

## ESTADO ACTUAL Y FACTORES CLAVE PARA LA EVOLUCIÓN DE LA INDUSTRIA NACIONAL HACIA LA INDUSTRIA 4.0

### *CURRENT STATE AND KEY FACTORS FOR THE EVOLUTION OF THE NATIONAL INDUSTRY TOWARDS INDUSTRY 4.0*

Investigadores USAL: Salimbeni, Sergio (sergio.salimbeni@usal.edu.ar); Biggio, Gabriel;  
Bianchi, Sebastián; Franqueiro, Maria Luz; Patti, Francisco.  
Alumnos practicantes USAL: Servin, Rosa; Galarza, Joaquín; Gambaro, Delfina; Caso, Joaquín,  
Castiglioni Dupin, María Celeste; Quintana, Matías; Sosa, Sebastián

**Palabras clave:** Industria 4.0; Fabricas Inteligentes; Internet de las Cosas; Automatización; Cuarta Revolución Industrial.

**Keywords:** *Industry 4.0; Smart Factory; Internet of Things; Automation; Fourth Industrial Revolution.*

### **Resumen**

El objetivo general del proyecto es estudiar la preparación y la capacidad de las pequeñas y medianas empresas (pymes) para transitar hacia un modelo de Industria 4.0 (I4.0), es decir, de fábricas inteligentes. Se entiende por Fábricas Inteligentes a la Transformación Digital (TD) aplicada a la industria manufacturera. Este trabajo se está realizando en el área metropolitana de Buenos Aires y busca analizar las posibles mejoras en la productividad de las pymes, nuevas metodologías de trabajo e infraestructura tecnológica necesaria en las industrias. Se busca, también, generar el interés y la adquisición de nuevos conocimientos sobre la TD e I4.0 en profesores y alumnos de la Universidad. La metodología utilizada se basa en un enfoque mixto y desde la perspectiva de la ingeniería industrial. El alcance de la investigación es exploratorio y descriptivo. El diseño es transaccional y de tipo exploratorio. Para el marco teórico se realizaron fichas de lectura, método de mapeo y “Modelo de Pentágono”. Para el trabajo en campo se toman como unidad de respuesta y de análisis cinco empresas industriales argentinas; para la etapa cuantitativa se toman como unidad de análisis muestras estadísticas representativas de empresas industriales argentinas. Unidad de respuesta: supervisores, jefes y gerentes de planta, producción, investigación y desarrollo, logística, marketing, ventas y administración.

Durante 2019 se han analizado diversos artículos científicos en varios idiomas, cuyas palabras clave fueron 4.ª Revolución Industrial, Industria 4.0, Fábricas Inteligentes, Internet de las cosas, Internet de las Cosas Industrial, Inteligencia Artificial y Sistemas Ciberfísicos; todos ellos fundamentalmente de universidades europeas. Esto último ha permitido interactuar con Casas de Altos Estudios tales como Aalborg (Dinamarca), DTU (Dinamarca), University of Iceland, KTU (Lituania), Saxion (Holanda), Emden (Alemania) y UNIBZ (Italia). Así se construyó el marco teórico del proyecto. Se evaluaron 307 artículos y estándares, trabajando principalmente sobre 25. Se han realizado también 3 entrevistas en profundidad, las 3 con sus respectivos dueños: una metalúrgica de la zona de

Ciudad Evita, Provincia de Buenos Aires; una fábrica de componentes eléctricos de alta tensión, en Barracas, Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA), y una empresa de servicios de infraestructura en Parque Patricios (CABA). Esta primera etapa del trabajo (a diciembre de 2019) ha permitido presentar y transferir conocimientos a la comunidad académica e industrial. Se han presentado artículos en INNOVA, COINI, LACCEI, CILAC; notas en el diario *El Economista* y en el canal de noticias TN; 3 jornadas de investigación internas; un seminario junto a la empresa RASTI y otro de Calidad 4.0 (Cámara Industrial de Pilar); un artículo en el *Anuario* de la Cámara del Parque Industrial de Pilar y 5 *papers* en Researchgate. Conclusiones a la fecha: la migración hacia la I4.0 en las industrias argentinas debe ser analizada por segmentos, es decir, por tamaño y tipo de industria, ya que las brechas entre estas son muy notorias. Se encontraron grandes inconvenientes en la modernización de la maquinaria actual, fundamentalmente desde el punto de vista financiero. Las empresas están aún en un estado embrionario de la I4.0, conforme el grado de madurez evaluado. La automatización de las líneas de producción, los robots colaborativos (cobots) y la comunicación entre dispositivos sin intervención humana requieren una fuerte inversión en los recursos humanos y un cambio en su modalidad de trabajo. Los factores clave de dichos cambios y nuevas habilidades serán estudiados en la fase 2 (dos) del presente proyecto (2020). Se dificulta la identificación de equipos de trabajo calificados, fundamentalmente en las ingenierías de la información y electrónica, pero también de aquellos con habilidades transversales, tan necesarias para la presente etapa de la industria. De las tres entrevistas realizadas en profundidad durante 2019 se desprende que la capacitación transversal y específica y la formación continua son las medidas más adecuadas para gestionar este cambio. La contribución científica producirá un marco de referencia para el diseño de los procesos de cambio de las empresas industriales actuales hacia la Industria 4.0. La contribución a la industria argentina es la producción de una guía con sugerencias para las empresas sobre cómo lograr exitosamente este cambio conforme la etapa del modelo de madurez en que se encuentren. A partir de esta investigación, se están evaluando potenciales nuevos proyectos en Organización 4.0, Cobots, Calidad 4.0, Logística 4.0, Salud 4.0, Agro 4.0 y Veterinaria 4.0.

