Dirección y Organización n. 89 (2026)
https://doi.org/10.37610/89.757

De lo predictivo a lo ágil: hacia un marco híbrido en proyectos de I+D+i

From Predictive to Agile: Towards a Hybrid Framework in R&D&I Projects

Fernando Acebes[1]*, Sindy Menéndez[2], Natalia Martín Cruz[3], Javier Pajares[4]

Recibido: 06/10/25 | Aceptado: 15/04/26

Resumen

Este artículo analiza la gestión de proyectos de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) desde la comparación de enfoques predictivos, ágiles e híbridos, atendiendo explícitamente a las diferencias entre proyectos de investigación en niveles bajos de madurez tecnológica (TRL) y proyectos de innovación y transferencia en TRL altos. A partir de una revisión de la literatura, se comparan estándares y marcos metodológicos y se propone un enfoque híbrido fase-dependiente que combina prácticas de PMBOK, P3.express, Scrum y Lean Startup. La propuesta articula gobernanza, aprendizaje y trazabilidad a lo largo del ciclo de vida, facilitando decisiones fundamentadas y la transferencia de resultados.

Palabras clave: gestión híbrida, proyectos de I+D+i, gobernanza, scrum, PMBOK.

Abstract

This article provides a conceptual comparison of predictive, agile and hybrid approaches for managing research, development and innovation (R&D&I) projects, with explicit attention to differences between low-TRL research projects and high-TRL innovation and transfer projects. Building on the R&D&I life cycle proposed by Carranza Ruiz de Loizaga, the paper develops a phase-dependent hybrid framework that integrates practices from PMBOK, P3.express, Scrum and Lean Startup to address a central tension in R&D&I management: enabling rapid learning under high uncertainty while ensuring governance, traceability and accountability to sponsors and regulators.

The contribution is threefold. First, the article clarifies the differential value of predictive and agile approaches according to project phase and key attributes, including technological maturity (TRL), regulatory criticality, stakeholder complexity and time pressure. Predictive standards are shown to be particularly effective in phases where formalisation, quality assurance and configuration control are critical, notably during initiation, planning and transfer. By contrast, agile approaches provide greater value during exploration, prototyping and validation, where short feedback cycles and incremental experimentation reduce technical and market uncertainty.

Second, the paper operationalises hybridisation through an explicit decision architecture that combines strategic decision gates with tactical iterative cycles. Decision gates define transparent entry and exit criteria related to technical maturity, desirability, economic viability and residual risk, while iterative cycles (e.g., sprints) are used to generate the evidence required to support each decision. This "gates plus iterations" logic helps prevent the confusion of activity with progress and aligns resource commitments with validated learning.

* Autor de correspondencia.

[1] Profesor Titular de Universidad. GIR INSISOC. Dpto. de Organización de Empresas y CIM. Escuela de Ingenierías Industriales. Universidad de Valladolid. Pº Prado de la Magdalena s/n, 47011 Valladolid (España). Email: fernando.acebes@uva.es ORCID: 0000-0002-4525-2610

[2] Máster en Dirección de Proyectos. Gestinver, Palencia, España (España). Email: sindys924@gmail.com

[3] Catedrático de Universidad. GIR INSISOC. Dpto. de Organización de Empresas y CIM. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad de Valladolid. Av. Valle de Esgueva, 6, 47011 Valladolid (España). Email: ambiela@uva.es ORCID: 0000-0002-5687-4060

[4] Catedrático de Universidad. GIR INSISOC. Dpto. de Organización de Empresas y CIM. Escuela de Ingenierías Industriales. Universidad de Valladolid. Pº Prado de la Magdalena s/n, 47011 Valladolid (España). Email: javier.pajares@uva.es ORCID: 0000-0002-4748-2946

Third, the article proposes a dual-metric system that complements traditional performance indicators (cost, schedule and quality) with learning-oriented metrics such as validated hypotheses, evidence quality and residual risk. This dual logic provides a shared evaluation framework for project teams, sponsors and industrial partners. Lightweight documentation practices, inspired by P3.express, are incorporated to preserve decision traceability without constraining experimentation.

The paper concludes by discussing implications for R&D&I project governance and portfolio management. The proposed framework is conceptual and requires empirical validation across sectors, TRL levels and types of university–industry collaboration.

Keywords: hybrid project management, R&D&I projects, governance, scrum, PMBOK.

1. Introducción

La competitividad actual depende cada vez más de la capacidad para innovar y convertir el conocimiento en valor económico y social. En un contexto VUCA (volátil, incierto, complejo y ambiguo), las organizaciones necesitan respuestas ágiles y adaptativas, pero también mecanismos de gobernanza y rendición de cuentas que garanticen el uso eficiente de los recursos y la alineación estratégica (PMI, 2021). En esa tensión entre flexibilidad y control se sitúan los proyectos de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i), llamados a conciliar aprendizaje acelerado con estándares de gestión robustos.

Los proyectos de I+D+i presentan retos de gestión que los distinguen de otras tipologías. Por un lado, su carácter exploratorio hace que los resultados no puedan definirse con precisión ex ante: el "producto" emerge del propio proceso de indagación, lo que eleva la incertidumbre técnica (por ejemplo, por niveles de madurez tecnológica -TRL (*Technology Readiness Level*)- heterogéneos) y la incertidumbre de mercado (aceptación, adopción, modelo de negocio) (UNE, 2021; Eurostat/OECD, 2018). Por otro lado, su ejecución demanda la cooperación de múltiples *stakeholders* o grupos de interés (universidades y centros tecnológicos, empresas, administraciones, agencias financiadoras y, en ocasiones, usuarios finales) con expectativas, lenguajes y métricas distintas; coordinar dichas lógicas organizativas es especialmente complejo en consorcios universidad–industria (Fernandes et al., 2018; Fernandes et al., 2024). Además, la frecuente financiación pública o multilateral introduce requisitos estrictos de justificación, control y trazabilidad, en particular en lo relativo a hitos, presupuesto, gestión de riesgos y propiedad intelectual (UNE, 2021; Rocha et al., 2022). En conjunto, estos factores configuran un espacio de proyecto en el que aprender rápido y rendir cuentas deben convivir de forma armónica.

No obstante, conviene subrayar que los proyectos de I+D+i no constituyen una tipología homogénea desde el punto de vista de la gestión. En particular, los proyectos de investigación en niveles bajos de madurez tecnológica (TRL bajos), orientados a la generación de conocimiento y a la exploración de soluciones, responden a lógicas de dirección sustancialmente distintas de las de los proyectos de innovación y transferencia en TRL altos, donde la solución o el producto final están mucho más definidos y el foco se desplaza hacia la escalabilidad, el cumplimiento y la explotación de resultados. Esta diferencia, aunque reconocida en la literatura, no siempre se traduce en prescripciones metodológicas explícitas, lo que dificulta el diseño de enfoques híbridos verdaderamente adaptados a la naturaleza y fase del proyecto.

Históricamente, la gestión de proyectos de I+D+i se ha apoyado en estándares predictivos, principalmente el *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK), por su capacidad para aportar estructura, procesos y métricas (PMI, 2021). Esta aproximación resulta especialmente valiosa en las fases de inicio y planificación (definición del caso de negocio, alcance, riesgos, *stakeholders*, hoja de ruta y gobernanza) y en la de transferencia (control de calidad, conformidad regulatoria y gestión de la configuración). Sin embargo, diversas contribuciones constatan que la aplicación estricta de estos estándares no captura adecuadamente la variabilidad inherente a la I+D+i, donde la validación técnica y de mercado exige iteración y aprendizaje (Diebold & Dahlem, 2014; Lippe & vom Brocke, 2010; Reiff & Schlegel, 2022; Riol & Thuillier, 2015). En respuesta, los marcos ágiles, como *Scrum* o *Lean Startup*, han ganado terreno al facilitar ciclos cortos de experimentación, entregables incrementales y retroalimentación temprana con usuarios y patrocinadores (Beck et al., 2001; Ries, 2011). No obstante, en proyectos con alta criticidad regulatoria o con financiación pública, estos marcos pueden carecer de la formalización que demandan los financiadores (Rocha et al., 2022).

En la última década ha emergido, por tanto, una vía intermedia: la gestión híbrida de proyectos (*Hybrid Project Management*, HPM). Más que un "tercer método", HPM se entiende como una familia de configuraciones adaptativas que combinan prácticas predictivas y ágiles de forma situacional y, muy especialmente, según la fase del ciclo

de vida (Reiff & Schlegel, 2022). La evidencia empírica en proyectos colaborativos universidad–industria muestra que esta hibridación ya ocurre de facto: se conservan artefactos y compuertas de decisión para la gobernanza y la rendición de cuentas, mientras se operan iteraciones breves para reducir el riesgo técnico y de mercado, generando evidencia que habilita o no el avance en cada decisión (Fernandes et al., 2018; Fernandes et al., 2024). En ese patrón, a menudo descrito como proceso por fases con compuertas (*Stage-Gate*) y ciclos de trabajo iterativos (*sprints*), las compuertas fijan criterios explícitos de madurez técnica, viabilidad y riesgo residual; los ciclos iterativos producen los datos y prototipos que sustentan dichas decisiones (Cooper, 2019). Para escalas pequeñas y con necesidad de documentación mínima suficiente, marcos minimalistas como P3.express ("marco minimalista de dirección de proyectos") añaden transparencia sin burocracia, apoyando la sincronización entre ritmos tácticos (iteraciones) y ritmos estratégicos (hitos de financiación) (P3.express, 2021).

Ahora bien, hibridar no significa mezclar indiscriminadamente. La literatura reciente insiste en dos principios: selección multidimensional y prescripción por fase. El PMI propone caracterizar el proyecto mediante atributos (incertidumbre, criticidad regulatoria, complejidad de los grupos de interés, urgencia temporal y dependencia tecnológica) para sugerir el enfoque o la combinación de prácticas más adecuada (PMI, 2021). De forma complementaria, estudios en I+D+i recomiendan diferenciar la densidad metodológica: mayor peso predictivo en inicio/planificación y transferencia, y mayor intensidad ágil en exploración/prototipado (Rocha et al., 2022; Fernandes et al., 2018). En este encaje, las normas UNE, 2021 y UNE, 2018 aportan un paraguas de sistema de gestión de la I+D+i (políticas, vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva) que coexiste con prácticas ágiles, sin sustituirlas.

A pesar del consenso emergente, persisten brechas relevantes. Falta contar con modelos prescriptivos específicos para I+D+i que vinculen de forma clara fases y atributos con prácticas concretas; escasean métricas duales que integren resultados de aprendizaje propios de los enfoques ágiles con indicadores clave de desempeño orientados a la rendición de cuentas, característicos de los enfoques predictivos; y no se han desarrollado suficientemente los protocolos de transición entre modos, incluyendo definiciones de entrada y salida, autoridad para aprobar cambios, gestión de la propiedad intelectual y la evidencia requerida para justificar el avance (Reiff & Schlegel, 2022; Rocha et al., 2022; Fernandes et al., 2024). Además, aunque los estudios sobre éxito en I+D+i asocian beneficios al enfoque híbrido (mejor ajuste a requisitos cambiantes, reducción de reprocesos y mayor alineación entre partes), reclaman validación empírica más amplia por sector, por nivel de madurez tecnológica (TRL) y por tipo de consorcio (Farokhad, Otegi-Olaso et al., 2019; Fernandes et al., 2024).

