Universidad Técnica Federico Santa María
Departamento De Arquitectura
Valparaíso - Chile

SISTEMA DE GESTIÓN Y CONTROL DE AVANCE DE PROYECTOS PARA OFICINAS DE ARQUITECTURA

PROCESO DE TITULO 2026



FRANCISCO ERNESTO HUGHES MUTIS
Memoria de titulación para optar al título de Arquitecto
Modalidad Practica Proyectual
Profesores Guías: Michelle Behro, Gustavo Sarabia
JULIO 2026

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): ■ Memoria o trabajo de título ☐ Tesis de Postgrado

Título del trabajo: *SISTEMA DE GESTIÓN Y CONTROL DE AVANCE DE PROYECTOS PARA OFICINAS DE ARQUITECTURA*

Nombre del candidato(a): Francisco Ernesto Hughes Mutis

Carrera / Grado: Arquitectura

Campus: Casa central Valparaíso **Departamento:** Arquitectura

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Gustavo Sarabia Fuentes, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución.

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL (marcar una opción)

■ El trabajo **NO contiene** información que amerite confidencialidad y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

☐ El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (**embargo**) por **(marcar una opción)**:

☐ 6 meses ☐ 12 meses ☐ 2 años ☐ 3 años ☐ 5 años ☐ 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a)guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 21 de octubre año 2026 **Firma:** _____

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 18 de octubre año 2026 **Firma:** _____

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.

SISTEMA DE GESTIÓN Y CONTROL DE AVANCE DE PROYECTOS PARA OFICINAS DE ARQUITECTURA

PROCESO DE TITULO 2025

ESTUDIANTE

FRANCISCO ERNESTO HUGHES MUTIS

MODALIDAD

PRÁCTICA PROYECTUAL

OFICINA

BUSTAMANTE Y AGUAYO ARQUITECTOS

SUPERVISOR OFICINA

JOSE AGUAYO

PROFESORES GUÍAS

MICHELLE BEHRO, GUSTAVO SARABIA

JULIO 2026

AGRADECIMIENTOS

Al finalizar esta importante etapa de mi vida, quisiera expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas e instituciones que, de una u otra forma, hicieron posible este camino.

En primer lugar, agradezco a Constructora Terratec Ltda., especialmente a Gian Piero Chiappini y Marinka Koscina, por abrirme las puertas al mundo laboral y brindarme la oportunidad de aprender desde la experiencia. Gracias por compartir generosamente sus conocimientos, por la confianza depositada en mí y, sobre todo, por la cercanía, la buena disposición y la calidad humana con la que me recibieron.

Asimismo, quiero agradecer al equipo de Bustamante y Aguayo Arquitectos por confiar en mis capacidades y permitirme formar parte de un equipo del que aprendí enormemente. En especial, agradezco a Fernando Bustamante y José Aguayo por su paciencia, dedicación y constante enseñanza. Espero haber podido aportar con el mismo entusiasmo con el que ustedes compartieron su experiencia, y deseo sinceramente seguir aprendiendo y creciendo profesionalmente junto a ustedes en el futuro.

También quisiera agradecer profundamente a mi querida Universidad Técnica Federico Santa María, institución que durante estos años logró convertirse en un segundo hogar. Gracias a todos los profesores que fueron parte de mi formación, no solo por transmitir conocimientos, sino también por las conversaciones, los consejos y las experiencias de vida que dejaron una huella en mí. Me llevo recuerdos que atesoraré para siempre.

Del mismo modo, agradezco a los amigos y futuros colegas que la universidad puso en mi camino. En especial, a Martín Callejas, Diego Santibáñez y Alejandro Toro, por cada trasnoche, cada trabajo en equipo, cada conversación y cada momento de apoyo incondicional. Sin ustedes, esta experiencia universitaria no habría sido la misma. Espero que la vida nos siga reuniendo y que nuestra amistad perdure por muchos años más.

Finalmente, quiero dedicar las palabras más importantes a mi familia, quienes han sido el motor que me permitió llegar hasta aquí.

Gracias, Benjita, por llenar este camino de risas, apoyo y buenos momentos. Ahora que esta etapa termina, espero que podamos retomar todas esas actividades que tanto disfrutábamos juntos.

Gracias, Pipe, por convertirte en el hombre de la casa. Estoy seguro de que el papá estaría profundamente orgulloso de la persona en la que te has convertido y de todo lo que has hecho por nuestra familia. Gracias por estar siempre dispuesto a ayudarme, por compartir conmigo tus enseñanzas y por acompañarme especialmente en los momentos de mayor frustración, cuando más necesitaba una palabra de aliento.

Y, por último, gracias, mamá. Gracias por ser el pilar fundamental de nuestra familia y por dedicar tu vida a sacarnos adelante. Hiciste un trabajo maravilloso formando a las personas que hoy somos. No existen palabras suficientes para agradecer todos los sacrificios, el cariño, la paciencia y el amor incondicional con que siempre nos has acompañado. Este logro también es tuyo.

A todos quienes fueron parte de este camino, muchas gracias. Cada consejo, cada enseñanza, cada conversación y cada gesto de apoyo contribuyeron a que hoy pueda cerrar esta etapa con orgullo y satisfacción.

Llevaré siempre conmigo lo aprendido, las experiencias vividas y, sobre todo, a las personas que hicieron de este recorrido una etapa inolvidable.

Gracias por ser parte de mi vida. Les estaré eternamente agradecido.

DEDICATORIA

Esta memoria está dedicada a dos de las personas más importantes de mi vida, quienes, de distintas maneras, han sido fundamentales para convertirme en la persona que soy hoy.

En primer lugar, quiero dedicar este trabajo a mi compañera de vida, Gabriela Osses. Gracias por ser el motor que me impulsó durante estos últimos años de carrera, por motivarme cada día a querer ser una mejor persona y un mejor profesional. Gracias por enseñarme, con tu ejemplo, el valor del esfuerzo, la constancia y el sacrificio que significa trabajar y estudiar al mismo tiempo. Gracias por estar siempre a mi lado, por apoyarme en cada desafío, por celebrar mis logros y por levantarme en los momentos difíciles.

Te amo profundamente. Espero que este sea solo el comienzo de una vida llena de nuevos desafíos, metas cumplidas y sueños compartidos. Estoy feliz de que podamos seguir construyendo nuestro futuro juntos.

En segundo lugar, quiero dedicar esta memoria a Roberto Hughes, mi padre. Un gran esposo, un gran padre y, por sobre todo, una gran persona.

Aunque ya han pasado nueve años desde tu partida, nunca has dejado de acompañarme. Fuiste quien me enseñó el camino cuando me sentía perdido y quien sembró en mí los valores que hoy me definen. Muchas veces imaginé cómo sería este momento si estuvieras aquí, y aunque daría cualquier cosa por poder compartirlo contigo, sé que de alguna forma me has acompañado en cada paso que di para llegar hasta aquí.

Este título y esta memoria son para ti. Quiero decirte que lo logré. Espero que estés muy orgulloso de mí, así como yo siempre estaré orgulloso de ser tu hijo. Mi mayor anhelo es convertirme en una persona tan íntegra, generosa y admirable como tú.

Te quiero, viejo. Gracias por seguir guiando mi camino, incluso desde la distancia.

Espero que algún día, cuando vuelva a leer estas páginas, recuerde que este logro nunca fue solo mío, sino también de quienes caminaron conmigo y de quienes, incluso sin estar físicamente presentes, siguen formando parte de cada uno de mis pasos.

"No aprendemos de la experiencia... aprendemos al reflexionar sobre la experiencia."

