

# Análisis Estadístico de Madurez y Permeabilidad Digital en Empresas de Córdoba

## Statistical analysis of digital maturity and permeability in Cordoba companies

Presentación: 20/08/2024

### **Valeria Giletta**

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional San Francisco  
vgiletta@facultad.sanfrancisco.utn.edu.ar

### **Laura María Rivara**

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional San Francisco  
laurarivara@hotmail.com

### **Oscar Rete**

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional San Francisco  
oscar.rete@sanfrancisco.utn.edu.ar

### **Ezequiel Gribaudo**

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional San Francisco  
egribaudo@facultad.sanfrancisco.utn.edu.ar

### **Luis Brunetto**

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional San Francisco  
luisbrunetto@itech3d.com.ar

## **Resumen**

Este estudio analiza la madurez y permeabilidad digital en empresas de Córdoba, Argentina, mediante autodiagnósticos y relevamientos productivos. Se evaluaron 57 empresas de sectores como Maquinaria Agrícola, Metalmecánica y Electrónica/Automatismo. El análisis, basado en el modelo de las 7M de Procesos y dimensiones adicionales (Müller et al., 2018), no reveló diferencias significativas en la madurez digital entre sectores o ubicaciones. Sin embargo, se encontraron discrepancias entre los resultados del autodiagnóstico y el relevamiento productivo, sugiriendo una posible desalineación entre percepción interna y realidad operativa (Kane et al., 2017). Estos hallazgos subrayan la importancia de utilizar herramientas complementarias para evaluar la madurez digital. El estudio contribuye a la comprensión de la transformación digital en un contexto regional específico, ofreciendo insights para estrategias de mejora empresarial.

**Palabras clave:** Madurez digital, permeabilidad digital, transformación digital, análisis estadístico, industria 4.0

## **Abstract**

This study analyses digital maturity and permeability in companies in Córdoba, Argentina, using self-assessments and production surveys. Fifty-seven companies from sectors such as Agricultural Machinery, Metalworking and Electronics/Automation were evaluated. The analysis, based on the 7M Process model and additional dimensions (Müller et al., 2018), revealed no significant differences in digital maturity across sectors or locations. However, discrepancies were found between self-assessment and production survey results, suggesting a possible misalignment between internal perception and operational reality (Kane et al., 2017). These findings underscore the importance of using complementary tools to assess digital maturity. The study contributes to understanding digital transformation in a specific regional context, offering insights for business improvement strategies.

**Keywords:** Digital maturity, digital permeability, digital transformation, statistical analysis, Industry 4.0

## Introducción

La transformación digital ha emergido como un factor clave para la competitividad y sostenibilidad de las empresas en la era contemporánea, revolucionando modelos de negocio, estructuras organizativas y procesos operativos (Vial, 2019). En este contexto, la madurez digital se erige como una métrica esencial que mide el grado de adaptación de una organización a las exigencias del entorno digital. Esta adaptación abarca la integración de tecnologías digitales en todas las áreas del negocio, incluyendo procesos, cultura organizacional, estructura de gestión y estrategia (Schallmo & Williams, 2018).

El concepto de madurez digital se encuentra intrínsecamente vinculado al modelo de Industria 4.0, el cual fue introducido en Alemania en 2011 y ha influido notablemente en la evaluación de la madurez digital a nivel global (Schuh et al., 2017). Este modelo conceptualiza seis etapas de desarrollo digital que proporcionan un marco sólido para comprender y evaluar la transformación digital en contextos industriales variados. Sin embargo, la madurez digital no depende exclusivamente de la tecnología, sino que también está profundamente influenciada por factores como la cultura organizacional y la capacidad de aprendizaje continuo (Gill & VanBoskirk, 2016).

En este sentido, la permeabilidad digital, un concepto relacionado con la madurez digital, se refiere a la habilidad de una organización para absorber e integrar tecnologías digitales de manera fluida en sus operaciones y estrategias (Westerman, Bonnet, & McAfee, 2014). Este concepto es especialmente relevante en regiones como Córdoba, Argentina, donde las empresas enfrentan desafíos específicos en términos de infraestructura y acceso a tecnologías avanzadas. La permeabilidad digital, por tanto, refleja la capacidad de una empresa para adaptarse de manera efectiva a las dinámicas cambiantes del entorno digital.