En este contexto, el objetivo es proponer un marco híbrido para proyectos de I+D+i que prescriba prácticas por fase y por nivel de madurez tecnológica, y defina criterios de gobernanza para transitar entre modos de gestión. El artículo sintetiza el estado del arte, mapea retos por fase con un mínimo viable de artefactos y cadencias, y plantea principios operativos para compuertas de decisión y para un sistema de métricas duales que concilie aprendizaje y rendición de cuentas. La sección 2 revisa la literatura; la sección 3 analiza los proyectos de I+D+i (tipos y metodologías); la sección 4 compara enfoques predictivos y ágiles; la sección 5 detalla la propuesta; y la sección 6 discute las conclusiones y líneas de validación.

2. Estado del arte

La literatura reciente coincide en que la gestión híbrida de proyectos (*Hybrid Project Management*, HPM) no es un método cerrado, sino un marco flexible de configuraciones adaptativas que combinan prácticas predictivas y ágiles para afrontar tensiones estructurales propias de los proyectos de I+D+i: incertidumbre técnica elevada, exigencias de financiadores y complejidad inter organizativa (Reiff & Schlegel, 2022; Székely et al., 2025). Este enfoque desplaza el debate clásico (planificación rígida frente a agilidad) hacia una lógica más matizada: no se trata de elegir, sino de articular ambos enfoques según el contexto.

En este marco, los estándares predictivos (p. ej., PMBOK) y la norma UNE 166002 siguen siendo referencia para asegurar gobernanza, control y trazabilidad, algo especialmente relevante en proyectos con financiación pública. No obstante, su aplicación estricta resulta insuficiente en entornos de investigación con alta variabilidad y resultados inciertos. En el otro extremo, marcos ágiles como *Scrum* o *Lean Startup* aportan flexibilidad, validación temprana y aprendizaje continuo, pero a veces carecen del nivel de formalización que exigen los organismos financiadores (Beck et al., 2001; PMI, 2021; Ries, 2011). De ahí que el dilema "predictivo o ágil" haya sido sustituido por un consenso emergente: los proyectos de I+D+i se benefician de secuencias y superposiciones de ambos enfoques (Gemino et al., 2021; Mirzaei et al., 2024).

La evidencia empírica en proyectos colaborativos universidad–industria refuerza este diagnóstico. Fernandes et al. (2018, 2024) muestran que los equipos hibridan de facto: mantienen estructuras formales (EDT o Estructura de Desglose del Trabajo, hitos, informes) y, a la vez, integran ciclos cortos de experimentación y revisión. El valor proviene de acoplar ritmos distintos: compuertas de decisión que garantizan gobernanza y uso eficiente de recursos junto con iteraciones que reducen la incertidumbre técnica antes de asumir inversiones significativas. Así, los híbridos mejoran la trazabilidad sin frenar la exploración.

Las revisiones sistemáticas y guías profesionales añaden una pauta operativa: la hibridación funciona mejor cuando se hace por fases del ciclo de vida y mediante selección condicionada por las circunstancias del proyecto. El marco del Grushka-Cockayne et al. (2015) propone diagnosticar atributos del proyecto como incertidumbre, criticidad regulatoria, complejidad de grupos de interés, urgencia temporal, y asignar prácticas en consecuencia. De este modo, en inicio y planificación dominan herramientas predictivas (caso de negocio, matriz de riesgos, plan de comunicación); en prototipado y validación se recomiendan dinámicas ágiles (ciclos iterativos, cartera de trabajo priorizada, retroalimentación con usuarios); y, al pasar a industrialización y transferencia, se refuerzan los controles estructurados (Rocha et al., 2022; ITONICS, 2025).

Entre los patrones híbridos más consolidados destaca la combinación de un modelo por etapas con compuertas de decisión junto con ciclos iterativos (a menudo referida como *Stage-Gate* y *sprints*). Las compuertas fijan criterios de avance ligados a viabilidad técnica y económica, mientras que los ciclos iterativos generan la evidencia (prototipos, pilotos, validaciones de usuario) necesaria para decidir (Cooper, 1990, 2014; Fernandes et al., 2018). Para equipos pequeños o con necesidad de documentación mínima suficiente, marcos minimalistas como P3.express aportan transparencia sin burocracia, sincronizando cadencias tácticas (iteraciones) con cadencias estratégicas (hitos de decisión y financiación) (P3.express, 2021). El resultado es una doble cadencia que equilibra control y flexibilidad.

Junto a estos patrones, la literatura recoge otras aproximaciones híbridas relevantes. Sommer et al. (2015) proponen el enfoque *Agile–Stage-Gate*, orientado a flexibilizar las fases tempranas del desarrollo de producto manteniendo la lógica de decisión por etapas. Desde una perspectiva más organizativa, *Disciplined Agile* plantea un marco de selección contextual de prácticas que combina principios ágiles con elementos tradicionales para facilitar la escalabilidad (Ambler, 2015). Asimismo, el *Agile Practice Guide* del PMI (2017) consolida una lógica de "caja de herramientas" que promueve la combinación situacional de prácticas predictivas y ágiles, aunque sin una prescripción explícita por fase ni por nivel de madurez tecnológica.

Ahora bien, la hibridación no es una panacea. Reiff y Schlegel (2022) advierten que, sin roles de gestión definidos, métricas claras de éxito y protocolos de transición entre fases, el híbrido puede aumentar fricciones y costes de coordinación. Además, se requiere madurez organizativa para alternar con solvencia entre modos predictivos y ágiles sin perder foco.

En síntesis, el estado del arte sugiere que la hibridación en I+D+i es más una necesidad práctica que una opción estilística. Persisten, sin embargo, vacíos relevantes: escasean modelos prescriptivos específicos que vinculen fases y atributos con prácticas concretas; faltan métricas integradas que concilien aprendizaje y rendición de cuentas; y no abundan protocolos claros de transición entre modos de gestión (Farokhad, Sastoque-Pinilla et al., 2019; Santos et al., 2022). La propuesta de este trabajo se orienta precisamente a cubrir estas brechas, mediante un marco híbrido fase-dependiente que prescribe prácticas por etapa y define criterios de gobernanza para moverse de forma ordenada entre enfoques.

La literatura sobre gestión híbrida de proyectos ha generado diversas aproximaciones que combinan prácticas predictivas y ágiles con distintos énfasis. La Tabla 1 sintetiza los principales enfoques híbridos identificados, destacando su lógica de hibridación, foco principal y limitaciones en contextos de I+D+i.

3. Proyectos de I+D+i: conceptualización, tipología, metodologías y fases de gestión

Los proyectos de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) son hoy uno de los pilares de la competitividad de organizaciones, regiones y países. A través de ellos se genera nuevo conocimiento, se transforma en prototipos y soluciones, y se transfiere al mercado o a la sociedad. En un contexto marcado por la aceleración tecnológica y la transición hacia modelos productivos sostenibles, estos proyectos dinamizan los ecosistemas de innovación y permiten avanzar en objetivos de desarrollo de amplio alcance (United Nations, 2015). Su gestión, sin embargo, entraña retos específicos que los diferencian de los proyectos convencionales, y que han impulsado la formulación de marcos conceptuales y metodológicos particulares.

3.1. Conceptualización de los proyectos de I+D+i

Los proyectos de I+D+i persiguen resultados novedosos que no siempre coinciden con lo imaginado al inicio. La mejor solución a la necesidad planteada se determina durante la ejecución, a medida que se contrasta evidencia y se reformulan hipótesis; por ello operan con incertidumbre elevada y se caracterizan por su carácter temporal, único y creativo (Eurostat/OECD, 2018). Dos proyectos con especificaciones similares pueden recorrer caminos distintos según el *know-how* del equipo, los hallazgos intermedios y las condiciones del entorno (Mankins, 2009).

La multidisciplinariedad es un rasgo central: suelen cooperar empresas, centros tecnológicos y grupos de investigación, con perfiles científicos, técnicos y estratégicos. Es habitual ampliar puntualmente el perímetro del equipo para absorber conocimiento crítico mediante colaboraciones externas (Vicente-Oliva et al., 2015). Esta densidad de actores incrementa el potencial de valor, pero exige coordinación y gobernanza robustas (UNE, 2021).

Tabla 1. Principales enfoques híbridos en la gestión de proyectos y su contribución en contextos de I+D+i.

Enfoque híbrido / Autor	Base metodológica	Lógica de hibridación	Foco principal	Tratamiento del ciclo de vida	Principales limitaciones
Stage-Gate Agile (Cooper, 2014; 2019)	*Stage-Gate* + prácticas ágiles	Iteraciones dentro de etapas con compuertas	Decisión de inversión y reducción de riesgo	Secuencial con iteración interna	Escasa atención a contextos científicos y TRL bajos
Agile–Stage-Gate (Sommer et al., 2015)	*Agile* + *Stage-Gate*	Agilizar fases tempranas del Stage-Gate	*Time-to-market* y flexibilidad	Orientado a innovación de producto	Poco desarrollo de gobernanza y trazabilidad
Disciplined Agile (Ambler, 2015)	*Agile* + prácticas tradicionales	Selección contextual de prácticas	Escalabilidad organizativa	No explícito por TRL	Enfoque genérico, no específico de I+D+i
Hybrid Project Management (HPM) (Conforto et al., 2016)	Predictivo + ágil	Configuración por contingencias	Adaptación a incertidumbre	Dependiente de atributos	Falta prescripción operativa por fase
PMBOK + *Agile Practice Guide* (PMI, 2017)	PMBOK + *Agile*	Caja de herramientas	Flexibilidad metodológica	No prescriptivo	No distingue investigación vs. innovación
P3.express híbrido (P3.express, 2021)	Tradicional ligero + ágil	Gobernanza mínima + ciclos cortos	Transparencia y simplicidad	Ciclo completo	No profundiza en TRL ni transferencia
Propuesta de este artículo	PMBOK + P3.express + Scrum + Lean Startup	Hibridación fase-dependiente basada en TRL	Aprendizaje + gobernanza	Explícito por TRL y fase	Pendiente de validación empírica

La tabla pone de manifiesto que, si bien existen múltiples aproximaciones híbridas, la mayoría no distingue explícitamente entre proyectos de investigación en TRL bajos y proyectos de innovación y transferencia en TRL altos, ni prescribe prácticas de forma fase-dependiente.

Otra singularidad es que los resultados carecen de experiencia comercial: requieren validaciones técnicas, regulatorias y, en su caso, de mercado antes del escalado, lo que introduce ajustes y decisiones basadas en evidencia (Lippe & vom Brocke, 2010). La incertidumbre técnica y económica puede implicar redefinir alcance, plazos y costes; si estas variaciones chocan con prioridades estratégicas, el abandono es posible. De ahí el papel clave de la dirección de proyecto para mantener el foco, alinear a los decisores y sostener la motivación del equipo (Urstad et al., 2005).

El financiamiento añade complejidad: además de fondos propios, es frecuente acudir a programas públicos o multilaterales que condicionan horizonte y presupuesto y exigen trazabilidad y rendición de cuentas (Arroyo et al., 2019; UNE, 2021). En consecuencia, el éxito no debe medirse solo por el cumplimiento del plan inicial, sino por la capacidad de generar conocimiento útil, reducir incertidumbre y abrir opciones viables de transferencia (Gallego, 2003; Eurostat/OECD, 2018).

