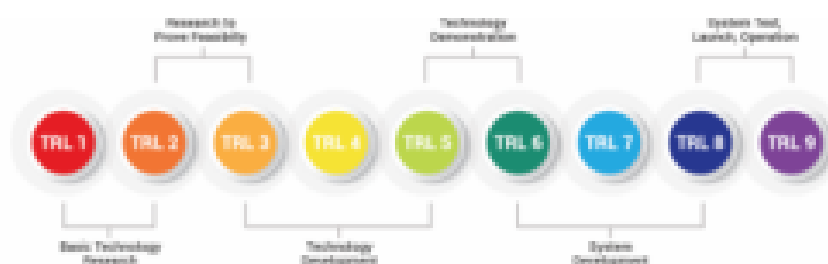


Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
Los niveles de madurez tecnológica - Technology-Readiness-Level (TRL)

Durante la década del 1970 la National Aeronautics and Space Administration (NASA) desarrolló un método para estimar la madurez de las tecnologías durante la fase de adquisición de un programa – **Technology Readiness Level (TRL)**, con el fin de diagnosticar en qué etapa se encuentra el desarrollo tecnológico y como se piensa avanzar, sirven para identificar la correspondencia de las actividades de I+D+i con las diferentes etapas del desarrollo tecnológico y puede ser aplicado también a las ciencias sociales, a la economía, diseño de software, artes y humanidades, entre otros.

Conocer los niveles de madurez tecnológica (TRL) permite:

- Tomar decisiones relacionadas con el desarrollo y estado de madurez de la tecnología.
- Gestionar el progreso de la actividad de investigación y desarrollo.
- Gestionar riesgos.
- Decidir sobre el financiamiento de la tecnología
- Decidir sobre la transición y etapas de la tecnología



La escala elegida consta de 9 niveles:

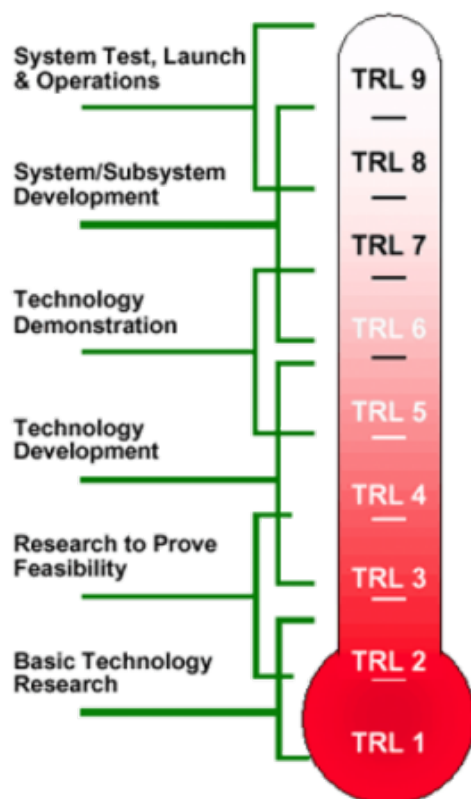


Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria

Secretaría de Agricultura,
Ganadería y Pesca



Ministerio de Economía
Argentina



TRL 1 Principios básicos observados e informados

Este es el nivel más bajo de madurez tecnológica. La investigación científica comienza a traducirse en I+D aplicada.

Los ejemplos pueden incluir estudios en papel de las propiedades básicas de una tecnología o trabajo experimental que consiste principalmente en observaciones del mundo físico. La información de respaldo incluye investigaciones publicadas u otras referencias que identifican los principios que subyacen a la tecnología.

TRL 2 Investigación aplicada: se formula el concepto de la tecnología y/o su aplicación

La información de respaldo incluye publicaciones u otras referencias que describen la aplicación que se está considerando y que proporcionan análisis para respaldar el concepto. El paso de TRL 1 a TRL 2 mueve las ideas de la investigación pura a la aplicada. La mayor parte del trabajo son estudios analíticos o en papel con énfasis en comprender mejor la ciencia. El trabajo experimental está diseñado para corroborar las observaciones científicas básicas realizadas durante el trabajo TRL 1.

TRL 3 Prueba de concepto analítica y experimental de función crítica y / o característica

Se comienza con la investigación y desarrollo (I + D) realizando estudios analíticos y estudios a escala de laboratorio para validar físicamente las predicciones analíticas de elementos separados de la tecnología.



Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria

Secretaría de Agricultura,
Ganadería y Pesca



Ministerio de Economía
Argentina

Los ejemplos incluyen componentes que aún no están integrados o probados de forma representativa con simuladores. El modelado y la simulación pueden usarse para complementar los experimentos físicos.

TRL 4 Validación de componentes y / o sistemas en entornos de laboratorio.

Los componentes tecnológicos básicos se integran para comprobar que las piezas funcionarán juntas. Esto es relativamente de "baja fidelidad" en comparación con el sistema terminado final. Los ejemplos incluyen la integración de hardware ad hoc en un laboratorio y pruebas con una variedad de simuladores y pruebas a pequeña escala con condiciones /cargas reales. La información de respaldo incluye los resultados de los experimentos integrados y las estimaciones de cómo los componentes experimentales y los resultados de las pruebas experimentales difieren de los objetivos de rendimiento del sistema esperados.

