

TESIS DOCTORAL

AÑO 2022



**TRANSFORMACIÓN DIGITAL DE LAS
ORGANIZACIONES HACIA LA INDUSTRIA 4.0.
FUNDAMENTOS Y HERRAMIENTAS DE GESTIÓN
DE LA ESPECIFICACIÓN UNE 0060**

Carlos Manzanares Cañizares

**PROGRAMA DE DOCTORADO EN TECNOLOGÍAS
INDUSTRIALES**

Directora: Cristina González Gaya

Director: Alberto Sánchez Lite

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi agradecimiento a los dos Directores de mi tesis D^ª Cristina González Gaya, Catedrática de Universidad de la ETS de Ingenieros Industriales de la UNED y D. Alberto Martínez Lite, Profesor Titular de la Universidad de Valladolid, por su excelente ayuda y apoyo incondicional durante el proceso de desarrollo de la misma.

De la misma manera me gustaría agradecer al Ministerio de Industria, Comercio y Turismo especialmente D. Jorge Arnau Llinares Sanjuan, Subdirector General de Digitalización de la Industria y Entornos Colaborativos, y a D. Fernando Carabias Herrera, Jefe de Área en la Subdirección General de Digitalización de la Industria y Entornos Colaborativos, la labor que están realizando a través de la Web Industria Conectada 4.0 en la difusión y apoyo a la Industria 4.0 española.

También quiero agradecer a D. Alfonso Azores García, Coronel Jefe del Parque y Centro de Abastecimiento de Material de Intendencia (PCAMI), su confianza personal y profesional para poder cualificarme como analista digital en la Industria 4.0 lo que ha permitido el desarrollo de este trabajo de investigación que culmina con la tesis doctoral.

Por último, no quisiera terminar estas palabras sin expresar mi afecto y agradecimiento a mi familia por su apoyo, comprensión y el ánimo que me han aportado en todo momento.

ÍNDICE

CAPÍTULO 0.- INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1.- LA PYME Y EL SECTOR INDUSTRIAL EN ESPAÑA	4
1.1.- Diagnóstico de la situación de la pyme española	4
1.2.- Retrato de la pyme en el sector industrial	6
1.3.- La cuarta revolución industrial	8
1.4.- Industria conectada 4.0	11
1.4.1.- <i>Organización en el ámbito de la transformación digital</i>	11
1.4.2.- <i>Industria Conectada 4.0. Programas de apoyo</i>	12
1.4.3.- <i>Estrategia Nacional IC 4.0</i>	17
1.4.3.1.- <i>Estandarización</i>	19
1.4.3.2.- <i>Administraciones Públicas</i>	19
1.4.3.3.- <i>Digital Innovation Hubs</i>	20
1.4.3.4.- <i>Habilitadores Digitales</i>	20
1.5.- Índice de la Economía y la Sociedad Digitales (DESI)	21
CAPÍTULO 2.- MARCO DE NORMALIZACIÓN	26
2.1.- La normalización en España	26
2.1.1.- La Asociación Española de Normalización UNE	26
2.1.2.- <i>Las normas UNE</i>	28
2.2.- Sistemas de normalizados de gestión	29
2.3.- Integración de los Sistemas de normalizados de gestión	32
CAPÍTULO 3.- NORMATIVA DE LA INDUSTRIA 4.0 E INTEGRACIÓN CON OTROS SISTEMAS DE GESTIÓN	37
3.1.- Las especificaciones UNE 0060 y UNE 0061	37
3.2.- Estructura de la especificación UNE 0060	40
3.3.- Estructura de UNE 0061	47
3.4.- Normas afines a la especificación UNE 0060	48
3.5.- Integración de UNE 0060 con otros sistemas normalizados de gestión y norma afines	50

CAPÍTULO 4.- FUNDAMENTOS DE LA ESPECIFICACIÓN UNE 0060 Y HERRAMIENTAS DE GESTIÓN	54
4.1.- Contexto de la industria digital de la organización	54
4.1.1.- Alcance del sistema de gestión para la digitalización	57
4.1.2.- Identificación de las partes interesadas.	58
4.1.3.- Redefinición del modelo de negocio	60
4.2.- Liderazgo	61
4.3.- Planificación	63
4.4.- Apoyo	67
4.4.1.- Infraestructura	67
4.4.2.- Competencia, talento y capital humano	71
4.4.3.- Información documentada	80
4.5.- Operación	88
4.5.1.- Visión de los procesos	89
4.5.2.- Visión de cliente y producto / servicio	92
4.5.3.- Visión de los datos digitales	94
4.5.4.- Visión de la tecnología	96
4.5.4.1.- Conectividad	99
4.5.4.2.- Procesamiento y almacenamiento	102
4.5.4.3.- Hibridación de mundo físico y digital	109
4.5.4.4.- Aplicaciones de cliente	124
4.5.4.5.- Seguridad de la Información – Ciberseguridad	126
4.6.- Innovación	131
4.7.- Seguimiento, medición y evaluación	134
4.7.1.- Indicadores y cuadro de mando	135
4.7.2.- Evaluación de UNE 0060	143
4.7.3.- Control de no conformidades y acciones correctivas	150
4.8 Mejora continua	153
4.8.1.- Grupos de mejora	156
4.8.2.- Metodología de las 5S	156
4.8.3.- Herramientas de la calidad	159

5.- RESULTADOS.....	161
6.- CONCLUSIONES Y DESARROLLOS FUTUROS	164
BIBLIOGRAFÍA	166

ABREVIATURAS

AENOR: Asociación Española de Normalización.

ANS: Acuerdo de Nivel de Servicio.

API: Interfaz de Programación de Aplicaciones (Application Programming Interface).

CMMI: Modelo Integrado de Madurez de Capacidades (Capability Maturity Model Integration).

DAFO: Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades.

DSS: Servidor de Almacenamiento de Datos (Data Storage Server).

DVD: Disco Versátil Digital.

EN: Norma Europea.

ENAC: Entidad Nacional de Acreditación.

ESCO: Clasificación europea de capacidades/competencias, cualificaciones y ocupaciones (European Skills, Competences and Occupations).

ETL: Extraer, Transformar y Cargar (Extract, Transform and Load).

IA Inteligencia Artificial.

IaaS: Infraestructura como Servicio (Infrastructure as a Service).

IoT: Internet de las Cosas (Internet of Things).

IPO: Interacción Persona-Ordenador.

ISO: Organización Internacional de Normalización (International Standardization Organization).

ITIL: Biblioteca de Infraestructuras de Tecnologías de la Información (Information Technology Infrastructure Library).

KPI: Indicador Clave de Rendimiento (Key Performance Indicator).

LAN: Red de Área Local (Local Area Network).

MINCOTUR: Ministerio de Industria, Comercio y Turismo.

PaaS: Plataforma como Servicio (Platform as a Service).

PHVA: Planificar-Hacer-Verificar-Actuar.

PPC: Pago Por Clic.

SGC: Sistema de Gestión de la Calidad.

TD: Transformación Digital.

TDI: Transformación Digital de la Industria.

TIC: Tecnologías de la Información y la Comunicación.

SaaS: Programa Informático como Servicio (Software as a Service).

SEM: Marketing en Buscadores Web (Search Engine Marketing).

SEO: Optimización para Buscadores Web (Search Engine Optimization).

SFIA: Marco de Destrezas para la Era de la Información (Skills Framework for the Information Age).

SI: Sistemas de Información (entendidos en el sentido amplio de incluir programas informáticos, equipamiento informático, datos, personas, procedimientos y procesos de negocio).

SIEM: Gestión de Información y Eventos de Seguridad (Security Information and Event Management).

WLAN: Red de Área Local Inalámbrica (Wireless Local Area Network).

TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Acción correctiva: Acción para eliminar la causa de una no conformidad y evitar que vuelva a ocurrir.

Acción preventiva: Acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad potencial u otra situación potencial no deseable

Actitud: Representa el componente humano de una e-competencia y refleja la vía por la cual un profesional TIC integra conocimientos y destrezas, y las aplica de un modo apropiado al contexto.

Adquisición de competencia: Proceso para alcanzar competencia.

Alta dirección: Persona o grupo de personas que dirige y controla una organización al más alto nivel.

Auditor: Persona que lleva a cabo una auditoría.

Auditoría: Proceso sistemático, independiente y documentado para obtener evidencias objetivas y evaluarlas de manera objetiva con el fin de determinar el grado en que se cumplen los criterios de auditoría.

Calidad: Grado en el que un conjunto de características inherentes de un objeto cumple con los requisitos.

Capacidad: Aptitud de un objeto para realizar una salida que cumplirá los requisitos para esa salida.

Cliente: Persona u organización que podría recibir o que recibe un producto o un servicio destinado a esa persona u organización o requerido por ella.

Competencia: Capacidad demostrada de aplicar conocimientos, destrezas y actitudes para obtener resultados observables.

Configuración: Características funcionales y físicas interrelacionadas de un producto o servicio definidas en la información sobre configuración del producto.

Conformidad: Cumplimiento de un requisito.

Conocimiento: Acervo de hechos que pueden utilizarse en un campo de trabajo o estudio (saber qué hacer).

Contexto de la organización: Combinación de cuestiones internas y externas que pueden tener un efecto en el enfoque de la organización para el desarrollo y logro de sus objetivos.

Corrección: Acción para eliminar una no conformidad detectada.

Desempeño: Resultado medible.

Destreza: Habilidad para desarrollar tareas de gestión o técnicas, y que pueden ser cognitivas o prácticas (saber cómo hacerlo).

Digitalización: Proceso por el que las organizaciones pueden disponer de toda la información relevante (datos) para el producto/proceso/servicio, en tiempo adecuado, proporcionada por un entorno conectado en toda la cadena de valor.

Eficacia: Grado en el que se realizan las actividades planificadas y se logran los resultados planificados.

Eficiencia: Relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados.

Especificación: Documento que establece requisitos.

Evidencia objetiva: Datos que respaldan la existencia o veracidad de algo.

Factor humano: Característica de una persona que tiene un impacto sobre un objeto bajo consideración.

Gestión de la calidad: Actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización con respecto a la calidad.

Gestión de la configuración: Actividades coordinadas para dirigir y controlar la configuración

Gestión de proyectos: Planificación, organización, seguimiento, control e informe de todos los aspectos de un proyecto y la motivación de todos aquellos que están involucrados en él para alcanzar los objetivos del proyecto.

Habilidad: Capacidad aprendida para desempeñar una tarea de acuerdo con una experiencia especificada.

Habilitador digital: Conjunto de tecnologías que hacen posible que la industria explote el potencial del Internet de las Cosas.

Industria 4.0: Industria que aplica las nuevas tecnologías o tecnologías emergentes en los procesos de producción.

Información documentada: Información que una organización tiene que controlar y mantener, y el medio que la contiene.

Infraestructura: Sistema de instalaciones, equipos y servicios necesarios para el funcionamiento de una organización.

Inspección: Determinación de la conformidad con los requisitos especificados.

Manual de la calidad: Especificación para el sistema de gestión de la calidad de una organización.

Manual de la industria 4.0: Especificación para el sistema de gestión para la digitalización de una organización.

Medición: Proceso para determinar un valor.

Mejora: Actividad para mejorar el desempeño.

Mejora continua: Actividad recurrente para mejorar el desempeño.

Mejora de la calidad: Parte de la gestión de la calidad orientada a aumentar la capacidad de cumplir con los requisitos de la calidad.

Nivel de aprendizaje: Nivel indicador de calificación que puede estar expresado mediante un título; generalmente provienen de un sistema educativo, o bien, indican una calificación respecto a una taxonomía de comportamientos intelectuales o de aprendizaje (como memorizar, aplicar, interpretar) que tienen relación con los niveles de competencia, pero que no están explícitamente dentro del alcance de esta norma.

No conformidad: Incumplimiento de un requisito.

Objetivo: Resultado a lograr.

Organización: Persona o grupo de personas que tiene sus propias funciones con responsabilidades, autoridades y relaciones para lograr sus objetivos.

Parte interesada: Persona u organización que puede afectar, verse afectada o percibirse como afectada por una decisión o actividad.

Plan de gestión de proyecto: Documento que especifica qué es necesario para cumplir los objetivos del proyecto.

Planificación de marketing digital: Plan de marketing digital o equivalente.

Planificación detallada de digitalización: Plan de digitalización o equivalente.

Planificación de TIC: Plan de TIC o equivalente.

Planificación económica financiera: Plan económico financiero o equivalente.

Planificación estratégica: Plan estratégico o equivalente.

Procedimiento: Forma especificada de llevar a cabo una actividad o un proceso.

Proceso: Conjunto de actividades mutuamente relacionadas que utilizan las entradas para proporcionar un resultado previsto.

Proceso clave de negocio: Aquel que tiene un impacto significativo en los resultados de la organización o está en el plan estratégico de la misma.

Proceso de medición: Conjunto de operaciones que permiten determinar el valor de una magnitud.

Producto: Salida de una organización que puede producirse sin que se lleve a cabo ninguna transacción entre la organización y el cliente.

Profesional TIC: Persona que tiene competencia para planificar, construir, facilitar y/o gestionar Tecnologías de la Información y la Comunicación y tiene una titulación profesional TIC y/o experiencia laboral TIC; incluye tanto empleados de empresas TIC, como empleados TIC de organizaciones del resto de sectores; estas personas comprenden el campo de aplicación de esta norma.

Proveedor: Organización que proporciona un producto o un servicio.

Proyecto: Proceso único, consistente en un conjunto de actividades coordinadas y controladas con fechas de inicio y de finalización, llevadas a cabo para lograr un objetivo conforme con requisitos específicos, incluyendo las limitaciones de tiempo, costo y recursos.

Queja del cliente: Expresión de insatisfacción hecha a una organización, relativa a su producto o servicio, o al propio proceso de tratamiento de quejas, donde explícita o implícitamente se espera una respuesta o resolución.

Registro: Documento que presenta resultados obtenidos o proporciona evidencia de actividades realizadas.

Requisito: Necesidad o expectativa establecida, generalmente implícita u obligatoria.

Retroalimentación del cliente: Opiniones, comentarios y muestras de interés por un producto, un servicio o un proceso de tratamiento de quejas.

Revisión: Determinación de la conveniencia, adecuación o eficacia de un objeto para lograr unos objetivos establecidos.

Riesgo: Efecto de la incertidumbre.

Robótica avanzada: Aquella que es móvil, autónoma en entornos no estructurados, que puede interactuar con su entorno y otras máquinas, que no necesita una programación completa predefinida y capaz de cooperar estrechamente con las personas.

Satisfacción del cliente: Percepción del cliente sobre el grado en que se han cumplido las expectativas de los clientes.

Seguimiento: Determinación del estado de un sistema, un proceso, un producto, un servicio o una actividad.

Servicio: Salida de una organización con al menos una actividad, necesariamente llevada a cabo entre la organización y el cliente.

Servicio al cliente: Interacción de la organización con el cliente a lo largo del ciclo de vida de un producto o un servicio.

Sistema: Conjunto de elementos interrelacionados o que interactúan

Sistema de gestión: Conjunto de elementos de una organización interrelacionados o que interactúan para establecer políticas, objetivos y procesos para lograr estos objetivos.

Sistema de gestión de la calidad: Parte de un sistema de gestión relacionada con la calidad.

Sistema de información: Red de canales de comunicación utilizados dentro de una organización.

Tecnologías de la información y la comunicación, TIC: <económico y político> Sector transversal de empresas, incluyendo fabricantes, proveedores de productos o prestadores de servicios relativos al campo TIC.

Tecnologías de la información y la comunicación, TIC: <técnico> Sistemas informáticos de ordenadores e internet (comunicación), incluyendo programas informáticos (software), equipamiento (hardware) y redes.

Transformación digital: Movimiento de las industrias hacia un estado de digitalización en el que tanto sus productos, procesos como modelos de negocio evolucionarán mejorando el desempeño de las organizaciones.

Usuario TIC: Persona que tiene competencia para usar dispositivos, programas informáticos (software) y sistemas que dan soporte a sus actividades privadas, educativas, cívicas o laborales y normalmente sin una titulación profesional TIC o experiencia profesional TIC; estas personas no están comprendidas en el campo de aplicación de esta norma.

Validación: Confirmación, mediante la aportación de evidencia objetiva, de que se han cumplido los requisitos para una utilización o aplicación específica prevista.

Verificación: Confirmación, mediante la aportación de evidencia objetiva de que se han cumplido los requisitos especificados.

Visión: Aspiración de aquello que una organización querría llegar a ser, tal como lo expresa la alta dirección.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1.1. Número total de empresa y su clasificación por tamaño. ... ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 1.1.2. Distribución sectorial de las empresas españolas.	4
Tabla 1.1.3. Distribución sectorial por tamaño de empresas.	5
Tabla 1.1.4. Distribución de pymes y grandes empresas por comunidades autónomas.....	6
Tabla 1.2.1. Desglose del número de pymes según las distintas actividades que componen el sector manufacturero.....	7
Tabla 2.2.1. Listado de normas de sistemas de gestión normalizados.	31
Tabla 2.3.1. Doce áreas de gestión.	32
Tabla 2.3.2. Ejemplo de estructura de Política de gestión integrada.....	35
Tabla 2.3.3. Ejemplo de estructura de Política de gestión integrada sin distinción de áreas.	36
Tabla 3.4.1. Comparativa ISO 9001 – UNE 0060.....	50
Tabla 4.1.2.1. Ejemplo de necesidades y expectativas partes interesadas.....	59
Tabla 4.1.2.2. Ejemplo de necesidades y expectativas partes interesadas.....	60
Tabla 4.2.1. Documento de Liderazgo y compromiso de la Dirección con la digitalización.....	62
Tabla 4.3.1. Lista de posibles riesgos en la digitalización.	64
Tabla 4.3.2. Lista de objetivos de alto nivel.	65
Tabla 4.3.3. Lista de oportunidades de naturaleza tecnológica en la digitalización.	66
Tabla 4.4.1.1. Requisitos de las infraestructuras.	68
Tabla 4.4.1.2. Matriz de tecnologías de la Industria 4.0 de la organización.	70
Tabla 4.4.2.1. Requisito de la digitalización aplicables a los RRHH de la organización.....	71
Tabla 4.4.2.2. Familias de certificaciones.....	72
Tabla 4.4.2.3. Tabla de relación de niveles de e-competencias y EQF.....	74
Tabla 4.4.2.4. Relación catálogo nacional de cualificaciones profesional con EQF.....	75
Tabla 4.4.2.5. Visión general de las e-Competencias identificadas.....	77
Tabla 4.4.2.6. Ficha de e-competencia Desarrollo de aplicaciones informáticas.	78
Tabla 4.4.3.1. Listado de procesos/repsonsables.	82

Tabla 4.4.3.2. Formato de Plan de digitalización.	86
Tabla 4.4.3.3. Listado de procedimientos de gestión ISO 9001-UNE 0060.	87
Tabla 4.4.3.4. Listado de procedimientos de gestión digital UNE 0060.	88
Tabla 4.5.1. Tabla de procesos.	89
Tabla 4.5.1.1. Listado de control de la digitalización de procesos.	91
Tabla 4.5.2.1. Listados de acciones relacionadas con el conocimiento y participación del cliente.	92
Tabla 4.5.2.2. Listado orientativo de elementos del marketing.	93
Tabla 4.5.3.1. Tabla de especificación para la recogida de datos.	95
Tabla 4.5.4.1.1. Ficha de identificación de las tecnologías de conectividad.	101
Tabla 4.5.4.2.1. Ficha de identificación de las tecnologías de computación en la nube. ...	107
Tabla 4.5.4.2.2. Ficha de identificación de las tecnologías de procesamiento de datos. ...	108
Tabla 4.5.4.3.1. Ejemplos de aplicación de las tecnologías habilitadoras en la Smart Factory.	112
Tabla 4.5.4.3.2. Ficha de identificación de las tecnologías de la hibridación de mundo físico y digital.	113
Tabla 4.5.4.3.2.1 Aplicaciones de realidad aumentada, virtual y mixta a procesos.	116
Tabla 4.5.4.4.1. Ficha de identificación de las tecnologías de aplicaciones del cliente.	126
Tabla 4.5.4.5.1. Seguridad de la Información.	128
Tabla 4.5.4.5.2. Ficha de identificación de las tecnologías de seguridad de la información.	129
Tabla 4.6.1. Innovación y conocimiento de la organización.	132
Tabla 4.8.1. Equivalencia entre los requisitos de ISO 9001 y de UNE 0060 con el ciclo PHVA.	155
Tabla 4.8.3.1. Listado de herramientas de mejora.	160
Tabla 5.1. Documentos principales del sistema de gestión para la digitalización.	161
Tabla 5.2. Tabla cruzada de requisitos de UNE 0060 y las normas de apoyo.	163

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.3.1. Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0	9
Figura 1.3.2. Las cuatro etapas de la revolución industrial.	9
Figura 1.4.2.1. Seis niveles de madurez según HADA.	14
Figura 1.4.3.1. Líneas de actuación y áreas estratégicas.	18
Figura 1.4.3.4.1. Categorías de habilitadores digitales.	21
Figura 1.5.1. Visión general del Índice de la Economía y la Sociedad Digitales.	22
Figura 1.5.2. Resultados relativos por dimensión con respecto a la media Europea del Índice DESI.	23
Figura 1.5.3. Evolución del Índice de la Integración Digital.	24
Figura 1.5.4. DAFO del Diagnóstico de la Situación de la Industria 4.0 en Andalucía.	25
Figura 2.1.1.1. Esquema del Grupo UNE.	27
Figura 2.3.1. Esquema de desarrollo del modelo.	33
Figura 3.1.1. Portadas de las especificaciones UNE 0060 y UNE 0061.	39
Figura 3.2.1. Extracto de la tabla del anexo A de UNE 0060.	44
Figura 3.4.1. Esquema de integración del <i>Manual de gestión para la digitalización</i> y del <i>Manual de gestión de la calidad</i>	52
Figura 3.4.2. Esquema de interacción de normas afines con UNE 0060.	53
Figura 4.3.1. Proceso para la gestión del riesgo.	64
Figura 4.4.3.1. Ejemplo de mapa de procesos.	81
Figura 4.4.3.2. Estructura del <i>Sistema de gestión para la digitalización</i>	82
Figura 4.4.3.3. <i>Diagrama de arquitectura tecnológica del servicio de correos Exchange</i>	83
Figura 4.4.3.4. <i>Diagrama de arquitectura de comunicación de servidores</i>	84
Figura 4.4.3.5. <i>Diagrama de arquitectura del protocolo de acceso de cliente</i>	85
Figura 4.5.1.1. Representación esquemática de los elementos de un proceso.	91
Figura 4.5.4.1. Ecosistema de digitalización.	98
Figura 4.5.4.2.1. Esquema de sistemas de computación en la nube.	103
Figura 4.5.4.2.2. Esquema de sistema de computación tradicional.	103
Figura 4.5.4.2.3. Esquema básico de red neuronal.	105

Figura 4.5.4.2.4. Esquema básico de red neuronal con capas intermedias.	106
Figura 4.7.1.1. Ciclo de vida de los indicadores y cuadros de mando.	136
Figura 4.7.1.2. Ejemplo de ficha de indicador.	141
Figura 4.7.1.3. Ejemplos de representación de indicadores.	142
Figura 4.7.2.1. Extracto de la tabla 1 de UNE 0061	144
Figura 4.7.2.2. Extracto de la hoja Excel de registro de cumplimiento de requisitos de UNE 0060.....	146
Figura 4.7.2.3. Indicaciones para la evaluación.....	146
Figura 4.7.2.4. Tabla con el número total de preguntas obligatorias y valorables.....	147
Figura 4.7.2.5. Tabla con los porcentajes mínimos de cumplimiento de las preguntas obligatorias y valorables.	147
Figura 4.7.2.6. Extracto del cuestionario para la evaluación.....	148
Figura 4.7.2.7. Celdas para mostrar los resultados de la evaluación.	148
Figura 4.7.3.1. Carteles para la señalización de productos y equipos no conformes.	153
Figura 4.8.1. Representación de la estructura de ISO 9001 con el ciclo PHVA.	154
Figura 4.8.2.1. Ejemplo de hoja de mejora para aplicación de la metodología de las 5S.	158

CAPÍTULO 0.- INTRODUCCIÓN

La situación actual en lo referente a las incertidumbres originadas por los riesgos y amenazas tanto internos como externos a cualquier organización hace necesario el desarrollo e implantación de nuevos procedimientos y metodologías de trabajo, así como sus recursos asociados con el fin de garantizar el mantenimiento sostenido en el tiempo de la organización.

La exigencia por parte de los clientes o de organismos públicos para que las empresas suministradoras o fabricantes cumplan con las normas de sistemas normalizados de gestión como ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001, ISO 5001, entre otros, puede suponer un gran esfuerzo económico y organizativo a las empresas que deban acometer la implantación de las normas de los sistemas citados.

Además de lo indicado, debido a la situación actual a nivel nacional y mundial de transformación digital de la sociedad y de sus organizaciones, las empresas también deben acometer la transformación digital de sus procesos (Transformación digital de la Industria TDI, Industria 4.0). Dicha transformación conlleva un cambio profundo en lo referente a la formación y concienciación de los equipos humanos que constituyen las organizaciones ya sean públicas o privadas, así como un esfuerzo en inversiones económicas para las dotaciones de equipos, hardware y aplicaciones informáticas que son necesarias para conseguir la transformación citada. El concepto de Industria 4.0 surge en Alemania en el año 2011 y conlleva la cuarta revolución industrial que consiste en la introducción de las tecnologías digitales en la industria.

La presente tesis tiene por objeto el establecimiento de un marco para la aplicación los fundamentos y herramientas de gestión basados en la especificación UNE 0060 *Industria 4.0. Sistema de gestión para la digitalización. Requisitos* en su edición de 2018. El marco establecido podría ayudar a las organizaciones públicas y privadas a la implantación de UNE 0060 facilitando la transformación digital hacia la Industria 4.0.

Otra de las posibilidades que permitiría la aplicación de la metodología propuesta sería la posible certificación por parte de un organismo independiente de certificación de sistemas normalizados de gestión del *Sistema de gestión para la digitalización* de una organización según los requisitos de la especificación UNE 0060.

También ayudará a mostrar las herramientas de gestión y los posibles documentos y registros que se deberían establecer dentro de un *Sistema de gestión para la digitalización* según los requisitos de la especificación UNE 0060, siendo esta la aportación de la tesis con respecto al estado actual del tema tratado.

A continuación, se realiza una breve síntesis de los contenidos de cada capítulo de la presente tesis doctoral, la cual ha sido estructura en 6 capítulos.

En el capítulo 1 se realiza una breve introducción del peso que supone la pyme a nivel general y en el sector industrial en España. La pyme española y concretamente la pyme del sector industrial tiene una oportunidad para aumentar su competitividad si realiza su transformación digital. Se presenta dónde surge el concepto de Industria 4.0 como base de la cuarta revolución industrial, incluyendo varios ejemplos de iniciativas que se han llevado a cabo en varios países de la Unión Europea para ayudar a las organizaciones a desarrollar sus diferentes actividades según las bases de la Industria 4.0. En el caso de España se concreta especialmente en la iniciativa del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo en el desarrollo de la Web Industria Conectada 4.0, desde la cual se realiza la difusión de las especificaciones UNE 0060 *Industria 4.0. Sistema de gestión para la digitalización. Requisitos* y UNE 0061 *Industria 4.0. Sistema de gestión para la digitalización. Criterios para la evaluación de requisitos*.

También se incluye en el capítulo 1 el *Índice de la Economía y la Sociedad Digital* el cual mide el rendimiento y evolución de los Estados miembros de la UE en materia de competitividad digital. Se presenta el resultado del índice en el informe del año 2021 en el cual se evidencia la posición de España en materia de competitividad digital con respecto a los otros países de la Unión Europea. Por último, se presenta un ejemplo de actuación de la Comunidad de Andalucía realizando la comparativa del valor del índice DESI obtenido a nivel nacional y de la Unión Europea con las empresas ubicadas en su comunidad.

El capítulo 2 presenta a la Asociación Española de Normalización UNE, como el organismo encargado del estudio, preparación, edición y difusión de la normativa UNE a nivel nacional. Se incluye el concepto de norma y las fases que se deben realizar para la emisión de una norma. Se ha incluido una selección de normas de sistemas normalizados de gestión, así como una posible metodología básica para la integración de estos.

El capítulo 3 muestra las estructuras de las especificaciones UNE 0060 y UNE 0061 y la posible integración de UNE 0060 con la norma UNE-EN ISO 9001 *Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos* en su edición de 2015.

También se han incluido un grupo de normas que se consideran van a servir a las organizaciones para poder desarrollar los requisitos de la especificación UNE 0060 y poder establecer el *Sistema de gestión para la digitalización*.

En el capítulo 4 se desarrolla el marco y los fundamentos y herramientas de gestión establecidos en base a los requisitos de la especificación UNE 0060 para la implantación de un *Sistema de gestión para la digitalización* por cualquier tipo de organización y los requisitos de la especificación UNE 0061 para la evaluación del *Sistema de gestión para la digitalización*.

En el capítulo 5 se presentan los resultados a los que se ha llegado en esta investigación especificando los documentos que deberían formar parte del *Sistema de gestión para la digitalización* y que permitirían a la organización que los implanta conseguir su transformación digital hacia la Industria 4.0.

En el último capítulo se emiten las conclusiones y desarrollos futuros relacionados con la investigación llevada a cabo en esta tesis doctoral.

Y ya para finalizar indicar que el glosario de términos y definiciones se ha obtenido de la especificación UNE 0060 y de las normas UNE-EN ISO 9000 y UNE-ISO 16234-1.

CAPÍTULO 1.- LA PYME Y EL SECTOR INDUSTRIAL EN ESPAÑA

1.1.- Diagnóstico de la situación de la pyme española

Como diagnóstico de la situación de la pyme española se muestra un extracto del *Informe de la pyme* (pequeña y mediana empresa) de edición 1 de enero de 2021 (1). Este tipo de informes es emitido anualmente por el Ministerio de Industria Comercio y Turismo de España. En el momento de la redacción de la presente tesis, además de los informes de ediciones anteriores, la última edición disponible era la del informe citado.

Según el Directorio Central de Empresas (DIRCE), a 1 de enero del año 2021, hay en España 3.366.570 empresas, de las cuales 3.361.898 (99,9%) son PYME (entre 0 y 249 asalariados). En la tabla 1.1.1 se muestra el número total de empresa y el número total clasificadas por tamaño.

Empresas por tamaño		%	Variación anual
PYME (0-249 asalariados)	3.361.898	99,9%	-1,1%
PYME sin asalariados (0 asalariados)*	1.879.126	55,8%	-1,7%
PYME con asalariados (1-249 asalariados)	1.482.772	44,0%	-0,3%
Microempresas (1-9 asalariados)	1.345.244	40,0%	0,5%
Pequeñas (10-49 asalariados)	117.534	3,5%	-7,7%
Medianas (50-249 asalariados)	19.994	0,6%	-7,2%
Grandes (250 o más asalariados)	4.672	0,1%	-3,2%
Total Empresas	3.366.570	100,0%	-1,1%

Tabla 1.1.1. Número total de empresa y su clasificación por tamaño.
Fuente: Informe de la pyme de edición 1 de enero de 2021.

En lo referente a la distribución sectorial de las empresas españolas esta se presenta en la tabla 1.1.2. Como puede apreciarse el sector industrial está constituido por el 5,7% de las empresas españolas.

Industria	Construcción	Comercio	Resto de Servicios	Total
192.555	417.017	713.305	2.043.693	3.366.570
5,7	12,4	21,19	60,71	100,0

Tabla 1.1.2. Distribución sectorial de las empresas españolas.
Fuente: Informe de la pyme de edición 1 de enero de 2021.

En lo referente a la distribución sectorial por tamaño de empresa, dicha clasificación se muestra en la tabla 1.1.3. Es significativo ver que el 99,5% de las empresas del sector industrial son pymes y solamente un 0,5% son grandes empresas.

Empresas por tamaño	Industria	Construcción	Comercio	Resto de servicios	Total
PYME (0-249 asalariados)	99,5%	100,0%	99,9%	99,9%	99,9%
PYME sin asalariados (0 asalariados)	35,4%	58,9%	48,6%	59,6%	55,8%
PYME con asalariados (1-249 asalariados)	64,0%	41,1%	51,3%	40,2%	44,0%
Microempresas (1-9 asalariados)	49,0%	36,7%	48,2%	36,9%	40,0%
Pequeñas (10-49 asalariados)	12,8%	4,0%	2,7%	2,8%	3,5%
Medianas (50-249 asalariados)	2,3%	0,3%	0,4%	0,5%	0,6%
Grandes (250 o más asalariados)	0,5%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%
Total Empresas	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Tabla 1.1.3. Distribución sectorial por tamaño de empresas.

Fuente: Informe de la pyme de edición 1 de enero de 2021.

En la tabla 1.1.4 se muestra la distribución de pymes y grandes empresas por comunidades autónomas. Como puede apreciarse, según se indica en el *Informe de la pyme*, más del 61% de las empresas españolas se concentran en 4 comunidades autónomas: Cataluña, Madrid, Andalucía y Comunidad Valenciana.

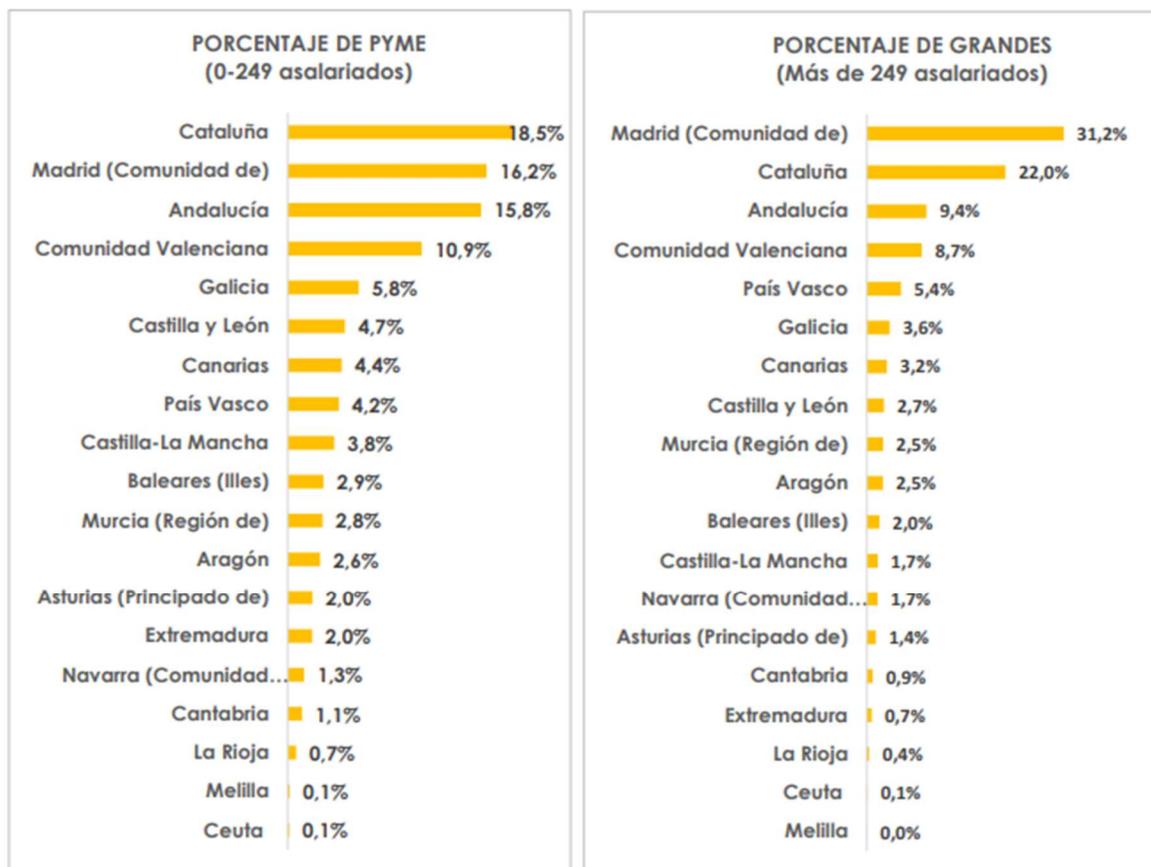


Tabla 1.1.4. Distribución de pymes y grandes empresas por comunidades autónomas.
Fuente: Informe de la pyme de edición 1 de enero de 2021.

1.2.- Retrato de la pyme en el sector industrial

En la tabla 1.2.1 se muestra un desglose del número de pymes según las distintas actividades que componen el sector manufacturero, así como su evolución entre 2019 y 2020. En total, en la industria manufacturera el número de pequeñas y medianas empresas disminuyó en 2.900 empresas, lo que supone un descenso del -1,7% respecto a 2019. Entre las sub-ramas con mayor crecimiento relativo se encuentran: “Industria del tabaco” (8,33%), y la “Fabricación de productos farmacéuticos” (3,4%).

Subsector	2020	Var. 20/19	%
10 Industria de la alimentación	24.902	-203	-0,81%
11 Fabricación de bebidas	5.129	-110	-2,10%
12 Industria del tabaco	52	4	8,33%
13 Industria textil	6.425	2	0,03%
14 Confección de prendas de vestir	9.081	-131	-1,42%
15 Industria del cuero y del calzado	4.199	-244	-5,49%
16 Industria de la madera y del corcho, excepto muebles; cestería y espartería	9.727	-223	-2,24%
17 Industria del papel	1.509	-72	-4,55%
18 Artes gráficas y reproducción de soportes grabados	13.795	-263	-1,87%
19 Coquerías y refino de petróleo	14	-3	-17,65%
20 Industria química	3.563	24	0,68%
21 Fabricación de productos farmacéuticos	305	10	3,39%
22 Fabricación de productos de caucho y plásticos	4.082	-81	-1,95%
23 Fabricación de otros productos minerales no metálicos	7.605	-259	-3,29%
24 Metalurgia; fabricación de productos de hierro, acero y ferroaleaciones	1.333	-40	-2,91%
25 Fabricación de productos metálicos, excepto maquinaria y equipo	32.018	-485	-1,49%
26 Fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos	2.280	-29	-1,26%
27 Fabricación de material y equipo eléctrico	1.845	-41	-2,17%
28 Fabricación de maquinaria y equipo n.c.o.p.	5.803	-137	-2,31%
29 Fabricación de vehículos de motor, remolques y semirremolques	1.555	21	1,37%
30 Fabricación de otro material de transporte	875	-19	-2,13%
31 Fabricación de muebles	11.141	-271	-2,37%
32 Otras industrias manufactureras	9.889	-235	-2,32%
33 Reparación e instalación de maquinaria y equipo	14.077	-115	-0,81%
Total manufacturas	171.204	-2.900	-1,67%

Tabla 1.2.1. Desglose del número de pymes según las distintas actividades que componen el sector manufacturero. Fuente: Informe de la pyme de edición 1 de enero de 2021.

Las tablas 1.1.2 y 1.1.3 muestran respectivamente como el sector industrial supone un 5,7% sobre el total de empresa españolas y que por tamaño de empresas un 99,5% son pymes y un 0,5% son grandes empresas.

En lo referente al peso que supone el sector industrial en el producto interior bruto (PIB) de la economía española, esta ha pasado de tener el 18,7% del PIB en 2000, al 14,69% en 2020. Además, la situación de la pandemia mundial iniciada en 2020 ha hecho que la contribución del sector industrial al PIB se haya alejado del objetivo marcado por la Unión Europea de alcanzar en 2020 el 20%. A pesar de lo indicado en 2021 la cifra del PIB fue de 1.205.063 M€, con lo que España es la economía número 15 en el ranking de los 196 países de los que publican el PIB (Fuente: datosmacroexpansión.com).

Con el fin de ayudar al sector industrial a aumentar el porcentaje de su peso en PIB de la economía española, se estima que la aplicación de la especificación UNE 0060 puede ser muy beneficiosa al conjunto de la pyme española. La finalidad de la especificación es ayudar a las empresas y organizaciones de España, especialmente a la pyme del sector industrial, a incorporarse a de la *Cuarta revolución industrial*.

1.3.- La cuarta revolución industrial

Actualmente nuestra sociedad se encuentra inmersa en la cuarta revolución industrial, dicha revolución tiene su origen en lo que se ha llamado Industria 4.0 la cual afecta especialmente a la pyme española.

Según Joyanes “el termino industria 4.0 se acuñó en Alemania en el año 2011 en la Feria tecnológica de Hannover-Mess, si bien fue en la edición de dicha feria en 2013 cuando se presentó la iniciativa oficial del Gobierno de Alemania” (2). El mismo autor también indica que “el documento fundacional de Industria 4.0 y de la plataforma asociada (Platform Industrie 4.0) denominado *Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0* fue redactado por Acatech (Academia General de Ciencia e Ingeniería de Alemania) y presentado en abril de 2013” (3). La figura 1.3.1. muestra la portada del citado documento.



Figura 1.3.1. Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0 (portada).
Fuente: Platform Industrie 4.0.

El documento *Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0* identifica como nueva industria la citada Industria 4.0, realiza la presentación de sus bases y la sitúa históricamente como la cuarta revolución industrial tal como se muestra en la figura 1.3.2.

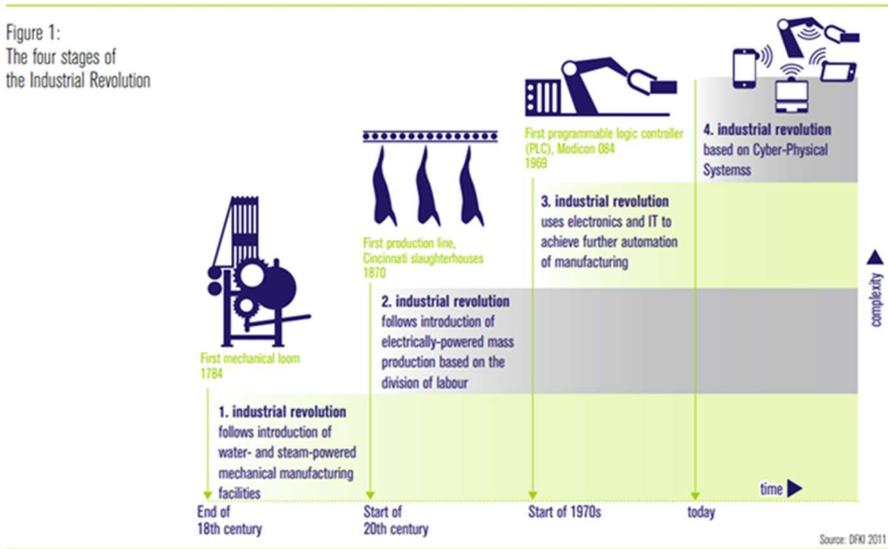


Figura 1.3.2. Las cuatro etapas de la revolución industrial.
Fuente: Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0.