3.2. Tipologías de proyectos de I+D+i

Clasificar los proyectos permite ajustar la gestión a su naturaleza y riesgos. Desde una perspectiva epistemológica, el Manual de Oslo distingue investigación básica (genera conocimiento sin aplicación inmediata), investigación aplicada (orientada a resolver problemas concretos trasladando teorías al ámbito práctico) y desarrollo experimental (prototipos, pruebas piloto y validación en entornos cercanos al mercado) (Eurostat/OECD, 2018). En paralelo, una segunda dimensión atiende al tipo de innovación: tecnológica (nuevos productos, servicios o procesos), organizativa (modelos de negocio, estructuras y procesos) y social (mejoras en bienestar, inclusión o sostenibilidad). Esta doble lectura ayuda a anticipar qué incertidumbres predominan (técnicas, de uso, regulatorias) y qué evidencias serán necesarias en cada etapa.

En la práctica, la tipología con mayor impacto operativo es el nivel de madurez tecnológica (*Technology Readiness Level*, TRL). La escala sitúa los proyectos desde TRL 1–3 (ideas, principios y prueba de concepto) hasta TRL 4–6 (prototipos y validación en laboratorio o entorno relevante) y TRL 7–9 (demostración, industrialización y transferencia) (Mankins, 2009). Cada tramo demanda un perfil de gestión distinto: en TRL bajos conviene priorizar exploración, iteración y aprendizaje (descubrir el problema/solución adecuados); en TRL intermedios, integración y pruebas que generen evidencia de desempeño, seguridad y aceptación; y en TRL altos, estructura y control para asegurar repetibilidad, calidad, cumplimiento y preparación para el despliegue.

Junto a estas dimensiones, resultan útiles criterios complementarios para afinar la gestión: grado de novedad

(incremental vs. radical), alcance sectorial (impacto horizontal o específico), grado de apertura (proyectos internos, en consorcio o con innovación abierta) y fuente de financiación (propia, pública o multilateral). Su combinación define patrones de riesgo y gobernanza: por ejemplo, proyectos radicales en consorcios y con financiación pública requieren, además de iteración y aprendizaje, mecanismos explícitos de trazabilidad, roles y compuertas de decisión. En cambio, iniciativas incrementales desarrolladas por una sola organización pueden operar con estructuras más ligeras, manteniendo controles proporcionales al TRL. En suma, tipología y TRL orientan qué prácticas aplicar, cuándo intensificarlas y con qué evidencia avanzar (Eurostat/OECD, 2018; Mankins, 2009).

Estas tipologías permiten constatar que, desde el punto de vista de la gestión, no resulta adecuado tratar de forma homogénea los proyectos de investigación en TRL bajos y proyectos de innovación y transferencia en TRL altos.

3.3. Diferencias de gestión entre proyectos de investigación y de innovación según el nivel de madurez tecnológica (TRL)

Desde una perspectiva de gestión, los proyectos de I+D+i no constituyen una categoría homogénea. En particular, los proyectos de investigación en TRL bajos (TRL 1–3, y en algunos casos TRL 4) y los proyectos de innovación y transferencia en TRL altos (TRL 6–9) presentan diferencias sustanciales en cuanto a definición del problema y de la solución, criterios de éxito, gestión del riesgo y mecanismos de gobernanza, quedando los TRL intermedios (TRL 4–6) como zonas de transición donde coexisten ambas lógicas. Estas diferencias justifican un tratamiento metodológico diferenciado, especialmente relevante a la hora de diseñar enfoques híbridos.

3.3.1. Proyectos de investigación en TRL bajos (exploración y generación de conocimiento)

Los proyectos de investigación situados en niveles bajos de madurez tecnológica (TRL 1–3, y en algunos casos TRL 4) se caracterizan por un elevado grado de incertidumbre tanto en la definición del problema como en la identificación de una solución viable. En estas etapas tempranas, el objetivo principal no es la obtención de un producto o servicio claramente especificado, sino la generación de nuevo conocimiento, la validación de principios científicos o técnicos y la exploración de alternativas de solución plausibles (Mankins, 2009; Eurostat/OECD, 2018). En consecuencia, el contenido y el alcance del proyecto difícilmente pueden fijarse de forma precisa ex ante, y evolucionan a medida que se genera evidencia y se reformulan hipótesis.

Desde el punto de vista de la gestión, el progreso en este tipo de proyectos no puede evaluarse adecuadamente mediante métricas tradicionales centradas en el cumplimiento de un plan cerrado de alcance, plazo y coste. El éxito se asocia, más bien, a la capacidad del proyecto para reducir incertidumbre, descartar enfoques inviables y producir aprendizajes relevantes que orienten decisiones posteriores (Lippe & vom Brocke, 2010). La iteración, la experimentación y la validación conceptual adquieren, por tanto, un papel central, y los cambios de enfoque o incluso la redefinición sustancial del objetivo del proyecto deben considerarse resultados legítimos del proceso de investigación, y no desviaciones indeseadas respecto a un plan inicial.

En este contexto, los mecanismos de gobernanza deben orientarse prioritariamente a justificar decisiones y asignaciones de recursos en función de la evidencia generada, más que a asegurar la adhesión estricta a un programa de trabajo previamente definido. Las compuertas de decisión en TRL bajos cumplen una función fundamentalmente cognitiva y estratégica: evaluar si el aprendizaje obtenido es suficiente para continuar explorando, reorientar el esfuerzo investigador o, en su caso, interrumpir el proyecto. La tolerancia al cambio de alcance es elevada, siempre que dicho cambio esté sustentado en argumentos técnicos sólidos y contribuya a reducir la incertidumbre global asociada al proyecto (Reiff & Schlegel, 2022).

Desde el punto de vista metodológico, estos proyectos se benefician especialmente de enfoques que protegen la exploración y el aprendizaje temprano, tales como ciclos cortos de experimentación, validación progresiva de hipótesis y artefactos ligeros de planificación y seguimiento. No obstante, incluso en estas fases iniciales resulta necesaria una gobernanza mínima que permita alinear expectativas entre los distintos actores —especialmente en proyectos colaborativos universidad–industria— y asegurar la trazabilidad básica de decisiones, riesgos y resultados relevantes. El reto de la dirección de proyectos en TRL bajos consiste, por tanto, en equilibrar la flexibilidad necesaria para aprender con mecanismos suficientes de coordinación y rendición de cuentas que legitimen el uso de recursos en contextos de elevada incertidumbre, sin comprometer la capacidad exploratoria que define a la investigación.

3.3.2. Proyectos de innovación y transferencia en TRL altos (validación, escalado y explotación)

Los proyectos de innovación y transferencia situados en niveles altos de madurez tecnológica (TRL 6–9) presentan una naturaleza sensiblemente distinta a la de los proyectos de investigación temprana. En estas etapas, el problema a resolver y la solución técnica se encuentran en gran medida definidos, y el foco del proyecto se desplaza desde la exploración hacia la validación en entornos relevantes, la

escalabilidad, la industrialización y la explotación de resultados (Mankins, 2009). La incertidumbre no desaparece, pero se concentra principalmente en aspectos de integración, cumplimiento normativo, aceptación por parte de usuarios o clientes, y viabilidad económica y operativa a escala.

Desde la perspectiva de la gestión, el éxito en proyectos de TRL altos se evalúa fundamentalmente por la capacidad de transferir resultados de manera efectiva, asegurar su reproducibilidad y cumplir con requisitos técnicos, regulatorios y contractuales. En este contexto, adquieren especial relevancia las métricas tradicionales de desempeño —plazo, coste, calidad y alcance—, así como los mecanismos formales de control de cambios, gestión de la configuración y aseguramiento de la calidad. A diferencia de los TRL bajos, donde el aprendizaje constituye el principal resultado, en TRL altos el aprendizaje se orienta a reducir riesgos residuales específicos antes de comprometer inversiones significativas en producción o despliegue (Cooper, 2019).

La gobernanza en proyectos de innovación y transferencia requiere, por tanto, un mayor grado de formalización. La existencia de financiación pública o multilateral, de acuerdos de consorcio y de obligaciones asociadas a la propiedad intelectual y a la rendición de cuentas refuerza la necesidad de trazabilidad documental y de procesos de decisión explícitos (UNE, 2021; Rocha et al., 2022). Las compuertas de decisión en estas fases cumplen una función predominantemente económica y estratégica: autorizar el escalado, la industrialización o la entrada en mercado a partir de evidencias técnicas suficientes y de estimaciones robustas de costes, beneficios y riesgos.

Desde el punto de vista metodológico, los proyectos en TRL altos se benefician de una mayor densidad de prácticas predictivas que aporten estabilidad, coordinación interorganizativa y control. Sin embargo, ello no implica la exclusión de enfoques iterativos. Las prácticas ágiles pueden seguir aportando valor en la optimización del producto o servicio, en la adaptación a *feedback* de usuarios y en la mejora continua, siempre que se integren dentro de un marco de gobernanza formal que garantice coherencia, cumplimiento y alineación estratégica (Reiff & Schlegel, 2022). El desafío para la dirección de proyectos en estas etapas consiste, así, en combinar la disciplina necesaria para asegurar la transferencia efectiva con la flexibilidad suficiente para ajustar el resultado final sin comprometer la estabilidad operativa ni los compromisos adquiridos con financiadores y socios.

En conjunto, esta diferenciación pone de manifiesto que la idoneidad de los enfoques predictivos, ágiles o híbridos depende en gran medida del nivel de madurez tecnológica del proyecto. Mientras que en TRL bajos resulta crítico proteger el aprendizaje y la exploración, en TRL altos se hace imprescindible reforzar la gobernanza, la trazabilidad y el control. Esta lógica constituye el punto de partida para el análisis comparativo de metodologías y para la propuesta de un marco híbrido fase-dependiente que se desarrolla en los apartados siguientes.

3.4. Estándares y metodologías empleadas

La gestión de proyectos de I+D+i ha oscilado históricamente entre enfoques predictivos y enfoques adaptativos, con una convergencia reciente hacia modelos híbridos. En el primer bloque, PMBOK (PMI, 2021) y PRINCE2 (Axelos, 2017) aportan estructura, procesos definidos y trazabilidad: acta y caso de negocio, matrices de riesgos, planes de calidad y comunicaciones, gestión de la configuración y del cambio. En entornos con financiación pública o multilateral, estos artefactos facilitan gobernanza y rendición de cuentas y permiten coordinar consorcios complejos. A nivel organizativo, la UNE, 2021 refuerza el sistema de gestión de la I+D+i (políticas, cartera, vigilancia e inteligencia), alineando proyectos con estrategia. No obstante, la aplicación estricta de estos estándares puede resultar rígida cuando la incertidumbre técnica y de mercado es elevada (Lippe & vom Brocke, 2010).

Los marcos ágiles (*Scrum*, *Lean Startup*, e incluso prácticas de Kanban) se orientan a experimentación iterativa y validación temprana. Scrum organiza el trabajo en iteraciones con revisiones periódicas y entregables incrementales (Papadakis & Tsironis, 2018); *Lean Startup* prioriza el ciclo construir–medir–aprender para contrastar hipótesis y reducir riesgo antes de escalar (Ries, 2011). En proyectos pequeños o con necesidad de documentación mínima suficiente, P3.express añade transparencia con baja carga burocrática y cadencias regulares de revisión (P3.express, 2021). El límite de estas aproximaciones aparece cuando se requieren trazabilidad robusta, conformidad regulatoria o auditorías: sin una capa de formalización, la coordinación entre socios y financiadores se resiente (Rocha et al., 2022).

