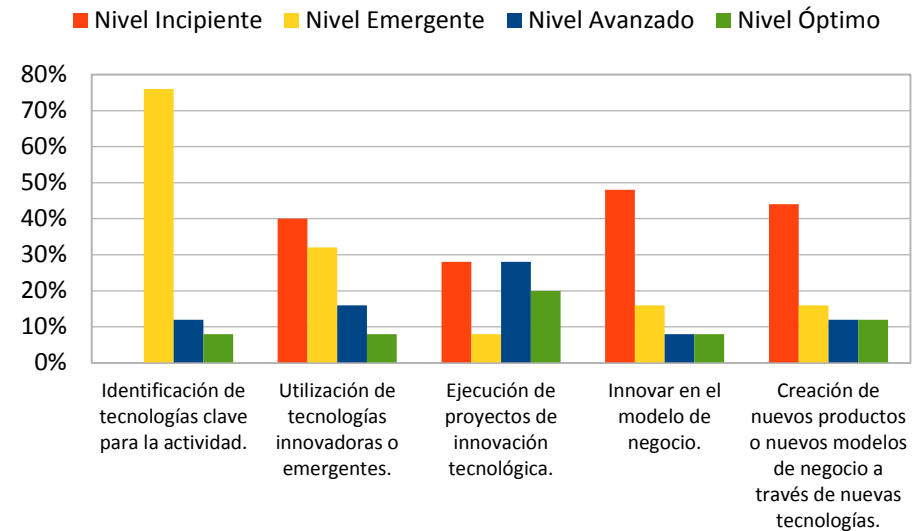
4.7.3. Innovación tecnológica

Respecto al ámbito de la *innovación tecnológica*, el hecho de conocer u utilizar las herramientas o tecnologías innovadoras claves para la actividad de la empresa le proporcionará una ventaja frente a su competencia, pero nos encontramos que el 76% de las empresas no desarrolla tareas para la *identificación de tecnologías clave para su actividad*.

Las empresas no están incorporando *nuevas tecnologías innovadoras* (72% se encuentra en niveles incipiente o emergente) aunque sí comienza a verse una predisposición hacia la ejecución de *proyectos de innovación tecnológica*, donde el 48% de las empresas han ejecutado algún proyecto de este tipo.

El lanzamiento de nuevos productos e innovaciones en el modelo de negocio también están lejos para un importante porcentaje de las empresas, puesto que el 48% no ha ejecutado ninguna acción que pudiera llegar a impulsar un *cambio en su modelo de negocio* y el 44% no ha lanzado ningún *nuevo producto al mercado* en los últimos años.

En contrapartida sí se ha identificado un porcentaje de empresas (entre el 8% y el 20% en función de la práctica) que están realizando de forma óptima los procesos para impulsar el desarrollo de innovación tecnológica, que les están permitiendo convertirse en líderes y tractores en el sector.



GRÁFICA 42 INNOVACIÓN TECNOLÓGICA. NIVELES ALCANZADOS POR ÁMBITO

5. Recomendaciones

5.1. Hoja de ruta para la evolución hacia la industria 4.0

La implementación de tecnologías habilitadoras tales como las *soluciones IoT (internet of things)*, las *soluciones de visión (realidad aumentada y realidad virtual)* o la *robótica colaborativa* deberán ser, de acuerdo con los resultados del diagnóstico, futuros pasos a dar para las empresas en su adaptación a la Industria 4.0, aunque previamente deberán abordar la implantación de otras soluciones tecnológicas de base.

Este *proceso de implantación de soluciones debe realizarse de un modo estructurado a través de la integración de la visión de Industria 4.0*, en la *estrategia empresarial* por medio de la creación de un equipo multidisciplinar que posibilite la definición de dicha estrategia. Un proceso de construcción que debe poner en marcha de forma paralela un proceso de comunicación, de concienciación y liderazgo del proceso de transformación digital (gestión del cambio), con el objetivo de asegurar el éxito de las acciones que se recogerán en el desarrollo de la estrategia. Para algunas empresas será recomendable potenciar la constitución del perfil *CDO (Chief Digital Officer)* o director de estrategia digital, o bien que una persona del equipo asuma este tipo de funciones, como responsable de garantizar el correcto alineamiento de la estrategia de negocio con las herramientas digitales de la empresa, impulsando el máximo aprovechamiento del conjunto de soluciones tecnológicas al alcance de la empresa.

