



UNIVERSIDAD TÉCNICA
FEDERICO SANTA MARÍA

Departamento de Obras Civiles

ANÁLISIS CUALITATIVO DEL POTENCIAL DE LA METODOLOGÍA SCRUM PARA LAS FASES DE DISEÑO DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN EN CHILE

Memoria de Título presentada por

Carlos Leandro Mura Soto

como requisito parcial para optar al título de la carrera de

Ingeniería Civil

Profesor Guía
Luis Arturo Salazar Fica, Sc.D.

Septiembre de 2024



UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA

TITULO DE LA TESIS:

**ANÁLISIS CUALITATIVO DEL POTENCIAL DE LA METODOLOGÍA
SCRUM PARA LAS FASES DE DISEÑO DE PROYECTOS DE
CONSTRUCCIÓN EN CHILE**

AUTOR:

CARLOS LEANDRO MURA SOTO

TRABAJO DE MEMORIA, presentado como requisito parcial para optar al título de la carrera de INGENIERIA CIVIL de la Universidad Técnica Federico Santa María.

	<u>Nombre</u>	<u>Firma</u>
Prof. Guía
Miembro 1 Comisión
Miembro 2 Comisión

Valparaíso, Chile, Septiembre de 2024

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi familia, quienes han sido mi apoyo incondicional a lo largo de esta ardua travesía universitaria, que hoy encuentra su fin en estas páginas.

A mi padre, Rodrigo, cuyo ejemplo de esfuerzo y constantes palabras de aliento me enseñaron a no rendirme, inculcándome la virtud de la perseverancia. Gracias a su apoyo, hoy salgo de la universidad fortalecido para la vida.

A mi madre, Luz María, cuyo amor fue bálsamo en mis días más grises, celebrando mis éxitos con orgullo desbordante y llorando mis penas como si suyas se trataran.

A mis hermanos, Alex y Andrés, que, incluso en mis momentos de mayor incertidumbre, siempre me brindaron su apoyo y me hicieron notar el orgullo que sienten por mí.

Por estar siempre a mi lado, por ser mi fuerza y mi inspiración, les doy las gracias con todo mi corazón.

ANÁLISIS CUALITATIVO DEL POTENCIAL DE LA METODOLOGÍA SCRUM PARA LAS FASES DE DISEÑO DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN EN CHILE

Carlos Mura S.¹, Luis A. Salazar F.¹

¹ Universidad Técnica Federico Santa María

Resumen

Esta investigación examina el potencial de la metodología Scrum para su implementación en las fases de diseño de proyectos de construcción en Chile, considerando la creciente complejidad y necesidad de eficiencia en el sector. Mediante una revisión sistemática de la literatura y entrevistas a profesionales de la construcción, el estudio proporciona un análisis de la aplicabilidad de prácticas ágiles, típicamente utilizadas en el desarrollo de software, a un contexto diferente como es el de la construcción. Este enfoque permitió identificar tanto beneficios potenciales como desafíos específicos para la adopción de Scrum en Chile. Los resultados indican que la metodología podría mejorar significativamente la eficiencia, la coordinación y la comunicación en las fases de diseño de proyectos de construcción. No obstante, se reconocen limitaciones, como la necesidad de adaptar el marco de trabajo a las particularidades locales y la falta de experiencia directa con Scrum entre los profesionales entrevistados. Este estudio representa una contribución novedosa, siendo el primer documento de origen chileno que aborda la implementación de Scrum en la construcción, abriendo así nuevas líneas de investigación y debate en el ámbito de la gestión de proyectos. Se sugiere que investigaciones futuras incluyan estudios de caso empíricos que permitan validar cuantitativamente los beneficios observados, comparando proyectos gestionados con métodos tradicionales frente a aquellos que utilicen enfoques ágiles, para evaluar de manera integral su impacto en la industria.

Palabras claves: Scrum; Gestión de Proyectos; Construcción; Metodologías Ágiles; Revisión Sistemática; Diseño Ágil.

Glosario Terminológico

<i>Agile Project Management</i>	: Un enfoque de gestión de proyectos que prioriza la adaptabilidad, la colaboración del equipo y la entrega continua de valor para el cliente.
<i>Scrum</i>	: Un marco de trabajo ágil utilizado principalmente en el desarrollo de software para gestionar proyectos de manera iterativa e incremental.
<i>Product Owner</i>	: Es responsable de maximizar el valor del producto y del trabajo del equipo de desarrollo, gestionando el backlog del producto y asegurando que se cumplan las necesidades del cliente.
<i>Scrum Master</i>	: Es el responsable de garantizar que el equipo comprenda y aplique los principios y prácticas de Scrum, eliminando cualquier obstáculo que pueda afectar su productividad.
<i>Development Team</i>	: Un grupo de personas que son responsables de entregar incrementos de producto potencialmente entregables al final de cada iteración.
<i>Product Backlog</i>	: Una lista dinámica de todas las características, mejoras y correcciones que se requieren para un producto, priorizadas por valor y necesidad.
<i>Sprint Backlog</i>	: Una lista de elementos seleccionados del backlog del producto que el equipo planea entregar durante el sprint actual.
<i>Increment</i>	: Un avance concreto y verificable en el producto durante un sprint, que agrega valor potencialmente utilizable y que se construye sobre todos los incrementos previos.
<i>Sprint</i>	: Un período de tiempo fijo, generalmente de una a cuatro semanas, durante el cual se lleva a cabo el trabajo para entregar incrementos de producto potencialmente entregables.
<i>Sprint Planning</i>	: Una reunión en la que el equipo selecciona los elementos del backlog del producto que se comprometerán a completar durante el sprint y crea un plan detallado para lograrlo.
<i>Daily Scrum Meeting</i>	: Una breve reunión diaria en la que el equipo de desarrollo sincroniza su trabajo y actualiza el progreso hacia el objetivo del sprint.
<i>Sprint Review</i>	: Una reunión al final del sprint en la que el equipo de desarrollo muestra lo que ha completado durante el sprint al Product Owner y otras partes interesadas.
<i>Sprint Retrospective</i>	: Una reunión al final del sprint en la que el equipo de desarrollo reflexiona sobre su desempeño durante el sprint y busca formas de mejorar en el futuro.

Índice de Contenido

1	Introducción.....	8
1.1	Antecedentes.....	8
1.2	Objetivos.....	9
1.2.1	Objetivo General.....	9
1.2.2	Objetivos Específicos.....	9
1.3	Metodología Ajustada.....	9
1.4	Diagrama de Actividades.....	10
2	Marco Teórico.....	11
2.1	Enfoques ágiles.....	11
2.2	Scrum.....	11
2.3	Scrum en las fases de diseño en construcción.....	12
3	Metodología.....	15
3.1	Recolección de datos.....	15
3.2	Perfil del entrevistado.....	15
3.3	Entrevistas.....	16
3.3.1	Preguntas.....	16
4	Resultados.....	19
4.1	Perfil de los entrevistados.....	19
4.2	Análisis cualitativo del contenido.....	21
4.3	Diccionario de codificación.....	22
5	Discusión y Análisis de resultados.....	24
6	Conclusión y Recomendaciones.....	26
7	Agradecimientos.....	26
8	Declaración del uso de Chatbot.....	27
9	Referencias.....	27
A.	Apéndice 1.....	31

Índice de Figuras

Figura 1.1.	Plan de Trabajo.....	10
Figura 2.1	Marco de trabajo clásico de Scrum (Streule et al., 2016).	12
Figura 2.2	Diagrama de Flujo PRISMA de la revisión sistemática.....	14
Figura 3.1.	Diagrama de flujo, cuarto eje temático.....	18
Figura 4.1.	Distribución de participantes por años de experiencia.....	20
Figura 4.2.	(a) Distribución por género. (b) Distribución por profesión.	21
Figura 4.3.	Distribución por subárea de la construcción.	21

Índice de Tablas

Tabla 2.1 Ecuación de búsqueda por base de dato.....	13
Tabla 2.2 Lista de artículos relativos al uso de Scrum en fases de diseño en construcción.	14
Tabla 3.1. Problemática que Scrum aborda (SCRUMstudy, 2013).....	17
Tabla 4.1 Perfil profesional de los entrevistados.....	20
Tabla 4.2 Diccionario de codificación	22
Tabla 4.3 Frecuencias de las categorías	23

1 Introducción

1.1 Antecedentes

El sector de la construcción es crucial para la economía de Chile. En datos de la Comisión Nacional de Evaluación y Productividad [CNEP] (2020), este sector representa aproximadamente el 7% del Producto Interno Bruto (PIB) y proporciona empleo al 10% de la fuerza laboral del país, subrayando su significativo impacto económico. Además, Fuster-Farfán (2023) resalta que las políticas públicas en infraestructura pueden promover la movilidad social, enfatizando la necesidad de una gestión efectiva para maximizar tanto los beneficios económicos como el impacto positivo en la infraestructura nacional.

Desde 1990, la productividad ha disminuido notablemente, con una caída del 52% (CNEP, 2024). Este dato destaca la urgencia de implementar estrategias de gestión más eficaces para mejorar la eficiencia y productividad del sector, tal como menciona Araya (2021).

La innovación es esencial para abordar esta problemática (CORFO, 2019), especialmente en el diseño. La baja adopción de nuevas tecnologías y la falta de modernización limitan el crecimiento proyectado de la industria (Von Igel, 2018). Una gestión eficaz del diseño es crucial para aumentar la productividad y evitar demoras y fluctuaciones en los costos (Giménez et al., 2024). Los sobrecostos previos a la ejecución pueden oscilar entre el 4% y el 22% del costo recomendado (CNEP, 2020), lo que resalta la necesidad de optimizar los diseños y los procesos de licitación. Según Matrix Consulting (2020), optimizar los diseños, reducir la fragmentación y solucionar controversias podría rebajar los costos entre CLP 14.000 millones y CLP 66.000 millones, y acortar los tiempos de ejecución hasta en un 9%.

La gestión de la construcción ha evolucionado significativamente desde sus inicios en el siglo XX. Henry Gantt fue pionero en 1917 al introducir la Carta Gantt, una herramienta fundamental en la planificación de proyectos. Mientras hoy, métodos específicos como Líneas de Balance (LOB) y Programación Rítmica buscan incrementar la flexibilidad y la exactitud en la planificación de proyectos (Serpell & Alarcón, 2015).

Al revisar la literatura, se observa que metodologías clásicas y recientes como *Lean Construction* ya han sido ampliamente cubiertas. Sin embargo, las metodologías ágiles aún se aplican mayoritariamente en el campo de las tecnologías de la información (Liu, 2018). Esta limitada aplicación en la construcción sugiere una oportunidad para innovar y mejorar la eficiencia en la gestión de proyectos dentro de la industria. La adopción de principios ágiles podría proporcionar mayor flexibilidad y capacidad de respuesta a los cambios, crucial en un entorno tan dinámico como el de la construcción (Ormeño & García de Soto, 2020).