De este contraste surge la idoneidad de los enfoques híbridos. Patrones como modelo por etapas con compuertas de decisión combinado con ciclos iterativos permiten sostener control formal y, al mismo tiempo, aprender rápido y ajustar el rumbo. Las compuertas fijan criterios de avance (madurez técnica, viabilidad, riesgo residual) y los ciclos generan la evidencia (prototipos, pilotos, validaciones con usuarios) que fundamenta cada decisión (Cooper, 2014, 2019). La hibridación eficaz no es una mezcla indiscriminada, sino una configuración contextual y fase-dependiente: mayor densidad predictiva en inicio/planificación e industrialización/transferencia; mayor intensidad ágil en exploración, prototipado y validación, con métricas duales que combinen resultados de aprendizaje y desempeño de ejecución (Reiff & Schlegel, 2022; Mirzaei et al., 2024). En resumen, seleccionar y modular prácticas, más que "elegir un método", es clave para alinear gobernanza, reducir

incertidumbre y aumentar la probabilidad de transferencia efectiva en I+D+i.

3.5. Fases y particularidades de los proyectos de I+D+i

La literatura propone diferentes segmentaciones del ciclo de vida, desde secuencias lineales hasta esquemas centrados en compuertas de decisión que, en esencia, describen un recorrido desde la exploración de problemas y oportunidades hasta la transferencia y explotación del conocimiento (Frost et al., 2005; Romero, 2010; Shek, 2013). Entre ellas, el ciclo de Carranza Ruiz de Loizaga (2021) resulta especialmente operativo: generación de concepto, desarrollo y lanzamiento/comercialización, desglosados en cinco fases encadenadas (generación y evaluación de ideas; desarrollo y planeación; prototipado; pruebas piloto y validación; producción y comercialización). Esta estructura enfatiza dos principios de gestión clave: decidir con evidencia e involucrar tempranamente al usuario. Además, se alinea de forma natural con los TRL: TRL 1–3 en generación de concepto, TRL 4–6 en desarrollo y TRL 7–9 en lanzamiento (Mankins, 2009; Eurostat/OECD, 2018).

En generación de concepto, la prioridad es aprender deprisa: aclarar el problema, explorar soluciones plausibles y estimar viabilidad técnica, económica y regulatoria. Funcionan mejor ritmos cortos e iterativos (entrevistas, observación, prototipos conceptuales) y artefactos ligeros que capturen hipótesis y riesgos (Ries, 2011; P3.express, 2021). La agilidad no excluye gobernanza: una primera compuerta debería requerir claridad del problema-usuario, una teoría de cambio mínima y un mapa de riesgos antes de autorizar inversión adicional. En consorcios universidad–industria, esta compuerta temprana alinea expectativas y reduce desvíos posteriores (Fernandes et al., 2018).

El paso a desarrollo y planeación implica traducir aprendizajes en requisitos de diseño, experimentos y entregables. Al avanzar hacia TRL 4–5, la pregunta pasa de "¿es el problema adecuado?" a "¿estamos resolviéndolo de la manera adecuada?". Aquí emerge la interfaz híbrida: el rigor de PMBOK/UNE 166002 (riesgos, calidad, configuración, comunicación, propiedad intelectual) enmarca iteraciones ágiles que sostienen el ritmo de aprendizaje (PMI, 2021; UNE, 2021). La planificación encuadra la experimentación para que cada ciclo aporte resultados medibles a la siguiente compuerta.

En prototipado (habitualmente TRL 5–6), la materialidad del producto/servicio toma protagonismo. Conviene sincronizar dos cadencias: la táctica, basada en ciclos iterativos que persiguen hitos de aprendizaje (desempeño, tolerancias, interoperabilidad), y la estratégica, regida por compuertas que evalúan evidencia acumulada, riesgo residual y decisiones de inversión (Cooper, 2019; Reiff & Schlegel, 2022). La combinación compuertas + iteraciones mitiga el riesgo de confundir actividad con avance, pues cada ciclo debe producir evidencia útil para decidir.

La fase de pruebas piloto y validación desplaza el foco al uso en entorno real (TRL 6–7). La retroalimentación con usuarios, propia de enfoques ágiles, convive con sistemas de calidad y conformidad, necesarios para asegurar reproducibilidad y cumplimiento. La compuerta correspondiente debe blindar la decisión de escalado, incorporando evidencia técnica y señales de adopción y aceptación, así como estimaciones de coste total y sostenibilidad del despliegue (PMI, 2021; Fernandes et al., 2024).

Por último, en producción y comercialización (TRL 8–9) la prioridad es operar de forma repetible, segura y eficiente. Ganarán peso la gestión de configuración, la cadena de suministro, la contratación y las métricas post-despliegue. La "densidad predictiva" aumenta (por ejemplo, con planes de calidad, control de cambios, acuerdos de servicio), sin renunciar a mejora continua a partir de la retroalimentación temprana del mercado (Diebold & Dahlem, 2014). El cierre no es solo administrativo: incluye balance de beneficios y acuerdos claros de explotación y mantenimiento para asegurar la transferencia (UNE, 2021).

Tres particularidades atraviesan el ciclo. Primero, la asimetría de expectativas entre socios (académicos vs. industriales) exige gobernanza explícita con roles, métricas y mecanismos de resolución (Fernandes et al., 2018). Segundo, la oscilación entre modos: hibridar no es mezclar, sino modular la densidad de prácticas según fase y atributos (incertidumbre, regulación, complejidad de actores, urgencia, dependencia tecnológica) (Reiff & Schlegel, 2022; PMI, 2021). Tercero, la calidad de la evidencia: avanzar por calendario es insuficiente; se avanza cuando la evidencia reduce el riesgo a niveles compatibles con la inversión siguiente (Cooper, 2019; Rocha et al., 2022).

En suma, el ciclo de Carranza Ruiz de Loizaga (2021) no es solo un diagrama: propone una forma de gobernar la incertidumbre propia de I+D+i, como explorar pronto y barato, aprender deprisa, decidir con evidencia y escalar con control. Integrado con TRL, compuertas basadas en evidencia y una hibridación consciente de prácticas, proporciona una columna vertebral práctica para alinear a los *stakeholders*, acelerar la validación y maximizar la probabilidad de transferencia efectiva.

4. Comparación entre enfoques tradicionales y marcos ágiles en proyectos de I+D+i

Tras caracterizar en el capítulo anterior la naturaleza de los proyectos de I+D+i según su incertidumbre intrínseca, diversidad de actores y progresión por fases asociadas a TRL, y revisar los estándares y metodologías disponibles, este apartado aborda cómo configurar la gestión para acom-

pañar el tránsito desde la exploración hasta la transferencia. La discusión suele presentarse como una disyuntiva entre la previsibilidad del plan y la capacidad de aprendizaje; sin embargo, los proyectos de I+D+i necesitan de ambos impulsos, aunque no al mismo tiempo ni con la misma intensidad.

La comparación que se presenta a continuación debe interpretarse teniendo en cuenta la diferenciación entre proyectos de investigación en TRL bajos y proyectos de innovación y transferencia en TRL altos, ya que la idoneidad y el valor de cada enfoque varían sustancialmente en función del nivel de madurez tecnológica y de la fase del proyecto.

Los enfoques tradicionales aportan estructura, gobernanza y control; los marcos ágiles, cadencias de experimentación y validación temprana. La cuestión no es cuál "gana", sino dónde y cuándo cada uno crea más valor y cómo orquestarlos sin que el proyecto pierda tracción. La literatura reciente converge en esta lectura: ambos paradigmas funcionan como reservorios de prácticas que deben configurarse por fase y según atributos del proyecto (PMI, 2021; Reiff & Schlegel, 2022; Fernandes et al., 2018).

La Tabla 2 resume los ítems principales que diferencian los marcos seleccionados en proyectos de I+D+i. Estas diferencias no deben entenderse como prescripciones universales, sino como indicadores de idoneidad relativa cuya relevancia varía en función del TRL y de la fase del proyecto. Para mantener la claridad, se muestran solo las dimensiones con mayor impacto comparativo; el detalle completo figura en el Anexo A.

Tabla 2. Comparativa entre PMBOK, P3.express, *Scrum* y *Lean Startup* en proyectos de I+D+i (dimensiones clave). Basada en Menéndez (2024).

Ítem	PMBoK	P3.express	Scrum	Lean Startup
Naturaleza	Tradicional	Híbrido: combina enfoque tradicional y ágiles	Ágil	Ágil
Ámbito de aplicación	Todo tipo de proyectos, públicos y privados	Todo tipo de proyectos, públicos y privados	Empleado para la gestión y desarrollo de software, principalmente. Aunque actualmente se lo emplea para otras áreas de proyectos (i.e. seguridad)	Todo tipo de proyectos que está en etapa temprana. Se aplica más en el ámbito privado
Enfoque	Por procesos: inicio, planificación, ejecución, monitoreo y control, cierre	Por procesos y grupos	Según la petición del cliente	Según la petición del cliente
Elemento distintivo	10 áreas de conocimiento, 49 procesos	6 principios, 7 grupos, 33 actividades, 4 roles, 4 artefactos, gestión posterior al cierre del proyecto para evaluar beneficios y nuevas ideas	1 manifiesto, 4 valores, 12 principios, 3 ceremonias, 3 roles, 3 artefactos	5 principios, proceso iterativo BML *Construir-Medir-Aprender*, validaciones empleando técnicas de pruebas de hipótesis, creación de MVP, pivotes
Nivel de detalles inicial de requisitos	Elevado	Elevado	Bajo, se va alimentando de manera incremental	Elemental, se va alimentando de manera incremental
Flexibilidad ante cambios	Flexibilidad restringida	Flexible, se administran solicitudes de cambio al término del ciclo mensual	Alta flexibilidad, ajustes se realizan al término de cada ciclo	Alta flexibilidad, ajustes se realizan posterior a cada validación
Retroalimentación	Acotada/ limitada	En ciclo mensual se evalúa satisfacción de interesados y se realiza revisión por pares	De manera continua	De manera continua
Entregas	Avances al cierre de cada fase establecida con hitos identificados	Entregas parciales al término de cada ciclo mensual	Entregas parciales al término de cada *Sprint*	Iteraciones y MVPs se realizan semanales o quincenales, el *feedback* de usuario se entrega luego de cada iteración, reportes de métricas se entregan semanal
Involucramiento de cliente	En la etapa de inicio y cierre del proyecto	Cliente involucrado durante la ejecución del proyecto	Cliente involucrado durante la ejecución del proyecto	Muestra de clientes potenciales involucrados durante desarrollo
Incertidumbre asociado al proyecto	Bajo	Considerable	Elevado	Elevado

4.1. Qué resuelven (y qué no) los enfoques tradicionales

El valor diferencial de los enfoques tradicionales, véase PMBOK, PRINCE2 y, a nivel organizativo, UNE 166002, es su capacidad de estabilizar proyectos con múltiples interesados, exigencias regulatorias y financiación pública. Proveen artefactos (acta, caso de negocio, líneas base de alcance–plazo–coste, matrices de riesgos, planes de calidad y comunicaciones) y procesos (integración, adquisiciones, gestión de la configuración y del cambio) que reducen asimetrías de información y facilitan la rendición de cuentas (PMI, 2021; UNE, 2021).