Esta visión estratégica integrada debe aterrizar mediante la descripción del alcance del conjunto de los procesos de transformación digital a abordar, que configurarán el denominado *plan de transformación digital*. Este plan de transformación recogerá actuaciones para todas las áreas empresariales.

Una de las principales consideraciones que estarán en la mayoría de estos planes de transformación digital será la implantación de *sistemas de control de producción*, los llamados *sistemas MES*, cuya integración con otras herramientas instaladas aumenta el control del proceso productivo a través de indicadores de rendimiento de equipos y operarios. En este sentido es necesario hacer una labor de identificación de necesidades reales de las

empresas, tratando de adaptar estos sistemas en función de la tipología de proceso productivo y realizando su integración igualmente con otras herramientas en uso en la empresa, es el caso por ejemplo de la integración con los ERPs.

La integración de los *sistemas de control de la producción y gestión de mantenimiento, junto con otros destinados a la simulación de procesos, layout de planta, o el llamado gemelo digital*, contribuyen a un mejor control del proceso de fabricación, así como a una optimización del mismo, de acuerdo con la necesidad de satisfacer la creciente variabilidad de demandas del cliente.

También dentro de la digitalización del proceso productivo se considera muy necesario *abordar la mejora de los procesos de mantenimiento*, comenzando con la toma de datos de equipos a través de su conectividad (de forma continua siempre que sea posible), como a nivel analítica de los mismos. Esto permitirá realizar una correcta gestión de posibles incidencias o mejorar las tareas de mantenimiento preventivo y posibilitará la propuesta de tareas de mantenimiento predictivo, anticipándose con antelación suficiente a paradas no previstas y optimizando de ese modo al máximo el proceso productivo.

Otro gran bloque de incorporación de soluciones de Industria 4.0 se centra en las *herramientas de control de stock*, dado que actualmente se lleva un control muy sencillo, apoyado en documentaciones en papel y con gran dependencia de acciones por parte de los operarios.

Adicionalmente a este tipo de soluciones que se han identificado como necesarias de forma mayoritaria podemos reconocer otras soluciones que, debido a la tipología diversa de *procesos productivos* de las empresas, han surgido de forma individual para algunas empresas, como por ejemplo pueden ser *soluciones de optimización del proceso productivo, soluciones de visión para soporte a operarios* o implementación de *robótica colaborativa*. El coste de algunas de estas soluciones en la actualidad aún hace poco viable su incorporación de forma generalizada en el corto plazo, pero si lo serán en un futuro próximo.

A nivel de *procesos de gestión*, la implementación de *sistemas de gestión documental, control y acceso a la información*, será otra de las líneas a abordar en la mayoría de los planes de transformación digital, puesto que actualmente se ha identificado un estado bajo en la implementación de soluciones tecnológicas aplicadas a estas actividades, y que les permitirá optimizar los tiempos de gestión, a la vez que disminuyen los problemas de no calidad, no conformidades, desperdicios y en general pérdidas de información valiosa para la organización.

Otro de los aspectos fundamentales a tener en cuenta es la implantación de *sistemas de vigilancia*, que cubran las necesidades de información de las empresas a todos los niveles: estratégicos, tecnológicos, competitivos y comerciales. En este sentido, además de la propia estrategia de vigilancia que las empresas han de establecer, junto con los correspondientes procedimientos para abordarla, es necesario considerar aquellas herramientas tecnológicas que simplifiquen y optimicen esta actividad. La *ciberseguridad* es otra de las grandes áreas a considerar, máxime cuando se habla de almacenamiento de datos en la nube, *internet of things* y demás tecnologías habilitadoras. Aunque los resultados en aspectos como la gestión de accesos a redes internas, niveles de acceso a la información o el procedimiento para la realización de copias de seguridad, se encuentran en niveles avanzados u óptimos de cumplimiento, hay aspectos como por ejemplo el cifrado de información y comunicaciones o la protección contra *ransomware*, que han de empezar a ser tenidos muy en consideración por las empresas.



