



@CDTIoficial

FABRICACIÓN INTELIGENTE

China

Abril 2018

Este documento ha sido realizado por Gregorio Millán Castilla,
representante del Centro para el Desarrollo Tecnológico e Industrial, E.P.E. en China

Contenido

Lista de acrónimos	4
1. Resumen ejecutivo	6
2. Descripción del sector y clasificación de actividades	7
3. Sistema chino de Ciencia y Tecnología	8
Componentes y gestión del Sistema de Ciencia y Tecnología	9
Políticas de Ciencia y Tecnología	10
13 ^{er} Plan Quinquenal (2016-2020)	10
Made in China 2025	11
Organismos relevantes en el sector industrial chino	11
4. Contexto actual del sector	12
Made in China 2025	12
Intelligent Manufacturing Development Plan (2016 - 2020)	15
Internet Plus	16
5. Internet de las Cosas (IoT)	17
Tendencias en IoT (33)	18
Wuxi	18
Tecnología de empresas chinas	18
Oportunidades en el sector de IoT (40)	19
6. Inteligencia Artificial (IA)	20
Visión global de la IA en China (43)	20
Plan del gobierno	21
Factores que fomentan la IA en China (43) (46)	21
Laboratorios de IA	23
Proyectos de IA (53)	24
Localización de startups vinculadas con IA	24
Principales empresas por áreas tecnológicas en IA (43)	25
7. Robótica	27
Características de la industria robótica en China (50)	27
Tendencias tecnológicas del sector	28
Problemas de la industria robótica china (50)	28
Medidas gubernamentales	29
Localización	30
Empresas e instituciones de R&D más destacadas (50)	30

Compras de empresas de robótica	32
8. Fabricación aditiva (impresión 3D).....	34
Plan del Gobierno.....	34
Tendencias tecnológicas	35
Empresas	35
9. Estandarización de la fabricación inteligente	37
10. Oportunidades para empresas españolas.....	38
11. Recomendaciones generales.....	40
Eventos de interés.....	41
Páginas web de utilidad	42
Bibliografía	43

Lista de acrónimos

C&T	Ciencia y tecnología
CAAI	Chinese Association for Artificial Intelligence
CABRI	China Automotive Battery Research Institute Co., Ltd
CAE	Academia china de ingeniería
CAS	Academia china de ciencias
CDTI	Centro para el desarrollo tecnológico industrial
CEIS	China Economic Information Service
CEO	Director general
CNC	Control numérico computarizado
CNCA	Certification and Accreditation Administration
CNY	Moneda nacional china (Yuan chino)
CPS	Cyber-Physical-Systems
CQC	China Quality Certification Centre
CRIA	China Robot Industry Alliance
CRM	Customer Relationship Management
ERP	Enterprise Resource Planning
I+D	Inversión más desarrollo
IA	Inteligencia Artificial
IOE	Internet of Everything
IoT	Internet de las Cosas (Internet of Things)
IPR	Intelectual Property Rights
M2M	Machine to machine
MEMS	Sistemas microelectromecánicos
MIIT	Ministerio de industria y de tecnologías de la información
MOE	Ministerio de educación
MOF	Ministerio de finanzas

@CDTIoficial

MOST	Ministerio de ciencia y tecnología
NDRC	Comisión nacional de reforma y desarrollo
NDRC	National Development and Research Commission
NQI	National Quality Infrastructures
NRCPC	National Research of Parallel Computer Engineering and Technology
NSFC	Fundación nacional de ciencias naturales de China
PIB	Producto interior bruto
PLC	Controladores lógicos programables
PNC	Punto nacional de contacto
RMB	Moneda nacional china (renminbi)
SAC	Standardization Administration of the People's Republic of China
SASAC	State Council's State-owned Assets Supervision and Administration Commission
SLM	Selective laser melting
SME	Small and medium companies
UE	Unión Europea
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

1. Resumen ejecutivo

Este informe recoge el estado tecnológico actual del sector industrial en China, haciendo hincapié en la fabricación inteligente o Smart Manufacturing.

En los primeros apartados del informe se definen los conceptos que son tratados en el estudio. También se muestran los principales componentes y gestores del sistema de ciencia y tecnología chino y las políticas gubernamentales y organismos más relevantes en el sector.

Posteriormente se analizan cuatro ámbitos de la fabricación inteligente en China que se han considerado importantes por su papel en la actualidad. El primer campo de estudio es el de Internet de las Cosas (IoT). Se muestra una visión global del estado tecnológico del IoT en China, señalando las tendencias del sector y las principales empresas empleando esta tecnología.

Más adelante se estudia el desarrollo de la Inteligencia Artificial (IA) en China. Para ello se ofrece una visión del mercado, de las regulaciones hechas por el gobierno para fomentar el sector y se explican algunos factores que estimulan la implantación de esta tecnología en el país. Además, se enumeran algunos centros de I+D dedicados al estudio y desarrollo de la IA y los proyectos y empresas más relevantes en el sector.

Otro elemento a tratar es la robótica. En este caso, se estudian las características del sector en la región resaltando las tendencias tecnológicas, las medidas gubernamentales implantadas para apoyar la industria y los problemas que presenta. Al mismo tiempo, se incluyen las empresas e instituciones de I+D más destacadas y las principales adquisiciones de empresas de robótica acometidas por grupos locales en el mercado internacional.

Tras esto se presentan las novedades del sector chino sobre manufactura aditiva o impresión en 3D, puntualizando los planes gubernamentales y las principales empresas en cuanto a nivel tecnológico.

Acto seguido, se muestran los esfuerzos que se están llevando a cabo para conseguir la estandarización de procesos y se valoran las posibilidades y oportunidades de negocio de las empresas españolas en el mercado. Para concluir, se establecen unas recomendaciones generales para llevar a cabo actividades empresariales en China y algunos de los eventos y páginas web más destacadas del sector.

2. Descripción del sector y clasificación de actividades

El sector industrial está evolucionando hacia sistemas mejor conectados que conllevan el desarrollo de nuevas tecnologías y que permiten conseguir modelos productivos más eficientes. Se está creando una nueva era dominada por fábricas inteligentes, caracterizadas por la interconexión de máquinas y sistemas y por un fluido intercambio de información.

Para dar un nombre a este concepto de producción, que puede llegar a entenderse como la 4ª revolución industrial, se ha tomado como referencia la denominación empleada por el gobierno de Alemania para su proyecto sobre el nuevo sector industrial alemán de tecnologías punteras, llamado Industria 4.0.

La industria 4.0 o fabricación avanzada (Smart Manufacturing) se caracteriza por la utilización de tecnologías como el Big Data, Internet de las Cosas (Internet of Things), Inteligencia Artificial (IA), fabricación aditiva o impresión 3D, automatización, robótica, cloud computing, sistemas de localización y monitorización, sistemas de interfaz hombre-máquina, sensores, actuadores y sistemas embebidos.

En este informe se ha analizado el estado actual y tecnológico de los siguientes conceptos:

- Internet de las Cosas (IoT): se considera la conexión digital entre todos los procesos, sistemas, dispositivos y/o tecnologías implicadas en un proceso productivo industrial.
- Inteligencia Artificial (IA): se define como la simulación de procesos de inteligencia humana por parte de máquinas, especialmente sistemas informáticos. Estos procesos incluyen el aprendizaje (la adquisición de información y reglas para el uso de la información), el razonamiento (usando las reglas para llegar a conclusiones aproximadas o definitivas) y la autocorrección. Las aplicaciones particulares de la IA incluyen sistemas expertos, reconocimiento de voz y visión artificial. Dentro del ámbito industrial está asociado al tratamiento y análisis de datos, definición y aplicación de algoritmos y establecimiento de patrones y sistemas de producción. (1)
- Robótica: se ocupa del diseño, construcción, operación, disposición estructural, manufactura y aplicación de los robots. La robótica combina diversas disciplinas como son: la mecánica, la electrónica, la informática, la inteligencia artificial, la ingeniería de control, la física, el álgebra, los autómatas programables, la animatrónica y las máquinas de estados. (2)
- Fabricación aditiva o impresión 3D: es un proceso por el que un archivo 3D es convertido en un objeto físico mediante la adición capa por capa de material. Este material puede ser plástico, resina, metal, papel y muchos más. (3)

3. Sistema chino de Ciencia y Tecnología

La administración china está impulsando su sistema de ciencia y tecnología. Tanto es así que el gasto en I+D ha pasado de no llegar al 1% del PIB en 2001 a situarse en el 2,07% del PIB en la actualidad. En el caso de la UE-28 se sitúa en el 2,05% del PIB. El gobierno chino pretende acrecentar este gasto y conseguir el objetivo del 2,5% del PIB en 2020 (4)(5)(6). Aun así, según datos del Fondo Monetario Internacional, China fue el segundo país del mundo que más invirtió en I+D en 2016 (20,4% del gasto mundial). Se prevé además que para el año 2026 China haya superado a Estados Unidos en el gasto en I+D. (7)



Figura 1. Gasto en I+D (% del PIB) de China, España y la UE. Fuente: Instituto de Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) (8).

Tabla 1. Gasto en I+D en 2015 de algunos países de referencia. Fuente: Instituto de Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) (8).

PAÍS	GASTO DE I+D COMO %PIB
Israel	4,27
República de Corea	4,23
Japón	3,28
Suecia	3,26
Dinamarca	3,01
Finlandia	2,90
Alemania	2,88
Estados Unidos	2,
China	2,07

PAÍS	GASTO DE I+D COMO %PIB
UE-28	2,05
España	1,22

Además, en el 13^{er} Plan Quinquenal la innovación y el emprendimiento han sido declarados como los ejes principales de la nueva economía China.

Asimismo, China ostenta el liderazgo mundial de ciertas publicaciones científicas; en ciencias químicas, el 25% de las publicaciones mundiales son chinas y en ciencias de materiales el 18% de las publicaciones mundiales son chinas. (7)

También hay que tener en cuenta que en China existen zonas especiales diseñadas por el Gobierno para apoyar el desarrollo de la economía, del comercio internacional o de la industria. Cuenta con aproximadamente 1600 zonas destinadas a fomentar el desarrollo industrial y económico del país. (9)

Componentes y gestión del Sistema de Ciencia y Tecnología

La administración del sistema de Ciencia y Tecnología chino se encuentra bajo el Consejo de Estado. De la administración del sistema se encargan varios ministerios, agencias nacionales y gobiernos locales; además de intervenir universidades, institutos de investigación y otros organismos. La administración es compleja, pero pueden resumirse los principales actores que intervienen y sus funciones como sigue:

- **Ministerio de Ciencia y Tecnología (MOST):** Crea políticas de C&T, administra los presupuestos para I+D, legisla en los campos de C&T y cofinancia la participación de China en Horizonte 2020.
 - Torch, Centro para el Desarrollo de la Industria de alta Tecnología: Su principal función es fomentar el desarrollo de las empresas innovadoras y de alta tecnología. Aunque su actividad no es exactamente igual que la de CDTI, es la agencia china que más se asemeja a éste. Es una entidad pública que depende directamente del Ministerio de Ciencia y Tecnología. Sus misiones son llevar a cabo el Programa Torch, otorgar el reconocimiento de empresa tecnológica que facilita el acceso a beneficios fiscales, promover la transferencia de tecnología, mejorar el entorno de la innovación y fomentar el desarrollo de la industria de base tecnológica.

El Programa Torch está enfocado a la comercialización de los productos de la I+D, la industrialización de los productos tecnológicos y la internacionalización de la industria tecnológica. Las herramientas que se emplean para el desarrollo del Programa Torch son las Zonas de Alta Tecnología, las Incubadoras de Negocios Tecnológicos (TBIs) y los incentivos fiscales.

Para mejorar el entorno de la innovación en China, lleva a cabo el Programa de Parques Nacionales de Ciencia y Tecnología así como el programa Torch de

Centros Industriales. Además, actúa como intermediario dando su apoyo a agencias de transferencia de tecnología, a empresas start-ups mediante capital riesgo y a centros de promoción de la competitividad.