TRL 4 al a TTL 6 representa el puente de la investigación científica a la ingeniería. TRL 4 es el primer paso para determinar si los componentes individuales funcionarán juntos como un sistema.

TRL 5 Escala de laboratorio, validación de sistema similar en entorno relevante

Los componentes tecnológicos básicos están integrados de forma tal que la configuración del sistema sea similar o coincida con la aplicación final en casi todos los aspectos. Los ejemplos incluyen probar un sistema a escala de laboratorio de alta fidelidad en un entorno simulado con una gama de esimulantes y situaciones reales. La información de respaldo incluye los resultados de las pruebas a escala de laboratorio, el análisis de las diferencias entre el laboratorio y el eventual sistema operativo / entorno, y el análisis de lo que significan los resultados experimentales para el eventual sistema operativo / entorno.

La principal diferencia entre TRL 4 y 5 es el aumento de la fidelidad del sistema y el entorno a la aplicación real. El sistema probado es casi un prototipo.

TRL 6 Ingeniería / escala piloto, validación de sistema similar (prototipo) en entorno relevante

Los modelos o prototipos a escala de ingeniería se prueban en un entorno relevante. Esto representa un paso importante en demostrar la madurez de una tecnología. Los ejemplos incluyen probar un sistema prototipo a escala de ingeniería con una gama de simulantes. La información de respaldo incluye los resultados de las pruebas a escala de ingeniería y el análisis de las diferencias entre la escala de ingeniería, el sistema / entorno del prototipo y el análisis de lo que significan los resultados experimentales para el eventual sistema operativo / entorno. En TRL 6 comienza el verdadero desarrollo de ingeniería de la tecnología como un sistema operativo. La principal diferencia entre TRL 5 y 6 es el paso de la escala de laboratorio a la escala de ingeniería y la determinación de los factores de escala que permitirán el diseño del sistema operativo. El prototipo debe ser capaz de realizar todas las funciones que se requerirán del sistema operativo. El entorno operativo para la prueba debe ser una buena representación del entorno operativo real.



Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria

Secretaría de Agricultura,
Ganadería y Pesca



Ministerio de Economía
Argentina

TRL 7 Sistema similar a gran escala (prototipo) demostrado en un entorno relevante.

Esto representa un paso importante con respecto a TRL 6, que requiere la demostración de un prototipo de sistema real en un entorno relevante. Los ejemplos incluyen probar prototipos a gran escala en el campo con una variedad de simulantes en la puesta en marcha en frío. La información de respaldo incluye los resultados de las pruebas y análisis a gran escala de las diferencias entre el entorno de prueba y el análisis de lo que significan los resultados experimentales para el eventual sistema operativo / entorno. El diseño final está prácticamente completo.

TRL 8 Sistema real completado y calificado a través de prueba y demostración.

Se ha demostrado que la tecnología funciona en su forma final y en las condiciones esperadas. En casi todos los casos, este TRL representa el final del verdadero desarrollo del sistema. **El sistema incorpora el diseño comercial.**

TRL 9 Sistema listo para su uso a escala completa

La tecnología está en su forma final y funciona bajo una amplia gama de condiciones de operación. Los ejemplos incluyen el uso del sistema real con la gama completa de estados y situaciones en caliente. **Nivel posterior al 9 es el producto, proceso o servicio se lanza comercialmente en el mercado y es aceptado por un grupo de clientes.**

Enlaces de sitios que ofrecen información sobre Niveles de madurez tecnológica (Technology Readiness Levels (TRLs))

- 1) Oficina Europea de I+D de la Universidad Complutense de Madrid describe TRL:
<https://oficinaeuropea.ucm.es/noticias/item/141-niveles-de-madurez-tecnologica-technology-readiness-levels-trl>
- 2) Consultora española de gestión de proyectos describe TRL:
<https://financiacioneinvestigacion.com/blog/los-niveles-trl-en-horizon-2020/>
- 3) Consultora inglesa de gestión de proyectos describe TRL:
<https://enspire.science/trl-scale-horizon-2020-erc-explained/>
- 4) El Gobierno de Canadá usa las TRL para clasificar las fuentes de financiamiento:
<https://www.mentorworks.ca/blog/business-consulting/technology-readiness-levels/>
- 5) Biotechnology Industry Research Assistance Council (BIRAC, India) propone modelos de escalas TRL para distintas áreas:
http://www.birac.nic.in/desc_new.php?id=443



Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria

Secretaría de Agricultura,
Ganadería y Pesca



Ministerio de Economía
Argentina

Referencias:

Wikipedia

https://es.m.wikipedia.org/wiki/Nivel_de_madurez_tecnol%C3%B3gica

Recuperado:

[David Alcantara](#). 2019. Los niveles TRLs en Horizon 2020. Blog “Financiación e Investigación”. Sociedad para el Avance Científico. España. [H2020](#), [Horizon Europe](#) .
Recuperado: <https://financiacioneinvestigacion.com/blog/los-niveles-trls-en-horizon-2020/>

Fuente

<https://inta.gob.ar/noticias/los-niveles-de-madurez-tecnologica-technology-readiness-level-trl>



Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria

Secretaría de Agricultura,
Ganadería y Pesca



Ministerio de Economía
Argentina