Como se puede apreciar en la figura 1.3.2, las tres primeras revoluciones industriales surgieron como resultado de la mecanización, la electricidad y la informática. La primera revolución industrial tuvo su origen en la aplicación de la máquina de vapor a los procesos de fabricación. La introducción de la electricidad, la fabricación en serie y las cadenas de montaje fueron el fundamento de la segunda revolución industrial. La tercera revolución industrial se desarrolló gracias a la automatización y al uso de la robótica en los procesos de fabricación. La cuarta revolución conlleva el desarrollo de una industria digital y conectada, fundamentando sus bases en la aplicación de las tecnologías habilitadoras.

El documento fundacional de Industria 4.0 pronosticaba en abril de 2013 que, en el futuro, las empresas establecerán redes globales que incorporarán su maquinaria, sistemas de almacenamiento e instalaciones de producción en la forma de Sistemas Ciberfísicos (CPS). Se identificaba que, en el entorno de fabricación, los Sistemas Ciberfísicos “comprenden máquinas inteligentes, sistemas de almacenamiento e instalaciones de producción capaces de intercambiar información de forma autónoma, desencadenar acciones y controlarse entre sí de forma independiente”. Se referencia como uno de los pilares de la Industria 4.0 las fábricas inteligentes (Smart Factories) las cuales emplean un enfoque de producción completamente nuevo.

Continuando con el desarrollo histórico de la Cuarta Revolución Industrial, Joyanes (4) indica que “fue el Foro de Davos en enero de 2016 el que lanzó la nueva tendencia y consolidó el nacimiento de la Cuarta Revolución Industrial”. Joyanes (5) continúa diciendo que “la edición 2017 del Foro de Davos tuvo como lema central Liderazgo Responsable Receptivo y se ha centrado en los cuatro desafíos globales del liderazgo para 2017: fortalecer la colaboración industrial, revitalizar el crecimiento económico, reforzar el capitalismo y prepararse para la Cuarta Revolución Industrial que está redefiniendo la forma en que vivimos y trabajamos”.

El mismo autor (6) define el concepto de Industria 4.0, siendo esta la que “describe la digitalización de sistemas y procesos industriales y su interconexión mediante la Internet de las cosas e Internet de los Servicios para conseguir una mayor flexibilidad e individualización de los procesos productivos. Es una visión de la fábrica de futuro o fábrica inteligente”.

Rodal Montero indica, además de la anterior iniciativa alemana, la existencia de otras iniciativas estatales para el desarrollo de la Industria 4.0 “como la *Industrie 4.0* en Austria, *L’industrie du Futur* en Francia, *Catapult* en Reino Unido, *Industria 4.0* o *Impresa 4.0* en Italia, y *Smart Industry* en Países Bajos”. En el caso de España, en el año 2015 el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo lanza la iniciativa *Industria Conectada 4.0*, “cuyos objetivos principales se centran en garantizar el conocimiento y el desarrollo de competencias vinculados con la Industria 4.0”. El mismo autor también referencia “la iniciativa impulsada en Euskadi desde 2014 por el Gobierno vasco denominada *Basque Industry 4.0*” (7).

1.4.- Industria conectada 4.0

En lo referente a los organismos públicos de España que están desarrollando estrategias y políticas para la facilitar la transformación digital de las organizaciones públicas y privadas de España, se han incluido un extracto de la Web Industria Conectada 4.0 establecida por el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (MINCOTUR) a través de la Secretaría de Estado de Digitalización e Inteligencia Artificial (8).

El extracto seleccionado la Web Industria Conectada 4.0 evidencia las estrategias, políticas y acciones del citado ministerio en el ámbito de la transformación digital aplicables tanto a empresas privadas como a organismos públicos y que tiene que ver con el objeto de la tesis.

1.4.1.- Organización en el ámbito de la transformación digital

Corresponde al Ministerio de Industria, Comercio y Turismo la propuesta y ejecución de la política del Gobierno en materia de industria, comercio y turismo.

Este Ministerio se estructura en los siguientes órganos superiores en base a lo establecido en el Real Decreto 998/2018, de 3 de agosto, por el que se desarrolla la estructura orgánica básica del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo en los siguientes órganos superiores:

- *La Secretaría de Estado de Comercio*

- *La Secretaría de Estado de Turismo*

- *La Secretaría General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa*

De las anteriores secretarías es la Secretaría General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa la encargada de la elaboración, gestión, seguimiento y coordinación de programas y actuaciones destinadas a promover la transformación digital de las empresas y la digitalización de la industria, sin perjuicio de las competencias atribuidas a otros departamentos ministeriales.

La Dirección General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa es una unidad orgánica perteneciente al Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. Entre los objetivos de la Dirección General se encuentra facilitar y promover una comunicación fluida con las empresas y agentes de los distintos sectores sobre los que se proyecta la acción del Ministerio, con especial incidencia en la ejecución de las políticas de apoyo y promoción de las pequeñas y medianas empresas (PYME), con el fin de favorecer e impulsar su actividad empresarial y la mejora de su competitividad.

1.4.2.- Industria Conectada 4.0. Programas de apoyo

Industria conectada 4.0 impulsa la transformación digital de la industria española mediante la actuación conjunta y coordinada del sector público y privado de todas las empresas.

La digitalización de la sociedad y de la industria plantea retos y genera oportunidades para el sector industrial que deberá adaptar sus procesos, productos y modelos de negocio.

Gracias a la hiperconectividad, los clientes están hoy más informados y tienen acceso inmediato a la oferta de empresas industriales de todo el mundo. Se trata de un entorno muy competitivo, pero con muchas oportunidades para las empresas españolas.

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.

Por ello, la estrategia **Industria Conectada 4.0** responde a un triple objetivo:

- Incrementar el valor añadido industrial y el empleo cualificado en el sector industrial.
- Favorecer el modelo industrial de futuro para la industria española, con el fin de potenciar los sectores industriales de futuro de la economía española y aumentar su potencial de crecimiento, desarrollando a su vez la oferta local de soluciones digitales.
- Desarrollar palancas competitivas diferenciales para favorecer la industria española e impulsar sus exportaciones.

Para la consecución de estos objetivos, la Secretaría General de Industria y de la PYME ha ido diseñando una serie de programas de apoyo a las empresas industriales de cara a afrontar su transformación digital con más garantías:

HADA: La Herramienta de Autodiagnóstico Digital Avanzada diseñada por la Secretaría General de Industria y de la pyme, es una aplicación online que, a través de un cuestionario permite a las empresas obtener una valoración de su estado de madurez digital.

La nueva versión de HADA tiene como objetivo dotar a la industria española de un instrumento gratuito, moderno y de calidad que permita a las empresas evaluar su nivel de madurez en relación con el paradigma de la Industria 4.0, además de ofrecer el nivel de impacto y utilidad de diversos habilitadores digitales en la organización obteniendo el grado de prioridad para su implantación. Del mismo modo, HADA está pensada para conocer la situación comparativa respecto a otras organizaciones con diferentes niveles de madurez, recursos y actividad.

Las conclusiones e informe resultantes de esta herramienta servirán de base para una necesaria reflexión interna en cada organización. Una reflexión que permita planificar el desarrollo e implantación de acciones y proyectos concretos, con los cuales logre aumentar su competitividad y eficiencia en el mercado actual y futuro.

Para ello, se han definido 6 niveles de madurez que establecen el grado de implantación de la Industria 4.0 en las organizaciones y el punto en el que se encuentran en el proceso de transformación digital.

La figura 1.4.2.1 muestra los 6 niveles de madurez establecidos por HADA.

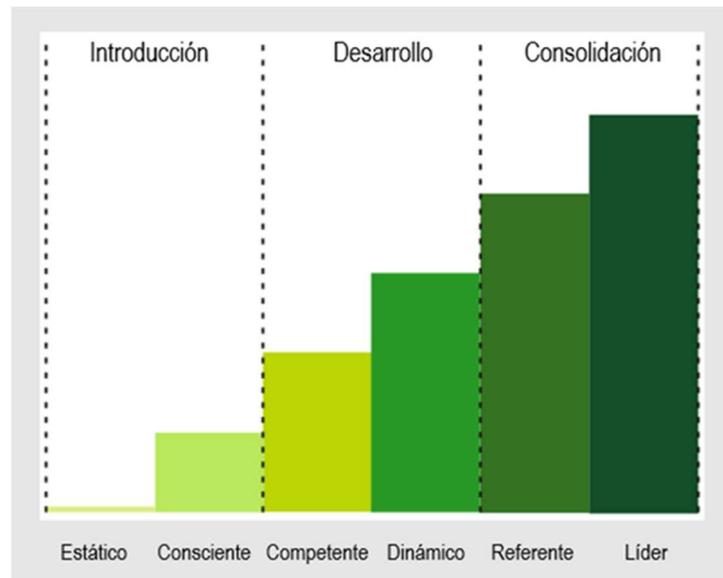


Figura 1.4.2.1. Seis niveles de madurez según HADA.
Fuente: Web Industria Conectada 4.0.

HADA analiza 16 áreas distintas que se corresponden con 5 dimensiones organizacionales de las empresas:

- *Estrategia de mercado*
- *Procesos*
- *Organización y personas*
- *Infraestructuras*
- *Productos y servicios*

La herramienta HADA también permite *evaluar el nivel de impacto y utilidad de los siguientes habilitadores de la Industria 4.0 sobre la organización que utiliza la herramienta:*

- *Big Data & Analytics*
- *Marketing digital*
- *Internet of Things*
- *Robótica y RPA*
- *Fabricación aditiva*
- *Realidad virtual y aumentada*

- *Cloud*
- *Formación y personas*
- *Ciberseguridad*
- *Plataformas y comunicaciones*

ACTIVA Industria 4.0: es un programa de asesoramiento especializado y personalizado para empresas industriales españolas, realizado por entidades acreditadas con experiencia en implantación de proyectos de Industria 4.0. Proporciona a las industrias un diagnóstico de su situación actual y un plan de transformación que identifica las actuaciones prioritarias en ese proceso de transformación, para definir la hoja de ruta de su implantación.

Este programa se enmarca en la Estrategia Nacional Industria Conectada 4.0 impulsada por la Secretaría General de Industria y de la PYME del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, en colaboración con EOI Escuela de Organización Industrial y las Comunidades Autónomas. Su objetivo es apoyar la industria española, incrementar el valor añadido industrial y el empleo cualificado en el sector. La metodología desarrollada por la Secretaría General de Industria y de la PYME.

ACTIVA Financiación: Esta actuación persigue el apoyo a proyectos que promuevan la transformación digital de las empresas industriales al mismo tiempo que contribuyan a la mejora de su sostenibilidad ambiental como consecuencia de dicha digitalización.

Podrán acogerse a las ayudas establecidas las sociedades con personalidad jurídica propia, legalmente constituidas en España y debidamente inscritas en el registro correspondiente, con independencia de su tamaño, que desarrollen una actividad industrial y que no formen parte del sector público.

Por otro lado, se establecen una serie de prioridades temáticas tales como:

- *Plataformas de interconexión de la cadena de valor de la empresa (software).*
- *Soluciones para el tratamiento avanzado de datos (software).*
- *Soluciones de inteligencia artificial (software).*

- *Proyectos de simulación industrial (gemelo digital, software).*
- *Diseño y fabricación aditiva (simulador 3D, I+D+i, nuevos procesos o nuevos materiales y tintas...).*
- *Proyectos de realidad aumentada, realidad virtual y visión artificial.*
- *Robótica colaborativa y cognitiva (al menos un robot físico).*
- *Sensórica.*

ACTIVA Startups: es una iniciativa del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo y gestionado por la EOI, la cual se alinea con tres de las áreas estratégicas definidas en la Estrategia Nacional de Industria Conectada 4.0

Este programa apoya la colaboración entre empresas emergentes/startups y empresas consolidadas con potencial de innovación. Tiene como finalidad el impulso de la innovación y el crecimiento de empresas de nueva generación, a través del desarrollo de entornos colaborativos e impulsando su digitalización.

ACTIVA Ciberseguridad: es un programa de Innovación en Ciberseguridad de la PYME impulsado por la Secretaría General de Industria y de la PYME en el marco de la Estrategia de Industria Conectada 4.0.

El principal objetivo es que las PYMES, ante el incesante aumento de los ciberataques, determinen su nivel de seguridad actual y establezcan el nivel que han de conseguir para proteger sus sistemas y la información corporativos.

Se trata de un programa gratuito que consta, entre otras, de cuatro actuaciones complementarias dirigidas a PYMES con domicilio social en cualquier provincia del territorio nacional.

- *Fase 1 de Diagnóstico inicial: Recogida de información de la empresa y su sector y análisis de la situación actual de la empresa en materia de Ciberseguridad para detectar las necesidades y posibilidades de mejora.*
- *Fase 2 de Diagnóstico: Análisis de cumplimiento / auditoría de ciberseguridad.*

- *Fase 3 de Implantación: Propuesta de implantación de un Plan de Ciberseguridad en la empresa.*
- *Fase 4 de Seguimiento: Seguimiento de las medidas implantadas y valoración de otras iniciativas.*

ACTIVA Crecimiento: es un programa de consultoría personalizada para PYMES industriales españolas, promovido y coordinado por la Secretaría General de Industria y de la PYME, en colaboración con la EOI. El Programa, realizado por entidades consultoras acreditadas y con experiencia, incluye 50 horas de asesoramiento, con consultores especializados que actúan en una de las seis áreas de crecimiento de la empresa: innovación, recursos humanos, operaciones, digitalización, marketing y comercialización y finanzas.

1.4.3.- Estrategia Nacional IC 4.0

Conscientes de la importancia y trascendencia de la transformación digital para nuestra industria, desde 2015, la Secretaría General de Industria y de la PYME desarrolla el contenido de su estrategia de Industria Conectada 4.0.

Una estrategia que resultó de un proceso participativo, en el que el sector público y privado, no sólo analizaron los retos de la industria ante esta cuarta revolución industrial, sino que avanzaron el contenido de la estrategia que ha de acompañar la transformación de la empresa industrial hacia su digitalización.

La estrategia Industria Conectada 4.0 responde a un triple objetivo:

- 1. Incrementar el valor añadido industrial y el empleo cualificado en el sector industrial.*
- 2. Favorecer el modelo industrial de futuro para la industria española, con el fin de potenciar los sectores industriales de futuro de la economía española y aumentar su potencial de crecimiento, desarrollando a su vez la oferta local de soluciones digitales.*

3. *Desarrollar palancas competitivas diferenciales para favorecer la industria española e impulsar sus exportaciones.*

Sobre estos objetivos principales se desarrolla un plan con cuatro líneas de actuación y 8 áreas estratégicas, según se muestra en la figura 1.4.3.1.



Figura 1.4.3.1. Líneas de actuación y áreas estratégicas. Fuente: Web Industria Conectada 4.0.

Para ayudar en la implementación de las anteriores líneas de actuación se establece un modelo de gobernanza, para el que se definen unos órganos de nueva creación, así como sus principales responsabilidades. La mayoría de estos órganos incluirá una representación de los principales agentes involucrados: organismos públicos centrales y locales, empresas industriales, tecnológicas y asociaciones, centros de investigación y enseñanza, agentes sociales, y todas aquellas personas de competencia reconocida en el desarrollo de la Industria 4.0 procedentes del mundo empresarial, de las Administraciones Públicas o del ámbito científico y universitario.

El éxito de la iniciativa Industria Conectada 4.0 solo será posible con la involucración y participación de todos los actores relevantes.

Como modelos de gobernanza se establecen los siguientes cuatro grupos de trabajo:

- *Estandarización*
- *Administraciones Públicas*
- *Digital Innovation Hubs*
- *Habilitadores Digitales*

1.4.3.1.- Estandarización

Este Grupo de Trabajo, se constituye en el marco del modelo de gobernanza de la Estrategia Industria Conectada 4.0 con el fin de promover la participación de empresas españolas en los foros internacionales y desarrollar nuevas propuestas de normas y leyes en materia de Industria 4.0, tanto a nivel nacional como internacional.

1.4.3.2.- Administraciones Públicas

El Grupo de Trabajo de Administraciones Públicas, se constituye en el marco del modelo de gobernanza de la Estrategia Industria Conectada 4.0 con el fin de promover, coordinar e impulsar las diferentes iniciativas que, en materia de industria 4.0, se implementen en el territorio nacional. En él, participan todas las Comunidades Autónomas y el resto de Organismos y Administraciones que realicen acciones en materia de digitalización industrial.

Los principales trabajos que se han realizado contando con la participación de los agentes de este grupo han sido:

- *HADA*
- *Programa ACTIVA*

1.4.3.3.- Digital Innovation Hubs

El Grupo de Trabajo de Digital Innovation Hubs (DIH), se constituye en el marco del modelo de gobernanza de la Estrategia Industria Conectada 4.0 con el fin de promover la constitución en nuestro país de Digital Innovation Hubs, así como coordinar y ordenar el mapa nacional de DIH y definir el papel de los DIH en la política industrial española y su alineamiento con las directrices europeas en materia de digitalización industrial.

1.4.3.4.- Habilitadores Digitales

El Grupo de Trabajo de Habilitadores Digitales, se constituye en el marco del modelo de gobernanza de la Estrategia Industria Conectada 4.0 y su objetivo principal es el estudio, análisis y promoción del desarrollo de “habilitadores digitales” para la industria y garantizar su aplicación en ella.

Los “habilitadores digitales” son el conjunto de tecnologías que hacen posible que esta nueva industria explote todo su potencial. En efecto, éstas permiten la hibridación entre el mundo físico y el digital, es decir, vincular el mundo físico al virtual para hacer de la industria una industria inteligente.

Los “habilitadores digitales” son un elemento fundamental para facilitar y catalizar la transformación digital de la industria española. Se han identificado tres grandes categorías de habilitadores:

- Los de **hibridación del mundo físico y digital**, que permiten poner en relación ambos prismas mediante sistemas de captación de información o de materialización de la información digital en el mundo físico (sensórica, fabricación aditiva, robótica colaborativa, etc.).
- Los de **comunicaciones y datos**, que permiten la comunicación entre dispositivos, el almacenamiento y el tratamiento de los datos (big data, cloud, ciberseguridad, etc.).
- Las **aplicaciones de gestión**, que aplican inteligencia de los datos procesados permitiendo multitud de aplicaciones y modelos de negocio sobre ellos (plataformas colaborativas, inteligencia artificial, etc.).

La figura 1.4.3.4.1 muestra el esquema con las tres categorías de habilitadores digitales y las tecnologías asociadas a las mismas



Figura 1.4.3.4.1. Categorías de habilitadores digitales. Fuente: Web Industria Conectada 4.0

1.5.- Índice de la Economía y la Sociedad Digitales (DESI)

Para conocer el estado de la digitalización y por tanto de la transformación digital de las empresas españolas, es necesario el establecimiento de una serie de indicadores a nivel autonómico, nacional y europeo. Los indicadores que se establezcan nos van a permitir visualizar la situación y evolución de las empresas españolas. Es importante destacar de manera básica que, según Trabado, M.A, (9) *la transformación digital es un cambio que debe posibilitar mover una organización de un modelo definido por procesos a un nuevo modelo basado en datos.*

A nivel europeo se ha establecido el índice DESI que es el *Índice de la Economía y la Sociedad Digital (DESI)* el cual mide el rendimiento y evolución de los Estados miembros de la UE en materia de competitividad digital. Este índice también es utilizado por algunas comunidades autónomas para comparar la competitividad digital de las empresas ubicadas en su territorio frente a los valores del índice DESI obtenidos anualmente por España y la media del conjunto de países de la Unión Europea.

En el presente apartado se va a incluir un extracto del informe del *Índice de la Economía y la Sociedad Digital (DESI)* de España correspondiente al año 2021 (10). También se va a incluir

la comparativa del índice DESI con las empresas de la comunidad de Andalucía.

En el informe se indica que desde el año 2014 la Comisión Europea supervisa los avances digitales de los Estados miembros y publica anualmente los informes del Índice de la Economía y la Sociedad Digitales (DESI). Cada año, los informes incluyen tanto los perfiles por país, que ayudan a los Estados miembros a detectar aquellas áreas que requieren una actuación prioritaria, como capítulos temáticos, que aportan un análisis a escala de la UE en los ámbitos digitales de actuación clave. En 2021, la Comisión ajustó el DESI para que refleje las dos iniciativas políticas principales que afectarán a la transformación digital en la UE durante los próximos años: el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia y la Brújula Digital de la Década Digital de la UE.

El Índice DESI realiza su análisis en base a 5 dimensiones: Capital Humano, Conectividad, Integración de la tecnología digital, Uso de Servicios de Internet, Servicios Públicos Digitales.

En la figura 1.5.1 muestra el gráfico con la clasificación de los países de la Unión Europea en función del valor del Índice DESI alcanzado y el valor del índice obtenido por España y la puntuación media de la Unión Europea. En 2021 España alcanzó la novena posición. Nota: En el informe de 2021 no se ha incluido el Uso de Servicios de Internet.

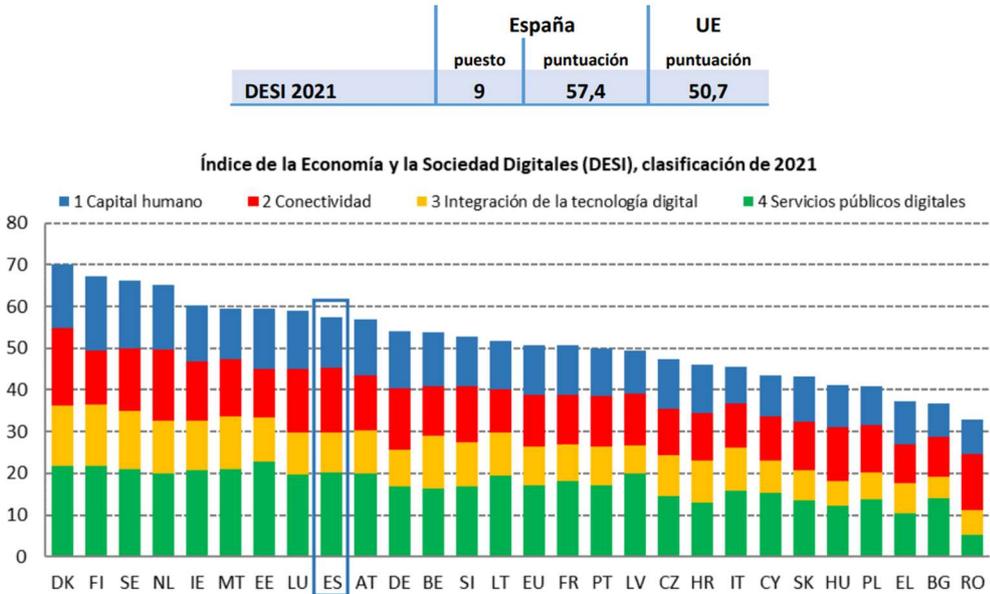


Figura 1.5.1. Visión general del Índice de la Economía y la Sociedad Digitales. Fuente: Índice de la Economía y la Sociedad Digital (DESI) de España 2021

La figura 1.5.2 muestra los resultados relativos por dimensión con respecto a la media de la Unión Europea. También muestra la evolución del Índice DESI en el periodo 2016-2020.

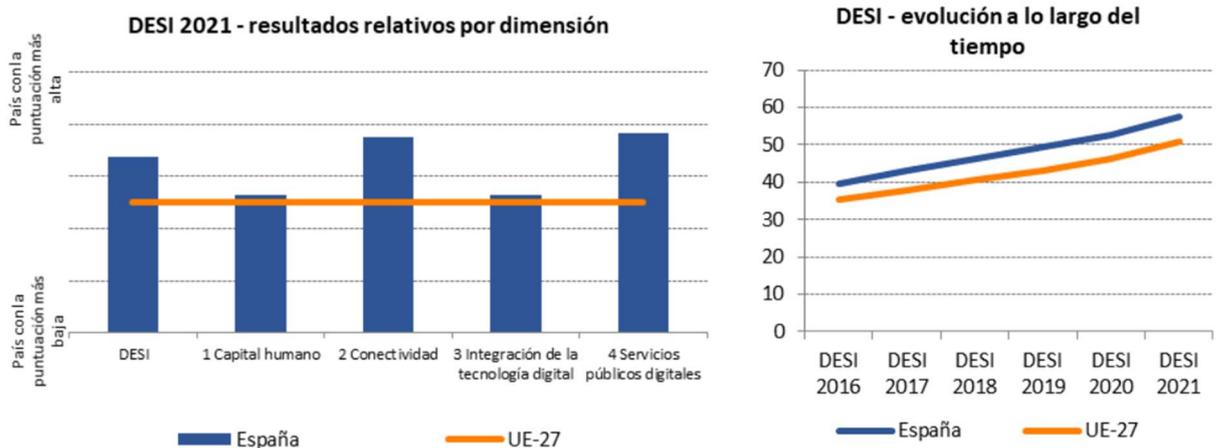


Figura 1.5.2. Resultados relativos por dimensión con respecto a la media Europea del Índice DESI. Fuente: Índice de la Economía y la Sociedad Digital (DESI) de España 2021

Se cree conveniente destacar del informe el estudio comparativo que se establece entre la situación de las empresas ubicadas en la Comunidad de Andalucía y el Índice DESI en relación con los niveles alcanzados del índice a nivel nacional y europeo. En este sentido el *Informe del estado de la transformación digital de las empresas de Andalucía* (11) se ha centrado en la dimensión de *Integración de la tecnología digital* del índice DESI por ser el que muestra la realidad de la transformación digital de la empresa andaluza en cifras.

Según se indica en el informe el índice de la *Integración de la Tecnología Digital* contempla los siguientes componentes:

- *Sub-dimensión: Digitalización de empresas*
 - *Intercambio electrónico de datos (ERP)*
 - *Uso de medios sociales*
 - *Big Data*

- *Cloud*
- Sub-dimensión: Comercio electrónico
 - Venta online Servicios disponibles en la página web

La investigación se ha realizado para dos grupos de empresas: de menos de 10 empleados y de 10 o más empleados.

Los valores obtenidos en 2020 han sido los siguientes:

- Índice DESI para empresas de menos de 10 empleados (microempresas): 23,32%
- Índice DESI para empresas de 10 o más empleados: 46,37%

En la figura 1.5.3 se puede apreciar la comparativa del valor obtenido en el *Índice de la Integración Digital* por las empresas andaluzas de 10 o más trabajadores y de menos de 10 trabajadores con los valores obtenidos por la media de España y la media de los países de la Unión Europea en los años 2018, 2019 y 2020. En el caso de las empresas de 10 o más empleados el valor obtenido se ha superado en los tres años indicados y en el caso de las empresas de menos de 10 trabajadores siempre ha sido inferior.

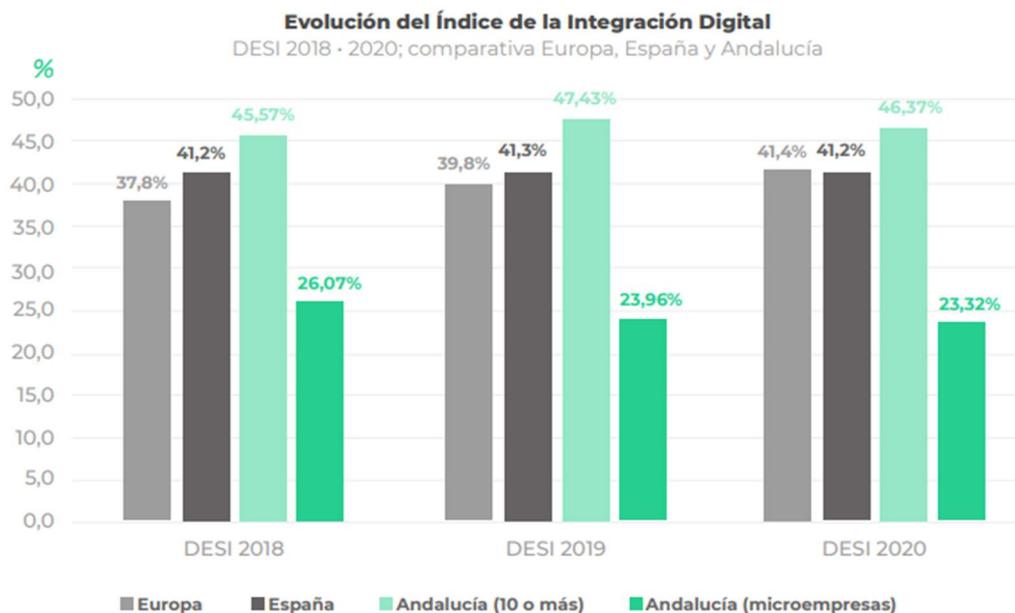


Figura 1.5.3. Evolución del Índice de la Integración Digital. Fuente: Informe del estado de la transformación digital de las empresas de Andalucía.

Por último, en la figura 1.5.4. se muestra el DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades) del *Diagnóstico de la Situación de la Industria 4.0 en Andalucía* (12) con las principales conclusiones.

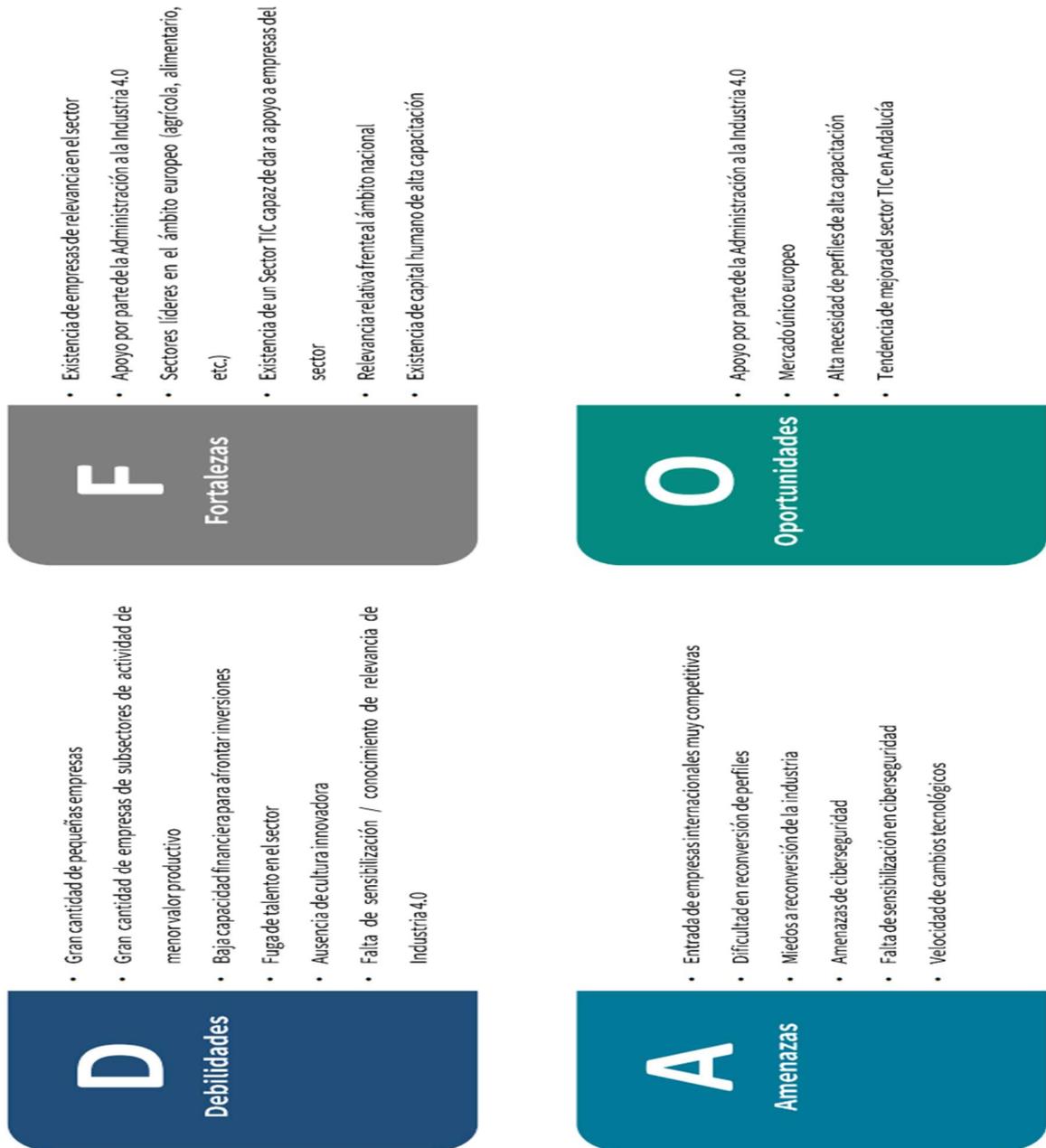


Figura 1.5.4. DAFO del Diagnóstico de la Situación de la Industria 4.0 en Andalucía.

Se ha incluido el anterior DAFO debido a que, en lo referente a la información aportada, puede ser aplicable en mayor o menor grado al resto de organizaciones de otras comunidades autónomas de España.

CAPÍTULO 2.- MARCO DE NORMALIZACIÓN

2.1.- La normalización en España

2.1.1.- La Asociación Española de Normalización UNE

En el ámbito de la normalización española las normas se denominan como UNE, acrónimo de una norma española. Actualmente el organismo encargado de la normalización española es la Asociación Española de Normalización UNE. Como breve historia de la citada asociación, esta incluye en su página Web (13) la siguiente.

La Asociación Española de Normalización y Certificación se constituye en el año 1986, al amparo de la Ley de Asociaciones 191/1964, siendo ese mismo año designada por el entonces Ministerio de Industria y Energía como entidad reconocida para desarrollar tareas de normalización.

En 2016 la Asamblea General de la Asociación acordó la modificación de sus Estatutos y la separación jurídica, funcional y contable de las actividades de normalización y cooperación internacional de las mercantiles (evaluación de la conformidad, formación y servicios de información) transfiriendo las mismas a AENOR INTERNACIONAL, S.A.U...

Este proceso se materializó el 1 de enero de 2017, quedando la Asociación Española de Normalización (UNE) como una entidad privada, multisectorial y sin fines lucrativos, designada por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad como organismo nacional de normalización.

La figura 2.1.1.1 muestra un esquema de actual Grupo UNE constituido por la Asociación Española de Normalización UNE, AENOR internacional S.A.U. y por el Centro de Ensayos de Innovación y Servicios (CEIS).



Figura 2.1.1.1. Esquema del Grupo UNE. Fuente: Web de la Asociación Española de Normalización UNE.

En la misma Web de la asociación se indica que UNE tiene por objeto contribuir al desarrollo de los sectores de actividad, a través de las normas técnicas, orientando los esfuerzos de todas las partes interesadas. Los miembros de UNE representan a la práctica totalidad de los sectores económicos españoles y suponen el auténtico motor y soporte del sistema y del desarrollo de las actividades de la entidad. Por ello, UNE constituye un modelo de caso de éxito de colaboración entre el sector privado y las Administraciones y Organismos Públicos.

También indica que contribuye al desarrollo de la economía a través de la elaboración de normas técnicas y las actividades de cooperación internacional. UNE es el único Organismo de Normalización en España, designado por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad ante la Comisión Europea y con sus actividades impulsa el desarrollo de la infraestructura de la calidad, promoviendo la transferencia del conocimiento y el fortalecimiento de las empresas.

La Asociación de Normalización española UNE comunica las siguientes cifras a fecha 31 de marzo de 2022.

75 personas en plantilla

521 miembros

35.349 normas en catálogo

3.568 Proyectos en tramitación

197 Comités Técnicos de Normalización, en los que participan más de 13.200 expertos y técnicos de distintos sectores de actividad

144 responsabilidades en diferentes órganos técnicos supranacionales (ISO, IEC, CEN y CENELEC)

11 proyectos de cooperación internacional (proyectos activos)

47 proyectos de I+D+i

La Asociación Española de Normalización UNE también participa en el Comité Europeo de Normalización (CEN) para la elaboración de norma europeos (EN) y en el Organismo Internacional de Normalización ISO en el caso de las normas ISO. La asociación realiza la edición y difusión en el ámbito nacional de las normas EN e ISO como UNE-EN ISO, UNE-EN y UNE-ISO.

2.1.2.- Las normas UNE

Según indica en su Web la Asociación Española de Normalización UNE, una norma es un documento técnico de aplicación voluntaria, fruto del consenso basado en los resultados de la experiencia y del desarrollo tecnológico y aprobado por un organismo de normalización reconocido.

Las normas UNE son elaboradas por comités técnicos de normalización (CTN) los cuales están constituidos por todas las partes interesadas en el desarrollo de una norma como pueden ser la administración pública, fabricantes o asociaciones de fabricantes, laboratorios de ensayos y calibración, organismos académicos, asociaciones y usuarios entre otros.

La Asociación Española de Normalización UNE ha establecido el siguiente proceso para la elaboración de una norma:

- Inicio / propuestas
- Evaluación de propuestas
- Toma en consideración
- Elaboración del proyecto de norma
- Información pública
- Revisión de comentarios recibidos y elaboración de documento definitivo
- Aprobación definitiva
- Publicación

2.2.- Sistemas de normalizados de gestión

De todas las normas elaboradas, en su momento por la Asociación Española de Normalización y Certificación y actualmente por la Asociación Española de Normalización UNE, se presentan una selección de sistemas normalizados de gestión que pueden tener relación con el objeto del planteamiento del marco teórico de la presente tesis.

Entre dichas normas se citan las siguientes.

- La norma UNE-EN ISO 9000: 2015, *Sistemas de gestión de la calidad. Fundamentos y vocabulario*, establece los conceptos fundamentales, los principios y el vocabulario para los sistemas de gestión de la calidad (SGC) y proporciona la base para otras normas de SGC.
- La norma UNE-EN ISO 9001: 2015, *Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos*, especifica los requisitos a un sistema de gestión de la calidad para cualquier tipo de organización.

- La norma UNE-EN ISO 14001, *Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso*, especifica los requisitos a un sistema de gestión ambiental para cualquier tipo de organización.
- La norma EN 45001, *Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo. Requisitos con orientación para su uso*. El propósito de un sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo es proporcionar un marco de referencia para gestionar los riesgos y oportunidades para la seguridad y salud en el trabajo.

Las anteriores normas establecen los requisitos que deben cumplir los sistemas normalizados de gestión de la calidad (ISO 9001), del medio ambiente (ISO 14001) y de la seguridad laboral (ISO 45001).

Otro sistema normalizado de gestión que está adquiriendo relevancia en los últimos años es la norma UNE-EN ISO 50001, *Sistemas de gestión de la energía. Requisitos con orientación para su uso*. Esto es debido a la situación de degradación de nuestro planeta debido al cambio climático lo que obliga a las organizaciones a ser eficientes en el consumo de la energía que puedan necesitar para el desarrollo de sus procesos y la citada norma establece los requisitos para ayudar a las organizaciones a establecer los sistemas y procesos necesarios para mejorar continuamente el desempeño energético, incluyendo la eficiencia energética, el uso de la energía y el consumo de la energía.

Este conjunto de normas pueden ser integradas gracias en un sistema de gestión normalizado ya que se han elaborado en base una estructura de alto nivel (HLS) propuesta por ISO para los sistemas normalizados de gestión. Pueden ser aplicadas en cualquier tipo de organización privada o de la administración pública de un país, independientemente de su actividad ya sean organizaciones que prestan servicios o que diseñan, fabrican, instalan y mantienen productos e infraestructuras industriales, de edificación o de ingeniería civil.

La tabla 2.2.1 muestra las anteriores normas seleccionadas, indicando todos sus datos identificativos como son la Clasificación Internacional de la Normas (ICS), el Comité Técnico y Subcomité Técnico o Grupo de trabajo responsable de su desarrollo.

Listado de normas de sistemas de gestión					
Código	Edición	Título	Editada	ICS	CTN
UNE-EN ISO 9001	2001-09-23	Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos	UNE	03.100.70 / Sistemas de gestión 03.120.10 / Gestión y aseguramiento de la calidad	CTN 66/SC 1 – Sistemas de Gestión
UNE-EN ISO 14001	2015-09-15	Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso	UNE	03.100.70 / Sistemas de gestión 13.020.10 / Gestión ambiental.	CTN 150/SC 1 – Sistemas de Gestión Ambiental
ISO 45001	2018-03-12	Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo	ISO	03.100.70 - Management systems. 13.100 - Occupational safety. Industrial hygiene.	ISO/TC 283 - Occupational health and safety management
UNE-EN ISO 50001	2018-09-19	Sistemas de gestión de la energía. Requisitos con orientación para su uso	UNE	03.100.70 / Sistemas de gestión 27.010 / Ingeniería de la energía 27.015 / Eficiencia energética	CTN 216/GT 3 – Sistemas de Gestión Energética

Tabla 2.2.1. Listado de normas de sistemas de gestión normalizados. Fuente: elaboración propia basada en la Web de AENOR.

2.3.- Integración de los Sistemas de normalizados de gestión

Con el fin de facilitar la integración entre diferentes sistemas normalizados de gestión, la norma UNE 66177 *Sistemas de gestión. Guía para la integración de los sistemas de gestión*, la cual *proporciona directrices para desarrollar, implantar y evaluar el proceso de integración de los sistemas de gestión de la calidad, gestión ambiental y gestión de la seguridad y salud en el trabajo, de aquellas organizaciones que han decidido integrar total o parcialmente dichos sistemas en busca de una mayor eficacia en su gestión y de aumentar su rentabilidad.*

La guía pretende a ayudar a las diferentes organizaciones a desarrollar proyectos de implantación de las normas ISO 9001, ISO 14001 y OSHAS 18001 (actualmente sustituida por ISO 45001), estableciendo los requisitos en lo referente a:

- La estructura del proceso de integración
- El desarrollo del plan de integración
- La implantación del plan de integración
- La revisión y mejora del sistema integrado de gestión

De manera complementaria a los requisitos de UNE 66177, Manzanares y González (14) especifican una posible integración de sistemas normalizados de gestión en base al establecimiento de doce áreas de gestión, como las indicadas en la tabla 2.3.1.