John Dewey

Resumen

La presente memoria, desarrollada para optar al título de Arquitecto en la Universidad Técnica Federico Santa María, se enmarca en la modalidad de **práctica proyectual** realizada en la oficina **Bustamante y Aguayo Arquitectos**. Durante este período, la participación simultánea en diversos proyectos habitacionales y de edificación, desarrollados bajo distintas modalidades y programas de subsidio, permitió identificar la necesidad de contar con herramientas que facilitaran el seguimiento del avance de los proyectos y apoyaran la gestión realizada por la oficina.

A partir de esta problemática, la investigación propone el desarrollo de un **sistema de gestión** basado en datos, cuyo objetivo es centralizar la información de los proyectos, automatizar la obtención de datos provenientes de modelos BIM y generar indicadores visuales que apoyen la toma de decisiones. Para ello, se diseñó una metodología evolutiva compuesta por cuatro fases: una etapa inicial de validación mediante dashboards desarrollados en Power BI; una segunda fase orientada a la automatización de la información mediante la integración de modelos BIM; una tercera etapa enfocada en la incorporación de indicadores para la gestión integral de recursos, productividad, planificación y desempeño económico; y una cuarta fase que plantea la integración de Inteligencia Artificial como un asistente virtual capaz de interpretar la información del sistema y apoyar la gestión de proyectos.

La implementación piloto permitió validar el funcionamiento de la metodología y evidenció que la centralización de la información mejora el control de los proyectos, facilita la coordinación entre los distintos equipos de trabajo y proporciona información objetiva para apoyar la toma de decisiones. Asimismo, se identificaron oportunidades de mejora que permitieron definir una hoja de ruta para la evolución futura del sistema.

Como principal aporte, esta investigación propone una metodología que transforma la gestión tradicional de una oficina de arquitectura hacia un modelo de Oficina de Arquitectura Basada en Datos (Data-Driven Office), donde la información proveniente de los proyectos se convierte en un recurso estratégico para fortalecer la planificación, optimizar la coordinación y respaldar la toma de decisiones mediante indicadores, automatización e inteligencia artificial.

Abstract

This thesis, submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Architect at the Federico Santa María Technical University, was developed within the framework of a professional design internship carried out at **Bustamante y Aguayo Arquitectos**. During this period, simultaneous participation in various residential and building projects, developed under different housing programs and government subsidy schemes, revealed the need for tools capable of facilitating project progress monitoring and supporting the firm's project management processes.

Based on this need, this research proposes the development of a data-driven management system aimed at centralizing project information, automating the acquisition of data from BIM models, and generating visual indicators to support decision-making. To achieve this, an evolutionary methodology composed of four phases was designed: an initial validation stage using dashboards developed in Power BI; a second phase focused on automating information through BIM model integration; a third phase dedicated to incorporating indicators for comprehensive resource management, productivity, planning, and economic performance; and a fourth phase proposing the integration of Artificial Intelligence as a virtual assistant capable of interpreting system information and supporting project management.

The pilot implementation validated the functionality of the proposed methodology and demonstrated that the centralization of information improves project control, facilitates coordination among different work teams, and provides objective information to support decision-making. In addition, opportunities for improvement were identified, allowing the definition of a roadmap for the future evolution of the system.

As its main contribution, this research proposes a methodology that transforms the traditional management approach of an architectural office into a Data-Driven Architecture Office, where project information becomes a strategic resource to strengthen planning, optimize coordination, and support decision-making through indicators, automation, and Artificial Intelligence.

Glosario

- **Automatización:** Uso de herramientas tecnológicas para ejecutar procesos de manera automática, reduciendo la intervención manual y aumentando la eficiencia.
- **BIM (Building Information Modeling):** Metodología de trabajo colaborativa basada en modelos digitales que permite crear, gestionar y compartir la información de un proyecto durante todo su ciclo de vida.
- **BIM Manager**: Profesional responsable de definir los estándares BIM de la organización, coordinar el proceso de modelado y asegurar el cumplimiento de la metodología BIM durante el desarrollo de los proyectos.
- **Business Intelligence (BI)**: Conjunto de metodologías y herramientas destinadas a transformar datos en información útil mediante indicadores, reportes y paneles de control para apoyar la toma de decisiones.
- **Coordinación BIM:** Proceso mediante el cual se integran y coordinan los modelos de las distintas especialidades para detectar interferencias y asegurar la consistencia de la información.
- **Centralización de la información**: Proceso de reunir la información del proyecto en una única fuente confiable y actualizada para facilitar su gestión.
- **Cronograma**: Planificación temporal del proyecto que establece la secuencia de actividades, hitos y fechas de cumplimiento.
- **Control de Avance**: Proceso de seguimiento continuo que compara el avance real del proyecto con la planificación establecida para identificar desviaciones y apoyar la toma de decisiones.
- **Common Data Environment (CDE)**: Entorno común de datos definido por la ISO 19650, donde se almacena, gestiona y comparte toda la información oficial del proyecto entre los distintos participantes. En tu memoria, el modelo de datos centralizado cumple una función muy similar a este concepto.
- **Dashboard**: Panel de control visual que reúne indicadores e información relevante de un proyecto, facilitando el seguimiento de su desempeño y la toma de decisiones.
- **Data-Driven Office (Oficina de Arquitectura Basada en Datos)**: Modelo de gestión donde las decisiones se apoyan en información objetiva obtenida mediante el análisis de datos provenientes de los proyectos.
- **Data Manager:** Profesional responsable de administrar, actualizar y mantener la calidad de la información contenida en la fuente de datos del sistema.
- **DOM (Dirección de Obras Municipales)**: Organismo municipal encargado de revisar, aprobar y fiscalizar proyectos de edificación conforme a la normativa urbanística vigente.
- **DS19 (Programa de Integración Social y Territorial):** Programa habitacional del Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile orientado al desarrollo de proyectos con integración social.

Glosario

- **DS49 (Fondo Solidario de Elección de Vivienda)**: Programa habitacional del Ministerio de Vivienda y Urbanismo destinado a familias en situación de vulnerabilidad para el acceso a vivienda social.
- **DAX (Data Analysis Expressions)**: Lenguaje de fórmulas utilizado en Microsoft Power BI para crear medidas, columnas calculadas e indicadores a partir de los datos del modelo. Permite realizar cálculos dinámicos y generar métricas que apoyan el análisis y la visualización de la información.
- **Entregable**: Producto o documento que debe ser desarrollado y entregado durante una etapa específica del proyecto.
- **Flujo de información**: Recorrido que sigue la información desde su generación hasta su utilización para la gestión y la toma de decisiones.
- **Fuente única de información (Single Source of Truth)**: Repositorio central donde se almacena la información oficial y actualizada del proyecto, evitando duplicidad e inconsistencias.
- **Gestión de proyectos:** Disciplina orientada a planificar, coordinar, ejecutar y controlar los recursos necesarios para alcanzar los objetivos de un proyecto.
- **Hito:** Punto de control dentro del cronograma que representa el cumplimiento de una etapa o actividad relevante del proyecto.
- **Indicador (KPI)**: Medida cuantitativa utilizada para evaluar el desempeño de un proyecto respecto de un objetivo determinado.
- **ID (Identifier o Identificador)**: Código único asignado a un elemento dentro de una base de datos que permite identificarlo de manera inequívoca y relacionarlo con otros registros del sistema. En esta investigación, los ID permiten vincular la información entre los distintos módulos del modelo de datos, garantizando la integridad y consistencia de los datos.
- **Inteligencia Artificial (IA):** Tecnología capaz de analizar información, identificar patrones y generar respuestas o recomendaciones a partir de los datos disponibles.
- **ISO 19650:** Norma internacional que establece principios para la organización y gestión de la información utilizando la metodología BIM.
- **Modelo de datos**: Estructura que organiza y relaciona la información del proyecto para facilitar su almacenamiento, procesamiento y análisis.
- **Modelo digital**: Representación virtual de un proyecto que incorpora información geométrica y técnica asociada a sus elementos constructivos.
- **Modelador BIM**: Profesional encargado de desarrollar y mantener el modelo digital del proyecto utilizando herramientas BIM.
- **Observaciones**: Registro de comentarios, modificaciones o revisiones realizadas durante el desarrollo del proyecto.