Scrum, el marco de trabajo ágil más conocido (Hema et al., 2020), es una propuesta valiosa para la gestión de proyectos en el sector de la construcción, dada su popularidad y eficiencia comprobada en el ámbito de las tecnologías de la información (Sakikhales, 2022; Shestakova et al., 2023). Con la evolución hacia la construcción 4.0, la industria se está acercando progresivamente al mundo tecnológico (Forcael et al., 2020; Sakikhales, 2022). Además, existen casos documentados de éxito en la implementación de Scrum en proyectos de construcción, como los reportados por Ormeño & García de Soto (2020) y Power et al. (2022). Estos estudios evidencian que la aplicación de Scrum puede mejorar significativamente la organización, la comunicación y la adaptabilidad de los proyectos de construcción, aspectos cruciales para enfrentar los desafíos contemporáneos del sector.

A pesar de estos avances, existe una brecha de conocimiento en cuanto a la adaptación específica de Scrum al contexto chileno. Esta investigación propone abordar este vacío, considerando las particularidades técnicas, económicas y culturales que caracterizan a la industria de la construcción en Chile, específicamente, para las fases de diseño de proyectos de construcción.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Analizar la implementación de la metodología Scrum en fases de diseño de proyectos de construcción, mediante una revisión sistemática de la literatura y entrevistas a profesionales, a fin de proponer recomendaciones que faciliten su adaptación en el contexto chileno.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Analizar el estado del arte y de la práctica, respecto al uso de la metodología Scrum en las fases de diseño de proyectos de construcción, en el contexto nacional e internacional.
- Evaluar la percepción de profesionales vinculados a las fases de diseño de proyectos de construcción chilenos, respecto al uso de la metodología Scrum.
- Proponer recomendaciones que faciliten la correcta implementación de la metodología Scrum, en las fases de diseño de proyectos de construcción chilenos, a través de la triangulación de la información.

1.3 Metodología Ajustada

El plan metodológico tiene por propósito lograr los objetivos previamente establecidos. A continuación, se detallan las etapas clave de la investigación.

- Marco Teórico: Revisión bibliográfica a cerca del enfoque ágil y la metodología Scrum. Para posteriormente, realizar una revisión sistemática, mediante la declaración PRISMA (Page et al., 2021), del uso de Scrum en la industria de la construcción, específicamente en fases de diseño. Esto, con el fin de identificar la frontera del conocimiento y explicitar la oportunidad de investigación.
- Metodología: Se confeccionan entrevistas que permiten conocer la percepción de profesionales ligados a las fases de diseño de proyectos de construcción. En total, se realizan 14 entrevistas, las que fueron necesarias para alcanzar el punto de saturación (Hennink & Kaiser, 2022). Las entrevistas, al no tener un propósito probabilístico, poseen un muestreo por conveniencia y en cadena (bola de nieve) tal como sugiere Hernández et al. (2014). A su vez, las entrevistas son de carácter semiestructurado, es decir, se combinan preguntas abiertas y cerradas, proporcionando una estructura general mientras se deja espacio para la improvisación y la exploración de nuevos temas que surjan durante la conversación. Esto facilita una comprensión más profunda y detallada del fenómeno estudiado, logrando abordar temas emergentes.
- Resultados: Los datos obtenidos de las entrevistas se integran en un diccionario codificador, en el cual se contrastan con las evidencias recogidas a través de la revisión sistemática. Este proceso emplea una triangulación cualitativa que implica el uso de diversas fuentes de datos, teorías, o la participación de múltiples investigadores para estudiar el fenómeno. El propósito de esta metodología es reforzar la validez y credibilidad de los resultados. Mediante la comparación de diferentes perspectivas y enfoques, la triangulación facilita la identificación de convergencias y divergencias en los datos, lo cual reduce sesgos y mejora la comprensión profunda del fenómeno, como indica Torres-Ruiz (2021).
- Discusión y análisis de resultados: Finalmente, se discuten los hallazgos recién mencionados, tanto para identificar sus orígenes, como para proponer recomendaciones que permitan facilitar

la implementación de la metodología Scrum en fases de diseño de proyectos de construcción en Chile.

- Conclusión: Se recapitulan los hallazgos y resultados de la investigación, se comparan con investigaciones pasadas y se proponen investigaciones futuras.

1.4 Diagrama de Actividades

El esquema de la Figura 1.1 presenta el flujo de tareas necesarias para lograr cada uno de los objetivos específicos de la investigación, que, en su conjunto, permiten alcanzar el objetivo general.

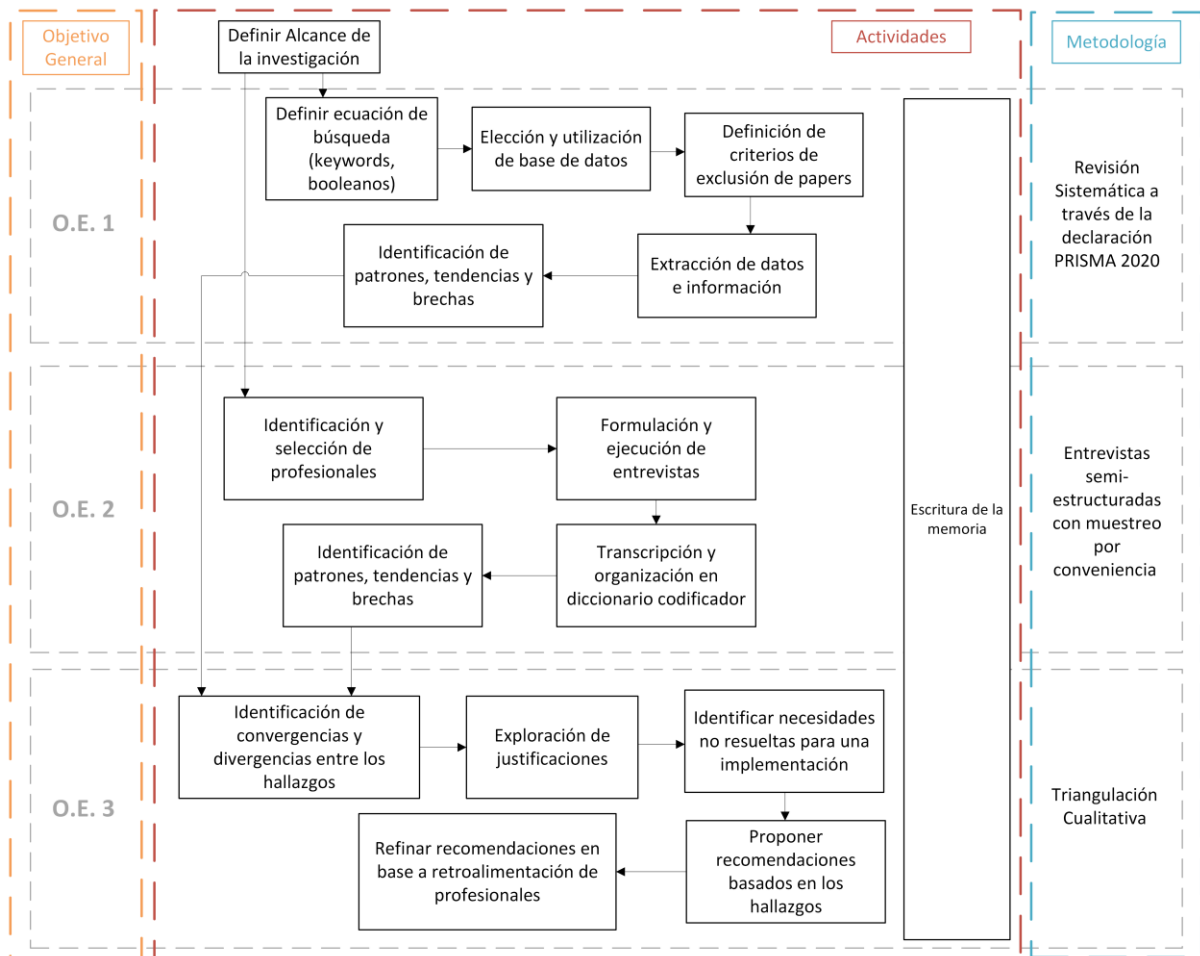


Figura 1.1. Plan de Trabajo

2 Marco Teórico

2.1 Enfoques ágiles

El enfoque ágil en la gestión de proyectos surge en el mundo de las tecnologías de la información, como respuesta a las limitaciones del modelo *waterfall* o en cascada (Shore & Warden, 2021), adoptado tras la crisis del software de la OTAN en 1968 (Naur & Randell, 1969). El modelo en cascada demostró ser burocrático y rígido, lo que llevó a altos índices de fracaso, como se evidencia en el "*CHAOS Report*" de 1994 (Standish Group, 1994). Para abordar estas deficiencias, entre las décadas de 1980 y 1990 emergieron metodologías como Crystal, Scrum, XP, entre otras, que promovieron el desarrollo iterativo, incremental y colaborativo (Shore & Warden, 2021).

En 2001, un grupo de 17 desarrolladores de software formalizó estas metodologías en lo que llamó el Manifiesto Ágil, consolidándolas bajo 12 principios que enfatizan la iteración continua, la entrega incremental de valor y la colaboración estrecha con el cliente (Cram & Newell, 2016). Aunque el Manifiesto Ágil (Beck et al., 2001) es el punto de origen formal, sus principios se basan en prácticas anteriores, tal como lo indica la revisión sistemática realizada por Whiteley et al. (2021). Desde los años 1930, el ciclo de Deming impulsó la mejora continua. Entre 1940 y 1970, metodologías como Kanban, el método Toyota y Lean Manufacturing establecieron bases para la eficiencia y flexibilidad. Además, el aporte realizado por la industria aeroespacial norteamericana entre 1950 y 1970; y el de los estándares militares entre 1970 y 1990, influyeron en la adopción de prácticas iterativas y colaborativas que son características del enfoque ágil (Codur & Dogru, 2012; McDonald, 2010).

2.2 Scrum

En la década de 1980, Takeuchi y Nonaka introdujeron un enfoque innovador para el desarrollo de productos, inspirado en el rugby, conocido como Scrum. Este método se basa en el trabajo colaborativo del equipo, que se asemeja a cómo un equipo de rugby avanza el balón a través del campo, promoviendo una comunicación constante y efectiva, y abandonando el desarrollo secuencial y fragmentado de productos (Takeuchi & Nonaka, 1986). Durante los años 90, Sutherland y Schwaber implementaron y perfeccionaron Scrum en diversas empresas, presentando sus resultados en la conferencia OOPSLA de 1995, lo que marcó un hito significativo en la evolución del marco de trabajo ágil (Schwaber, 1997). Más tarde, Schwaber y Beedle sentaron las bases teóricas y prácticas de Scrum en su libro "Agile Software Development with Scrum", consolidando su aplicación en la industria del software (Schwaber & Beedle, 2001).