12 ÁREAS DE GESTIÓN			
GESTIÓN DE LA ADMINISTRACIÓN	GESTIÓN DE LAS COMPRAS	GESTIÓN DE LOS RRHH	GESTIÓN DE LA CALIDAD
GESTIÓN DEL MARKETIG	GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN	GESTIÓN DE LAS COMUNICACIONES	GESTIÓN DEL MEDIO AMBIENTE
GESTIÓN COMERCIAL	GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO	GESTIÓN DEL DISEÑO	GESTIÓN DE LOS RIESGOS LABORALES

Tabla 2.3.1. Doce áreas de gestión. Fuente: elaboración propia.

Las doce áreas indicadas se desarrollan utilizando como base un manual de organización el cual va a permitir la integración de las áreas de gestión indicadas.

El manual de organización tiene por objeto indicar como está organizada la empresa mediante los correspondientes procedimientos de gestión.

En la figura 2.3.1 se muestran las fases del esquema de desarrollo del modelo propuesto.

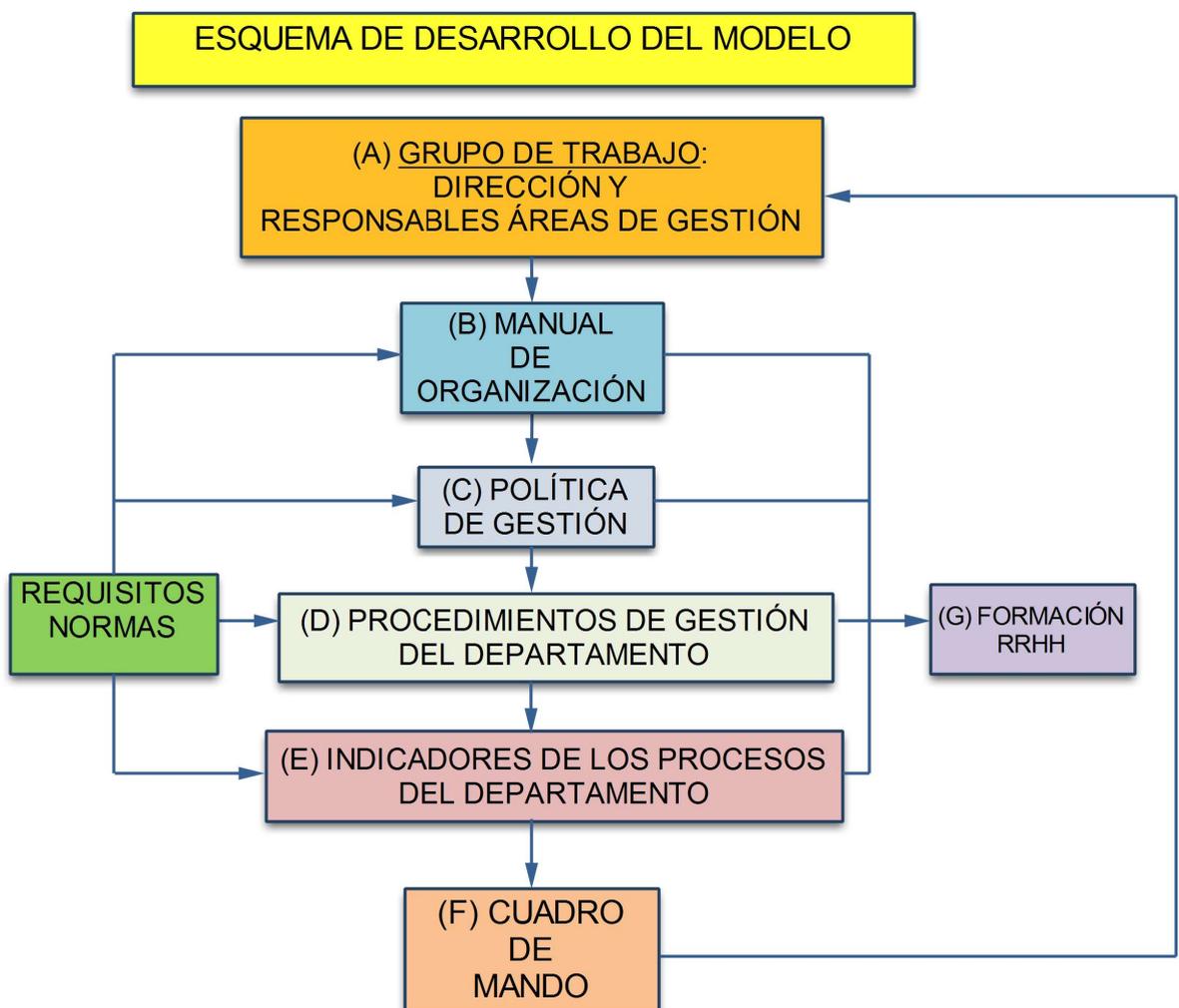


Figura 2.3.1. Esquema de desarrollo del modelo. (14).

Una vez establecido el Manual de organización se deben establecer las políticas de gestión.

Una política de gestión es un documento escrito que evidencia las intenciones y el compromiso de la Alta Dirección de la empresa con el área de gestión.

La política de gestión proporciona un marco de trabajo para toda la organización de la empresa y sirve de base para el establecimiento de los objetivos y metas aplicables al área de gestión.

En los sistemas de gestión normalizados la política de gestión debe incluir el compromiso con la mejora continua y el cumplimiento de la normativa y legislación aplicable, así como el cumplimiento de los requisitos acordados con los clientes.

En la preparación de las diferentes políticas de gestión de la organización, el Grupo de Trabajo puede decidir si se elaboran las políticas como documentos independientes clasificados en cada una de sus áreas de gestión o bien se redactan de manera integrada. Desde el punto de vista del personal de la organización, que debe comprender y seguir lo establecido en la política de gestión integrada, puede resultar compleja la comprensión de la misma.

Ambas soluciones pueden ser válidas ya que en el caso de la política integrada esta es exigida en los esquemas de certificación integrados de los diferentes organismos certificadores.

Para facilitar el entendimiento de los trabajadores sobre una política integrada, en la presente tesis se propone la utilización de la estructura de la tabla 2.3.2 se contemplan como un único documento, pero diferenciando los requisitos de las políticas de las cuatro normas integradas.

Política de gestión integrada			
Área de gestión de la Calidad	Área de gestión medioambiental	Área de gestión de la seguridad	Área de gestión de la energía
Requisito 5.2 Política de calidad de ISO 9001	Requisito 5.2 Política ambiental de ISO 14001	Requisito 5.2 Política de seguridad de ISO 45001	Requisito 5.2 Política energética de ISO 50001
Requisitos comunes para las políticas de gestión establecido en los sistemas de gestión normalizados con estructura de alto nivel			
<p>La política debe:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ser apropiada para el propósito de la organización - Estar disponible como información documentada - Comunicada dentro de la organización - Ponerse a disposición de las partes interesadas, según proceda - Revisarse y actualizarse periódicamente según sea necesario 			

Tabla 2.3.2. Ejemplo de estructura de Política de gestión integrada.
Fuente: elaboración propia.

La otra opción es realizar un documento sin distinción de áreas en las que se incluye de manera conjunta los requisitos específicos establecidos para la política de gestión encada uno de los sistemas de gestión normalizada como el mostrado en la tabla 2.3.3.

Política de gestión integrada
<p>La Política de gestión integrada (ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001, ISO 50001):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Proporcionar - Incluye - Incluye - Incluye - Apoya - Apoya
<p>Requisitos comunes para las políticas de gestión establecido en los sistemas de gestión normalizados con estructura de alto nivel</p>
<p>La política debe:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ser apropiada para el propósito de la organización - Estar disponible como información documentada - Comunicada dentro de la organización - Ponerse a disposición de las partes interesadas, según proceda - Revisarse y actualizarse periódicamente según sea necesario

Tabla 2.3.3. Ejemplo de estructura de Política de gestión integrada sin distinción de áreas.
Fuente: elaboración propia.

La fase siguiente al establecimiento de las políticas de gestión consiste en el desarrollo de los procedimientos de gestión con sus correspondientes procesos aplicables a cada área de gestión.

Para la monitorización de los procesos se deben establecer los correspondientes indicadores de edición los cuales constituirán el *Cuadro de mando de la organización*.

Como última fase se debe realizar la formación del personal de la organización en cada área de gestión.

CAPÍTULO 3.- NORMATIVA DE LA INDUSTRIA 4.0 E INTEGRACIÓN CON OTROS SISTEMAS DE GESTIÓN

3.1.- Las especificaciones UNE 0060 y UNE 0061

Con el fin de facilitar a las organizaciones de España su transformación digital hacia la Industria 4.0, en 2018 la Asociación Española de Normalización UNE, en colaboración con el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo y otros organismos especializados, desarrolló y editó la Especificación UNE 0060 *Industria 4.0. Sistemas de gestión para la digitalización. Requisitos*. Un año después dicha asociación editó la Especificación UNE 0061 *Sistemas de gestión para la digitalización. Criterios para la evaluación de requisitos*.

Si bien las citadas especificaciones pueden ser aplicables por cualquier tipo de organización independientemente de su tamaño (pyme o gran empresa) y del ámbito del sector al que pertenezca, en el contexto del ámbito industrial, las especificaciones UNE 0060 y 0061 tratan de concienciar a las empresas industriales de la necesidad de transformarse digitalmente a través de unos requisitos básicos necesarios para alcanzar los niveles que requiere la industria del futuro - “Industria 4.0”- y reducir así la brecha digital existente, fortaleciendo el sector industrial nacional y preparándolo para los retos del futuro.

La especificación UNE 0060 es una herramienta de gestión orientada a facilitar a cualquier tipo de organización pública y privada su transformación digital para poder ser considerada Industria Digital. La Especificación presenta una estructura de alto nivel (HLS), lo que facilita su integración con otros sistemas de gestión como por ejemplo la norma “UNE-EN ISO 9001: 2015. Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos”.

Por su parte, la especificación UNE 0061 permitiría, a las organizaciones que implantan la especificación UNE 0060 y a los organismos de certificación, realizar la evaluación para comprobar el cumplimiento de los requisitos por parte de una organización que ha implantado la especificación UNE 0060.

Las especificaciones UNE 0060 y UNE 0061 han sido desarrolladas por el Grupo Específico de Carácter Temporal GET 24 “Procesos de transformación para la industria 4.0”, cuya secretaría desempeña UNE.

Los organismos públicos, asociaciones y empresas que forman parte del grupo GET 24 y que han participado en la elaboración de las citadas especificaciones son:

- Ministerio de Industria, Comercio y Turismo.
- Asociación multisectorial de empresas de electrónica, las tecnologías de la información y la comunicación, de las telecomunicaciones y de los contenidos digitales (AMETIC).
- Asociación Española de Fabricantes de Iluminación (ANFALUM).
- Confederación Española de Asociaciones de Fabricantes de productos de Construcción (CEPCO)
- Federación Española de Industrias de la Alimentación y Bebidas (FIAB).
- Agrupación de Fabricantes de Cemento de España (OFICEMEN).
- Asociación Española de Proveedores de Automoción (SERNAUTO).
- AENOR.
- Contaranza.
- Indra.
- Logitek.
- Telefónica.

Para facilitar el desarrollo por parte de las organizaciones españolas de Sistemas de gestión para la digitalización según los requisitos de UNE 0060, el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, como organismo público impulsor de la Industria 4.0, ha puesto a disposición para su consulta de todas las organizaciones que lo deseen las especificaciones UNE 0060 y UNE 0061 cuyas portadas se muestran en la figura 3.1.1. Ambas especificaciones se pueden descargar gratuitamente desde la Web de Industria Conectada 4.0 en su área Estrategias e informes → Especificaciones UNE (dirección en vigor en el momento de la redacción de la presente tesis).



Figura 3.1.1. Portadas de las especificaciones UNE 0060 y UNE 0061.
Fuente: Web de Industria conectada 4.0.

Además de las especificaciones UNE 0060 y UNE 0061, también desde la Web de Industria Conectada 4.0 se pueden descargar de manera gratuita las nomas:

- UNE-EN ISO/IEC 27001:2017, *Tecnología de la información. Técnicas de seguridad. Sistemas de Gestión de la Seguridad de la Información. Requisitos.*
- UNE-EN ISO/IEC 27002:2017, *Tecnología de la Información. Técnicas de seguridad. Código de prácticas para los controles de seguridad de la información.*

3.2.- Estructura de la especificación UNE 0060

La especificación UNE presenta la siguiente estructura:

- 0.- Introducción
- 1.- Objeto y campo de aplicación
- 2.- Términos y definiciones
- 3.- Contexto de la industria digital
- 4.- Liderazgo
- 5.- Planificación
- 6.- Apoyo
- 7.- Operación
- 8.- Innovación
- 9.- Evaluación, seguimiento y medición
- 10.- Mejora

También presenta un Anexo A (informativo) *Ejemplos de tecnologías para facilitar la implantación de la digitalización* y un Anexo B (informativo) *Ejemplos de competencia digitales*.

En la introducción de la especificación, en lo referente a la digitalización empresarial, considera los siguientes aspectos:

- *uno de los retos más ambiciosos para los modelos de negocio;*
- *la innovación tecnológica debe ir acompañada de la Innovación en el modelo de negocio;*
- *nuevas oportunidades de negocio gracias a la gran cantidad de información que se genera a lo largo del ciclo de vida de un producto.*

- *desarrollo de nuevas aplicaciones de análisis de comportamientos de consumidores/clientes o tendencias, uso de productos, venta de productos personalizados bajo demanda;*

Se identifica el riesgo de la *resistencia de las PYME al cambio para realizar su transformación digital* y que *un proceso de cambio no gestionado adecuadamente puede comportar una mayor brecha digital entre aquellas organizaciones que sí han acometido el proceso y aquellas que no lo han acometido. Permitiendo UNE 0060 la reducción de la brecha digital en el ámbito nacional en la Industria y la PYME industrial, facilitando a las organizaciones definirse como una Industria Digital.*

Según la especificación UNE 0060 la Industria Digital *es aquella que se enfoca al cliente mediante realización y adaptación de sus procesos, productos y modelos de negocio en un nuevo entorno empresarial haciendo uso de las tecnologías digitales para la mejora de su competitividad y de su relación con el cliente y otras partes interesadas (proveedores, administración pública, inversores, sociedad, etc.)*

También se identifica otros aspectos importantes relacionados con los recursos humanos para el desarrollo de la transformación digital:

- *la competencia, talento y capital humano;*
- *la capacitación y cualificación del personal para poder interactuar con la tecnología existente;*
- *la gestión del cambio se debe abordar con la formación y capacitación del personal.*

Con la implantación de la especificación UNE 0060 una industria digital pretende:

- *mejorar la eficiencia de sus procesos clave de negocio;*
- *fomentar la creación de una cultura digital en las personas;*
- *impactar positivamente en el proceso de transformación de su modelo de negocio.*

En el capítulo 1 de la especificación UNE 0060 se establece el objeto y campo de aplicación de la especificación, indicando que se debe aplicar a todos los procesos por cada línea de negocio y actividad de una organización permitiendo exclusiones justificadas. Los diferentes requisitos de UNE 0060 se aplicarán dependiendo de cada tipo de organización.

Es muy importante destacar que, de cara a las exclusiones, una organización no puede ser considerada *Industria Digital* si excluye alguno de los siguientes ejes:

- *productos y servicios;*
- *procesos;*
- *organización y personas;*
- *infraestructuras.*

Los términos y definiciones del capítulo 2 de UNE 0060 han sido incluido en el apartado de *Términos y definiciones* de la presente tesis.

En el capítulo 3 de la especificación UNE 0060 se establecen los requisitos del contexto de la industria digital, destacando entre otros como requisitos:

- *las cuestiones externas e internas del contexto digital;*
- *la identificación de las partes interesadas y sus necesidades y expectativas.*

Los requisitos del liderazgo quedan establecidos en el capítulo 4 de la especificación UNE 0060, siendo dicho capítulo considerado uno de los pilares para conseguir la transformación digital de una organización, ya que la alta dirección debe ser el principal “motor” que impulse la transformación.

Los requisitos para la planificación, los riesgos y los objetivos de la transformación digital de la organización quedan establecidos en el capítulo 5 de la especificación UNE 0060.

El capítulo 6 Apoyo de la especificación UNE 0060 presenta la siguiente estructura:

- *6.1 Infraestructura.*
- *6.2 Competencia, talento y capital humano.*
- *6.3 Información documentada.*

La estructura del capítulo 7 Operación es la siguiente:

- *7.1 Visión de los procesos.*
- *7.2 Visión de cliente y producto / servicio.*
- *7.3 Visión de los datos digitales.*
- *7.4 Visión de la tecnología.*

A su vez el apartado 7.4 presenta la siguiente estructura:

- *7.4.1 Conectividad.*
- *7.4.2 Procesamiento y almacenamiento.*
- *7.4.3 Hibridación de mundo físico y digital.*
- *7.4.4 Aplicaciones de cliente.*
- *7.4.5 Seguridad de la Información – Ciberseguridad.*

El capítulo 8 Innovación establece como requisitos básicos compartir el conocimiento dentro de la organización y fomentar una innovación colaborativa.

El capítulo 9 Seguimiento, medición y evaluación especifica los requisitos para monitorear el *Sistema de gestión para la digitalización* y obtener información para facilitar la toma de decisiones de cada a la mejora del sistema.

Los requisitos básicos en lo referente a la mejora continua quedan establecidos en el capítulo 10 de la especificación UNE 0060.

El Anexo A (informativo) *Ejemplos de tecnologías para facilitar la implantación de la digitalización*.

Con el fin de facilitar a las organizaciones las posibles tecnologías que podrían utilizar en el desarrollo del *Sistema de gestión para la digitalización*, la especificación UNE 0060 establece su anexo A. La lista presentada en el anexo es orientativa y su aplicación dependerá del tipo de negocio de la organización. La organización puede utilizar otras tecnologías que no aparecen en el anexo. La figura 3.2.1 muestra un extracto de la tabla del anexo A.

Tecnologías		Aplicabilidad según tamaño ¹⁾		
		Pequeña	Mediana	Grande
1. Conectividad				
1.1 Comunicaciones de datos y acceso a Internet				
- Redes fijas de alta velocidad: Ethernet, fibra óptica (FTTH)		Sí	Sí	Sí
- Redes móviles: 4G/LTE, 5G		Sí	Sí	Sí
- Redes "narrow band" de bajo consumo y gran cobertura (LPWA): LoRaWAN, Weightless, NB-IoT, Sigfox, LTE-M/5G, EC-GSM-IoT		Si algún caso de uso IoT lo requiere		
- WiFi inteligente		En edificios donde sea de aplicación		
- Otras tecnologías de conectividad específicas que cubran casos de uso y huecos tecnológicos dejados por las anteriores (por ejemplo, Zigbee)		Si algún caso de uso IoT lo requiere		
1.2 Dispositivos móviles				
- Smartphones		Sí	Sí	Sí
- Tablets (adecuados para el uso concreto considerado: oficinas, industrial, intemperie...)		Opcional	Sí	Sí
- Wearables: smartwatches, pulseras medidoras, etc.		Si algún caso de uso IoT lo requiere		
1.3 Internet of Things (IoT)				
- Smart objects: objetos físicos y/o virtuales autónomos capaces de sensorizar, procesar y transmitir, y que incluyen lógicas de aplicación		Sí	Sí	Sí

Figura 3.2.1. Extracto de la tabla del anexo A de UNE 0060.

Como se puede ver en la anterior figura, la especificación UNE 0060 establece una orientación sobre la aplicabilidad de las tecnologías si se trata de una pequeña, mediana o gran empresa. La UNE 0060 basa el concepto de PYME o gran empresa en función de la cantidad de información digital que maneje en el total de sus operaciones.

La especificación UNE 0060 considera las tecnologías de la seguridad una capacidad transversal y que afecta a toda la organización y procesos de la misma.

La tabla del anexo A presenta los siguientes apartados:

- 1. Conectividad.
- 2. Computación en la nube (cloud computing).

- 3. Seguridad de la información.
- 4. Aplicaciones de cliente.
- 5. Procesamiento de datos.
- 6. Hibridación de mundo físico y digital.

La documentación desarrollada sobre la aplicación de las tecnologías de la Industria 4.0 debe formar parte del *Sistema de gestión para la digitalización*.

El Anexo B (informativo) *Ejemplos de competencias digitales* ha sido establecido por la especificación UNE 0060 para dar una orientación a las organizaciones sobre uno de los aspectos más críticos de la transformación digital de una organización como son las competencias digitales profesionales relacionadas con la Industria 4.0. Se establecen las siguientes competencias digitales profesionales:

Seguidamente se muestra un resumen del contenido del anexo B.

- 1. Gestión de los datos.
- 2. E-commerce y Comunicación digital.
- 3. Colaboración y cocreación.
- 4. Automatización de los procesos productos.
- 5. Conocimiento digital.
- 6. Adaptabilidad y flexibilidad ante el cambio.

De manera complementaria el anexo B hace referencia al marco europeo para evaluar competencias digitales DigComp 2.0: The Digital Competence Framework for Citizens. Update Phase 1: the Conceptual Reference Model.

DigComp 2.0 identifica los componentes clave de la competencia digital en 5 áreas que se pueden resumir a continuación:

Alfabetización en información y datos: *Articular las necesidades de información, localizar y recuperar datos, información y contenidos digitales. Juzgar la relevancia de la fuente y su contenido. Almacenar, gestionar y organizar datos, información y contenidos digitales.*

Comunicación y colaboración: *Interactuar, comunicarse y colaborar a través de las tecnologías digitales siendo conscientes de la diversidad cultural y generacional. Participar en la sociedad a través de servicios digitales públicos y privados y ciudadanía participativa. Gestionar la propia identidad y reputación digital.*

Creación de contenido digital: *Crear y editar contenido digital. Mejorar e integrar la información y el contenido en un conjunto de conocimientos existente, al tiempo que se comprende cómo deben aplicarse los derechos de autor y las licencias. Saber cómo dar instrucciones comprensibles para un sistema informático.*

Seguridad: *Para proteger dispositivos, contenidos, datos personales y privacidad en entornos digitales. Proteger la salud física y psicológica, y ser consciente de las tecnologías digitales para el bienestar social y la inclusión social. Ser conscientes del impacto ambiental de las tecnologías digitales y su uso.*

Resolución de problemas: *Identificar necesidades y problemas, y resolver problemas conceptuales y situaciones problemáticas en entornos digitales. Utilizar herramientas digitales para innovar procesos y productos. Mantenerse al día con la evolución digital.*

Por último, incluye la bibliografía desde la que se hace referencia a las siguientes normas:

- UNE-EN ISO/IEC 27001:2017, *Tecnología de la información. Técnicas de seguridad. Sistemas de Gestión de la Seguridad de la Información. Requisitos.*
- UNE-EN ISO/IEC 27002:2017, *Tecnología de la Información. Técnicas de seguridad. Código de prácticas para los controles de seguridad de la información.*
- UNE-EN 16234-1:2016, *Marco de e-Competencias (e-CF). Marco europeo común para los profesionales de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en todos los sectores de actividad. Parte 1: Marco.*

3.3.- Estructura de UNE 0061

La especificación UNE presenta la siguiente estructura

- 1.- Objeto y campo de aplicación.
- 2.- Normas para consulta.
- 3.- Criterios de evaluación de la conformidad.
- 4.- Bibliografía.

En el capítulo 1 la especificación UNE 00601 indica que su finalidad es establecer el procedimiento de evaluación de la conformidad con los requisitos de la especificación de UNE 0060: 2018 *Industria 4.0. Sistemas de gestión para la digitalización. Requisitos.*

La especificación UNE 0061 se editó en 2019 y debido a su contenido se puede considerar una excelente herramienta para evaluar el cumplimiento de los requisitos de UNE 0060 en los *Sistemas de gestión para la digitalización* que establezcan las organizaciones que utilicen UNE 0060 para su transformación digital.

En lo referente a las normas para consulta la especificación UNE 0061, en su capítulo 2, solamente hace referencia a UNE 0060.

El capítulo 3 Criterios de evaluación de la conformidad presenta la siguiente estructura:

- 3.1 Ciclo de mejora continua
- 3.2 Criterios de evaluación de los requisitos de la especificación UNE 0060: 2018
- 3.3 Criterios mínimos de requisitos a cumplir a lo largo del ciclo de mejora continua

Es importante destacar en este capítulo que el periodo del ciclo de mejora continua del proceso de evaluación de la digitalización del cumplimiento de los requisitos de UNE 0060 es de 3 años.

La sistemática de evaluación de UNE 0060 establecida por UNE 0061 se detalla en el apartado 3.2.

3.4.- Normas afines a la especificación UNE 0060

Dentro del conjunto de normas se identifican otras normas que, desde el punto de vista del planteamiento llevado a cabo en la presente tesis doctoral, se consideran normas de apoyo a la implantación de los requisitos establecidos por la especificación.

Las normas identificadas son las siguientes:

- UNE 66175: 2003, *Sistemas de gestión de la calidad. Guía para la implantación de sistemas de indicadores*. Especifica las directrices para la definición y el desarrollo de indicadores de gestión de cualquier proceso o actividad, de forma que sirvan eficaz y eficientemente para la toma de decisiones por los responsables de los procesos o actividades afectadas y, en consecuencia, sirvan para la mejora de las organizaciones.
- UNE 66177: 2005, *Sistemas de gestión. Guía para la integración de los sistemas de gestión*. Proporciona directrices para desarrollar, implantar y evaluar el proceso de integración de los sistemas de gestión de la calidad, gestión ambiental y gestión de la seguridad y salud en el trabajo, de aquellas organizaciones que han decidido integrar total o parcialmente dichos sistemas en busca de una mayor eficacia en su gestión y de aumentar su rentabilidad.
- UNE-EN ISO 19011:2018, *Directrices para la auditoría de los sistemas de gestión*. Proporciona la orientación para todos los tamaños y tipos de organizaciones y auditorías de distintos alcances y escalas, incluyendo aquellas realizadas por equipos de auditoría con un número elevado de integrantes, y aquellas realizadas por auditores individuales, ya sea en organizaciones grandes o pequeñas.
- UNE-ISO 21500: 2013, *Directrices para la dirección y gestión de proyectos*. Especifica el contexto organizativo y los conceptos para llevar a cabo la gestión de proyectos, programas y cartera de proyectos.
- UNE 412001 IN: 2008, *Guía práctica de gestión del conocimiento*. Es una guía que especifica el tratamiento a realizar sobre todos los aspectos a considerar en la implantación de la gestión del conocimiento.

- UNE-ISO 10007: 2008, *Sistemas de gestión de la calidad. Directrices para la gestión de la configuración*. Presenta la orientación sobre el uso de la gestión de la configuración dentro de una organización.
- UNE-ISO 10014: 2021, *Sistemas de gestión de la calidad. Gestión de una organización para resultados de calidad. Orientación para obtener beneficios económicos y financieros*. Permite a una organización mediante la aplicación de un enfoque estructurado para lograr beneficios financieros y económicos.
- UNE-ISO 10015: 2020, *Sistemas de gestión de la calidad. Directrices para la gestión de la competencia y el desarrollo de las personas*. Proporciona orientación para ayudar a las organizaciones y su personal a tratar cuestiones relacionadas con la gestión de la competencia y el desarrollo de las personas.
- UNE-ISO 31000: 2018, *Gestión del riesgo. Directrices*. Proporciona directrices para gestionar el riesgo al que se enfrentan las organizaciones.
- La norma UNE-EN ISO/IEC 27001:2017, *Tecnología de la información. Técnicas de seguridad. Sistemas de Gestión de la Seguridad de la Información. Requisitos*, especifica los requisitos para el establecimiento, implantación, mantenimiento y mejora continua de un sistema de gestión de la seguridad de la información en el contexto de la organización.
- La norma UNE-EN ISO/IEC 27002:2017, *Tecnología de la Información. Técnicas de seguridad. Código de prácticas para los controles de seguridad de la información*. Establece las directrices para la seguridad de la información en las organizaciones y prácticas de gestión de la seguridad de la información incluyendo la selección, la implantación, y la gestión de los controles teniendo en consideración el entorno de riesgos de seguridad de la información de la organización.
- La norma UNE-EN 16234-1:2016, *Marco de e-Competencias (e-CF). Marco europeo común para los profesionales de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en todos los sectores de actividad. Parte 1: Marco*. Proporciona una referencia de 41 competencias requeridas y aplicadas en el entorno de trabajo profesional de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC).

3.5.- Integración de UNE 0060 con otros sistemas normalizados de gestión y norma afines

La especificación UNE 0060 se ha desarrollado en base a una estructura de alto nivel (HLS, High Level Structure) propuesta por ISO para los sistemas normalizados de gestión, de forma que pueda ser aplicada por todo tipo de empresas para disponer de una herramienta que favorezca el ciclo de la mejora continua como base para su gestión empresarial.

Al ser una especificación de alto nivel se puede integrar con otras normas de alto nivel como la norma ISO 9001 la cual se considera una ayuda fundamental para facilitar la transformación digital de una organización ya que, UNE 0060, sigue y comparte varios requisitos de ISO 9001. Aunque la especificación UNE 0060 se puede implantar sin que la organización tenga implantado un *Sistema de gestión de la calidad* según los requisitos de ISO 9001.

Con el fin de dar una idea de la relación de la especificación UNE 0060 con la norma ISO 9001 se establece la tabla 3.4.1 la cual muestra una comparativa de los requisitos de ISO 9001 con los requisitos de UNE 0060.

COMPARATIVA ISO 9001 – UNE 0060				
Nº	UNE-EN ISO 9001	Nº	UNE 0060	Relación
0	Introducción	0	Introducción	Específico
1	Objeto y campo de aplicación	1	Objeto y campo de aplicación	Específico
2	Referencias normativas			
3	Términos y definiciones	2	Términos y definiciones	Específico
4	Contexto de la organización	3	Contexto de la industria digital	Específico
5	Liderazgo	4	Liderazgo	Similar
6	Planificación	5	Planificación	Similar
7	Apoyo	6	Apoyo	Similar y específico
8	Operación	7	Operación	Específico
		8	Innovación	Específico
9	Evaluación del desempeño	9	Seguimiento, medición y evaluación	Similar
10	Mejora	10	Mejora continua	Similar
	Anexo A		Anexo A	Específico
	Anexo B		Anexo B	Específico
	Bibliografía		Bibliografía	Específico

Tabla 3.4.1. Comparativa ISO 9001 – UNE 0060. Fuente: elaboración propia.

Sobre la anterior tabla se debe comentar que en aquellos requisitos que se han identificado como similares, en el caso de la norma ISO 9001, presentan un mayor contenido que los requisitos similares establecidos por la especificación UNE 0060, es por esto, que se recomienda implantar conjuntamente UNE 0060 e ISO 9001 de manera que queden integrados el *Sistema de gestión para la digitalización* y el *Sistema de gestión de la calidad*.

Además de la norma ISO 9001, la especificación UNE 0060 se podría integrar con otros sistemas de gestión normalizados como los siguientes:

- UNE-EN ISO 14001, *Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso.*
- UNE-EN ISO 50001, *Sistemas de gestión de la energía. Requisitos con orientación para su uso.*
- EN 45001, *Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo. requisitos con orientación para su uso.*

Si bien en un principio, en el planteamiento propuesto, la primera integración de la especificación UNE 0060 en una organización sería con la norma ISO 9001. En la integración indicada se podrían compartir los siguientes procedimientos de gestión:

- Planificación
- Control de la información documentada
- Formación del personal
- Auditorías internas
- No conformidades y acciones correctivas
- Revisiones por la dirección
- Mejora continua

Es importante aclarar que tanto la norma ISO 9001 como la especificación UNE 0060 no indican los documentos que deben establecer las organizaciones en el desarrollo de los sistemas de gestión de calidad y de gestión para la digitalización. Los documentos indicados forman parte del planteamiento propuesto en la presente tesis.

Otros posibles documentos sería un manual general de gestión de la calidad y otro manual de gestión para la digitalización, siendo la organización que integre ambos sistemas si considera más adecuado elaborar los dos manuales indicados o bien un único manual de organización que integre los requisitos de la norma ISO 9001 y de la especificación UNE 0060 tal como se muestra en la figura 3.4.1.

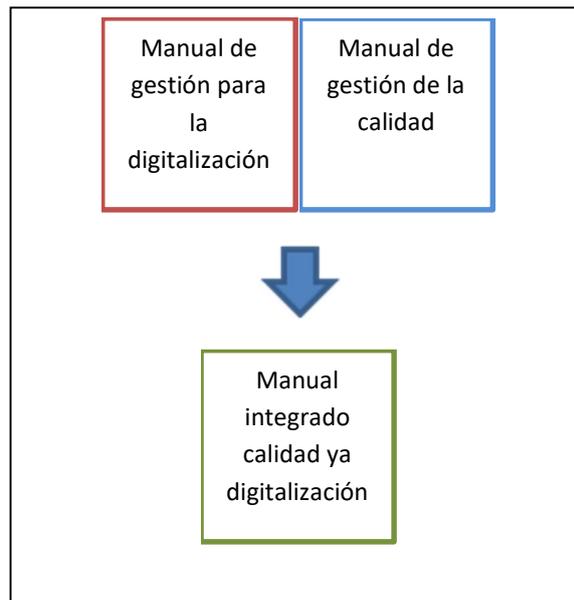


Figura 3.4.1. Esquema de integración del *Manual de gestión para la digitalización* y del *Manual de gestión de la calidad*. Fuente: elaboración propia.

Como ya se ha indicado en el apartado 3.2, para que una organización sea considerada Industria Digital no puede excluir:

- productos y servicios;
- procesos;
- organización y personas;
- infraestructuras.

Es por esto por lo que se plantea el esquema de la figura 3.4.2 de interacción de normas afines con la especificación UNE 0060.

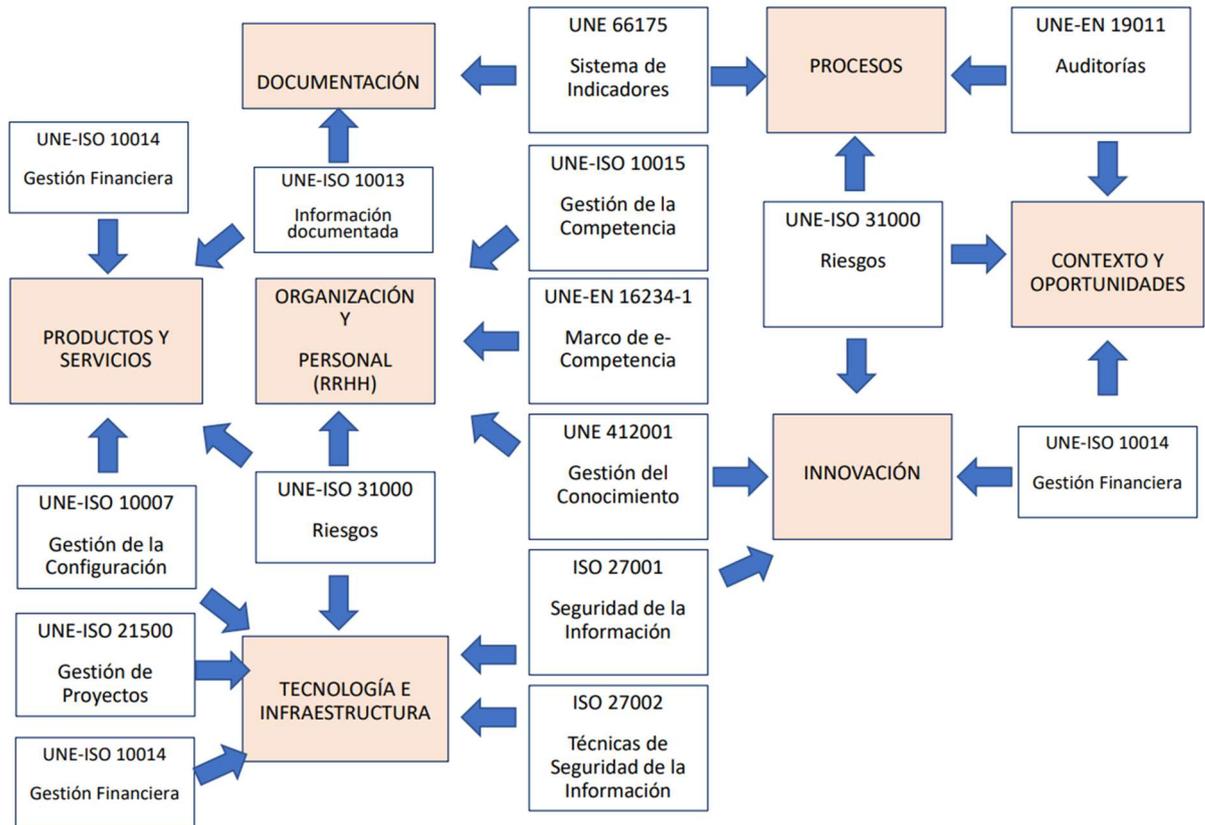


Figura 3.4.2. Esquema de interacción de normas afines con UNE 0060.

Fuente: elaboración propia.

Las normas afines identificadas ayudarían a las organizaciones a la implantación de los requisitos de la especificación UNE 0060. Los requisitos aplicables de estas normas podrían ser integrados en los procedimientos del *Sistema de gestión para la digitalización*.

En el capítulo 4 de la presente tesis se mostrarán la posible aportación de las normas incluidas en la figura 3.4.2 al *Sistema de gestión para la digitalización*.

CAPÍTULO 4.- FUNDAMENTOS DE LA ESPECIFICACIÓN UNE 0060 Y HERRAMIENTAS DE GESTIÓN

En el siguiente capítulo se presentan los requisitos de la especificación UNE 0060 como requisitos únicos o bien como requisitos que pueden ser integrados o relacionados con los requisitos de la norma ISO 9001 en aquellos casos que se considere aplicable. Se explican los fundamentos para la posible aplicación de la especificación UNE 0060 incluyendo y relacionando las herramientas de gestión que facilitarían dicha aplicación.

Si bien la especificación UNE 0060 se puede aplicar a cualquier tipo de organización independientemente de su tamaño (número de trabajadores), sus requisitos facilitan el establecimiento e implantación de un *Sistema de gestión para la digitalización* en una PYME, según se indica en su apartado 0 *Introducción* con la finalidad de reducir la brecha digital en el ámbito nacional de la industria y la PYME industrial.

4.1.- Contexto de la industria digital de la organización

En lo referente al Contexto de la industria digital de la organización la especificación UNE 0060 establece los siguientes requisitos.

La organización debe determinar las cuestiones externas e internas que son pertinentes en el contexto digital en el que lleva a cabo sus actividades y que afectan a su capacidad para lograr los resultados previstos.

En el ámbito de su digitalización, y como parte de su estrategia de negocio y mercado se debe identificar al cliente y al resto de partes interesadas que le son pertinentes así como sus requisitos digitales. Así mismo se deben identificar los cambios disruptivos y el impacto de estos aspectos sobre el modelo de negocio.

Se debe(n):

- *definir y documentar el alcance del sistema de gestión para la digitalización incluyendo los procesos clave y en el marco de los ejes indicados anteriormente, justificando debidamente cualquier exclusión;*
- *identificar, además del cliente como clave en el negocio, otras partes interesadas de la organización en el contexto digital;*

NOTA Atendiendo no sólo las relaciones directas con sus usuarios o clientes, sino también con otras partes como las Administraciones, los proveedores y aliados, las personas de la industria o los propietarios, etc.

- *identificar las necesidades y expectativas de cada una de las partes interesadas en lo que respecta a sus relaciones y canales digitales con la organización;*
- *redefinir digitalmente el modelo de negocio, revisando su propuesta de valor y determinando nuevas estrategias para aumentar su eficiencia/eficacia.*

El desarrollo del contexto de la industria digital en la organización es la herramienta que permite a la misma ver cómo se encuentra respecto a su entorno digital en el que lleva a cabo su actividad tanto desde el punto de vista interno como externo.

La especificación UNE 0060 plantea una estructura similar al requisito 4 *Contexto de la organización* de la norma ISO 9001, en el ámbito de la digitalización. En el caso que una organización ya tenga implantado el sistema de gestión de la calidad según la norma ISO 9001, facilitaría la incorporación de los requisitos del Contexto de la industria digital según la especificación UNE 0060 al contexto de la organización. Pero como ya se ha indicado se puede implantar la especificación UNE 0060 en una organización sin necesidad de implantar la norma ISO 9001.

Para cumplir con el requisito se cree necesario desarrollar el documento *Contexto de la industria digital de la organización*. Desde el punto de vista de la digitalización, el documento indicado podría tener la siguiente estructura:

- Alcance del Sistema de gestión para la digitalización.
- Identificación de las partes interesadas incluidas sus necesidades y expectativas y requisitos digitales.
- Redefinición del modelo de negocio.

Independientemente de lo expuesto anteriormente, la norma ISO 9001 establece, en su requisito 4.1 *Comprensión de la organización y su contexto*, que la organización debe realizar el seguimiento y la revisión de la información sobre las cuestiones externas e internas. Lo indicado sería recomendable aplicarlo al *Sistema de gestión para la digitalización* a través del seguimiento, revisión y actualización del documento propuesto *Contexto de la industria digital de la organización*.

La norma ISO 9001 en su requisito 4.1 establece las siguientes notas, las cuales se deberían tener en cuenta a la hora de analizar la comprensión de la organización y su contexto del *Sistema de gestión para la digitalización*:

Nota 1: Las cuestiones pueden incluir factores positivos y negativos o condiciones para su consideración.

Nota 2: La comprensión del contexto externo puede verse facilitada al considerar cuestiones que surgen de los entornos legal, tecnológico, competitivo, de mercado, cultural, social y económico, ya sea internacional, nacional, regional o local

Nota 3: La comprensión del contexto interno puede verse facilitada al considerar cuestiones relativas a los valores, la cultura, los conocimientos y el desempeño de la organización.

Las anteriores notas establecidas por la norma ISO 9001 muestran una perspectiva más amplia a la hora de analizar la comprensión de la organización y su contexto, por lo que sería recomendable se utilizasen en el análisis de las cuestiones y contexto interno y externo de la industria digital de la organización.