Glosario

- **Proyecto**: Conjunto de actividades coordinadas destinadas a desarrollar una solución arquitectónica dentro de un plazo y recursos determinados.
- **Project Manager**: Profesional encargado de planificar, coordinar y controlar el desarrollo de uno o varios proyectos.
- **Productividad**: Relación entre los recursos utilizados y el trabajo ejecutado durante el desarrollo de un proyecto, utilizada para evaluar la eficiencia del equipo.
- **Power BI**: Plataforma de Business Intelligence desarrollada por Microsoft para analizar datos y construir dashboards e indicadores interactivos.
- **Revit**: Software desarrollado por Autodesk utilizado para el modelado BIM de proyectos de arquitectura, ingeniería y construcción.
- **RDI (Revisión de Diseño Integrado)**: Proceso de revisión interdisciplinaria que busca identificar interferencias y coordinar las distintas especialidades antes de la ejecución del proyecto.
- **Sistema de gestión**: Conjunto organizado de procesos, herramientas y procedimientos destinados a administrar y controlar el desarrollo de los proyectos.
- **Speckle**: Plataforma de intercambio de información que permite conectar modelos BIM con distintas aplicaciones y transformar sus datos para ser utilizados por otros sistemas.
- **Stakeholders** (Partes interesadas): Personas, organizaciones o instituciones que participan o se ven afectadas por el desarrollo del proyecto, como clientes, organismos públicos, constructoras y equipos de trabajo.

- **Toma de decisiones**: Proceso mediante el cual se selecciona una acción a partir del análisis de información disponible.
- **Trazabilidad**: Capacidad de conocer el origen, evolución y estado de la información durante todo el ciclo de vida del proyecto.
- **Visibilidad del proyecto**: Capacidad de conocer de manera objetiva el estado real de un proyecto mediante información actualizada sobre su avance, recursos y cumplimiento de hitos.
- **Project Director (Director de Proyectos)**: Profesional responsable de la dirección estratégica de los proyectos y de la gestión global de la oficina, supervisando aspectos técnicos, económicos y organizacionales para asegurar el cumplimiento de los objetivos.

CONTENIDO

00

INTRODUCCIÓN.....pag.16
PRESENTACIÓN OFICINA.....pag.20
PRÁCTICA PROYECTUAL.....pag.22
Temas de Estudio.....pag.24

01

Diagnóstico de brechas en la gestión de proyectos dentro de oficinas de arquitectura.....pag.27

1.1 **Proyectos de Alta Complejidad.....pag. 30**
1.2 **Complejidad de la gestión en oficinas de arquitectura..pag. 34**
1.3 **Gestión basada en información.....pag. 36**
1.4 **Brechas detectadas**
1.4.1 Falta de visibilidad del avance de los proyectos.....pag. 39
1.4.2 Control del avance mediante hitos y plazos.....pag. 41

02

Estrategias para el control de avance en proyectos de arquitectura.....pag.45

2.1 **Principios para la gestión del avance de proyectos.....pag. 47**
2.2.1 Estandarización de la información.....pag. 48
2.2.2 Visibilidad del estado del proyecto.....pag. 50
2.2.3 Continuidad Operativa del proyecto.....pag. 52

2.2 **Gestión de la información como apoyo al control de proyectos.....pag. 54**
2.2.1 Organización de la información.....pag. 54
2.2.2 Centralización de la información.....pag. 55
2.2.3 Transformación de datos en información.....pag. 57

2.3 **Herramientas digitales para el control del avance.....pag. 58**
2.3.1 Building Information Modeling (BIM).....pag. 59
2.3.2 Business Intelligence (BI).....pag. 59
2.3.3 Inteligencia Artificial (IA).....pag. 60

03 **Diseño e implementación de un sistema de control de avance para oficinas de arquitectura** ..... pag. 63

3.1 **Arquitectura general del sistema** ..... **pag. 64**
3.2 **Diseño del modelo de datos** ..... **pag. 66**
3.2.1 Módulo Proyectos ..... pag. 67
3.2.2 Módulo Equipo ..... pag. 69
3.2.3 Módulo Entregables ..... pag. 72
3.2.4 Módulo Observaciones ..... pag. 76
3.2.5 Módulo BIM ..... pag. 80
3.3 **Sistema de indicadores** ..... **pag. 84**
3.3.1 Indicador de avance general del proyecto ..... pag. 86
3.3.2 Indicador de comparación entre proyectos ..... pag. 88
3.3.3 Indicador de gestión del equipo ..... pag. 90
3.3.4 Indicador de avance por disciplina ..... pag. 92
3.3.5 Panel de seguimiento de entregables ..... pag. 95
3.3.6 Indicadores de control temporal ..... pag. 102
3.4 **Implementación del sistema (Fase I)** ..... **pag. 106**
3.4.1 Implementación de la Fase I ..... pag. 106
3.4.2 Flujo de funcionamiento del sistema ..... pag. 108
3.4.3 Resultado de la implementación ..... pag. 110
3.5 **Evaluación de la implementación de la Fase I** ..... **pag. 116**
3.5.1 Cumplimiento de los objetivos ..... pag. 116
3.5.2 Observaciones obtenidas durante la evaluación ... pag. 119
3.6 **Hoja de ruta para la evolución progresiva del sistema** .. **pag. 123**
3.6.1 Fase I | Validación del sistema ..... pag. 124
3.6.2 Fase II Automatización mediante integración BIM. pag. 127
3.6.3 Fase III Gestión avanzada de recursos ..... pag. 135
3.6.4 Fase IV Integración con Inteligencia Artificial pag.153
3.7 **Propuesta de implementación del sistema en la oficina** . pag. 158
3.7.1 Preparación del sistema ..... pag. 158
3.7.2 Capacitación del equipo ..... pag. 159
3.7.3 Protocolo de uso del sistema ..... pag. 159
3.7.4 Manual de indicadores ..... pag. 160
3.7.5 Seguimiento y mejora continua ..... pag. 160
3.8 **3.8 Síntesis del desarrollo del sistema** ..... **pag. 161**

04 **conclusiones** ..... pag. 165
bibliografía ..... pag. 170
anexos ..... pag. 172

INTRODUCCIÓN

La gestión de proyectos de arquitectura constituye un desafío creciente debido al aumento en la complejidad de los proyectos, la participación simultánea de múltiples equipos de trabajo y la necesidad de coordinar grandes volúmenes de información durante todo el proceso de diseño. En muchas oficinas de arquitectura, el seguimiento del avance continúa realizándose mediante planillas independientes, reuniones de coordinación y procedimientos manuales que dificultan la centralización de la información y la obtención de una visión global del estado de los proyectos. Esta situación puede generar pérdida de información, dificultades en la coordinación entre equipos y una toma de decisiones basada principalmente en la experiencia de los profesionales más que en datos objetivos.

