



ANEXO 11 DE LOS TdR CONVOCATORIA 56 del SGR

EL MINISTERIO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN – MINCIENCIAS –

CONVOCATORIA DE EMERGENCIA PARA LA RECUPERACIÓN Y GENERACIÓN DE CAPACIDADES TRANSFORMADORAS, EN EL MARCO DEL DECRETO 1414 DE 17 DE SEPTIEMBRE DE 2026

ANEXO 11 NIVELES DE MADUREZ TECNOLÓGICA

Para determinar el estado de desarrollo de las tecnologías o soluciones propuestas y orientar su proceso de validación, implementación, transferencia, apropiación o escalamiento, la presente convocatoria utilizará como referencia la escala de Niveles de Madurez Tecnológica (Technology Readiness Levels – TRL), desarrollada originalmente por la NASA.

La escala TRL permite establecer el grado de madurez alcanzado por una tecnología o solución, considerando su nivel de desarrollo, integración, validación y demostración, así como las condiciones y el entorno en los cuales ha sido probada.

En el marco de la presente convocatoria, el TRL permitirá identificar y verificar el nivel de madurez tecnológica de entrada de la solución y el nivel que se compromete a alcanzar al finalizar la ejecución del proyecto, de manera coherente con las actividades, productos, resultados y evidencias previstas en la propuesta.

La determinación del TRL deberá estar sustentada en evidencias técnicas verificables que permitan acreditar objetivamente el estado de desarrollo declarado. La sola manifestación del proponente respecto del nivel de madurez de la tecnología o solución no será suficiente para acreditar el TRL.

Dado el carácter de la convocatoria y su orientación hacia soluciones concretas frente a las problemáticas derivadas de la emergencia, se espera que las tecnologías o soluciones propuestas cuenten con un nivel avanzado de madurez, evidenciando que el sistema, prototipo o solución ha sido demostrado de manera integrada en un entorno operacional o real representativo de las condiciones en las que será utilizado.

A partir de este estado de desarrollo, el proyecto deberá establecer una ruta técnica clara y viable para avanzar hacia la validación completa, implementación y funcionamiento

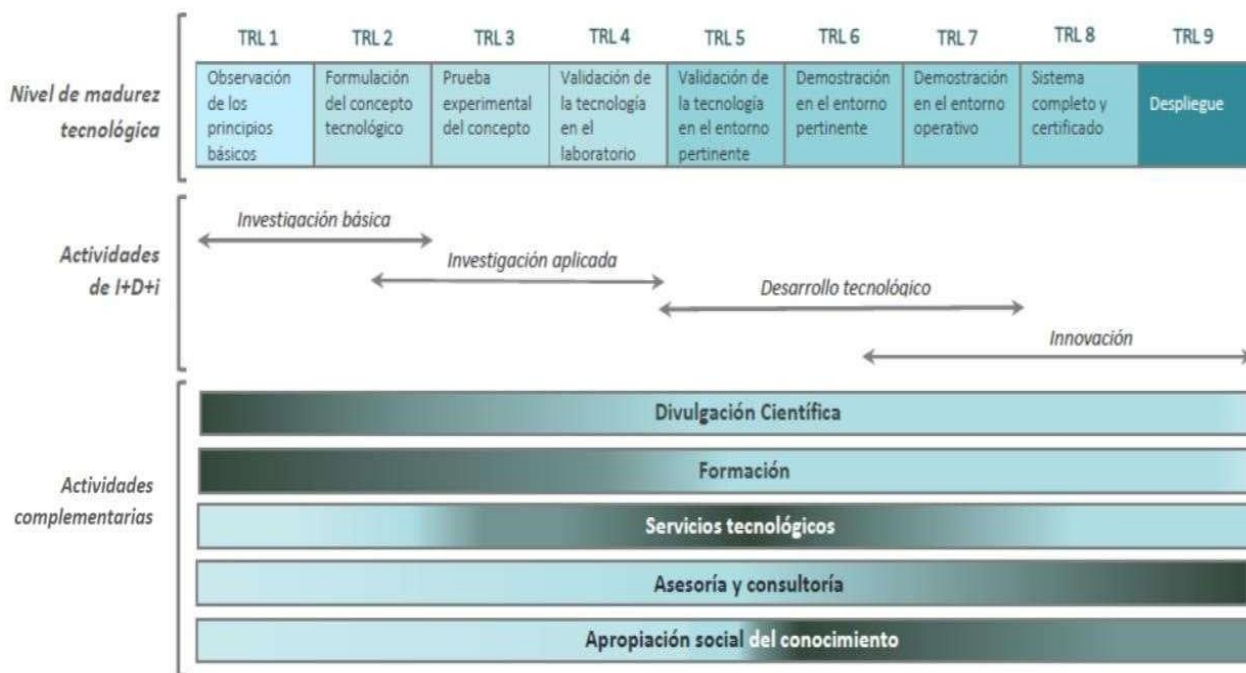
Av. Calle 26 # 57- 41 / 83 Torre 8 Piso 2 – PBX: (57+1) 6258480, Ext 2081 – Línea gratuita nacional 018000914446 – Bogotá D.C. Colombia