En I+D+i, esta estructura es esencial. En inicio y planificación ayuda a alinear intereses, explicitar supuestos, fijar criterios de aceptación y formalizar la gobernanza del consorcio. Cuando el proyecto avanza hacia TRL altos, y la conversación pasa de "¿podemos hacerlo?" a "¿podemos operarlo de forma repetible, segura y eficiente?", cobran protagonismo la gestión de configuración, el control de cambios, los planes de calidad y la preparación para certificaciones (Rocha et al., 2022).

Ahora bien, su fortaleza es también su límite. En exploración y prototipado la evidencia modifica hipótesis con rapidez; un plan rígido puede anclar decisiones a supuestos superados. Medir solo cumplimiento de plan invisibiliza el progreso real (aprendizajes validados y reducción de riesgo) y conduce a un "éxito administrativo" que no siempre se traduce en transferencia efectiva (Lippe & vom Brocke, 2010; Reiff & Schlegel, 2022). El riesgo adicional es la sobrecarga documental, que consume recursos sin mejorar la capacidad de decidir.

4.2. Qué habilitan (y qué comprometen) los marcos ágiles

Los marcos ágiles como *Scrum, Kanban,* o *Lean Startup*, buscan convertir incertidumbre en ciclos de prueba y verificación. Estructuran el trabajo en iteraciones cortas (*sprints*) con objetivos claros, revisiones periódicas y entregables incrementales; promueven retroalimentación temprana con usuarios y patrocinadores, y priorizan la construcción de MVP para validar funcionalidad, deseabilidad y aceptabilidad antes de escalar (Anderson, 2010; Beck et al., 2001; Ries, 2011).

En I+D+i resultan especialmente eficaces en TRL intermedios, cuando el laboratorio ya no basta: hay que integrar componentes, medir desempeño en entornos relevantes y ajustar diseño a partir de pruebas de uso. La evidencia en consorcios universidad–industria es consistente: sprints, demostraciones periódicas y conversación con el usuario reducen reprocesos, alinean expectativas y aceleran la depuración de riesgos técnicos y de mercado (Fernandes et al., 2018; Fernandes et al., 2024).

Su límite aparece cuando están en vigor contratos, auditorías o requisitos de conformidad. Sin prácticas mínimas de gobernanza y trazabilidad suficiente, la agilidad puede provocar costes de coordinación diferidos y opacidad en la toma de decisiones. Por ello, incluso en contextos ágiles conviene atar las iteraciones a compuertas de decisión con criterios explícitos y registrar qué hipótesis se validaron, con qué evidencia y con qué calidad (Reiff y Schlegel, 2022; P3.express, 2021). La agilidad demanda trazabilidad: cada iteración debe generar evidencia.

4.3. Dónde chocan y dónde se encuentran

El primer choque reside en el tiempo de decisión. Los enfoques tradicionales concentran decisiones en hitos planificados precedidos por documentación exhaustiva; los ágiles tratan la decisión como flujo, ajustando el rumbo en cada iteración. En colaboraciones multiempresa o consorcios de I+D+i, esa asimetría deriva en conversaciones en paralelo: el socio regulado reclama planes frente al socio innovador que ofrece prototipos.

El puente aparece cuando se acepta un doble compás: estratégico (compuertas con criterios claros de avance) y táctico (iteraciones que producen la evidencia necesaria para esas compuertas). La combinación proceso por etapas con compuertas + ciclos iterativos funciona como mecanismo de gobierno que reconcilia rendición de cuentas con aprendizaje; las compuertas no "congelan" el proyecto, curan la decisión con la evidencia que las iteraciones generan (Cooper, 2019; Fernandes et al., 2018).

El segundo punto de fricción son las métricas. El enfoque tradicional premia entregables y cumplimiento de plan; el ágil, aprendizajes validados y valor percibido. Sin gramática común, proliferan malentendidos. La salida es un sistema de métricas duales: indicadores de aprendizaje (hipótesis validadas, riesgo residual, aceptación) junto a coste, plazo y calidad (Reiff & Schlegel, 2022; Mirzaei et al., 2024).

Estas tensiones y mecanismos de conciliación se manifiestan de forma distinta en proyectos de investigación temprana y en proyectos de innovación avanzada, lo que refuerza la necesidad de interpretar la comparación metodológica desde una lógica dependiente del TRL.

La Tabla 3 sintetiza, a partir de la caracterización previa de cada marco, las particularidades de los proyectos de I+D+i que pueden gestionarse con los marcos metodológicos y estándares revisados. Mediante este ejercicio se muestra el grado de atención (bajo, medio o alto) con que dichos cuerpos de conocimiento abordan los desafíos recurrentes en este tipo de proyectos. Conviene señalar que la valoración es cualitativa, fundamentada en la evidencia disponible en fuentes documentales de proyectos y en los manuales metodológicos correspondientes, y tiene por objetivo ofrecer una visión comparada útil para la selección e hibridación por fase y contexto.

Tabla 3. Nivel de atención que ofrecen los cuerpos de conocimiento a las particularidades de los proyectos de I+D+i.

Particularidad	PMBOK	P3.express	Scrum	Lean Startup
Cooperación y confianza de las partes interesadas	Medio-alto	Alto	Alto	Alto
Mentalidad de cultura de proyecto, trabajo en equipo y habilidades multifuncionales	Medio-alto	Medio-alto	Alto	Alto
Apoyo y compromiso de la alta dirección	Alto	Alto	Alto	Alto
Encaminar correctamente la necesidad del cliente o usuario	Bajo	Medio	Alto	Alto
Participación activa del usuario o cliente potencial	Bajo	Alto	Alto	Alto
Métricas para visualizar el impacto del proyecto	Bajo	Bajo	Bajo	Medio-alto
Detectar desviaciones y ajustar	Medio	Medio-alto	Alto	Alto
Documentar desviaciones, causas y correcciones	Alto	Alto	Bajo	Medio

4.4. Hacia configuraciones híbridas por fase y por atributo

Aceptado que cada paradigma resuelve problemas distintos, y que dicha idoneidad depende en gran medida del nivel de madurez tecnológica del proyecto, la cuestión práctica es cómo configurarlos. La evidencia sugiere dos reglas.

- Dependencia de fase: en inicio y planificación, conviene mayor densidad predictiva para alinear intereses, formalizar gobernanza y preparar el terreno contractual y de propiedad intelectual; en prototipado y validación, incrementar la intensidad ágil para generar evidencia rápida y relevante; en industrialización y transferencia, reforzar controles, calidad y configuración para asegurar repetibilidad y cumplimiento (PMI, 2021; Rocha et al., 2022).
- Dependencia de atributos: con TRL bajos e incertidumbre de mercado alta, prima la agilidad; con criticidad regulatoria o de seguridad elevada, se refuerza la capa tradicional; con alta complejidad de grupos de interés, la gobernanza formal y la transparencia documental reducen fricciones (UNE, 2021; Reiff & Schlegel, 2022). Operativamente, esto se traduce en compuertas basadas en evidencia, iteraciones atadas a criterios de salida y documentación proporcional al riesgo. Hibridar, por tanto, no es mezclar "todo, siempre", sino modular la densidad de prácticas para acompañar la curva natural de incertidumbre del proyecto, de alta a baja, sin perder control ni velocidad.

4.5. Implicaciones para un marco híbrido fase-dependiente

De la comparación se desprenden tres implicaciones que vertebran el marco híbrido que se desarrolla en el capítulo siguiente:

- Primero, mapa de decisiones explícito. Es preciso definir qué compuertas existen en cada fase, qué evidencia exige cada una (técnica, de usuario, económica y regulatoria) y quién decide. Esta claridad reduce ambigüedades en consorcios y alinea expectativas con financiadores (Cooper, 2019; PMI, 2021).
- Segundo, sistema de métricas duales. Junto a coste, plazo y calidad, deben incorporarse métricas de aprendizaje (por ejemplo, hipótesis validadas, riesgo residual, aceptación) y trazabilidad de la evidencia. Solo así se equilibra lo que valoran los financiadores con lo que necesita el equipo para no equivocarse tarde (Reiff & Schlegel, 2022; Mirzaei et al., 2024).
- Tercero, modularidad por fase y atributos. La gestión debe comportarse como una cartilla de prácticas que indique qué activar, intensificar o relajar según TRL, criticidad regulatoria, complejidad de actores y urgencia temporal. Esta modularidad permite proteger el aprendizaje en fases tempranas y garantizar el control cuando el proyecto avanza hacia la transferencia (Rocha et al., 2022; UNE, 2021).

En su conjunto, estas implicaciones desplazan el foco del "método único" al diseño organizativo del aprendizaje y la decisión en I+D+i. Ese es, en última instancia, el mecanismo que incrementa la probabilidad de transferencia efectiva y convierte la innovación en resultados de impacto.

5. Propuesta metodológica para gestionar proyectos de I+D+i mediante un enfoque híbrido

En un entorno global caracterizado por la complejidad, la incertidumbre y la competencia intensa, las organizaciones emprenden proyectos no solo para responder al mercado a corto plazo, sino para sostener su posicionamiento y generar impacto tecnológico, económico y social a medio y largo

plazo. Este objetivo exige generar o transformar conocimiento y convertirlo en soluciones innovadoras que se materialicen en productos y servicios diferenciadores, con un valor agregado claro para usuarios, financiadores y sociedad.

Como se analizó en los capítulos previos, y en particular en la diferenciación entre proyectos de investigación en TRL bajos y proyectos de innovación y transferencia en TRL altos, los proyectos de I+D+i se distinguen por su incertidumbre intrínseca, su carácter colaborativo y por la evolución de sus necesidades de gestión a lo largo del ciclo de vida. En ellos confluyen empresas, universidades, centros tecnológicos, administraciones y agencias financiadoras, cada cual con prioridades, lenguajes y métricas diferentes. Gestionar estos proyectos implica, por tanto, armonizar expectativas y articular mecanismos de decisión que permitan aprender deprisa sin renunciar a la trazabilidad y la rendición de cuentas. De ahí que la pregunta útil ya no sea si conviene un enfoque predictivo o ágil, sino cómo combinarlos de forma situada para responder a las fases del ciclo de vida y a los atributos del proyecto (incertidumbre técnica y de mercado, criticidad regulatoria, nivel TRL, complejidad de actores).

La literatura reciente coincide en que los enfoques híbridos ofrecen una vía fértil: integran la disciplina y formalidad de los estándares tradicionales con la adaptabilidad de los marcos ágiles, resultando eficientes en costes, fiables en resultados y compatibles con distintas culturas organizativas (Conforto & Amaral, 2016; Giner Sanchis, s. f.; Mirzaei et al., 2024; Papadakis & Tsironis, 2020; San Cristóbal, 2017). No se trata de diseñar un método de manera completamente nueva, sino de seleccionar y orquestar prácticas existentes según fase y atributos, con criterios explícitos de gobernanza.