- **Ministerio de Finanzas (MOF):** Máximo responsable de la financiación de la I+D. De la gestión de los fondos y de los programas se encargan otros organismos.
- **Ministerio de Industria y de Tecnologías de la Información (MIIT):** Establece la planificación industrial de China, las políticas y las regulaciones. Se encarga también de promover el desarrollo de la maquinaria tecnológica y la innovación en el sector de la comunicación, además de cofinanciar la participación de China en Horizonte 2020 en temas de transporte aeronáutico.
- **Ministerio de Educación (MOE):** A parte de ser el encargado de la Educación y por lo tanto, de los recursos humanos de C&T, muchas de las investigaciones en C&T comienzan siendo financiadas por el Ministerio de Educación en sus etapas iniciales. El MOE sirve de base para la investigación en C&T.
- **Academia China de Ciencias (CAS):** Tiene numerosos centros de investigación, universidades y organismos de gestión. Participa en la toma de decisiones y en las políticas de C&T como órgano de consulta del Gobierno. Con la intención de fortalecer la cooperación en ciencia y tecnología entre China y la Unión Europea se lanzó un nuevo programa de cooperación entre CAS y la UE a principios de 2015. Bajo este programa de cooperación, la Academia China de Ciencias podrá financiar a sus institutos de investigación y otras de sus entidades que formen parte de un consorcio al que se le haya concedido un proyecto Horizonte 2020.
- **Academia China de Ingeniería (CAE):** Similar a la Academia China de Ciencias, actúa también como órgano de consulta pero en el campo de la ingeniería.
- **Fundación Nacional de Ciencias Naturales de China (NSFC):** Ha sido integrada dentro del MOST. Financia proyectos de investigación básica basándose en su excelencia científica. y de igual forma, financia la participación nacional en las convocatorias ERA-NETS.
- **Comisión Nacional de Reforma y Desarrollo (NDRC):** Tiene estatus de Ministerio. Diseña las estrategias de desarrollo económico y social, los planes anuales y los planes de desarrollo a medio y largo plazo. (10)
- **China Science Technology Exchange Center (CSTEC):** Tras la última reforma del sistema chino de C&T, CSTEC es el organismo encargado de las relaciones internacionales en C&T y es el Punto Nacional de Contacto (PNC) para Horizonte 2020.

Políticas de Ciencia y Tecnología

Las principales políticas de ciencia y tecnología que han influido en el desarrollo de la fabricación inteligente o industria 4.0 en China son:

13^{er} Plan Quinquenal (2016-2020)

Este plan establece las directrices para el desarrollo a corto y medio plazo de la economía china. Establece los siguientes sectores como prioritarios para China (11):

@CDTIoficial

- Desarrollo basado en la innovación.
- Industria moderna.
- Internet: 5G, Internet de las Cosas e Internet Plus.
- Energías limpias.
- Urbanización: aumentar la población urbana y el desarrollo de súper urbes.
- Medio ambiente: consumo energético, protección medioambiental, control de las emisiones de carbono.

Para conseguir un sistema industrial moderno apuesta por el desarrollo de las llamadas industrias estratégicas emergentes, son las siguientes (12):

- Tecnologías de la Información.
- Biotecnología.
- Industria aeroespacial.
- Almacenamiento y distribución de energía.
- Materiales avanzados.
- Nuevos vehículos.

Made in China 2025

Este plan ha sido diseñado por el Ministerio de Industria y Tecnología de la Información con la ayuda de aproximadamente 150 expertos de la Academia China de Ingeniería. El objetivo de este plan es mejorar la calidad de la industria china haciéndola más eficiente. China necesita afrontar los retos derivados de la aparición de países con menores costes de producción, así como cooperar y competir con otros países muy desarrollados tecnológicamente.

Aunque es necesario que el Gobierno defina un marco legislativo y fiscal para llevar a cabo este plan, “Made in China 2025” resalta la importancia de confiar en el mercado, en la protección de la propiedad intelectual y en ayudar a las compañías chinas a incluir estándares internacionales en sus productos y servicios. Este plan pretende adaptarse mejor a la realidad de la industria china y a sus necesidades, mejorando su posición en los mercados internacionales.

Organismos relevantes en el sector industrial chino

Estos son algunos de los organismos más relevantes en el sector industrial chino:

- Chinese Association of Automation (13)
- China Robot Industry Alliance (CRIA) (14)
- Chinese Association for Artificial Intelligence (CAAI) (15)
- National Research of Parallel Computer Engineering and Technology (NRCPC)
- National Development and Research Commission (NDRC) (16)
- China Industry Information Institute
- China Industrial Control (17)
- China Machinery Industry Federation (18)

4. Contexto actual del sector

El sector industrial a nivel mundial está experimentando grandes cambios. La globalización e interconexión entre economías ha ocasionado que aumente el nivel competitivo y que sean necesarios sistemas productivos más eficientes, capaces de generar productos más avanzados con costes más bajos.

A este respecto, la fabricación inteligente pretende dar respuesta a esta necesidad, generando nuevos modelos de negocio donde el desarrollo y la aplicación de nuevas tecnologías lideren este cambio.

De igual forma, el gobierno chino ha considerado relevante para su economía la modernización de su industria y para ello ha desarrollado varios planes gubernamentales dirigidos a conseguir este objetivo. Son los siguientes:

Made in China 2025

Made in China 2025 es una iniciativa para modernizar y mejorar el rendimiento de la industria china. Está basada en la idea de industria 4.0 planteada por el gobierno alemán. Ha sido elaborada por el Ministry of Industry and Information Technology (MIIT) con la colaboración de 150 expertos del China Academy of Engineering. Consiste en un plan de 10 años que tendrá continuidad hasta 2045 con otros planes estratégicos que tienen como objetivo convertir a China en un líder industrial a nivel mundial.

Se trata por tanto de un proyecto a largo plazo que cuenta con un enfoque deductivo, es decir, el gobierno central es el encargado de establecer las prioridades para el desarrollo de la industria. Posteriormente, las empresas se encargan de seguir estas directrices para cubrir sus necesidades. Asimismo, el plan tiene orientación de mercado. (19)(20)(21)

Este programa cuenta con una financiación de 20 billones de CNY (2,7 billones de €) por parte del gobierno central. Independientemente, los gobiernos locales también están participando en la financiación de “Made in China 2025” con más de 10 billones de CNY que se esperan se inviertan en el período 2016-2020. (22)(23)

Por otro lado, el MIIT también cooperará con China Development Bank para prestar apoyo financiero para el desarrollo de proyectos bajo el plan “Made in China 2025”, a través de préstamos, bonos y leasing con un valor estimado de 300 billones de CNY para el período 2016-2020. (23)

De forma adicional, otros fondos gubernamentales también están financiando el desarrollo de las tecnologías de smart manufacturing en China. Por ejemplo, el “National IC Fund” con 139 billones de CNY de capital y el “Emerging Industries Investment Fund” con 40 billones de CNY. (6)

Los objetivos del plan son:

- Transformar la industria china y pasar de ser un gran fabricante a un líder mundial de la fabricación (“China needs to grow from big to strong”).
- Conseguir un modelo de producción basado en la innovación, caracterizado por la calidad sobre la cantidad, optimizando los recursos y siendo respetuoso con el medio ambiente.
- Acortar las diferencias tecnológicas con los países más desarrollados.
- Reducir la dependencia tecnológica de otros países y ser capaces de crear tecnología propia, sustituyéndola por la foránea.
- Conseguir la internacionalización de las empresas e industria chinas.

La estrategia Made in China 2025 se estructura en 9 actividades principales, centradas en 10 áreas prioritarias y 5 proyectos principales. (24)

Las 9 tareas principales son:

- Incrementar el poder de innovación en fabricación industrial.
- Promover la integración de la informatización y la industrialización.
- Reforzar la base industrial.
- Fomentar la creación de la marca de alta calidad.
- Implementar la fabricación verde o respetuosa con el medio ambiente.
- Promover el desarrollo de descubrimientos clave.
- Fomentar el ajuste estructural de la fabricación industrial.
- Desarrollar activamente los servicios de fabricación y producción orientados a servicios.
- Mejorar el nivel de internacionalización de la industria.

Estas tareas en su conjunto pretenden, por un lado, la completa integración de las tecnologías de la información en el proceso industrial y la consecución de un nuevo modelo productivo y por otro lado, la orientación de la industria hacia modelos sostenibles medioambientalmente basados en la orientación a mercado y con ámbito internacional.

Por su parte, también se definen 10 áreas prioritarias a desarrollar bajo este plan. Son las siguientes:

- Nueva generación de tecnologías de la información y la comunicación.
- Robótica y máquina herramienta de alta precisión.
- Equipamiento aeroespacial.
- Ingeniería marítima y buques de alta tecnología.
- Equipamiento ferroviario.
- Vehículos que utilicen nuevas fuentes de energía.
- Equipamiento eléctrico.
- Nuevos materiales.
- Biomedicina y aparatos y dispositivos médicos de alta tecnología.

- Equipamiento y maquinaria agrícola.

Para la consecución del plan se han identificado 5 proyectos clave: (24)(25)

- La construcción de centros nacionales de innovación para la fabricación. Hace alusión a la construcción de centros de I+D donde industria y organismos de investigación, como por ejemplo universidades, puedan trabajar de forma conjunta en las 10 áreas prioritarias identificadas. A día de hoy se ha terminado la construcción de un centro nacional de innovación para baterías. Este centro está bajo la dirección de CABRI (China Automotive Battery Research Institute Co., Ltd). En los próximos cinco años se va a llevar a cabo una inversión de 2 billones de RMB para llevar a cabo una plataforma de investigación e innovación que será coordinada por CABRI. (26)
Al mismo tiempo se han creado 19 centros provinciales para innovar en materia de fabricación. (27)(28)
- Intelligent Manufacturing. Se considera que la fabricación inteligente es la única forma de propiciar la digitalización y modernización de la industria. Para la consecución de este fin se están construyendo dos centros especializados en impresión 3D y robótica. (28)
- El fortalecimiento de la base industrial. Se entiende principalmente como la resolución de problemas asociados al uso de componentes básicos anticuados y la actualización de tecnología y materiales básicos.
- Fabricación ecológica: buscar soluciones a los problemas medioambientales ocasionados y procurar desarrollar un sector industrial respetuoso y eficiente medioambientalmente.
- Promover nuevas innovaciones de equipos de alta tecnología basados en la implementación de internet, máquinas herramienta de control numérico, grandes aeronaves y otros proyectos especiales.

Por otra vertiente, el gobierno normalmente lleva a cabo proyectos piloto para testear la viabilidad y el grado de consecución de los objetivos marcados. Así, en 2015 y 2016 el MIIT inició más de 200 proyectos sobre Smart Manufacturing a nivel empresarial. Además, el MIIT también ha establecido centros de innovación (centros especializados en impresión 3D y robótica, citados anteriormente) y ciudades piloto para el desarrollo de “Made in China 2025”, como Ningbo y seis ciudades y un distrito en la zona del delta del río Perla. (22)(29)

Las seis ciudades son Zhuhai, Foshan, Zhongshan, Jiangmen, Yangjiang y Zhaoqing y el distrito de Shunde. En particular, se pone especial énfasis en el desarrollo de la fabricación avanzada de equipos en el Foshan National High-Tech Development Zone, el Zhuhai National High-Tech Development Zone y el Zhongshan Intelligent Numerical Control Processing Equipment Base. De igual forma, se hace especial hincapié en el desarrollo de la industria del automóvil, nuevos vehículos, ingeniería marina, equipamiento ferroviario y nuevas industrias, según ha aprobado el MIIT. (29)

Algunos de estos proyectos se centran por ejemplo en la mejora o integración de complejos sistemas de planificación de recursos de la empresa (ERP); ejecución de sistemas de fabricación y gestión de las relaciones con los clientes (CRM); monitorización en tiempo real de la producción; plataformas en la nube para la gestión de clientes y proveedores.

Datos recientes del MIIT señalan que en los 109 primeros proyectos piloto llevados a cabo la productividad ha subido de media un 38%, mientras que los costes operativos han bajado un 21%. (23)

Intelligent Manufacturing Development Plan (2016 - 2020)

El Intelligent Manufacturing Development Plan (2016 - 2020) es un documento elaborado por el MIIT y el Ministry of Finance (MOF) para guiar el desarrollo de la Fabricación Inteligente (Intelligent Manufacturing) en el período 2016-2020. Este programa la considera una herramienta necesaria para la modernización y el crecimiento de la industria y la economía china.