Durante la práctica proyectual desarrollada en la oficina Bustamante y Aguayo Arquitectos fue posible observar directamente estas necesidades, participando simultáneamente en diversos proyectos habitacionales y de edificación ejecutados bajo distintas modalidades de desarrollo. Esta experiencia permitió identificar la oportunidad de incorporar herramientas digitales que facilitaran el seguimiento de los proyectos y fortalecieran la gestión realizada por la oficina mediante una metodología basada en datos.

En respuesta a esta problemática, la presente investigación tiene como objetivo desarrollar una propuesta metodológica para la gestión de proyectos de arquitectura mediante la centralización de la información, la integración de tecnologías BIM, la generación de indicadores visuales y la incorporación progresiva de herramientas de automatización e Inteligencia Artificial. La metodología propuesta busca transformar la información generada durante el desarrollo de los proyectos en conocimiento útil para apoyar la planificación, la coordinación y la toma de decisiones dentro de la organización.

Para ello, se empleó un enfoque aplicado, utilizando como caso de estudio la experiencia desarrollada durante la práctica profesional. La propuesta considera el desarrollo de dashboards mediante Power BI, una base de datos centralizada, la integración de modelos BIM a través de Speckle y una hoja de ruta evolutiva compuesta por cuatro fases que incrementan progresivamente el nivel de automatización y apoyo a la gestión.

El alcance de esta investigación comprende el diseño, validación y proyección de un sistema de gestión adaptable a oficinas de arquitectura que trabajan bajo metodología BIM. Si bien la implementación práctica se desarrolló mediante una fase piloto, la propuesta incorpora una visión de crecimiento que contempla la automatización de procesos, la gestión integral de recursos y la utilización de Inteligencia Artificial como asistente para la interpretación de la información y el apoyo a la toma de decisiones.

Como principal aporte, esta memoria plantea una evolución en la forma de gestionar proyectos de arquitectura, proponiendo una transición hacia una Oficina de Arquitectura Basada en Datos (Data-Driven Office), donde la información deja de ser únicamente un registro operativo para convertirse en un recurso estratégico capaz de fortalecer la coordinación, optimizar los procesos y respaldar la toma de decisiones mediante datos objetivos.

Más que desarrollar una herramienta tecnológica, esta investigación propone una nueva metodología para gestionar una oficina de arquitectura,

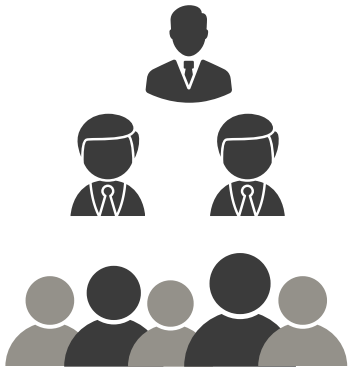
donde la información se convierte en el principal recurso para coordinar equipos, optimizar procesos y apoyar la toma de decisiones mediante una estrategia basada en datos.

PRESENTACIÓN OFICINA

Bustamante y Aguayo Arquitectos es una oficina de arquitectura con más de veinte años de experiencia en el desarrollo de proyectos habitacionales y urbanos. A lo largo de su trayectoria ha participado en iniciativas vinculadas al servicio público, programas de vivienda social y proyectos inmobiliarios, ampliando progresivamente su campo de acción hacia distintas escalas del diseño arquitectónico y urbano. En la actualidad, desarrolla proyectos de viviendas, loteos, edificios públicos y privados, además de iniciativas inmobiliarias distribuidas en distintas regiones del país.

Durante su trayectoria, la oficina ha desarrollado más de 100 proyectos, superando el millón de metros cuadrados construidos, consolidándose como una de las oficinas de arquitectura con mayor superficie proyectada a nivel nacional. En los últimos años, su trabajo se ha enfocado principalmente en proyectos habitacionales de gran escala, especialmente asociados a programas de vivienda social, contribuyendo de manera significativa al desarrollo urbano y habitacional del país.

La oficina es dirigida por el arquitecto Fernando Bustamante junto a sus socios José Aguayo y Alejandro Bustamante. Su equipo está conformado por aproximadamente quince profesionales, entre los que se incluyen arquitectos senior y junior, dibujantes técnicos e ingenieros constructores, quienes trabajan de manera coordinada en el desarrollo y gestión de los distintos proyectos.



Gerente de Oficina
Fernando Bustamante

Socios de Oficina
José Aguayo
Alejandro Bustamante

Equipo de Proyectos
Arquitectos Senior
Arquitectos Junior
Dibujantes Técnicos
Ingenieros Constructores


Llanos de Puente Chico


Condominio Agua Santa


Vista Volcanes


Planta Industrial DKC

BA
BUSTAMANTE
& AGUAYO
ARQUITECTOS


Alto Serena 5


Condominio Don Benjamín


Alto Serena II


Centro Varela

PRACTICA PROYECTUAL

Modalidad de práctica proyectual

La modalidad de práctica proyectual tiene como objetivo incorporar al estudiante al ejercicio profesional mediante su integración en una oficina de arquitectura, permitiéndole participar activamente en el desarrollo de proyectos reales y enfrentarse a las distintas etapas que conforman el proceso de diseño. Esta modalidad busca complementar la formación académica a través de la experiencia práctica, fortaleciendo conocimientos relacionados con la normativa vigente, los sistemas constructivos, las especificaciones técnicas, el desarrollo de proyectos y la coordinación entre los distintos profesionales que participan en su ejecución.

Asimismo, esta modalidad invita al estudiante a reflexionar sobre la experiencia profesional adquirida, identificando problemáticas presentes dentro del ejercicio de la arquitectura y proponiendo soluciones que permitan aportar al desarrollo de la disciplina desde una mirada crítica y aplicada.

Elección de la modalidad de práctica proyectual

Durante su formación académica, el estudiante manifestó un especial interés por desarrollar la modalidad de práctica proyectual, considerando que el aprendizaje obtenido a través de la experiencia constituye una de las formas más efectivas para consolidar el conocimiento adquirido durante la carrera. La posibilidad de participar directamente en proyectos reales, enfrentar problemas concretos y comprender la dinámica propia de una oficina de arquitectura representó una oportunidad para complementar la formación universitaria mediante la aplicación práctica de los conocimientos.

Esta visión se relaciona directamente con la metodología desarrollada durante la formación en arquitectura, donde el aprendizaje ocurre mediante un proceso continuo de diseño, reflexión, retroalimentación y mejora. De manera similar, la experiencia profesional permite comprender que cada proyecto representa una oportunidad para adquirir nuevos conocimientos y desarrollar criterios propios frente a los distintos desafíos que presenta la disciplina.

Más allá del aprendizaje técnico relacionado con la normativa, el diseño arquitectónico o los sistemas constructivos, la experiencia permitió comprender el funcionamiento interno de una oficina de arquitectura, identificando tanto sus fortalezas como aquellas áreas susceptibles de mejora. Precisamente esta observación fue la que motivó el desarrollo de la presente investigación, orientada a fortalecer los procesos de gestión de proyectos mediante una metodología basada en datos.

Desarrollo de la práctica profesional

La práctica profesional se desarrolló oficialmente entre el **1 de septiembre de 2025** y el **1 de mayo de 2026**, completando un período de ocho meses correspondiente a la modalidad de titulación. Sin embargo, el estudiante se incorporó voluntariamente a la oficina desde **enero de 2025**, extendiendo su permanencia hasta completar aproximadamente un año y medio de experiencia profesional. Esta continuidad permitió enfrentar proyectos de distinta naturaleza y participar en múltiples etapas de desarrollo, adquiriendo una visión integral del funcionamiento de la oficina.