GRÁFICA 43 HOJA DE RUTA.

Cuando nos adentramos en al *área gestión comercial*, se ha identificado que muchos de los planes de transformación digital requerirán de la implementación de herramientas de gestión de clientes, que puede hacerse sobre otro tipo de herramientas de las cuales las empresas ya dispongan como los sistemas ERP, o implementando una herramienta CRM específica e integrada con el resto de sistemas de gestión. También en esta área la mejora de la *presencia web*, junto con la de las acciones de *marketing digital* y la *comercialización online* es otro de los puntos que las empresas deberán abordar en su camino de transformación digital. No solo basta con disponer de una web atractiva a nivel de presencia si no que se hace necesario el plantear acciones de analítica web, número de visitantes y tipología, tasas de conversión de visitas, etc. Estas acciones permitirán poner en marcha otras posteriores que actualmente no son tenidas en cuenta y que pueden mejorar la comercialización de sus productos.

Hay que hacer referencia también al concepto de *blockchain y las tecnologías de registro distribuido*, que se presentan como un conjunto de tecnologías que, combinadas, hacen posible que computadoras y otros dispositivos puedan gestionar su información compartiendo un registro distribuido, descentralizado y sincronizado entre todos ellos. La información se transmite y se guarda así de un modo extremadamente seguro, respetando la identidad y privacidad, y no permitiendo su alteración. Su aplicación en el ámbito industrial puede ayudar a las empresas a mejorar sus procesos de negocio y también a descubrir y explotar nuevos modelos, un ejemplo podría ser la gestión automatizada del mantenimiento de maquinaria.

Por último, uno de los aspectos que no se deben dejar de lado, debiendo estar de forma transversal en cualquier plan de transformación digital, es el relativo al *peso de las personas en el proceso de transformación hacia la industria 4.0*. Aunque en los niveles de dirección se ha observado que el grado de conocimiento es alto, este conocimiento ha de llegar adaptado a cada nivel de manera que el personal vea el empleo de las soluciones digitales como un ayuda en sus tareas y no como una adversidad. Para ello es necesario desarrollar *planes de capacitación digital y actividades formativas* que permitan la adaptación del personal y optimicen la implementación de las soluciones seleccionadas.

Cualquier plan de transformación digital deberá tener muy en cuenta la cuantificación del retorno de las inversiones realizadas, no solamente en

términos económicos sino también en cuanto al efecto que éstas tienen sobre la actividad de la empresa, para lo cual será indispensable fijar de forma previa un conjunto de indicadores de control (KPIs) que sirvan para medir la evolución y el impacto de la estrategia de Industria 4.0.

5.2. Estrategias para el impulso de la transformación digital y la adaptación empresarial de la industria 4.0

Siguiendo las líneas de actuación reflejadas en el Informe Industria Conectada 4.0 del gobierno de España y sintetizando las conclusiones del análisis recogido en el presente informe se presentan en este capítulo algunas consideraciones de interés para trabajar desde una perspectiva regional, sectorial y estratégica la futura transformación digital del sector industrial de Asturias.

Se detallan a continuación estas consideraciones:

1

Garantizar el conocimiento del concepto Industria 4.0 y de sus tecnologías asociadas, por parte del personal directivo y trabajador de las empresas, a través de procesos de formación específicos y la puesta en marcha de planes de capacitación.

2

Impulsar la colaboración entre empresas industriales, empresas tecnológicas y centro tecnológicos y de investigación, para trabajar conjuntamente en el desarrollo de soluciones adaptadas que ayuden a asumir los principales retos a los que se enfrenta el sector.

3

Introducir incentivos para mejorar el nivel de transformación digital para aquellos procesos más importantes en la cadena de valor de la industria, y que actualmente cuentan con una baja tasa de implantación de soluciones.

4

Impulsar ayudas que posibiliten el desarrollo de proyectos e iniciativas de un alto grado de innovación en aquellas áreas en las que las empresas industriales asturianas ya cuentan con un buen nivel de transformación.

Estas 4 grandes consideraciones descritas a nivel de objetivos estratégicos de un plan de impulso de la industria 4.0 en una región como Asturias, pueden ser concretados en un conjunto de posibles actuaciones, bajo 4 ámbitos de actuación, descritos a continuación.