El plan de forma general pretende el desarrollo de equipamiento, softwares y sistemas que provean soluciones de fabricación y promueve la colaboración entre los distintos actores participantes en la industria para conseguir innovaciones en campos como equipamiento industrial, automatización, software y tecnologías de la información.

El plan establece dos misiones a cumplir, la digitalización de la producción y la creación del internet industrial.

Para la consecución del primer objetivo el plan ha desarrollado 10 tareas:

- Acelerar el desarrollo de equipamiento inteligente para la fabricación.
- Reforzar las innovaciones técnicas comunes claves.
- Crear un sistema de estandarización de Fabricación Inteligente.
- Construir una fundación de internet industrial.
- Aumentar la promoción de proyectos piloto de Fabricación Inteligente.
- Promover la transformación inteligente de áreas esenciales.
- Guiar la transformación de pequeñas y medianas empresas.
- Potenciar la creación de ecosistemas de Fabricación Inteligente.
- Fomentar el desarrollo conjunto de iniciativas.
- Crear equipos de talentos para desarrollar la Fabricación Inteligente.

Para el desarrollo del internet industrial el plan promueve la creación de plataformas, software y servicios en la nube, que permitan la recopilación de datos e información sobre la producción. El plan de forma concreta promueve la colaboración para innovar en este aspecto entre grandes y pequeñas y medias empresas, y promueve que las grandes empresas creen plataformas de servicios de datos que puedan ser utilizadas por pequeñas y medianas. (30)

Internet Plus

El concepto de Internet Plus fue formulado en 2014 por Ma Huateng, CEO de Tencent y posteriormente, en 2015 fue utilizado por Li Keqiang en sus informes gubernamentales.

Internet Plus es un plan para digitalizar la economía y la sociedad más allá del uso tradicional que se hace de internet. Pretende transformar y actualizar la industria tradicional y los viejos modelos de negocios a través de internet y las tecnologías digitales. Busca crear nuevas soluciones en el campo de las tecnologías de la información en áreas como salud, finanzas, educación y transporte. Sin embargo, las tecnologías desarrolladas por Internet Plus también tendrán influencia en la fabricación inteligente, sobre todo asociado a Cloud Computing, Big Data, Internet of Things y e-commerce.

Este programa tiene un planteamiento inductivo ya que son las empresas las que a través de sus iniciativas desarrollan nuevos servicios y aplicaciones tecnológicas. A nivel gubernamental, es el National Development and Reform Commission (NDRC) el encargado de implementar esta estrategia. El gobierno chino está buscando la forma de integrar “Made in China 2025” con su agenda de digitalización de la economía, llevada a cabo a través de Internet Plus. (22)(31)

Los objetivos del programa son: (32)

- Mantener la seguridad de la información y desarrollar herramientas de ciberseguridad.
- Ayudar a empresas de internet a modernizarse.
- Promover la creación de infraestructuras de datos, el desarrollo de servidores y chips de alto rendimiento, la aplicación de Cloud Computing y Big Data.
- Lanzar proyectos piloto para la publicación de datos en plataformas gubernamentales y públicas.
- Potenciar las relaciones entre las plataformas nacionales de innovación y las pequeñas y medianas empresas.

5. Internet de las Cosas (IoT)

En China el Internet de las Cosas (IoT) se ha convertido en un sector importante para la modernización de la industria. Desde 2016 esta tecnología se muestra muy activa gracias al fomento de la innovación y su integración en el entorno productivo.

Por su parte, el gobierno central y las autoridades locales muestran su apoyo al IoT a través de políticas que sirven para establecer la dirección de desarrollo de esta tecnología y promover su utilización. Por ejemplo, hay que mencionar el establecimiento de sesiones interministeriales y comités de asesoramiento de expertos. El MOST, MIIT y NDRC coordinan estas reuniones.

De igual manera, se han formulado 10 planes de acción para el desarrollo del IoT que cubren el desarrollo de tecnología, el desarrollo de estándares, el apoyo a la industria, leyes y regulaciones, formación de personal, etc. Además, hay financiación específica para cubrir el desarrollo de este tipo de proyectos sobre IoT. Por ejemplo, muchos gobiernos locales están ofreciendo condiciones de crédito especiales y/o reducciones fiscales. La municipalidad de Shanghai ha destinado 300 millones de Yuanes para proyectos de I+D de este tipo. (33)

En cuanto al estado del IoT en China, el 1 de septiembre de 2017, China Economic Information Service (CEIS) publicó en Wuxi el “China Annual IoT Development Report (2016-2017)”. Este documento ofrece una visión del estatus tecnológico del IoT en China en la actualidad. Según este informe, el sector está aumentando su impacto e influencia en el sistema industrial chino. Estas son sus conclusiones:

- La industria del IoT está en constante desarrollo en el mercado chino y ello está provocando la apertura de una nueva era o tecnología, el Internet of Everything (IOE).
- Las directrices del 13^{er} Plan Quinquenal han provocado el desarrollo a nivel nacional de una red de infraestructuras de IoT de banda estrecha.
- Desde 2016 se viene produciendo en el sector industrial chino la integración del IoT con tecnologías como Cloud Computing, Big Data, Inteligencia Artificial, 5G.
- El desarrollo del sector ha permitido a empresas chinas llevar a cabo proyectos de cooperación internacional en materia de I+D.

Sin embargo, este informe también muestra algunas deficiencias y problemas del sector. Todavía son necesarios algunos avances en tecnologías básicas como el desarrollo de plataformas de IoT. Además, faltan muchos estándares por definir, existen muchas restricciones y problemas de seguridad.

Por otra parte, mencionan una serie de puntos que trabajar, como la creación de plataformas abiertas de IoT, el apoyo al desarrollo comercial de redes de IoT de banda estrecha y la creación de entidades que gestionen los riesgos de seguridad. (34)

Tendencias en IoT (33)

- En el campo de la fabricación industrial, el IoT está siendo muy aplicado en equipos inteligentes de gestión y monitorización en tiempo real de producción y productos. Se lleva a cabo a través de CPS (Cyber-Physical-Systems) que sirven para unir modelos virtuales con el mundo real.
- En cuanto a sistemas microelectromecánicos (MEMS), las empresas chinas han desarrollado tecnologías clave que les han permitido aumentar la complejidad y el rendimiento de los sensores MEMS.
- En el ámbito de las plataformas de red M2M (machine to machine), China Mobile y China Telecom están promoviendo la construcción de éstas. Por su parte, las autoridades chinas promueven la estandarización de estas redes para lograr su optimización.

Wuxi

En 2009, el Consejo de estado de China aprobó el establecimiento de un área demostrativa de la innovación a nivel nacional en redes de sensores en Wuxi, marcando el inicio del IoT en China. Desde ese momento, Wuxi se ha convertido en un referente y punto de conexión para el desarrollo de esta tecnología. (35)

Wuxi se ha conformado como una plataforma para la inclusión de innovaciones, capaz de atraer empresas líderes en el sector dedicadas a la aplicación de esta tecnología para, entre otros usos, crear una ciudad inteligente. Wuxi ha establecido un centro urbano de Big Data y cuatro plataformas de IoT que proveen servicios de banda estrecha para toda la ciudad. (34)

Tecnología de empresas chinas

- SANY

Se dedica a fabricar equipamiento de construcción. Empezó a conectar maquinaria en 2008. Utiliza sensores en sus excavadoras y en sus grúas para monitorizar su rendimiento en tiempo real y así poder mejorar su rendimiento. La empresa también está invirtiendo en análisis de datos e inteligencia artificial. (36)

- China National Petroleum Corporation

Ha equipado a cientos de sus camiones con tecnología IoT para minimizar el peligro y reducir costes durante el transporte de materiales peligrosos.

- Roche China

Utiliza tecnología Windows 10 IoT para dispositivos de análisis. (37)

- Ayla Networks

Es una plataforma en la nube de IoT que proporciona servicios de IoT a medida para fabricantes. Cuenta con un laboratorio y un centro de fabricación de prototipos en

Shenzhen especializados en el desarrollo de software, en el diseño de productos y sistemas de seguridad. Ayla ha creado un acuerdo con China Unicom para proveer servicios de IoT. (38)

- China Telecom

Ha creado una plataforma abierta de IoT para gestionar el desarrollo de esta tecnología en China y entre otros proyectos, se encargará de la gestión de la conexión que da soporte a la estrategia china “One Belt One road”. (39)

Oportunidades en el sector de IoT (40)

- En el diseño, fabricación y desarrollo de sensores y chips de alto rendimiento.
- Fabricación de semiconductores.
- Conectividades para mejorar el consumo de electricidad.
- Vehículos conectados.

6. Inteligencia Artificial (IA)

La IA se ha convertido en una prioridad para el gobierno chino y para sus empresas, como se puede observar en los planes de financiación pública y privada destinados al desarrollo de esta tecnología. Esta financiación se suma a las políticas de atracción de talento, la construcción de plataformas de IA y la colaboración con universidades y centros de I+D. (41)

En el mundo de la IA cada vez es más frecuente el desarrollo de plataformas abiertas que sirven para atraer talento y recursos a las investigaciones. Esta tendencia también está siendo implantada en China. Por ejemplo, Baidu ha establecido una plataforma abierta sobre Machine Learning llamada PaddlePaddle y cuenta con otra plataforma para el desarrollo de vehículos autónomos bajo el Proyecto Apollo.

Según un estudio de Goldman Sachs (42) sobre IA en China, el gobierno chino está potenciando la creación de plataformas informáticas abiertas y la formación en IA de profesionales y científicos. Dicho estudio también menciona por otro lado, una cierta dependencia china de tecnología extranjera en la fabricación de chips y semiconductores.

Visión global de la IA en China (43)

- El mercado de la IA en China está dominado por las principales empresas tecnológicas como Baidu, Alibaba y Tencent. Sin embargo, un gran número de startups están creciendo alrededor de ellas llevando a cabo servicios de IA.
- Los principales segmentos de mercado de la IA en China son reconocimiento de voz (60% del total) y reconocimiento visual (12% del total). (43)
- Para Goldman Sachs (42) los sectores más proclives al cambio y el uso de IA son: automoción, máquina herramienta, robótica, drones, juguetes y realidad virtual.
- El crecimiento chino en IA se puede apreciar a través del número de publicaciones científicas. En este sentido, las publicaciones chinas en el ámbito de Deep Learning superan las realizadas por investigadores norteamericanos (anteriores líderes mundiales en la materia). (46)
- La mayoría de las patentes en IA se han registrado en los campos de robótica, redes neuronales, reconocimiento de voz y de imagen.

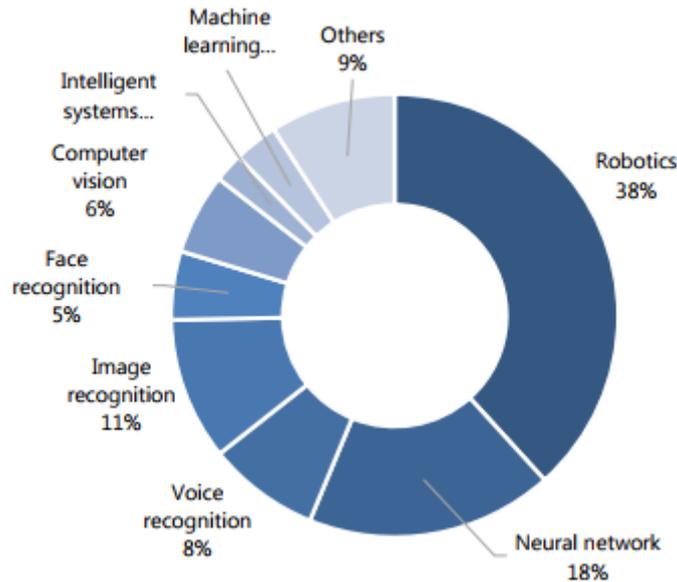


Figura 2. Patentes en IA por áreas. Fuente: Vertex (43)

Plan del gobierno

Consciente de la importancia de esta tecnología, el gobierno chino lanzó en julio de 2017 el Plan de Desarrollo de Inteligencia Artificial (44). Mediante este plan pretende potenciar la investigación en Inteligencia Artificial y facilitar su aplicación a los distintos sectores industriales.