Durante este período se participó en más de diez proyectos de distintas características, incluyendo concursos de arquitectura, proyectos habitacionales de reconstrucción asociados al incendio de Viña del Mar, conjuntos habitacionales desarrollados bajo programas de subsidio, edificios de vivienda privada y proyectos inmobiliarios de gran escala, entre ellos el edificio Canal Beagle, de aproximadamente treinta pisos de altura.

La participación en proyectos que se encontraban en distintas etapas de desarrollo permitió al estudiante involucrarse tanto en procesos de diseño inicial como en etapas de coordinación, desarrollo técnico y apoyo durante la construcción, interactuando con arquitectos, ingenieros, especialistas y distintos actores involucrados en el desarrollo de los proyectos. La supervisión de esta etapa estuvo a cargo del arquitecto **José Aguayo**, socio de Bustamante y Aguayo Arquitectos.

La diversidad de proyectos y la continuidad de la experiencia profesional permitieron comprender que, además de los desafíos propios del diseño arquitectónico, uno de los aspectos más complejos dentro de una oficina corresponde a la gestión simultánea de múltiples proyectos y al control de su estado de avance. Esta observación dio origen al tema central de la presente memoria, orientada al desarrollo de una metodología que fortalezca la gestión de proyectos mediante la centralización de la información, la automatización de procesos y el uso de herramientas de apoyo para la toma de decisiones.

Temas de Estudio

La presente memoria de título se desarrolla a partir de la experiencia adquirida durante una práctica proyectual realizada en la oficina Bustamante y Aguayo Arquitectos, ubicada en la ciudad de Viña del Mar. La participación simultánea en diversos proyectos de arquitectura permitió identificar la necesidad de fortalecer los procesos de gestión y control del avance de los proyectos, dando origen a la presente investigación, cuyo propósito es proponer una metodología basada en datos que apoye la gestión realizada por la oficina.
Con el fin de abordar esta problemática de manera ordenada, la memoria se estructura en tres capítulos que desarrollan progresivamente el proceso de investigación, desde la identificación del problema hasta el diseño y validación de la propuesta.

El Capítulo 1 corresponde al **diagnóstico de las brechas existentes en la gestión de proyectos dentro de oficinas de arquitectura**, identificando las principales dificultades relacionadas con el seguimiento del avance, la organización de la información y la coordinación entre los distintos actores que participan en el desarrollo de los proyectos.

El Capítulo 2 desarrolla el **marco teórico de la investigación**, revisando los fundamentos relacionados con la gestión de proyectos, el control de avance, la metodología BIM, el uso de indicadores para la toma de decisiones y las herramientas tecnológicas que sustentan la propuesta desarrollada.

El Capítulo 3 presenta el diseño, **implementación y evaluación del sistema propuesto**, describiendo la metodología desarrollada, las herramientas utilizadas, la validación realizada durante la etapa piloto y la hoja de ruta planteada para la evolución futura del sistema, incorporando progresivamente automatización, gestión integral e inteligencia artificial como apoyo a la toma de decisiones.

CAPITULO 0

Temas de Estudio

CAPITULO 01
cuales son las brechas en la gestión de proyectos dentro de oficinas de arquitectura

CAPITULO 02
Pilares fundamentales para el control de avance

CAPITULO 03
Diseño del sistema para el control de avance y gestion de proyecto





CAPITULO 01

Tema I : *Diagnóstico de brechas en la gestión de proyectos dentro de oficinas de arquitectura*

1. Diagnóstico de brechas en la gestión de proyectos dentro de oficinas de arquitectura

En la actualidad, el desarrollo de proyectos de arquitectura ha experimentado un crecimiento significativo tanto en su escala como en su **complejidad**. Este fenómeno no solo responde al aumento en el tamaño de las obras, sino también a la incorporación de nuevas exigencias normativas, la participación de múltiples especialidades, el uso de metodologías digitales como BIM y la necesidad de coordinar simultáneamente diversos actores durante el proceso de diseño y ejecución. Como consecuencia, la gestión de proyectos ha adquirido un papel cada vez más relevante dentro de las oficinas de arquitectura, transformándose en un elemento fundamental para garantizar el cumplimiento de los objetivos de cada proyecto.

La complejidad de un proyecto arquitectónico no depende únicamente de su superficie construida o del número de viviendas que contempla, sino también de la cantidad de procesos que deben desarrollarse de forma paralela. Durante su ciclo de vida es necesario coordinar el trabajo de arquitectos, dibujantes, modeladores BIM, ingenieros, especialistas, constructoras, organismos públicos e inmobiliarias, además de controlar versiones de planos, documentación técnica, modelos digitales, observaciones, reuniones y plazos de entrega. La correcta coordinación de todos estos elementos resulta indispensable para mantener la continuidad del proyecto y minimizar errores durante su desarrollo.



Esta realidad pudo observarse directamente durante la práctica profesional desarrollada en la oficina Bustamante y Aguayo Arquitectos, donde se participó en proyectos de distintas características y escalas. Entre ellos destacan conjuntos habitacionales de vivienda social superiores a las 900 viviendas, como el proyecto desarrollado en la comuna de Peñalolén; proyectos de concurso como La Chimba II, ubicado en Antofagasta, con más de 1.200 viviendas y cerca de 65.000 m² de superficie; desarrollos habitacionales como Brisas de 1 Norte, compuesto por seis edificios de doce pisos ejecutados simultáneamente sobre un terreno de más de 40.000 m²; y proyectos de gran magnitud como La Chimba Etapa I, que contempla aproximadamente 1.700 viviendas distribuidas en diez condominios sobre una superficie superior a los 70.000 m².

La diversidad y magnitud de estos proyectos evidencian el **nivel de coordinación** requerido para su desarrollo. Habitualmente, la oficina mantiene más proyectos de gran escala en ejecución simultánea, cada uno en distintas etapas de avance y con requerimientos específicos. Esto implica administrar una gran cantidad de información técnica, coordinar equipos multidisciplinarios y responder de manera oportuna a cambios provenientes de clientes, organismos públicos y otras especialidades.

En este contexto, **la gestión** deja de entenderse únicamente como la administración de tareas y pasa a constituirse como un proceso permanente de **planificación, coordinación, seguimiento** y **toma de decisiones**. Disponer de información confiable, actualizada y fácilmente accesible resulta esencial para mantener el control sobre el desarrollo de los proyectos y apoyar la coordinación del equipo de trabajo. De esta manera, la creciente complejidad de los proyectos plantea la necesidad de incorporar herramientas que permitan organizar la información, mejorar la visibilidad del avance y fortalecer los procesos de gestión dentro de la oficina.



1.1 Proyectos de Alta Complejidad

a) Brisas de 1 Norte

Proyecto habitacional ubicado en Canal Sarmiento N.º 641, Viña del Mar, conformado por seis edificios de doce pisos y aproximadamente 900 viviendas, desarrollado sobre un terreno superior a los 40.000 m².



Figura 1.01. Imágenes generadas mediante inteligencia artificial a partir del modelo BIM.
Fuente: Elaboración propia.

1.1 Proyectos de Alta Complejidad

b) Álvaro Casanova

Conjunto habitacional de vivienda social DS N.º 49, ubicado en la comuna de Peñalolén, Santiago de Chile, conformado por 22 edificios y aproximadamente 900 viviendas, desarrollado sobre un terreno superior a los 65.000 m². El proyecto incorpora además áreas de equipamiento y áreas verdes.



Figura 1.02. Imágenes renderizadas para la presentación del proyecto, elaboradas por el renderista de la oficina.
Fuente: Oficina Bustamante y Aguayo Arquitectos.