ANEXO 11 DE LOS TdR CONVOCATORIA 56 del SGR

efectivo de la solución en condiciones reales, procurando alcanzar los mayores niveles de madurez tecnológica durante su ejecución.

De esta manera, la convocatoria busca que los proyectos se traduzcan en soluciones concretas, aplicables y verificables, y no en desarrollos que requieran fases posteriores para alcanzar la solución a la problemática identificada.

El siguiente gráfico representa un esfuerzo por correlacionar los alcances de las etapas de I+D+i con los distintos niveles TRL. De acuerdo con el autor, la intensidad de color de las actividades complementarias debe entenderse como un mayor énfasis de estas actividades en los TRL correspondientes¹:



Relación de TRL y etapas de I+D+i

Con base en lo anterior, el concepto de Nivel de Madurez Tecnológica (TRL) puede utilizarse como referente para caracterizar el grado de madurez tecnológica de las propuestas, independientemente de la línea temática de la convocatoria. La

¹ Tomado de Documento de: Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación N° 1602: Actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. 2016. COLCIENCIAS, Página 12

ANEXO 11 DE LOS TdR CONVOCATORIA 56 del SGR

correspondencia entre un determinado nivel TRL y las diferentes etapas o actividades de I+D+i permite, a su vez, orientar la valoración del grado de desarrollo y de las condiciones para la transferencia y adopción de un producto, tecnología, proceso o innovación, ya sea de carácter tecnológico o social.

Para efectos de la presente convocatoria, las propuestas deberán identificar el nivel TRL que esperan alcanzar, el cual deberá guardar coherencia con la trayectoria previa de desarrollo, el nivel de madurez inicial y los productos previstos como resultado de desarrollo tecnológico e innovación, apropiación social del conocimiento y formación de recurso humano para la CTeI (véase el Anexo 13. Productos de CTeI Esperados).

A continuación, se presentan las características correspondientes a cada nivel TRL, estableciendo su relación con las etapas de I+D+i y con los productos representativos de generación de nuevo conocimiento y de desarrollo tecnológico e innovación. Los productos asociados a la apropiación social del conocimiento y a la formación de recurso humano se consideran transversales a las diferentes etapas de I+D+i y niveles TRL y, por tanto, podrán constituir resultados esperados de las propuestas, de acuerdo con su alcance y objetivos. La información presentada en esta sección constituye una guía para orientar a los proponentes en la definición del alcance, la trayectoria de desarrollo y los resultados esperados de las propuestas.