Con este propósito ha destinado un presupuesto inicial de 150 mil millones de dólares que entre otros objetivos permitirá que áreas como la agricultura, la industria automovilística o la energía, funcionen a través de modelos de Inteligencia Artificial. Dicho plan recoge la creación de 17 centros de emprendimiento tecnológico en diferentes regiones de China, entre ellas las grandes ciudades como Pekín, Shanghai o Shenzhen, que contarán con el apoyo de las grandes empresas locales interesadas en el sector, como es el caso de Huawei, Alibaba y Baidu. Este plan establece el año 2030 como el horizonte para concretar estos proyectos.

Su función final consiste en lograr que la Inteligencia Artificial forme parte de un nuevo modelo productivo donde el Big Data, los sensores electro neuronales y las tecnologías del conocimiento, permitan la creación de entornos más competitivos. (45)

Factores que fomentan la IA en China (43) (46)

1. Industrias dispuestas a utilizar IA para modernizar y rentabilizar sus producciones y servicios.
2. Atracción y agrupación de talento.
 - A través del desarrollo de becas relacionadas con investigaciones sobre IA.

@CDTIoficial

- Los científicos locales están muy centrados en algunas áreas de IA como visión computacional o reconocimiento de voz, pero sin embargo en otras áreas hay menos investigaciones.
- Menos de 20 universidades chinas cuentan con laboratorios de investigación especializados en IA. Son las siguientes: (47)
 - Tsinghua University
 - Beijing University
 - Zhejiang University
 - Shanghai Jiaotong University
 - Nanjing University
 - Harbin Institute of Technology
 - Institute of Computing Technology, CAS
 - Institute of Automation, CAS
 - Institute of Acoustics, CAS
 - Institute of Software, CAS
 - Fudan University
 - Huazhong University of Science and Technology
 - Beijing Institute of Technology
 - Beijing University of Posts and Telecommunications
 - Xi'an Jiaotong University

3. Un mercado de smartphones muy importante.

El elevado número de usuarios de redes móviles de internet permite a las principales empresas proveedoras de estos servicios, disponer de una importante base de datos sobre las que trabajar, aplicando algoritmos y definiendo programas de IA.

4. Acceso a informática de alto rendimiento.

- Presencia de superordenadores como el Sunway TaihuLight, desarrollado por el National Research of Parallel Computer Engineering and Technology (NRCPC).
- la ciudad de Shenzhen está creando un ecosistema que facilite la creación y desarrollo de tecnologías hardware relacionadas con IA.

En primer lugar, el sector financiero de la ciudad está apostando por la inversión en startups locales, lo que supone un apoyo a las medidas gubernamentales que se estiman en una inversión de 500 millones de RMB (72,5 millones de dólares) anuales para el desarrollo de robótica, dispositivos y fabricación inteligente.

En segundo lugar, la región de Shenzhen fomenta actividades de I+D, spin-offs y transferencias de tecnología a través de colaboraciones con los principales centros de I+D, universidades y empresas del sector de la IA.

Por último, el gobierno de Shenzhen ofrece becas y otros privilegios (reducciones de impuestos, ayudas a familiares, alojamiento) para atraer talento extranjero y conseguir su establecimiento y desarrollo en la ciudad. (48)

5. Políticas gubernamentales

- El primer paso para el fomento de la IA en China lo llevó a cabo el presidente chino en 2014, en el 17º congreso de la Academia China de Ciencias (CAS), cuando hizo una mención expresa a trabajar por la innovación y los nuevos descubrimientos en materia de IA.
- Posteriormente, una serie de iniciativas económicas han reafirmado dichos planes: el 13º Plan Quinquenal (2015) (49) (12), Made in China 2025 (2016) (22), Robotics Industry Development Plan (2016) (50), Three year Guidance for Internet Plus Artificial Intelligence Plan (2016).
- El National Development and Research Commission (NDRC) ha creado un laboratorio nacional para la investigación en IA, especializado en Deep Learning. Este laboratorio está siendo liderado por Baidu.

Laboratorios de IA

Baidu, Didi y Tencent, entre otras, ya están trabajando en sus propios laboratorios de IA. Utilizan toda la información que obtienen de sus miles de clientes para desarrollar patrones de comportamiento y consumo mediante IA. Entre las áreas más desarrolladas por sus investigadores se encuentra el Machine Learning y dentro de ésta, también tiene mucha importancia el Deep Learning.

- Baidu: cuenta con un centro de investigación sobre IA en Silicon Valley. Entre algunos de sus logros, Baidu ha desarrollado un sistema de traducción automática basado en redes neuronales que ha conseguido una elevada precisión de reconocimiento de voz. (51)
- Tencent: en abril de 2016 inauguró un laboratorio de IA en Shenzhen (Tencent Artificial Intelligence Laboratory) y en 2017 creó otro laboratorio de investigación en Seattle, además de crear una plataforma para el desarrollo de IA. Cuenta con aproximadamente 30 investigadores, la mayoría de ellos doctorados y están centrados en 4 áreas: visión computacional, reconocimiento de voz, procesamiento del lenguaje y Machine Learning. (60)

Tencent utiliza tecnología Machine Learning en sus productos para ofrecer recomendaciones personalizadas de noticias o búsquedas, por ejemplo. La compañía considera la IA como una oportunidad para ofrecer nuevos productos y servicios a sus clientes.

De igual manera, las grandes empresas tecnológicas chinas trabajan conjuntamente con las universidades en el desarrollo y la investigación en IA. Un ejemplo es el caso de colaboración entre Tencent y la Hong Kong University of Science and Technology, que permite el entrenamiento en IA a estudiantes de esta universidad a través de los datos recogidos por Tencent entre sus usuarios. (52)

- DiDi: DiDi Research es el laboratorio de investigación de DiDi que está trabajando en Deep Learning, interacción hombre-máquina, visión computacional y tecnologías para la conducción inteligente. (42)
- Alibaba: ha desarrollado un sistema computacional inteligente llamado Apsara. Apsara permite optimizar operaciones entre clientes a través de IA, utilizando big data, reconocimiento por voz y reconocimiento por video. (42)
- Open AI lab: se trata de un laboratorio establecido por ARM Ecosystem Accelerator, Allwinner Technology y Horizon Robotics en Pekín en diciembre de 2016. Está dedicado a explorar un nuevo modelo de cooperación para integrar sistemas aplicados en IA en cuanto a hardware y software. (43)

Proyectos de IA (53)

Estos son algunos de los proyectos más destacados sobre IA:

- Meituan-Dianping: ha desarrollado un sistema de reparto eficiente que permite elegir la mejor ruta en menos de 100 milisegundos, gracias al análisis de Big Data.
- Didi Chuxing: está trabajando en tecnologías relacionadas con Deep Learning, interacción hombre-máquina, visión computacional y conducción inteligente. Procesan un volumen de datos cercano a 4.500 terabyte, reciben más de 20 millones de consultas sobre qué ruta seguir y tramitan más de 20 millones de peticiones de sus servicios a diario.
- iFLYTEK: es una empresa que trabaja sobre tecnologías relacionadas con el procesamiento y reconocimiento del lenguaje. Según el estudio de Goldman Sachs (42) cuenta con el mayor porcentaje de mercado en la industria china del reconocimiento del lenguaje.
- Hikvision: se trata de una empresa tecnológica que utiliza IA en productos de vigilancia como cámaras inteligentes.
- Mobvoi: tiene en marcha proyectos relacionados con reconocimiento e interpretación del lenguaje.
- SenseTime: es una startup creada por investigadores de la University of Hong Kong, fundada en 2014. En la actualidad se encuentra entre las startups de IA más valoradas del mundo. Provee tecnologías sobre visión computacional y Deep Learning para grandes empresas chinas como China Mobile o JD.com.
- DJI: trabaja en el desarrollo de IA aplicada a la fabricación de drones.
- UBTECH: implementa la IA en el desarrollo de robots humanoides.
- Alibaba: ha creado una plataforma para el desarrollo de Machine-Learning llamada “Alibaba Cloud’s Machine-Learning Platform”.

Localización de startups vinculadas con IA

Las startups trabajando sobre IA en China se encuentran principalmente en los alrededores de Pekín, Cantón y el área económica del delta del río Yangtze.



Figura 3. Distribución de startups en China. Fuente: Vertex (43).

Principales empresas por áreas tecnológicas en IA (43)

- Robótica
 - Geek+: diseña y fabrica robots para la automatización de almacenes y centros logísticos.
 - Rokid
 - Turing Robot
 - UBTECH
- Coches autónomos
 - Baidu
 - CALMCAR
 - Horizon Robotics
 - UISEE
- Drones
 - DJI
 - EHang
 - Hover Camera
 - Zerotech
- Asistencia personal
 - Baidu
 - Mobvoi
- Business Intelligence
 - Yonghong Tech
 - DataKM
- Servicios de atención a clientes
 - AiKF

- Aplicaciones industriales
 - iCarbonX
 - Maxent Inc: realiza software para luchar contra el fraude a través de técnicas basadas en Machine Learning.
 - Toutiao
 - Xuebajun
- Reconocimiento del lenguaje
 - Aispeech
 - Baidu
 - iFlytek
 - Mobvoi
 - SinoVoice
 - Tencent
 - Trio.ai
 - Unisound
- Machine & Deep Learning
 - DeePhi Tech
 - SeetaTech
- AI Platform
 - CloudMinds
 - 4Paradigm
- Computer Vision
 - Yitu
 - DeepGlint
 - Megvii
 - Sensetime
- Sensores
 - ICE DRINK
 - LeiShen Intelligent systems
 - SLAMTEC
 - Benewake
- Chips
 - Cambricon
 - Horizon Robotics
- Tratamiento de datos
 - DataDouDou.com
 - Shujutang
- Informática
 - Alibaba
 - Baidu

7. Robótica

En la actualidad, el encarecimiento de la mano de obra y la necesidad de aumentar la competitividad de la producción, está llevando a la automatización de procesos en China. En 2013, el país se convirtió en el mayor mercado de soluciones de automatización industrial en el mundo, superando a Japón. A pesar de ello el mercado chino sigue estando dominado por empresas extranjeras, representando dos tercios del volumen de ventas. ABB, FANUC, Yasukawa Electric y KUKA, representan la mayor parte de estos dos tercios del mercado. (54)(55)

De igual forma, la densidad de robots industriales por cada 10.000 trabajadores es menor en China que en el resto de países. En 2015 la media china se situaba en 49 robots, cuando la media mundial era de 66, aunque muy lejos de países como Corea del Sur con un ratio de 531 robots por cada 10.000 trabajadores, Singapur con 398, Japón con 305 o Alemania 301. Para combatir esta situación, el gobierno chino ha estimado un objetivo para 2020 de 150 robots, lo que supone triplicar valores actuales. (56)(57)(58)

En junio de 2017 se publicó un documento llamado “White Paper on Development of China’s Robot Industry” (59) donde se trata y estudia el estado actual del sector de la robótica industrial en China. Las principales conclusiones del estudio son las siguientes:

- El sector robótico industrial chino se conforma en torno a 5 grandes clusters industriales: Pekín, Tianjin, la región de Hebei, la región Noreste y la zona del Delta del río Yangtze.
- Con el fin de aumentar la calidad y el desarrollo del sector, se están promoviendo acciones de inspección y certificación de procesos. El “National Robotic Standardization Group of China” será el encargado de llevar a cabo estas funciones desarrollando estándares de calidad que puedan ser homologables con las normas internacionales.
- Este documento también saca a la luz la dependencia de la industria china de la importación de ciertos elementos clave y la falta de estándares industriales. Ambos hechos dificultan el crecimiento del sector y sitúan al sector chino en un segundo plano a nivel global.
- También se hace mención a la necesidad de mejora de los niveles de seguridad de los robots y la creación de laboratorios que permitan avanzar en esta materia. En el mismo sentido, se propone la creación de un cable estándar para su utilización en robots que ofrezca compatibilidad y seguridad entre máquinas.