1.1 Proyectos de Alta Complejidad

c) La Chimba II

Proyecto de concurso desarrollado en la ciudad de Antofagasta, el cual, si bien no fue adjudicado, refleja la capacidad técnica y operativa de la oficina para abordar desarrollos habitacionales de gran escala. El proyecto contempla más de 1.200 viviendas, distribuidas en 34 edificios, con una superficie aproximada de 66.000 m². Los edificios consideran tipologías de cinco pisos, incluyendo bloques con un último nivel en formato dúplex.



Figura 1.03. Imágenes renderizadas para la presentación del proyecto, elaboradas por el renderista de la oficina.
Fuente: Oficina Bustamante y Aguayo Arquitectos.

1.1 Proyectos de Alta Complejidad

d) La Chimba Etapa I

Proyecto habitacional de gran envergadura, actualmente en proceso de construcción, que contempla aproximadamente 1.700 viviendas distribuidas en diez condominios, desarrollados sobre un terreno superior a los 70.000 m². El proyecto incorpora además áreas de equipamiento y áreas verdes, emplazándose en un terreno de alta complejidad. Su propuesta arquitectónica considera una morfología compuesta por células de cuatro bloques habitacionales conectados mediante una caja de escaleras central, conformando edificios de gran complejidad espacial y constructiva.



Figura 1.04. Imágenes generadas mediante inteligencia artificial a partir del modelo BIM.
Fuente: Elaboración propia.

1.2 Complejidad de la gestión en oficinas de arquitectura

La complejidad de la gestión en oficinas de arquitectura no depende únicamente de la magnitud física de un proyecto, expresada en metros cuadrados construidos o en el número de viviendas a desarrollar, sino principalmente de la **capacidad para coordinar** de manera eficiente personas, información, recursos y tiempos de ejecución. Desde la perspectiva de la **gestión de proyectos**, uno de los mayores desafíos consiste en sincronizar múltiples procesos que ocurren de manera simultánea, manteniendo un flujo de trabajo continuo que permita cumplir los objetivos de calidad, plazo y costo establecidos para cada proyecto.

En términos generales, cada proyecto cuenta con un **arquitecto o coordinador** responsable de supervisar su desarrollo. Sin embargo, el trabajo diario dentro de una oficina rara vez ocurre de manera lineal. La planificación debe adaptarse constantemente a nuevos requerimientos provenientes de clientes, organismos públicos, constructoras o especialidades, obligando a reorganizar equipos y redefinir prioridades en función de las necesidades de cada proyecto. En consecuencia, gran parte de las decisiones de coordinación terminan realizándose de manera **reactiva**, respondiendo a situaciones inmediatas más que a una planificación basada en **información objetiva**.

Esta condición se hace especialmente evidente cuando la oficina desarrolla varios proyectos de forma simultánea. Habitualmente, arquitectos, dibujantes técnicos y modeladores BIM participan en más de un proyecto durante la misma jornada, distribuyendo su tiempo según la carga de trabajo existente. Cuando un proyecto requiere acelerar una entrega, es frecuente reasignar profesionales desde otros proyectos, modificando la planificación previamente establecida. Si bien esta estrategia permite responder a las necesidades inmediatas, también genera efectos secundarios, como la disminución del ritmo de avance en otros proyectos o la pérdida de continuidad cuando un profesional debe incorporarse a un trabajo que desconocía parcialmente.



A esta complejidad se suma la gestión de la **información generada** durante el desarrollo del proyecto. La administración de múltiples versiones de planos, modelos BIM, memorias, especificaciones técnicas, informes y antecedentes de coordinación incrementa el riesgo de utilizar documentación desactualizada o perder información relevante. Del mismo modo, la reorganización constante de archivos dentro de servidores compartidos puede dificultar la localización de documentos y aumentar la dependencia del conocimiento individual de quienes participaron originalmente en el proyecto. En términos de gestión, esta situación representa una pérdida de eficiencia, ya que el tiempo destinado a buscar, verificar o reconstruir información corresponde a tiempo que deja de destinarse al desarrollo efectivo del proyecto.

Asimismo, la coordinación de un proyecto arquitectónico no ocurre de manera secuencial. Un mismo proyecto puede encontrarse **simultáneamente** en revisión municipal, coordinación de especialidades, actualización del modelo BIM, desarrollo de documentación técnica y preparación de antecedentes para futuras entregas. Esta superposición de procesos exige una coordinación permanente entre los distintos actores involucrados y hace indispensable contar con mecanismos que permitan conocer el **estado real** del proyecto.

Por otra parte, cada **entrega** representa un proceso de control adicional. Es necesario verificar que la documentación se encuentre completa, que las versiones correspondan a las aprobadas, que la cantidad de planos sea la correcta y que toda la información requerida por el organismo receptor haya sido incorporada. Un error en cualquiera de estas actividades puede traducirse en retrasos, reprocesos e incluso costos adicionales para la oficina, evidenciando que la correcta gestión de la información posee un impacto directo sobre la eficiencia del proyecto.

En este contexto, la gestión deja de entenderse únicamente como la coordinación de personas y tareas, incorporando también la **administración de la información** como un recurso estratégico para el desarrollo de los proyectos. La creciente cantidad de datos generados durante el proceso proyectual hace necesario contar con sistemas capaces de organizar, centralizar y visualizar esta información de manera estructurada, permitiendo apoyar la coordinación del equipo y facilitar la toma de decisiones basada en información objetiva.

En consecuencia, la principal dificultad no radica en la ausencia de información, sino en la capacidad de transformarla en conocimiento útil para la gestión. Mientras los antecedentes del proyecto permanezcan distribuidos entre distintos documentos, servidores y personas, la coordinación continuará dependiendo principalmente de la experiencia individual de los profesionales. Esta condición justifica la necesidad de desarrollar herramientas que permitan centralizar la información y convertirla en un apoyo efectivo para la gestión de proyectos.

1.3 Gestión basada en información

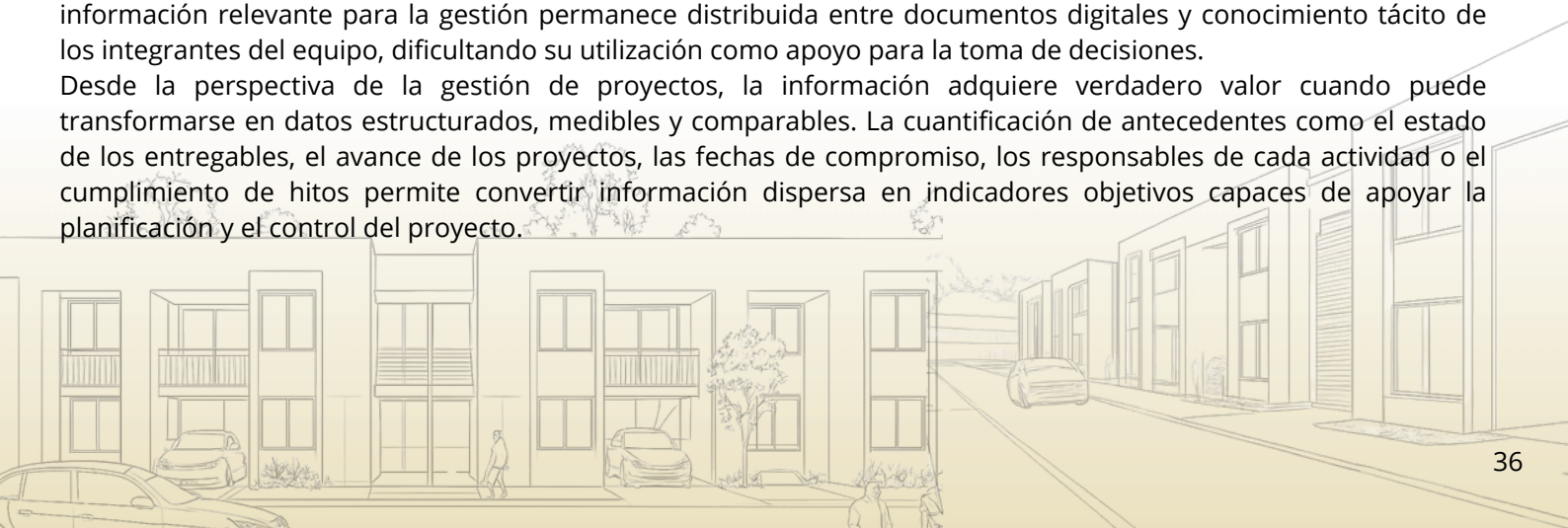
Actualmente, la oficina cuenta con un servidor compartido donde se almacena toda la **información** correspondiente a los proyectos. Esta estructura se encuentra organizada inicialmente por tipo de proyecto (como conjuntos habitacionales, edificios o programas de subsidio) y posteriormente por el nombre de cada proyecto, permitiendo mantener un orden general para el almacenamiento de la documentación.