4.1.1.- Alcance del sistema de gestión para la digitalización

Para definir y documentar el alcance del *Sistema de gestión para la digitalización* en la organización, se debe determinar a qué áreas, departamentos y procesos se puede considerar aplicable.

Como áreas y departamentos se debería incluir la totalidad de los mismos que hayan sido establecidos por la organización, ya que la transformación digital puede afectarles a todos (Gerencia, Diseño y desarrollo de productos / servicios, Administración, Compras, Comercial, Producción, Logística, Mantenimiento, etc.).

En lo referente a los procesos, en primer lugar, se debe dar prioridad en el corto plazo a los procesos de trabajo que ya se encuentren digitalizados y automatizados.

En segundo lugar, se incluirían los procesos que pueden llegar a digitalizarse y automatizarse en el medio plazo.

La anterior secuencia facilitaría el desarrollo del Sistema de gestión para la digitalización ya que en el contexto actual de los países desarrollados la utilización de las infraestructuras informáticas internas y externas, así como la utilización de sistemas informáticos para la gestión y control de sus procesos ya hace que la mayoría de las organizaciones cuenten con cierto grado de digitalización.

Según González y Manzanares (15) el alcance de un sistema de gestión de la calidad ISO 9001 debería incluir los procesos principales como son “Diseño, producción, instalación y mantenimiento de productos y sistemas de...” y en el caso de empresas de servicios el alcance podría ser “Diseño y prestación de servicios de”. De manera similar se podría aplicar en el mismo tipo de definición del alcance en el Sistema de gestión para la digitalización pero añadiendo el componente tecnológico en base a la aplicación de las tecnologías de la Industria 4.0 ya que en el caso de una futura certificación de un *Sistema de gestión para la digitalización* según los requisitos de la especificación UNE 0060, debería aparecer la tecnología o tecnologías utilizadas por la organización ya que sería difícil distinguir una organización digital de otra que no lo es.

Algunos posibles ejemplos de alcances serían los siguientes:

- Venta online, diseño digital y fabricación de componentes X mediante la utilización de robótica colaborativa (cobot).
- Diseño digital mediante sistema de modelado 3D y fabricación aditiva de componentes X mediante utilización de impresoras 3D.
- Inspección y control de calidad de productos X mediante la utilización de algoritmos de inteligencia artificial de machine learning y visión artificial.

Siempre se deberán incluir en el alcance los procesos claves. El alcance quedaría documentado en el apartado de *Alcance del Sistema de gestión para la digitalización* del documento *Contexto de la industria digital de la organización*.

4.1.2.- Identificación de las partes interesadas.

Para facilitar la identificación de las partes interesadas, sus necesidades y expectativas, González y Manzanares (16) proponen el uso de la tabla 4.1.2.1 sobre la identificación de necesidades y expectativas de las partes interesadas.

Se podría aplicar al *Sistema de gestión para la digitalización* una tabla similar a la tabla 4.1.2.1 pero el campo de requisitos del sistema se sustituiría por el de requisitos digitales y añadiendo un apartado de canales digitales de la organización para las partes interesadas. Las necesidades y expectativas se establecerán en base a sus relaciones y canales digitales de la organización, así como sus requisitos digitales, todos estos aspectos se registrarían en una posible tabla como la tabla 4.1.2.2 que se propone dentro del marco de aplicación de la especificación UNE 0060.

En la tabla 4.1.2.2 también se incluirían los aliados estratégicos y las administraciones públicas como partes interesadas de la organización.

PARTES INTERESADAS	NECESIDADES	EXPECTATIVAS	REQUISITOS DEL SISTEMA
Los clientes	Cumplir con sus especificaciones en lo referente a la calidad del producto y los plazos de entrega acordados. Conseguir su satisfacción.	Que la organización mejore su metodología de trabajo. Que se mejore la calidad de los productos.	Establecido procedimiento Gestión Comercial. Establecido apartado 9.1.2 Satisfacción del cliente.
La Dirección	Desarrollo de la empresa según las estrategias empresariales establecidas por la dirección.	Que la empresa sea rentable. Que mejore la productividad, los costes, la rentabilidad y que se realice un crecimiento de la empresa sostenible.	Establecido organigrama dentro del Manual de la Calidad. Establecido el procedimiento de Revisiones por la Dirección (Actas de revisión).
Los trabajadores	Trabajar en un entorno estable que garantice la estabilidad de sus puestos de trabajo. Existencia de un buen sistema de comunicación que permita una buena colaboración entre todas las personas de la empresa.	La formación permanente del trabajador. La mejora de sus condiciones laborales en la medida que sea posible o el mercado lo permita.	Establecido procedimiento de RRHH, Formación y comunicación.
Los proveedores y subcontratistas	La compra de productos y subcontrataciones de servicios con una planificación suficiente para poder cumplir lo pactado en la compra o subcontratación con la organización. Cumplir las condiciones de pago aplicables a la compra o subcontratación.	Que la organización realice la compra de productos y subcontrataciones de servicios de manera continuada y estable.	Establecido procedimiento de Gestión de compras.

Tabla 4.1.2.1. Ejemplo de necesidades y expectativas partes interesadas.

Fuente: Sistemas de Gestión de la Calidad ISO 9001. Guía de aplicación.

TABLA DE NECESIDADES Y EXPECTATIVAS DE LAS PARTES INTERESADAS DE LA ORGANIZACIÓN			
PARTES INTERESADAS	NECESIDADES	EXPECTATIVAS	REQUISITOS DIGITALES
Los clientes			
La Dirección			
Los trabajadores			
Los proveedores y subcontratistas			
Aliados estratégicos			
Administraciones públicas			
CANALES DIGITALES DE LA ORGANIZACIÓN			
Los clientes			
La Dirección			
Los trabajadores			
Los proveedores y subcontratistas			
Aliados estratégicos			
Administraciones públicas			

Tabla 4.1.2.2. Ejemplo de necesidades y expectativas partes interesadas.

Fuente: Elaboración propia basada en la tabla 4.1.2.1

4.1.3.- Redefinición del modelo de negocio

El ámbito de la empresa en un entorno digital va a implicar cambios disruptivos y el impacto de estos aspectos sobre el modelo de negocio.

Las organizaciones se deben plantear el reto que supone su transformación digital hacia la Industria 4.0, tanto en esfuerzo financiero y de reorganización como de cualificación de los recursos humanos para conseguir la digitalización y automatización de todos aquellos procesos que estratégicamente se considere necesario.

Poder incorporar las tecnologías habilitadoras supone realizar la previsión y disposición de recursos financieros, la reorganización de los procesos de trabajo afectados por la incorporación de dichas tecnologías y la concienciación y compromiso del personal de la organización para estar dispuestos a asumir los nuevos niveles de competencia y cualificación que se les va a requerir.

A cambio del esfuerzo indicado, aprovechando las oportunidades que brinda las tecnologías de la Industria 4.0, las organizaciones van a conseguir realizar la digitalización y automatización de sus procesos ganando en eficiencia y competitividad.

4.2.- Liderazgo

La especificación UNE 0060 establece los siguientes requisitos para el liderazgo.

La alta dirección debe demostrar liderazgo y compromiso con respecto a la digitalización de la organización.

Se debe(n):

- asegurar que se establezcan objetivos digitales y que éstos sean compatibles con la dirección estratégica de la organización;*
- asegurar que los recursos necesarios para la digitalización estén disponibles;*
- asegurar que se logren los resultados previstos;*
- asignar responsabilidades para la gestión de la digitalización y deben ser conocidas por todas las personas de la organización;*
- promover la mejora continua como consecuencia de la digitalización.*

Según González y Manzanares (17) establecen que para poder demostrar el compromiso de la alta dirección con el sistema de gestión de la calidad es recomendable utilizar un documento de *Liderazgo y compromiso de la Dirección*. En el documento indicado se establecen los requisitos ISO 9001 en lo referente al liderazgo y qué hace la dirección de la empresa para evidenciar su liderazgo.

De manera similar al documento establecido por González y Manzanares, se podría preparar un documento similar llamado *Liderazgo y compromiso de la Dirección con la digitalización* como el mostrado en la tabla 4.2.1 pero especificando el compromiso de la dirección con respecto a la digitalización de la organización.

<u>LIDERAZGO Y COMPROMISO DE LA DIRECCIÓN CON LA DIGITALIZACIÓN</u>
La Dirección demuestra su liderazgo y compromiso con respecto a la Digitalización de la organización :
a) Asegurando que se establezcan objetivos digitales y que éstos sean compatibles con la dirección estratégica de la organización.
b) Asegurando que los recursos necesarios para la digitalización estén disponibles.
c) Asegurando que se logren los resultados previstos.
d) Asignando responsabilidades para la gestión de la digitalización y deben ser conocidas por todas las personas de la organización.
e) Promover la mejora continua como consecuencia de la digitalización.
La Dirección

Tabla 4.2.1. Documento de Liderazgo y compromiso de la Dirección con la digitalización.

González y Manzanares indican (18) que *cada organización debe especificar su actividad en cada uno de los requisitos que aparecen en el documento de Liderazgo y compromiso de la Dirección. El documento debe ser firmado por la alta dirección y debería estar disponible para las partes interesadas como clientes y trabajadores.*

En el caso del *Sistema de gestión para la digitalización* es recomendable que el documento de *Liderazgo y compromiso de la Dirección con la digitalización* sea firmado con firma digital y puesto a disposición de las partes interesadas en la intranet de la organización y en su página Web en el caso que la tenga.

4.3.- Planificación

La especificación UNE 0060 establece los siguientes requisitos para la planificación.

Al planificar su digitalización, la organización debe considerar las cuestiones referidas al cliente y al resto de partes interesadas del capítulo 3 de UNE 0060 y las necesidades y expectativas identificadas en dicho apartado.

Se deben(n):

- *asegurar que la digitalización pueda lograr sus resultados previstos;*
- *identificar, evaluar y priorizar cada uno de los riesgos (inhibidores) y oportunidades (habilitadores);*

NOTA. En este contexto, riesgos y oportunidades se pueden interpretar como inhibidores y habilitadores en el proceso de la digitalización.

- *proponer las acciones necesarias para el tratamiento de los riesgos (inhibidores) y oportunidades (habilitadores);*
- *prevenir nuevos riesgos de la digitalización (véase la nota siguiente);*
- *lograr la mejora continua como consecuencia de la digitalización.*

La organización debe planificar las acciones necesarias para abordar estos riesgos y oportunidades sobre la digitalización de forma que contribuyan a la mejora de los procesos.

Es en este apartado de la especificación UNE 0060 donde se establecen las bases para la transformación digital de la organización hacia la industria 4.0. Los anteriores requisitos se podrían establecer en un *Procedimiento de Planificación*.

Los riesgos se pueden tratar siguiendo la metodología de gestión de riesgos. La norma UNE-ISO 31000, *Gestión del riesgo. Directrices* establece los requisitos básicos para realizar el tratamiento de los riesgos identificados por parte de una organización.

En el *Procedimiento de planificación* propuesto para por implantar los requisitos de este apartado de la especificación UNE 0060 se podría incluir la metodología de gestión del riesgo.

La tabla 4.3.1 muestra un listado de riesgos básicos establecidos por UNE 0060.

Lista de posibles riesgos (inhibidores) en la digitalización				
Nº	Riesgo identificado	Área/ Departamento	Proceso	Personal afectado
1	Falta de una estrategia, cultura y liderazgo digital.			
2	Resistencia al cambio.			
3	Inversión económica.			
4	Reducción de ingresos o de productividad (organización analógica vs. Organización digital).			
5	Falta de conocimiento y competencia técnica.			
6	Cliente no digitalizado.			
7	Seguridad y privacidad.			
8	Tecnologías no adaptadas al contexto digital (tecnología heredada).			
9	No agilidad.			
10	Riesgos derivados de los procesos de regulación.			

Tabla 4.3.1. Lista de posibles riesgos en la digitalización. Basada en UNE 0060.

A partir de la anterior tabla se podría seguir la secuencia establecida por UNE-ISO 31000 en base a la figura 4.3.1.

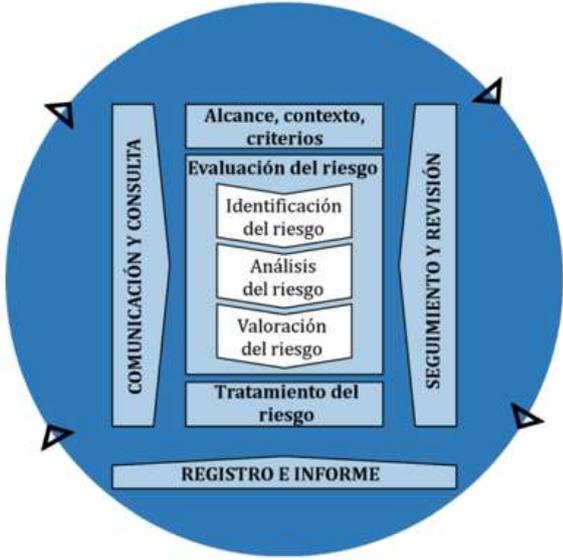


Figura 4.3.1. Proceso para la gestión del riesgo. Fuente: UNE-ISO 31000.

La especificación UNE 0060 establece un mínimo de *objetivos de alto nivel* a lograr con la digitalización, dejando claro que estos dependerán de la industria concreta. La tabla 4.3.2 muestra los objetivos propuestos por UNE 0060.

Lista de objetivos de alto nivel	
<u>Objetivo nº 1:</u> Mejora de la experiencia de los clientes, por la vía de personalizar y adaptar los productos/servicios a cada uno de ellos y de prestar una atención a medida y omnicanal, así como de los puntos de contacto con personas, proveedores y Administraciones Públicas.	Responsables de implantación y seguimiento / Recursos / Metas / Indicadores / Plazos de implantación.
<u>Objetivo nº 2:</u> Mayor flexibilidad y eficiencia en los medios productivos, que hagan posible la anterior personalización y adaptación, además de la fabricación de productos/servicios digitales o adaptados a las capacidades digitales complementarias que demanden los clientes.	Responsables de implantación y seguimiento / Recursos / Metas / Indicadores / Plazos de implantación.
<u>Objetivo nº 3:</u> Análisis y uso de toda la información disponible, para adaptar todos los procesos a las demandas del cliente y el mercado, anticipándose en lo posible a las mismas.	Responsables de implantación y seguimiento / Recursos / Metas / Indicadores / Plazos de implantación.
<u>Objetivo nº 4:</u> Mejora de la sostenibilidad a largo plazo de la organización, impulsando los cambios culturales necesarios dentro de la misma.	Responsables de implantación y seguimiento / Recursos / Metas / Indicadores / Plazos de implantación.
<u>Objetivo nº 5:</u> Impulso a la innovación.	Responsables de implantación y seguimiento / Recursos / Metas / Indicadores / Plazos de implantación.

Tabla 4.3.2. Lista de objetivos de alto nivel. Basada en UNE 0060.

En todos los objetivos se deben establecer

- Responsables de implantación y seguimiento
- Recursos
- Metas / acciones
- Indicadores
- Plazos de implantación

La especificación UNE 0060 establece una lista de posibles oportunidades (habilitadores) de naturaleza tecnológica en la digitalización para la organización. La tabla 4.3.3 muestra la lista indicada.

Lista de oportunidades de naturaleza tecnológica en la digitalización
CONECTIVIDAD
Aplicación de redes de nueva generación.
Aplicación de tecnologías de Computación en la nube (cloud computing).
Aplicación de la Ciberseguridad.
Aplicación de Internet de las Cosas (IoT) y wearables.
Aplicación de tecnologías de cadena de bloques (Blockchain).
APLICACIONES DE CLIENTE
Aplicación de movilidad y uso de Apps.
Aplicación de plataformas colaborativas, redes sociales.
Aplicación de la Gamificación.
DATOS DIGITALES
Aplicación de Analytics y Big Data.
Aplicación de Inteligencia artificial y computación cognitiva.
AUTOMATIZACIÓN
Aplicación de Servicios de ubicación (GPS) y realidad aumentada.
Aplicación de Robots y Drones.
Aplicación de Impresoras 3D (aditivas).
Aplicación de sensores y sistemas embebidos.

Tabla 4.3.3. Lista de oportunidades de naturaleza tecnológica en la digitalización.
Basada en UNE 0060.

Según la especificación UNE 0060 todo lo indicado en el presente apartado se deberá tener en cuenta para realizar una planificación detallada de digitalización que debe considerar expresamente los cambios disruptivos y los riesgos asociados a la tecnología en el marco de la digitalización de las actividades y en especial para los procesos clave de negocio. Es por esto que se estima necesario que la organización emita el documento

Plan de digitalización cuyo formato se propone en el apartado 4.4.3 Información documentada de la presente tesis.

Por último, indicar que todos los aspectos del presente apartado quedarían establecidos en el *Procedimiento de Planificación*.

4.4.- Apoyo

4.4.1.- Infraestructura

La especificación UNE 0060 establece los siguientes requisitos.

La organización debe determinar y proporcionar la infraestructura (por ejemplo, tecnológica) necesaria para el establecimiento, implementación, mantenimiento y mejora continua de su digitalización, así como los recursos económicos y financieros necesarios para lograrlo. En este sentido, las conclusiones obtenidas deben estar alineadas con la planificación desarrollada en el capítulo 5 de UNE 0060.

La infraestructura a la que se refiere este apartado es la que presta apoyo para todos los procesos de la organización, y que permite que se adopten las tecnologías que facilitan la digitalización enumeradas en el apartado 7.4. de UNE 0060.

Se debe(n):

- *Disponer de una planificación económica financiera que contemple las inversiones necesarias en infraestructuras para la digitalización con los hitos relevantes para su seguimiento.*

La organización, dentro de su planificación detallada de digitalización, debe desarrollar una planificación de infraestructura tecnológica (Planificación de TIC) documentada y alineada con la estrategia de negocio de la organización.

UNE 0060 especifica que es necesario establecer los requisitos de la tabla 4.4.1.1. de requisitos de las infraestructuras

Requisitos de las Infraestructuras	
Requisitos de UNE 0060 a cumplir	¿Cómo se realizaría?
Disponer de una planificación de TIC documentada y alineada con la estrategia de negocio, incluyendo un análisis detallado de las tecnologías necesarias actuales y emergentes, y que fomente la interoperabilidad en los procesos clave.	Establecido en un el <i>Plan TIC</i> de manera complementaria al <i>Plan de digitalización</i> .
Disponer de infraestructura local (on-premise) o de computación en la nube (cloud computing).	Establecido en el <i>Diagrama de Arquitectura Tecnológica</i> .
Disponer de tecnología de conectividad para los sistemas de información y su relación con el negocio acorde con las necesidades detectadas.	Establecido en el <i>Diagrama de Arquitectura Tecnológica</i> .
Disponer de tecnología de almacenamiento y procesamiento de datos estructurados y no estructurados para los sistemas de información y su relación con el negocio acorde con las necesidades detectadas (BI-Analytics y Big Data).	Establecido en el <i>Diagrama de Arquitectura Tecnológica</i> .
Disponer de tecnología de ciberseguridad, que asegure la confidencialidad, la integridad, la disponibilidad y la privacidad de la información.	Establecido en el <i>Diagrama de Arquitectura Tecnológica</i> .

Tabla 4.4.1.1. Requisitos de las infraestructuras. Basada en UNE 0060.

Los anteriores requisitos se podrían desarrollar en un *Procedimiento de gestión y mantenimiento de la infraestructura* en el cual se establecería la identificación de las infraestructuras relacionadas con las tecnologías digitales y necesarias para la implantación de las diferentes tecnologías habilitadoras que pueda llegar a utilizar la organización. El procedimiento incluiría la gestión en los referentes a la *Planificación económica financiera* con las necesarias inversiones en infraestructuras para la digitalización.

De manera complementaria se propone, como paso previo a la *Planificación económica financiera*, la creación de un documento de *Propuestas de necesidades de tecnologías para la digitalización de los procesos y la cualificación del personal*. Este documento es el que identificará de cara a la dirección de la organización las necesidades de inversión en infraestructuras tecnológicas y en tecnologías digitales y habilitantes, también se considera

oportuno incluir las necesidades de formación y cualificación del personal debido a que en ocasiones necesitan de recursos financieros considerables y también por ser la formación un entregable por parte de los proveedores de infraestructuras y tecnologías digitales y habilitantes.

Las propuestas que se consideren viables por parte de la dirección se procederán a identificar en el *Plan de digitalización* y en el documento de *Planificación económica financiera*.

La secuencia a desarrollar, para la incorporación de infraestructuras, tecnologías digitales y habilitadoras, sería la siguiente:

- Identificación de necesidades.
- Propuestas de necesidades de tecnologías para la digitalización de los procesos y la cualificación del personal.
- Planificación económica financiera.
- Plan de digitalización.

En el caso de las tecnologías habilitadoras que se vayan incorporando a la organización, estas quedarán identificadas en el documento *Matriz de las tecnologías de la Industria 4.0 de la organización* de la cual se presenta en la tabla 4.4.1.2 como un posible ejemplo de matriz.

4.4.2.- Competencia, talento y capital humano

En lo referente a la competencia, talento y capital humanos, la especificación UNE 0060 establece los siguientes requisitos.

La organización debe contar con capital humano con habilidades y competencias suficientes en el ámbito digital para asegurar la digitalización de sus procesos y actividades y su evolución en el tiempo. Como marco teórico para la aplicación de la especificación UNE 0060 se establece la tabla 4.4.2.1 Requisitos de la digitalización aplicables a los recursos humanos de la organización.

Requisitos de UNE 0060 a cumplir	¿Cómo se realizaría?
Identificar las personas involucradas en los procesos, especialmente en los procesos clave de negocio, definiendo las competencias y roles digitales necesarios para la realización de las actividades que se llevan a cabo en dichos procesos.	Estableciendo <i>Listado puestos de trabajo claves</i> y personas que los ocupan. Estableciendo los <i>Perfiles de los puestos de trabajo</i> .
Identificar las actividades que se subcontratan a personal externo, de acuerdo con lo indicado en el capítulo 3 de UNE 0060.	Establecer <i>Listado y alcance de los trabajos y servicios</i> prestados por los colaboradores externos.
Asegurar que las personas poseen los perfiles, incluyendo las competencias digitales definidas anteriormente, con criterios basados en la educación, formación especializada o experiencia apropiadas y asegurar también el mantenimiento y actualización de los conocimientos necesarios para el desempeño de las funciones digitales.	Realizar una <i>Matriz de cualificación</i> de las personas de la organización. Realización la supervisión del personal de la organización mediante el seguimiento y evaluación del desempeño.
Cuando sea aplicable, se deben tomar acciones dirigidas a que las personas adquieran las competencias digitales que su actividad requiera o bien, actualicen los conocimientos necesarios, evaluando la eficacia de las acciones tomadas.	Establecer un <i>Plan de formación</i> y de entrenamiento de las personas de la organización para que adquieran nuevas competencias y conocimientos o los actualicen.
Conservar la información documentada apropiada, como evidencia de las competencias y conocimientos adquiridos.	Establecer el <i>expediente profesional</i> de cada trabajador de la organización (papel y o soporte informático / Bases de datos).
Comprobar la existencia en la organización de perfiles digitales que dirijan e impulsen las acciones destinadas a la digitalización y el avance y continuidad de la misma.	Identificar los <i>perfiles digitales</i> y en el caso que no existan se deberán crear y realizar la selección y cualificación del personal en los perfiles digitales creados.

Tabla 4.4.2.1. Requisito de la digitalización aplicables a los RRHH de la organización. Basado en UNE 0060.

Para cumplir con lo indicado en la tabla 4.4.2.1, la especificación UNE 0060 establece lo siguiente.

Se contempla como educación la formación reglada de estudios de Formación profesional y Estudios Universitarios.

Como formación especializada: Posgrado, Formación especializada enfocada al conocimiento y desarrollo de competencias en un área concreta.

En lo referente a la experiencia esta debe ser verificada por la organización.

Para ello se admiten varios tipos de certificaciones propuestos por UNE 0060 tal como se muestran en la tabla 4.4.2.2.

Nº	Familias de certificaciones
1	Certificados acreditados u oficiales emitidos por entidades autorizadas: Universidades, entidades de certificación acreditadas por las respectivas Entidades Nacionales de Acreditación... (Máster, Grado, Formación Profesional Superior y Medio, certificación DPD, etc...).
2	Certificaciones profesionales emitidas por empresas reconocidas en el ámbito digital para la certificación de competencias digitales
3	Certificaciones de entidades de certificación reconocidas en el mercado que garanticen con esquemas específicos y avalados por dicho mercado la existencia de perfiles digitales.
4	Certificaciones de entidades de reconocida experiencia en el mercado que garanticen el desarrollo de habilidades no TIC específicas y que acompañen en el proceso de digitalización.

Tabla 4.4.2.2. Familias de certificaciones. Basada en UNE 0060.

Como marco teórico de aplicación de la especificación UNE 0060 se recomienda el establecimiento de un *Procedimiento de competencia, talento y capital humano* que incluya todos los requisitos del presente apartado.

Siguiendo las indicaciones de UNE 0060 se va a incluir un extracto de la Norma UNE-EN 16234-1 *Marco de e-Competencias (e-CF). Marco europeo común para los profesionales de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en todos los sectores de actividad. Parte 1: Marco para la definición de los perfiles, a modo orientativo.*

El extracto de la norma UNE-EN 16234-1 seguidamente presentado se podría incorporar al *Procedimiento de competencia, talento y capital humano*.

La norma UNE-EN 16234-1 proporciona una referencia de 41 competencias requeridas y aplicadas en el entorno de trabajo profesional de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC).

La norma UNE-EN 16234-1 establece cuatro dimensiones para clasificar las competencias y los conocimientos. Las dimensiones representan áreas de actividad y planificación de recursos humanos, e incorporan pautas de trabajo y de capacidad profesional según se especifica a continuación.

Las dimensiones establecidas son las siguientes:

- Dimensión 1: Cinco áreas de e-Competencias
- Dimensión 2: Las e-Competencias
- Dimensión 3: Cinco niveles de dominio
- Dimensión 4: Conocimientos y destrezas

Dimensión 1: Cinco áreas de e-Competencias

Las cinco áreas de e-Competencias se basan en los principales procesos de negocio TIC de PLANIFICAR - DESARROLLAR - OPERAR - FACILITAR - GESTIONAR para identificar conjuntos de e-Competencias que representan las capacidades de planificar (concepción, diseño, decisión, etc.), desarrollar (construcción e implementación), operar (entrega, soporte, mantenimiento, etc.), facilitar (creación de condiciones adecuadas) y gestionar (dirección, aseguramiento, etc.). Se denominan de igual manera:

- A. PLANIFICAR
- B. DESARROLLAR
- C. OPERAR

D. FACILITAR

E. GESTIONAR

Dimensión 2: e-Competencias

Esta dimensión abarca un conjunto de e-Competencias de referencia para cada área. Cada e-Competencia está especificada por un título y una descripción genérica de la competencia. Se han identificado 41 e-Competencias; éstas proporcionan las definiciones genéricas de referencia de UNE-EN 16234-1.

Dimensión 3: Cinco niveles de dominio

En la Dimensión 3, se asignan los niveles de dominio específicos a cada e-Competencia descrita en la Dimensión 2. Las especificaciones de nivel en esta norma comprenden los niveles desde e-1 hasta el e-5 de e-Competencia. Estos niveles definen los criterios de dominio y describen el grado de maestría que un profesional TIC requiere para alcanzar diferentes niveles de desempeño en cada competencia.

Estos niveles de dominio del trabajo tienen una relación específica sectorial, consistente y racional con los niveles del 3 al 8 del Marco Europeo de Cualificaciones (EQF). La tabla 4.4.2.3 muestra la relación entre los niveles de e-competencias y los niveles de EQF.

Nivel de e-competencias	<i>relacionado con el Nivel EQF</i>
e-5	8
e-4	7
e-3	6
e-2	4 y 5
e-1	3

Tabla 4.4.2.3. Tabla de relación de niveles de e-competencias y EQF.

Fuente: UNE-ISO 15234-1.

UNE-EN 16234-1 indica que los niveles de EQF y e-competencias no son idénticos por lo que la relación entre ambos no es de equivalencia. Mientras que el EQF refleja una perspectiva de cualificaciones, el e-CF adopta una perspectiva de competencia en el puesto de trabajo y no

adopta la cualificación como determinante de la competencia. Sin embargo, ambas perspectivas están interrelacionadas ya que las cualificaciones habitualmente reflejan la consecución competencial.

De manera complementaria a la tabla 4.4.2.3 se incluye la siguiente tabla 4.4.2.4 que muestra a la relación entre el catálogo de cualificaciones profesionales de España y los niveles EQF.

Acreditación	Catálogo Nacional de Cualificaciones Profesionales	Marco Europeo de Cualificaciones para el Aprendizaje a lo Largo de la Vida.
Operario	Nivel 1	Nivel 1
		Nivel 2
Técnico medio	Nivel 2	Nivel 3
		Nivel 4
Técnico Superior	Nivel 3	Nivel 5
Grado	Nivel 4	Nivel 6
Máster	Nivel 5	Nivel 7
Doctor	Sin definir	Nivel 8

Tabla 4.4.2.4. Relación catálogo nacional de cualificaciones profesional con EQF.
Fuente: Escuela Superior de Cualificaciones Profesionales.

Dimensión 4: Conocimientos y destrezas

Los ejemplos de conocimientos y destrezas se relacionan con las e-Competencias en la Dimensión 2. Estos ejemplos se aportan para añadir valor al descriptor de la competencia y no pretenden ser exhaustivos. Ofrecen inspiración y orientación para identificar la asignación de conocimientos y destrezas específicos en un contexto más amplio.

Además de las cuatro dimensiones presentada UNE-EN 16234-1 incluye también directrices para el tratamiento de los aspectos transversales en los recursos humanos de la organización.

Aspectos transversales

Esta norma incorpora un concepto adicional al introducir la noción de aspectos transversales, aplicables al conjunto del marco. Los aspectos transversales reconocen la relevancia de una serie de cuestiones que tienen una importancia transversal en el entorno profesional TIC. Son complementarios a las descripciones de las competencias y proporcionan descriptores adicionales que varían en su relevancia para cada competencia, desde la necesidad de concienciación hasta la implicación proactiva. Los aspectos transversales identificados como relevantes son:

- T1 Accesibilidad
- T2 Ética
- T3 Aspectos legales TIC
- T4 Privacidad
- T5 Seguridad
- T6 Sostenibilidad
- T7 Usabilidad

Los aspectos transversales T1 - T7 son relevantes para cada una de las 41 competencias de esta norma.

Para facilitar una visión global entre las dimensiones 1, 2 y 3, UNE-EN 16234-1 ha establecido su Tabla 1, identificada como tabla 4.4.2.5, la cual muestra la visión general de las e-Competencias identificadas.

Dimensión 1: 5 áreas de e-Competencias (A - E)	Dimensión 2: 41 e-Competencias identificadas	Dimensión 3: niveles de dominio de e-Competencia e-1 a e-5				
		e-1	e-2	e-3	e-4	e-5
A. PLANIFICAR						
	A.1 Alineamiento entre sistemas de información y estrategias de negocio					
	A.2 Gestión de niveles de servicio					
	A.3 Desarrollo de planes de negocio					
	A.4 Planificación de producto/servicio					
	A.5 Diseño de arquitecturas					
	A.6 Diseño de aplicaciones informáticas					
	A.7 Seguimiento de tendencias tecnológicas					
	A.8 Gestión de la sostenibilidad					
	A.9 Innovación					
	A.10 Experiencia de usuario					
B. DESARROLLAR						
	B.1 Desarrollo de aplicaciones informáticas					
	B.2 Integración de componentes					
	B.3 Pruebas					
	B.4 Despliegue de soluciones					
	B.5 Elaboración de documentación					
	B.6 Ingeniería de sistemas TIC					
C. OPERAR						
	C.1 Atención al usuario					
	C.2 Soporte técnico de cambios					
	C.3 Prestación de Servicios					
	C.4 Gestión de incidencias					
	C.5 Gestión de sistemas					
D. FACILITAR						
	D.1 Desarrollo de la estrategia de seguridad de la información					
	D.2 Desarrollo de la estrategia de calidad TIC					
	D.3 Provisión de educación y formación					
	D.4 Compras					
	D.5 Desarrollo comercial					
	D.6 Marketing digital					
	D.7 Ciencia y análisis de datos					
	D.8 Gestión de contratos					
	D.9 Desarrollo del personal					
	D.10 Gestión de la información y el conocimiento					
	D.11 Identificación de necesidades					
E. GESTIONAR						
	E.1 Elaboración de previsiones					
	E.2 Gestión de proyectos y de cartera de proyectos					
	E.3 Gestión de riesgos					
	E.4 Gestión de relaciones					
	E.5 Mejora de procesos					
	E.6 Gestión de la calidad informática					
	E.7 Gestión del cambio en las organizaciones					
	E.8 Gestión de la seguridad de la información					
	E.9 Gobernanza de sistemas de información					

Tabla 4.4.2.5. Visión general de las e-Competencias identificadas.
Fuente: UNE-EN 16234-1

Seguidamente se presenta como ejemplo, entre las 41 fichas de e-competencia incluidas en la norma UNE-EN 16234-1, la ficha de e-competencia de *Desarrollo de aplicaciones informáticas* perteneciente al área DESARROLLAR, mostrada en la tabla 4.4.2.6.

Dimensión 1 Área de e-Competencias	B. DESARROLLAR				
Dimensión 2 e-Competencia: Título + descripción genérica DEBE APLICARSE	B.1. Desarrollo de aplicaciones informáticas Interpreta el diseño de una aplicación para desarrollarla adecuadamente conforme a las necesidades del cliente. Adapta soluciones existentes, como, por ejemplo, la migración de una aplicación a otro sistema operativo. Codifica, depura, prueba, documenta y comunica durante las etapas de desarrollo del producto. Selecciona las alternativas técnicas apropiadas para un desarrollo, como reutilización, mejora o reconfiguración de componentes existentes. Optimiza la eficiencia, el coste y la calidad. Validar los resultados con los representantes de los usuarios, integrando e implantando la solución en su totalidad.				
Dimensión 3 Niveles de dominio de e-Competencias e-1 a e-5, relacionados con los niveles 3 a 8 de EQF DEBE APLICARSE	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5
	Actúa bajo supervisión para desarrollar, probar y documentar aplicaciones.	Desarrolla y valida aplicaciones de manera sistemática.	Actúa de forma creativa para desarrollar aplicaciones y seleccionar las opciones técnicas apropiadas. Da cuenta de otras actividades de desarrollo. Optimiza el desarrollo, el mantenimiento y el rendimiento de las aplicaciones utilizando patrones de diseño y reutilizando soluciones probadas.	--	--
Dimensión 4 Ejemplos de conocimientos - Conoce/es consciente de/ familiarizado con PUEDE APLICARSE	K1 diseño funcional y técnico K2 estado del arte de las tecnologías de desarrollo K3 lenguajes de programación K4 programación segura K5 sistemas de gestión de bases de datos K6 sistemas operativos y plataformas de <i>software</i> (incluidos los servicios gestionados y las API) K7 lenguajes y tecnología de modelado K8 requisitos de usabilidad y accesibilidad K9 dispositivos físicos como sensores y actuadores para el IoT K10 lenguajes y tecnología de modelado NOTA NACIONAL: K7 y K10 están repetidos en la versión original en inglés de esta norma.				
Ejemplos de destrezas Es capaz de PUEDE APLICARSE	S1 explicar y comunicar al cliente el diseño y su desarrollo S2 ejecutar pruebas y evaluar los resultados en base a las especificaciones del producto S3 utilizar las arquitecturas de programas y/o equipamientos informáticos apropiados S4 desarrollar las interfaces de usuario, los componentes de la lógica de negocio de los programas informáticos y los componentes de programas informáticos integrados S5 gestionar y asegurar altos niveles de cohesión y calidad S6 aplicar el principio de seguridad por diseño S7 emplear modelos de datos S8 cooperar con el equipo de desarrollo y con los diseñadores de la aplicación				

Tabla 4.4.2.6. Ficha de e-competencia *Desarrollo de aplicaciones informáticas*.

Las fichas de competencias establecidas en la norma UNE-ISO 16234-1 se podrían utilizar, por parte de una organización que desea implantar la especificación UNE 0060, como base para la preparación documentada de las fichas de los *Perfiles de puestos de trabajo* de la organización.

Para finalizar el presente apartado 4.4.2 Competencia, talento y capital humano se referencia los documentos (registros) que se controlarían desde el *Procedimiento de competencia, talento y capital humano*.

- Plan anual de formación, incluyendo los registros y la eficacia de las acciones formativas.
- Listado de puestos de trabajo y / o fichas de Perfiles de puestos de trabajo.
- Fichas del personal o CV.
- Certificados de formación del personal (impresos y / o escaneados en soporte informático y archivados en expedientes del personal).
- Informes de evaluación del desempeño.
- Matriz de cualificaciones.
- Cuestionarios e informes de clima laboral.

De manera general todos los anteriores registros deberían conservarse en soporte informático y les aplicaría toda la legislación relacionada con los datos de carácter personal.

4.4.3.- Información documentada

La especificación UNE 0060 establece lo siguiente en sus requisitos de información documentada

La digitalización de la organización debe basarse en información documentada. Debe:

- existir un mapa de procesos de la organización (especialmente enfocado a procesos clave de negocio), incluyendo responsables;*
- existir un organigrama funcional de la organización (identificando a los perfiles encargados de la digitalización);*
- existir un diagrama de arquitectura tecnológica;*
- existir una planificación detallada de digitalización;*
- existir documentación explicativa del cumplimiento de los distintos requisitos especificados.*

En base a los anteriores requisitos, se estima que el *Sistema de gestión para la digitalización* podría estar formado por los siguientes documentos:

- Un mapa de procesos que muestre la interacción de los procesos claves (estratégicos), operativos y de soporte. La figura 4.4.3.1 muestra un ejemplo de mapa de procesos.



Figura 4.4.3.1. Ejemplo de mapa de procesos.
Fuente: Diagnóstico de la Situación de la Industria 4.0 en Andalucía.

De manera complementaria al mapa de procesos anterior se debería emitir un listado con los procesos del mapa a los que se les asigna el correspondiente responsable. La tabla 4.4.3.1 muestra un ejemplo de Listado de procesos / responsables.

Listado de procesos / responsables		
Nº	Procesos	Responsables
Procesos estratégicos (clave del negocio)		
1	Innovación	Director de Innovación
2	Diseño de nuevos productos	Director de Ingeniería
3	Planificación y ejecución comercial y marketing	Director Comercial y Mark.
4	Planificación y análisis financiero	Director Financiero
Procesos operativos		
5	Planificación	
6	Compras y aprovisionamiento	Jefe de Compras
7	Almacenamiento	Jefe de Almacén
8	Producción	Jefe de Producción
9	Calidad	Jefe de Calidad
10	Mantenimiento	Jefe de Mantenimiento
11	Gestión de Pedidos	Responsable de Pedidos
12	Transporte y Gestión de Logística Inversa	Jefe de Logística
13	Reciclaje	Jefe de Reciclaje

Procesos de soporte		
14	Administración, finanzas y sistemas	Jefe de Administración Jefe de Fianzas Jefe de Sistemas
15	Seguridad	Jefe de Seguridad
16	Recursos Humanos	Jefe de Recursos Humanos
17	Maestro de datos	Responsable Control Datos
18	Compliance Corporativo	Responsable de Compliance

Tabla 4.4.3.1. Listado de procesos / responsables.
Fuente: elaboración propia basada en la figura 4.4.3.1.

- Manual de la Industria 4.0 (Manual del sistema de gestión para la digitalización): debe presentar la estructura de UNE 0060 y debe hacer referencia a los documentos establecidos por la organización para cumplir con los requisitos de UNE 0060. El manual puede incluir el *organigrama funcional de la organización* el cual debe identificar los perfiles encargados de la digitalización.

En la figura 4.4.3.2 se muestra la posible estructura del *Sistema de gestión para la digitalización* en relación con el Manual de la Industria 4.0.

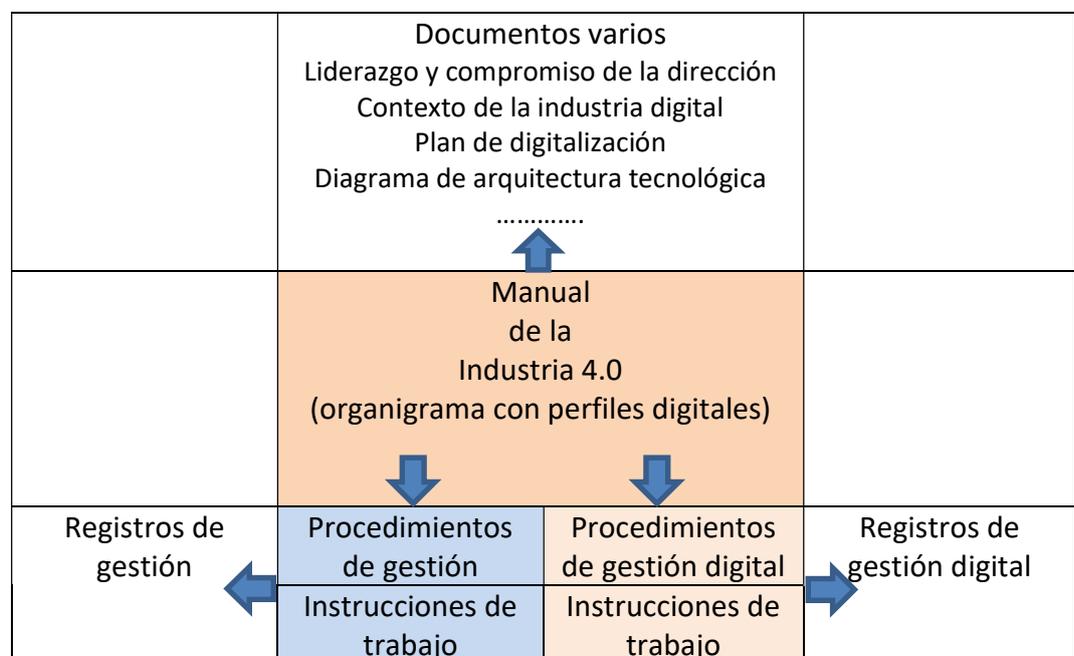


Figura 4.4.3.2. Estructura del *Sistema de gestión para la digitalización*.
Fuente: elaboración propia.