ÁMBITO DE ACTUACIÓN 1. CONOCIMIENTO 4.0

- A.1.1. Sensibilización colectiva hacia procesos y tecnologías para la transformación digital de la industria.
- A.1.2. Programa educativo en el ámbito STEM, vinculados al sector industrial.
- A.1.3. Análisis de competencias actuales y necesidades futuras.
- A.1.4. Plan de actualización de competencias digitales para personal técnico.
- A.1.5. Plan de formación profesional para las competencias de la Industria 4.0.
- A.1.6. Plan de formación directivo estratégico hacia la Industria 4.0.

ÁMBITO DE ACTUACIÓN 2. COOPERACIÓN 4.0

- A.2.1. Generación de un ecosistema de innovación abierta para la Industria 4.0 en Asturias. Impulso del Digital HUB industria 4.0.
- A.2.2. Impulso de emprendimiento de base tecnológica para cubrir necesidades de la Industria 4.0.
- A.2.3. Iniciativas de generación y resolución de retos de la Industria 4.0.
- A.2.4. Intercambio de experiencias empresariales con empresas/agentes industriales de otros países.
- A.2.5. Programa para compartir buenas prácticas regionales/nacionales en el ámbito industrial.
- A.2.6. Programa para la generación de modelos de negocio innovadores en empresas del metal, basados en tecnología, de forma colaborativa.

ÁMBITO DE ACTUACIÓN 3. INCENTIVO 4.0

- A.3.1. Financiación de soluciones Industria 4.0 avanzadas.
- A.3.2. Programa de incorporación de profesionales especializados en el ámbito digital e Industria 4.0.
- A.3.3. Programa de internacionalización online, para la exploración de nuevos modelos de negocio.

ÁMBITO DE ACTUACIÓN 4. APOYO 4.0

- A.4.1. Servicios de consultoría (diagnóstico, asesoramiento y acompañamiento) para la implantación de soluciones de Industria 4.0.
- A.4.2. Apoyo para el acceso a convocatorias regionales, nacionales e internacionales de financiación de soluciones para la Industria 4.0.
- A.4.3. Asesoramiento para la puesta en marcha de nuevos modelos de negocio vinculados a la Industria 4.0.

6. Anexo metodológico

6.1. Descripción del modelo de diagnóstico

El *modelo está orientado a la mejora continua*, y para ello, proporciona un conjunto estándar de puntos de referencia conocidos (y por lo tanto medibles), que permitan:

- Evaluar el uso de las TIC en los distintos procesos industriales, estructurados en torno a la cadena de valor de la empresa.
- Identificar sus fortalezas y debilidades, definiendo las áreas de mejora.
- Identificar oportunidades asociadas al nuevo paradigma.
- Establecer las bases para un proceso de acompañamiento a la pyme industrial para acometer dichas mejoras, priorizando las mismas en base al nivel de madurez digital previo de la empresa y a su capacidad de absorción de las iniciativas de mejora propuestas.
- Comparar sus resultados con los de otras empresas.

El modelo de industria 4.0 establece el marco de referencia y medición del potencial de transformación de la pyme industrial, mediante la incorporación de habilitadoras digitales (tomando como referencia los definidos en el informe “Industria Conectada 4.0” publicado por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo. En él se identifican y correlacionan, a modo de matriz de 4x7, los ámbitos de análisis (considerados como conjuntos de aspectos a analizar en una empresa bajo la óptica Industria 4.0) y los niveles en los que se evalúa la capacidad o potencial de transformación digital de una empresa.

Estas prácticas o hitos de control permiten diagnosticar:

- La actitud y el potencial de la pyme industrial y su personal para la adopción de procesos de transformación hacia la Industria 4.0.
- Grado de adaptación tecnológica de la pyme en sus procesos de negocio y capacidad frente al uso innovador de las TIC.
- Catálogo de herramientas tecnológicas para la gestión del proceso de transformación digital hacia la Industria 4.0.