Sin embargo, a medida que los proyectos avanzan y participan distintos profesionales en su desarrollo, la cantidad de información generada aumenta considerablemente. Es común que dentro de un mismo proyecto comiencen a aparecer nuevas carpetas, múltiples versiones de archivos, antecedentes de distintas especialidades y documentación técnica que, con el paso del tiempo, dificulta la comprensión del **flujo de trabajo**. Esta organización suele ser funcional para quien desarrolla el proyecto de manera cotidiana, ya que conoce la ubicación y el propósito de cada documento. No obstante, cuando otro profesional debe incorporarse al proyecto o asumir la continuidad del trabajo, la búsqueda de información se transforma en una tarea compleja que muchas veces depende del conocimiento de la persona que trabajó previamente en él.

Esta dependencia del conocimiento individual representa una dificultad frecuente dentro de la gestión de proyectos, ya que obliga a consultar constantemente a otros integrantes del equipo para verificar la ubicación de archivos, identificar cuál corresponde a la versión vigente o determinar si la información disponible continúa siendo válida. En consecuencia, parte importante del tiempo de trabajo puede destinarse a localizar, verificar o reconstruir información que ya existe, **disminuyendo la eficiencia** del proceso y aumentando el riesgo de utilizar documentación desactualizada.

Por otra parte, gran parte de la información utilizada para coordinar los proyectos continúa transmitiéndose mediante **reuniones**, **conversaciones informales** o **comunicaciones verbales**. Aunque este mecanismo resulta efectivo para resolver situaciones puntuales, dificulta la generación de un **registro permanente** que permita consultar posteriormente el estado del proyecto o justificar determinadas decisiones. Como consecuencia, información relevante para la gestión permanece distribuida entre documentos digitales y conocimiento tácito de los integrantes del equipo, dificultando su utilización como apoyo para la toma de decisiones.

Desde la perspectiva de la gestión de proyectos, la información adquiere verdadero valor cuando puede transformarse en datos estructurados, medibles y comparables. La cuantificación de antecedentes como el estado de los entregables, el avance de los proyectos, las fechas de compromiso, los responsables de cada actividad o el cumplimiento de hitos permite convertir información dispersa en indicadores objetivos capaces de apoyar la planificación y el control del proyecto.



En este contexto, la gestión basada en información propone un cambio en la metodología de trabajo, donde los antecedentes generados durante el desarrollo del proyecto dejan de entenderse únicamente como archivos almacenados y pasan a convertirse en un recurso estratégico para la organización. La **centralización y estructuración de estos datos** permite que toda la oficina trabaje sobre una fuente única de información, facilitando el seguimiento del avance de los proyectos, mejorando la coordinación entre los equipos y fortaleciendo la toma de decisiones mediante información objetiva. Esta necesidad constituye uno de los principales fundamentos para el desarrollo del sistema propuesto en la presente investigación.

