Anexo 2. Conceptos y definiciones para TRL y BRL

Criterios estado de desarrollo de la tecnología y preparación para el mercado

Nivel de Madurez Tecnológica TRL

Nivel de TRL	Fase	Descripción
TRL 1	Conceptualización	En este nivel, se formula el concepto inicial de la tecnología. No hay evidencia científica o técnica de su viabilidad. No hay investigación o análisis científico y técnico realizado para respaldar la viabilidad de la tecnología. Revisión de literatura, discusiones conceptuales, identificación de oportunidades tecnológicas.
TRL 2	Concepto validado en laboratorio	En este nivel, se lleva a cabo una evaluación inicial de la viabilidad de la tecnología en un entorno de laboratorio. Se realizan experimentos y pruebas de laboratorio para demostrar la viabilidad del concepto técnico. Experimentos de laboratorio, pruebas de concepto, evaluación de riesgos técnicos.
TRL 3	Prueba de concepto en entorno simulado	En este nivel, se realiza una prueba de concepto en un entorno simulado que se asemeja al entorno de operación real. Se realiza una evaluación más detallada de la tecnología en un entorno controlado que simula condiciones reales de operación. Pruebas en bancos de pruebas, simulaciones computacionales, prototipos a escala reducida.
TRL 4	Prototipado de un resultado previo de investigación (diseño de producto)	Los componentes de la tecnología han sido identificados. Una mirada de desarrollo de prototipo ha sido construida en el laboratorio y en un entorno controlado. En un entorno simulado se valida que los componentes básicos están integrados, estableciendo que funcionaron en conjunto. Como resultado de este nivel se cuenta con medidas validan las predicciones analíticas de los distintos elementos de la tecnología.
TRL 5	Generación mediante iteraciones continuas, cambios sobre la invención	En un entorno en condiciones que se aproximan o simulan suficientemente a las condiciones existentes en un entorno real se valida que los componentes básicos están integrados, estableciendo que funcionaran en conjunto. La diferencia mayor entre el nivel 4 y 5 es el incremento en la fidelidad del sistema y su ambiente hacia la aplicación final.

VIGILADA MINEDUCACIÓN

TRL 6	Refinar la invención para producción industrial	Refinar la invención para producción industrial (que lo inventado pueda ser reproducible bajo parámetros de volumen. Esto conlleva generalmente reingeniería, diseño industrial y diseño de producto para hacer más eficiente, más provocador y fácil de producir)
TRL 7	Probar el producto en sus condiciones de uso	Los prototipos de la fase anterior son llevados directamente para probarlos con potenciales consumidores. Generalmente los productos pasan por una prueba Alfa, y haciéndose las correcciones necesarias, se procede a pasar a la prueba Beta, es decir un lote reducido de productos que son puestos en contacto directo con los consumidores potenciales para recibir retroalimentación del público.
TRL 8	Probar el producto en condiciones de laboratorio	Una vez pasada la prueba Beta, el producto es sometido a condiciones artificiales de laboratorio, donde se pueden simular condiciones ambientales adversas, por ejemplo, la cámara salina, para ver que tanto nivel de humedad puede soportar una puerta de refrigerador o un mueble determinado. Las pruebas de laboratorio sirven también como pruebas previas para las normativas de cada uno de los países. En estas pruebas se puede determinar a resistencia a la flexión de una pieza de plástico, o la compresión de una pieza de cemento, la flamabilidad de un componente, o el contenido de azufre en alguna sustancia.
TRL 9	Probar el producto con el consumidor final	Lote piloto que se monitorea directamente en campo con los primeros clientes. Después de este proceso, se puede completar el lanzamiento de la producción formal.