El Grupo de Investigación CIPI de la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Francisco ha desarrollado un modelo de evaluación de madurez digital desde 2019 que combina las 7M de Procesos (Mano de obra, Métodos, Máquinas, Materiales, Mediciones, Medio ambiente y Management) con dimensiones adicionales como Estructura Organizacional, Sistemas de Información, Cultura y Recursos. Esta metodología holística permite una evaluación integral de la madurez digital, adaptada a las particularidades de las empresas locales (Müller et al., 2018).

El presente estudio se enfoca en el análisis estadístico de la madurez y permeabilidad digital en empresas de la provincia de Córdoba, Argentina, utilizando herramientas de evaluación que incluyen un autodiagnóstico realizado por las propias empresas y un relevamiento productivo efectuado por expertos. Este enfoque dual permite contrastar la percepción interna con una evaluación externa, proporcionando una visión más completa del estado de madurez y permeabilidad digital (Kane, Palmer, & Phillips, 2017).

Los datos disponibles muestran que la difusión de las tecnologías digitales en todos los países dista de haberse completado. Aunque la mayoría de las empresas tiene ya acceso a redes de banda ancha de alta velocidad, hasta ahora las herramientas y aplicaciones digitales más avanzadas y propicias para el aumento de la productividad, como los sistemas de planificación de recursos empresariales o los análisis de macrodatos, se han difundido a un número mucho menor de empresas, la evidencia disponible señala que lo mismo sucede en los países de América Latina y el Caribe (OECD, 2019).

El objetivo central es identificar diferencias significativas en el nivel de madurez digital entre empresas de diversos sectores productivos y ubicaciones geográficas dentro de la provincia de Córdoba. Adicionalmente, se evalúa la congruencia entre los resultados del autodiagnóstico y los del relevamiento productivo para identificar discrepancias que podrían señalar áreas de mejora en la percepción interna versus la realidad operativa. Este trabajo no solo contribuye a la literatura sobre transformación digital en un contexto regional específico, sino que también aborda la necesidad de múltiples perspectivas para una evaluación más profunda y completa de la madurez digital (Verhoef et al., 2022).

## Desarrollo

### Metodología

Este estudio emplea un enfoque cuantitativo centrado en un análisis estadístico riguroso de datos recolectados mediante dos instrumentos: un autodiagnóstico y un relevamiento productivo. Estos instrumentos fueron diseñados para evaluar integralmente la madurez y permeabilidad digital de empresas en la prov. de Córdoba.

El autodiagnóstico captura la percepción interna de las empresas sobre su madurez digital, abarcando dimensiones clave como estructura organizacional, sistemas de información, cultura empresarial y recursos

disponibles (Müller et al., 2018). Este enfoque sistémico permite identificar fortalezas y áreas de mejora en la transformación digital.

El relevamiento productivo, realizado por expertos en procesos industriales, ofrece una evaluación objetiva de la integración tecnológica en las operaciones empresariales. Se aplicaron técnicas estadísticas de análisis descriptivos y exploratorios para analizar las características particulares de cada sector y localización de las organizaciones, así como también técnicas de inferencia estadística no paramétricas: análisis de varianza de Kruskal-Wallis, para identificar diferencias significativas en la madurez digital entre sectores y regiones de Córdoba (Schuh et al., 2017). Las categorías se establecieron considerando las particularidades de la región.

Se trabajó con un nivel de significación del  $\alpha = 0,10$ . El software Infostat fue utilizado para asegurar un análisis preciso y confiable de los datos recolectados. Este programa estadístico desarrollado en el ambiente Windows ofrece una interfaz avanzada para el manejo de datos basada en el difundido concepto de planilla electrónica, permitió llevar adelante el análisis no paramétrico mencionado.

### Herramientas de Diagnóstico

Las herramientas de diagnóstico empleadas en este estudio son cruciales para obtener una visión comprensiva de las capacidades digitales de las empresas, considerando tanto la percepción interna como la evaluación externa.

El autodiagnóstico permite a las empresas evaluar su madurez digital a través de dimensiones clave, como estructura organizacional, sistemas de información, cultura empresarial y recursos, siguiendo modelos como el de Gill y VanBoskirk (2016). Este instrumento ha sido adaptado para reflejar el contexto específico de las empresas en Córdoba.

El relevamiento productivo, basado en las "7M de Procesos" (Mano de obra, Métodos, Máquinas, Materiales, Mediciones, Medio ambiente y Management), se enfocó en un análisis detallado de los procesos operativos, identificando fortalezas y áreas de mejora en la integración de tecnologías digitales (Müller et al., 2018). Se analizaron 17 empresas de sectores como Electrónica/Automatismo, Maquinaria Agrícola y Metalmecánica, proporcionando una base sólida para comparaciones intersectoriales y regionales.