El marco de trabajo Scrum se compone de tres elementos esenciales: Roles, Artefactos y Eventos. Tal como se muestra en la Figura 2.1. Los roles clave son: el *Product Owner*, quien define y prioriza las tareas; el *Scrum Master*, encargado de facilitar el proceso y eliminar impedimentos; y el *Development Team*, responsable de la ejecución técnica del trabajo (Schwaber & Sutherland, 2011). Los artefactos incluyen el *Product Backlog*, una lista priorizada de todas las tareas necesarias; el *Sprint Backlog*, que detalla las tareas a realizar en cada *sprint*; y el *Increment*, que es el resultado tangible de cada *sprint* (Schwaber & Sutherland, 2011). Un *sprint* es un ciclo de trabajo fijo, generalmente de dos a cuatro semanas, durante el cual se completan tareas específicas del *Sprint Backlog* para crear un *Increment* funcional del producto (Schwaber & Sutherland, 2011). Los eventos fundamentales de Scrum son el *Sprint Planning*, para la planificación del *sprint*; el *Daily Scrum*, una reunión diaria para la sincronización del equipo; el *Sprint Review*, para la evaluación del trabajo completado; y el *Sprint Retrospective*, destinada a la mejora continua del proceso (Schwaber & Sutherland, 2011).

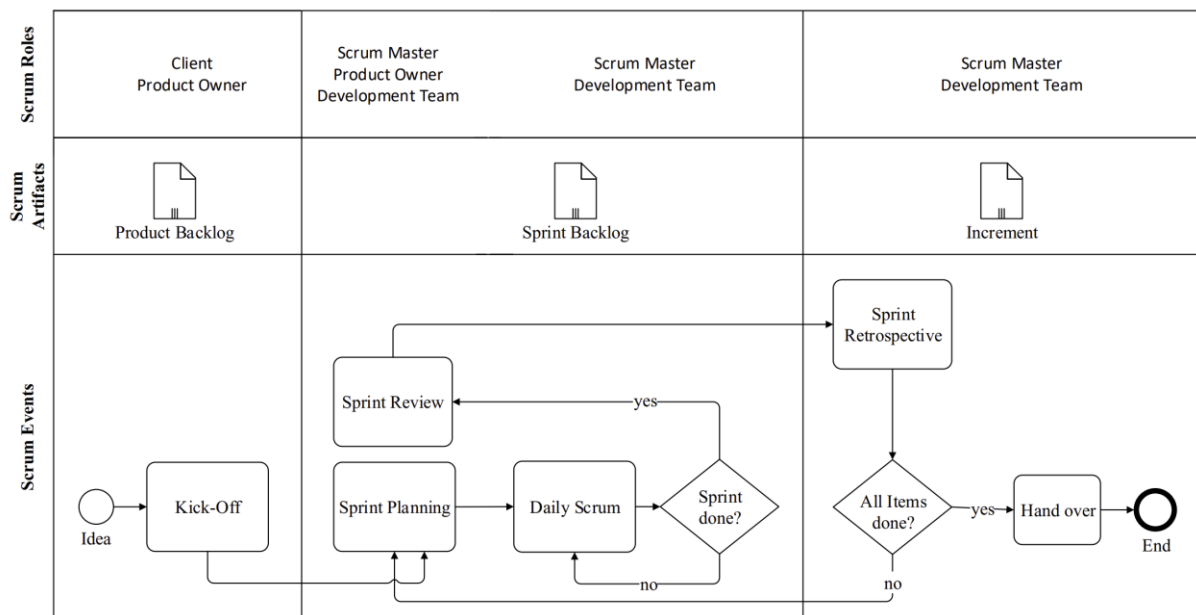


Figura 2.1 Marco de trabajo clásico de Scrum (Streule et al., 2016).

Scrum se utiliza en la gestión de proyectos complejos con el objetivo de innovar y renovar los métodos de gestión tradicionales. Históricamente, los proyectos se han visto afectados por múltiples restricciones, como el tiempo, los costos, el alcance, la calidad, los recursos y las capacidades organizacionales, entre otras limitaciones que dificultan la planificación y la administración eficiente (Demir & Theis, 2016). Scrum promueve un entorno de responsabilidad colectiva, fomenta la transparencia dentro de los equipos de trabajo y es capaz de adaptarse a los cambios, lo cual facilita la mejora continua para perfeccionar la entrega final (Streule et al., 2016). Las diferencias fundamentales entre Scrum y la gestión tradicional de proyectos radican en su enfoque centrado en las personas, en lugar de los procesos, la reducida necesidad de documentación y su naturaleza iterativa. En lugar de depender de diagramas de Gantt, el equipo de desarrollo en Scrum estima de manera flexible el esfuerzo necesario para cada tarea, ajustándose a la realidad del proyecto (Ormeño & García de Soto, 2020). Además, los principios fundamentales de Scrum, tales como el control empírico del proceso, la autoorganización, la colaboración, la priorización basada en el valor, el uso de time-boxing y el desarrollo iterativo, son esenciales para asegurar un enfoque ágil y adaptable en la gestión de proyectos (Schwaber & Sutherland, 2011). Estos principios permiten a los equipos responder de manera eficaz a los cambios y mejorar continuamente tanto sus procesos como sus productos.

2.3 Scrum en las fases de diseño en construcción

Una vez comprendido el origen y el contexto histórico de Scrum, resulta fundamental recopilar la evidencia disponible sobre su aplicación en las fases de diseño de proyectos de construcción. Para ello, se realiza una revisión sistemática. Este tipo de revisión se justifica por su capacidad de proporcionar una comprensión profunda y objetiva de la evidencia disponible, siguiendo un protocolo riguroso que minimiza el sesgo y garantiza la transparencia en la selección y evaluación de estudios (Page et al., 2021). Así, permite sintetizar información, identificar patrones y evaluar críticamente la literatura existente (Lopez-Cortes et al., 2022). La revisión seguirá los lineamientos de PRISMA para asegurar el rigor metodológico (Page et al., 2021).

En primer lugar, se implementa una estrategia de búsqueda alineada con el objetivo de la investigación. Primero, se eligieron las bases de datos Web of Science y Scopus debido a su relevancia en este ámbito (Gómez-Cabrera et al., 2023; Muñoz et al., 2023; Ostapska et al., 2024). Luego, se definieron los términos de búsqueda para cada una de las bases de datos (ver Tabla 2.1).

Para ambas bases de datos, la ecuación de búsqueda incluyó sinónimos de "Scrum" y "proyecto de construcción" para delimitar el alcance de los artículos. Es relevante señalar que la búsqueda en Scopus, se dividió entre literatura blanca y gris. La literatura blanca incluye artículos académicos y libros revisados por pares, mientras que la literatura gris abarca informes técnicos, tesis y artículos de conferencias sin revisión formal (Gul et al., 2021). La literatura gris puede ofrecer información más actualizada y específica, aunque varía en calidad y confiabilidad (Soldani, 2019). A pesar de ello, los resultados fueron más amplios y diversos en comparación con Web of Science.

Tabla 2.1 Ecuación de búsqueda por base de dato.

Database	Ecuación	Limitaciones	Fecha
Scopus	TITLE-ABS-KEY ((("agile methods" OR scrum OR "agile project" OR "agile approach" OR "agile construction") AND ("construction industry" OR "civil works" OR "civil engineering" OR "infrastructure" OR "construction projects" OR "construction engineering"))) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar") OR LIMIT-TO (DOCTYPE , "ch") OR LIMIT-TO (DOCTYPE , "bk"))	Tipo de evidencia: Artículo, Libro, Capítulo de libro.	18/06/24
Web of Science	(("agile methods" OR Scrum OR "agile project" OR "agile approach" OR "agile construction") AND ("Construction Industry" OR "civil works" OR "civil engineering" OR "infrastructure" OR "construction projects" OR "construction engineering"))		18/06/24
Scopus	TITLE-ABS-KEY ((("agile methods" OR scrum OR "agile project" OR "agile approach" OR "agile construction") AND ("construction industry" OR "civil works" OR "civil engineering" OR "infrastructure" OR "construction projects" OR "construction engineering"))) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "cp") OR LIMIT-TO (DOCTYPE , "cr") OR LIMIT-TO (DOCTYPE , "re"))	Tipo de evidencia: Artículo de conferencia, Revisiones de conferencias, Revisiones.	18/06/24

Como se observa en la Figura 2.2 inicialmente, se recuperaron un total de 308 documentos, entre literatura blanca y gris, de las bases de datos seleccionadas. Se identificaron 28 artículos duplicados, lo que resultó en un grupo final de 280 publicaciones que avanzaron a las etapas de selección.

Posteriormente, los títulos y resúmenes de los 280 artículos fueron evaluados meticulosamente bajo el criterio de pertenencia a la industria de la construcción, además de una antigüedad no mayor a 8 años para preservar la relevancia y actualidad de los estudios analizados en relación con las tendencias y prácticas emergentes en el sector. Como resultado, se excluyeron 177 documentos por no cumplir con este criterio, reduciendo la selección a 103 artículos. Luego, se excluyeron un total de 44 publicaciones de pago a las que no se tuvo acceso. Los 59 archivos recuperados fueron sometidos a una revisión exhaustiva. Durante esta revisión, 51 artículos fueron considerados no elegibles y excluidos por: 1) No estar en español ni en inglés, 2) Utilizar una metodología ágil distinta a Scrum, 3) No tratar la fase de

diseño. Esto resultó en una selección final de 8 documentos que cumplían todos los criterios de inclusión predefinidos.

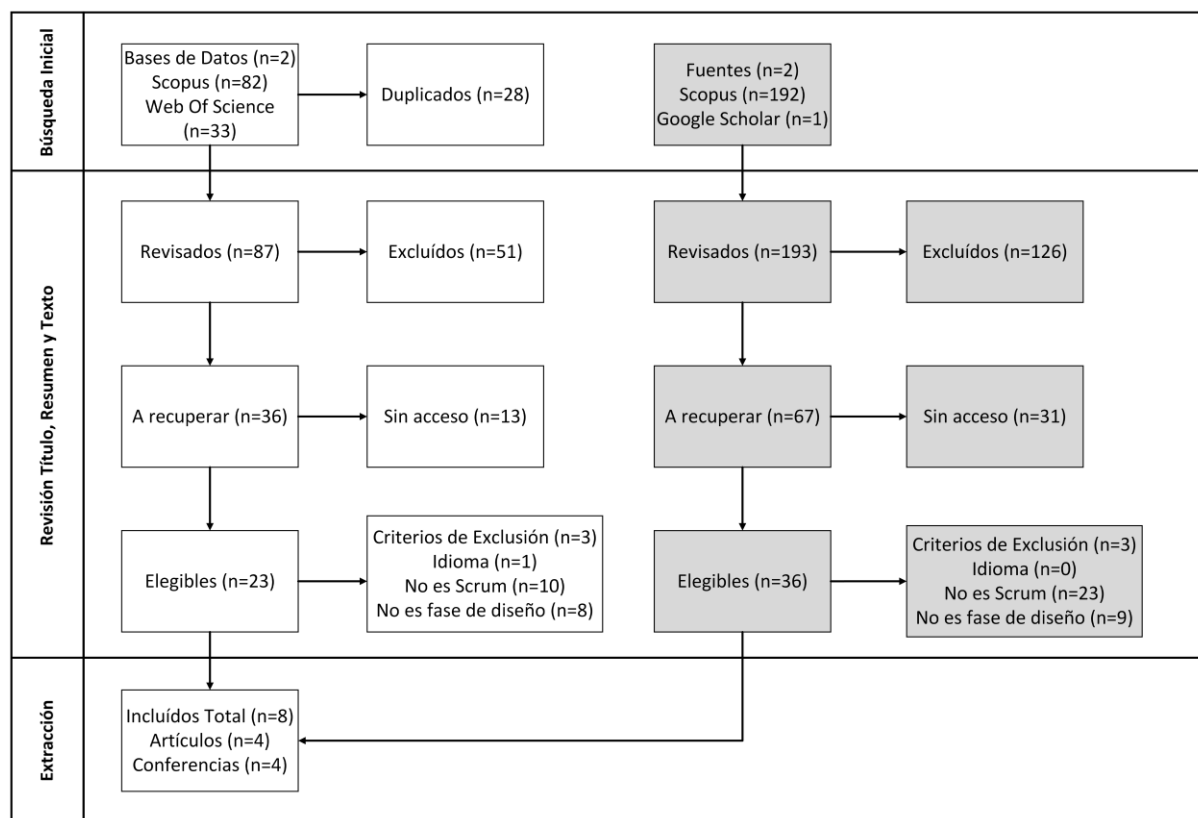


Figura 2.2 Diagrama de Flujo PRISMA de la revisión sistemática.