Como puede apreciarse en la figura anterior, el Manual de la Industria 4.0 se encuentra en el centro del *Sistema de Gestión para la digitalización*. La finalidad del nombre propuesto es la de identificación del *Sistema de gestión para la digitalización* con la revolución industrial presente y futura (4.0, 5.0, etc.).

- También formaría parte de la información documentada el *Diagrama de arquitectura tecnológica*. La figura 4.4.3.3 muestra un ejemplo de diagrama del servicio de correos Exchange de Microsoft (19).

Nota: debido al carácter confidencial de este tipo de documentos, se han incluido unos diagramas de arquitectura que la empresa Microsoft comparte de manera pública.

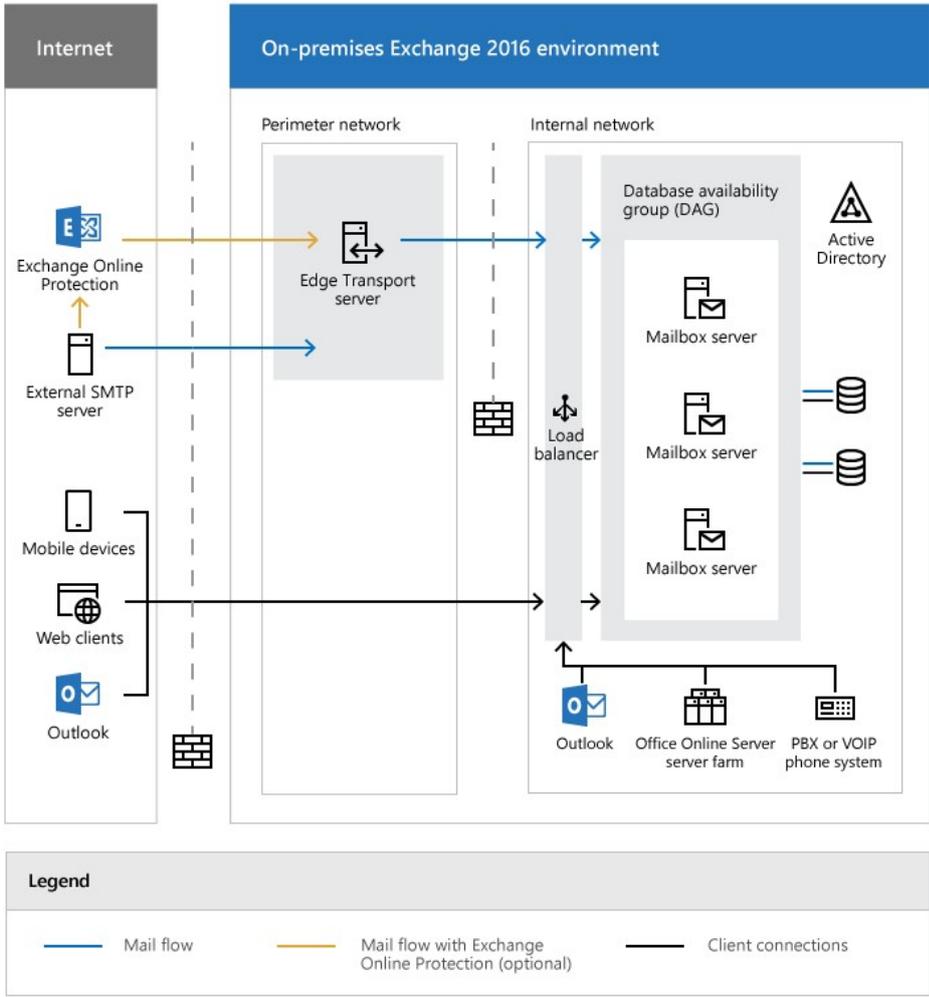


Figura 4.4.3.3. Ejemplo de *Diagrama de arquitectura tecnológica del servicio de correos Exchange*. Fuente: Microsoft Exchange

Los diagramas de arquitectura tecnológica pueden ser generales y también pueden tener asociados otros diagramas de arquitectura tecnológica detallados. En el caso del diagrama anterior, este tiene asociados un *Diagrama de arquitectura de comunicación de servidores* el cual se muestra en la figura 4.4.3.4 y un *Diagrama de arquitectura del protocolo de acceso de cliente* mostrado en la figura 4.4.3.5.

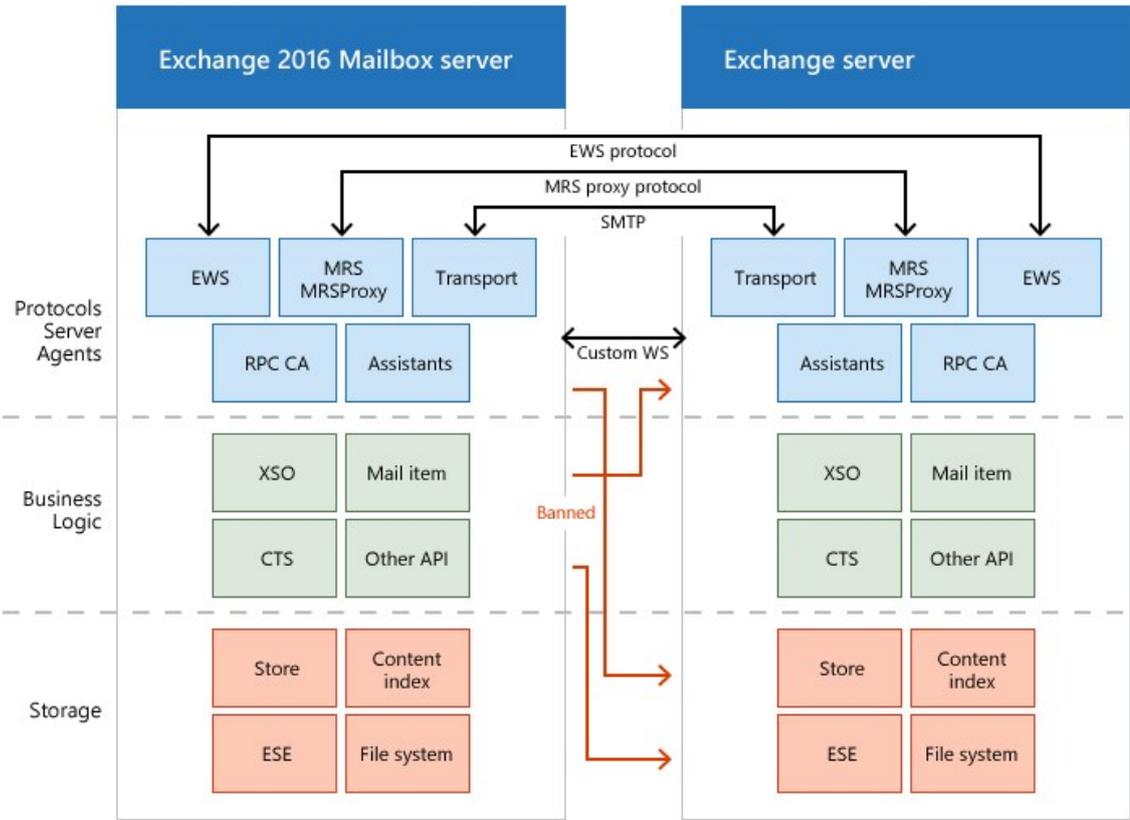


Figura 4.4.3.4. *Diagrama de arquitectura de comunicación de servidores.*
Fuente: Microsoft Exchange.

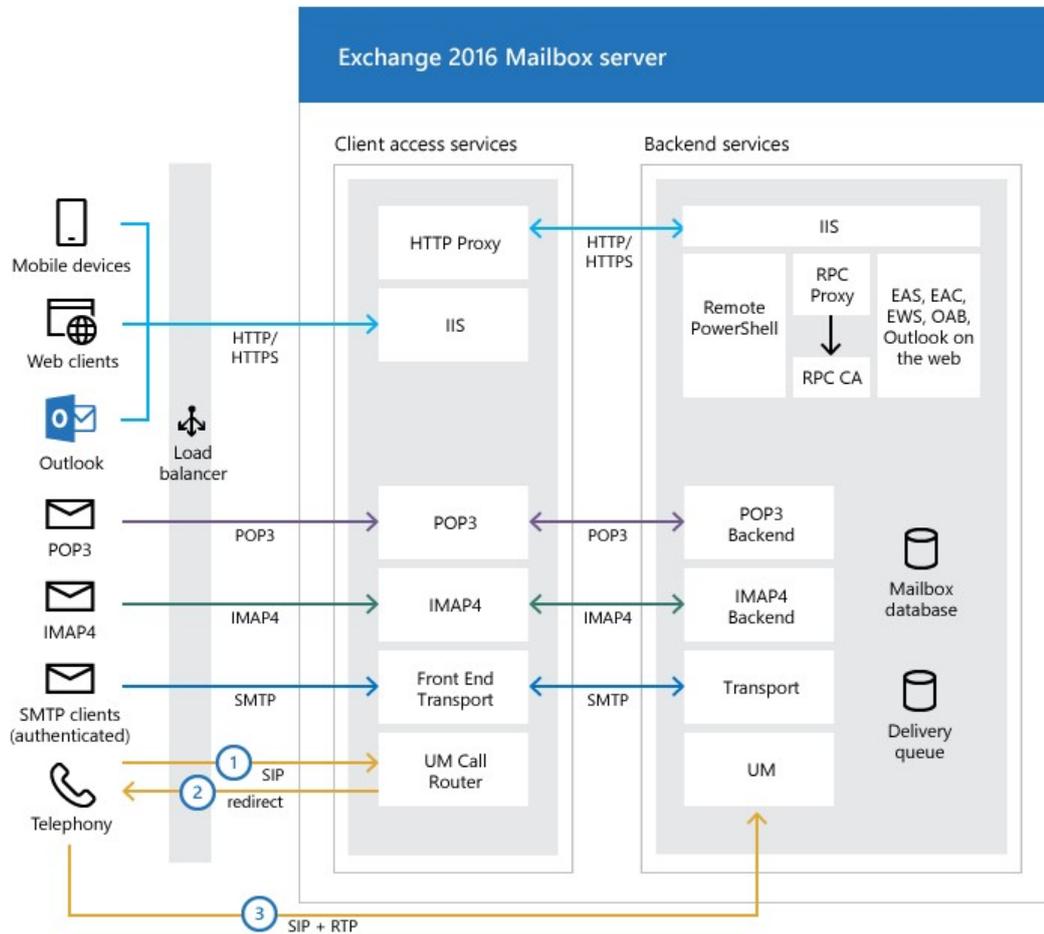


Figura 4.4.3.5. Diagrama de arquitectura del protocolo de acceso de cliente.
Fuente: Microsoft Exchange.

Para cumplir con la planificación detallada de la digitalización indicada en el apartado 4.4.1 *Infraestructura* y en el presente apartado, se propone establecer el *Plan de digitalización* de la organización. La tabla 4.4.3.1 muestra el formato de plan propuesto.

Organización	Plan de digitalización
Proyecto nº	
Título	
Objeto	
Alcance	
Coste	
Plazo de implantación	
Fecha prevista inicio	
Fecha prevista fin	
Responsable proyecto	
Personal participante	
Partes interesadas int.	
Partes interesadas ext.	
Indicadores	
Riesgos	
Oportunidades	
Observaciones	
Proyecto nº	
Título	
Objeto	
Alcance	
Coste	
Plazo de implantación	
Fecha prevista inicio	
Fecha prevista fin	
Responsable proyecto	
Personal participante	
Partes interesadas int.	
Partes interesadas ext.	
Indicadores	
Riesgos	
Oportunidades	
Observaciones	

Tabla 4.4.3.2. Formato de *Plan de digitalización*. Fuente: elaboración propia.

Dependiendo del tipo de tecnología a incorporar a la organización, el *Plan de digitalización* se podría orientar a la gestión de proyectos. En este sentido es recomendable aplicar la norma UNE-ISO 21500 *Gestión de proyectos, programas y carteras de proyectos. Contexto y conceptos*.

La salida del *Plan de digitalización*, en lo referente a las tecnologías habilitadoras, sería la *Matriz de tecnologías de la Industria 4.0 de la organización* indicada en el apartado 4.4.1 *Infraestructura* de la presente tesis.

La especificación UNE 0060 establece que en el Sistema de gestión para la documentación debe existir documentación explicativa del cumplimiento de los distintos requisitos especificados, de esta manera permite que sea cada organización la que establezca los documentos que crea convenientes para cumplir con los requisitos de UNE 0060.

Como documentación explicativa del cumplimiento de los distintos requisitos especificados por UNE 0060, se propone:

- Un conjunto de Procedimientos de gestión y de digitalización que permitan la implantación de UNE 0060.
- Los Registros de gestión y de digitalización relacionados con los procedimientos.
- El establecimiento de un *Procedimiento de control de la información documentada*.

En el caso que la organización cuente con un Sistema de gestión de la calidad según los requisitos de la norma ISO 9001, es recomendable que los procedimientos de ISO 9001 se desarrollen e integren con los procedimientos de UNE 0060 en aquellos requisitos que sean coincidentes en base a la estructura de alto nivel que presentan ISO 9001 y UNE 0060. En este sentido se proponen los procedimientos de gestión (PG) mostrados en la tabla 4.4.3.2 los cuales podrían ser comunes a ambos sistemas.

Listado de procedimientos de gestión ISO 9001-UNE 0060	
Código	Nombre del documento
PG-01	Control de la información documentada
PG-02	Planificación
PG-03	Competencia, talento y capital humano (formación)
PG-04	Gestión de la innovación y del conocimiento
PG-05	Seguimiento, medición y evaluación (auditorías, no conformidades...)
PG-06	Gestión de proyectos
PG-07	Mejora Continua

Tabla 4.4.3.3. Listado de procedimientos de gestión ISO 9001-UNE 0060.

Fuente: elaboración propia.

Teniendo en cuenta los requisitos tecnológicos de la especificación UNE 0060, se proponen los procedimientos de gestión digital (PGD) mostrados en la tabla 4.4.3.3.

Listado de procedimientos de gestión digital UNE 0060	
Código	Nombre del documento
PGD-01	Gestión y mantenimiento de la infraestructura
PGD-02	Digitalización de los procesos
PGD-03	Gestión del cliente y producto/servicio
PGD-04	Gestión y control de los datos digitales
PGD-05	Gestión y control de la conectividad
PGD-06	Procesamiento y almacenamiento de la información y datos
PGD-07	Hibridación del mundo físico y digital
PGD-08	Comunicación y atención al cliente (aplicaciones de cliente)
PGD-09	Gestión y control de la seguridad de la información - Ciberseguridad

Tabla 4.4.3.4. Listado de procedimientos de gestión digital UNE 0060.

Fuente: elaboración propia

4.5.- Operación

UNE 0060 establece los siguientes requisitos básicos en su apartado de operación.

La organización debe planificar, implementar y controlar los procesos necesarios, en especial los identificados como procesos clave de negocio, para cumplir los requisitos e implementar las acciones, en el entorno digital, determinadas en el capítulo 4.

La organización debe controlar los cambios planificados y revisar las consecuencias de los cambios no previstos, tomando acciones para mitigar cualquier efecto adverso, según sea necesario.

La organización debe asegurarse de que los procesos subcontratados externamente estén controlados.

Para poder realizar el tratamiento indicado por UNE 0060 es recomendable establecer un listado o tabla de procesos. González y Manzanares (20) muestran un ejemplo de tabla de procesos similar a la tabla 4.5.1 la cual podría ser utilizada para cumplir con el presente requisito.

TABLA DE PROCESOS								
Proceso	Código	Tipo	Resp.	Recursos	Entradas requeridas	Criterios y Métodos Indicadores	Salidas esperadas	Evaluación del proceso

Tabla 4.5.1. Tabla de procesos.
Basada en Sistemas de Gestión de la Calidad ISO 9001. Guía de aplicación.

En lo referente al requisito de control de los cambios planificados, este requisito se podría establecer en el *Procedimiento de planificación*.

Si bien UNE 0060 no establece la necesidad de documentar un procedimiento de compras y evaluación de proveedores si especifica que se deben controlar los procesos subcontratados externamente. Para cumplir con este requisito sería suficiente con el establecimiento e implantación de una ficha de *Control de procesos subcontratados externamente*. En el caso que la organización tuviera ya documentada una metodología de compras, el proceso indicado podría estar contenido de la metodología establecida por la organización.

4.5.1.- Visión de los procesos

A continuación, se muestran los requisitos de UNE 0060 para la visión de los procesos.

Si bien es deseable que cada organización digitalice todos sus procesos, a efectos de esta especificación debe focalizarse en aquellos que tengan un impacto significativo en los ingresos, costes o experiencia de sus clientes. Aunque esto dependerá de cada organización concreta, siempre deben considerarse procesos clave de negocio dentro de la fase de planificación al menos los siguientes:

- *diseño de productos/servicios;*
- *fabricación;*
- *logística y distribución;*
- *relación con el cliente: marketing/comunicación, venta, posventa y atención al cliente.*

La especificación UNE 0060 requiere, como uno de los pilares de la Industria 4.0, la digitalización de los procesos de la organización, recomendando empezar por los procesos que tengan un impacto significativo. Los procesos indicados por la especificación UNE 0060 son los que tradicionalmente vienen siendo la razón de ser de las empresas y organizaciones ya sean empresas industriales, de ingeniería o de servicios.

Para realizar con éxito la digitalización de un proceso, es recomendable que este esté previamente definido, documentado e implantado de manera estable, es decir que produzca las salidas esperadas.

También es importante realizar una clasificación de los procesos. González y Manzanares (21) muestran la siguiente clasificación de los procesos dentro de los sistemas de gestión:

Proceso clave: Los procesos clave son aquellos que añaden valor al cliente o inciden directamente en su satisfacción o insatisfacción. Componen la cadena del valor de la organización. También pueden considerarse procesos clave aquellos que, aunque no añadan valor al cliente, consuman muchos recursos o bien son considerados los procesos principales de un departamento.

Proceso de apoyo: Incluyen todos aquellos procesos que son necesarios o complementarios de los procesos clave y de medición, análisis y mejora.

Proceso de medición: Son los procesos necesarios para el control y la mejora del sistema de gestión, que no puedan considerarse clave. Normalmente estos procesos están muy relacionados con requisitos de las normas que establecen modelos de gestión.

En el caso de la elaboración documental del proceso en la figura 4.5.1.1 se muestra una representación esquemática establecida por la norma ISO 9001 de los elementos de un proceso, que puede ser útil a la hora de documentar un proceso.

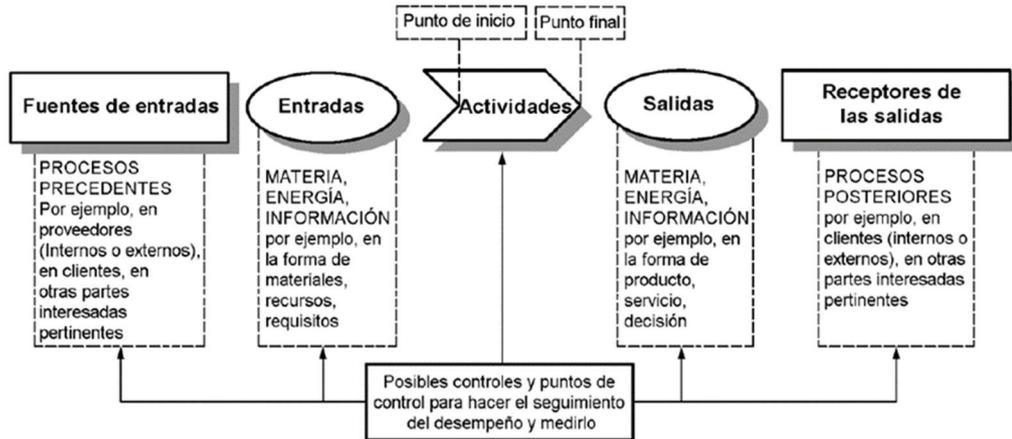


Figura 4.5.1.1. Representación esquemática de los elementos de un proceso.
Fuente: UNE-EN-ISO 9001.

González y Manzanares (22) indican que *el formato a utilizar, para el establecimiento de los procesos, es determinado por cada organización. Es obligatorio documentar cada proceso, estos pueden ser establecidos por la organización tanto en soporte informático como impresos en papel.* Continúan indicando que *para realizar la documentación de los procesos se debería contar con las personas afectadas por los procesos, los que ejecutan el proceso y los que lo controlan y evalúan. Esto se consigue mediante la creación de grupos de trabajo o de mejora en cada departamento y área de la organización. Lo importante es que los procesos identificados se definan de manera clara y entendible para todo el personal afectado por los mismos.*

Con el fin de gestionar y controlar la digitalización de los procesos, se recomienda el establecimiento de un *Procedimiento de digitalización de los procesos.* Dentro del procedimiento propuesto sería recomendable establecer un Listado de control de digitalización de procesos como el de la tabla 4.5.1.1.

LISTADO DE CONTROL DE LA DIGITALIZACIÓN DE PROCESOS				
Proceso	Tipo	Estado actual (digital / no digital)	Estado futuro (digital)	Plan de digitalización

Tabla 4.5.1.1. Listado de control de la digitalización de procesos. Fuente: elaboración propia.

4.5.2.- Visión de cliente y producto / servicio

UNE 0060 establece los siguientes requisitos.

La organización debe considerar como prioridad, dentro de su planificación detallada de digitalización:

- *la experiencia del cliente y el desarrollo de herramientas que permitan y fomenten una comunicación directa con éste, dando prioridad a los canales online;*
- *la transformación digital en el diseño, desarrollo y producción.*

Establece unos aspectos externos y unos internos. Como aspectos externos se presenta la comunicación con el cliente la cual debe ser directa y mediante tecnologías online (Nota: la comunicación con el cliente se desarrolla en el apartado 4.5.4.4 Aplicaciones de cliente de la presente tesis). Como aspectos internos se establece la digitalización del proceso de diseño y desarrollo y también el proceso de producción.

Para ayudar a las organizaciones a cumplir con los anteriores requisitos, UNE 0060 ha establecido el listado de acciones indicadas en la tabla 4.5.2.1.

Listado de acciones relacionadas con el conocimiento y participación del cliente	
Visión de la organización	¿Cómo se realizaría?
Conocimiento del cliente	Encuestas y sondeos de clientes. Estudios de mercado,
Canales de comunicación, venta y atenciones digitales	Implantación de la Plataforma digital comercial de la organización.
Nuevos productos y servicios digitales donde el cliente/proveedor también participa (por ejemplo cocreación, personalización, etc.)	Implantación de la Plataforma digital comercial de la organización.
Nuevos modelos de negocio (por ejemplo, pago por uso, periodos de prueba, gratuidad con publicidad).	Implantación de la Plataforma digital comercial de la organización.

Tabla 4.5.2.1. Listados de acciones relacionadas con el conocimiento y participación del cliente. Basada en UNE 0060.

Como se puede apreciar se considera al cliente como un agente activo y que puede participar, gracias a la transformación digital, en el desarrollo de productos y servicios en grupos de cocreación.

Además de la comunicación, atención y gestión comercial hacia el cliente, la especificación UNE 0060 también requiere que la organización establezca los requisitos relacionados con el marketing digital y que dicho marketing se contemple en la planificación de la organización. Para ayudar a las organizaciones con lo indicado, la especificación UNE 0060 ha establecido un listado orientativo de elementos del marketing los cuales se muestran en la tabla la 4.5.2.2.

Listado orientativo de elementos del Marketing	
Elemento a aplicar	¿Cómo se podría realizar?
Cuadro de mando digital.	Establecimiento de indicadores (KPI).
Omnicanalidad.	Establecer estrategia de omnicanalidad con sus canales de comunicación.
Estrategia SEO.	Presencia en buscador Google o similares.
Estrategia SEM.	Generar anuncios en el buscador Google para posicionar a la organización en las primeras posiciones.
Social media e índice de reputación digital.	Posicionar la organización en redes sociales.
Plataforma de comercio on-line.	Implantación de la Plataforma digital comercial de la organización.
nº de contactos digitales.	Establecimiento de KPI.
Recurrencia de clientes digitales.	Establecimiento de KPI.
Número de accesos al sitio web clasificados por origen (RRSS, buscadores, directamente o a través de promociones...).	Establecimiento de KPI.

Tabla 4.5.2.2. Listado orientativo de elementos del marketing. Basado en UNE 0060.

Los anteriores requisitos de se podrían establecer en un *Procedimiento de Gestión del cliente y producto / servicio*, orientado a la atención comercial y a la venta de productos y servicios por parte de la organización que implante UNE 0060.

4.5.3.- Visión de los datos digitales

En lo referente a la visión de los datos digitales, la especificación UNE 0060 establece los siguientes requisitos.

Con el objetivo de valorar la utilización de la información y los datos de los procesos de la organización, y en especial los procesos clave de negocio, se deben tener en cuenta los siguientes aspectos.

La organización debe tener una estrategia de recopilación, análisis y uso de datos relevantes, fomentando la implantación de tecnologías que lo faciliten, orientada a la toma de decisiones y a la satisfacción del cliente.

Se debería considerar el uso de tecnologías que permitan obtener modelos predictivos y prescriptivos, por ejemplo, Big Data e Inteligencia Artificial.

NOTA. Estos datos, estructurados o no estructurados, pueden ser propios, recopilados por las diferentes tecnologías que sean de aplicación (por ejemplo, sensores, dispositivos IoT, aplicaciones móviles, etc.), disponibles públicamente (redes sociales, Open Data, etc.) o facilitados por terceros.

El presente apartado de la especificación UNE 0060 establece la identificación y control de los datos. Las tecnologías utilizadas en el procesamiento y almacenamiento de los datos se desarrollan en el apartado 4.5.4.2 de la presente tesis.

Para cumplir con los anteriores requisitos se recomienda el establecimiento de un *Procedimiento de gestión y control de los datos digitales*. En el procedimiento indicado se establecería la sistemática a seguir para obtener modelos predictivos y prescriptivos, lo que puede implicar la utilización de la tecnología Big Data y algoritmos de Inteligencia Artificial.

Como punto de partida para la organización que implante UNE 0060, se propone la utilización de la tabla 4.5.3.1 de especificación para la recogida de datos la cual puede servir para establecer la estrategia de recolección, análisis y uso de datos. Es importante destacar que la especificación indica datos relevantes, por lo que la organización debe hacer una clasificación de los datos que utiliza o va a utilizar para dar prioridad a los que sean los más importantes

para el negocio y el funcionamiento de la organización.

Tabla de especificación para la recogida de datos						
Procesos (incluidos procesos clave)	Datos (asociados al proceso / tipo de datos: propio, uso público, etc.)	Metodología (recopilación, análisis y uso)	Tecnologías	Quién recopila (interna y/o externamente)	Quién analiza (área, dpto., responsable)	A quién se presentan (Alta dirección, responsables)

Tabla 4.5.3.1 Tabla de especificación para la recogida de datos. Fuente: elaboración propia.

Tradicionalmente el registro y tratamiento de los datos viene realizándose utilizando herramientas clásicas de sistemas de información como por ejemplo CRM *Customer Relationship Management* (gestión de las relaciones con el cliente), ERP *Enterprise Resource Planning* (planificación de los recursos de la empresa), entre otros.

Lo indicado puede ser un punto de partida para muchas organizaciones, pero, las tecnologías habilitadoras de la Industria 4.0 proporcionan una nueva visión a la alta dirección y equipos directivos de las organizaciones en lo referente al registro y tratamiento de los datos.

Al indicar la especificación UNE 0060 el fomento de la implantación de tecnologías se enlaza con su requisito 4 *Liderazgo*, en el que se indica que *la alta dirección debe asegurar que los recursos necesarios para la digitalización estén disponibles*.

Es por esto que la alta dirección debe tener una actitud receptiva para la incorporación a la organización de tecnologías orientadas a la obtención de modelos predictivos y prescriptivos. UNE indica como ejemplo Big Data e Inteligencia Artificial, por lo que se considera que la aplicación de las tecnologías citadas supone una disrupción en el modelo del negocio ya que la organización, en el caso que se apliquen correctamente y con las salidas esperadas, puede llegar a dar un salto cualitativo en la recopilación y análisis de datos lo que va a redundar en una mejora en el proceso de toma de decisiones.

La especificación UNE 0060 aporta unas orientaciones en lo referente al tipo de datos como estructurados o no estructurados. Es importante destacar que en el caso de los datos relacionados con los procesos clave de la organización, deberían ser estructurados.

4.5.4.- Visión de la tecnología

UNE 0060 establece los siguientes requisitos relacionados con la visión de la tecnología.

Con el objetivo de considerar como se está utilizando la tecnología por la organización en su proceso de digitalización, en especial como la aplican en sus procesos clave de negocio, se consideran los siguientes requisitos.

La organización debe asegurar que la planificación de TIC soporte y no limite la implantación de la planificación de digitalización.

El mantenimiento de infraestructuras debe estar asociado a unos ANS (Acuerdos de Nivel de Servicio) internos o externos (Disponibilidad, tiempo de respuesta, penalización, etc.) para cumplir con los compromisos con el cliente, garantizándose su seguimiento y medición.

Se deben analizar los riesgos derivados de los sistemas heredados (legacy) y adoptar medidas correctivas o mitigadoras.

La especificación UNE 0060 considera las tecnologías de la información y comunicación como la base tecnológica que hace posible el uso y comunicación del resto de las tecnologías digitales y habilitadoras. Es por esto que, al realizar la planificación de la digitalización de los procesos de la organización, se debe contemplar si los recursos TIC propios o subcontratados van a posibilitar, por parte de la organización, el uso adecuado de las nuevas tecnologías habilitadoras de la Industria 4.0. Debido a la evolución de las TIC y de las tecnologías habilitadoras, se podría contemplar incluir en el análisis de riesgos el estado de las TIC de la organización como un riesgo (inhibidor).

También se contemplaría como riesgo, ya indicado en el apartado 5 *Planificación* de la especificación UNE 0060, las tecnologías no adaptadas al contexto digital (tecnología heredada). La organización debe identificar si posee este tipo de tecnologías o sistema que afecten a sus procesos, sobre todo a los procesos clave del negocio, y debe realizar su tratamiento como riesgo identificado tal como se ha indicado en el apartado 4.5 *Planificación* de la presente tesis.

Todo lo establecido en el presente apartado relacionado con el mantenimiento de la infraestructura (ANS internos y externos, entre otros) quedaría documentado en el *Procedimiento de gestión y mantenimiento de la infraestructura*.

La especificación UNE 0060 ha establecido los requisitos de *Visión de la tecnología* en los siguientes grupos de requisitos:

- Conectividad
- Procesamiento y almacenamiento
- Hibridación del mundo físico y digital
- Aplicaciones del cliente
- Seguridad de la información - Ciberseguridad

Sobre los anteriores grupos de requisitos de la *Visión de la tecnología*, para poder tener una visión global de conjunto, se ha incluido la figura 4.5.4.1 en la que se puede apreciar un ejemplo de ecosistema de digitalización (23).

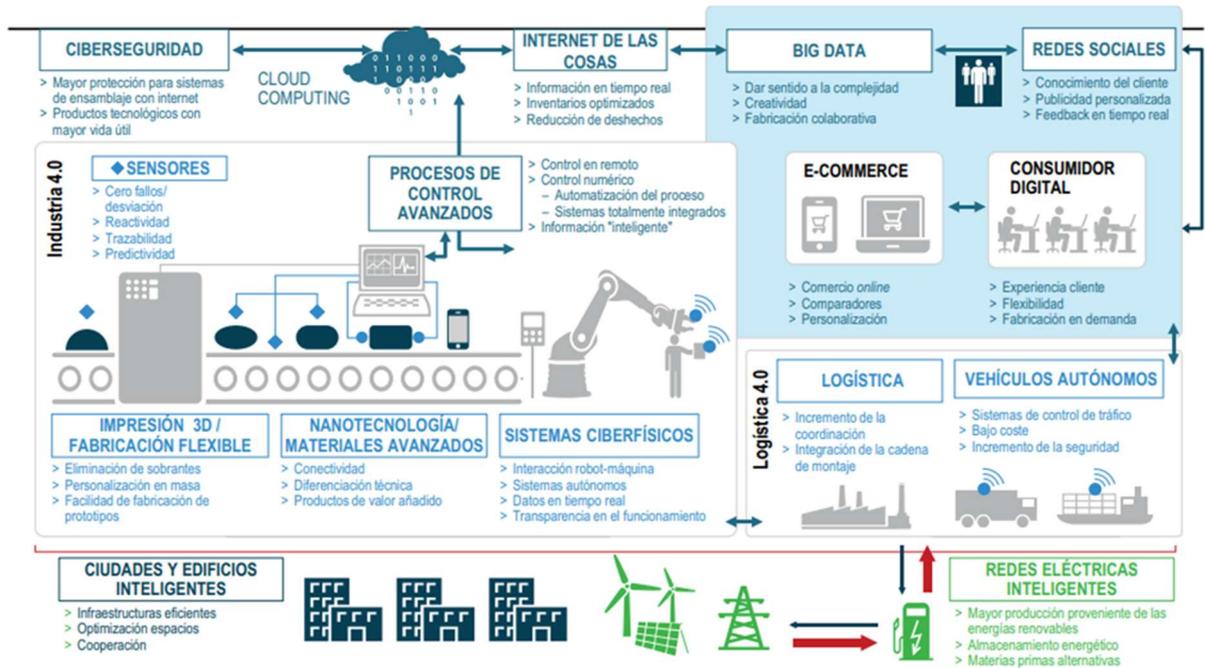


Figura 4.5.4.1. Ecosistema de digitalización. Fuente: Roland Berger.

Como marco de aplicación de la especificación UNE 0060, con el fin de cumplir los requisitos de *Visión de la tecnología*, se propone la creación de una serie de Fichas de identificación de las tecnologías que permitan a la organización que implante UNE 0060 la identificación las tecnologías que actualmente están utilizando y las que podría utilizar en el futuro.

Las fichas propuestas se han elaborado utilizando el anexo A de UNE 0060 en el cual se muestra los ejemplos de tecnologías para facilitar la implantación de la digitalización.

4.5.4.1.- Conectividad

La especificación UNE 0060 establece los siguientes requisitos para la conectividad.

Para tecnologías relacionadas con la conectividad, se consideran los siguientes requisitos. Se debe(n):

- Disponer de conexión a internet a través de redes que soporten las capacidades y velocidades que exigen las nuevas demandas de una industria digital, asegurando la redundancia de dicha conexión para garantizar la continuidad del negocio, cuando sea necesario.*
- Disponer de tecnología móvil (smartphones, smartwatches, wearables o tablets) aplicada a los procesos clave de negocio, utilizando sus prestaciones de sonido e imagen así como su capacidad de geolocalización, transmitiendo en tiempo real información a la organización.*
- Disponer de herramientas colaborativas internas y externas (mensajería unificada, reuniones virtuales, etc.)*
- Disponer de canales digitales de interacción con terceros (clientes, proveedores, empleados, Administración, etc.).*
- Conectar usando tecnologías de Internet de las Cosas (IoT) todos aquellos productos/servicios y activos de la organización relevantes para la experiencia de cliente o la gestión de los procesos susceptibles de aportar información valiosa para los mismos o de enriquecerse mediante la interacción remota en tiempo adecuado.*
- Disponer de una estrategia tecnológica que permita conectar cada uno de los activos relevantes de cada proceso de la organización con la tecnología óptima en cada momento, de acuerdo a los requisitos y necesidades del negocio, teniendo en cuenta las evoluciones previstas y el uso de las redes por parte de terceros (proveedores, clientes).*
- Poder interconectar (interoperabilidad) los productos y servicios de la organización con otros productos y servicios externos, siguiendo los estándares y las buenas prácticas del sector.*

La organización que quiera implantar la especificación UNE 0060 debe identificar los recursos que tiene para cumplir con los anteriores requisitos establecidos y qué recursos le podrían faltar y que considere le pueden ser aplicables.

Para identificar y establecer el uso y estrategias de las tecnologías indicadas por la especificación UNE 0060, se recomienda el establecimiento de un *Procedimiento de gestión y control de la conectividad*. De manera complementaria al procedimiento se recomienda establecer la *Ficha nº 1 Identificación de las tecnologías de conectividad* mostrada en la tabla 4.5.4.1.1.

Si bien en la actualidad la mayoría de las organizaciones disponen de conexión a internet, puede ser que la implantación de las tecnologías habilitadoras de la Industria 4.0 hagan insuficientes sus conexiones actuales ya que el uso y envío masivo de grandes cantidades de datos (Big Data, IoT, etc.) va a requerir, como indica la especificación UNE 0060, *redes que soporten las capacidades y velocidades que exigen las nuevas demandas de una industria digital*, de alta velocidad y con el adecuado ancho de banda. De manera preventiva, si la organización lo considera necesario, se debe establecer *una redundancia de la conexión a internet*, por ejemplo, a través de los nodos de la red utilizada (nodos duplicados).

De la misma manera a la tecnología anterior, las organizaciones ya ponen a disposición de su personal, tecnología móvil (smartphones, smartwatches, wearables o tablets). Además de la disponibilidad de la tecnología indicada es importante que esta sea aplicada a los procesos clave de negocio, siendo las organizaciones las que establecerán el mejor uso óptimo de las prestaciones de estas tecnologías.

En lo referente a las herramientas colaborativas internas y externas (mensajería unificada, reuniones virtuales, etc.) actualmente se utilizan como Skype, Microsoft Teams, etc. Las personas pueden realizar reuniones en tiempo real evitando los costes y pérdidas de tiempo de los desplazamientos lo que implica posiblemente un aumento de su productividad.

Para ayudar a las organizaciones a identificar las tecnologías de conectividad que les pueden ser aplicables, se recomienda el establecimiento de la ficha de la tabla nº 4.5.4.1.1.

Ficha de identificación de las tecnologías de conectividad	
<p>1.1 Comunicaciones de datos y acceso a Internet</p> <ul style="list-style-type: none"> – Redes fijas de alta velocidad: Ethernet, fibra óptica (FTTH). – Redes móviles: 4G/LTE, 5G. – Redes "narrow band" de bajo consumo y gran cobertura (LPWA): LoRaWAN, Weightless, NB-IoT, Sigfox, LTE-M/5G, EC-GSM-IoT. – WiFi inteligente. – Otras tecnologías de conectividad específicas que cubran casos de uso y huecos tecnológicos dejados por las anteriores (por ejemplo, Zigbee). 	
Tecnologías implantadas:	Tecnologías a implantar:
<p>1.2 Dispositivos móviles</p> <ul style="list-style-type: none"> – Smartphones. – Tablets (adecuados para el uso concreto considerado: oficinas, industrial, intemperie...). – Wearables: smartwatches, pulseras medidoras, etc. 	
Tecnologías implantadas:	Tecnologías a implantar:
<p>1.3 Internet of Things (IoT)</p> <ul style="list-style-type: none"> – Smart objects: objetos físicos y/o virtuales autónomos capaces de sensorizar, procesar y transmitir, y que incluyen lógicas de aplicación. – Protocolos de conexión entre dos elementos IoT (dos sensores, un sensor y un gateway que conecta los dispositivos a Internet): WirelessHART, Z-Wave, DASH7, ZigbeePro, LoRaWAN, LTE-A, IEEE 802.15.4e. – Plataformas IoT multicapa que permitan la provisión, gestión y automatización de dispositivos conectados dentro de IoT. – Soluciones verticales aplicables al negocio: gestión de flotas de vehículos, telemetría, monitorización ambiental, ahorro energético, control de riego, etcétera. – Soluciones para procesos específicos desarrolladas ad hoc a partir de las "piezas" preexistentes en el mercado: dispositivos programables o componentes electrónicos, comunicaciones, plataforma IoT y herramientas de presentación (comerciales o escritas a medida sobre infraestructura cloud). 	
Tecnologías implantadas:	Tecnologías a implantar:
<p>1.4 Open Data</p> <ul style="list-style-type: none"> – CKAN/DKAN – ArcGIS/GeoNode 	
Tecnologías implantadas:	Tecnologías a implantar:
<p>1.5 Blockchain</p> <ul style="list-style-type: none"> – Al tratarse de una tecnología incipiente, se aconseja una extensa fase de validación y pilotaje antes de desplegar soluciones blockchain como parte de un proceso crítico de negocio. Debe considerarse la pertinencia de usar cadenas de bloques públicas (tipo Ethereum) o semi-privadas (por ejemplo, Alastria). 	
Tecnologías implantadas:	Tecnologías a implantar:

Tabla 4.5.4.1.1 Ficha de identificación de las tecnologías de conectividad.
Basada en UNE 0060.

4.5.4.2.- Procesamiento y almacenamiento

Seguidamente se muestran los requisitos de la especificación UNE 0060 en lo referente al procesamiento y almacenamiento de la información y los datos.

Para tecnologías relacionadas con el procesamiento y el almacenamiento de la información y los datos, se consideran los siguientes requisitos.

- Se debe disponer de tecnologías de computación en la nube (cloud computing), ya sean privadas, públicas o híbridas, que ofrezcan una capacidad de almacenamiento y procesamiento de la información con la eficiencia acorde a lo requerido por los procesos clave de negocio.*
- Se debe valorar la implantación de políticas "multicloud" que distribuyan el cómputo, almacenamiento y demás servicios TIC necesarios entre varios proveedores públicos, además de sobre infraestructura propia cuando se necesite, para mejorar la resiliencia y la continuidad de negocio.*
- Se debe valorar una estrategia que optimice la inversión en infraestructuras TIC (nube privada) con el consumo de servicios de computación públicos de acuerdo a las restricciones de coste y las necesidades de disponibilidad, fiabilidad, rendimiento, etc. del negocio, como parte de la planificación de TIC.*
- Se deben considerar técnicas de procesado masivo en tiempo adecuado de los datos, tanto propios como de terceros, estructurados (Data Analytics) o no (Big Data), susceptibles de mejorar la experiencia de los clientes, mejorar la eficiencia de los procesos, ayudar a la toma de decisiones, etc.*
- Se deberían considerar técnicas de inteligencia artificial (IA), aprendizaje automático (ML) o computación cognitiva (por ejemplo, análisis avanzado de imágenes, procesamiento del lenguaje natural, etc.) para extraer el mayor valor posible de los datos y elaborar modelos predictivos que permitan anticiparse a los cambios.*

NOTA. Se aplicarán técnicas de anonimización y agregación de la información para asegurar el cumplimiento de los requisitos normativos y legales en el tratamiento de datos de carácter personal.