Características de la industria robótica en China (50)

1. Desde el año 2000 la industria del automóvil ha liderado el sector de la robótica industrial.
2. Otras industrias con una creciente demanda de robots industriales son máquina-herramienta, electricidad y electrónica, cauchos y plásticos, electrónica de consumo, ordenadores y comunicaciones, industria alimentaria, logística y fabricación avanzada.

3. Las zonas costeras más desarrolladas de China son los principales compradores de robots industriales. Se trata de ciudades como Cantón, Shanghai, Pekín, o la provincia de Jiangsu, sin embargo, la zona del delta del río Perla es el área que más rápido está creciendo. Por otro lado, destacan las bases de producción de robots en Shenzhen, Changzhou (provincia de Jiangsu), Tangshan (provincia de Hebei), Chongqing y Jincheng (provincia de Shanxi).
4. El incremento de los costes laborales está provocando la entrada de robots industriales, sobre todo en aquellos sectores intensivos en mano de obra.
5. El rápido crecimiento del mercado de la robótica en China está atrayendo a los principales productores mundiales.

Tendencias tecnológicas del sector

- El Ministry of Industry and Information Technology (MIIT) ha elaborado unas líneas maestras a seguir. Según este informe se prevé el uso de robots industriales en industrias como automoción, electrónica, electrodomésticos, aviación, textil, química, logística y alimentación. (61)
- Desarrollo de Smart Factory. Puesta en marcha de nuevos modelos de trabajo basados en la recolección de datos en tiempo real mediante la utilización de sensores adjuntos a los robots. Al mismo tiempo, el desarrollo de “cloud robotics” donde datos entre diferentes robots se comparan para ajustar niveles de rendimiento, comparar parámetros, etc. (62)
- Empleo de soluciones tecnológicas de fácil utilización. Se promueven sistemas más sencillos que permitan simplificar y flexibilizar los procesos de automatización. (62)
- Fomento de la producción de servomotores, motores y paneles de control, que hasta el momento son principalmente proveídos por empresas extranjeras. (63)
- Los principales conductores del crecimiento del sector de la robótica en China son la industria de la electricidad y la electrónica. Los fabricantes más relevantes del sector están llevando a cabo acciones para automatizar sus producciones. En esta dirección, destacar que la industria de semiconductores y de chips están recibiendo grandes inversiones para automatización. (64)

Problemas de la industria robótica china (50)

- Falta de personal cualificado. Las entidades educativas chinas no ofrecen los servicios educativos que necesita el sector.
- Falta de conexión entre investigación básica e investigación aplicada. La investigación básica china está muy desarrollada, con un gran oferta de entidades que trabajan en ello, sin embargo, el siguiente paso en la cadena del conocimiento se encuentra más débil, con pocos centros o institutos de investigación avanzada en materias clave.
- Muchos fabricantes chinos no siguen los indicadores o estándares internacionales, lo que genera una falta de credibilidad y de calidad sobre la industria china.
- Los consumidores chinos de robots prefieren comprar productos fabricados fuera de China.

- Dependencia de importación de elementos y tecnologías clave. El desarrollo de determinadas tecnologías clave se encuentra en un escalón inferior al de otros países y esto obliga a su adquisición en el exterior. Tecnologías como maquinaria servo eléctrica, drivers de reducción de alta precisión, controladores, controladores lógicos programables (PLC), productos para el control del cambio de frecuencia, tecnología para el control de sistemas de sensores, control remoto de robots, robots inteligentes de ensamblaje.

Medidas gubernamentales

La industria robótica se encuentra dirigida principalmente por dos programas nacionales, “Made in China 2025” y “Robotics Industry Development Plan (2016-2020)”. El segundo de ellos ha servido para determinar de forma precisa los puntos fuertes y débiles del sector chino y por tanto, establecer prioridades a la hora de desarrollar el sector. En este sentido, el plan muestra la necesidad de desarrollar una serie de elementos clave como son drivers de reducción de alta precisión, controladores y servomotores. De igual manera, el plan apuesta por aumentar el número de robots por trabajador y los servicios que se prestan a éstos. (50)

Asimismo, el plan estipula el desarrollo de 10 tipos de robots que cuentan con un elevado valor añadido y una potencial demanda de mercado. Son los siguientes: (65)

- Robots de soldadura.
- Robots de limpieza.
- Robots industriales programables independientemente.
- Robots de cooperación hombre-máquina.
- Robots de doble brazo.
- Vehículos de automatizado guiado.
- Robots para la lucha contra el fuego y el rescate de personas.
- Robots médicos.
- Robots de servicio público.
- Robots enfermeros.

Por otra parte, el gobierno también está poniendo en marcha algunas iniciativas para promover la automatización entre los distintos sectores industriales. Éstas son algunas de ellas: (56)

- Ahorro de energía industrial: alienta la automatización, el control automatizado y el control inteligente para ahorrar energía y mejorar la eficiencia de la industria.
- Industria química: mejorar el nivel del control automatizado e instalar equipamiento de producción flexible.
- Industria del carbón: automatización para la seguridad y eficiencia en el trabajo.
- Industria de los electrodomésticos: producción flexible adaptada a la demanda.
- Industria química del papel: línea de producción automatizada para la producción limpia y de alta calidad.

- Industria del metal: automatización para la seguridad laboral, calidad, ahorro de energía y reducción de la contaminación.
- Industria textil: automatización de la producción para la eficiencia y la mejora de la calidad.

Localización

Se han establecido cinco áreas geográficas para que las empresas chinas desarrollen y mejoren la calidad y capacidades de sus productos robóticos. Las cinco áreas son: Shanghai, Beijing, Guangdong, Sichuan y Liaoning. Otros lugares como Tianjin y la provincia nororiental de Hei-longjiang también están cooperando activamente con las instituciones de investigación para construir sus propias bases locales de demostración de la industria robótica. Guangzhou, la capital de la provincia de Guangdong, ha fijado el objetivo de emplear robots y otras tecnologías “inteligentes” en el 80% de su producción manufacturera para 2020. (56)

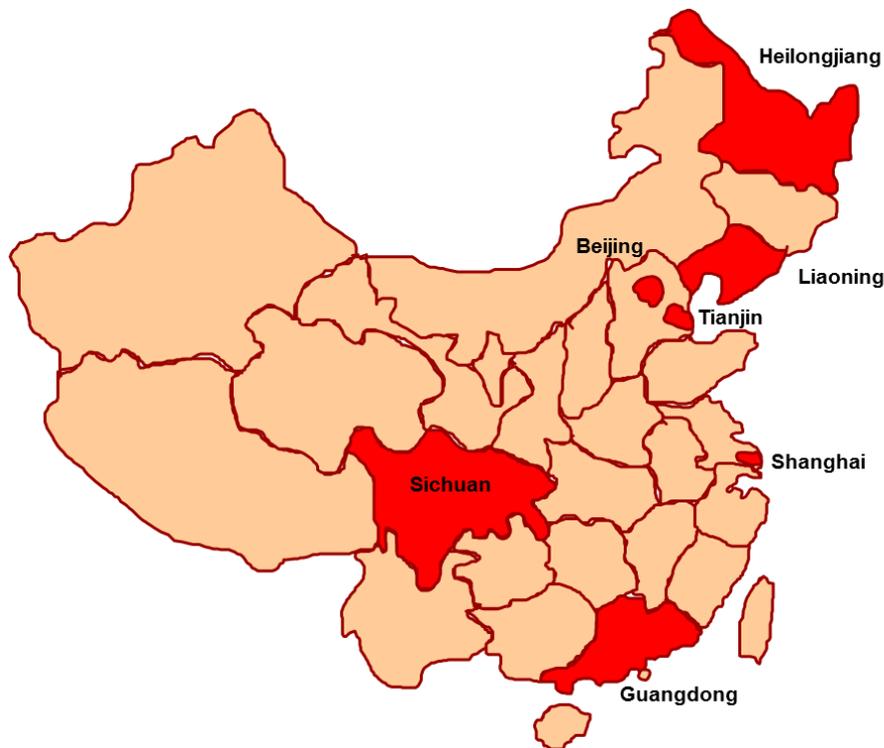


Figura 4. Principales provincias de desarrollo tecnológico. Fuente: ICEX (56)

Empresas e instituciones de R&D más destacadas (50)

El “Center for Intelligence Research and Analysis” considera que las siguientes entidades son las más influyentes en la industria robótica China.

- Siasun

Es una empresa de alta tecnología administrativamente subordinada a CAS, que cuenta con plantas en diversas ciudades chinas como Shenyang o Hangzhou, centros de

investigación en Pekín, Cantón y Shenzhen y un centro internacional en Shanghai. Tiene alrededor de 1600 personas dedicadas a temas de I+D y está especializada en equipamiento para fabricación inteligente. Sus principales líneas de negocio son componentes para robots, robots para producciones en serie y desarrollo de sistemas para soluciones industriales.

- Harbin Boshi Automation

La empresa fue creada en 1997 en el seno del Harbin Institute of Technology. Sus productos son utilizados en muchos sectores, como refinería, química, logística, etc. Fabrica robots para la exploración y extracción de petróleo, aunque también se han expandido hasta la automatización de la agricultura y la impresión 3D.

- Beijing Research Institute of Automation for Machinery Industry

Fue creado en 1954 como un centro de investigación, pero a partir de 1999 pasó a constituirse como una empresa de propiedad estatal, bajo el control del “State Council’s State-owned Assets Supervision and Administration Commission (SASAC)”. Ha llevado a cabo notables contribuciones a la industria china como la que fue en su tiempo la línea de producción de fibra de vidrio más grande del mundo o la consecución de una línea de producción automatizada para la fabricación de motores reuniendo estándares internacionales.

El logro de los estándares internacionales supuso un salto cualitativo dentro del sector local que permitió reducir distancias desde el punto de vista tecnológico con los países más avanzados del sector, EE.UU., Japón o Alemania, entre otros.

Actualmente, la compañía realiza robots de soldadura, de corte, de revestimiento, de ensamblaje y muchos otros tipos. También llevan a cabo automatización de líneas de producción para sectores como automoción, metalurgia, aeroespacial o biotecnología industrial.

- Shougang Motoman Robot Co. Ltd.

Es una joint venture entre la empresa china Shougang Group y las empresas japonesas Yaskawa e Iwatani Co. Entre sus líneas de negocio se encuentran el desarrollo, la producción y venta de robots, la automatización de sistemas para soldaduras, ensamblaje, pintura y corte, en los sectores de automoción, maquinaria, ingeniería química, electrodomésticos y construcción.

- China Robot Industry Alliance (CRIA)

Es una asociación nacional sin ánimo de lucro centrada en el sector de la robótica en China. Fue creada en 2013 y entre sus 152 miembros se encuentran empresas, instituciones educativas y centros de investigación. CRIA sigue las directrices de la política nacional en materia industrial, al igual que las tendencias de mercado. El objetivo es conseguir que la industria china esté siempre actualizada en materia de I+D

y este conocimiento pueda transmitirse a sus miembros. Para ello se promueven plataformas para el intercambio de información, para el aprendizaje de nuevas técnicas y procesos, exhibiciones de nuevos productos, etc. Todo esto sirve para fomentar la cooperación entre miembros.