Mediante el software Excel, se creó una tabla de extracción de datos para los 8 artículos, que incluía los siguientes elementos: títulos, métodos, resúmenes, países, hallazgos, conclusiones, autores, entre otros. Sin embargo, estos datos se presentan de forma resumida en la Tabla 2.2, y se abordarán con mayor detalle en los puntos subsecuentes.

Tabla 2.2 Lista de artículos relativos al uso de Scrum en fases de diseño en construcción.

Autor	Uso de Scrum	País
Chaturanga et al. (2023)	Modelado Colaborativo BIM; Adaptación del marco de trabajo	Sri Lanka
Chai et al. (2023)	Puntos en común con ISO 19650, para diseño con BIM	Malasia
Waszkiewicz (2022)	Adaptación para diseño en edificios	Polonia
Jethva y Skibniewski (2022)	Adaptación y caso de éxito en Design-Build	Estados Unidos
Sohi et al. (2020)	Adaptación para diseño y planificación en construcción	Países Bajos
Liu (2018)	Análisis de viabilidad en fases de diseño	Reino Unido
Streule et al. (2016)	Análisis de viabilidad en fases de diseño	Suiza
Demir & Theis (2016)	Adaptación para diseño en construcción	Alemania

Demir y Theis (2016) iniciaron la discusión al destacar la adaptación de Scrum para mejorar la gestión ágil del diseño en proyectos de construcción, enfocándose en la coordinación y transparencia. Paralelamente, Streule et al. (2016) investigaron la viabilidad de implementar Scrum en la industria de la construcción, enfatizando su potencial para cerrar la brecha entre las prácticas de gestión tradicionales y las necesidades dinámicas del mercado. Liu (2018) exploró cómo Scrum puede mejorar el rendimiento de los proyectos, resaltando sus beneficios en la gestión de riesgos y la reducción de la incertidumbre durante la fase de diseño. En 2020, Sohi et al. (2020) propusieron un marco para integrar flexibilidad en la gestión de proyectos de construcción, subdividiendo el proceso en etapas para facilitar su implementación y mejorar el rendimiento del proyecto.

Jethva y Skibniewski (2022) ampliaron esta investigación mediante un estudio de caso que evaluó la efectividad de Scrum en proyectos de diseño-construcción, sugiriendo que su uso puede optimizar el control de costos y cronogramas. En el mismo año, Waszkiewicz (2022) subrayó la falta de flexibilidad en los procesos de diseño arquitectónico y recomendó la adopción de metodologías ágiles para responder de manera más efectiva a los cambios. Chai et al. (2022) investigaron la integración de la modelación de información de construcción (BIM) con Scrum, proponiendo un marco híbrido denominado BIM-Scrum, orientado a mejorar la colaboración y la gestión de la información en proyectos de diseño. Finalmente, Chathuranga et al. (2023) identificaron prácticas clave que promueven la adopción de metodologías ágiles en la fase de diseño de proyectos de construcción, destacando la importancia del mantenimiento de un backlog, el trabajo en equipos multifuncionales y la mejora continua.

3 Metodología

Se propone la adopción de una metodología cualitativa fundamentada en la realización de entrevistas a diversos actores involucrados en el sector de la construcción, enfocándose específicamente en las etapas de diseño. El objetivo de estas entrevistas es recolectar datos e información sobre el conocimiento y la aplicabilidad de la metodología Scrum en las fases de diseño de proyectos de construcción en Chile. Esta aproximación metodológica, basada en entrevistas, se sustenta en el enfoque planteado por Araya & Vásquez (2022).

3.1 Recolección de datos

La recolección de datos se llevó a cabo mediante entrevistas semiestructuradas dirigidas a profesionales que se desempeñan en el sector de la construcción, tanto en el ámbito público como en el privado, con un promedio de al menos diez años de experiencia. Las entrevistas incluyeron preguntas destinadas a definir el perfil del entrevistado, así como preguntas exploratorias y confirmatorias necesarias para recopilar la información relevante que permitió realizar un análisis riguroso y obtener respuestas sobre la viabilidad de implementar la metodología Scrum en nuestro país.

El tipo de muestreo a emplear fue por conveniencia, dado que esta técnica facilita la implementación y el reclutamiento de los participantes para las entrevistas (Hernández et al., 2014). Se utilizó adicionalmente el muestreo denominado "bola de nieve", el cual se basa en las referencias proporcionadas por los primeros entrevistados para identificar nuevos participantes y así incrementar el tamaño de la muestra.

3.2 Perfil del entrevistado

Como se mencionó, se esperaba que los entrevistados estuvieran relacionados con el sector de la construcción, especialmente en la fase de diseño, y que en conjunto tuvieran un promedio de al menos diez años de experiencia. Los perfiles seleccionados para analizar la implementación de la metodología Scrum, de acuerdo con lo sugerido por Chathuranga et al. (2023), fueron los siguientes:

- Arquitectos: Responsables del diseño y planificación de proyectos de construcción. Su perspectiva es clave para evaluar la integración de Scrum en la fase de diseño, mejorando el uso del tiempo, presupuesto y alcance del proyecto, así como para conocer sus experiencias en gestión de proyectos y comunicación en equipo.

- Constructores Civiles: Supervisan y dirigen operaciones en el sitio de construcción, garantizando la ejecución de diseños arquitectónicos y estructurales. Evaluar su perspectiva sobre la implementación de Scrum proporciona información sobre su viabilidad y beneficios en la práctica diaria.
- Ingenieros Civiles: Especializados en diseño, construcción y mantenimiento de infraestructuras, su participación es crucial para identificar cómo Scrum puede mejorar la eficiencia y efectividad en la gestión de recursos y el cumplimiento de plazos.
- Ingenieros Mecánicos: Enfocados en diseño y fabricación de sistemas mecánicos, su visión es fundamental para evaluar la integración de Scrum en proyectos que requieren coordinación de componentes mecánicos complejos.
- Ingenieros Eléctricos: Encargados del diseño y mantenimiento de sistemas eléctricos, su análisis ayuda a identificar mejoras en la gestión de proyectos que involucren instalaciones eléctricas complejas mediante el uso de Scrum.

3.3 Entrevistas

Tal como se indicó anteriormente, la recolección de datos se llevó a cabo a través de entrevistas a profesionales del sector de la construcción, centradas en cuatro ejes clave para evaluar la aplicabilidad de la metodología Scrum:

- Caracterización del entrevistado: Se recopilaron datos sobre la experiencia profesional, formación académica y el rol actual de los entrevistados dentro del sector de la construcción.
- Diagnóstico de problemáticas en el sector: Se buscó identificar las principales dificultades que enfrentan en su labor diaria y que podrían ser mitigadas por los beneficios que ofrece la metodología Scrum, de acuerdo con el *Guide to the SCRUM BODY OF KNOWLEDGE (SBOK® Guide)* (SCRUMstudy, 2013).
- Conocimiento y experiencia en innovación: Se exploró el grado de familiaridad de los entrevistados con la introducción de nuevas metodologías, tecnologías o herramientas en su práctica profesional, así como los factores que facilitan o dificultan dicha adopción en el entorno de la construcción.
- Evaluación de Scrum: Se investigaron las percepciones de los entrevistados sobre los posibles beneficios, limitaciones y barreras para la implementación de Scrum en la fase de diseño de proyectos de construcción, recopilando información que permitió evaluar su viabilidad en el contexto chileno.

Estos ejes proporcionaron una visión integral y detallada sobre la potencial implementación de la metodología Scrum en el sector de la construcción, basándose en las perspectivas y experiencias de los profesionales entrevistados, y permitiendo identificar oportunidades para mejorar la gestión de proyectos.

3.3.1 Preguntas

Preguntas de caracterización del entrevistado:

1. ¿Cuánto tiempo lleva en la industria de la construcción?
 - Esta pregunta busca determinar la experiencia acumulada del entrevistado en el sector de la construcción.

2. ¿Cuál es su cargo actual o el que más frecuentemente ha ejercido?
 - Se pretende identificar el rol específico del entrevistado en la industria.
3. ¿Qué tipo de proyectos de construcción realiza con más frecuencia?
 - Esta pregunta tiene como objetivo comprender el tipo de proyectos en los que el entrevistado tiene mayor experiencia, ya sea en minería, energía, construcción habitacional, industrial, etc.

Estas preguntas no solo permitieron caracterizar al entrevistado, sino también comprender el sector específico de la construcción en el que se desempeñaba y si existían tendencias entre las respuestas y el subrubro de la construcción.

Posteriormente se inició con el eje del diagnóstico de problemáticas en el sector:

1. ¿Ha enfrentado dificultades en el desarrollo de un proyecto debido a la presencia de alguno de los siguientes conceptos? (Ver Tabla 3.1)

Tabla 3.1. Problemática que Scrum aborda (SCRUMstudy, 2013).

Problemáticas abordadas por Scrum			
Falta de adaptabilidad	Falta de transparencia	Falta de retroalimentación	Falta de mejora continua (no se aprende de los errores)
Falta de entregas continuas	Ritmo insostenible	Entregas tardías	Procesos ineficientes
Desmotivación	Dificultad para resolver problemas	Falta de valor	Falta de comunicación con el cliente
Falta de confianza	Falta de compromiso	Falta de velocidad	Falta de innovación

Con esta pregunta se buscó obtener información detallada sobre los problemas actuales en la construcción, para triangular estos problemas con los beneficios potenciales de la metodología Scrum.