- Sistema de indicadores para el diagnóstico del estado actual de la pyme respecto al paradigma Industria 4.0.
- Catálogo de recomendaciones estandarizadas para mejorar el proceso de absorción de la Industria 4.0

A través del análisis directo con las empresas se ha procedido a evaluar diferentes indicadores agrupados en **7 áreas** y sus correspondientes ámbitos (los cuales se muestran en el siguiente esquema):

1. Estrategia y organización.
2. Procesos corporativos.
3. Oficina técnica.
4. Producción.
5. Aprovisionamiento y logística.
6. Promoción y comercialización.
7. Innovación tecnológica.

Estando cada uno de los indicadores analizados entre estos 4 niveles:

- **Nivel Incipiente**, esta etapa incipiente la presenta una empresa que dispone de una infraestructura tecnológica básica que es utilizada en combinación con tecnologías clásicas. La empresa gestiona los principales procesos mediante herramientas que permiten automatizar gran parte de las tareas, pero no ha iniciado un proceso de transformación digital.
- **Nivel emergente**, la etapa emergente viene marcada por una empresa industrial en la que la tecnología se perfila como pieza clave en el día a día de la organización. Una industria enmarcada en esta etapa es aquella que aprovecha las tecnologías que ofrece el mercado y que gestiona los procesos mediante software específicos, pero de una forma específica por proceso y no integral para la empresa. Es consciente de la importancia de la transformación digital, pero está en una fase inicial de su estrategia de transformación.
- **Nivel avanzado**, la empresa industrial enmarcada dentro de esta etapa entiende que las tecnologías habilitadoras ofrecen ventajas competitivas y añaden valor a las actividades operacionales y a la gestión empresarial. Se caracterizan por disponer de sistemas que se integran de tal manera que

todas las partes están interrelacionadas, encaminándose a la consecución de un sistema de gestión integral. Esta integración de datos permite a la organización analizar y tomar decisiones en base a la información de la que dispone de manera mucho más precisa. La empresa también cuenta con una presencia online integrada con el resto de procesos. Tiene en marcha una estrategia de transformación digital, pero tiene capacidad de evolución y mejora en proyectos de innovación dirigidos hacia la industria 4.0.

- **Nivel óptimo**, una empresa dentro de esta etapa es aquella para la que las TIC y los habilitadores digitales para la industria se perfilan como un elemento indispensable dentro de la estrategia de negocio. Es una empresa comprometida y que ve con claridad la ventaja competitiva que la tecnología y la innovación suponen para la totalidad de los aspectos empresariales.



GRÁFICA 44 MODELO E-DIAGNÓSTICO DE CTIC.

6.2. Recogida de datos

La recogida de información se ha realizado a través de la realización de entrevistas individuales con responsables de diferentes áreas (gerencia, administración, producción, logística, TI o innovación) y para las que se ha desarrollado un detallado proceso de diagnóstico de transformación digital para la industria 4.0. Este trabajo ha sido desarrollado por el equipo de la Red de Centros SAT, junto con el apoyo de otros profesionales de CTIC Centro Tecnológico con alto conocimiento en las tecnologías habilitadoras implicadas en la actividad de la empresa.

El diagnóstico ha trabajado sobre un cuestionario de respuesta simple con los cuatro niveles de respuesta detallados en el punto anterior (1= Nivel incipiente, 2= Nivel emergente, 3= Nivel avanzado, 4= Nivel óptimo), comprendiendo las 7 áreas identificadas, y evaluando 31 ámbitos genéricos, que a su vez se han desglosado en 146 indicadores concretos de evaluación, y cuyo análisis detallado se refleja en el presente informe.

Se ha establecido también una calificación de “no aplica” para aquellas prácticas que, por la situación, procesos y tipología de la empresa diagnosticada, no le son de aplicación.

La información recopilada para cada uno de los diagnósticos ha sido grabada a una herramienta online de diagnóstico, que permite la disposición del conjunto de microdatos necesarios para la elaboración del presente informe que recoge datos de forma agregada.