Compras de empresas de robótica

El mercado chino ha crecido mucho en los últimos años. Esto ha obligado a los fabricantes locales a adaptarse a la nueva situación del mercado, más competitiva y por tanto, exigiendo mayores niveles de eficiencia y productividad. Para ello es necesario desarrollar nueva tecnología y procesos industriales. Una de las formas mediante las que se está llevando esto a cabo consiste en la compra de empresas de robótica extranjeras, con la intención de adquirir todo su conocimiento y tecnología. La siguiente tabla refleja algunas de estas adquisiciones:

Tabla 2. Compras en el sistema chino de robótica. *Fuente: Robo Business (66), The Robot Report (67), Merics research.*

Comprador	Empresa adquirida	Valor de la transacción (bn USD)	Fecha
Shanghai Electric	Broetje Automation (Alemania)	100% del capital de la empresa adquirida	10/2016
Shenzhen Bauzer Investment Group (China)	Engineering Services (Canadá)	0.3	09/2016
Midea (China)	KUKA (Alemania)	4.1	08/2016
Shenyang Blue Silver Group (China)	Duerr Ecoclean (Alemania)	0.2	08/2016
Shanggong Group	H.Stoll (Alemania)	26% del capital de la empresa adquirida	08/2016
AGIC Capital (China)	Gimatic (Italia)	0.1-0.15	06/2016
Shanghai Electric	Manz (Alemania)	19,67% del capital de la empresa adquirida	05/2016
Dongfang Precision	EDF EUROPE S.R.L. (Italia)	100% del capital de la empresa adquirida	05/2016
Greatoo (China)	Ingersoll OPC (Alemania)	0.22 (44,3%)	04/2016
Wuxi Lead Intelligent Equipment Co.	JOT Automation (Finlandia)	100% del capital de la empresa adquirida	04/2016
AVIC	Aritex (España)	95% del capital de la empresa adquirida	04/2016

@CDTIoficial

Comprador	Empresa adquirida	Valor de la transacción (bn USD)	Fecha
Siasun Robot & Automation (China)	Teutloff Vocational Training (Alemania)	100% del capital de la empresa adquirida	03/2016
Zhejiang Wanfeng Technology (China)	Paslin (EE.UU.)	0.3	03/2016
Anhui Efort (China)	Evolut (Italia)	-	03/2016
ChemChina	KraussMaffei (Alemania)	100% del capital de la empresa adquirida	01/2016
The Kion Group	Dematic (Alemania)	-	2016
Huachangda Intelligent Equipment (HCD)	Shanghai DEMC/Dearborn Mid-West Company (DMW) (United States)	100% del capital de la empresa adquirida	01/2015
Anhui Efort (China)	CMA (Italia)	-	2015
Wolong Electric	SIR Solutions Industriali (Italia)	89% del capital de la empresa adquirida	12/2014
Preh (Subsidiary of Joyson Electronics)	IMA Automation (Alemania)	100% del capital de la empresa adquirida	06/2014
AVIC	KHD Humboldt Wedag (Alemania)	79% del capital de la empresa adquirida	12/2013

8. Fabricación aditiva (impresión 3D)

La industria de la impresión en 3D está tomando relevancia a nivel internacional. A pesar de que sus orígenes se sitúan en torno a 1980, es ahora cuando empieza a tenerse en consideración como el siguiente paso en los procesos productivos. La impresión en 3D permite obtener una cadena de producción más flexible, con capacidad para realizar cargos a medida y responder a grandes volúmenes, a la vez que consume menos materias primas y genera menos residuos.

China, como principal fabricante a nivel mundial, tiene en consideración el estado de aplicación y desarrollo de esta tecnología y el impacto que puede ocasionar en su economía. En la actualidad, el mercado de la impresión 3D en China se encuentra en una fase inicial. El sector presenta un bajo nivel de concentración empresarial, donde la mayoría de las empresas son pequeñas y medianas (68). Sin embargo, esta tendencia está por cambiar. Según una predicción de mercado hecha por “China Industry Information Institute”, se estima que la industria china del 3D represente un tercio del volumen mundial para 2020, consiguiendo unos ingresos por valor de 7,68 billones de dólares. (69)

Plan del Gobierno

El gobierno chino ha incrementado su apoyo a la industria de la impresión 3D concediendo ayudas a los fabricantes que utilicen esta tecnología y fomentando la creación de equipos de I+D en este campo. (70)

El MIIT ha preparado un plan a nivel nacional para 2017-2020 con el objetivo de acelerar el desarrollo de la impresión 3D (Action Plan for the rapid, healthy and sustainable development of Additive Manufacturing industry (2017-2020) in China). El plan pretende generar un sistema de innovación dentro de estos tres años y entre otros asuntos, crear entre cinco y diez empresas basadas en fabricación aditiva con capacidad internacional. El objetivo es hacer crecer estas empresas para que consigan una producción anual con un valor superior a 500 millones de yuanes (81,3 millones de dólares). (71)

Asimismo, dicho plan establece la creación del “National Innovation Center” para producir alianzas entre universidades y empresas. La idea es solucionar los problemas que impiden el desarrollo comercial de la impresión 3D en China. De igual forma, se prevé que para 2020 se hayan desarrollado más de 100 proyectos pilotos centrados en 10 áreas industriales de los sectores de aviación, automoción, aeronaval, sanidad, educación y cultura. (69)

Por último, está previsto el desarrollo de estándares de calidad, medidas de seguridad, medidas de certificación y testeo, para contribuir a la homogeneización del sector y a su globalización. (72)(73)

Tendencias tecnológicas

- El 31,4% de las empresas chinas utiliza la impresión 3D para la realización de prototipos, el 13,2% han adoptado esta tecnología en su proceso de fabricación, el 6,6% producen sus productos con una impresora 3D y sólo el 2,5% hace productos que no pueden ser fabricados con métodos tradicionales. (74)
- Las principales materias primas empleadas para la fabricación de elementos en 3D están formadas por polvos metálicos como el titanio, el acero inoxidable o el cobalto.
Una de las ventajas de china se encuentra en que es capaz de producir polvos metálicos como el titanio, el acero inoxidable o el cobalto, utilizados para la impresión 3D con un coste menor que el de otros países. (70)
- La impresión 3D está empezando a implantarse en algunos sectores de la industria china. En el caso de la sanidad, ya se están utilizando elementos impresos en 3D para implantes y reemplazos de cadera, entre otros. (74)
- La tecnología selectiva de fusión láser (Selective Laser Melting (SLM)) es muy utilizada en la industria aeroespacial y de automoción china. Permite la producción de piezas de metal de poco peso que requieren procesos complejos para su fabricación. (70)
- El uso de piezas impresas en 3D cada vez está más extendido dentro de la industria aeroespacial debido a que permiten reducir el peso y aumentar la resistencia de las mismas. (69)

Empresas

- Shining 3D Tech Co Ltd.

Empresa con sede en Hangzhou que ha prestado servicios de impresión y escáner 3D a más de 10.000 clientes en todo el mundo. Entre sus clientes se encuentran empresas como Intel Corp., Robert Bosch GmbH o Adidas. Destaca su proyecto para proveer a Ford Motor Company con tubos y conductos para vehículos creados mediante técnicas de impresión 3D.

La compañía ha registrado hasta ahora centenares de patentes conectadas con la impresión 3D incluyendo implantes dentales, audífonos digitales e incluso joyería. (69)(75)

- Beijing Tiertime Technology Co Ltd.

La empresa fue creada en 2003 por el profesor de la Universidad de Tsinghua, Yan Yongnian, que es considerado como la primera persona que ha investigado sobre impresión 3D en China. Tiertime ha sido capaz de crear un sistema de impresión del tamaño de una impresora de 2D. Igualmente, se ha posicionado como el primer exportador chino de impresoras 3D, vendiendo a más de 40 países. Entre sus productos se incluyen juguetes, carcasas de móviles y elementos de decoración del hogar. (69)(75)

- HeyGears Technology Ltd.

Fundada en 2015, tiene su sede en Guangzhou y desde el comienzo de su actividad se ha dedicado a la fabricación y desarrollo de complementos inteligentes como auriculares, manos libres, etc. La empresa continúa con su apuesta por la fabricación inteligente y la impresión 3D. Reflejo de ello es la reciente inversión de 1 billón de CNY que ha llevado a cabo para la construcción de un centro de I+D de impresión 3D. Este centro está formado por tres secciones: una sección internacional para dar formación en materia de impresión 3D; un centro de I+D sobre impresión en 3D; y un centro de producción basado en impresión 3D.

Con la construcción de estas instalaciones la empresa pretende generar una producción en masa mediante impresión en 3D, además de acercar las corrientes tecnológicas de la empresa con las que se muestran a nivel internacional. (75)

- Sichuan Revotek

Basada en Chengdu, se dedica a la bioimpresión en 3D de órganos y tejidos. Su mayor logro se consiguió en 2017 cuando consiguieron crear vasos sanguíneos que después fueron aplicados en monos sin ningún problema. Su sistema de impresión 3D utiliza una plataforma de Cloud Computing que permite adaptar cada caso concreto a las necesidades de cada paciente. (75)

- Regenovo Biotech

Fue fundada en 2013 por un profesor de la Hangzhou Dianzi University. Está especializada en la impresión de órganos humanos en 3D. Sus principales avances y logros se encuentran en la fabricación de tejidos humanos para órganos como las orejas, por ejemplo. (75)

- WinSun (Yingchuang Building Technology Co.)

Empresa con sede en Shanghai capaz de construir el primer edificio de oficinas en su totalidad con materiales impresos en 3D. El proyecto se llevó a cabo en 2016. La entidad empezó su actividad económica como un proveedor de materiales para la construcción y desde hace unos años está intentando cambiar su modelo de negocio para conseguir un sector de la construcción donde no se generen residuos gracias a la aplicación de la impresión 3D. Entre sus proyectos también se encuentran edificios residenciales de seis plantas y casas residenciales. (75)

- HuaShang Tenda

Es una empresa basada en Pekín dedicada a la fabricación de construcciones a través de impresiones en 3D. Han conseguido fabricar inmuebles de 400 m² completamente con materiales en 3D y resistentes a fuertes terremotos.

9. Estandarización de la fabricación inteligente

Desde el sector industrial en China se considera la estandarización de los procesos un elemento importante para conseguir la fabricación inteligente. Así, en 2015 se publicó “The construction guide for national intelligent manufacturing standard system” (76). Con este documento se pretende lograr el desarrollo de estándares técnicos, controles de verificación y testeo.

Dicha guía incluye:

- Requerimientos generales de fabricación inteligente.
- Recopilación de conceptos y medidas para la fabricación inteligente.
- Requerimientos energéticos y su evaluación.
- Modelos de calidad y monitorización online.
- Medidas de seguridad y evaluación de las mismas.
- Requisitos para la fiabilidad de las máquinas y su evaluación.
- Requisitos de consistencia e interoperabilidad.

En mayo de 2016 se crearon tres grupos para impulsar la consecución de la estandarización de la industria china. Un grupo de coordinación formado por SAC, MIIT, SDPC, MOF, MOST, CAE, CMIF; un grupo general, formado entre otros por 13 empresas y 21 institutos de investigación; y un grupo de apoyo o consejo, formado por 28 expertos procedentes de la universidad de Tsinghua, CAE, CMIF y otros.

En 2015 y 2016, MIIT lanzó proyectos especiales de fabricación inteligente que recogían la aplicación de estándares en los procesos. Además, en 2016 MOST inició un programa llamado “National Quality Infrastructures (NQI)”, que daba apoyo a la creación de 90 estándares de fabricación inteligente en tecnología básica y tecnologías clave.

Continuando con su intención de estandarización, China creó un grupo de trabajo con Alemania, “Sino-German Intelligent Manufacturing (Industry 4.0) Standardization Working Group”. Desde SAC promueven la estandarización internacional de la fabricación inteligente, la participación activa de centros de investigación y empresas especializadas y la creación de un grupo de trabajo sobre la estandarización de la fabricación inteligente entre los miembros del G20. (77)

10. Oportunidades para empresas españolas

El sector industrial chino se encuentra en una época de cambios y de transición hacia una industria intensiva en alta tecnología. La situación de mercado actual obliga a crear una industria avanzada que pueda competir en los mercados internacionales por su valor tecnológico y no por sus bajos costes. Esto se ha producido en parte gracias al aumento de los costes laborales y al afloramiento de economías en el sudeste asiático capaces de producir con costes más bajos.

Para conseguir la evolución y modernización del sector industrial chino, el gobierno ha lanzado varias iniciativas y planes de desarrollo, encaminadas a dirigir el esfuerzo de todos los sectores en la misma dirección. Con este propósito se han llevado a cabo inversiones para modernizar y adaptar instalaciones, sistemas y modelos productivos a los nuevos requerimientos de la industria 4.0.

Es aquí cuando surge la principal oportunidad para las empresas españolas especializadas en aplicaciones tecnológicas industriales. Su función consistiría en ayudar a la industria china a conseguir nuevos estándares de producción o llevar a cabo transferencias de tecnología. De igual forma, también se están llevando a cabo inversiones por parte china en tecnología, sistemas productivos y componentes avanzados, normalmente procedentes de Europa, EE.UU., Corea del Sur o Japón.