Posteriormente se trató el tercer eje temático, el uso de nuevas metodologías:

1. Desde el inicio de su carrera profesional hasta la fecha, ¿ha presenciado la incorporación de nuevas tecnologías o metodologías? ¿Cuáles?
 - Esta pregunta buscó identificar las nuevas tecnologías o metodologías que los profesionales han observado y experimentado a lo largo de su carrera en la construcción.
2. ¿Cuál diría que ha sido el detonante o motivación de la incorporación de nuevas tecnologías o metodologías? Por ejemplo: Leyes, requisitos de clientes, mejora continua, etc.
 - Aquí se pretende entender las razones subyacentes que impulsan la adopción de nuevas tecnologías o metodologías en el sector de la construcción.
3. ¿Cuál diría que ha sido el motivo por el que no se han integrado más tecnologías o metodologías nuevas? Por ejemplo: Limitantes económicas, falta de motivación, etc.
 - Esta pregunta busca explorar las barreras y limitaciones que han impedido una mayor integración de tecnologías o metodologías innovadoras en la industria.

Con estas preguntas se puede analizar qué es lo que marca el proceso de incorporación de una nueva metodología o tecnología.

Finalmente se llega el cuarto eje temático relativo a Scrum como tal, que se ilustra en la Figura 3.1.

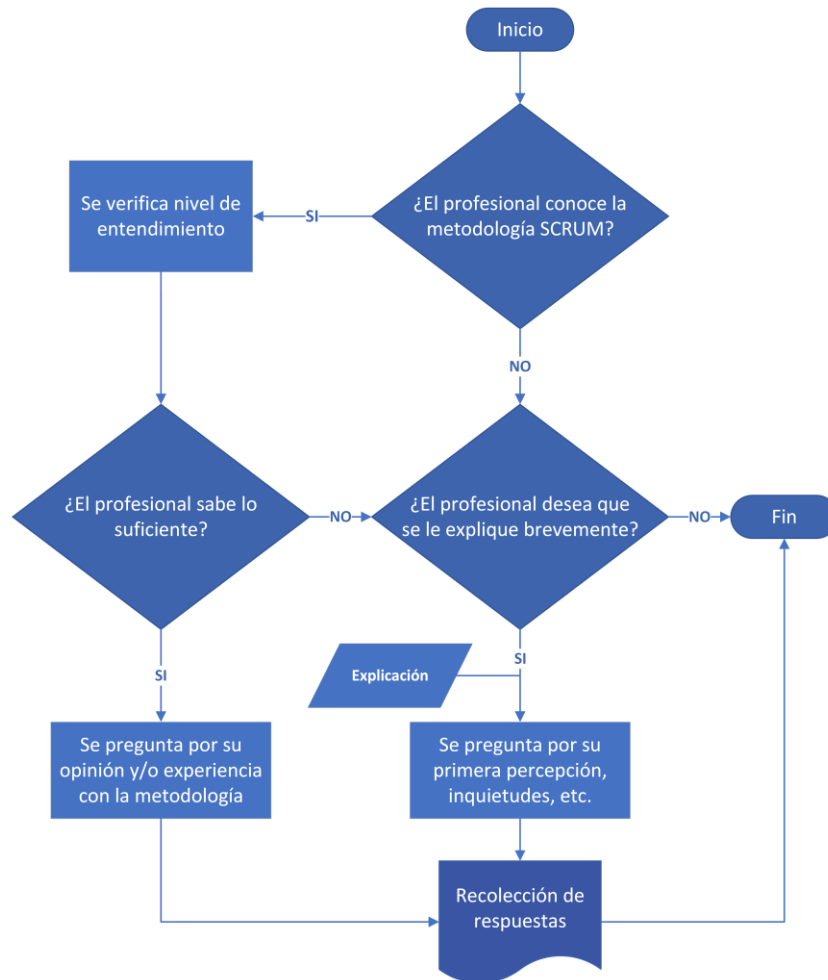


Figura 3.1. Diagrama de flujo, cuarto eje temático

Para Entrevistados que Conocen Scrum:

1. ¿Está familiarizado con la metodología Scrum? En caso afirmativo, ¿podría describir cómo ha experimentado Scrum en proyectos de construcción o en su trabajo en general?
 - Esta pregunta busca entender el nivel de familiaridad del entrevistado con Scrum y sus experiencias concretas con esta metodología.
2. Desde su perspectiva y experiencia, ¿cuáles son los beneficios clave que Scrum puede aportar a proyectos de diseño de construcción en Chile?
 - Se pretende identificar los beneficios percibidos de implementar Scrum en proyectos de construcción desde la perspectiva de los profesionales que ya han trabajado con esta metodología.
3. ¿Cuáles cree que son los principales desafíos o limitaciones de implementar Scrum en el contexto de diseño de proyectos de construcción en Chile?
 - Esta pregunta busca explorar las dificultades y limitaciones específicas que los entrevistados han identificado al intentar implementar Scrum en su contexto laboral.

4. ¿Podría compartir recomendaciones específicas para una implementación exitosa de Scrum en el diseño de obras de construcción basadas en su experiencia?
 - Se busca obtener sugerencias prácticas y basadas en la experiencia para una implementación efectiva de Scrum.

Para Entrevistados que No Conocen Scrum:

1. ¿Está familiarizado con la metodología Scrum? En caso de no estarlo, ¿le gustaría que le explique brevemente en qué consiste y cómo se aplica en el contexto de proyectos?
 - Esta pregunta pretende evaluar el nivel de conocimiento inicial del entrevistado sobre Scrum y ofrecer una breve explicación si es necesario.
2. A partir de su primer conocimiento de Scrum, ¿cree que esta metodología podría ser aplicable en el diseño de proyectos de construcción en Chile? ¿Por qué o por qué no?
 - Se busca conocer la percepción inicial del entrevistado sobre la aplicabilidad de Scrum en el contexto de la construcción en Chile.
3. ¿Tiene alguna expectativa o duda en particular sobre cómo Scrum podría influir en la gestión de proyectos de construcción?
 - Esta pregunta pretende explorar las expectativas o inquietudes que los entrevistados puedan tener sobre la implementación de Scrum.
4. Desde su perspectiva como profesional de la construcción que no ha utilizado Scrum, ¿qué aspectos considera esenciales para evaluar la factibilidad de su implementación en su campo?
 - Se busca identificar los aspectos clave que los profesionales sin experiencia en Scrum requerirían para evaluar su implementación.

Estas preguntas brindaron a los entrevistados la oportunidad de compartir sus opiniones y experiencias, ya sea que conozcan Scrum o no, y permitieron una comprensión más completa de sus perspectivas y posibles consideraciones sobre la implementación de Scrum en el diseño de proyectos de construcción en Chile.

4 Resultados

Las entrevistas se estructuraron en torno a cuatro ejes principales. En primer lugar, se buscó caracterizar al entrevistado en términos de su profesión, cargo y años de experiencia en el sector. En segundo lugar, se pretendió identificar las problemáticas que ha enfrentado en su ejercicio profesional. A continuación, se formularon preguntas relacionadas con su experiencia en la implementación de nuevas tecnologías o metodologías en su ámbito de trabajo. Finalmente, se abordaron cuestiones vinculadas con la metodología Scrum y los requisitos necesarios para aplicar este marco de trabajo en el contexto nacional.

4.1 Perfil de los entrevistados

Para este trabajo investigativo se realizaron 14 entrevistas, alcanzando el punto de saturación en la información proporcionada (Hennink & Kaiser, 2022).

Tabla 4.1 Perfil profesional de los entrevistados.

Profesión	Cargo	Área	Años de experiencia	Género
Ingeniero Civil	Ingeniero de Proyectos	Inmobiliario	1	Hombre
Ingeniero Civil	Ingeniero de Proyectos	Hidráulica Sanitaria	1	Hombre
Ingeniero Civil	Ingeniero de Proyectos	Estructuras en General	2	Hombre
Arquitecta	Gestor de Proyectos	Comercial e Inmobiliario	3	Mujer
Ingeniera Civil	Ingeniero de Proyectos	Obras Hidráulicas	4	Mujer
Ingeniero Civil	Jefe de Ingeniería	Todas	7	Hombre
Arquitecto	Jefe de Taller	Comercial e Inmobiliario	8	Hombre
Constructor Civil	Profesional de Oficina Técnica	Energía e Inmobiliario	10	Hombre
Ingeniero en Control e Instrumentación Industrial	Profesional de Oficina Técnica	Montaje Minero	10	Hombre
Ingeniero Civil	Jefe de Estimaciones	Mínero e Industrial	14	Hombre
Ingeniera Civil	Proyectista	Inmobiliario	24	Mujer
Ingeniero Civil	Consultor y Gerente de Calidad	Todas	28	Hombre
Ingeniera Civil	Consultor	Todas	30	Mujer
Ingeniero Civil	Inspección Técnica	Industrial y Energético	40	Hombre

De la Figura 4.1 se observa una distribución heterogénea de años de experiencia, con una marcada tendencia hacia menos años de experiencia y un promedio de 13 años.

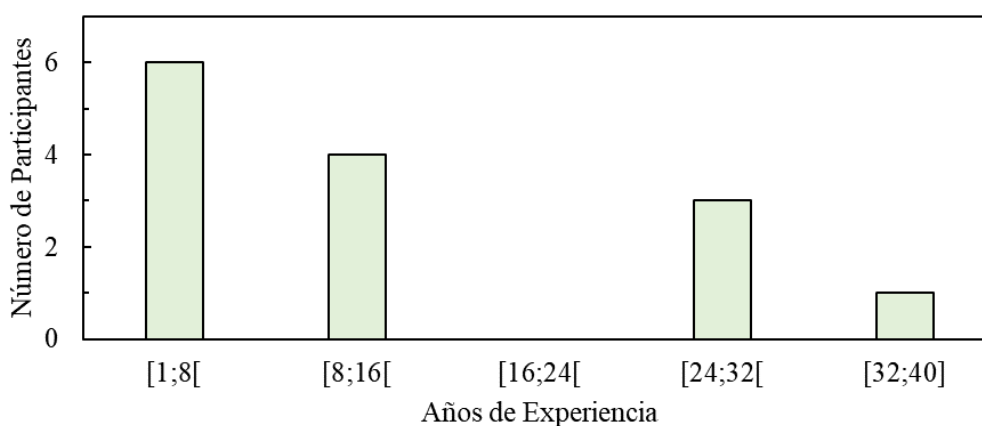


Figura 4.1. Distribución de participantes por años de experiencia.