### Hallazgos

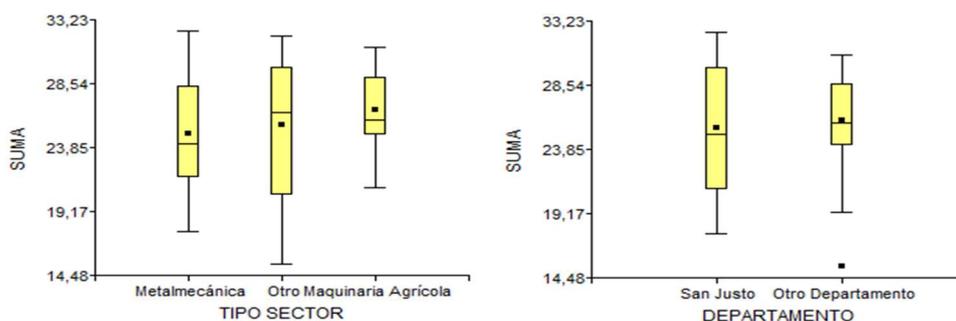
#### Resultados de Autodiagnóstico

Se evaluaron los resultados del autodiagnóstico considerando el puntaje final, diferenciando por sector y ubicación de las empresas. Participaron 57 empresas de la provincia de Córdoba, obteniendo un puntaje promedio de 25,62 sobre 35, con una desviación estándar de 4,33 puntos. El 50% de las empresas alcanzaron 25,54 puntos o menos.

La figura 1.a muestra los gráficos de caja del puntaje total del autodiagnóstico por sector. Se observa que el sector de Maquinaria Agrícola presenta una menor variabilidad en los resultados comparado con los sectores de Electrónica/Automatismo y Metalmecánica.

En cuanto a la ubicación, las empresas del departamento San Justo mostraron una mayor variabilidad en los puntajes en comparación con las de otras regiones de la provincia (Figura 1.b).

A continuación, se presentan los gráficos de caja generados con el software Infostat.



a. Autodiagnóstico según sector

b. autodiagnóstico según ubicación

Figura 1. BoxPlot resultado del autodiagnóstico

Las siguientes tablas, generadas con el software estadístico Infostat, presentan los resúmenes de las diferentes categorías según ambos criterios de clasificación.

Tabla 1. Medidas Resumen del Puntaje del Autodiagnóstico por sector

TIPO SECTOR	Variable	n	Media	D.E.	CV	Mediana
Maquinaria Agrícola	SUMA	17	26,65	3,26	12,25	25,84
Metalmecánica	SUMA	20	24,86	4,48	18,04	24,10
Otro	SUMA	20	25,50	4,96	19,43	26,45

Tabla 2. Medidas Resumen del Puntaje del Autodiagnóstico por localización

DEPARTAMENTO	Variable	n	Media	D.E.	CV	Mediana
Otro Departamento	SUMA	24	25,94	3,67	14,15	25,77
San Justo	SUMA	33	25,39	4,79	18,88	24,99

Tabla 3. Medidas resumen considerando las diferentes dimensiones individualizadas según su ubicación.

DEPARTAMENTO	Variable	n	Media	D.E.	CV	Mediana
Otro Departamento	ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	24	8,03	0,87	10,82	8,30
Otro Departamento	SISTEMAS DE INFORMACIÓN	24	7,21	1,25	17,35	7,50
Otro Departamento	CULTURAL	24	3,68	0,81	21,89	3,84
Otro Departamento	RECURSOS	24	7,01	2,15	30,65	7,00
San Justo	ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	33	7,50	1,15	15,38	7,69
San Justo	SISTEMAS DE INFORMACIÓN	33	6,58	1,73	26,23	6,50
San Justo	CULTURAL	33	3,70	0,89	24,07	4,00
San Justo	RECURSOS	33	7,60	2,15	28,31	8,00

Los resultados muestran que, en promedio, las empresas del resto de la provincia de Córdoba obtuvieron puntajes más altos en las categorías de Estructura Organizacional y Sistemas de Información, mientras que, en la categoría de Recursos, las empresas del departamento San Justo tuvieron un puntaje superior. En la dimensión de Cultura, la diferencia promedio fue mínima, de solo 0,02 puntos. La dimensión de Recursos presentó la mayor heterogeneidad, con un coeficiente de variación del 30,65% para otros departamentos y 28,31% para San Justo.