### **Abstract**

*The aim of the project is to study the readiness and capacity of small and medium-sized enterprises (SMEs) to move toward the Industry 4.0 (I4.0) model, that is, Smart Factories. The concept of Smart Factory can be understood as Digital Transformation (DT) applied to the manufacturing industry. This work is being carried out in the Buenos Aires Metropolitan Area. It seeks to analyse potential improvements in the productivity of SMEs, new work methodologies and the needed technological infrastructure in industries. It also seeks to arouse interest and the acquisition of new knowledge in regard to DT and I4.0 in professors and students at university. The methodology used is based on a mixed approach and from an industrial-engineering perspective. The scope of this research is exploratory and descriptive. The design is transactional and exploratory. For the theoretical framework, logbook, mapping method and "Pentagon Model" were carried out. For field work, 5 Argentine industrial companies are sampled as the response and analysis unit; for the quantitative stage, representative statistical samples of Argentine industrial companies are taken as the analysis unit. Response unit: supervisors, managers and directors of production plants, research and development, logistics, marketing, sales, and administration. During 2019, various scientific articles in several languages were analysed, whose keywords were: 4th Industrial Revolution, Industry 4.0, Smart Factories, Internet of Things, Industrial Internet of Things, Artificial Intelligence and Cyberphysical Systems, all of them mainly from European universities. The latter has allowed interaction with universities such as: Aalborg (Denmark), DTU (Denmark), University of Iceland, KTU (Lithuania), Saxion (Netherlands), Emden (Germany) and*

*UNIBZ (Italy). The project's theoretical framework was built based on all of them. 307 articles and standards were evaluated, working mainly on 25 of them. There were also 3 in-depth interviews with their relevant owners: a metallurgist from the Ciudad Evita area, Province of Buenos Aires, a high-voltage electrical components factory, in Barracas, Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA), and an infrastructure services company in Parque Patricios, CABA. This first stage of work (December 2019) has allowed us to introduce and transfer knowledge to the academic and industrial community. Articles have been presented in: INNOVA, COINI, LACCEI, CILAC; notes in the newspaper El Economista and on TN, a local news channel; 3 internal research days; a seminar with the RASTI company and another on Quality 4.0 (Pilar Industrial Chamber), an article in the Pilar Industrial Park Chamber Yearbook and 5 papers in Researchgate. Conclusions to date: migration towards I4.0 in Argentine industries must be analysed by segments: size and type of industry, given that the gaps between these are very noticeable. Great obstacles were found in the modernization of the current machinery, fundamentally from the financial point of view. The companies are still in an embryonic stage of I4.0, according to the degree of maturity evaluated. The automation of production lines, collaborative robots, cobots, and communication between devices without human intervention require heavy investment in human resources and a change in their way of working. The key factors of these changes and new skills will be studied in phase 2 (two) of this project (2020). The identification of qualified work teams is difficult, fundamentally in information and electronic engineering, but also of those with transversal skills, highly necessary for the current stage of the industry. From the three in-depth interviews carried out during 2019, it appears that transversal and specific training and continuous training are the most appropriate measures to manage this change. The scientific contribution will produce a frame of reference for the design of the processes of change of the current industrial companies towards Industry 4.0. The contribution to the Argentine industry is the production of a guide with suggestions for companies on how to successfully achieve this change according to the stage of the maturity model they are in. Based on this research, potential new projects are being evaluated in: Organization 4.0, Cobots, Quality 4.0, Logistics 4.0, Health 4.0, Agro 4.0 and Veterinary 4.0.*