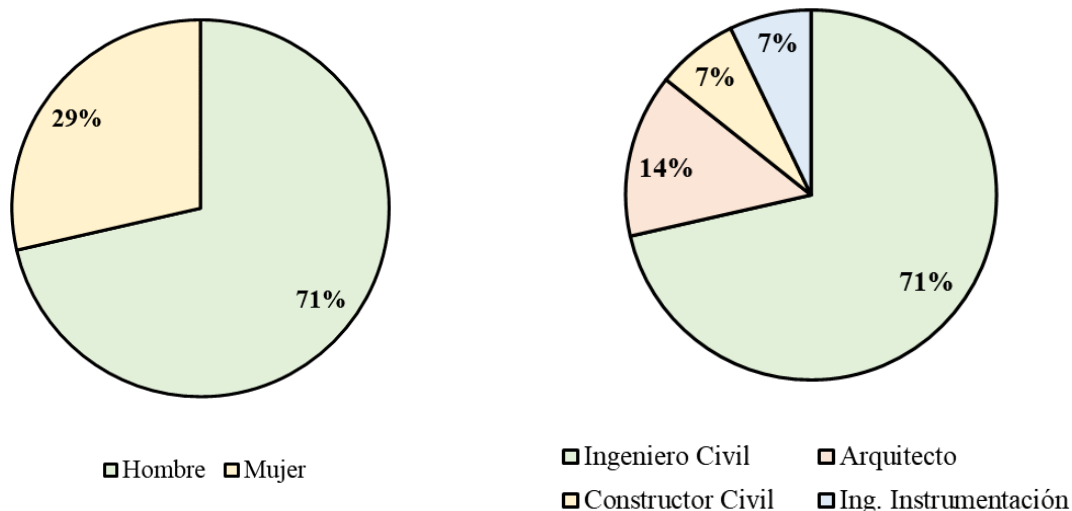


Figura 4.2. (a) Distribución por género. (b) Distribución por profesión.

De la Figura 4.2 se aprecia la distribución tanto en género como en profesión, siendo mayor la participación masculina y de ingenieros civiles.

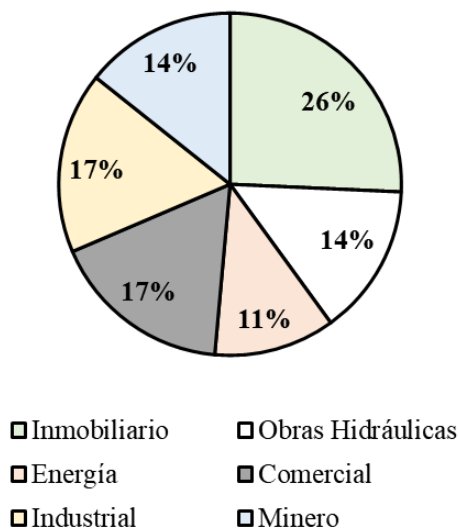


Figura 4.3. Distribución por subárea de la construcción.

Finalmente, de la Figura 4.3 se puede extraer que la distribución por subáreas de trabajo es variada, pero en proporciones relativamente similares, con una pequeña tendencia hacia el rubro inmobiliario.

4.2 Análisis cualitativo del contenido

Las entrevistas realizadas fueron grabadas con la respectiva autorización de cada entrevistado (consentimiento informado adjunto en Apéndice 1). Una vez concluido este proceso, se procedió a la transcripción de las respuestas obtenidas. Durante la transcripción, se identificaron las respuestas más recurrentes y las problemáticas más frecuentes en relación con las preguntas formuladas. Posteriormente, se organizó la información obtenida de las entrevistas según el tipo de preguntas realizadas. A partir de los extractos obtenidos de las entrevistas, se pudieron identificar conceptos distintos para cada tipo de pregunta, lo cual es útil para el siguiente paso: condensar estos conceptos por categoría y elaborar el diccionario de codificación.

4.3 Diccionario de codificación

Basado en el punto anterior y la experiencia general de estudiar las entrevistas, las respuestas se pueden codificar de la siguiente manera:

Tabla 4.2 Diccionario de codificación

Categoría	Subcategoría	Definición	Ejemplo
Problemas	Comunicación Deficiente	Intercambio ineficaz de información.	<i>"había una degradación en esta comunicación porque tenían que pasar por nosotros y de nosotros pasar al cliente"</i>
	Falta de Coordinación	Desorganización entre equipos o tareas.	<i>"Y eso puede producir que se tomen decisiones eléctricas importantes sin tomar en cuenta la parte de obra civil"</i>
	Procesos Ineficientes	Actividades que desperdician recursos.	<i>"en general los procesos son ineficientes. Muchas veces hay que realizar retrabajos por falta de prolijidad"</i>
	Cultura Organizacional Disfuncional	Entorno que no promueve la mejora.	<i>"se habla siempre de lecciones aprendidas y en general por lo que a mí me tocaba en mi experiencia, las empresas les prestan poca atención a las lecciones aprendidas"</i>
	Ritmo Insostenible de Trabajo	Desmotivación por sobrecarga laboral.	<i>"Cuando ya te comiste las holguras esa alta velocidad ya es un requisito, pero te genera un estrés tremendo"</i>
Nuevas Metodologías	Imposición	Cambios internos por presiones externas.	<i>"En la mayoría de los casos ha sido imposición de los clientes"</i>
	Eficiencia	Hacer más con menos recursos.	<i>"Siempre tú vas a buscar hacer más con menos, con menos recursos"</i>
	Status Quo	Resistencia al cambio por tradición.	<i>"yo creo que es porque siempre se ha hecho de la misma manera"</i>
	Falta de Incentivos	Cliente no recompensa la modernización.	<i>"pero tampoco ponen los incentivos adecuados"</i>
	Falta de Liderazgo	Jefaturas no apoyan mejoras.	<i>"pasa que la jefatura o la organización es de muy de la vieja escuela"</i>
Scrum en Construcción	Adaptar	Ajustar metodología a cada proyecto.	<i>"no sé si vamos a poder aplicar la metodología Scrum como la dijo los pioneros, pero va a haber que aplicarla con los aspectos culturales que tenemos nosotros."</i>

Cambio Cultural	Actitud hacia la mejora continua.	<i>"como todas las implementaciones, requiere un cambio cultural muy importante"</i>
Utilidad	Demostrar beneficios de implementar	<i>"tengo que empezar a mostrar las bondades de esto"</i>
Capacitación	Formación para todos los niveles.	<i>"Yo creo que lo primero y lo transversal es que el equipo conozca la metodología"</i>
Herramientas Complementarias	Apoyos que facilitan la implementación.	<i>"yo creo que estaría bueno que hubiese una especie de lista, un checklist o algo, que nosotros pudiésemos ir tiqueando"</i>

Posteriormente, los resultados se convierten en una codificación numérica. En la Tabla 4.3, el término "Cuenta" se refiere a la frecuencia total con la que cada subcategoría apareció en las entrevistas, mientras que "Casos" indica la cantidad de entrevistados que mencionaron al menos una vez dicha subcategoría.

Tabla 4.3 Frecuencias de las categorías

Categoría	Subcategoría	Cuenta	% Códigos	Casos	% CASOS
Problemas en la industria	Comunicación Deficiente	33	14,70%	14	100,00%
	Falta de Coordinación	29	12,90%	13	92,90%
	Procesos Ineficientes	26	11,60%	13	92,90%
	Cultura Organizacional Disfuncional	30	13,40%	12	85,70%
	Ritmo de Trabajo Insostenible	16	7,10%	12	85,70%
Nuevas Metodologías	Status Quo	12	5,40%	11	78,60%
	Imposición	11	4,90%	9	64,30%
	Eficiencia	10	4,50%	7	50,00%
	Falta de Incentivos	6	2,70%	6	42,90%
	Falta de Liderazgo	3	1,30%	3	21,40%
Scrum en Construcción	Cambio Cultural	13	5,80%	10	71,40%
	Adaptar	14	6,30%	9	64,30%
	Capacitación	8	3,60%	8	57,10%

Herramientas Complementarias	7	3,10%	7	50,00%
Utilidad	6	2,70%	5	35,70%

5 Discusión y Análisis de resultados

En primer lugar, uno de los problemas más recurrentes identificados en la industria de la construcción, según las entrevistas realizadas a profesionales del sector, es la deficiencia en la comunicación. Este hallazgo es consistente con el panorama internacional, tal como lo refleja la revisión de literatura de Gamil & Abdul Rahman (2018). Por su parte, de los ocho documentos revisados en el marco teórico que analizan la aplicación de la metodología Scrum en las fases de diseño, cinco se basan en estudios de caso, y de estos, el 80% reportó mejoras notables en la comunicación entre los equipos involucrados. Un ejemplo concreto de estas mejoras se observa en el estudio de Streule et al. (2016), donde se evidenció un incremento en la claridad y efectividad de la comunicación tras la implementación de Scrum. Estos resultados son coherentes con los beneficios que destaca el *SBOK® Guide*, el cual resalta la mejora en la comunicación y la colaboración como uno de los principales aportes de este marco de trabajo ágil (SCRUMstudy, 2013).

El segundo problema identificado es la descoordinación de equipos, un aspecto crítico que también ha sido destacado en la literatura existente. Este hallazgo es congruente con el estudio de Fulford & Standing (2014), que demuestra cómo la fragmentación de los equipos puede llevar a una disminución significativa de la productividad en proyectos de construcción. En línea con estos resultados, el 50% de los documentos revisados en este estudio reportaron mejoras en la colaboración y coordinación de los equipos tras la implementación de la metodología Scrum. Un ejemplo representativo es el artículo de Demir & Theis (2016), donde se observó una mayor integración y alineación entre los miembros del equipo, lo que contribuyó a una ejecución más eficiente de las tareas. Estos beneficios son previsibles, considerando la naturaleza autogestionada de los equipos Scrum, donde se fomenta la responsabilidad compartida y la colaboración constante, como se describe en el *The Scrum Guide* (Schwaber & Sutherland, 2011).

El siguiente problema identificado en la industria de la construcción es la presencia de procesos ineficientes. Esta ineficiencia ha sido documentada en Chile, según el informe de la Comisión Nacional de Evaluación y Productividad [CNEP] (2024), y es un problema recurrente a nivel internacional, como lo evidencia el estudio de Milind Mehta et al. (2022). En cuanto a la revisión de la literatura específica sobre la aplicación de Scrum en fases de diseño, solo dos artículos mencionan explícitamente la mejora de la eficiencia de los procesos, mientras que un tercer artículo aborda este aspecto de manera implícita (Chaturanga et al., 2023). Esta mejora en la eficiencia es coherente con los principios del marco Scrum, tal como se detalla en el *SBOK® Guide* (SCRUMstudy, 2013).

Otra problemática identificada en la industria de la construcción es la cultura organizacional disfuncional, un aspecto que ha sido abordado en la literatura, como en los trabajos de Lines et al. (2015) y Liu (2018), este último incluido como referencia en el marco teórico de este estudio. Sin embargo, aunque estos artículos destacan la importancia de comprender y abordar una cultura organizacional inadecuada, es posible que la exploración profunda de las causas y soluciones a este problema exceda el ámbito de la ingeniería, acercándose más a la disciplina de la psicología organizacional. No obstante, es pertinente señalar que la metodología Scrum ofrece ciertos mecanismos, como los eventos y reuniones periódicas, que pueden facilitar la mejora continua (Schwaber & Sutherland, 2011). Estos espacios de interacción permiten a los equipos reflexionar sobre sus prácticas, fomentar una comunicación abierta y adoptar medidas para mejorar su dinámica de trabajo, siempre y cuando exista una voluntad genuina de mejorar la cultura organizacional.