Para cumplir con los anteriores requisitos es recomendable el establecimiento de un *Procedimiento de procesamiento y almacenamiento de la información y datos*. Para ayudar al desarrollo del procedimiento se recomienda contemplar lo siguiente en lo referente al *cloud computing*, Big Data e Inteligencia Artificial (IA).

En lo referente al *cloud computing*, como tecnología utilizada para el procesamiento y el almacenamiento de la información y los datos, en la figura 4.5.4.2.1 se muestra un esquema de sistemas en la nube (24), frente al esquema tradicional de almacenamiento mostrado en la figura 4.5.4.2.2.

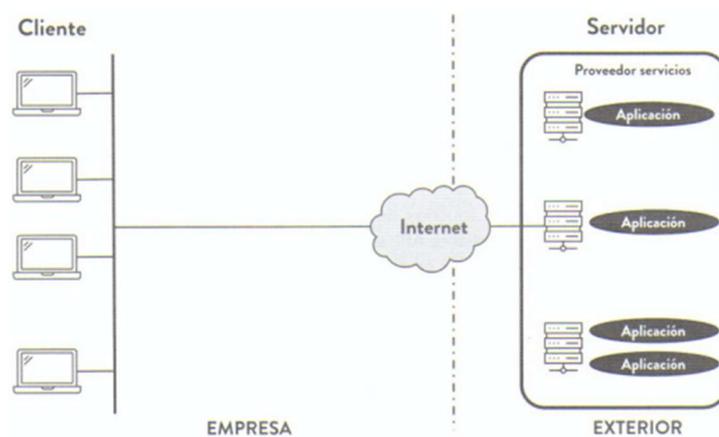


Figura 4.5.4.2.1. Esquema de sistemas de computación en la nube. Fuente: Gavilán, I.G.R.

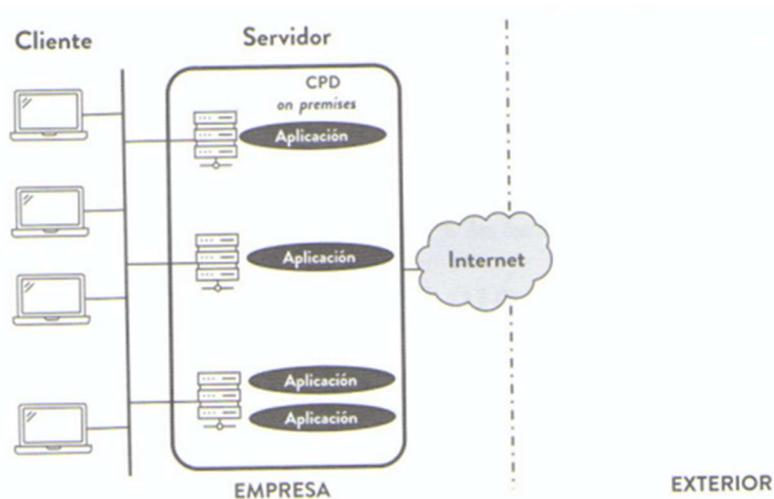


Figura 4.5.4.2.2. Esquema de sistema de computación tradicional. Fuente: Gavilán, I.G.R.

Una vez que la organización identifica su necesidad de utilizar la tecnología de computación en la nube, debe determinar sus necesidades presentes y futuras de cara al procesamiento y el almacenamiento de la información.

Determinará su *Política "multicloud"*, con el fin de minimizar los riesgos y aprovechando las oportunidades tecnológicas, en la que establezca los tipos de nubes a utilizar para el almacenamiento de la información y de los datos como son:

- nube privada: la infraestructura pertenece a una organización y no se ofrecen servicios cloud computing al público.
- nube pública: la infraestructura pertenece a un proveedor que ofrece sus servicios de cloud computing al público.
- nube híbrida: la infraestructura de la nube puede ser una combinación de las anteriores.

Otras posibles tecnologías a utilizar en el procesamiento y almacenamiento de la información y los datos serían el Fog computing (computación de niebla) y el Edge computing (computación de borde)

Según Rodal Montero, E. (25) *el big data consiste en la recolección, gestión y análisis a alta velocidad de grandes, dinámicos y heterogéneos volúmenes de datos generados por usuarios y máquinas, que debido a su tamaño y complejidad superan las capacidades de procesamiento de las herramientas de software tradicionales, por lo que requieren técnicas innovadoras para su procesamiento y tratamiento.* En el caso de las organizaciones que implante un *Sistema de gestión para la digitalización* deberán establecer la sistemática para la captura de los datos, la estructuración y el tratamiento de los datos. A este respecto, el mismo autor continúa indicando que *la ciencia de datos o data science es un campo especializado que combina áreas múltiples como estadísticas, matemáticas, técnicas de captura de datos, limpieza de datos, minería y programación para preparar y alinear grandes cantidades de datos para un análisis de cara a obtener información.*

Las tecnologías del Big Data y de la ciencia de datos van a tener una relación directa con las tecnologías de la inteligencia artificial (IA) ya que estas van a ser utilizadas en la analítica de datos para poder emitir correlaciones y predicciones.

En lo referente a los requisitos sobre la utilización de técnicas de inteligencia artificial (IA), Vannieuwenhuyze, A. (26) establece que la inteligencia artificial se divide en dos partes como son el Machine Learning (aprendizaje automático) y el Deep Learning (aprendizaje profundo). *El Machine Learning se basa en el uso de la capacidad estadística para dotar a las máquinas de la facultad de “aprender”. El Deep Learning se trata de algoritmos capaces de mejorar de forma autónoma gracias a modelizaciones como las redes neuronales inspiradas en el funcionamiento del cerebro humano y basados en una gran cantidad de datos.*

Una red neuronal es un algoritmo informático formado por una serie de capas (neuronas) sobre las que van a actuar unas entradas (imágenes, datos, texto, voz, etc.) y se obtienen unas salidas o resultados en base al procesamiento realizado por las neuronas. En la figura 4.5.4.2.3 se muestra un esquema básico de una red neuronal (27) formada por una capa de neuronas de entrada, una capa interna y una capa de salida.

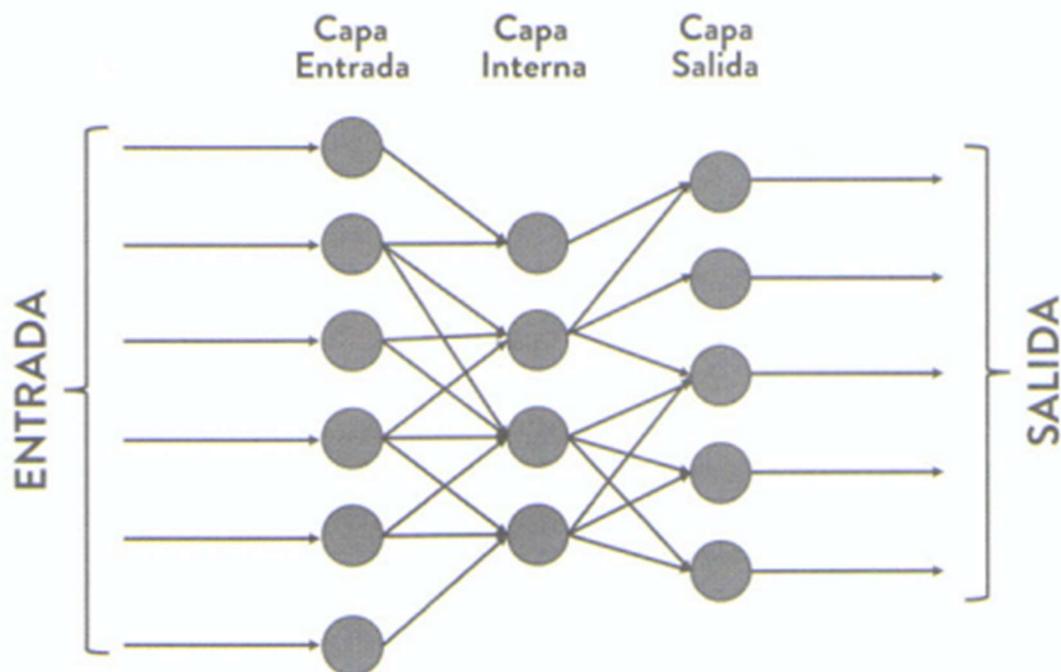


Figura 4.5.4.2.3. Esquema básico de red neuronal. Fuente: Gavilán, I.G.R.

Según Gavilán, I.G.R. (28) *el deep learning no es más que la realización de redes neuronales con muchas capas intermedias: decenas, centenas o incluso miles.* En la figura 4.5.4.2.4. se puede apreciar un esquema de red neuronal de Deep Learning.

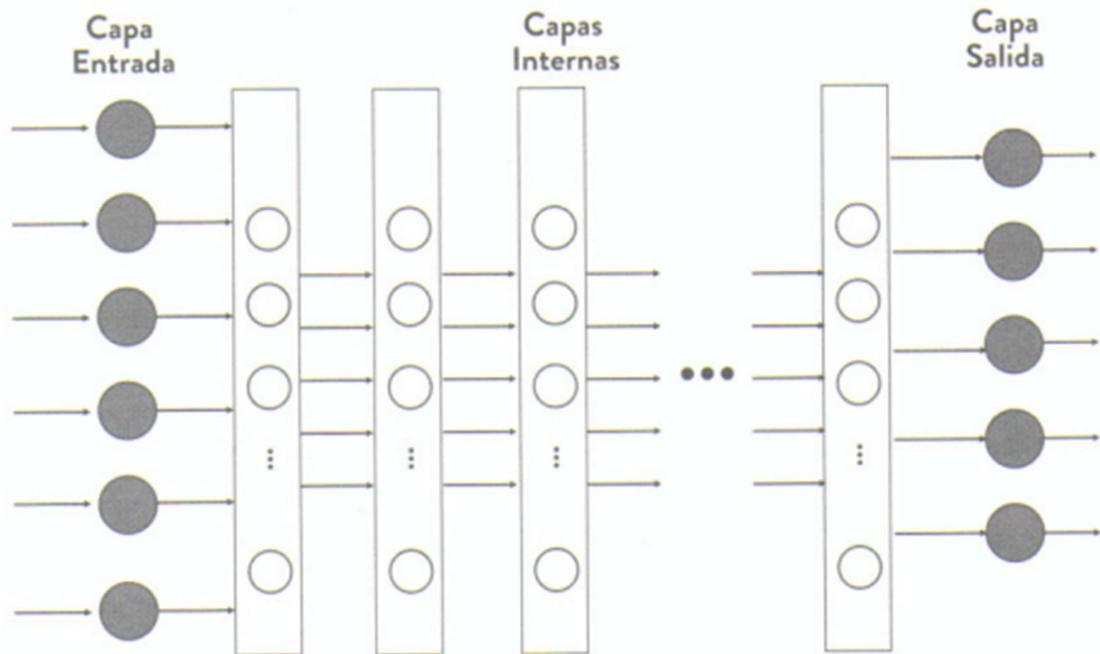


Figura 4.5.4.2.4. Esquema básico de red neuronal con capas intermedias. Fuente: Gavilán, I.G.R.

La utilización de técnicas o algoritmos de inteligencia artificial nos va a permitir, entre otros:

- el reconocimiento de imágenes (inspección, manipulación y selección de productos)
- el reconocimiento de voz
- el reconocimiento de texto
- el mantenimiento predictivo de máquinas

Los algoritmos de inteligencia artificial se pueden utilizar en la analítica de datos del Big Data lo que va a permitir, como indica UNE 0060, *extraer el mayor valor posible de los datos y elaborar modelos predictivos que permitan anticiparse a los cambios.*

Para ayudar a las organizaciones a identificar las tecnologías de tecnologías de computación en la nube (cloud computing) que les pueden ser aplicables, se recomienda el establecimiento de la ficha de la tabla nº 4.5.4.2.1.

También se recomienda la utilización de la ficha de la tabla nº 4.5.4.2.2 Identificación de tecnologías de procesamiento de datos.

Ficha de identificación de tecnologías de computación en la nube (cloud computing)	
<p>2.1 Virtualización y servicios de cloud pública</p> <ul style="list-style-type: none"> – Infraestructura TI básica: máquinas virtuales y contenedores, almacenamiento de bloques y objetos, firewalls, balanceadores, etc. – Infraestructura TI avanzada: bases de datos, colas de mensajes, CDNs, etc. – Servicios TI destinados a asegurar la continuidad de negocio y la recuperación de desastres (backup, etc.). – Entornos de desarrollo, prueba, certificación y validación, QA, etc. tanto "tradicionales" como PaaS – Aplicaciones SaaS: correo electrónico, CMS, wikis, suites ofimáticas, CRMs, ERPs, etc. – Puesto de trabajo virtualizado, ya sea a nivel de SO o por aplicaciones. – Estrategia de migración a cloud pública/híbrida a partir de las necesidades de negocio, con una valoración adecuada de riesgos, e incluyendo plan de transición y evolución del legacy, se encuentre éste virtualizado o no. – Evaluación de la adopción de tecnologías "serverless" para nuevos desarrollos, considerando tanto las ventajas inherentes en agilidad de desarrollo y reducción del coste de operación como los riesgos asociados al mayor lock-in impuesto por cada proveedor. 	
Tecnologías implantadas:	Tecnologías a implantar:
<p>2.2 Multicloud</p> <ul style="list-style-type: none"> – Adopción de una estrategia multicloud asistida con herramientas de brokerage si las necesidades de negocio lo aconsejan para minimizar la dependencia de un solo proveedor de servicios de nube pública en caso de problemas de disponibilidad. 	
Tecnologías implantadas:	Tecnologías a implantar:
<p>2.3 Otras formas de computación</p> <ul style="list-style-type: none"> – Fog computing – Edge computing 	
Tecnologías implantadas:	Tecnologías a implantar:

Tabla 4.5.4.2.1 Ficha de identificación de las tecnologías de computación en la nube.
Basada en UNE 0060.

Ficha de identificación de tecnologías de procesamiento de datos	
<p>5.1 Sistemas de gestión y almacenamiento de datos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sistemas de gestión de datos para almacenar datos históricos de la organización - Data lakes: repositorios centralizados que permiten el almacenamiento de datos estructurados y no estructurados a cualquier escala sin necesidad de una estructuración previa de los datos 	
Tecnologías implantadas:	Tecnologías a implantar:
<p>5.2 Data Analytics</p> <ul style="list-style-type: none"> - Herramientas de análisis de datos que permitan su procesado, presentación, extracción de insights de negocio, etc. - Analíticas descriptivas para el análisis de información que permita conocer lo que ocurre o ha ocurrido, caracterizado por las técnicas tradicionales de Business Intelligence y su visualización - Analíticas predictivas que pongan el foco en la predicción, análisis de medidas recientes y la relevancia empresarial de los resultados - Analíticas prescriptivas que traten de dar respuesta a distintas hipótesis mediante tecnologías de simulación, procesamiento de eventos complejos, redes neuronales, sistemas de recomendación - Analíticas de texto, que permitan la extracción de información de textos para diferentes propósitos (análisis de sentimiento, generación de resúmenes). 	
Tecnologías implantadas:	Tecnologías a implantar:
<p>5.3 Big Data</p> <ul style="list-style-type: none"> - Herramientas Big Data que permitan el análisis de grandes volúmenes de datos, información no estructurada y/o que cambie con mucha rapidez para permitir su procesado, presentación, extracción de insights de negocio, etc. 	
Tecnologías implantadas:	Tecnologías a implantar:
<p>5.4 IA/ML</p> <ul style="list-style-type: none"> - Herramientas de Machine Learning y Deep Learning. - Procesamiento del lenguaje natural. - Sistemas de recomendación. - Sistema de apoyo a la toma de decisiones. 	
Tecnologías implantadas:	Tecnologías a implantar:

Tabla 4.5.4.2.2 Ficha de identificación de las tecnologías de procesamiento de datos. Basada en UNE 0060.

4.5.4.3.- Hibridación de mundo físico y digital

Seguidamente se muestran los requisitos establecidos por la especificación UNE 0060 en lo referente a la hibridación del mundo físico y digital.

Para tecnologías que interactúan digitalmente con el mundo físico, así como modelar éste digitalmente a efectos de análisis y simulación, de forma que exista una relación estrecha y directa entre ambos, se consideran los siguientes requisitos en función de su aplicabilidad en el negocio.

Se debe(n):

- Valorar el uso de tecnologías de geolocalización (GPS y similares) para contar con un inventario automático y siempre actualizado de la actividad de las personas en campo y activos relevantes para los productos/servicios y los procesos de la organización.*
- Valorar el uso de tecnologías de realidad aumentada o virtual para facilitar la interacción de personas con objetos (clientes con productos, empleados con activos de la organización) que enriquezcan la experiencia y la hagan más directa y eficiente.*
- Disponer de producción automatizada y con robótica avanzada que permita la fabricación bajo demanda y autónoma que no necesite intervención manual.*
- Valorar la implementación de modelos de "gemelos digitales" en los procesos de producción y mantenimiento.*
- Valorar el uso de robots y drones, ya sean autónomos o colaborativos, en los procesos clave de la organización o como parte de los productos/servicios prestados a sus clientes.*
- Valorar la incorporación de la fabricación aditiva (impresión 3D) al proceso de diseño, fabricación y posventa, para mejorar la rapidez y flexibilidad de los mismos, reducir costes o aumentar las posibilidades de personalización de los productos.*
- Valorar la incorporación a los productos vendidos por la organización y a los activos que participan de sus procesos clave de todos aquellos sensores u otros medios que*

recuperen información de valor para el proceso de digitalización, así como los sistemas embebidos que permitan su procesamiento cuando éste deba hacerse in situ.

Para cumplir con los anteriores requisitos se recomienda el establecimiento de un *Procedimiento de hibridación del mundo físico y digital.*

En este apartado de la especificación UNE 0060 es dónde se identifican las tecnologías habilitadoras establecidas por UNE 0060.

Según Rodal Montero (29) se denominan tecnologías habilitadoras (KET, key enabling technologies) las tecnologías que están propiciando la transformación digital de las empresas. El mismo autor indica que entre las tecnologías habilitadoras más destacadas se encuentran la siguientes:

- Inteligencia artificial
- Internet de las cosas (IoT)
- Sensórica
- Herramientas de metrología
- Cloud y cloud computing
- Sistemas de conectividad
- Big data
- Software de visualización de datos
- Robótica industrial tradicional
- Robótica colaborativa
- Fabricación aditiva e impresión 3D
- Realidad virtual
- Realidad aumentada

- Realidad mixta
- Realidad extendida
- Gamificación
- Drones
- Exoesqueletos
- Wearables
- Vehículos autónomos o automáticos
- Blockchain

La especificación UNE 0060 en su apartado de *Hibridación de mundo físico y digital* establece alguna de las anteriores tecnologías habilitadoras. Esto significa, en lo referente a la valoración o disposición de uso de las tecnologías habilitadoras, que es la propia organización, en función de sus necesidades para llevar a cabo su transformación digital, la que debe seleccionar las tecnologías que considere aplicables. Si algunas de ellas, las del listado anterior o las establecidos por UNE 0060, no se considera aplicable no es necesario realizar su implantación.

Las tecnologías habilitadoras van a permitir la transformación de un centro productivo tradicional a lo que se ha dado en llamar Smart Factory o fábrica inteligente cuya característica principal es la conexión de sus equipos, sistemas y digitalización de la información de sus procesos.

La fábrica inteligente va a permitir la conexión de todos los elementos físicos a los sistemas de información de la producción mediante tecnologías IoT (Internet Industrial of Things). Una de las ventajas es que la Smart Factory van a generar una gran cantidad de datos, que una vez procesados y convertidos en información, van a permitir a los gestores de producción un mayor conocimiento sobre los diferentes procesos para la toma de decisiones de cara al control y mejora de estos. Se aplicará en función del estado o nivel de los diferentes sistemas de fabricación y control de la producción.

La tabla 4.5.4.3.1 muestra un ejemplo de aplicación de las tecnologías habilitadoras en la Smart Factory (30) dependiendo de las áreas y departamentos que tenga. Este tipo de tablas nos ayudan a tener una visión de cómo están aplicadas las tecnologías habilitadoras.

Aplicación de las tecnologías habilitadoras de la Smart Factory	
Área de Fabricación:	Controles de Calidad:
<ul style="list-style-type: none"> - Robots cognitivos y robots autónomos para ejecutar tareas repetitivas que requieren de un alto nivel de precisión. - Digital Twin para el control y planificación de operaciones y aumentar la eficiencia. 	<ul style="list-style-type: none"> - Robots para la automatización de pruebas de calidad (dependiendo del sector pueden utilizarse sistemas de visión artificial, detección de metales, etc).
Almacén:	Mantenimiento de instalaciones:
<ul style="list-style-type: none"> - Realidad aumentada para ayudar a los operadores en tareas de inventariado de productos. - Robots autónomos para ejecutar operaciones de almacén. 	<ul style="list-style-type: none"> - Realidad aumentada para ayudar al personal en el mantenimiento y reparaciones de equipos. - Sensores en equipos que sirven para hacer un mantenimiento preventivo de instalaciones.
Seguimiento de inventario:	Medioambiente y seguridad:
<ul style="list-style-type: none"> - Sensores para rastrear en qué ubicación se encuentra un producto y sus movimientos en tiempo real. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sensores para localizar equipos peligrosos situados cerca del personal. - Sensores para medir la luz ambiental, suciedad o humedad (muy útil en ambiente industrial y sanitario)

Tabla 4.5.4.3.1. Ejemplos de aplicación de las tecnologías habilitadoras en la Smart Factory.
Fuente: Basada en la Web Idea Ingeniería.

Una vez presentado el listado de tecnologías habilitadoras, y con el fin de ayudar a las organizaciones a identificar las tecnologías de hibridación del mundo físico y digital que les pueden ser aplicables, se recomienda el establecimiento de la ficha de la tabla nº 4.5.4.3.2.

Ficha de identificación de las tecnologías de Hibridación del mundo físico y digital	
6.1 AR/VR/MR	
– Herramientas de Realidad Aumentada (AR), Realidad Virtual (VR) o Realidad Mixta (MR).	
Tecnologías implantadas:	Tecnologías a implantar:
6.2 Robótica, drones	
– Plataformas software para robótica.	
– Robots industriales: manipuladores controlados automáticamente, reprogramables y multipropósito en tres o más ejes, que pueden ser tanto fijos como móviles para aplicaciones de automatización industrial.	
– Smart machines: tecnologías que pueden aprender ellas mismas y predecir resultados.	
– Robots autónomos: máquinas inteligentes capaces de realizar tareas de forma autónoma sin el control explícito de las personas, como UAVs, UGVs y AUVs.	
Tecnologías implantadas:	Tecnologías a implantar:
6.3 Fabricación aditiva	
– Escaners 3D para la captura de datos sobre la forma y la apariencia de los objetos reales para crear modelos 3D virtuales.	
– Impresión 3D para la fabricación de objetos.	
– Rapid technologies: métodos y tecnologías de producción que permitan la producción de partes de piezas de diferentes materiales de una forma aditiva.	
Tecnologías implantadas:	Tecnologías a implantar:
6.4 Sensorización y sistemas embebidos	
– MEMs: elementos mecánicos y electromecánicos miniaturizados que se emplean utilizando técnicas de microfabricación.	
– Redes inalámbricas de sensores industriales (IWSN): conjunto de sensores distribuidos que se comunican de forma inalámbrica, utilizados para medir y monitorizar fenómenos físicos o medio ambientales.	
– Transductores inteligentes: sensores y actuadores que incluyen un dispositivo de memoria, que almacena datos relacionados con la identificación, calibración y corrección del transductor, así como datos del fabricante.	
Tecnologías implantadas:	Tecnologías a implantar:
6.5 Automatización de líneas productivas y procesos	
– Sistemas en tiempo real que respondan a una señal externa en un periodo de tiempo específico	
– Sistemas SCADA para controlar procesos industriales de forma local o remota; monitorizar, recopilar y procesar datos en tiempo real; interactuar directamente con sensores, motores, válvulas y bombas; y almacenar eventos en ficheros.	
Tecnologías implantadas:	Tecnologías a implantar:

Tabla 4.5.4.3.2. Ficha de identificación de las tecnologías de la hibridación de mundo físico y digital. Basada en UNE 0060.

Seguidamente se presentan algunos aspectos de las tecnologías de Hibridación de mundo físico y digital, ya que dichas tecnologías son posibles de aplicar en el ámbito industrial como es el caso de una Smart Factory.

4.5.4.3.1.- Tecnologías de geolocalización

Con el fin de valorar el uso de tecnologías de geolocalización (GPS y similares) la organización debe identificar las tecnologías de geolocalización del mercado para ver si alguna o varias de ellas podrían ser aplicables en su ámbito digital. La especificación UNE 0060 aporta una orientación y aplicación de estas tecnologías como es *su utilización para contar con un inventario automático y siempre actualizado de:*

- *la actividad de las personas en campo*
- *activos relevantes para los productos/servicios y los procesos de la organización*

El objetivo de la geolocalización es conseguir que cualquier persona u objeto sea localizado en un punto del espacio como un teléfono móvil o un ordenador conectado a internet.

Según la Web Evaluando Software (31), el *concepto de Tecnologías de Geolocalización está relacionado con el uso de sistemas de posicionamiento, este puede distinguirse, haciendo énfasis en la determinación de una posición significativa.*

Un sistema de geolocalización es una solución tecnológica que determina la ubicación de un objeto en un entorno físico o virtual, a menudo un individuo que quiere usar un servicio basado en la ubicación. Los servicios de software de geolocalización se utilizan para apoyar los objetivos de negocio de las empresas.

Utilizando un dispositivo conectado a Internet, con la geolocalización es posible obtener distintos tipos de información en tiempo real y localizarlos en el mapa con una gran precisión en un momento determinado en el tiempo. Los datos de geolocalización se pueden recopilar de muchas formas:

- *Mediante la navegación web a través de direcciones IP.*
- *Teléfonos móviles.*
- *Dispositivos GPS.*
- *Identificación de radiofrecuencia (RFID).*

- *Transacciones con tarjeta de crédito o débito.*
- *Etiquetas en fotografías y mensajes (tales como las geoetiquetas o verificaciones mediante aplicaciones como Foursquare) en sitios de redes sociales como Facebook y Twitter.*

4.5.4.3.2.- Tecnologías de realidad aumentada o virtual

El Anexo A de la especificación UNE 0060 indica que cualquier tipo de organización ya sea por tamaño pequeña, mediana o grande puede aplicar herramientas de Realidad Aumentada (AR), Realidad Virtual (VR) o realidad Mixta (MR).

La finalidad de las herramientas citadas es permitir la interacción de personas con objetos.

Según Rodal Montero (32) la realidad Aumentada AR (augmented reality por sus siglas en inglés) se puede definir como diferentes capas de información que se superponen a la imagen real.

Según el mismo autor (33) existen varios tipos de realidad aumentada en función de la tecnología que se emplea para ofrecer la información:

- *Realidad aumentada por geolocalización* (la información sobre un objeto o lugar se muestra en la pantalla gracias a que el visor HMD, Tablet o smartphone, están dotados de herramientas como GPS, giroscopios, acelerómetros o brújulas digitales que son capaces de identificar en qué punto concreto del espacio se encuentra el usuario y hacia dónde está mirando).
- *Realidad aumentada con marcadores* (los marcadores son símbolos o imágenes sobre las cuales se superpone la información).
- *Realidad aumentada inmersiva* (utiliza gafas, cascos, visores y dispositivos HMD similar a la realidad virtual, pero en este caso permite ver la imagen real de lo que está delante de nosotros).

- Realidad aumentada no inmersiva (la información se muestra en pantallas de dispositivos como tablets y smartphones).

Rodal Montero (34) especifica que la realidad virtual o VR (siglas en inglés de virtual reality) consiste en la recreación virtual de un entorno y la posibilidad de visualizarlo, sea a través de aun pantalla, monitor o mediante unos visores, gafas o cascos especiales.

En la realidad virtual se aplica la inmersión completa y en ningún momento la persona puede ver la imagen real de lo que tiene delante.

Rodal Montero (35) especifica que la realidad mixta es una mezcla de la realidad aumentada y la realidad virtual.

La organización debería seleccionar los anteriores dispositivos en función de sus procesos, y de las necesidades de sus clientes y de su personal. La tabla 4.5.4.3.2.1 muestra posibles aplicaciones de realidad aumentada, virtual y mixta a procesos.

Tecnología	PROCESOS					
	Diseño	Fabricación	Instalación	Mantenimiento	Inspección	Entrenamiento, formación y simulación
AR	X	X	X	X	X	X
VR	X					X
MR	X	X	X	X	X	X

Tabla 4.5.4.3.2.1. Aplicaciones de realidad aumentada, virtual y mixta a procesos. Fuente: elaboración propia.

4.5.4.3.3.- Producción automatizada y robótica avanzada

El anexo A de la especificación UNE 0060 establece en su apartado de Automatización de líneas productivas y procesos las siguientes tecnologías.

- *Sistemas en tiempo real que respondan a una señal externa en un periodo de tiempo específico*
- *Sistemas SCADA para controlar procesos industriales de forma local o remota; monitorizar, recopilar y procesar datos en tiempo real; interactuar directamente con sensores, motores, válvulas y bombas; y almacenar eventos en ficheros*

Los sistemas en tiempo real pueden aplicarse en sistemas de control de proceso y en sistemas de conducción autónomos entre otros. Debido a que la ejecución de tareas debe aplicarse en periodos de tiempo específicos que según el sistema o equipo a controlar pueden ser muy cortos, se debe aplicar la tecnología de edge computing con el fin de garantizar la fiabilidad del sistema.

En el caso de los sistemas SCADA en el ámbito de la Industria 4.0 trabajarán utilizando principalmente tecnologías inalámbricas para controlar los procesos a monitorizar. Para los datos recopilados con tratamiento local utilizarán la tecnología de edge computing y con tratamiento remoto la tecnología de cloud computing.

4.5.4.3.4.- Modelos de “gemelos digitales”

Según Rodal Montero (36) un gemelo digital o *digital twin* es una réplica digital de activos físicos, procesos, espacios, sistemas y dispositivos que se pueden usar para varios propósitos. El mismo autor indica la distinción entre el sistema u objeto real y la réplica virtual que contiene toda la información del sistema físico basada, en sus características técnicas y sus datos de funcionamiento.

Una de las principales aplicaciones de los modelos de “gemelos digitales” es su aplicación en los procesos de producción y mantenimiento.

Cualquier organización que implante UNE 0060, sobre todo si es del ámbito industrial, debería contemplar en qué procesos, máquinas, instalaciones industriales e infraestructuras sería beneficioso el desarrollo de un gemelo digital.

Un ejemplo de aplicación de gemelo digital sería el desarrollado por la empresa pública NAVANTIA para realizar y controlar el mantenimiento durante el ciclo de vida de los barcos que diseñan y construyen. La citada compañía especifica en su guía del modelo digital (37) que para su Astillero 4.0 un Gemelo Digital consiste en una réplica en realidad virtual 3D de un producto físico.

Como descriptiva del Gemelo Digital NAVANTIA indica los siguiente:

A medida que los datos alimentan el Gemelo, este evoluciona para reflejar de qué manera se ha usado y alterado el producto físico y mostrar las condiciones ambientales a las que se ha expuesto. Como un avatar del producto real, su Gemelo Digital permite a la empresa visualizar el estado y condición de aquel a miles de millas de distancia. El Gemelo Digital también puede proporcionar nuevas perspectivas (insights) sobre el diseño, la fabricación, la operación y los servicios asociados al Gemelo real.

El Gemelo Digital permite entrelazar el entorno físico del producto con el virtual, mediante la aplicación de tecnologías como el Cloud Computing, Machine Learning o Internet of Things. En el entorno virtual del producto, se analizan los datos obtenidos durante todo el ciclo de vida (desde la fase de diseño a sostenimiento) para generar simulaciones que permiten

identificar acciones correctivas y recomendar acciones preventivas.

4.5.4.3.5.- Robots y drones

Con el fin de ayudar a las organizaciones a identificar los robots y drones que pueden ser utilizados en sus procesos clave de la organización o como parte de los productos/servicios prestados a sus clientes, en el Anexo A de la especificación UNE 0060 se especifican las siguientes tecnologías.

- *Plataformas software para robótica*
- *Robots industriales: manipuladores controlados automáticamente, reprogramables y multipropósito en tres o más ejes, que pueden ser tanto fijos como móviles para aplicaciones de automatización industrial*
- *Smart machines: tecnologías que pueden aprender ellas mismas y predecir resultados*
- *Robots autónomos: máquinas inteligentes capaces de realizar tareas de forma autónoma sin el control explícito de las personas, como UAVs, UGVs y AUVs*

Como un ejemplo de plataformas de software para robótica se indica la plataforma *Application Builder* de la empresa UNIVERSAL Robots (38). Actualmente los fabricantes de cobots ayudan a sus clientes a realizar la configuración de los robots colaborativos que pueden necesitar para la automatización de sus procesos. Se puede seleccionar el brazo robótico y la garra más adecuada en función del artículo a manipular o en función del proceso que se desea automatizar. Las plataformas guían al usuario durante todo el proceso de construcción de una aplicación con un cobot, permitiendo una solución técnica optimizada para conseguir el mejor rendimiento y retorno de inversión.

En el caso de los brazos robóticos, y dentro de la Industria 4.0, actualmente se están implantado diversas aplicaciones de robots colaborativos que trabajan de manera segura con el personal de los centros industriales o logísticos.

En lo referente a las Smart Machines o máquinas inteligentes, según González Mora, S. (39), una maquina inteligente es un dispositivo que utiliza la tecnología M2M (machine to machine) para intercambiar información y realizar acciones sin asistencia de los seres humanos. Las

máquinas inteligentes incluyen robots, vehículos auto-conducidos y otros sistemas de computación cognitiva que son capaces de tomar decisiones y resolver problemas sin intervención humana. Las máquinas inteligentes poseen dentro de sus elementos programas o software que se ejecutan internamente en su circuitería, y que tienen la capacidad de imitar algunas de las acciones de un ser humano.

Un vehículo aéreo no tripulado UAV (siglas en inglés Unmanned Aerial Vehicle), es un vehículo que opera a distancia sin ser pilotado por una persona. Un vehículo terrestre no tripulado UGV (siglas en inglés Unmanned Ground Vehicle), es un vehículo no tripulado que opera estando en contacto con el suelo. Un vehículo submarino autónomo AUV (siglas en inglés Autonomous Underwater Vehicles), es un robot que viaja bajo el agua sin requerir la intervención de un operador humano.

Los robots y drones del tipo UAV como tecnologías habilitadoras tienen múltiples aplicaciones en las organizaciones del sector industrial y de la logística. En el caso de los drones se están configurando como aliados de los procesos de inspección relacionados con el estado del almacenamiento de productos, de estanterías de almacenes y de infraestructuras de alturas determinadas con el fin de evitar el riesgo del personal de inspección al ser el dron el que se desplaza en altura a la zona de la infraestructura que se desea inspeccionar.

También se pueden utilizar vehículos autónomos del tipo UGV para el reparto de productos, repuestos, herramientas y documentos dentro de una nave industrial o entre naves y edificios de un complejo industrial.

Dentro de la familia de los UGVs se destacan los siguientes:

- AGV (Automatic Guided Vehicle) vehículo de guiado automático.
- AIV (Autonomous Intelligent Vehicles) vehículo autónomo inteligente.
- LGV (Laser Guided Vehicle) vehículo guiado por láser.
- IGV (Inercial Guided Vehicle) vehículo de guiado inercial.

4.5.4.3.6.- Fabricación aditiva

La especificación UNE 0060 identifica en su Anexo A las siguientes tecnologías de fabricación aditiva.

- *Escaners 3D para la captura de datos sobre la forma y la apariencia de los objetos reales para crear modelos 3D virtuales.*
- *Impresión 3D para la fabricación de objetos.*
- *Rapid technologies: métodos y tecnologías de producción que permitan la producción de partes de piezas de diferentes materiales de una forma aditiva*

Existen en el mercado multitud de escaners 3D para la captura de datos sobre la forma. En el ámbito industrial sus aplicaciones pueden ser las siguientes:

- Diseño y desarrollo de productos.
- Ingeniería inversa.
- Inspección y control de calidad.
- Mantenimiento.

Como herramienta de apoyo, la fabricación aditiva mediante el uso de una impresora 3D podría incorporarse como un equipo a utilizar dentro del *Sistema de gestión para la digitalización* aplicándose al proceso de diseño para el prototipado rápido de los componentes o conjuntos diseñados, también serviría en la fabricación de pequeños lotes, y en la fabricación de piezas de repuestos como parte del servicio posventa de una organización.

Groover, M.P. (40) establece como tecnologías para la creación rápida de prototipos las siguientes:

- Estereolitografía
- Curado en tierra sólida
- Manufactura de deposición por goteo.
- Manufactura de objetos laminados.
- Modelado por deposición fundida
- Impresión tridimensional.

Una vez la organización determina que necesita la incorporación del proceso de prototipado rápido o del proceso de fabricación aditiva, debe seleccionar el equipo más adecuado en función de sus necesidades de fabricación.

Los equipos para los procesos de impresión 3D de productos y piezas, se seleccionarán en función de los materiales a emplear y de las necesidades que se les requieran en acabado y resistencia del material.

4.5.4.3.7.- Sensorización y sistemas embebidos

La especificación UNE 0060 identifica en su Anexo A las siguientes tecnologías de sensorización y sistemas embebidos (incluida en la ficha de la figura 4.5.4.3.1.).

- *MEMs: elementos mecánicos y electromecánicos miniaturizados que se emplean utilizando técnicas de microfabricación.*
- *Redes inalámbricas de sensores industriales (IWSN): conjunto de sensores distribuidos que se comunican de forma inalámbrica, utilizados para medir y monitorizar fenómenos físicos o medio ambientales.*
- *Transductores inteligentes: sensores y actuadores que incluyen un dispositivo de memoria, que almacena datos relacionados con la identificación, calibración y corrección del transductor, así como datos del fabricante.*

Deben ser sistemas y equipos robustos que garanticen la fiabilidad de los resultados de las calibraciones y de las mediciones de los equipos y sistema utilizados.

La sensorización y los sistemas embebidos van a ser fundamentales en la digitalización de los procesos de fabricación, ya que van a actuar como facilitadores de la captura en tiempo real de todos los datos que se están generando en la planta de producción.

4.5.4.4.- Aplicaciones de cliente

Según UNE 0060 se deben utilizar tecnologías:

- *que permitan una comunicación más directa y ágil con los clientes*
- *una interacción digital y mejorada de los mismos con los productos/servicios provistos por la organización*
- *un mejor conocimiento del uso real de los mismos que permita su adaptación, personalización y mejora*

Para conseguir lo anterior se deben contemplar los siguientes requisitos:

- *Existir canales de atención múltiples (teléfono, web/webchat, chatbot, redes sociales, etc.) que faciliten la comunicación con los clientes.*
- *Los canales de atención al cliente deben recopilar el mayor número posible de datos que tras su análisis ayuden a optimizar y mejorar los procesos.*
- *Adaptarse los sitios web para que se pueda acceder a los mismos con independencia del dispositivo usado (teléfono inteligente, tableta, ordenador) de manera óptima (responsive).*
- *Valorar el desarrollo de aplicaciones móviles (apps) para teléfonos inteligentes y tabletas que mejoren la experiencia de uso de los productos/servicios o provean nuevas funcionalidades a los mismos gracias a las capacidades de estos dispositivos (geolocalización, cámara, acelerómetros, etc.).*
- *Valorar el uso de plataformas colaborativas en las que participen los clientes y que permitan mejorar la experiencia de uso de los productos/servicios, su diseño, o cualquier otro proceso clave de la organización.*

Para cumplir con los anteriores requisitos se recomienda el establecimiento de un *Procedimiento de comunicación y atención al cliente (aplicaciones del cliente)* el cual debe establecer qué tecnologías va a poner a disposición del cliente con el fin de establecer una comunicación, directa, ágil, la interacción digital con los productos y servicios de la organización y el conocimiento real de los mismos.

Desde el punto de vista de la comunicación lo más básico es que se establezcan los siguientes canales de comunicación de la organización con los clientes:

- Teléfonos
- Sistema de mensajería
- La página Web
- Webchat
- Chatbot
- Redes sociales

Los anteriores canales serán aplicados en su totalidad o parcialmente dependiente del tipo de productos suministrados y de los servicios que presta la organización. No es lo mismo si la organización suministra de bienes de consumo o bienes de equipo.

El *Procedimiento de comunicación y atención al cliente (aplicaciones del cliente)* debe especificar los canales de comunicación utilizados, los recursos humanos y técnicos asociados a los mismos y el proceso de gestión y control de la comunicación de cada canal.

Cualquier organización atenderá a sus clientes vía teléfono, e-mail y por el sistema de mensajería que estime más adecuado.

Es recomendable que las organizaciones tengan presencia o espacio en la red social profesional LinkedIn o similar. Dentro de dicho espacio se pueden incluir noticias y actividades de la organización. Los clientes y otras partes interesados pueden dejar comentarios sobre las noticias y las actividades desarrolladas.

Para ayudar a las organizaciones a la identificación de las tecnologías de aplicaciones del cliente, se recomienda utilizar la ficha de la tabla 4.5.4.4.1.

Ficha de identificación de las tecnologías de aplicaciones del cliente	
<p>4.1 Canales de atención</p> <ul style="list-style-type: none"> - Atención al cliente vía voz utilizando técnicas de reconocimiento y síntesis de voz. - Atención escrita (correo electrónico, redes sociales, aplicaciones de mensajería, foros de ayuda). - Chatbots basados en sistemas de diálogo. - Sistemas de interacción basados en dispositivos físicos. - Interfaces basados en gestos. - Digitalización de los espacios de atención presencial al cliente (pantallas conectadas, gestión de turnos, etiquetas inteligentes, analítica de movimientos, etc.). 	
Tecnologías implantadas:	Tecnologías a implantar:
<p>4.2 Webs, apps</p> <ul style="list-style-type: none"> - Webs “responsive”, usables desde cualquier tipo de dispositivo. - Aplicaciones nativas para dispositivos móviles, Progressive Web Apps. 	
Tecnologías implantadas:	Tecnologías a implantar:
<p>4.3 Plataformas colaborativas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wikis y foros dedicados. - Plataformas y herramientas de colaboración comerciales. - Funcionalidad específica añadida a las webs y apps provistas a los clientes. 	
Tecnologías implantadas:	Tecnologías a implantar:

Tabla 4.5.4.4.1. Ficha de identificación de las tecnologías de aplicaciones del cliente. Basada en UNE 0060.