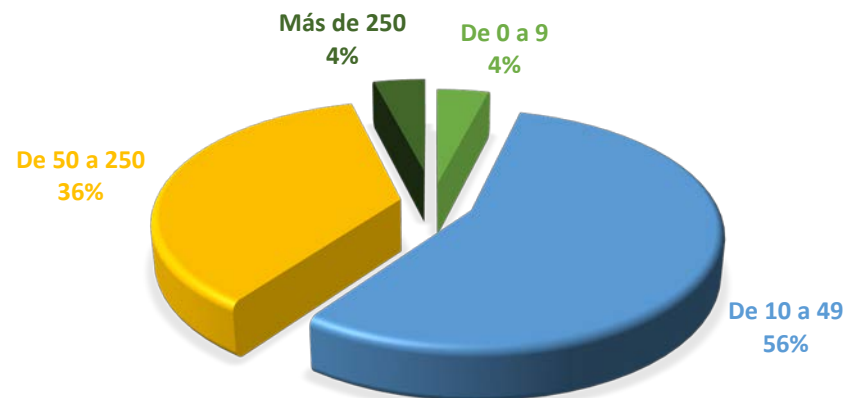
Al tratarse de un informe elaborado bajo un conjunto de indicadores creados de forma específica por CTIC Centro Tecnológico y la Red de Centros SAT, para la elaboración de diagnósticos de Industria 4.0, el informe no recoge datos comparativos con empresas industriales de otras Comunidades Autónomas.

6.3. Muestra

La muestra sobre la que se ha realizado el diagnóstico ha estado compuesta por **25 empresas industriales**, con predominancia de diversas áreas de actividad del sector metalmeccánico, así como en menor medida otras dedicadas a la fabricación de sistemas de almacenamiento y embalaje, material

eléctrico o al transporte de mercancías. Todas ellas tienen sus centros de actividad en la zona central asturiana.

El tamaño de las empresas es variado, acorde a la característica de atomización del sector metal asturiano, donde el 95% del tejido empresarial está compuesto por pymes y microempresas. En el caso de este diagnóstico ha predominado un tamaño medio de las empresas, siendo el mayor porcentaje el de las empresas que se sitúan en un número de trabajadores medio entre 26 y 50 empleados (rango aproximado también debido a la carga de proyectos en algunos casos, que hacen que el número fluctúe), apreciándose una especialización de las mismas en diferentes fases del proceso productivo, por lo que la tipología de procesos ha sido igualmente variada.



GRÁFICA 45 TIPOLOGÍA DE EMPRESA ANALIZADA EN FUNCIÓN DEL NÚMERO DE TRABAJADORES.

6.4. Relación de empresas diagnosticadas

Se relacionan a continuación los nombres de las 25 empresas analizadas en la fase de diagnóstico:

1. ACEROS AVILÉS, S.A.
2. ASTURFEITO, S.A.
3. ATOX SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO, S.A.
4. COGITRANS PLATAFORMA LOGISTICA, S.L.
5. CONTENEDORES Y EMBALAJES NORMALIZADOS, S.A.
6. DAORJE, S.L.U.
7. DELFINTUBES, S.A.
8. DESIGN BUSINESS & VERIFICATION SERVICES, SL
9. ENCAJA EMBALAJES DE MADERA, S.L.
10. FÁBRICA DE PERSIANAS METÁLICAS CIERRES DEL HOGAR, S.L.
11. FEDECOR, S.L.
12. FUNDICIONES Y SERVICIOS, S.A.
13. GRUPO NAVEC SERVICIOS INDUSTRIALES, S.L.
14. INDUSTRIAL DE ACABADOS, S.A.
15. INDUSTRIAL MOREYPI, S.A.
16. INDUSTRIAS METALICAS IMETAL, S.A.
17. ITURCEMI, S.L.
18. MECANICA DE CASTRILLÓN, S.A.
19. MECANIZACIONES Y FABRICACIONES, S.A.U.
20. METÁLICAS SOMONTE, S.L.
21. OXICORTE Y PLASMA ANTA, S.L.
22. SISTEMAS ESPECIALES DE METALIZACIÓN, S.A.
23. TECNICA DE CONEXIONES, S.A.
24. TUINSA NORTE, S.A.
25. WINDAR RENOVABLES, S.L.

LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL DE LA INDUSTRIA DEL METAL ASTURIANA

INFORME DE DIAGNÓSTICO DE EMPRESAS INDUSTRIALES METAINDUSTRY4