Finalmente, una de las problemáticas recurrentes mencionadas en las entrevistas es la existencia de ritmos de trabajo insostenibles en la industria de la construcción. De los catorce entrevistados, doce señalaron que, a medida que avanza el proyecto, se comienzan a experimentar retrasos que llevan a una

sobrecarga de trabajo en un intento por compensar estos desfases. Esta sobrecarga tiene un impacto negativo en la motivación y la productividad de los trabajadores. Este fenómeno ya había sido evidenciado por Hanna et al. (2005), quien documentó cómo los ritmos intensos y la acumulación de tareas afectan el rendimiento y el bienestar del personal en proyectos de construcción. La metodología Scrum ofrece una solución a este problema a través de la estructura de trabajo en *sprints*, que permite una distribución equilibrada de esfuerzos a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Este enfoque favorece la gestión sostenible del trabajo y ayuda a prevenir la sobrecarga, promoviendo así un ambiente de trabajo más motivador y productivo (SCRUMstudy, 2013).

El siguiente punto por analizar es la incorporación de nuevas metodologías en la industria de la construcción. Los entrevistados señalaron que la tendencia predominante en el sector es mantener el *status quo*, debido a las características conservadoras y tradicionales de la industria, las cuales dificultan y ralentizan la implementación de innovaciones (Lines et al., 2015). Esta percepción es respaldada por la literatura, como lo indica Xue et al. (2014), quien documentó las dificultades inherentes a la innovación en la construcción, destacando cómo las barreras culturales y estructurales limitan la adopción de nuevos enfoques. Liu (2018) también observó que la reticencia a asumir el "costo de innovar" es un factor determinante que lleva a muchas empresas a preferir mantener sus prácticas actuales si los sistemas vigentes funcionan de manera aceptable.

No obstante, los profesionales reconocieron que existen factores que impulsan la adopción de nuevas metodologías, entre los cuales destacan las imposiciones externas. Estos incluyen requisitos reglamentarios, como la obligatoriedad del uso de BIM en proyectos del Ministerio de Obras Públicas (MOP), así como la presión de mantenerse competitivos frente a empresas rivales que ya han adoptado dichas innovaciones (Flanagan et al., 2007). Además de estas imposiciones, los entrevistados identificaron la búsqueda de eficiencia en procesos específicos como una razón clave para la implementación de nuevas metodologías.

Sin embargo, la adopción de innovaciones sigue estando limitada por la falta de incentivos claros por parte de los clientes, quienes suelen priorizar opciones más económicas en lugar de promover enfoques innovadores a través de contratos colaborativos (Cheaitou et al., 2019). Además, el liderazgo en muchas empresas de construcción sigue dominado por profesionales con enfoques tradicionales y conservadores, lo que perpetúa una cultura de resistencia al cambio. Algunos entrevistados sugirieron que un "recambio generacional" es necesario para que la industria acepte con mayor disposición las nuevas metodologías y enfoques.

Finalmente, el último aspecto abordado se refiere a la apreciación de la metodología Scrum para su aplicación en las fases de diseño de proyectos de construcción en Chile. El 100% de los entrevistados coincidió en que la implementación de Scrum es factible y que podría aportar beneficios significativos al proceso de diseño. No obstante, para que estos beneficios se materialicen, es fundamental abordar varios desafíos identificados por los entrevistados.

En primer lugar, destacaron la necesidad de promover un cambio cultural que favorezca la adopción de Scrum. Este cambio requiere un esfuerzo de concientización que demuestre la utilidad y los beneficios tangibles de la metodología (Hema et al., 2020), lo cual facilitaría su aceptación y aplicación en el entorno de la construcción. Además, los entrevistados sugirieron que, para ser efectiva, la implementación de Scrum debe ser adaptada específicamente a las características del sector de la construcción y al contexto chileno, atendiendo a sus particularidades y desafíos específicos. Esta necesidad de adaptación personalizada es respaldada por el 75% de los artículos revisados en el marco teórico, que recomiendan una implementación "a la carta" de la metodología (Chathuranga et al., 2023).

Acompañando el cambio cultural y la adaptación, los entrevistados subrayaron la importancia de implementar un programa de capacitación extensivo. Este programa debe estar dirigido a todos los niveles de la organización, no solo a las jefaturas, para asegurar una comprensión integral y una adopción efectiva de Scrum (Streule et al., 2016). La capacitación permitirá a los equipos interiorizar los principios y prácticas de Scrum, garantizando su correcta aplicación en proyectos reales.

Además de estos aspectos, se identificó la utilidad de herramientas complementarias, como software especializado, que podrían facilitar la coordinación entre las diferentes fases y roles involucrados en el proyecto. El uso de estas herramientas mejoraría la eficiencia y efectividad del proceso de diseño, maximizando los beneficios de la metodología Scrum.

Finalmente, el autor sugiere que el compromiso de la alta dirección es crucial para el éxito de la implementación de Scrum. Tal compromiso, basado en la recomendación de Chathuranga et al. (2023), puede ser el factor determinante para superar las resistencias y garantizar una integración exitosa de Scrum en el sector de la construcción.

6 Conclusión y Recomendaciones

La presente investigación ha demostrado que la metodología Scrum tiene un potencial significativo para ser implementada en las fases de diseño de proyectos de construcción en Chile. A través de una revisión sistemática de la literatura y entrevistas a profesionales del sector, se ha logrado alcanzar el objetivo de este estudio, proporcionando un análisis detallado sobre cómo Scrum puede ser adaptado al contexto de la construcción en Chile. Este hallazgo es particularmente relevante, ya que refuerza la viabilidad y los beneficios que Scrum podría aportar al sector, alineándose con la tendencia global hacia metodologías de trabajo más ágiles y colaborativas. Los resultados obtenidos indican que Scrum podría mejorar la comunicación, coordinación y eficiencia dentro de los equipos de diseño, respondiendo a problemáticas recurrentes identificadas tanto en la literatura como en las entrevistas realizadas. A su vez, se evidencia que su principal barrera son aspectos culturales de la industria.

Esta investigación contribuye de manera novedosa al conocimiento, siendo el primer documento de divulgación en Chile que aborda específicamente la aplicación de Scrum en la construcción. Al introducir esta perspectiva, se abre un nuevo campo de estudio y debate, destacando la posibilidad de adaptar prácticas ágiles, tradicionalmente asociadas a la industria tecnológica, al ámbito de la construcción. Este aporte no solo llena un vacío en la literatura local, sino que también sirve como punto de partida para futuras investigaciones y prácticas en el sector.

Sin embargo, es importante reconocer las limitaciones de este estudio. En primer lugar, no se pudo acceder a 44 artículos de relevancia para el marco teórico debido a restricciones de pago, lo cual podría haber limitado la amplitud y profundidad de la revisión de literatura. Además, aunque se contó con una diversidad de experiencia entre los entrevistados, hubo una tendencia hacia la inclusión de profesionales con menos años de experiencia en el sector. Para una perspectiva más equilibrada, habría sido beneficioso incluir a un mayor número de profesionales con más años de experiencia, quienes podrían ofrecer enfoques y conocimientos más profundos sobre la adopción de nuevas metodologías. La investigación, al ser teórica, no incorporó estudios de caso prácticos ni datos empíricos, lo cual limita la capacidad de validar los hallazgos en un contexto real. La falta de entrevistados con experiencia directa en Scrum también representa una limitación, ya que podría haber proporcionado una visión más completa y matizada de los desafíos y oportunidades de implementación.

En cuanto a futuras investigaciones, se recomienda realizar estudios de caso empíricos para obtener datos cuantitativos que respalden los beneficios observados teóricamente. Comparar la gestión de proyectos utilizando métodos tradicionales frente a la metodología Scrum en un entorno controlado podría ofrecer una comprensión más precisa de las ventajas y desafíos de adoptar prácticas ágiles en la construcción. Un enfoque práctico, como la comparación de dos proyectos similares o la implementación de Scrum en distintas fases de un mismo proyecto, permitiría evaluar directamente su impacto en la eficiencia, la calidad del trabajo y la satisfacción del equipo, facilitando así una toma de decisiones informada sobre su adopción en la industria.

7 Agradecimientos

Agradezco al profesor Luis A. Salazar por su valioso apoyo y metódica guía durante el desarrollo de este trabajo de título. Asimismo, expreso mi reconocimiento a los profesores Alfredo Sarmiento y Yelina Espinoza, quienes, sin saberlo, despertaron mi interés por esta área de la ingeniería civil.

Extiendo mi agradecimiento a los catorce profesionales que, de manera desinteresada, participaron en las entrevistas, compartiendo su tiempo y conocimiento, y cuyo anonimato he acordado preservar. También agradezco a aquellos que mostraron su disposición a colaborar en este estudio, aunque finalmente no fuese posible concretar su participación.

8 Declaración del uso de Chatbot

En el presente trabajo, se ha utilizado el chatbot “ChatGPT 4o” con el propósito de mejorar la ortografía, gramática, sintaxis y redacción de los textos. Es importante destacar que el uso de esta herramienta se ha limitado exclusivamente a estos aspectos técnicos y no ha influido en el contenido, análisis, interpretación de los datos, ni en las conclusiones presentadas. Todas las ideas, argumentos y resultados aquí expuestos son producto del trabajo independiente del autor.

9 Referencias

- Araya, F. (2021). The influence of changes in construction productivity: a state of the art review. *Revista Ingeniería de Construcción*, 38(2). <https://doi.org/10.7764/RIC.00001.21>
- Araya, F., & Vasquez, S. (2022). Challenges, drivers, and benefits to integrated infrastructure management of water, wastewater, stormwater and transportation systems. *Sustainable Cities and Society*, 82, 103913. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.103913>
- Beck, K., Beedle, M., van Bennekum, A., Cockburn, A., Cunningham, W., Fowler, M., Grenning, J., Highsmith, J., Hunt, A., Jeffries, R., Kern, J., Marick, B., Martin, R. C., Mellor, S., Schwaber, K., Sutherland, J., & Thomas, D. (2001). Manifesto for Agile Software Development. In *Manifesto for Agile Software Development*. <http://www.agilemanifesto.org/>
- Chathuranga, S., Jayasinghe, S., Antucheviciene, J., Wickramarachchi, R., Udayanga, N., & Weerakkody, W. A. S. (2023). Practices Driving the Adoption of Agile Project Management Methodologies in the Design Stage of Building Construction Projects. *Buildings*, 13(4), 1079. <https://doi.org/10.3390/buildings13041079>
- Cheaitou, A., Larbi, R., & Al Housani, B. (2019). Decision making framework for tender evaluation and contractor selection in public organizations with risk considerations. *Socio-Economic Planning Sciences*, 68, 100620. <https://doi.org/10.1016/J.SEPS.2018.02.007>
- Codur, K. B., & Dogru, A. H. (2012). Regulations and software evolution: An example from the military domain. *Science of Computer Programming*, 77(5), 636–643. <https://doi.org/10.1016/j.scico.2011.12.001>
- Comisión Nacional de Evaluación y Productividad [CNEP]. (2020). *Productividad en el sector de la construcción*. <https://cnep.cl/wp-content/uploads/2021/08/Productividad-Sector-Construccion.pdf>
- Comisión Nacional de Evaluación y Productividad [CNEP]. (2024). *Informe anual de productividad 2023*. <https://cnep.cl/wp-content/uploads/2024/01/InformeAnualProductividad2023.pdf>
- CORFO. (2019). *Avanzar en la Productividad de la Construcción es Clave para la Economía Chilena*. <http://construye2025.cl/2019/07/31/avanzar-en-la-productividad-de-la-construccion-es-clave-para-la-economia-chilena/>
- Cram, W. A., & Newell, S. (2016). Mindful revolution or mindless trend? Examining agile development as a management fashion. *European Journal of Information Systems*, 25(2), 154–169. <https://doi.org/10.1057/ejis.2015.13>
- Demir, S. T., & Theis, P. (2016). Agile design management -The application of scrum in the design phase of construction projects. *IGLC 2016 - 24th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, 13–22.