Sobre esta base, se presenta un modelo híbrido fase-dependiente que articula prácticas de PMBOK, P3.express, Scrum y *Lean Startup* a lo largo del ciclo de vida de I+D+i descrito por Carranza Ruiz de Loizaga (2021). La propuesta amplía dicho ciclo con dos etapas: una fase de cierre (para formalizar la entrega y preparar el escalado) y una fase post-proyecto (para evaluar beneficios y aprendizajes). Es una propuesta conceptual sustentada en revisión de literatura; no ha sido aún validada empíricamente y debe entenderse como punto de partida adaptable a contextos sectoriales y organizativos específicos. El modelo no presupone una progresión lineal ni uniforme para todos los proyectos, sino que adapta la activación e intensidad de cada fase y práctica en función del nivel de madurez tecnológica de partida y del objetivo de transferencia del proyecto.

5.1. Lógica del enfoque: principios y gobernanza

La propuesta descansa en tres principios operativos. Primero, selección por fase: mayor densidad predictiva en inicio/planificación e industrialización/transferencia, y mayor intensidad ágil en exploración, prototipado y validación. Segundo, decisiones basadas en evidencia mediante compuertas (*gates*) con criterios de entrada/salida vinculados a madurez técnica, deseabilidad, viabilidad económica y riesgo residual. Tercero, documentación "mínima suficiente": dejar memoria de decisiones y trazabilidad para financiadores y socios sin frenar el ritmo de experimentación. Con este armazón, la "hibridación" deja de ser un eslogan y se convierte en mecanismo de gobierno que equilibra aprendizaje y rendición de cuentas.

5.2. Fases y prácticas recomendadas

La Figura 1 sintetiza la secuencia propuesta de fases y prácticas para proyectos de I+D+i. Las columnas representan las etapas del ciclo de vida (del *front end* a la producción y el post-proyecto), mientras que los bloques agrupan las acciones clave en cada fase. La codificación por color indica el origen metodológico de cada práctica (PMBOK, P3.express, *Scrum* y *Lean Startup*), de modo que el lector identifique de un vistazo dónde aporta más valor cada enfoque. Esta figura funciona como hilo conductor del capítulo. A continuación, se desarrolla cada fase y se justifica la selección de prácticas asociadas a cada fase.

Fase 1.- Generación y evaluación de ideas (*front end)*

El proyecto arranca con ambigüedad: la pregunta clave es si el problema merece la pena y qué conviene aprender primero. Aquí, *Lean Startup* aporta técnicas para formular el problema, mapear el contexto de uso y explicitar hipótesis de usuario, solución y propuesta de valor. Se recomiendan entrevistas, observación, talleres con usuarios y MVP conceptuales que permitan aprender pronto y barato. En paralelo, PMBOK aporta formalidad mínima: objetivos, alcance base, registro de interesados, matriz de riesgos y criterios de aceptación. Esta combinación evita dos riesgos habituales: sobre documentar sin evidencia o experimentar sin norte. La compuerta temprana (*gate 1*) debería requerir claridad razonable del problema-usuario, una teoría de cambio preliminar y un mapa de riesgos con estrategias de aprendizaje asociadas. El *Product Owner*, con función de traducción entre expectativas y entregables, ayuda a mantener foco y coherencia en consorcios con lógicas distintas.

Fase 2.- Desarrollo de concepto y planeación de producto

Con las hipótesis iniciales sobre la mesa, el objetivo es converger. Se construyen versiones básicas del producto/servicio y se validan con muestras de usuarios para decidir continuar, ajustar o pivotar. La priorización de funcionalidades forma

Figura 1. Mapa de fases y prácticas recomendadas en un enfoque híbrido para proyectos de I+D+i.

Generación de conceptos / Front End		**Desarrollo**		**Resultado (cierre)**	**Lanzamiento**	**Posproyecto**
Fase 1: Generación y evaluación de ideas	Fase 2: Desarrollo del concepto y planificación del producto	Fase 3: Desarrollo	Fase 4: Prototipado y pruebas piloto	Fase 5: Cierre de investigación y desarrollo	Fase 6: Producción, introducción y penetración en el mercado	Fase 7: Gestión posproyecto
Definir el problema o la necesidad a resolver	Definir la hipótesis de mercado objetivo	Ciclos de sprints	Asegurar que los entrega bles parciales cumplen los requisitos	Entregar el producto final	Desarrollo de la estrategia de marketing, comercial y de optimización continua	Evaluación de los beneficios del proyecto
Contextúa tizar el mercado	Definir posibles soluciones	Reuniones diarias (stand-up) con la periodicidad acordada por los equipos	Revisión de sprint	Retrospectiva final	Expansión del producto	
Crear una visión de producto	Crear MVP (Producto Mínimo Viable)		Informar a los stakeholders sobre el desempeño y los cambios	Formalizar la aceptación del proyecto y comunicar los logros		
Definir el propósito del proyecto, objetivos, alcance, stakeholders, riesgos iniciales, requisitos y criterios de éxito	Validar hipótesis y posibles soluciones		Retrospectiva de sprint	Evaluar la satisfacción de los stakeholders		
Definir métricas de validación yKPI	Recogerfeedback		Métricas de validación y KPI	Archivar la documentación del proyecto		
Designar al Product Owner/ Scrum Master	Decidir: pivotar o continuar		Mejoras increméntales (pruebas con usuarios y escalado al diseño final)			
Preparar el proyecto: crear la	Informar con precisión a los stakeholders sobre el progreso					
planificación, estimar costes de los MVP y acordar el inicio del proyecto	Backlogde producto con funcionalidades y características aprobadas. Plan del primer sprint					
PMBoK						
P3.express						
Serum						
Lean Startup						

el backlog y se planifica el primer sprint con objetivos y criterios de "hecho" (definición de calidad). La práctica de comunicación breve y regular de P3.express basada en proporcionar informes concisos, revisiones periódicas o control visual de compromisos, sostiene la alineación entre socios y financiadores. En esta fase, conviene dimensionar presupuesto y calendario con lógica tradicional, pero anclados a la cadencia de MVPs (Productos Mínimos Viables) y a supuestos verificables: cada euro financia aprendizaje que reduce riesgo, no mera actividad.

Fase 3.- Desarrollo iterativo

El trabajo progresa en *sprints* que producen incrementos verificables. A diferencia del software, no siempre tiene sentido una cadencia diaria: la frecuencia de eventos ágiles (reuniones de seguimiento, revisiones, retrospectivas) se adapta al ritmo real de experimentación y pruebas. *Scrum* estructura el ciclo corto; PMBOK sostiene gestión de riesgos, calidad, cambios y configuración; *Lean Startup* aporta métricas de aprendizaje (qué hipótesis se validaron y con qué evidencia). La compuerta intermedia (gate 2) evalúa evidencia acumulada frente a criterios explícitos (desempeño esperado, hipótesis descartadas, riesgo residual) y autoriza, o no, nuevas inversiones. Este patrón evita confundir actividad con avance y reduce reprocesos, al tiempo que mantiene la trazabilidad que requiere la financiación pública.

Fase 4.- Prototipado y pruebas piloto

La materialidad del resultado cobra protagonismo. Se construyen prototipos de alta fidelidad, se integran componentes y se realizan pruebas en entornos relevantes. Metodológicamente, se sincronizan dos cadencias: la táctica (iteraciones orientadas a hitos de aprendizaje: rendimiento, tolerancias, interoperabilidad, seguridad) y la estratégica (compuertas que juzgan evidencia, riesgo residual y decisiones de inversión). Además de la evidencia técnica, conviene incorporar señales de adopción (aceptación, experiencia de uso, coste total de propiedad) y, cuando aplique, preevaluaciones regulatorias. P3.express ayuda a mantener transparencia documental (lo justo y necesario) para que el consorcio comparta un estado común y pueda decidir sin inercias.

Fase 5.- Cierre de I+D y preparación del escalado

El cierre no es solo administrativo. Incluye la entrega formal del resultado, la verificación de criterios de calidad, la satisfacción de los principales actores y un balance de aprendizajes. Se recomienda preparar un expediente de transferencia con evidencias clave (funcionalidad, desempeño, riesgos mitigados, propiedad intelectual y acuerdos de explotación), así como una hoja de ruta para industrialización, certificaciones o despliegue, según proceda. Esta documentación, ligera pero suficiente, es el puente entre el equipo de I+D y las unidades de negocio/operaciones, y evita pérdidas de conocimiento crítico en el traspaso.

Fase 6.- Producción, introducción y penetración en mercado

Aunque a menudo se sitúa en la frontera entre proyecto y operación, esta fase condiciona de forma decisiva el éxito de la transferencia y, por tanto, debe considerarse parte integral del enfoque de gestión propuesto. Las prácticas de *Lean Startup* permiten medir adopción real, iterar versiones a partir de *feedback* del mercado y ajustar el modelo de servicio/soporte. Los dominios tradicionales (configuración, cadena de suministro, contratación, calidad operativa) ganan peso para asegurar repetibilidad, seguridad y eficiencia. La clave es mantener un bucle de mejora continua que retroalimente el producto/servicio sin socavar la estabilidad operativa.

Fase 7.- Gestión post-proyecto

Desde la perspectiva de la gestión de la I+D+i, finalmente, se evalúan beneficios y externalidades: resultados de adopción, impacto económico o social, generación de capacidades internas, contribuciones científicas y lecciones para la cartera de proyectos. Esta fase, inspirada en P3.express, convierte al proyecto en capital organizativo: lo que funciona se estandariza; lo que no, se documenta para no repetir errores. La evaluación también cierra el círculo con financiadores y refuerza la cultura de decidir con evidencia.

5.3. Herramientas y tratamiento de particularidades

El enfoque híbrido se apoya en una serie de herramientas que facilitan su operatividad (Tabla 4). En la fase de exploración, instrumentos como *Lean Canvas*, mapas de empatía, viaje del cliente (*customer journey*) y el enfoque de trabajos por hacer (*Jobs to Be Done*) ayudan a estructurar el problema y perfilar la propuesta de valor. En desarrollo y prototipado, los tableros *Kanban*, los sistemas de gestión de proyectos (*Jira, Trello, Asana, Monday*) y los registros de riesgos y cambios sostienen coordinación y trazabilidad. Durante pilotos y lanzamiento, analítica de uso, pruebas con usuarios, A/B *testing* y métricas de desempeño y aceptación convierten observaciones en decisiones informadas.

La propuesta afronta, además, particularidades frecuentes en I+D+i. Ante la escasa participación temprana del usuario, se promueve su involucración desde el front end y la definición de métricas de validación; frente a la dificultad

Tabla 4. Herramientas aplicables por etapas del proyecto. Fuente: elaboración propia a partir de la literatura.