4.5.4.5.- Seguridad de la Información – Ciberseguridad

En lo referente a la seguridad de la información, la especificación UNE 0060 establece los siguientes requisitos.

Para tecnologías relacionadas con seguridad de la información, y como parte de ésta con la ciberseguridad, se consideran los siguientes requisitos.

Se debe(n):

- *Disponer de controles que aseguren la confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información en toda la cadena de valor, incluyendo, por ejemplo, copias de backup (respaldo).*

NOTA Se pueden tener en cuenta estándares reconocidos en este ámbito como UNE-EN ISO/IEC 27001 – UNE-EN ISO/IEC 27002, Esquema Nacional de Seguridad, o similares, como guía.

- *Gestionar y comunicar las incidencias de seguridad detectadas de acuerdo con la normativa vigente.*
- *Asegurar la protección de los datos y los derechos de propiedad, proporcionando a todas las partes interesadas el control de sus datos y fomentando la transparencia en lo relativo a sus derechos como usuarios digitales de productos y servicios – Privacy by design.*
- *Asegurar que la organización y sus proveedores cumplen la política de seguridad de la información, mediante acuerdos y la implantación de controles oportunos que garanticen su cumplimiento.*
- *Implantar controles de seguridad adecuados para la protección de dispositivos móviles e IoT.*
- *Asegurar que los empleados reciban formación y concienciación en materia de seguridad.*
- *Existir mecanismos para clasificar la información en función del nivel de protección que necesite.*
- *Existir mecanismos para controlar los accesos físicos y lógicos.*

Para cumplir con los anteriores requisitos se recomienda establecer el *Procedimiento gestión y control de la seguridad de la información.*

La tabla 4.5.4.5.1 muestra la relación entre los requisitos de un 0060 y algunos de los requisitos del anexo A *Objetivos de control y controles de referencia* de ISO 27001.

Seguridad de la Información	
Requisitos de UNE 0060	¿Cómo se realizaría?
– Disponer de controles que aseguren la confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información en toda la cadena de valor, incluyendo, por ejemplo, copias de backup (respaldo).	Acuerdos de confidencialidad o no revelación. Asegurar los servicios de aplicaciones en redes públicas.
– Gestionar y comunicar las incidencias de seguridad detectadas de acuerdo con la normativa vigente.	Notificación de los eventos de seguridad de la información. Notificación de puntos débiles de la seguridad. Aprendizaje de los incidentes de seguridad de la información.
– Asegurar la protección de los datos y los derechos de propiedad, proporcionando a todas las partes interesadas el control de sus datos y fomentando la transparencia en lo relativo a sus derechos como usuarios digitales de productos y servicios – Privacy by design.	Identificación de la legislación aplicable y de los requisitos contractuales. Derechos de la propiedad intelectual (DPI). Protección de los registros de la organización.
– Asegurar que la organización y sus proveedores cumplen la política de seguridad de la información, mediante acuerdos y la implantación de controles oportunos que garanticen su cumplimiento.	Política de seguridad de la información en las relaciones con los proveedores. Requisitos de seguridad en contratos con terceros. Cadena de suministro de tecnología de la información de las comunicaciones.
– Implantar controles de seguridad adecuados para la protección de dispositivos móviles e IoT.	Política de dispositivos móviles. Mantenimiento de los equipos.
– Asegurar que los empleados reciban formación y concienciación en materia de seguridad.	Formación y concienciación en política de seguridad de la información.
– Existir mecanismos para clasificar la información en función del nivel de protección que necesite.	Clasificación de la información. Etiquetado de la información.
– Existir mecanismos para controlar los accesos físicos y lógicos.	Políticas de control de acceso. Acceso a las redes y a los servicios de red. Controles físicos de entrada. Seguridad de oficinas despachos y recursos.

Tabla 4.5.4.5.1. Seguridad de la Información. Basada en UNE 0060 y en ISO 27001.

Seguidamente se muestran las tecnologías, procesos y procedimientos de seguridad de la información del anexo A de la especificación UNE 0060 y que pueden ser aplicables a la organización que implante UNE 0060. Para ayudar a las organizaciones a la identificación de las tecnologías, proceso y procedimientos de seguridad, se recomienda utilizar la ficha de la tabla 4.5.4.5.2.

Ficha de identificación de las tecnologías de seguridad de la información	
3.1.- Anti fraude - Anti-phishing. - Anti-spam. - Herramientas de filtrado de navegación.	
Tecnologías implantadas:	Tecnologías a implantar:
3.2.- Anti malware - Anti-virus. - Anti-adware. - Anti-spyware.	
Tecnologías implantadas:	Tecnologías a implantar:
3.3.- Auditoría técnica - Análisis de logs y puertos. - Análisis continuo de vulnerabilidades. - Auditorías de accesos y contraseñas. - Análisis de sistemas y ficheros. - Ingeniería de seguridad. - Hacking ético. - Auditoría de código. -Análisis forense.	
Tecnologías implantadas:	Tecnologías a implantar:
3.4.- Contingencia y continuidad A considerar como parte de la estrategia de migración a servicios de nube pública, o complementar con éstos para la infraestructura privada. Actualmente no aplica el uso de nube pública.	
Tecnologías implantadas:	Tecnologías a implantar:

Tabla 4.5.4.5.2. Ficha de identificación de las tecnologías de seguridad de la información. Basada en UNE 0060.

Ficha de identificación de las tecnologías de seguridad de la información (continuación)	
3.5.- Control de acceso y autenticación - Control de acceso a red (NAC). - Gestión de identidad y autenticación. - Single Sign-On. - Certificados digitales. - Firma electrónica. - Tokens. - Doble factor de autenticación.	
Tecnologías implantadas:	Tecnologías a implantar:
3.6.- Certificación normativa y cumplimiento legal en materia de seguridad de la información – ciberseguridad - SGSI – Sistema de Gestión de Seguridad de la Información (UNE-EN ISO/IEC 27001:2017). - Análisis de riesgo. - Planes y políticas de seguridad. - Herramientas de cumplimiento legal (LOPD, LSSI, RGPD...) - Borrado seguro. Establecido procedimiento para el borrado de discos duros. - Destrucción documental. - Soluciones de backup.	
Tecnologías implantadas:	Tecnologías a implantar:
3.7.- Inteligencia de seguridad - Gestión de eventos de seguridad. - SIM/SIEM. - Big Data (para datos de seguridad). - Herramientas de monitorización y reporting.	
Tecnologías implantadas:	Tecnologías a implantar:
3.8.- Protección de las comunicaciones - Firewalls. - VPN. - IDS. - Filtro de contenidos. - Gestión y control de ancho de banda.	
Tecnologías implantadas:	Tecnologías a implantar:

Tabla 4.5.4.5.2. Ficha de identificación de las tecnologías de seguridad de la información (continuación).
 Basada en UNE 0060.

4.6.- Innovación

La especificación UNE 0060 establece los siguientes requisitos para la innovación.

La transformación de las organizaciones a través de la Industria 4.0 y la digitalización de sus procesos clave ayudarán a construir ventajas competitivas de alto valor añadido, reduciendo errores, mejorando la calidad y la velocidad en el desarrollo y entrega de sus productos o servicios. En este sentido, la digitalización no sólo es un tema de los departamentos de IT. Por el contrario, con el fin de proteger a las empresas, la digitalización tiene que tener la máxima prioridad en el nivel de gestión.

Asimismo, las organizaciones deben sacar provecho del conocimiento, el talento y las ideas de las personas que forman parte de su organización si quieren poder crear ventajas competitivas claras.

Los requisitos a cumplir quedan establecidos en la tabla 4.6.1 Innovación y conocimiento de la organización.

Innovación y conocimiento de la organización	
Requisitos de UNE 0060	¿Cómo se realizaría?
<p>– A fin de poder aprovechar de manera eficiente los procesos de innovación y transformación desarrollados, las organizaciones deben contar con un sistema que permita generar, enriquecer, materializar y compartir de manera efectiva todo el conocimiento que se genere dentro de la organización.</p>	<p>A través de la implantación de los <i>Grupos de mejora</i>. <i>Comunicación e información vertical y horizontal</i>. <i>Plataforma interna de innovación y conocimiento</i>.</p>
<p>– Este sistema debe estar alineado con la estrategia de digitalización y las necesidades y expectativas de todas las partes interesadas.</p>	<p>A través de la implantación del <i>Procedimiento de Gestión de la innovación y del conocimiento</i>.</p>
<p>– Las organizaciones deben fomentar una innovación colaborativa tanto dentro como fuera de la organización.</p>	<p>Estableciendo la <i>Política de fomento de la innovación colaborativa</i>.</p>
<p>– Considerar la gestión y fomento del trabajo en los nuevos entornos y ecosistemas digitales.</p> <p>NOTA Por ejemplo colaboración con Universidades, Institutos y Centros Tecnológicos, clientes, proveedores, asociaciones empresariales innovadoras, etc.</p>	<p><i>Plataforma interna de innovación y conocimiento + Plan de formación</i>.</p>
<p>– Las organizaciones deberían fomentar herramientas de aprendizaje transversal que permitan adaptarse a nuevos entornos y responsabilidades de forma rápida y exitosa.</p>	<p><i>Comunicación e información vertical y horizontal</i>. <i>Plataforma interna de innovación y conocimiento</i>.</p>
<p>– Estas herramientas deben estar adaptadas a las necesidades y demanda del mercado evitando la brecha digital en el entorno laboral.</p> <p>NOTA Por ejemplo desarrollo de nuevos modelos de negocio digitales, desarrollo de MOOC, sesiones de cocreación, etc.</p>	<p><i>Plataforma interna de innovación y conocimiento + Plan de formación</i>.</p>

Tabla 4.6.1. Innovación y conocimiento de la organización. Basada en UNE 0060.

Para cumplir con los requisitos de gestión del conocimiento se recomienda el establecimiento del *Procedimiento de Gestión de la innovación y del conocimiento*.

De manera complementaria también se recomienda seguir, en la medida que se considere aplicable a la organización que implanta la especificación UNE 0060, los requisitos de la norma UNE 412001: 2008, *Guía práctica de gestión del conocimiento*.

Debido a la importancia que tienen los recursos humanos en la transformación digital de las organizaciones, se estima conveniente incluir en el presente apartado de Innovación un extracto de la norma UNE-EN 16234-1 en lo referente *Marco P21 para el aprendizaje en el siglo XXI*.

En 2002 la Partnership for 21st Century Skills (Alianza por las Destrezas del siglo XXI), ahora Partnership for 21st Century Learning, (Alianza por el Aprendizaje del Siglo XXI) o P21, se fundó como una entidad sin ánimo de lucro por una alianza que incluía miembros del sector empresarial, expertos en enseñanza y gestores públicos en los Estados Unidos. En 2015 la organización P21 dirigió una investigación que identificó el Marco para el Aprendizaje del Siglo XXI que se desarrolló a partir de las aportaciones de profesores, expertos en educación y directivos de empresa para definir e ilustrar las destrezas y el conocimiento que los estudiantes necesitan para tener éxito como trabajadores, como personas y como ciudadanos. El marco incluye cuatro elementos interconectados:

- *Contenidos Centrales y Temas del siglo XXI.*
- *Destrezas para el Aprendizaje y la Innovación.*
- *Destrezas para la Información, los Medios y la Tecnología.*
- *Destrezas para la Vida y el Trabajo.*

En el caso de las Destrezas para el aprendizaje y la innovación se las suele llamar las cuatro C del Aprendizaje del Siglo XXI y hacen referencia a los elementos de:

- **Colaboración.**
- **Comunicación.**
- **Pensamiento Crítico.**
- **Creatividad.**

Se estima que para contribuir al éxito de la transformación digital de las organizaciones hacia la Industria 4.0, se debe formar a los recursos humanos en las cuatro C del Aprendizaje del Siglo XXI.

4.7.- Seguimiento, medición y evaluación

En lo referente al seguimiento, medición y evaluación, la especificación UNE 0060 establece los siguientes requisitos.

La organización, en relación con lo recogido en su planificación de digitalización debe:

- *determinar a qué es necesario hacer seguimiento, qué es necesario medir, con qué método y cuándo debe hacerse;*
- *llevar a cabo, a intervalos planificados y al menos anualmente, evaluaciones internas para determinar la conformidad con los requisitos de esta especificación. En dicha evaluación se debe analizar, al menos, el cumplimiento con los requisitos establecidos;*
- *ante los incumplimientos detectados en las evaluaciones, la organización debe tomar las acciones que solventen las incidencias.*

Desde el punto de vista teórico para cumplir con el presente requisito se deben establecer los indicadores que se consideren aplicables para el control de los procesos. También se debe evaluar la conformidad del cumplimiento de nuestro *Sistema de gestión para la digitalización* con los requisitos de la especificación UNE 0060 y por último de deberían aplicar acciones de corrección ante los incumplimientos detectados o las incidencias con los requisitos de UNE 0060.

Es recomendable que la gestión y control de los aspectos indicados sean documentados en un *Procedimiento de seguimiento, medición y evaluación* que incluya:

- Los indicadores y cuadro de mando.
- La evaluación de UNE 0060.
- Control de no conformidades y acciones correctivas.

Seguidamente se muestra para la aplicación de la especificación UNE 0060, cómo podrían aplicarse los requisitos de seguimiento y medición.

4.7.1.- Indicadores y cuadro de mando

Un indicador o KPI es necesario para poder realizar la media de un proceso. Cada proceso, sobre todos los procesos clave del negocio, deben tener asociado un KPI de media. La organización debe determinar sobre qué procesos va a establecer indicadores de medida.

Además de identificar los procesos que deben ser monitorizados con su correspondiente KPI, es necesario conocer la situación de partida de la organización con respecto al desarrollo de su proceso de transformación digital hacia la Industria 4.0. En este sentido Martínez Aguiló (41) establece unas métricas para evaluar el grado de avance en la transformación digital de una organización. En el planteamiento de sus métricas Martínez Aguiló propone el uso del término de *transformación digital de la industria* (TDI), asociando a la medición de dicha transformación los siguientes KPI:

1º Número de hojas de formato tipo DIN A4 o formularios impresos que se usan por mes y empleado.

2º Número de correos electrónicos recibidos por trabajador / mes.

3º Numero de archivos compartidos ya sea guardados en la nube o en local.

A partir de los indicadores propuestos, Martínez Aguiló establece las 3 fases del proceso de transformación digital:

Fase I: Eliminación de papel.

Fase II: Envío de datos

Fase III: Compartición de datos

Básicamente lo que se pretende con lo planteado por Martínez Aguiló es la reducción de la información en soporte papel y la dispersión de la información en soporte digital.

Ya se han planteado unos mínimos indicadores de inicio de la transformación digital. A partir de aquí la organización debe plantear el marco organizativo de sus indicadores mediante el establecimiento de un *Cuadro de mando*.

Para realizar el establecimiento de indicadores y del correspondiente *Cuadro de Mando*, se recomienda utilizar, para la implantación de la especificación UNE 0060, la norma UNE 66175 *Sistemas de gestión de la calidad. Guía para la implantación de sistemas de indicadores*.

Seguidamente se va a presentar un extracto básico de la norma que se podría utilizar para el establecimiento de los indicadores y del *Cuadro de Mando*.

La citada norma *especifica las directrices para la definición y el desarrollo de indicadores de gestión de cualquier proceso o actividad, de forma que sirvan eficaz y eficientemente para la toma de decisiones por los responsables de los procesos o actividades afectadas y, en consecuencia, sirvan para la mejora de las organizaciones*.

La norma se ha elaborado utilizando como base el ciclo de vida de los indicadores y *Cuadros de mando* según se representa en la figura 4.7.1.1.

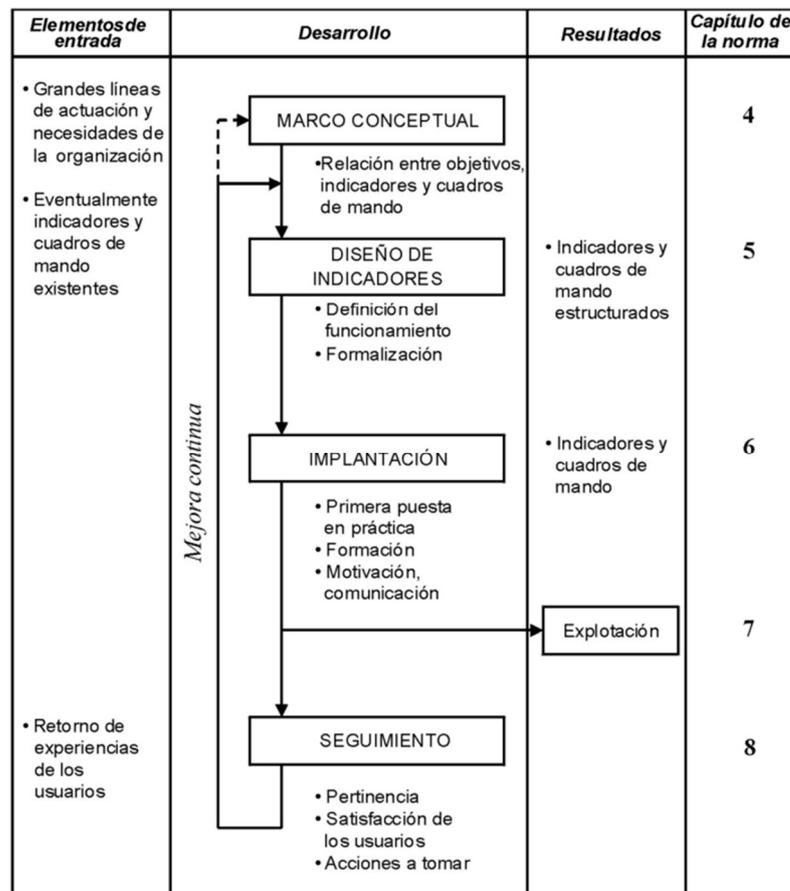


Figura 4.7.1.1. Ciclo de vida de los indicadores y *Cuadros de mando*. Fuente: UNE 66175.

El ciclo de vida mostrado en la anterior figura se debe aplicar íntegramente a la definición y a la primera implantación del sistema. Posteriormente se aplicará parcialmente para adaptar el sistema de indicadores a las situaciones y realidades de la organización y asegurarse de su eficacia y eficiencia.

En el *Marco conceptual* la organización debe establecer la relación entre los objetivos (digitales y de alto nivel) y los indicadores, formando estos el Cuadro de Mando.

En la fase siguiente se realiza el *Diseño de Indicadores* en lo referente a la definición del funcionamiento y su formalización.

Una vez realizadas las dos fases anteriores se procede a la *Implantación* de los indicadores mediante la primera puesta en práctica, formación, motivación y comunicación.

Se realiza la *Explotación* o “rodaje” del *Cuadro de mando* (no forma parte del ciclo, ya que corresponde a las salidas) para pasar posteriormente a la fase de *Seguimiento y Mejora continua*, iniciando de nuevo el ciclo.

Como UNE 0060 requiere el planteamiento de objetivos y de indicadores, UNE 66175 nos ayuda para poder cumplir con este cometido.

UNE 66175 establece las siguientes características que identifican a los objetivos de un sistema de gestión:

- a) *ser medibles, es decir se puede conocer el grado de consecución de un objetivo (por ejemplo: beneficios después de impuestos > 4 millones);*
- b) *ser alcanzables, para que se puedan lograr con flexibilidad;*
- c) *estar coordinados;*
- d) *ser desafiantes y comprometedores;*
- e) *involucrar al personal;*

f) poder desarrollarse en planes de actuación.

Sobre los indicadores de la norma UNE 66175 establece que *tienen por objeto proporcionar información sobre los parámetros ligados a las actividades o los procesos implantados.*

Las características que definen a los indicadores de un sistema de gestión son las siguientes:

- a) simbolizan una actividad importante o crítica. Son ejemplos de indicadores: % mensual de reclamaciones recibidas, Productividad mensual, Facturación mensual, etc.;*
- b) tienen una relación lo más directa posible sobre el concepto valorado con objeto de ser fieles y representativos del criterio a medir;*
- c) los resultados de los indicadores son cuantificables, y sus valores se expresan normalmente a través de un dato numérico o de un valor de clasificación;*
- d) el beneficio que se obtiene del uso de los indicadores supera la inversión de capturar y tratar los datos necesarios para su desarrollo;*
- e) son comparables en el tiempo, y por tanto pueden representar la evolución del concepto valorado (su capacidad para marcar tendencias);*
- f) ser fiables, es decir proporcionan confianza a los usuarios sobre la validez de las sucesivas medidas;*
- g) ser fáciles de establecer, mantener y utilizar;*
- h) ser compatibles con los otros indicadores del sistema implantados y por tanto permitir la comparación y el análisis.*

En el caso de los *Cuadros de Mando*, la norma UNE 66175 establece que *tienen por objetivo reagrupar y sintetizar los indicadores para presentarlos de manera que puedan ser utilizados por la dirección de la organización y por los responsables.*

Los indicadores y los cuadros de mando son pues herramientas indispensables para dirigir una organización, un equipo o un proceso y alcanzar los objetivos previstos. Además, pueden utilizarse para dirigir un sistema de gestión de la calidad.

De la misma manera los indicadores y cuadros de mando se deben utilizar dentro de un *Sistema de gestión para la digitalización*.

En base a lo anterior se puede afirmar que el *Sistema de gestión para la digitalización* debe establecer una relación entre objetivos e indicadores. Los objetivos de digitalización y de alto nivel, entre otros, deben estar alineados con la visión de la especificación UNE 0060. Los objetivos pueden tener asociado su indicador de medida. También un indicador de medida puede estar asociado a un proceso y sobre cuyo resultado o salida se puedan plantear objetivos de mejora. Es importante establecer valores de referencia admisibles tanto para los indicadores como para los objetivos.

Continuando con los requisitos de la norma UNE 66175, la norma establece los siguientes conceptos a tener en cuenta a la hora de definir los indicadores:

- *selección del indicador;*
- *denominación del indicador;*
- *forma de cálculo: su especificación y fuentes de información;*
- *forma de representación;*
- *definición de responsabilidades;*
- *definición de umbrales y objetivos.*

De las anteriores se destaca la forma de cálculo y la forma de representación.

En lo referente a la forma de cálculo el indicador puede ser, por ejemplo:

- *un recuento;*
- *un grado de medida o una estimación sobre una escala de valor;*
- *un porcentaje;*
- *un ratio;*

En la forma de cálculo también se puede establecer *la periodicidad con la que se calcula el indicador: mensual, trimestral, anual, etc.*

Sobre la forma de representación *la información se puede representar de diferentes formas tales como:*

- *diagramas: histogramas, sectores, radial, curvas, etc.*
- *tabla cifrada;*
- *colores;*
- *símbolos, dibujos, etc.*

Una vez realizada la puesta en marcha de los indicadores y cuadros de mando, se debe realizar su evaluación. Según la norma UNE 66175 *la validación de los indicadores tiene por objeto comprobar que éstos son útiles y rentables, y para ello se debe comparar la utilidad de los resultados alcanzados y su coste de obtención, con los objetivos inicialmente previstos y para los cuales se habían desarrollado dichos indicadores.*

La validación se realiza una vez superada la puesta en marcha de los indicadores. Para realizar la validación es muy importante considerar la opinión de los usuarios de los indicadores.

Para finalizar el presente apartado se ha creído conveniente incluir un ejemplo de ficha de indicador mostrada en la figura 4.7.1.2 y unos ejemplos de representación de indicadores mostrados en la figura 4.7.1.3.

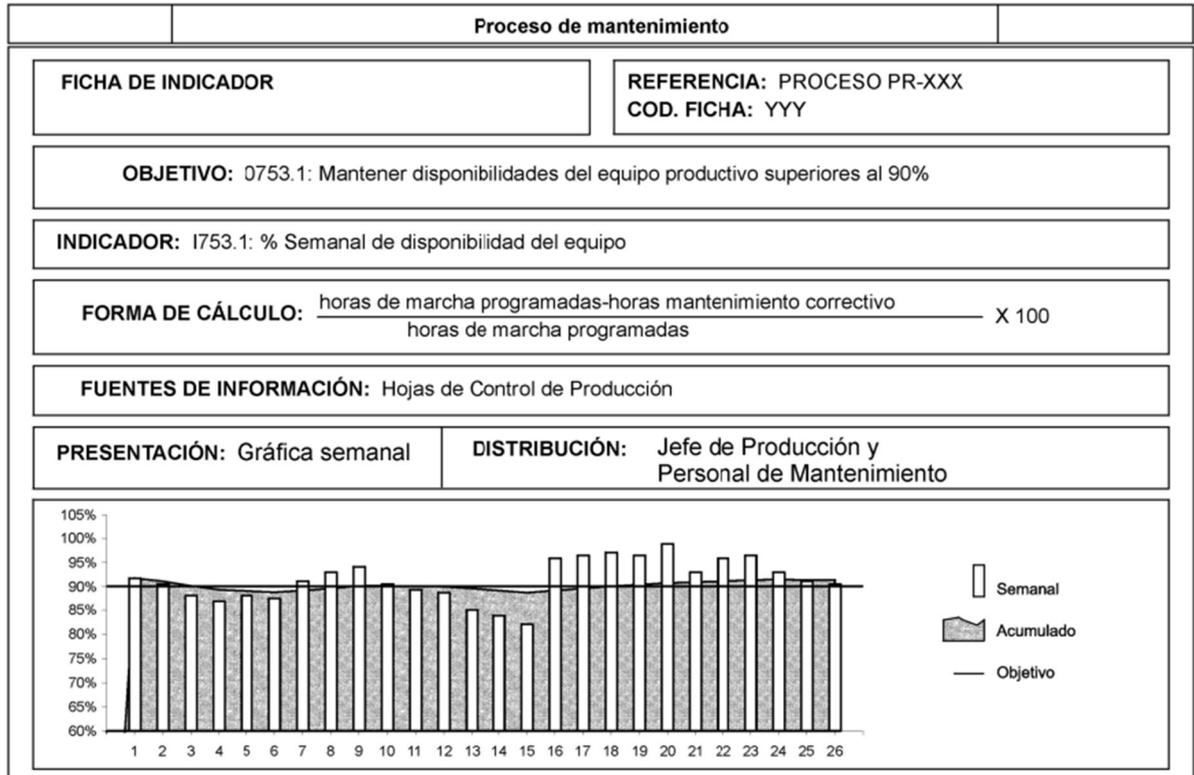
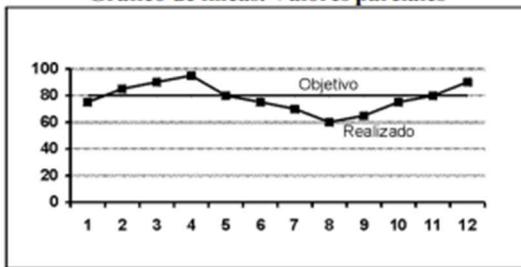


Figura 4.7.1.2. Ejemplo de ficha de indicador. Fuente: UNE 66175.

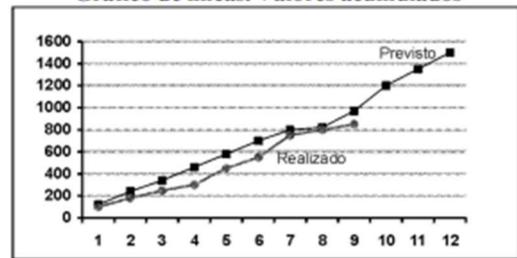
Gráfico de líneas. Valores parciales



Permite seguir la evolución de los valores alcanzados por un parámetro en cada unidad de tiempo:

- Porcentaje de pedidos entregados a tiempo en el mes.
- Productividad mensual de la planta.
- Tasa diaria de disponibilidad de un equipo.
- Porcentaje de productos conformes en el mes.

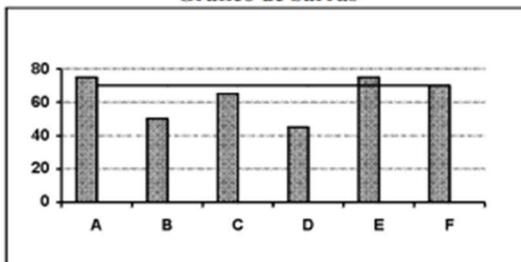
Gráfico de líneas. Valores acumulados



Permite seguir el progreso de los valores acumulados de un parámetro desde el origen de tiempos:

- Facturación.
- Número de unidades producidas.
- Consumo de energía.
- Horas de marcha de un equipo.

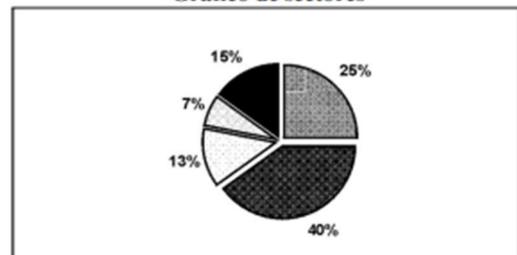
Gráfico de barras



Permite comparar los valores alcanzados en un parámetro por distintas unidades en un determinado momento:

- Tasa de productividad por técnico.
- Tasa de supervivencia al ictus por unidad hospitalaria.
- Porcentaje de clientes muy satisfechos por punto de venta.
- Grado de disponibilidad de producto por punto de venta.

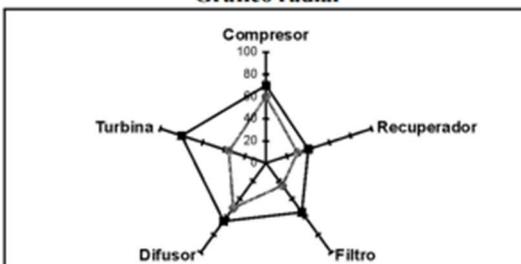
Gráfico de sectores



Permite comparar la contribución de distintos factores a un total en un determinado momento:

- Cuota de mercado.
- Distribución de las ventas por mercados.
- Distribución del producto no conforme por tipo de defecto.
- Distribución de los clientes según su grado de satisfacción.

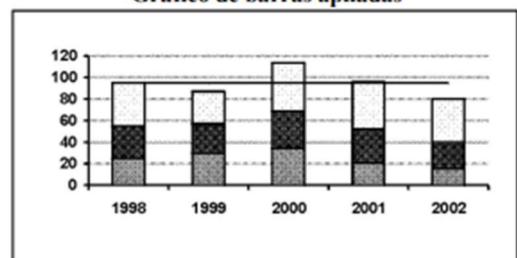
Gráfico radial



Permite comparar los valores alcanzados en diversos parámetros por distintas unidades mediante la observación de las áreas abarcadas:

- Tasa de disponibilidad de equipos en distintas plantas.
- Grado de satisfacción del cliente en distintos parámetros por planta.

Gráfico de barras apiladas



Permite comparar la evolución de la contribución de distintos factores a un total:

- Coste del producto por elementos (estructura, equipos y motor).
- Coste del producto por procesos (compras, producción, distribución).
- Contribución de los productos A, B y C a las ventas.
- Número de reclamaciones por causa (producto, plazo, documentación)

Figura 4.7.1.3. Ejemplos de representación de indicadores. Fuente: UNE 66175.

4.7.2.- Evaluación de UNE 0060

Según la especificación UNE 0060 la evaluación del *Sistema de gestión para la digitalización* debe ser evaluado internamente de manera planificada y como mínimo una vez al año.

Al ser considerado el *Sistema de gestión para la digitalización* UNE 0060 un sistema normalizado de gestión similar al especificado por la norma ISO 9001, la evaluación de la especificación UNE 0060 sería recomendable que se realizara, de manera similar a lo especificado en el apartado 9.2 *Auditoría Interna* de la norma ISO 9001, mediante una auditoría interna. El personal auditor debe ser independiente de las áreas o departamentos de la organización a auditar, con experiencia en la realización de auditorías de sistemas normalizados de gestión y con formación y conocimientos en los requisitos de la especificación UNE 0060, sistema a evaluar, y en los requisitos de UNE 0061, especificación con la herramienta para la evaluación. A este respecto se podrían tener en cuenta para la evaluación de UNE 0060 los requisitos de la norma UNE-EN ISO 19011 *Directrices para las auditorías de los sistemas de gestión*.

La especificación UNE 0061 ha establecido los criterios de evaluación de la especificación UNE 0060 mediante un sistema de cuantificación por porcentaje de cumplimiento de los requisitos de UNE 0060.

La especificación UNE 0061 establece en su tabla 1 (anexo 1 de la presente tesis) los requisitos extraídos de la especificación UNE 0060. En la figura 4.7.2.1 se presenta un extracto de la tabla 1 de UNE 0061.

Nº de requisito	Capítulo/ Apartado Especificación UNE 0060:2018	Requisito	Obligatorio (O) Valorable (V) No Evaluable (X)	Observaciones
1 7		Se debe conseguir una mayor flexibilidad y eficiencia en los medios productivos, que hagan posible la anterior personalización y adaptación, además de la fabricación de productos/servicios digitales o adaptados a las capacidades digitales complementarias que demanden los clientes;	V	3 = Cumplido 1 = En proceso 0 = No cumplido Este requisito es obligatorio a partir del primer año del segundo ciclo de mejora continua.
1 8		Se debe conseguir un análisis y uso de toda la información disponible, para adaptar todos los procesos a las demandas del cliente y el mercado, anticipándose en lo posible a las mismas	V	3 = Cumplido 1 = En proceso 0 = No cumplido El análisis y uso de la información debe ser digital.
1 9		Se debe mejorar la sostenibilidad a largo plazo de la organización, impulsando los cambios culturales necesarios dentro de la organización.	V	3 = Cumplido 1 = En proceso 0 = No cumplido NOTA Sostenibilidad se refiere a la pervivencia en el tiempo de la organización.
2 0		Se debe impulsar la innovación.	X	Este requisito no se evalúa directamente, se evalúa mediante el capítulo 8 Innovación.
2 1		Estas acciones se deben trasladar a una planificación detallada de digitalización que debe considerar expresamente los cambios disruptivos y los riesgos asociados a la tecnología en el marco de la digitalización de las actividades y en especial para los procesos clave de negocio.	O	Se refiere a las acciones incluidas en la NOTA (véase la Especificación UNE 0060:2018)

Figura 4.7.2.1. Extracto de la tabla 1 de UNE 0061

En la tabla 1 de UNE 0061 aparecen incluidos literalmente y numerados todos los requisitos de la especificación UNE 0060. Se incluye el capítulo / apartado de la especificación, la catalogación del requisito como Obligatorios (O), Valorables (V) y No Evaluables (X). En el campo de observaciones, en el caso que existan, se incluye la valoración del requisito indicando dicha valoración como la siguiente:

3 = Cumplido

1 = En proceso

0 = No cumplido

Las valoraciones pueden venir acompañadas de texto explicativo para ayudar al evaluador en la asignación de la puntuación del requisito.

En lo referente a la catalogación de los requisitos la especificación UNE 0061 establece lo siguiente.

Los requisitos catalogados como Obligatorios (O) deben estar contemplados siempre en el proceso de digitalización de la organización industrial. Únicamente se admitirán exclusiones por razones Reglamentarias que se apliquen a un sector concreto.

Los requisitos catalogados como Valorables (V) pueden excluirse del proceso si objetivamente no son aplicables y se justifica debidamente.

Los requisitos catalogados como No Evaluables (X) no se evalúan directamente, su cumplimiento se evalúa a través de otros requisitos.

Con el fin de facilitar el cálculo del porcentaje de cumplimiento del *Sistema de gestión para la digitalización* de UNE 0060, la especificación UNE 0061 viene acompañada de una hoja de cálculo en formato Excel que facilita el registro del cumplimiento de los requisitos de UNE 0060 para su evaluación. La figura 4.7.2.2 muestra un extracto de la hoja Excel indicada.

INDICACIONES PARA EVALUACIÓN		REQUISITOS	O	V	TOTAL
Se puntúa en la columna DATO EMPRESA, marcada en rojo: (0,1,3,N/A)		Sistema de Gestión	22	7	29
Los Requisitos Obligatorios que se cumplen se puntúan con 1, los que no se cumplen, con 0.		Infraestructura	12	5	17
Los Requisitos Valorables se puntúan según se indican en cada caso en Observaciones y para los NO APLICABLES, se indicará NA en las DOS casillas G y H de la fila		Operación	24	19	43
		TOTAL	58	31	89

CICLO/IC	MIN. % O	MIN. % V
INICIO	80%	35%
1º AÑO	85%	35%
2º AÑO	90%	35%
FIN CICLO	100%	60%
ID EXCELENTE	100%	80%

Código	CAPÍTULO/APARTADO	REQUISITO	Obligatorio (O) Valorable (V)	Observaciones	O	V	DATO EMPRESA	CAPÍTULO/APARTADO	Puntos O	Puntos V
1	3 Contenido de la industria digital	Se debe definir y documentar el alcance del sistema de gestión para la digitalización incluyendo los procesos clave y en el marco de los ejes: Productos y Servicios, Procesos, Organización y Personas e Infraestructuras, justificando debidamente cualquier exclusión	O		1	0	0		0	0
2		Se deben identificar, además del cliente como clave en el negocio, otras partes interesadas de la organización en el contexto digital	O		1	0	0		0	0
3		Se deben identificar las necesidades y expectativas de cada una de las partes interesadas en lo que respecta a sus relaciones y canales digitales con la organización	O		1	0	0		0	0
4		Se debe rediseñar digitalmente el modelo de negocio, revisando su propuesta de valor y desarrollando nuevas estrategias para aumentar su eficiencia/eficacia	O		1	0	0	0	0	0
5	4 Liderazgo	Se debe asegurar que se establezcan objetivos digitales y que éstos sean compatibles con la dirección estratégica de la organización	O		1	0	0		0	0
6		Se debe asegurar que los recursos necesarios para la digitalización estén disponibles	O		1	0	0		0	0
7		Se debe asegurar que se logren los resultados previstos	O	En este punto se valora únicamente el cumplimiento de la alta dirección.	1	0	0		0	0
8		Se deben asignar responsabilidades para la gestión de la digitalización y deben ser conocidas por todas las personas de la organización	O		1	0	0		0	0
9		Se debe promover la mejora continua como consecuencia de la digitalización.	O		1	0	0	0	0	0
10	5 Participación	Se debe asegurar que la digitalización pueda lograr sus resultados previstos.	X	Este requisito se evalúa con el resto de requisitos del capítulo NO EVALUAR.	0	0	0		0	0
11		Se deben identificar, evaluar y priorizar cada uno de los riesgos (inhibidores) y oportunidades (habilitadores).	O		1	0	0		0	0
12		Se deben proponer las acciones necesarias para el tratamiento de los riesgos (inhibidores) y oportunidades (habilitadores).	O	En este punto únicamente se deben proponer las acciones. La planificación concreta se valora en el requisito 15.	1	0	0		0	0
13		Se deben prevenir nuevos riesgos de la digitalización	V	3 = Se gestionan los nuevos riesgos regulatorios e identificados como críticos. 2 = No se gestionan completamente los riesgos anteriores. 1 = Ninguna actividad. 0 = Se consideran riesgos críticos a prevenir aquellos asociados a las modificaciones derivadas de la digitalización de los procesos clave.	0	1	0		0	0
14		Se debe lograr la mejora continua como consecuencia de la digitalización	O		1	0	0		0	0
15		La organización debe planificar las acciones necesarias para abordar otros riesgos y oportunidades sobre la digitalización de forma que contribuyan a la mejora de los procesos.	V	3 = Todas las acciones planificadas. 2 = En proceso. Al menos las acciones vinculadas a los riesgos planificados. 1 = No todas las acciones planificadas.	0	1	0		0	0
16		Se debe mejorar la experiencia de los clientes, por la vía de personalizar y adaptar los productos/servicios a cada uno de ellos y dar prioridad a canales y canales, así como de los puntos de contacto con personas, proveedores y Administraciones Públicas.	V	3 = Cumplido 2 = En proceso 1 = No cumplido 0 = No cumplido Este requisito se obliga a partir del primer año del segundo ciclo de mejora continua.	0	1	0		0	0
17		Se debe conseguir una mayor flexibilidad y eficiencia en los medios productivos, que hagan posible la anterior personalización y adaptación, además de la fabricación de productos/servicios digitales y adaptados a las capacidades digitales complementarias que demandan los clientes.	V	3 = Cumplido 2 = En proceso 1 = No cumplido Este requisito se obliga a partir del primer año del segundo ciclo de mejora continua.	0	1	0		0	0
18		Se debe conseguir un análisis y uso de toda la información disponible, para adaptar todos los procesos a las demandas del cliente y el mercado, anticipándose en lo posible a las mismas	V	3 = Cumplido 2 = En proceso 1 = No cumplido El análisis y uso de la información debe ser digital.	0	1	0		0	0
19	Se debe mejorar la sostenibilidad a largo plazo de la organización, impulsando los cambios culturales necesarios dentro de la organización.	V	3 = Cumplido 2 = En proceso 1 = No cumplido Sostenibilidad se refiere a la pervivencia en el tiempo de la organización.	0	1	0	NOTA	0	0	

Figura 4.7.2.2. Extracto de la hoja Excel de registro de cumplimiento de requisitos de UNE 0060.

A continuación, se explica el contenido de cada parte de la hoja en formato Excel que se utiliza en la evaluación de la especificación UNE 0060.

En la figura 4.7.2.3 se establecen las indicaciones para la evaluación.

INDICACIONES PARA EVALUACIÓN
Se puntúa en la columna DATO EMPRESA, marcada en rojo: (0,1,3,N/A)
Los Requisitos Obligatorios que se cumplen se puntúan con 1, los que no se cumplen, con 0.
Los Requisitos Valorables se puntúan según se indican en cada caso en Observaciones y para los NO APLICABLES, se indicará NA en las DOS casillas G y H de la fila

Figura 4.7.2.3. Indicaciones para la evaluación.