- Flanagan, R., Lu, W., Shen, L., & Jewell, C. (2007). Competitiveness in construction: a critical review of research. *Construction Management and Economics*, 25(9), 989–1000. <https://doi.org/10.1080/01446190701258039>
- Forcael, E., Ferrari, I., Opazo-Vega, A., & Pulido-Arcas, J. A. (2020). Construction 4.0: A literature review. *Sustainability*, 12(22), 9755. <https://doi.org/10.3390/su12229755>
- Fulford, R., & Standing, C. (2014). Construction industry productivity and the potential for collaborative practice. *International Journal of Project Management*, 32(2), 315–326. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2013.05.007>
- Fuster-Farfán, X. (2023). Del subsidio al barrio y del barrio al subsidio: análisis de la demolición de viviendas sociales en Chile. *Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 15. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.015.e20220085>
- Gamil, Y., & Abdul Rahman, I. (2018). Identification of Causes and Effects of Poor Communication in Construction Industry: A Theoretical Review. *Emerging Science Journal*, 1(4). <https://doi.org/10.28991/ijse-01121>
- Giménez, Z., Herrera, R. F., & Sánchez, O. (2024). Value generation analysis within the design process of construction projects in Chile. *Ain Shams Engineering Journal*, 15(1), 102332. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2023.102332>
- Gómez-Cabrera, A., Gutierrez-Bucheli, L., & Muñoz, S. (2023). Causes of time and cost overruns in construction projects: a scoping review. *International Journal of Construction Management/The International Journal of Construction Management*, 1–19. <https://doi.org/10.1080/15623599.2023.2252288>
- Gul, S., Shah, T. A., Ahmad, S., Gulzar, F., & Shabir, T. (2021). Is grey literature really grey or a hidden glory to showcase the sleeping beauty. *Collection and Curation*, 40(3), 100–111. <https://doi.org/10.1108/CC-10-2019-0036>
- Hanna, A. S., Taylor, C. S., & Sullivan, K. T. (2005). Impact of Extended Overtime on Construction Labor Productivity. *Journal of Construction Engineering and Management*, 131(6), 734–739. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2005\)131:6\(734\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2005)131:6(734))
- Hema, V., Thota, S., Naresh Kumar, S., Padmaja, C., Rama Krishna, C. B., & Mahender, K. (2020). Scrum: An Effective Software Development Agile Tool. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 981(2), 022060. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/981/2/022060>
- Hennink, M., & Kaiser, B. N. (2022). Sample sizes for saturation in qualitative research: A systematic review of empirical tests. *Social Science & Medicine*, 292, 114523. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2021.114523>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (5.a). MCGRAW-HILL.
- Lines, B. C., Sullivan, K. T., Smithwick, J. B., & Mischung, J. (2015). Overcoming resistance to change in engineering and construction: Change management factors for owner organizations. *International Journal of Project Management*, 33(5), 1170–1179. <https://doi.org/10.1016/J.IJROMAN.2015.01.008>
- Liu, Y. (2018). *Scrum in construction industry to improve project performance in design phase* [Digital Commons at Harrisburg University]. https://digitalcommons.harrisburgu.edu/pmgt_dandt/31
- Lopez-Cortes, O. D., Betancourt-Núñez, A., Bernal Orozco, M. F., & Vizmanos, B. (2022). Scoping reviews: una nueva forma de síntesis de la evidencia. *Investigación En Educación Médica*, 11(44), 98–104. <https://doi.org/10.22201/fm.20075057e.2022.44.22447>
- Matrix Consulting. (2020). *Estudio de productividad: Impulsar la productividad de la industria de la Construcción en Chile a estándares mundiales*. https://cchc.cl/assets/landings/2020/informe-productividad/pdf/ResumenEjecutivo_Estudio_de_Productividad_Construcción2020.pdf

- McDonald, C. (2010). From Art Form to Engineering Discipline? A History of US Military Software Development Standards, 1974–1998. *IEEE Annals of the History of Computing*, 32(4), 32–47. <https://doi.org/10.1109/MAHC.2009.58>
- Milind Mehta, S., Chang, S., Oh, H. J., Kwon, J.-H., & Kim, S. (2022). An Investigation of Construction Project Efficiency: Perception Gaps and the Interrelationships of Critical Factors. *Buildings*, 12(10), 1559. <https://doi.org/10.3390/buildings12101559>
- Muñoz, S., Hosseini, M. R., & Crawford, R. H. (2023). Exploring the environmental assessment of circular economy in the construction industry: A scoping review. *Sustainable Production and Consumption*, 42, 196–210. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2023.09.022>
- Naur, P., & Randell, B. (Eds.). (1969). *Software engineering: Report on a conference sponsored by the NATO Science Committee, Garmisch, Germany, 7th to 11th October 1968*. Scientific Affairs Division, NATO.
- Ormeño, Y., & de Soto, B. (2020). Use of Scrum in the rehabilitation of a commercial building in Peru. *Construction Innovation*, 21(2), 145–163. <https://doi.org/10.1108/ci-12-2019-0140>
- Ostapska, K., Rüther, P., Loli, A., & Gradeci, K. (2024). Design for Disassembly: A systematic scoping review and analysis of built structures Designed for Disassembly. *Sustainable Production and Consumption*, 48, 377–395. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2024.05.014>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Alonso-Fernández, S. (2021). Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología*, 74(9), 790–799. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016>
- Power, W., Sinnott, D. D., & Lynch, D. P. (2022). *Scrum Complementing Last Planner System – a Case Study*. 175–186. <https://doi.org/10.24928/2022/0120>
- Sakikhales, M. (2022). Nonlinear Project Management: Agile, Scrum and Kanban for the Construction Industry. In *Structural Integrity* (Vol. 20). https://doi.org/10.1007/978-3-030-82430-3_10
- Schwaber, K. (1997). SCRUM Development Process. In *Business Object Design and Implementation* (pp. 117–134). Springer London. https://doi.org/10.1007/978-1-4471-0947-1_11
- Schwaber, K., & Beedle, M. (2001). *Agile Software Development with Scrum* (1st ed.). Prentice Hall PTR.
- Schwaber, K., & Sutherland, J. (2011). The scrum guide. *Scrum Alliance*, 21(1), 1–38.
- SCRUMstudy. (2013). *A guide to the SCRUM body of knowledge (SBOK® Guide)* (4th ed.).
- Serpell, A., & Alarcón, L. (2015). *Planificación y control de proyectos* (4ta ed.). Ediciones UC.
- Shestakova, E., Kazaku, E., & Shestakov, P. (2023). The role of agile+bim+tunnel innovation in ensuring economic efficiency and security on backbone infrastructure expansion. *E3S Web of Conferences*, 383, 02005. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202338302005>
- Shore, J., & Warden, S. (2021). *The art of agile development* (2nd ed.). O'Reilly Media, Inc.
- Soldani, J. (2019). Grey Literature: A Safe Bridge Between Academy and Industry? *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, 44(3), 11–12. <https://doi.org/10.1145/3356773.3356776>
- Standish Group. (1994). *The CHAOS Report*. The Standish Group International, Inc. https://www.standishgroup.com/sample_research_files/chaos_report_1994.pdf
- Streule, T., Miserini, N., Bartlomé, O., Klippel, M., & De Soto, B. G. (2016). Implementation of Scrum in the construction industry. *Procedia Engineering*, 164, 269–276. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.11.619>

- Takeuchi, H., & Nonaka, I. (1986). The new new product development game. *Harvard Business Review*, 64(1), 137–146.
- Torres Ruiz, A. E. (2021). El transitar en la investigación cualitativa: un acercamiento a la triangulación. *Revista Científica*, 6(20), 275–295. <https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2021.6.20.15.275-295>
- Von Igel, C. (2018). *Construcción: innovación para la productividad y sustentabilidad*. <http://www.economiaynegocios.cl/noticias/noticias.asp?id=456474>
- Whiteley, A., Pollack, J., & Matous, P. (2021). *The Origins of Agile and Iterative Methods*. 20–29. <https://doi.org/10.19255/JMPM02502>
- Xue, X., Zhang, R., Yang, R., & Dai, J. (2014). Innovation in Construction: A Critical Review and Future Research. *International Journal of Innovation Science*, 6(2), 111–126. <https://doi.org/10.1260/1757-2223.6.2.111>

A. Apéndice 1



UNIVERSIDAD TÉCNICA
FEDERICO SANTA MARÍA



FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

“Análisis cualitativo del potencial de la metodología Scrum para las fases de diseño de proyectos de construcción en Chile”

Carlos Mura Soto

Mediante la presente, se le invita a participar en una investigación sobre el uso de la metodología Scrum en las fases de diseño de proyectos de construcción en Chile. Este estudio, realizado en la Universidad Técnica Federico Santa María, se basará en entrevistas a profesionales del sector. Los datos se compararán con la literatura existente para ofrecer recomendaciones prácticas sobre la implementación de Scrum en estas fases.

El objetivo de su participación es comprender las percepciones y experiencias de los profesionales sobre la metodología Scrum. Si ya la conoce, se explorará su experiencia; si no, se investigará su percepción inicial. Su participación consistirá en una entrevista grabada, realizada de manera online, con una duración estimada de 30 minutos.

Participar en esta investigación le permitirá contribuir al conocimiento en el ámbito de la construcción y familiarizarse con una metodología innovadora. No se prevén riesgos, ya que las preguntas no comprometerán información sensible ni personal. Para asegurar la confidencialidad, no se solicitarán datos personales identificables. Las preguntas de caracterización se usarán solo para generar un perfil técnico del entrevistado con fines estadísticos. La información recopilada será almacenada de forma segura durante dos años y luego destruida.

Es importante destacar que su participación es voluntaria y puede retirarse de la entrevista en cualquier momento sin repercusiones. Los datos obtenidos se utilizarán exclusivamente para una memoria de pregrado. Si surge la necesidad de reutilizarlos, se hará solo con fines académicos, manteniendo siempre el anonimato de los participantes.

Finalmente, declara haber tenido la oportunidad de LEER ESTA DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO INFORMADO, HACER PREGUNTAS DE LA INVESTIGACIÓN Y ACEPTAR PARTICIPAR.

Nombre: _____ Firma: _____ Fecha: _____

Carlos Mura S.
Entrevistador

Universidad Técnica Federico Santa María