Se realizaron análisis de varianza para evaluar diferencias significativas en la madurez digital según sector y ubicación. A un nivel de significación del 10%, no se encontraron diferencias significativas entre las empresas de los sectores de Maquinaria Agrícola, Metalmecánica, y otros, ni entre las empresas de San Justo y el resto de la provincia. Las tablas 4 y 5 muestran estos resultados.

Tabla 4. Resultado del ANOVA No Paramétrico para la variable resultado del autodiagnóstico según la clasificación de Sector de actividad de la empresa. Prueba de Kruskal Wallis

Variable	TIPO SECTOR	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
SUMA	Maquinaria Agrícola	17	26,65	3,26	25,84	1,55	0,4597
SUMA	Metalmecánica	20	24,86	4,48	24,10		
SUMA	Otro	20	25,50	4,96	26,45		

Tabla 5. Resultado del ANOVA No Paramétrico para la variable resultado del autodiagnóstico según la clasificación de Localización. Prueba de Kruskal Wallis

Variable	DEPARTAMENTO	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
SUMA	Otro Departamento	24	25,94	3,67	25,77	0,25	0,6163
SUMA	San Justo	33	25,39	4,79	24,99		

## Resultados de Relevamiento Productivo

A continuación, se muestra el análisis exploratorio de los resultados del relevamiento productivo. Las siguientes tablas se muestran las medidas resumen de los relevamientos productivos según el criterio de clasificación de sector y localización, además podemos destacar que empresas alcanzadas alcanzaron en promedio de 16,79 puntos con una desviación de 4,01, mientras que el 50% de las empresas alcanzaron 17,01 puntos o menos.

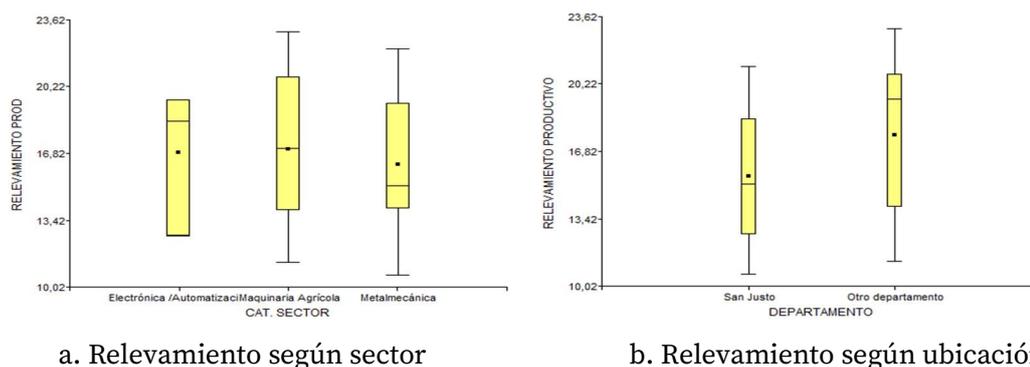


Figura 2. BoxPlot resultado del relevamiento

Tabla 6. Medidas Resumen del puntaje del Relevamiento Productivo por sector

CAT. SECTOR	Variable	n	Media	D.E.	Mín	Máx
Electrónica/Automatización..	SUMA RELEV PROD	3	16,88	3,71	12,64	19,55
Maquinaria Agrícola	SUMA RELEV PROD	9	17,05	4,26	11,27	23,00
Metalmecánica	SUMA RELEV PROD	5	16,27	4,53	10,64	22,14

Tabla 7. Medidas Resumen del puntaje del Relevamiento Productivo por localización

DEPARTAMENTO	Variable	n	Media	D.E.	Mín	Máx	Mediana
Otro departamento	SUMA RELEV PROD	10	17,64	4,25	11,27	23,00	19,46
San Justo	SUMA RELEV PROD	7	15,57	3,58	10,64	21,09	15,18

Se realizó un análisis de varianza para determinar si existían diferencias significativas en los relevamientos productivos de madurez digital entre empresas, clasificadas por sector y ubicación. Los resultados, presentados en las tablas 8 y 9, no proporcionan evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula en ambos casos. Por lo tanto, se concluye que no hay diferencias significativas en los resultados entre las empresas de los sectores de Electrónica y Automatización, Maquinaria Agrícola, y Metalmecánica, ni entre las empresas del departamento San Justo y el resto de la provincia.

Tabla 8. Resultado del ANOVA No Paramétrico para la variable resultado del relevamiento productivo según la clasificación de Sector de actividad de la empresa. Prueba de Kruskal Wallis.