Hemos detectado la necesidad de desarrollar ciertos componentes avanzados como: componentes hidráulicos, cojinetes de alto grado, dispositivos electrónicos de conversión de energía y de frecuencia, bastidores y forjas de alta calidad, válvulas de gama alta, mangas de aislamiento y enchufes de alto voltaje, dispositivos electrónicos para la inyección de carburante en motores de combustión interna, sistemas de procesamiento de gases de escape, sistemas de control numérico computarizado (CNC), sistemas de servicio de componentes funcionales y sistemas de control para aparatos eléctricos. (78)

Al mismo tiempo, esta nueva era está propiciando el desarrollo de nuevos sectores y nichos de mercado como el de Internet de las Cosas (IoT), la Inteligencia Artificial, robótica y manufactura avanzada o impresión 3D.

Desde el punto de vista del IoT se están llevando a cabo varios proyectos piloto en diferentes zonas del país, como por ejemplo la ciudad de Wuxi, donde se fomenta el desarrollo de plataformas de IoT y servicios de IoT de banda estrecha. Este tipo de proyectos, enfocados al desarrollo del sector y de la tecnología, suelen ser proclives a la entrada de empresas extranjeras.

En lo referente a la Inteligencia Artificial, el gobierno chino está potenciando la creación de plataformas informáticas abiertas y la formación en IA de profesionales y científicos, así como programas de intercambio con universidades y otros centros de conocimiento extranjeros. Al mismo tiempo, el sector se encuentra principalmente formado por startups, lo que unido a un clima favorable del país al desarrollo y

proliferación de incubadoras y aceleradoras, origina un ambiente propicio para la implantación de nuevas empresas.

En otra vertiente, la robótica está ganando peso en la industria debido a la automatización de procesos y al aumento del coste de la mano de obra. A esto hay que sumar que China se encuentra por debajo de la media mundial en cuanto a número de robots por cada 10.000 trabajadores y está trabajando para reducir esta brecha. Por lo tanto, las soluciones robóticas en el sector están alcanzando una gran escala.

Por la parte de la fabricación aditiva o impresión 3D, las nuevas medidas van encaminadas a conseguir el aligeramiento de los materiales y el incremento de su resistencia. Hay que destacar el sector aeronáutico y el sanitario como los más activos en esta materia. Por otra parte, también hay que mencionar que se está desarrollando un nicho de mercado para acercar la impresión 3D a todos los ciudadanos. Esto se está consiguiendo a través de dispositivos domésticos (no tienen una escala industrial) capaces de imprimir en 3D.

Por último, añadir que la creación de nuevas formas de producción necesita ir acompañada del establecimiento de estándares de calidad, homologaciones, inspecciones y certificaciones que sirvan para homogeneizar la industria china con los procesos y estándares internacionales.

A este respecto por ejemplo, se han integrado dos sistemas de inspección, CCIB (marcas de seguridad) y CCEE (productos eléctricos), para crear uno sólo llamado CCC Mark. Esta última es gestionada por la “Certification and Accreditation Administration (CNCA)”. La CNCA designa al China Quality Certification Centre (CQC) para controlar el proceso de solicitud y concesión de certificación CCC Mark.

Al mismo tiempo, comentar la necesidad del sector de incrementar los niveles de seguridad, lo que también puede considerarse una oportunidad para la entrada de servicios extranjeros.

11. Recomendaciones generales

1. Consultar las **herramientas de financiación** de apoyo a la internacionalización en China: existen diferentes modalidades de financiación a la hora de desarrollar actividades de internacionalización en China. Recurrir a los organismos públicos especializados, como **CDTI**, es de gran ayuda a la hora de planificar la estrategia en China.

2. Consultar las **leyes y regulaciones** (recurriendo a despachos de abogados expertos en la materia si fuera necesario) del sector en el que se va a desarrollar la actividad: actualmente, debido a las numerosas reformas que se realizan las regulaciones y legislaciones cambian con mucha frecuencia.

3. Conocer las regulaciones al respecto de la **intervención de empresas extranjeras** en el sector de interés: en China, es habitual que haya sectores industriales fuertemente regulados, en especial con respecto a la intervención extranjera o a la intervención de empresas privadas. Dichas regulaciones las establece el Gobierno y varían en función de los objetivos de los diferentes periodos de su planificación económica, industrial o social.

El 28 de julio de 2017 entró en vigor el nuevo **Catálogo de Inversiones**, un documento que indica qué industrias son susceptibles de recibir inversiones extranjeras y cuáles no. En concreto, divide las industrias en permitidas (puede haber sectores estimulados o simplemente permitidos), restringidas (están sujetas a determinadas condiciones, generalmente obligación de formar una JV o límite en el porcentaje de acciones) y prohibidas.

4. Tener en cuenta los **sectores apoyados por el Gobierno**: el hecho de que existan sectores fuertemente regulados puede ser una gran ventaja. Los sectores que el Gobierno considera de especial relevancia suelen disfrutar de incentivos fiscales y otro tipo de ventajas como mayor autonomía en las actividades. Tanto si es la empresa española la que los puede disfrutar, como si es el socio chino, estas medidas crean entornos muy favorables para la innovación. Es de especial importancia, prestar atención a los sectores en los que China tiene carencias tecnológicas ya que serán los de más fácil acceso para empresas extranjeras.

5. Aprovechar las ventajas de los **clusters**: los clusters simplifican el proceso de introducción en el país al ofrecer multitud de recursos específicos para un sector: identificación de socios, logística, servicios específicos requeridos por el sector, etc.

6. Valorar la **zona geográfica** más interesante para la estrategia empresarial: aunque el este del país sea la región más desarrollada económica e industrialmente, es muy interesante conocer las nuevas oportunidades que ofrecen las ciudades emergentes del centro y oeste del país. Entre los objetivos actuales del Gobierno se encuentra el desarrollar las zonas rurales y reducir así la diferencia que existe entre la zona este del país y el centro-oeste.

7. Proteger la **propiedad intelectual**: como se ha comentado, se aconseja recurrir a especialistas en protección intelectual en China antes de desarrollar actividades de innovación o confiar información a un socio. Es importante tener en cuenta la protección legal pero también, tomar medidas de precaución como elegir un socio de confianza, gestionar convenientemente el acceso a la información en el día a día y formar a la plantilla en protección de la propiedad intelectual.

Eventos de interés

- **China International Industry Fair (CIIF)**

Desde su fundación en 1999, CIIF se ha convertido en un evento líder para la fabricación en China, así como una importante ventana y plataforma abierta al mundo para el comercio internacional, la comunicación y la cooperación en el ámbito industrial.

Shanghai, del 19 al 23 de septiembre de 2018

Website: www.ciif-expo.com/en/

- **Bauma China**

Feria dedicada al sector de la maquinaria de construcción que reúne a profesionales de todo el mundo. Cubre todos los sectores de la maquinaria de construcción incluidos los vehículos de construcción y la maquinaria de minería.

Shanghai, del 27 al 30 de noviembre de 2018

Website: <http://www.bauma-china.com/>

- **EASTPO - Shanghai International Machine Tool Exhibition**

Este evento reúne las últimas novedades del sector en smart manufacturing, tecnologías avanzadas y soluciones personalizadas. También alberga conferencias y foros donde se trata el tipo de fabricación para el futuro y el rápido crecimiento de China en la industria.

Shanghai, del 19 al 21 de noviembre de 2018

Website: http://www.chinaexhibition.com/trade_events/9623-EASTPO_2018_-_The_20th_Shanghai_International_Machine_Tool_Exhibition_2018.html

- **CCMT 2018**

Mayor evento anual sobre la industria de la máquina-herramienta.

Shanghai, del 9 al 13 de abril de 2018

Website: <https://www.tradefairdates.com/CCMT-China-CNC-Machine-Tool-Fair-M4675/Shanghai.html>

Páginas web de utilidad

- European Commission Directorate General for Trade
Acceso: ec.europa.eu/trade
Esta web muestra informes, legislación y guías de actuaciones para todos los sectores.
- China Machinery Industry Federation
Acceso: <http://www.mei.net.cn>
Es la web oficial de la China Machinery Industry Federation. Incluye información y análisis sobre el sector de la fabricación en China.
- China Machinery Web
Acceso: www.jx.cn
Recoge noticias e información sobre el sector de la maquinaria en China.
- China Machinery Web
Acceso: news.machine365.com
Aporta información local e internacional sobre el mercado de la maquinaria y la fabricación.
- China Market Research
Acceso: <http://www.cu-market.com.cn/jixie>
Ofrece estudios sobre el sector de la fabricación en el país, además de crear una imagen clara del estado de desarrollo de la industria.
- China IPR SME Helpdesk
Acceso: <http://www.china-iprhelpdesk.eu>
Web recomendable para el asesoramiento en materia de derechos de propiedad intelectual.
- European Chamber of Commerce in China
Acceso: <http://www.europeanchamber.com.cn/en/home>
Proporciona información actualizada, estudios e informes sobre todos los sectores industriales y sus implicaciones en el país.
- CDTI – E.P.E, China
Acceso:
<http://www.cdti.es/index.asp?MP=8&MS=155&MN=2&TR=A&IDR=59&accesible=0&idpunto=18>
Página web donde seguir todas las novedades en materia de I+D en China.

Bibliografía

- (1) **TechTarget**. “Inteligencia artificial, o AI”. [En línea 2017]
<http://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/Inteligencia-artificial-o-AI>
- (2) **Wikipedia**. “Robótica”. [En línea 2018]
<https://es.wikipedia.org/wiki/Rob%C3%B3tica>
- (3) **Sculpteo**. “Fabricación aditiva”. [En línea 2018]
<https://www.sculpteo.com/es/servicios/fabricacion-aditiva/>
- (4) **CDTI**. Guía de I+D en China. (Diciembre 2016)
- (5) **National Bureau of Statistics of China**. *China Statistical Yearbook on Science and Technology*. 2014.
- (6) **OCDE**. Gross Domestic Spending on R&D. [En línea] 2016.
<https://data.oecd.org/rd/gross-domestic-spending-on-r-d.htm>.
- (7) **Industrial Research Institute**. *2016 Global R&D Funding Forecast*. s.l. (2016).
- (8) **Banco Mundial, Instituto de Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO)**. “Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB)”. [en línea 2018]
<https://datos.bancomundial.org/indicador/GB.XPD.RSDV.GD.ZS>
- (9) **Torch**. Torch, Ministry of Science and Technology of People’s Republic of China. *National High-Tech Industrial Zones*. [En línea] 2014. www.chinatorch.gov.cn.
- (10) **CDTI**. “Tratamiento de aguas”. (Septiembre 2016)
- (11) **Central Committee of the Communist Party of China, Compilation and Translation Bureau**. “The 13th FIVE-YEAR PLAN for Economic and social development of the People’s Republic of China (2016–2020)“.
- (12). **Central Committee of the Communist Party of China, Compilation and Translation Bureau**. “The 13th FIVE-YEAR PLAN for Economic and social development of the People’s Republic of China (2016–2020)“. [En línea]
<http://en.ndrc.gov.cn/newsrelease/201612/P020161207645765233498.pdf>
- (13) **Chinese Association of Automation**. <http://www.caa.org.cn/>
- (14) **China Robot Industry Alliance (CRIA)**. <http://cria.mei.net.cn/>
- (15) **Chinese Association for Artificial Intelligence (CAAI)**. <http://caai.cn/>
- (16) **National Development and Research Commission (NDRC)**.
<http://en.ndrc.gov.cn/>
- (17) **China Industrial Control**. www.gongkong.com