Generación de concepto / *Front End*		**Desarrollo**		**Resultado (cierre)**	**Lanzamiento**	**Post-proyecto**
Fase 1	**Fase 2**	**Fase 3**	**Fase 4**	**Fase 5**	**Fase 6**	**Fase 7**
Reuniones con clientes, Encuestas, Observación directa, Grupo focal, *Brainstorming*	MVP	Software de gestión de proyectos (i.e. *Jira, Trello, Asana*, etc.)	Software de gestión de proyectos (i.e. *Jira, Trello, Asana*, etc.)	*FunRetro*	Automatización y despliegue	Encuestas
Modelo de negocio de *Lean Canvas*, Mapa de empatía, Propuesta de valor *Canvas*	Pruebas de división o pruebas de cubo, Representación visual o *Wireframes*	Tablero *Kanban, Monday, Planning Poker, Teamweek, Hubstaff Tasks*	*Zoom*	*Retrium*	Monitorización de desempeño	Entrevistas
Marco de *Job to be done*, Viaje del cliente	Prototipo de baja fidelidad, Hoja de ruta o *Roadmap*	*VersionOne*	*Microsoft Teams*	*Miro*	Pruebas y experimentos	Lecciones aprendidas
Benchmark, Mapas mentales, Análisis *Delphi*	Test de concurrencia	*Scrumwise*	*Google Meet*	*Trello*	Captación de clientes	Análisis costo-beneficio
Diagramas de causa y efecto, Diagramas de influencia	Tablero de estado del proyecto, Tablero *Kanban*, *Planning Poker*, *Scrumwise*, *Teamwek*, *Hubstaff Tasks*	*Target Process*	*Miro*	*Jamboard, Stormboard*	Marketing digital	Análisis del caso de negocio
Análisis 5 por qué, PESTEL, 5 fuerzas de Porter, Árbol de decisiones	Informe de avances, Reuniones de revisión, Reportes de impacto	Reuniones de revisión	*Google Analytics*	*Hotjar, Concept board*	Campaña de Marketing	
Caso de negocio, Objetivos SMART, KPIs *Dashboard*	Presentación ejecutiva, Ciclo de *feedback*	Ciclo de *feedback*	*Optimizely, Tableau, Kissmetrics, Metricool*	Net Promoted Score, Encuestas de satisfacción, Reunión/ entrevista con *stakeholders*	Canales de venta	
Acta de constitución, Análisis de interesados, Análisis de causa raíz, Análisis cualitativos y/o cuantitativos de riesgos, Diagrama de Gantt	Software de gestión de proyectos (i.e. *Jira, Trello, Asana*, etc.), Herramientas de *Google y Microsoft*	Herramientas de *Google y Microsoft*	Pruebas de usuario, *Lookback*	*Google Drive, Microsoft SharePoint, Dropbox, OneDrive, Evernote Business*		

para priorizar en alta incertidumbre, se aplica el ciclo construir–medir–aprender con compuertas que eviten invertir en hipótesis débiles; cuando el alcance tiende a redefinirse, se trabaja con un alcance base flexible y criterios de cambio claros; y para la evaluación objetiva de soluciones, se definen indicadores duales que combinen aprendizaje validado y riesgo residual con coste, plazo y calidad. Estas medidas no buscan burocratizar, sino proteger el aprendizaje relevante y asegurar decisiones justificadas.

5.4. Síntesis y alcance de la propuesta

En su conjunto, el modelo presentado integra lo mejor de los enfoques tradicionales y ágiles y lo ancla al ciclo de vida

específico de la I+D+i. Su aportación es doble: por un lado, ordena prácticas conocidas en una secuencia gobernada por compuertas, lo que facilita la coordinación entre múltiples actores y financiadores; por otro, protege la experimentación allí donde aporta valor, evitando que la formalidad ahogue el aprendizaje o que la agilidad derive en opacidad. Aunque su validación empírica está pendiente, constituye una guía aplicable para investigadores, gestores y organizaciones que buscan mejorar la efectividad y multiplicar el impacto de sus iniciativas.

En definitiva, aprender con rapidez y rendir cuentas con solvencia no son objetivos antagónicos: la hibridación consciente, por fase y por atributo, es el camino para hacerlos convivir en proyectos de I+D+i de alta relevancia.

6. Conclusiones y recomendaciones

Este trabajo ha examinado, con enfoque conceptual, los estándares predictivos y los marcos adaptativos más pertinentes para la gestión de proyectos de I+D+i y, a partir de ese contraste, ha articulado una propuesta híbrida que combina prácticas de PMBOK, P3.express, *Scrum* y *Lean Startup* a lo largo del ciclo de vida. El análisis comparado clarifica la aportación diferencial de cada familia metodológica: los enfoques tradicionales ofrecen gobernanza, trazabilidad y control, especialmente valiosos en contextos con financiación pública, exigencias regulatorias o compromisos firmes de rendición de cuentas, mientras que los marcos ágiles incrementan la capacidad de aprendizaje y la adaptabilidad en escenarios de incertidumbre técnica y de mercado.

La evidencia reunida muestra que el dilema binario "tradicional o ágil" no basta para I+D+i, especialmente cuando no se distingue entre proyectos de investigación en TRL bajos y proyectos de innovación y transferencia en TRL altos. Su naturaleza exploratoria, la heterogeneidad de actores y la exigencia de transferencia reclaman modular el enfoque según fase y atributos del proyecto (nivel de madurez/TRL, criticidad regulatoria, complejidad de los grupos de interés, urgencia). Esta lectura, trasladada a la práctica, evita tanto la rigidez que inmoviliza la innovación como la agilidad desanclada que dificulta justificar decisiones.

La propuesta híbrida formulada se alinea con esa lógica fase-dependiente. En el front end (generación y evaluación de ideas; desarrollo de concepto) conviene priorizar *Lean Startup* para afinar la definición del problema, validar hipótesis con usuarios y construir MVP; en paralelo, los artefactos de PMBOK (objetivos, alcance base, interesados, riesgos) y la transparencia ligera de P3.express aseguran evidencia y trazabilidad mínima suficiente. En desarrollo y prototipado, *Scrum* aporta cadencias de trabajo que facilitan entregar incrementos y recoger retroalimentación periódica, mientras PMBOK mantiene el control sobre calidad, riesgos y cambios. En pruebas piloto y validación, se refuerza la dualidad: la voz del usuario convive con criterios de conformidad; la decisión de escalado se apoya en evidencia técnica, de adopción y de coste/beneficio. Finalmente, en cierre se formalizan resultados, criterios de aceptación y documentación; y en post-proyecto se evalúan beneficios e impactos, alimentando un ciclo de mejora continua, clave cuando el resultado se prepara para introducción y penetración en mercado.

A diferencia de aproximaciones híbridas genéricas, la propuesta explicita cómo varía la combinación de prácticas en función del nivel de madurez tecnológica y del momento del ciclo de vida, proporcionando una guía operativa para proyectos de I+D+i con lógicas de investigación y de innovación diferenciadas.

Este encaje por fases alinea expectativas entre lógicas científica, empresarial y administrativa, mejora la calidad de las decisiones de inversión y reduce reprocesos. En particular, la combinación *Stage-Gate* + iteraciones opera como mecanismo de gobierno de la decisión: las iteraciones producen evidencia y las compuertas la curan y autorizan el siguiente compromiso de recursos. Así se preserva la agilidad donde el aprendizaje es crítico y se asegura la formalidad donde la trazabilidad resulta imprescindible.

Con todo, es necesario ser explícitos sobre el alcance de la contribución: se trata de una propuesta conceptual, derivada de la literatura y del análisis comparado, aún no validada en un entorno real. Por ello, más que clausurar el debate, estas conclusiones abren un programa de trabajo. Primero, pilotar el marco en casos de uso representativos (sectores regulados vs. no regulados; TRL bajos, medios y altos) para ajustar compuertas, métricas duales y cadencias. Segundo, desarrollar un catálogo de evidencias por fase (técnicas, de usuario, económicas y regulatorias) que estandarice "qué decidir con qué pruebas". Tercero, instrumentar métricas duales que midan tanto aprendizaje y riesgo residual como coste, plazo y calidad, de modo que financiadores y equipos compartan una gramática común. Cuarto, analizar condiciones organizativas (roles, capacidades, sistemas) que favorecen la adopción sostenida del enfoque híbrido. Quinto, documentar lecciones aprendidas y beneficios en un repositorio transversal para acelerar la transferencia entre proyectos.

En definitiva, aprender rápido y rendir cuentas no son objetivos excluyentes. Una hibridación consciente, guiada por fase y atributos del proyecto, ofrece un camino realista para elevar la efectividad y el impacto de los proyectos de I+D+i.

Financiación

Esta investigación ha sido parcialmente financiada por la Junta de Castilla y León (España), en el marco del Programa de Apoyo a Grupos de Investigación Reconocidos, con la ayuda VA042G24.

Referencias

AMBLER, S. W. (2015). *Choose your WoW! A disciplined agile delivery handbook for optimizing your way of working*. Disciplined Agile Consortium.

ANDERSON, D. J. (2010). *Kanban: Successful evolutionary change for your technology business*. Blue Hole Press, Washington DC.

ARROYO, M., FERRER, P., PACHECO, B., & ARTACHO, M. (2019). R&D Projects Management According to UNE-ISO 21.500: Characterization, Specificities and Adaptation Needs. *Universitat Politécnica de Valencia, Málaga: 23rd International Congress on Project Management and Engineering*, 194-205.

AXELOS. (2017). *Managing Successful Projects with PRINCE2®* (AXELOS Limited, Ed.; 6th Editio). TSO (The Stationery Office).

BECK, K., BEEDLE, M., VAN BENNEKUM, A., COCKBURN, A., CUNNINGHAM, W., FOWLER, M., … THOMAS, D. (2001). *Manifesto for agile software development*. Agile Alliance. https://agilemanifesto.org/

CARRANZA RUIZ DE LOIZAGA, G. (2021). *Modelos de innovación abierta en la gestión de proyectos de I+D+i: contribuciones a la gestión tradicional*. Universidad del País Vasco, Tesis de doctorado.

CONFORTO, E. C., & AMARAL, D. C. (2016). Agile project management and stage-gate model—A hybrid framework for technology-based companies. *Journal of Engineering and Technology Management, 40,* 1–14. https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2016.02.003

CONFORTO, E. C., AMARAL, D. C., DA SILVA, S. L., DI FELIPPO, A., & KAMIKAWACHI, D. S. L. (2016). The agility construct on project management theory. *International Journal of Project Management, 34*(4), 660–674. https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2016.01.007

COOPER, R. G. (1990). Stage-gate systems: A new tool for managing new products. *Business Horizons, 33*(3), 44-54. https://doi.org/10.1016/0007-6813(90)90040-I

COOPER, R. G. (2014). What's next?: After stage-gate. *Research-technology management, 57*(1), 20-31. https://doi.org/10.5437/08956308X5606963

COOPER, R. G. (2019). The drivers of success in new-product development. *Industrial Marketing Management, 76*, 36–47. https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2018.07.005

DIEBOLD, P., & DAHLEM, M. (2014, May). Agile practices in practice: a mapping study. In *Proceedings of the 18th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering* (pp. 1-10). https://doi.org/10.1145/2601248.260125

EUROSTAT/OECD. (2018). *Oslo Manual 2018: Guidelines for collecting, reporting and using data on innovation* (4th ed.). OECD Publishing, Paris. https://doi.org/10.1787/9789264304604-en

FAROKHAD, M. R., SASTOQUE-PINILLA, E. L., TOLEDO, L.N., GANDARIAS, L., & OTEGUI-OLASO, J.R. (2019). Hybrid project management methodology for R&D, innovation and R&D&I projects in cfaa. *Dortmund International Research Conference 2019*, p. 77.