Variable	CAT. SECTOR	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
SUMA RELEV PROD	Electrónica/Automatización..	3	16,88	3,71	18,44	0,13	0,9383
SUMA RELEV PROD	Maquinaria Agrícola	9	17,05	4,26	17,09		
SUMA RELEV PROD	Metalmecánica	5	16,27	4,53	15,18		

Tabla 9. Resultado del ANOVA No Paramétrico para la variable resultado del relevamiento productivo según la clasificación de Localización. Prueba de Kruskal Wallis

Variable	DEPARTAMENTO	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
SUMA RELEV PROD	Otro departamento	10	17,64	4,25	19,46	1,15	0,3027
SUMA RELEV PROD	San Justo	7	15,57	3,58	15,18		

Se compararon los resultados de los autodiagnósticos de madurez digital con los relevamientos productivos mediante un análisis de varianza. Como se muestra en la tabla 10, a un nivel de significación del 10%, los datos proporcionan evidencia suficiente para rechazar la hipótesis de que no hay diferencias entre los promedios de ambas evaluaciones. Por lo tanto, se concluye que existen diferencias estadísticas significativas entre los puntajes del autodiagnóstico y del relevamiento productivo.

Tabla 10. Resultado del ANOVA No Paramétrico para la variable resultado del relevamiento productivo según la clasificación de tipo de herramienta de evaluación. Prueba de Kruskal Wallis.

Variable	SUMA	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
PUNTAJE	AUTODIAGNÓSTICO	17	14,11	2,39	14,08	3,79	0,0516
PUNTAJE	RELEVAMIENTO PRODUCTIVO	17	16,79	4,01	17,09		

## Conclusiones

Las conclusiones del estudio revelan que, aunque no se encontraron diferencias significativas en los niveles de madurez digital entre los distintos sectores productivos ni entre las ubicaciones geográficas de las empresas evaluadas en la provincia de Córdoba, existen discrepancias notables entre los resultados del autodiagnóstico interno y el relevamiento productivo externo para las empresas relevada. Estas diferencias indican que la percepción interna de las empresas sobre su madurez digital podría no alinearse completamente con la realidad operativa observada. Este hallazgo subraya la importancia de emplear herramientas de evaluación complementarias para obtener una visión más precisa y holística de la madurez digital, ajustada a las particularidades de cada contexto. La combinación de enfoques internos y externos es esencial para identificar áreas de mejora y orientar las estrategias de transformación digital de manera más efectiva.

## Referencias

- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. (2020). InfoStat versión 2020. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Disponible en <http://www.infostat.com.ar>
- Gill, M., & VanBoskirk, S. (2016). The Digital Maturity Model 4.0: Benchmarks: Digital Business Transformation Playbook. Forrester Research. Disponible en <http://forrester.digital.com/pdf/Forrester-s%20Digital%20Maturity%20Model%204.0.pdf>
- Kane, G. C., Palmer, D., Phillips, A. N., & Kiron, D. (2017). Achieving Digital Maturity. MIT Sloan Management Review. Disponible en <https://sloanreview.mit.edu/projects/achieving-digital-maturity/>
- Müller, J. M., Buliga, O., & Voigt, K. I. (2018). Fortune favors the prepared: How SMEs approach business model innovations in Industry 4.0. *Technological Forecasting and Social Change*, 132, 2-17. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.12.019>
- OECD (2019), *Shaping the Digital Transformation in Latin America: Strengthening Productivity, Improving Lives*, OECD Publishing, Paris. Disponible en <https://doi.org/10.1787/8bb3c9f1-en>
- Schallmo, D. R. A. & Williams, C. A. (2018). *Digital transformation now!: Guiding the successful digitalization of your business model*. Springer Nature.
- Schuh, G., Anderl, R., Gausemeier, J., ten Hompel, M., & Wahlster, W. (2017). *Industrie 4.0 Maturity Index: Managing the Digital Transformation of Companies (acatech STUDY)*. Herbert Utz Verlag.
- Verhoef, P. C., Broekhuizen, T., Bart, Y., Bhattacharya, A., Qi Dong, J., Fabian, N., & Haenlein, M. (2022). Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda. *Journal of Business Research*, 122, 889-901. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.09.022>
- Vial, G. (2019). Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *The Journal of Strategic Information Systems*, 28(2), 118-144. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2019.01.003>
- Westerman, G., Bonnet, D., & McAfee, A. (2014). *Leading digital: Turning technology into business transformation*. Harvard Business Press.