- (18) **China Machinery Industry Federation.** <http://jjw.mei.net.cn/english/index.html>
- (19) **Center for strategic & international studies (CSIS).** "Made in China 2025". [en línea] 2015. <https://www.csis.org/analysis/made-china-2025>
- (20) **VDMA.** "Made in China 2025". [en línea] 2015. <https://china.vdma.org/article/-/articleview/8593010>
- (21) **ChinaDaily.** "Made in China 2025 plan unveiled". [en línea] 2015. http://www.chinadaily.com.cn/bizchina/2015-05/19/content_20760528.htm
- (22) **Merics.** "Made in China 2025 – The making of a high-tech superpower and consequences for industrial countries". 2016.
- (23) **The State Council The Peoples’s Republic Of China.** "China to invest big in ‘Made in China 2025’ strategy". [en línea] 2017. http://english.gov.cn/state_council/ministries/2017/10/12/content_281475904600274.htm
- (24) **Mainiway.** "Made in China 2025: from big industrial country to powerful industrial country". [en línea] 2015. http://www.mainiway.com/en/Industrial_Highlights/Made_in_China_2025/2016/0408/53.html
- (25) **Xinhua Finance Agency.** "Five big projects to be started to implement 'made in China 2025' strategy". [en línea] 2015. <http://en.xfafinance.com/html/Policy/2015/72043.shtml>
- (26) **CABRI.** "Company overview". [en línea] <http://www.glabat.com/class/view?id=54>
- (27) **Xinhua Finance Agency.** "Top-level design of Made in China 2025 basically finished". [en línea 2017] <http://en.xfafinance.com/html/Industries/Manufacturing/2017/339407.shtml>
- (28) **China Matters.** "From “Made in China” to “Intelligent Manufacturing from China”. [en línea 2017] <http://www.cnmmatters.com/from-made-in-china-to-intelligent-manufacturing-from-china/>
- (29) **HKTDC.** "Guangdong Announces Manufacturing Upgrade in Line with Made in China 2025". [en línea 2017] <http://hkmb.hktdc.com/en/1X0AA2HD/hktdc-research/Guangdong-Announces-Manufacturing-Upgrade-in-Line-with-Made-in-China-2025>
- (30) **Power Transmission and Control Asia.** "Interpretation of the Intelligent Manufacturing Development Plan (2016 - 2020)". [en línea] 2017. <http://www.ptc-asia.com/EN/Co/?CID=8&AID=143>

- (31) **Forbes**. “China’s Internet plus Strategy, a net minus. [En línea 2015] <https://www.forbes.com/sites/gordonchang/2015/04/19/chinas-internet-plus-strategy-a-net-minus/#9c9fa4e4e050>
- (32) **The State Council The People’s Republic of China**. “Internet Plus”. [En línea 2015-2016] <http://english.gov.cn/2016special/internetplus/>
- (33) **EU-China IoT Advisory Group**. “EU-China Joint white paper on the Internet of Things”. [En línea 2016] <https://euchina-iot5g.eu/wp-content/uploads/EU-China-Joint-White-Paper-on-the-Internet-of-Things.pdf>
- (34) **Xinhua Silk Road database**. “CEIS releases China Annual IoT Development Report (2016-2017) in Wuxi”. [En línea 2017] <http://db.silkroad.news.cn/en/2017/0904/317930.shtml>
- (35) **PR Newswire Association LLC**. “Las tecnologías y aplicaciones de la Internet de las Cosas de China entran en un período activo de innovación”. [En línea 2017] <https://www.prnewswire.com/news-releases/las-tecnologias-y-aplicaciones-de-la-internet-de-las-cosas-de-china-entran-en-un-periodo-activo-de-innovacion-643797513.html>
- (36) **The Economist**. “China business: The great convergence”. [En línea 2016] http://viewswire.eiu.com/index.asp?layout=VWArticleVW3&article_id=784436462
- (37) **Internet of things Institute**. “Lessons from China: Internet of Things”. [En línea 2016] <http://www.ioti.com/strategy/lessons-china-internet-things>
- (38) **Mashable**. “3 companies helping make China a global hub for IoT technology”. [En línea 2017] <http://mashable.com/2018/01/08/china-internet-of-things/#hD6SVQmFdsqw>
- (39) **eSmartCity.es**. “Lanzan una Plataforma Abierta para acelerar el desarrollo IoT en China”. [En línea 2017] <https://www.esmartcity.es/2017/07/10/lanzan-plataforma-abierta-para-acelerar-desarrollo-iot-china>
- (40) **Business Sweden**. “Opportunities in the Chinese IoT market”. [En línea 2016] <https://www.business-sweden.se/contentassets/12018cf5fd6f4757aa0638f7065e8a83/iot-market-in-china.pdf>
- (41) **MIT Technology Review**. “China’s AI Awakening”. [En línea 2017] <https://www.technologyreview.com/s/609038/chinas-ai-awakening/>
- (42) **Goldman Sachs**. “China’s rise in artificial intelligence”. [En línea 2017] <http://www2.caict.ac.cn/zscp/qqzkgz/ljyd/201709/P020170921309379565253.pdf>
- (43) **Vertex**. “Global AI hub? The V factors powering China’s rise”. [En línea 2017] <http://simple-rules.com/vertex.pdf>

- (44) **The State Council The People's Republic of China**. "Notice of the State Council Issuing the New Generation of Artificial Intelligence Development Plan". [En línea 2017] . <https://flia.org/wp-content/uploads/2017/07/A-New-Generation-of-Artificial-Intelligence-Development-Plan-1.pdf>
- (45) **Biblioteca del Congreso Nacional de Chile**. "China presenta su plan nacional para desarrollar innovación en inteligencia artificial". [En línea 2017] <https://www.bcn.cl/observatorio/asiapacifico/noticias/plan-desarrollo-inteligencia-artificial-china>
- (46) **McKinsey Global Institute**. "Artificial intelligence: implications for China". [En línea 2017] <http://jd.vlinkin.com/report/20170429/20170429131148.pdf>
- (47) **36Kr**. "中国AI高校哪家强？15所高校未来3-5年能输出2000多名硕博人才". [En línea 2017] <http://36kr.com/p/5090997.html>
- (48) **Wilson Center**. "How China is preparing for an AI-powered Future". 2017.
- (49) **KPMG**. "The 13th Five-Year Plan – China's transformation and integration with the world economy". 2016.
- (50) **Center for Intelligence Research and Analysis**. "China's Industrial and Military Robotics Development". [En línea 2016] https://www.uscc.gov/sites/default/files/Research/DGI_China%27s%20Industrial%20and%20Military%20Robotics%20Development.pdf
- (51) **The Atlantic**. "China's Artificial-Intelligence Boom". [En línea 2017] <https://www.theatlantic.com/technology/archive/2017/02/china-artificial-intelligence/516615/>
- (52) **MIT Technology Review**. "A Chinese Internet Giant Enters the AI Race". [En línea 2016] <https://www.technologyreview.com/s/603070/a-chinese-internet-giant-enters-the-ai-race/>
- (53) **CNBC**. "China's artificial intelligence technology is fast catching up to the US, Goldman Sachs says". [En línea 2017] <https://www.cnbc.com/2017/09/01/goldman-says-china-has-talent-data-and-infrastructure-to-embrace-ai.html>
- (54) **Cision PR Newswire**. "Global and Chinese Industrial Robot Report, 2014-2017". [En línea 2015] <https://www.prnewswire.com/news-releases/global-and-chinese-industrial-robot-report-2014-2017-300035358.html>
- (55) **China Business Review**. "Industry 4.0 will disrupt existing markets and usher in change". [En línea 2016] <http://www.chinabusinessreview.com/industry-4-0-will-disrupt-existing-markets-and-usher-in-change/>
- (56) **Estudios de mercado ICEX**. "El mercado del sector de la automatización y Robótica en China". (Abril de 2017)

- (57) **LaInformación**. “¿Que países tienen más robots trabajando y cuántos han suplantado a los humanos?”. [En línea 2017]
https://www.lainformacion.com/tecnologia/paises-robots-fabricas-millones-mundo_0_1008800374.html
- (58) **Center for Intelligence Research and Analysis**. “CHAPTER 4 CHINA’S HIGH-TECH DEVELOPMENT”. [En línea 2016]
https://www.uscc.gov/sites/default/files/Annual_Report/Chapters/Chapter%204%2C%20Section%201%20-%20China%27s%20Pursuit%20of%20Dominance%20in%20Computing%2C%20Robotics%2C%20and%20Biotechnology.pdf
- (59) **TUV Rheinland**. “TUV Rheinland Jointly Released 2017 White Paper on Development of China’s Robot Industry with CCID Testing and Certification”. [En línea 2017]
https://www.tuv.com/en/greater_china/about_us_cn/press_3/pressreleases_gc_en/news_content_en_325445.html
- (60) **Tencent**. “Tencent AI Lab”. <http://ai.tencent.com/ailab/about.html>
- (61) **The State Council The People’s Republic of China**. “China to triple industrial robot production by 2020”. [En línea 2016]
http://english.gov.cn/state_council/ministries/2016/04/27/content_281475336534830.htm
- (62) **International Federation of Robotics**. “IFR forecast: 1.7 million new robots to transform the world’s factories by 2020”. [En línea 2017] <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/ifr-forecast-1.7-million-new-robots-to-transform-the-worlds-factories-by-20>
- (63) **The Economic Times**. “Resistance is futile: China's conquest plan for robot industry”. [En línea 2017]
<https://economictimes.indiatimes.com/news/international/business/resistance-is-futile-chinas-conquest-plan-for-robot-industry/articleshow/58353236.cms>
- (64) **International Federation of Robotics**. “Robots: China breaks historic records in automation”. [En línea 2017] <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/robots-china-breaks-historic-records-in-automation>
- (65) **ChinaDaily**. “Robots go it alone at factory with no assembly workers”. [En línea mayo de 2015] http://www.chinadaily.com.cn/china/2015-05/05/content_20620184.htm
- (66) **Robo Business**. “China: Digitizing the factory of the world”. [En línea 2016]
http://robobusiness.com/images/uploads/B2_-_China_Digitizing_the_Factory_of_the_World_-_Georg_Stieler.pdf

- (67) **The Robot Report**. “China’s strategic plan for a robotic future is working: 500+ Chinese robot companies”. [En línea 2017] <https://www.therobotreport.com/chinas-strategic-plan-for-a-robotic-future-is-working-500-chinese-robot-companies/>
- (68) **CISION PR Newswire**. “Global and China 3D Printing Industry Report, 2015-2018”. [en línea 2016] <https://www.prnewswire.com/news-releases/global-and-china-3d-printing-industry-report-2015-2018-300202460.html>
- (69) **China Daily**. “3D printing is booming”. [en línea 2017] http://www.chinadaily.com.cn/business/tech/2017-08/21/content_30891331.htm
- (70) **SIMM**. “THE PROGRESS OF 3D PRINTING AND ADDITIVE MANUFACTURING IN CHINA AND THE UK”. [en línea 2017] <http://www.simmtime.com/news.htm?dId=651>
- (71) **3DPrint.com**. “China Creating Blueprint for a Major Plan to Develop Their 3D Printing Industry”. [en línea 2014] <https://3dprint.com/7016/china-3d-printing-plan/>
- (72) **3D Printing Industry**. “CHINA STATE ACTION PLAN AIMS TO MAKE 3D PRINTING WORTH \$3 BILLION BY 2020”. [en línea 2017] <https://3dprintingindustry.com/news/china-action-plan-3d-printing-3-billion-2020-126119/>
- (73) **Open Gov**. “China formulates Action Plan for the development of 3D printing industry”. [en línea 2017] <https://www.opengovasia.com/articles/china-formulates-action-plan-for-the-development-of-3d-printing-industry>
- (74) **3D Printing Industry**. “3D PRINTING EXPLODES IN CHINA”. [en línea 2016] <https://3dprintingindustry.com/news/3d-printing-explodes-china-79707/>
- (75) **3ders.org**. “Tech company HeyGears to open \$148M 3D printing R&D facility in China”. [en línea 2017] <http://www.3ders.org/articles/20170728-tech-company-heygears-technology-to-open-148m-3d-printing-rd-facility-in-china.html>
- (76) “National Intelligent Manufacturing Standard System Construction Guidelines (version 2015)”. <https://www.dke.de/resource/blob/929020/7080b1667308545c088901b39a111756/manufacturing-guidelines-data.pdf>
- (77) **Standardization Administration of the People’s Republic of China (SAC)**. “Situation of Chinese Intelligent Manufacturing Standardization & International Cooperation Suggestions”.
- (78) **EUSME Centre**. “The machinery sector in China”. (Enero 2018).