ANEXO 11 DE LOS TdR CONVOCATORIA 56 del SGR

ACTIVIDAD DE I+D+i	TRL	CARACTERÍSTICAS	PRODUCTOS REPRESENTATIVOS ²
Investigación Básica	1. Observación de los principios básicos	• Los principios básicos de la idea han sido cualitativamente postulados y observados. • La investigación científica inicial se ha completado y comienza la transición hacia investigación aplicada.	Artículo de investigación.
	2. Formulación del concepto	• Una vez que los principios básicos se observan, aplicaciones prácticas pueden llegar a una invención. Las aplicaciones son aún especulativas y puede aún no haber pruebas o análisis detallados que confirmen dichas suposiciones. Se tienen como evidencia publicaciones que describen una aplicación y que puedan proveer de un análisis para confirmar el concepto. • Se ha formulado el concepto de la tecnología, su aplicación y puesta en práctica. Se perfila el plan de desarrollo. Estudios y pequeños experimentos proporcionan una “prueba de concepto” para los conceptos de la tecnología. Se han desarrollado herramientas analíticas para la simulación o análisis de la aplicación. • Se comienzan a formular posibles usos o aplicaciones de la tecnología, se identifican potenciales impactos sociales y <i>stakeholders</i> relevantes. • El tema de propiedad intelectual cobra interés sobre ventajas competitivas en el mercado y sobre el derecho de explotación y/o no infracción por uso de la tecnología.	

² De generación de nuevo conocimiento, desarrollo tecnológico e innovación

ANEXO 11 DE LOS TdR CONVOCATORIA 56 del SGR

ACTIVIDAD DE I+D+i	TRL	CARACTERÍSTICAS	PRODUCTOS REPRESENTATIVOS ²
Investigación Aplicada	3. Prueba experimental del concepto	- Las actividades que se llevan a cabo son fuertemente de investigación y desarrollo, que incluyen estudios analíticos y estudios a escala laboratorio para validar físicamente las predicciones de los elementos separados de la tecnología. Se incluyen pruebas de laboratorio para medir parámetros y comparación con predicciones analíticas de subsistemas críticos. - El trabajo ha evolucionado de un artículo científico a trabajo experimental que verifica que el concepto funciona como esperado. Los componentes de la tecnología son validados, pero aún no hay una intención de integrar componentes a un sistema completo. - Modelado y simulación pueden ser usados para complementar los experimentos físicos. Se han completado los primeros ensayos de laboratorio. El concepto y los procesos han sido demostrados a escala de laboratorio. Se ha identificado el potencial de los materiales y cuestiones de ampliación de escala. - Inicio de la validación de la idea de aplicación, del posible producto y/o mercado con <i>stakeholders</i> relevantes	Artículos de investigación. Libros resultados de investigación. Capítulos en libros resultados de investigación. Productos tecnológicos patentados o en proceso de solicitud de patente



ANEXO 11 DE LOS TdR CONVOCATORIA 56 del SGR

ACTIVIDAD DE I+D+i	TRL	CARACTERÍSTICAS	PRODUCTOS REPRESENTATIVOS ²
	4. Validación del desarrollo en entorno laboratorio	- Validación de componentes o sistema en un ambiente de laboratorio. Los componentes básicos están integrados, estableciendo que funcionarán en conjunto. - Los niveles del 4 al 6 representan el puente de la investigación científica a la ingeniería o al desarrollo tecnológico. Este nivel es el primero para determinar si los componentes individuales trabajarán juntos como un sistema. - Los componentes de la tecnología han sido identificados. Una unidad de desarrollo de prototipo ha sido construida en el laboratorio y en un entorno controlado. Las operaciones han proporcionado datos para identificar el potencial de ampliación y cuestiones operativas. Se contemplan los diseños preliminares de producto o proceso. - Las medidas validan las predicciones analíticas de los distintos elementos de la tecnología. Se ha validado la simulación de los procesos. Se han desarrollado evaluaciones del ciclo de vida preliminares y modelos de evaluación económica y social.	