En la figura 4.7.2.4. muestra la tabla con el número total de preguntas obligatorias y valorables y con el número de preguntas obligatorias y valorables por grupos de requisitos (gestión, infraestructura y operación).

REQUISITOS	0	V	TOTAL
Sistema de Gestión	22	7	29
Infraestructura	12	5	17
Operación	24	19	43
TOTAL	58	31	89

Figura 4.7.2.4. Tabla con el número total de preguntas obligatorias y valorables.

En la figura 4.7.2.5. muestra la tabla con los porcentajes mínimos de cumplimiento de las preguntas obligatorias y valorables a alcanzar a lo largo del primer ciclo de la mejora durante los tres años de duración de este.

CICLO MC	MIN. % O	MIN. % V
INICIO	80%	35%
1º AÑO	85%	35%
2º AÑO	90%	35%
FIN CICLO	100%	60%
ID EXCELENTE	100%	80%

Figura 4.7.2.5. Tabla con los porcentajes mínimos de cumplimiento de las preguntas obligatorias y valorables.

En la figura 4.7.2.6 muestra un extracto del cuestionario de la hoja Excel para la evaluación. El código corresponde al número del requisito por orden numérico, también aparece el número y nombre del capítulo o apartado de la especificación UNE 0060 y el texto del requisito, así como una columna indicando si el requisito es obligatorio o valorable.

Código	CAPÍTULO/APARTADO	REQUISITO	Obligatorio (O) Valorable (V)
1	3 Contexto de la industria digital	Se debe definir y documentar el alcance del sistema de gestión para la digitalización incluyendo los procesos clave y en el marco de los ejes: Productos y Servicios, Procesos, Organización y Personas e Infraestructuras, justificando debidamente cualquier exclusión	O
2		Se deben identificar, además del cliente como clave en el negocio, otras partes interesadas de la organización en el contexto digital;	O
3		Se deben identificar las necesidades y expectativas de cada una de las partes interesadas en lo que respecta a sus relaciones y canales digitales con la organización;	O
4		Se debe redefinir digitalmente el modelo de negocio, revisando su propuesta de valor y determinando nuevas estrategias para aumentar su eficiencia/eficacia.	O

Figura 4.7.2.6. Extracto del cuestionario de la hoja Excel para la evaluación.

A continuación de cada fila de la tabla anterior aparecen las observaciones indicando que la puntuación del requisito evaluado debe ser 0: no cumplido, 1: en proceso y 3: cumplido

En el pie de la hoja Excel, figura 4.7.2.7 se pueden ver las celdas que mostrarían la puntuación obtenida en los requisitos obligatorios y valorables y los porcentajes de cumplimiento del Sistema de gestión para la digitalización según la especificación UNE 0060.

TOTAL REQUISITOS	58	31	0	TOTAL	0	0
MÁXIMA PUNTUACIÓN	58	93		% MÁXIMO	0%	0%

Figura 4.7.2.7. Celdas para mostrar los resultados de la evaluación. Fuente: UNE 0060.

Para la evaluación del cumplimiento de los requisitos de UNE 0060 del Sistema de gestión para la digitalización implantado en una organización para que esta pueda tener la consideración de *Industria Digital*, la especificación UNE 0061 ha establecido un ciclo de mejora continua de tres años.

Según la especificación UNE 0060 la organización debe cumplir los criterios mínimos aplicables tanto a los requisitos obligatorios como a los requisitos valorables.

Requisitos obligatorios

La organización debe cumplir al menos los siguientes porcentajes mínimos para los requisitos obligatorios a lo largo del ciclo de mejora continua:

- *80% al inicio del proceso;*
- *85% al finalizar el primer año del ciclo de mejora continua;*
- *90% al finalizar el segundo año del ciclo de mejora continua;*
- *100% al finalizar el ciclo completo de mejora continua.*

Requisitos valorables

La organización debe cumplir al menos los siguientes porcentajes mínimos para los requisitos valorables a lo largo del ciclo de mejora continua:

- *35% de la puntuación máxima conseguible (es decir, sin tener en cuenta los requisitos no aplicables) al inicio del proceso;*
- *60% de la puntuación máxima conseguible (es decir, sin tener en cuenta los requisitos no aplicables) al finalizar el ciclo completo de mejora continua.*

La especificación UNE 0061 establece un segundo nivel de *Industria Digital* y es el de *Industria Digital Excelente*. Para que una organización que implante UNE 0060 puede ser considerada *Industria Digital Excelente* debe cumplir el 100% de los requisitos obligatorios y el 80% de la puntuación máxima conseguible en requisitos valorables.

El sistema establecido por la especificación UNE 0061 para la evaluación del cumplimiento de la especificación UNE 0060 por parte de una organización facilita el planteamiento de objetivos de mejora, siendo muy motivador de cara a la dirección y los RRHH de una organización ya que, con respecto a la evaluación de otros sistemas normalizados de gestión como la norma ISO 9001, permite a las organizaciones adquirir la condición de *Industria Digital* e *Industria Digital Excelente*, condición que posiblemente vendría reflejada en el certificado de un sistema de gestión para la digitalización según los requisitos de la

especificación UNE 0060 emitido por un organismo independiente de certificación de sistema normalizados de gestión.

Se destaca en el presente apartado que se podría dar la situación que una organización que implante la especificación UNE 0060 podría cumplir el 100% de los requisitos obligatorios en el inicio del proceso y también el 80% de los requisitos valorables por lo que en el inicio del proceso podría ser ya considerada una *Industria Digital Excelente*.

Una vez alcanzado el nivel de Industria Digital Excelente, el Sistema de gestión para la digitalización podría ir incorporando otros requisitos y mejoras en función de sus necesidades, de las exigencias del mercado o de su contexto y en función de las futuras tecnologías de la Industria 4.0.

4.7.3.- Control de no conformidades y acciones correctivas

En lo referente a lo establecido por la especificación UNE 0060 sobre los incumplimientos detectados en las evaluaciones, es recomendable establecer una sistemática de control de las incidencias ya sean estas sobre incumplimientos detectados en las evaluaciones o sobre incumplimientos o no conformidades detectadas por otras vías o canales sobre el *Sistema de Gestión para la digitalización*. En este sentido en el *Sistema de gestión para la digitalización* debería establecer, como señalan González y Manzanares (42), un *Procedimiento de control de no conformidades y acciones correctivas* el cual ayudaría a la organización a controlar y realizar el tratamiento de manera sistemática sobre las incidencias y no conformidades detectadas, estableciendo a su vez las correspondientes acciones reparadoras y correctivas para corregir el problema detectado y evitar que pueda ocurrir de nuevo en el futuro.

La norma ISO 9001 en su apartado 10.2.1 No conformidad establece los siguientes requisitos.

Cuando ocurra una no conformidad, incluida cualquiera originada por quejas de los clientes, la organización debe:

- a) *reaccionar ante la no conformidad y, cuando sea aplicable:*
 - 1) *tomar acciones para controlarla y corregirla;*
 - 2) *hacer frente a las consecuencias;*
- b) *evaluar la necesidad de acciones para eliminar las causas de la no conformidad, con el fin de que no vuelva a ocurrir ni ocurra en otra parte, mediante:*
 - 1) *la revisión y el análisis de la no conformidad;*
 - 2) *la determinación de las causas de la no conformidad;*
 - 3) *la determinación de si existen no conformidades similares, o que potencialmente puedan ocurrir;*
- c) *implementar cualquier acción necesaria;*
- d) *revisar la eficacia de cualquier acción correctiva tomada;*
- e) *si fuera necesario, actualizar los riesgos y oportunidades determinados durante la planificación; y*
- f) *si fuera necesario, hacer cambios al sistema de gestión de la calidad.*

Como continuidad a los requisitos para el tratamiento de las no conformidades la norma ISO 9001 establece en su apartado 10.2.2 los siguientes requisitos para el establecimiento de las acciones correctivas aplicables a las no conformidades detectadas.

Las acciones correctivas deben ser apropiadas a los efectos de las no conformidades encontradas.

La organización debe conservar información documentada como evidencia de:

- a) *la naturaleza de las no conformidades y cualquier acción tomada posteriormente;*
- b) *los resultados de cualquier acción correctiva.*

El *Procedimiento de control de no conformidades y acciones correctivas* se podría desarrollar

según los anteriores requisitos de la norma ISO 9001 y sería aplicable a las incidencias y no conformidades del *Sistema de gestión para la digitalización* en:

- las evaluaciones del sistema;
- los seguimientos de los proveedores y de los servicios subcontratados;
- las reclamaciones de clientes;
- el control de los procesos.

Para realizar el registro de las no conformidades y acciones correctivas, González y Manzanares (43) indican que las no conformidades y acciones correctivas pueden ser registradas en un Informe de no conformidad y acciones correctivas o bien en una *Base de datos de no conformidades y acciones correctivas*.

Debido al planteamiento propuesto para la aplicación de la especificación UNE 0060 en un *Sistema de gestión para la digitalización*, sería más recomendable realizar el control y tratamiento de las no conformidades y acciones correctivas utilizando bases de datos. En la actualidad existe aplicaciones informáticas para controlar los registros relacionados con los sistemas normalizados de gestión.

Para terminar el presente apartado, el *Procedimiento de control de no conformidades y acciones correctiva* debería indicar quienes son los responsables de realizar el registro, el tratamiento y control de las no conformidades y acciones correctivas y a quién se debería de informar.

En el caso que las no conformidades puedan afectar a equipos o productos, es conveniente realizar una señalización mediante carteles sobre los equipos y productos no conformes como los de la figura 4.7.3.1.



Figura 4.7.3.1. Carteles para la señalización de productos y equipos no conformes. Fuente: elaboración propia.

Los carteles pueden ser de color blanco o bien de cualquier otro color llamativo para evitar la utilización de los equipos y productos no conformes hasta que se solucione su situación.

4.8 Mejora continua

La especificación UNE 0060 establece lo siguiente en su requisito de mejora continua.

La organización debe analizar periódicamente y con un enfoque de mejora continua, la idoneidad, adecuación y eficacia de la digitalización implementada en sus actividades, procesos y productos y debe implantar las acciones de mejora consecuencia de este análisis.

Según UNE 0061 un proceso de mejora continua es una actividad recurrente para mejorar el desempeño. La especificación UNE 0060 utiliza el ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (ciclo PHVA). Este ciclo PHVA permite a una organización asegurarse de que sus procesos cuenten con recursos y se gestionen adecuadamente, y que las oportunidades de mejora se determinen y se actúe en consecuencia.

El periodo del ciclo de mejora continua del proceso de evaluación de la digitalización de UNE 0060 es de 3 años.

El requisito de mejora continua es el último requisito establecido por UNE 0060 y en la investigación realizada en la presente tesis se podría interpretar que lo especificado en lo

referente a que *la organización debe realizar el análisis periódico y con un enfoque de mejora continua, la idoneidad, adecuación y eficacia de la digitalización implementada en sus actividades, procesos y productos* puede ser implantado bajo la metodología de las revisiones por la dirección según se establece en la norma ISO 9001 en su apartado 9.3 *Revisión por la dirección*. Lo referente al análisis, enfoque de mejora continua, idoneidad, adecuación y eficacia de la digitalización formaría la información de entrada para la revisión por la dirección y las acciones de mejora como consecuencia del análisis sería la información de salida.

Al establecer la especificación UNE 0060 que un proceso de mejora continua es una actividad recurrente para mejorar el desempeño, la mejora continua debe quedar asociada a los indicadores establecidos en el *Sistema de gestión para la digitalización*.

La especificación UNE 0060 utiliza el ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (ciclo PHVA). Este ciclo PHVA permite a una organización asegurarse de que sus procesos cuenten con recursos y se gestionen adecuadamente, y que las oportunidades de mejora se determinen y se actúe en consecuencia.

Con el fin de comprender la aplicación del ciclo PHVA en el marco para la implantación de la especificación UNE 0060 de manera comparada con ISO 9001, se incluye la figura 4.8.1.

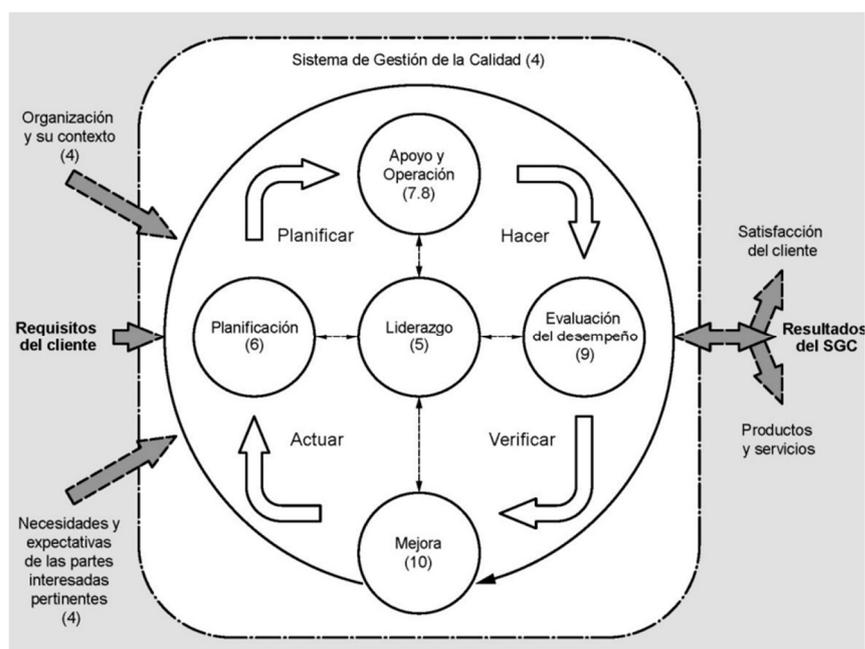


Figura 4.8.1. Representación de la estructura de ISO 9001 con el ciclo PHVA. Fuente: ISO 9001.

En la tabla 4.8.1 se muestra la equivalencia entre los requisitos de ISO 9001 y de UNE 0060 con el ciclo PHVA.

Ciclo PHVA	Requisitos ISO 9001	Requisitos UNE 0060
Planificar	Planificación (6)	Planificación (5)
Hacer	Apoyo y operación (7,8)	Apoyo y operación (6,7)
Verificar	Evaluación del desempeño (9)	Evaluación del desempeño (9)
Actuar	Mejora continua (10)	Mejora continua (10)

Tabla 4.8.1. Equivalencia entre los requisitos de ISO 9001 y de UNE 0060 con el ciclo PHVA.
Fuente: elaboración propia.

Según la norma ISO 9001 el ciclo PHVA puede describirse brevemente como sigue:

- **Planificar:** *establecer los objetivos del sistema y sus procesos, y los recursos necesarios para generar y proporcionar resultados de acuerdo con los requisitos del cliente y las políticas de la organización, e identificar y abordar los riesgos y las oportunidades;*
- **Hacer:** *implementar lo planificado;*
- **Verificar:** *realizar el seguimiento y (cuando sea aplicable) la medición de los procesos y los productos y servicios resultantes respecto a las políticas, los objetivos, los requisitos y las actividades planificadas, e informar sobre los resultados;*
- **Actuar:** *tomar acciones para mejorar el desempeño, cuando sea necesario.*

Lo requisitos correspondiente a las fases de Planificar, Hacer y Verificar ya han sido expuestos a lo largo de la presente tesis. Seguidamente se va a proponer las posibles herramientas de mejora que se podrían aplicar en el ámbito de la investigación. Entre las herramientas aplicables en la mejora continua del *Sistema de gestión para la digitalización* se van a comentar las siguientes:

- Grupos de mejora.
- Metodología de las 5S.
- Herramientas de la calidad.

4.8.1.- Grupos de mejora

Según González y Manzanares (44) *los grupos de mejora pueden ser considerados como una de las herramientas de gestión más eficientes para conseguir la resolución de problemas y la mejora continua por parte de una organización.* También indican que:

- *la finalidad del grupo de mejora es colaborar en el cumplimiento de la mejora continua, la resolución de problemas o potenciales problemas y el desempeño de los procesos o actividades de trabajo que se desarrollan en cada departamento de cualquier organización que quiera cumplir con los requisitos de ISO 9001;*
- *cada grupo de mejora debe evaluar la marcha de los procesos y trabajos que se realizan en cada departamento, registrando los problemas que se detectan y las propuestas de mejoras y acuerdos alcanzados.*

En el caso de la aplicación de los Grupos de mejora al *Sistema de gestión para la digitalización* estos deberían ser liderados por el personal con perfiles digitales identificados por la organización.

4.8.2.- Metodología de las 5S

La metodología de las 5S es una técnica de mejora continua desarrollada por Toyota en los años 60. La finalidad de la metodología es mejorar las zonas de trabajo, almacenes y oficinas de una organización. Puede aplicarse en todo tipo de empresas y organizaciones, es por esto que también sería aplicable a las organizaciones que quieran realizar su transformación digital hacia la industria 4.0.

Según González y Manzanares (45) *el objetivo de la metodología consiste en mejorar y mantener las condiciones establecidas de organización, orden y limpieza aplicable a las actividades que se pueden desarrollar en un centro de trabajo, tanto si el centro de trabajo es una empresa de servicios o un centro de producción.*

En lo referente a las ventajas para una organización que aplique la metodología de las 5S, González y Manzanares indican las siguientes:

- *Reducción de los tiempos de trabajo.*
- *Favorecen la conservación de herramientas y utillaje.*
- *Ayuda a la manipulación y preservación de los productos.*
- *Mejora de la prevención de riesgos laborales.*
- *Se crea un entorno de trabajo agradable para el personal.*
- *Mejora la imagen de la organización ante visitas de clientes y proveedores, así como cuando se realizan auditorías de certificación de la norma ISO 9001 o se realizan inspecciones de trabajo por parte de la administración pública.*
- *Ahorro de costes al evitar la pérdida de productos y herramientas o el daño de los mismos.*
- *Evidencia la metodología de la mejora continua.*

Las 5S corresponden a las iniciales de cinco palabras japonesas que nombran a cada una de las cinco fases que componen la metodología:

1ªS SEIRI: ORGANIZACIÓN

2ªS SEITON: ORDEN

3ªS SEISO: LIMPIEZA

4ªS SEIKETSU: CONTROL VISUAL

5ªS SHITSUKE: DISCIPLINA Y HÁBITO

Como ejemplo de aplicación de la metodología de las 5S, Manzanares, Sánchez, González y Fuentes (46) muestran en su artículo un ejemplo de aplicación real de la metodología de las 5S.

En su artículo se puede evidenciar el desarrollo de la aplicación de la metodología de las 5S a una organización del ámbito industrial que realiza procesos de soldeo de materiales metálicos.

Desde el punto de vista de la mejora continua para las empresas del ámbito industrial que realicen procesos de soldeo, incluso si realizan procesos de otro tipo, es recomendable la utilización de hojas de mejora como la que se muestra en la figura 4.8.2.1.

IMPROVEMENT DOCUMENT		HOJA: 1 DE: 1	
Nº de mejora: 0919			
Ambito de actuación	Materiales dispersos orientados alrededor del mueble azul.		
Hoja emitida por	Robin Casas Guerrero	Fecha de emisión	
Revisado y aprobado por	Carlos Herrero Ortiz	Fecha de xxx y aprobación	
INITIAL STATE			
			
PROPUESTA DE MEJORA: Ordenar los diversos materiales.			
Recursos humanos	Encargado de Taller, dos Técnicos de Fabricación		
Recursos técnicos	EPI's		
Resp. de implantación	Miguel Ángel salinas		
Resp. de seguimiento	Robin Casas Guerrero		
Tiempo estimado	Un día		
IMPROVEMENT PROPOSAL			
			
Costes de la implantación	Dos horas de Encargado de Taller + 2 horas de dos Técnicos de Fabricación (Haciendo otras labores de mejora continua de forma simultánea)		
Cierre del seguimiento	Robin Casas Guerrero	Fecha cierre seguimiento	
Aprobado cierre implantación	Carlos Herrero Ortiz	Fecha cierre implantación	

Figura 4.8.2.1. Ejemplo de hoja de mejora para aplicación de la metodología de las 5S. Fuente: Five S framework for an arc welding sustainable process of metallic structural parts.

4.8.3.- Herramientas de la calidad

Al ser la UNE 0060 un sistema normalizado de gestión posiblemente sería beneficioso para el *Sistema de gestión para la digitalización* la introducción de la estrategia Kaizen.

Según González, Domingo y Sebastián (47) los principios en los que se basa la estrategia Kaizen son los siguientes:

- *Integración de todos los sistemas de gestión*
- *Mantener el nivel alcanzado y mejorarlo*
- *Definición de la Dirección*
- *La importancia de las reglas y la estandarización*
- *Mejora e innovación*
- *Gestión orientada al proceso*
- *El papel de los ejecutivos*
- *Gemba*

De los anteriores principios se destaca el principio Gemba.

Gemba es una voz japonesa y corresponde al lugar donde las personas realizan el trabajo, por tanto, donde se crea el valor, y en consecuencia debe de ser el lugar más importante para la Dirección. Cuando ocurren problemas, los ejecutivos han de trasladarse a gemba para averiguar qué sucedió, buscar el origen inmediato de los mismos, tomar las medidas necesarias, identificar la causa inicial del problema en estudio y establecer las reglas oportunas para evitar su reaparición.

En un entorno de transformación digital es muy importante que los recursos humanos puedan contar con la dirección de las organizaciones en la resolución de los problemas que se puedan encontrar en el proceso de transformación digital hacia la Industria 4.0.

González, Domingo y Sebastián (48) establecen las herramientas de mejora agrupadas por familias como son:

- *Las siete herramientas de gestión de la calidad (7H)*
- *Técnicas básicas de mejora de la calidad*
- *Otras técnicas básicas de mejora de la calidad*
- *Técnicas de mejora de diseño*
- *Técnicas de mejora de procesos*
- *Técnicas de mejora de gestión*

La tabla 4.8.3.1 muestra el listado de herramientas de mejora de cada una de las familias.

Siete herramientas calidad (7H)	Técnicas básicas mejora de la calidad (7M)	Otras técnicas básicas de mejora de la calidad
Hoja de recopilación de datos Diagrama causa-efecto Histograma Estratificación Diagrama de Pareto Diagrama de dispersión Gráficos de control	Diagrama de afinidad Diagrama de árbol Diagrama matricial Diagrama de flechas PDPC Diagrama de relaciones Matriz de análisis de datos	Brainstorming Diagrama de flujo
Técnicas de mejora de diseño	Técnicas de mejora de procesos	Técnicas de mejora de gestión
AMFEC Despliegue de la función calidad Función pérdida de Taguchi Análisis del valor DFMA	Poka-yoke Las 5S Mantenimiento productivo total ARPCP Ingeniería concurrente	Benchmarking Reingeniería de procesos Gestión del conocimiento

Tabla 4.8.3.1. Listado de herramientas de mejora. Basada en Técnicas de mejora de la calidad.

Todo el personal de la organización debería recibir y trabajar con las herramientas de mejora indicadas en la tabla 4.8.3.1. La formación y uso de cada herramienta dependerá del departamento y de los procesos que controlan o realizan las personas de la organización.

5.- RESULTADOS

Como resultados del trabajo de investigación realizado se han obtenido una serie de documentos y registros que se estiman podrían servir a cualquier organización que desee implantar los requisitos de la especificación UNE 0060 Industria 4.0 *Sistemas de gestión para la digitalización. Requisitos* en su edición de 2018. Esto conlleva la ventaja de que la organización contaría con un *Sistema de gestión para la digitalización* lo que le permitiría realizar la transformación digital de la misma hacia la Industria 4.0.

Los documentos principales propuestos a desarrollar en el *Sistema de gestión para la digitalización* se muestran en la tabla 5.1.

Documentos principales propuestos	
Manual del sistema de gestión para la digitalización	
Manual de la Industria 4.0	
Documentos generales	
Liderazgo y compromiso de la Dirección con la digitalización	
Propuestas de necesidades de tecnologías para la digitalización de los procesos y la cualificación del personal	
Planificación económica financiera	
Plan TIC	
Plan de digitalización	
Matriz de las tecnologías de la Industria 4.0 de la organización	
Mapa de procesos	
Diagrama de arquitectura tecnológica	
Ficha de control de procesos subcontratados externamente	
Plan de formación y registros	
Política de fomento de la innovación colaborativa	
Procedimientos de gestión (PG)	
PG-01	Control de la información documentada
PG-02	Planificación
PG-03	Competencia, talento y capital humano (formación)
PG-04	Gestión de la innovación y del conocimiento
PG-05	Seguimiento, medición y evaluación (auditorías, no conformidades...)
PG-06	Gestión de proyectos
PG-07	Mejora Continua

Tabla 5.1. Documentos principales propuestos. Fuente: propia

Documentos principales propuestos (continuación de la tabla)
Procedimientos de gestión digital (PGD)
PGD-01 Gestión y mantenimiento de la infraestructura
PGD-02 Digitalización de los procesos
PGD-03 Gestión del cliente y producto/servicio
PGD-04 Gestión y control de los datos digitales
PGD-05 Gestión y control de la conectividad
PGD-06 Procesamiento y almacenamiento de la información y datos
PGD-07 Hibridación del mundo físico y digital
PGD-08 Comunicación y atención al cliente (aplicaciones de cliente)
PGD-09 Gestión y control de la seguridad de la información - Ciberseguridad

Tabla 5.1. Documentos principales propuestos. Fuente: propia

En lo referente a la normativa propuesta para facilitar la implantación de los requisitos de la especificación UNE 0060, la tabla 5.2. muestra la relación establecida entre los requisitos y las normas propuestas de apoyo.

Tabla cruzada UNE 0060-normas de apoyo		
Nº	Requisitos de UNE 0060	Norma de apoyo
3	Contexto de la industria digital	UNE-EN ISO 9001
4	Liderazgo	UNE-EN ISO 9001
5	Planificación	UNE-EN ISO 9001 UNE-ISO 31000
6	Apoyo	
6.1	Infraestructura	UNE-EN ISO 9001 UNE-ISO 10007 UNE-ISO 21500
6.2	Competencia, talento y capital humano	UNE-EN ISO 9001 UNE-EN 16234-1 UNE-ISO 10015
6.3	Información documentada	UNE-EN ISO 9001 UNE-ISO 10013 UNE 66175
7	Operación (a todos apartados)	UNE-ISO 10014 UNE-ISO 31000
7.1	Visión de los procesos	UNE-EN ISO 9001 UNE 66175 UNE-ISO 19011 UNE-ISO 31000
7.2	Visión de cliente y producto/ servicio	UNE-EN ISO 27001 UNE-EN ISO 27002
7.3	Visión de los datos digitales	UNE-EN ISO 27001 UNE-EN ISO 27002
7.4	Visión de la tecnología	UNE-EN ISO 27001 UNE-EN ISO 27002
7.4.1	Conectividad	UNE-EN ISO 27001 UNE-EN ISO 27002
7.4.2	Procesamiento y almacenamiento	UNE-EN ISO 27001 UNE-EN ISO 27002
7.4.3	Hibridación de mundo físico y digital	UNE-EN ISO 27001 UNE-EN ISO 27002
7.4.4	Aplicaciones de cliente	UNE-ISO 10007
7.4.5	Seguridad de la información – Ciberseguridad	UNE-EN ISO 27001 UNE-EN ISO 27002
8	Innovación	UNE-ISO 10014 ISO 27001 UNE-ISO 31000 UNE 412001 IN
9	Seguimiento, medición y evaluación	UNE-EN ISO 9001 UNE-EN ISO 19011 UNE 66175 UNE 0061
10	Mejora continua	UNE-EN ISO 9001

Tabla 5.2. Tabla cruzada de requisitos de UNE 0060 y las normas de apoyo. Fuente: propia.

6.- CONCLUSIONES Y DESARROLLOS FUTUROS

Se presentan las siguientes conclusiones:

- El desarrollo de sistemas de gestión para la digitalización según los requisitos de la especificación UNE 0060 puede ser una excelente ayuda para las organizaciones ya sean públicas o privadas especialmente en el caso de las que se consideren pyme.
- La especificación UNE 0060 permite de manera planificada, organizada y estructura la implantación de un *Sistema de gestión para la digitalización*.
- El *Sistema de gestión para la digitalización* permitirá a la organización que lo establezca desarrollar sus mejoras en base al ciclo de la mejora continua PHVA, que en el caso de UNE 0060 ha estimado un ciclo de 3 años para la implantación de la totalidad de sus requisitos, salvo los que no se consideren aplicables a la organización.
- La aplicación de la especificación UNE 0060 va a ayudar a reducir la posible brecha digital de la organización y de su personal en el contexto de su ámbito de actuación.
- El *Sistema de gestión para la digitalización* va a ayudar a la organización a la incorporación de las diferentes *tecnologías habilitadoras* en función de sus necesidades con el fin de ayudarles a conseguir la digitalización y automatización de sus procesos ganando la empresa en eficiencia y competitividad.

En lo referente a desarrollos futuros:

- Se podría establecer la sistemática de evaluación del sistema de gestión para la digitalización mediante la realización de la metodología de auditorías similar a las auditorías realizadas como por ejemplo en el sistema normalizado de gestión ISO 9001, estableciendo el programa de auditoría, los auditores independientes y su cualificación. Los criterios de evaluación ya quedan establecidos en la especificación UNE 0061.
- Las auditorías podrían ser tanto internas como externas. Las auditorías externas a su vez podrían ser de segunda parte (auditoría de evaluación de cliente a proveedor) y de tercera parte (auditoría de un organismo independiente de certificación de sistemas normalizados de gestión).

- También se podría desarrollar una tercera especificación, la UNE 0062, que establezca una base común de posibles indicadores que permitan a las propias organizaciones que implantan UNE 0060 y a los organismos públicos a nivel autonómico y nacional, el estado de la transformación digital de las organizaciones y el grado de cumplimiento con la Industria 4.0, permitiendo a las organizaciones el establecimiento de acciones de mejora, entre otras, y a los organismos públicos el establecimiento de políticas y actuaciones para la mejora de las organizaciones y empresas ubicadas en su territorio.

BIBLIOGRAFÍA

Normativa

- Especificación UNE 0060, Industria 4.0. Sistema de gestión para la digitalización. Requisitos. UNE, Madrid, 2018.
- Especificación UNE 0061, Industria 4.0. Sistema de gestión para la digitalización. Criterios para la evaluación de requisitos. UNE, Madrid, 2019.
- UNE-EN ISO 9000. Sistemas de gestión de la calidad. Fundamentos y vocabulario. AENOR, Madrid, 2015
- UNE-EN ISO 9001, Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos. AENOR, Madrid, 2015.
- UNE-ISO 10007, Sistemas de gestión de la calidad. Directrices para la gestión de la configuración. UNE, Madrid, 2018.
- UNE-ISO 10014, Sistemas de gestión de la calidad. Gestión de una organización para resultados de calidad. Orientación para obtener beneficios económicos y financieros. UNE, Madrid, 2021.
- UNE-ISO 10015, Sistemas de gestión de la calidad. Directrices para la gestión de la competencia y el desarrollo de las personas. UNE, Madrid, 2020.
- UNE-EN ISO/IEC 27001, Tecnología de la información. Técnicas de seguridad. Sistemas de Gestión de la Seguridad de la Información. Requisitos. UNE, Madrid, 2017.
- UNE-EN ISO/IEC 27002, Tecnología de la Información. Técnicas de seguridad. Código de prácticas para los controles de seguridad de la información. UNE, Madrid, 2017
- UNE-EN 16234-1, Marco de e-Competencias (e-CF). Marco europeo común para los profesionales de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en todos los sectores de actividad. Parte 1: Marco. AENOR, Madrid, 2016.
- UNE-EN ISO 19011, Directrices para la auditoría de los sistemas de gestión. UNE, Madrid, 2018.
- UNE 66175: 2003, Sistemas de Gestión de la Calidad. Guía para la implantación de sistemas de indicadores. AENOR, Madrid, 2017.
- UNE 66177, Sistemas de gestión. Guía para la integración de los sistemas de gestión. AENOR, Madrid 2005.
- UNE-EN ISO 21500, Gestión de proyectos, programa y cartera de proyectos. Contexto y conceptos. UNE, Madrid, 2022.
- UNE-ISO 31000, Gestión del riesgo. Directrices. UNE, Madrid, 2018.
- UNE 412001, Guía práctica de gestión del conocimiento. UNE, Madrid, 2008.

Resto de referencias

- (1) Informe de la pyme edición 1 de enero de 2021. Ministerio de Industria Comercio y Turismo de España. URL: <http://www.ipyme.org/Publicaciones/Retrato-PYME-DIRCE-1-enero-2021.pdf>
- (2) Joyanes Aguilar, L. Industria 4.0. la cuarta revolución industrial. Editorial Alfaomega- Marcombo. Primera edición (pág. XIX). ISBN: 978-8426725684. Barcelona, 2018.
- (3) Joyanes Aguilar, L. Industria 4.0. la cuarta revolución industrial. Editorial Alfaomega- Marcombo. Primera edición (pág. XIX). ISBN: 978-8426725684. Barcelona, 2018.
- (4) Joyanes Aguilar, L. Industria 4.0. la cuarta revolución industrial. Editorial Alfaomega- Marcombo. Primera edición (pág. XXI). ISBN: 978-8426725684. Barcelona, 2018.
- (5) Joyanes Aguilar, L. Industria 4.0. la cuarta revolución industrial. Editorial Alfaomega- Marcombo. Primera edición (pág. XIX). ISBN: 978-8426725684. Barcelona, 2018.
- (6) Joyanes Aguilar, L. Industria 4.0. La cuarta revolución industrial. Editorial Alfaomega-Marcombo. Primera edición (pág. XX). ISBN: 978-8426725684. Barcelona, 2018.
- (7) Rodal Montero, E. Industria 4. 0. Conceptos, tecnologías habilitadoras y retos. (pág. 24). ISBN: 978-8436842142. Ediciones Pirámide. Madrid, 2020.
- (8) Web Industria Conectada 4.0. Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. URL: www.industriaconectada40.gob.es/Paginas/index.aspx
- (9) Trabado, M.A. Transformación digital. La nueva estrategia empresarial del siglo XXI. (pág. 24). ISBN: 978-8441542792. Ediciones Anaya Multimedia. Madrid, 2020.
- (10) Índice de la Economía y la Sociedad Digitales (DESI) de España 2021. URL: https://espanadigital.gob.es/sites/agendadigital/files/2021-11/DESI_2021_Spain_es_STMRZhHU9bUhcKa5kUTestGx9vM_80601.pdf
- (11) Informe del estado de la transformación digital de las empresas de Andalucía. 2021. Consejería de Economía, Conocimiento, Empresas y Universidad de la Junta de Andalucía. URL: <https://observatorio.andaluciaconectada.es/publicaciones/informe-del-estado-de-la-transformacion-digital-en-andalucia/>
- (12) Diagnóstico de la situación de la Industria 4.0 en Andalucía. 2021. Consejería de Economía, Conocimiento, Empresas y Universidad de la Junta de Andalucía. URL: <https://observatorio.andaluciaconectada.es/publicaciones/diagnostico-de-la-situacion-de-la-industria-4-0-en-andalucia/>
- (13) Web de la Asociación española de Normalización UNE. URL: www.une.org
- (14) Manzanares Cañizares, C. y González Gaya, C. "Integral management system 12 Bookshelves"; *Procedia Manufacturing* Vol. 13 págs. 1059-1064. ISSN: 2351-9789. Editorial Elsevier. 2017. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.133>
- (15) González Gaya, C. y Manzanares Cañizares, C. Sistemas de Gestión de la Calidad. Guía de aplicación. (pág. 55). ISBN: 978-8436275971. Editorial UNED. Madrid, 2020.
- (16) González Gaya, C. y Manzanares Cañizares, C. Sistemas de Gestión de la Calidad. Guía de aplicación. (pág. 54). ISBN: 978-8436275971. Editorial UNED. Madrid, 2020.
- (17) González Gaya, C. y Manzanares Cañizares, C. Sistemas de Gestión de la Calidad. Guía de aplicación. (pág. 66). ISBN: 978-8436275971. Editorial UNED. Madrid, 2020.

- (18) González Gaya, C. y Manzanares Cañizares, C. Sistemas de Gestión de la Calidad. Guía de aplicación. (pág. 65). ISBN: 978-8436275971. Editorial UNED. Madrid, 2020.
- (19) Web Microsoft Exchange.
URL: <https://docs.microsoft.com/es-es/exchange/architecture/architecture?view=exchserver-2019>
- (20) González Gaya, C. y Manzanares Cañizares, C. Sistemas de Gestión de la Calidad. Guía de aplicación. (pág. 59). ISBN: 978-8436275971. Editorial UNED. Madrid, 2020.
- (21) González Gaya, C. y Manzanares Cañizares, C. Sistemas de Gestión de la Calidad. Guía de aplicación. (pág. 57). ISBN: 978-8436275971. Editorial UNED. Madrid, 2020.
- (22) González Gaya, C. y Manzanares Cañizares, C. Sistemas de Gestión de la Calidad. Guía de aplicación. (pág. 59). ISBN: 978-8436275971. Editorial UNED. Madrid, 2020.
- (23) Berger, R. España 4.0. El reto de la transformación digital de la economía. Siemens. 2016 (pag.11).
URL: https://circulodeempresarios.org/transformacion-digital/wp-content/uploads/PublicacionesInteres/10.Estudio_Digitalizacion_Espana40_Siemens.pdf
- (24) Gavilán, I.G.R. Robots en la sombra. RPA, Robots conversacionales y otras formas de automatización cognitiva. (pag. 146 y 147). ISBN: 978-8441543478. Ediciones Anaya Multimedia. Madrid, 2021.
- (25) Rodal Montero, E. Industria 4. 0. Conceptos, tecnologías habilitadoras y retos. (pág. 31). ISBN: 978-8436842142. Ediciones Pirámide. Madrid, 2020.
- (26) Vannieuwenhuyze, A. Inteligencia artificial fácil. Machine Learning y Deep Learning prácticos. (PÁG. 26). ISBN: 978-2409025327. Ediciones ENI. Cornellá de Llobregat, 2020.
- (27) Gavilán, I.G.R. Robots en la sombra. RPA, Robots conversacionales y otras formas de automatización cognitiva. (pág. 182). ISBN: 978-8441543478. Ediciones Anaya Multimedia. Madrid, 2021.
- (28) Gavilán, I.G.R. Robots en la sombra. RPA, Robots conversacionales y otras formas de automatización cognitiva. (pág. 183). ISBN: 978-8441543478. Ediciones Anaya Multimedia. Madrid, 2021.
- (29) Rodal Montero, E. Industria 4.0. Conceptos, tecnologías habilitadoras y retos. (pág. 31). ISBN: 978-8436842142. Ediciones Pirámide. Madrid, 2020
- (30) Web Idea Ingeniería. URL: www.ideaingenieria.es/industria-4-0/que-es-una-smart-factory-caracteristicas-tecnologias/
- (31) Web evaluado software. Tecnología de geolocalización.
URL: www.evaluadosoftware.com/la-geolocalizacion-funciona/
- (32) Rodal Montero, E. Industria 4. 0. Conceptos, tecnologías habilitadoras y retos. (pág. 40). ISBN: 978-8436842142. Ediciones Pirámide. Madrid, 2020
- (33) Rodal Montero, E. Industria 4. 0. Conceptos, tecnologías habilitadoras y retos. (pág. 40 y 41). ISBN: 978-8436842142. Ediciones Pirámide. Madrid, 2020.
- (34) Rodal Montero, E. Industria 4. 0. Conceptos, tecnologías habilitadoras y retos. (pág. 40). ISBN: 978-8436842142. Ediciones Pirámide. Madrid, 2020
- (35) Rodal Montero, E. Industria 4. 0. Conceptos, tecnologías habilitadoras y retos. (pág. 40). ISBN: 978-8436842142. Ediciones Pirámide. Madrid, 2020
- (36) Rodal Montero, E. Industria 4. 0. Conceptos, tecnologías habilitadoras y retos. (pág. 44). ISBN: 978-8436842142. Ediciones Pirámide. Madrid, 2020
- (37) Guía Modelo Gemelo Digital de NAVANTIA. URL: www.navantia.es/es/navantia-4-0/astillero-4-0/gemelo-digital/

- (38) Web UNIVERSAL Robots. URL: www.universal-robots.com/es
- (39) González Mora, S. Máquinas inteligentes. Investiga TEC. 2017 (pág. 14). URL: https://revistas.tec.ac.cr/index.php/investiga_tec/article/view/3142/2862
- (40) Groover, M.P. Fundamentos de manufactura moderna. Materiales, procesos y sistemas. Tercera edición (pág. 787 a 793 a.i.). ISBN: 978-9701062401. Editorial McGrawHill. Mexico, 2007.
- (41) Martínez Aguiló, J. Industria 4. 0. La transformación digital en la industria. (pag. 30, 31, 32 y 36). ISBN: 978-8491804918. Editorial UOC. Barcelona, 2019.
- (42) González Gaya, C. y Manzanares Cañizares, C. Sistemas de Gestión de la Calidad. Guía de aplicación. (pag. 164). ISBN: 978-8436275971. Editorial UNED. Madrid, 2020.
- (43) González Gaya, C. y Manzanares Cañizares, C. Sistemas de Gestión de la Calidad. Guía de aplicación. (pag. 167 y 168). ISBN: 978-8436275971. Editorial UNED. Madrid, 2020.
- (44) González Gaya, C. y Manzanares Cañizares, C. Sistemas de Gestión de la Calidad. Guía de aplicación. (pag. 31). ISBN: 978-8436275971. Editorial UNED. Madrid, 2020.
- (45) González Gaya, C. y Manzanares Cañizares, C. Sistemas de Gestión de la Calidad. Guía de aplicación. (pag. 37). ISBN: 978-8436275971. Editorial UNED. Madrid, 2020.
- (46) Five S framework for an arc welding sustainable process of metallic structural parts. Sustainability 2022, 14 (11). ISSN: 2071-1050. Editorial MDPI. <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/11/6499/htm>
- (47) González Gaya, C., Domingo Navas, R. y Sebastián Pérez, MG. Técnicas de Mejora de la Calidad. (pag. 27 y 29). ISBN: 84-36241231. Editorial UNED. Madrid 2000.
- (48) González Gaya, C., Domingo Navas, R. y Sebastián Pérez, MG. Técnicas de Mejora de la Calidad. ISBN: 84-36241231. Editorial UNED. Madrid, 2000.