FAROKHAD, M., OTEGI-OLASO, J. R., SASTOQUE-PINILLA, L., TOLEDO, N., & LACALLE, L. (2019). Assessing the success of R&D projects and innovation projects through project management life cycle. *10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems (IDAACS)* (pp. 1104–1110). IEEE. https://doi.org/10.1109/IDAACS.2019.8924298

FERNANDES, G., MOREIRA, S., ARAÚJO, M., & PINTO, E. B. (2018). Project management practices for collaborative university–industry R&D: A hybrid approach. *Procedia Computer Science, 138*, 805-814. https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.10.105

FERNANDES, G., TASSARI, G., ROCHA, L., FERREIRA, L. M. D. F., SANTOS, J. M. R. C. A., RIBEIRO, P., BARROSO, D., & PINTO, E. B. (2024). Useful project management practices in collaborative R&D&I projects. *Procedia Computer Science, 239*, 1062–1069. https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.06.270

FROST, T., BIRKINSHAW, J., & ENSIGN, P. (2005). Centres of excellence in multinational corporations. *Strategic Management Journal, 23*(11), 997–1018. https://doi.org/10.1002/smj.273

GALLEGO, J. (2003). El cambio tecnológico y la economía neoclásica. *DYNA, 70*(138), 67-78.

GEMINO, A., HORNER REICH, B., & SERRADOR, P. M. (2021). Agile, traditional, and hybrid approaches to project success: is hybrid a poor second choice? *Project management journal, 52*(2), 161-175. https://doi.org/10.1177/87569728209730

GINER SANCHIS, D. (s. f.). *El enfoque híbrido como una opción para la gestión de proyectos* [Entrevista a Ned Rodriguez]. Recuperado el 2 de septiembre de 2025, de https://pmi-levante.org/entrevista-gestion-hibrida/

GRUSHKA-COCKAYNE, Y., HOLZMANN, V., WEISZ, H., & ZITTER, D. (2015). A new hybrid approach for selecting a project management methodology. En *PMI® Global Congress 2015—EMEA, London, England*. Project Management Institute. https://www.pmi.org/learning/library/consistent-approach-provides-high-performance-9889

ITONICS. (2025). *How to manage modern corporate R&D*. https://www.itonics-innovation.com

LIPPE, S., & VOM BROCKE, J. (2010). Situational project management for collaborative research projects. *Project Management Journal, 41*(3), 21–36. https://doi.org/10.1002/pmj.21

MANKINS, J. C. (2009). Technology readiness assessments: A retrospective. *Acta Astronautica, 65*(9–10), 1216–1223. https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2009.03.058

MENÉNDEZ, S. (2024). *Gestión de Proyectos de I+D+i: Evaluación comparativa entre enfoques predictivo y adaptativo, y generación de una propuesta híbrida* (Trabajo Fin de Máster, Universidad de Valladolid). Repositorio UVa. https://uvadoc.uva.es/handle/10324/69029

MIRZAEI, M., MABIN, V. J., & ZWIKAEL, O. (2024). Customising hybrid project management methodologies. *Production Planning & Control, 36*, 1-18. https://doi.org/10.1080/09537287.2024.2349231

P3.EXPRESS. (2021). *P3.express: Minimalistic project management framework*. https://p3.express

PAPADAKIS, E., & TSIRONIS, L. (2018). Hybrid methods and practices associated with agile methods, method tailoring and delivery of projects in a non-software context. *Procedia computer science, 138*, 739-746. https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.10.097

PAPADAKIS, E., & TSIRONIS, L. (2020). Towards a hybrid project management framework: A systematic literature review on traditional, agile and hybrid techniques. *The Journal of Modern Project Management, 8*(2).

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (PMI). (2017). *Agile practice guide*. Project Management Institute.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (PMI). (2021). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® Guide)* (7th ed.). Project Management Institute.

REIFF, J., & SCHLEGEL, D. (2022). Hybrid project management: A systematic literature review. *International Journal of Information Systems and Project Management, 10*(1), 5–23. https://doi.org/10.12821/ijispm100203

RIES, E. (2011). *The lean startup: How today's entrepreneurs use continuous innovation to create radically successful businesses*. Crown Business.

RIOL, H., & THUILLIER, D. (2015). Project management for academic research projects: Balancing structure and flexibility. *International Journal of Project Organisation and Management, 7*, 251-269. https://doi.org/10.1504/IJPOM.2015.070792

ROCHA, A., LIMA, R. M., AMORIM, M., & ROMERO, F. (2022). Managing R&D and innovation projects: An integrated conceptual

model for technology transfer. *Management (World Scientific), 25*(3), 215–229. https://doi.org/10.1142/S0219877022500316

ROMERO, R. L. (2010). Planificación de proyectos de investigación y desarrollo (I+ D) en cooperación. *Perspectivas,* (25), 203-225. https://doi.org/10.35319/c1s5q230

SAN CRISTÓBAL, J. R. (2017). Complexity in project management. *Procedia Computer Science, 121*, 762–766. https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.11.098

SANTOS, J., VARELA, C., & MARTÍNEZ-GALÁN, E. (2022). A Framework for the Management of Research and Innovation Projects in Academic Settings. *Journal of Research Administration, 53*(2), 60-84.

SHEK, I. (2013). El enfoque de gestión de proyectos en las organizaciones dedicadas a proyectos de investigación. Caso: grupo de Investigación GIRH. *Revista Ean, (74)*, 152–161. Recuperado a partir de https://journal.universidadean.edu.co/index.php/Revista/article/view/742

SOMMER, A. F., HEDEGAARD, C., DUKOVSKA-POPOVSKA, I., & STEGER-JENSEN, K. (2015). Improved product development performance through Agile/Stage-Gate hybrids: The next-generation Stage-Gate process? *Research-Technology Management, 58*(1), 34–45. https://doi.org/10.5437/08956308X5801236

SZÉKELY, B., KÉSMÁRKI-GALLY, S. E., & LAKNER, Z. (2025). Hybrid Project Management: Scoping review. *Project Leadership and Society, 6*, 100182. https://doi.org/10.1016/j.plas.2025.100182

UNE. (2018). *UNE 166006: Gestión de la I+D+i: Sistemas de vigilancia e inteligencia*. Asociación Española de Normalización (UNE).

UNE. (2021). *UNE 166002: Sistemas de gestión de la I+D+i: Requisitos*. Asociación Española de Normalización (UNE).

UNITED NATIONS. (2015). *Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. https://sdgs.un.org/2030agenda

URSTAD, J. F., DAVIS, D., & HORN, G. (2005). Frogs in a wheelbarrow? The role and challenges of the project manager throughout the life cycle of a European Union funded R&D project form the proposal to the completion stage, *PMI Global Congress EMEA 2005, Edinburg, Scotland, May 23-25.*

VICENTE-OLIVA, S., MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, Á., & BERGES-MURO, L. (2015). Gestión de proyectos de I+D y de la necesidad de nuevo conocimiento externo. *DYNA, (nº 1)*, 21–25. https://doi.org/10.6036/CD1

Anexo A: Comparativa integral de enfoques tradicionales y ágiles en I+D+i

Ítem	PMBOK	P3.express	Scrum	Lean Startup
Marco general	Engloba la planificación, gestión, control y organización del proyecto	Distribuido por fases de inicio y cierre, y ciclos de gestión mensual, semanal y diario	Estructurado por eventos o *Sprints*: *Sprint Planning*, *Daily Scrum*, *Sprint Review*	Avances iterativos de corta duración para validación de hipótesis y mejoras incrementales
Naturaleza	Tradicional	Híbrido: combina enfoque tradicional y ágiles	Ágil	Ágil
Prioridad	Efectuar de lo planificado	Valor del producto sin desorientarse del proceso	Valor del producto	Valor del producto
Ámbito de aplicación	Todo tipo de proyectos, públicos y privados	Todo tipo de proyectos, públicos y privados	Empleado para la gestión y desarrollo de software, principalmente. Aunque actualmente se lo emplea para otras áreas de proyectos (i.e. seguridad)	Todo tipo de proyectos que está en etapa temprana. Se aplica más en el ámbito privado
Tamaño de proyecto	Medianos y prolongados	Pequeños, medianos y prolongados	Pequeños y medianos	Pequeños, medianos y prolongados
Enfoque	Por procesos: inicio, planificación, ejecución, monitoreo y control, cierre	Por procesos y grupos	Según la petición del cliente	Según la petición del cliente
Valoración	Procesos	Procesos y personas	Personas	Procesos y personas
Elemento distintivo	10 áreas de conocimiento, 49 procesos	6 principios, 7 grupos, 33 actividades, 4 roles, 4 artefactos, gestión posterior al cierre del proyecto para evaluar beneficios y nuevas ideas	1 manifiesto, 4 valores, 12 principios, 3 ceremonias, 3 roles, 3 artefactos	5 principios, proceso iterativo BML *Construir-Medir-Aprender*, validaciones empleando técnicas de pruebas de hipótesis, creación de MVP, pivotes
Habilitador de inicio de proyecto	Acta de constitución	Plan de alto nivel con consentimiento del patrocinador	Instruir la visión del proyecto, aprobación de éste y de su financiación	Ideación y respectiva validación inicial
Nivel de detalles inicial de requisitos	Elevado	Elevado	Bajo, se va alimentando de manera incremental	Elemental, se va alimentando de manera incremental
Tipo de estructura	Secuencial	2 etapas secuenciales (inicio y cierre), y 3 gestiones iterativas (mensual, semanal, diaria)	Iterativo	Experimentación, prueba e iteración
Flexibilidad ante cambios	Flexibilidad restringida	Flexible, se administran solicitudes de cambio al término del ciclo mensual	Alta flexibilidad, ajustes se realizan al término de cada ciclo	Alta flexibilidad, ajustes se realizan posterior a cada validación
Retroalimentación	Acotada/ limitada	En ciclo mensual se evalúa satisfacción de interesados y se realiza revisión por pares	De manera continua	De manera continua
Documentación	Rigurosa, detallada	Simple	Simple y concisa	Simple y concisa
Roles y responsabilidades	Director de proyecto y equipo definido	Patrocinador, director de proyecto, líderes de equipos, director de proveedores	*Product owner*, S*crum Master* y miembros de equipos especificados. Responsabilidades establecidas	*Product manager*, desarrollador, diseñador UX/UI, C*ustomer development*, *Scrum Master* (opcional)

Ítem	PMBOK	P3.express	Scrum	Lean Startup
Tipo de gestión	Dirigida/ controlada	Dirigida y colaborativa	Colaborativa	Colaborativa y multidisciplinaria
Funcionalidad del equipo	Estática	Híbrido	Flexible	Flexible
Entregas	Avances al cierre de cada fase establecida con hitos identificados	Entregas parciales al término de cada ciclo mensual	Entregas parciales al término de cada *Sprint*	Iteraciones y MVPs se realizan semanales o quincenales, el *feedback* de usuario se entrega luego de cada iteración, reportes de métricas se entregan semanal
Solución	Fijada	Adapada	Adaptada	Adaptada
Involucramiento de cliente	En la etapa de inicio y cierre del proyecto	Cliente involucrado durante la ejecución del proyecto	Cliente involucrado durante la ejecución del proyecto	Muestra de clientes potenciales involucrados durante desarrollo
Duración	Larga	Mediana	Corta	Corta
Incertidumbre asociado al proyecto	Bajo	Considerable	Elevado	Elevado
Desviaciones en alcance	No permisible	Permisible	Permisible	Permisible
Impacto ante errores o cambios	Alto	Mediano	Bajo	Bajo
Grado de orientación a resultados innovadores	Bajo-medio	Medio-alto	Alto	Alto