ANEXO 11 DE LOS TdR CONVOCATORIA 56 del SGR

ACTIVIDAD DE I+D+i	TRL	CARACTERÍSTICAS	PRODUCTOS REPRESENTATIVOS ²
Desarrollo tecnológico	5. Validación del desarrollo en entorno pertinente	- Componentes tecnológicos integrados de manera que la configuración del sistema sea similar a su aplicación final en casi todas sus características. Su operatividad es aún a nivel laboratorio. Se dan pruebas a escala en laboratorio en un sistema operativo condicionado. La principal diferencia entre el nivel 4 y 5 es el incremento en la fidelidad del sistema y su ambiente hacia la aplicación final. - La tecnología se ha validado a través de pruebas en el entorno previsto simulada o real. - El nuevo hardware está listo para comenzarse a usar se refina el modelado de los procesos (técnica y económicamente). Se han validado evaluaciones del ciclo de vida y modelos de evaluación económica. Cuando sea relevante para su posterior ampliación, se han identificado los siguientes conceptos; salud y seguridad, limitaciones ambientales, regulatorios y de disponibilidad de recursos. Desarrollo de prototipo comercial.	Productos tecnológicos patentados o en proceso de solicitud de patente. Variedades vegetales. Productos de investigación-creación en artes, arquitectura y diseño. Productos tecnológicos certificados o validados: diseños industriales, esquemas de circuitos integrados, software, plantas piloto, prototipos

ANEXO 11 DE LOS TdR CONVOCATORIA 56 del SGR

ACTIVIDAD DE I+D+i	TRL	CARACTERÍSTICAS	PRODUCTOS REPRESENTATIVOS ²
	6. Demostración del desarrollo en entorno pertinente	▪ Sistema en validación en ambiente en condiciones relevantes a las reales operativas. Prototipo piloto con diseño detallado y con condiciones de escalamiento que le permitirán a la tecnología llegar a un sistema operativo. El prototipo debe ser capaz de desarrollar todas las funciones requeridas por un sistema operativo. ▪ Los componentes y los procesos se han ampliado para demostrar el de los problemas identificados anteriormente se han resuelto. El prototipo se ha probado en condiciones muy cercanas a las que se espera vaya a funcionar. ▪ Se ha identificado y modelado el sistema a escala comercial completa. Se ha perfeccionado la evaluación del ciclo de vida y la evaluación económica. Demostración de mercado (<i>early adopters</i>) o de adopción social en cooperación con <i>stakeholders</i> para obtener retroalimentación inicial de impactos.	industriales y signos distintivos.
	7. Demostración del desarrollo en el entorno real	▪ Prototipo completo con sistema operativo funcional demostrado en ambiente real. Primer corrida piloto y pruebas finales reales. Se ha demostrado que la tecnología funciona y opera a escala precomercial. Se han identificado las cuestiones de la fabricación y operaciones finales. Se han resuelto cuestiones tecnológicas menores. ▪ Evaluación económica y de ciclo de vida perfeccionadas. Revalidación con ▪ <i>stakeholders</i>	



ANEXO 11 DE LOS TdR CONVOCATORIA 56 del SGR

ACTIVIDAD DE I+D+i	TRL	CARACTERÍSTICAS	PRODUCTOS REPRESENTATIVOS ²
Innovación	8. Desarrollo completo y certificado	▪ Sistema final completo y evaluado a través de pruebas y demostraciones. ▪ La tecnología ha sido probada en su forma final y bajo condiciones supuestas. En muchos casos significa el final del desarrollo del sistema. ▪ Todas las cuestiones operativas y de fabricación han sido resueltas. Se han elaborado documentos para la utilización y mantenimiento del producto. Se ha demostrado que la tecnología funciona a nivel comercial a través de una aplicación a gran escala. ▪ Las soluciones propuestas, así como un plan para adaptación social han sido terminados y validados. Difusión de resultados.	Productos empresariales: secretos empresariales, empresas de base tecnológica (<i>spin-off</i> o <i>start-up</i>), empresas creativas y culturales, innovaciones generadas en la gestión empresarial e innovaciones en procesos y servicios. Regulaciones, normas, reglamentos o legislaciones
	9. Despliegue del desarrollo	▪ Operación del sistema. ▪ La tecnología se encuentra en su forma final y operable en un sin número de condiciones operativas. Se habla de producto completamente desarrollado y disponible para la sociedad. ▪ Entrega de producto o tecnología para producción en serie y comercialización. ▪ Transferencia y apropiación de resultados en comunidades objetivo. Difusión de resultados.	

² De generación de nuevo conocimiento, desarrollo tecnológico e innovación