Nota. Adaptado de Minciencias y Superintendencia de Industria y Comercio SIC

VIGILADA MINEDUCACIÓN

Nivel de Preparación Empresarial (BRL)

Nivel de BRL	Fase	Descripción
BRL 1	Concepto del negocio	La primera idea de una empresa o innovación. La exploración comienza, considerando nuevos conceptos comerciales o productos sin un resultado definido. Se identifica un negocio que podría traducirse en un negocio viable. Se propone un mercado, se define un problema y una propuesta de solución. En esta etapa, se define el concepto de la tecnología y se evalúa su viabilidad desde una perspectiva comercial.
BRL 2	Desarrollo	Durante esta etapa inicial de desarrollo, se llevan a cabo investigaciones y se realizan pruebas de concepto para validar la viabilidad técnica y funcional de la tecnología propuesta. La evaluación de un mercado, los clientes, el objetivo del producto y la escala de negocio potencial a examinarse objetivamente. La declaración del problema se valida con clientes o usuarios potenciales.
BRL 3	Validación técnica	En esta etapa, se realizan pruebas más exhaustivas para validar la funcionalidad técnica de la tecnología. Se crean prototipos y se llevan a cabo pruebas en entornos controlados para evaluar su desempeño. Se conocen las habilidades requeridas y se forma el equipo. Se responde la pregunta ¿Qué necesitamos para empezar y como lo conseguimos?
BRL 4	Validación comercial – definición del cliente	Aquí se evalúa la viabilidad comercial de la tecnología. Se realiza un análisis de mercado para identificar oportunidades y se evalúa el potencial de la tecnología para generar ingresos. Además, se pueden iniciar las primeras conversaciones con posibles clientes o socios estratégicos. El segmento de clientes es conocido y está bien definido, incluidas las características del cliente. Se completa la validación del mercado y/o segmentos de clientes para una oferta comercial definida.
BRL 5	Prueba de hipótesis - Preparación para la implementación	Se tiene un listado de hipótesis que se deben probar. ¿pagara alguien por esto? Se inicia la especificación de requisitos de mercado o requisitos de clientes /usuarios para un producto final. Se completa el análisis de flujo de caja, se define el modelo de negocio completo.

VIGILADA MINEDUCACIÓN

		En esta etapa, se definen estrategias y planes detallados para la implementación de la tecnología. Se establecen alianzas comerciales y se comienzan a preparar los recursos necesarios para el lanzamiento al mercado.
BRL 6	Producto Mínimo Viable PMV-Desarrollo de marketing	Se contiene un PMV, se completan las especificaciones de requisitos del mercado que define la experiencia del cliente / usuario. El precio de mercado se valida. Aquí se desarrolla un plan de marketing completo para promover la tecnología. Se identifican los segmentos de mercado objetivo, se establecen mensajes clave y se eligen los canales de marketing adecuados para llegar a los clientes potenciales.
BRL 7	Ciclo de retroalimentación con cliente-Establecimiento de alianzas	El ciclo de retroalimentación de las características del producto o servicio se desarrollan en conjunto con los primeros usuarios y los clientes. Se implementa un plan de prueba de la tecnología final en entornos de cliente reales. Se establecen alianzas estratégicas con socios comerciales, distribuidores o proveedores de servicios que pueden ayudar en la comercialización y distribución de la tecnología. Se negocian acuerdos y se establecen relaciones colaborativas.
BRL 8	Implementación-Escalamiento	La tecnología se implementa en el mercado según el plan establecido. Se lanzan productos o servicios basados en la tecnología y se realizan las actividades necesarias para asegurar una transición suave y exitosa. Se ha desarrollado un producto o servicio más allá de la etapa PMV. El plan de prueba beta se completa validando que se cumple o se superan los requisitos operativos y del cliente. Se examina un plan de ciclo de vida del producto.
BRL 9	Monitoreo y optimización-Negocio totalmente integrado	En esta etapa final, se monitorea el desempeño de la tecnología en el mercado. Se recopilan datos sobre la adopción, el uso y la satisfacción del cliente, y se realizan ajustes y mejoras según sea necesario para garantizar el éxito continuo. El modelo de negocio o de empresa está completamente integrado en un mercado o muchos mercados. El producto se lanza y se somete a un riguroso control de gestión de cambios, la estrategia de marketing está completamente lanzada. Los canales de venta están completamente implementados.

Nota. Adaptado de Minciencias y Superintendencia de Industria y Comercio SIC

VIGILADA MINEDUCACIÓN