Diagrama de Información Dispersa

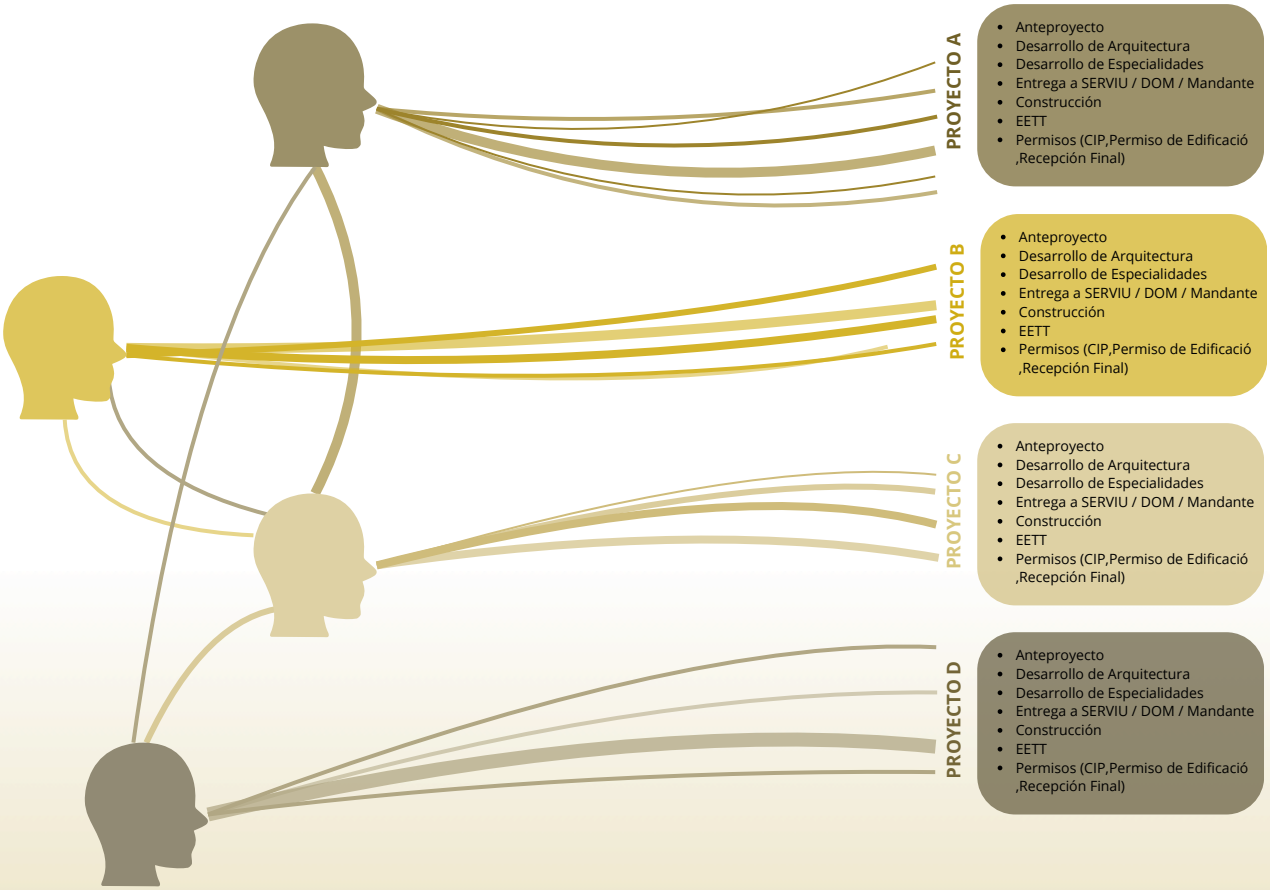
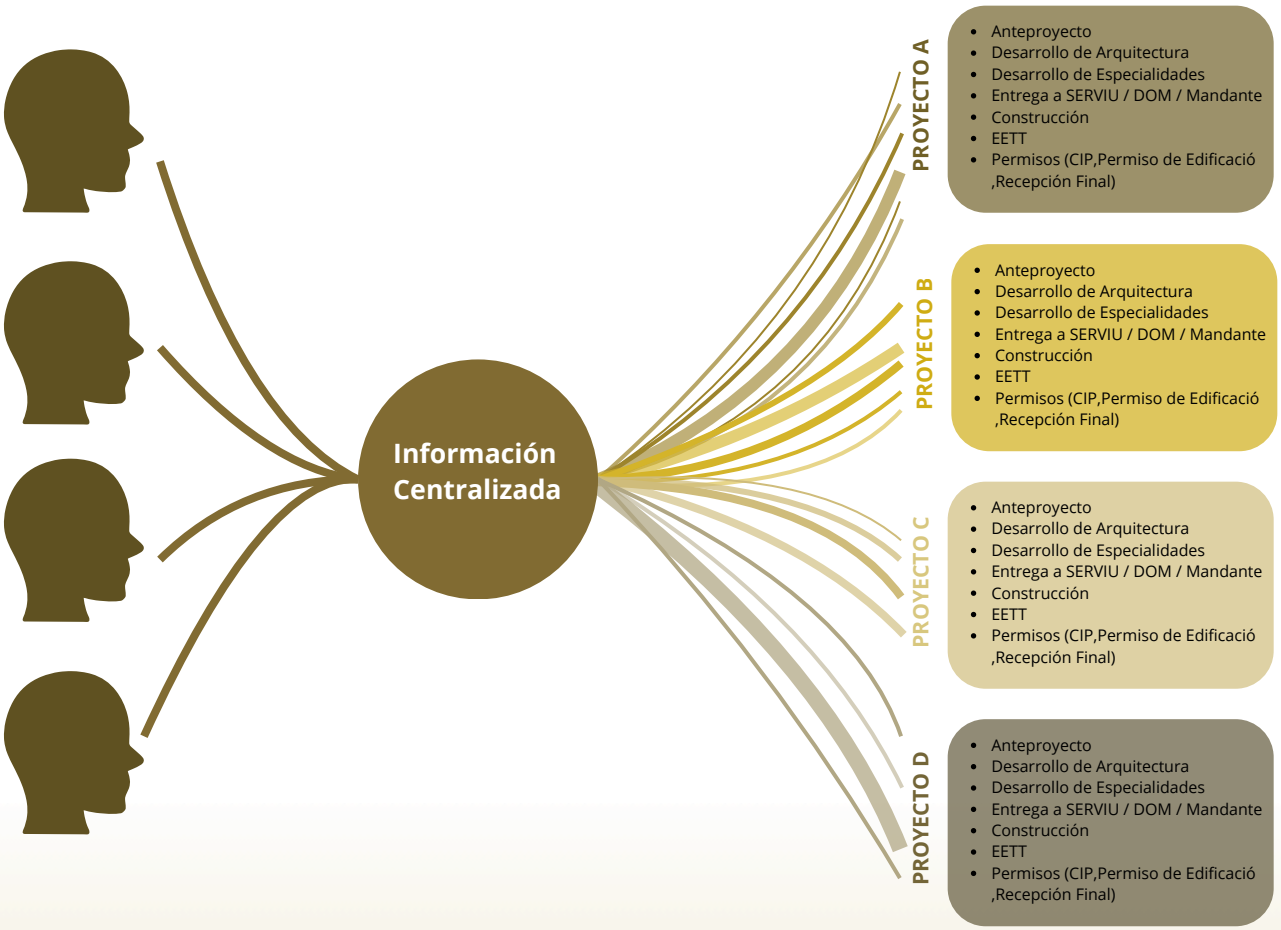


Diagrama de Información Centralizada



1.4 Brechas detectadas

1.4.1 Falta de visibilidad del avance de los proyectos

Uno de los principios fundamentales de la gestión de proyectos corresponde a la capacidad de conocer, en todo momento, el estado real de un proyecto. Este concepto, conocido como **visibilidad del proyecto**, hace referencia a la posibilidad de identificar de manera objetiva cuánto trabajo ha sido ejecutado, cuánto resta para completar los objetivos definidos y cuál es la relación entre el avance real y la planificación establecida. En otras palabras, la visibilidad permite responder de forma continua a preguntas como **¿cuánto hemos avanzado?, ¿cuánto falta por ejecutar? y ¿es posible cumplir los plazos comprometidos?**

Desde la perspectiva de la gestión, disponer de visibilidad no significa únicamente conocer el porcentaje de avance de un proyecto, sino comprender el contexto completo en el que este se desarrolla. Para la gerencia y los equipos de coordinación resulta indispensable conocer qué proyectos presentan mayores retrasos, qué especialidades se encuentran limitando el avance, qué profesionales participan en cada proyecto, cuáles son los entregables pendientes, qué reuniones o hitos se aproximan y qué proyectos requieren atención prioritaria. Esta información constituye la base para asignar recursos, planificar el trabajo y tomar decisiones oportunas.

Sin embargo, durante la experiencia profesional desarrollada en la oficina Bustamante y Aguayo Arquitectos se observó que gran parte de esta información, aunque efectivamente existe, permanece distribuida entre reuniones de coordinación, conversaciones informales, archivos digitales, modelos BIM y el conocimiento individual de quienes participan en cada proyecto. En consecuencia, la principal brecha no corresponde a la ausencia de información, sino a la **ausencia de visibilidad**, entendida como la imposibilidad de acceder de forma rápida, integrada y objetiva al estado general de los proyectos.

En el contexto de la oficina, el **seguimiento del avance** se realiza principalmente mediante reuniones periódicas, donde cada integrante comunica verbalmente las actividades desarrolladas y aquellas que se encuentran pendientes. Si bien esta metodología permite mantener informado al equipo, la información obtenida representa únicamente una fotografía del momento en que se realiza la reunión, perdiendo vigencia a medida que el proyecto continúa avanzando. Esto dificulta la construcción de un seguimiento continuo y limita la capacidad de supervisar el estado real de los proyectos entre una reunión y otra.

Esta situación adquiere mayor relevancia cuando la oficina desarrolla **múltiples proyectos** de manera simultánea. Es habitual que arquitectos, dibujantes técnicos y modeladores BIM deban distribuir su tiempo entre distintos proyectos y que, frente a una entrega próxima, sea necesario reasignar rápidamente profesionales para apoyar determinadas tareas. En estos casos, la redistribución del equipo suele realizarse de manera **reactiva**, basándose principalmente en la experiencia de los coordinadores y en la **información disponible en ese momento**, sin contar con una visualización completa del estado de avance de todos los proyectos ni de las cargas de trabajo asociadas a cada profesional. Como consecuencia, algunos proyectos disminuyen su ritmo de desarrollo, mientras que otros deben ser retomados posteriormente por integrantes distintos al equipo original.

Una situación similar ocurre con aquellos **proyectos** que permanecen **inactivos** durante períodos prolongados. Al momento de reactivar su desarrollo, resulta frecuente invertir una cantidad importante de tiempo en reconstruir el contexto del proyecto, identificar la documentación vigente y comprender en qué estado quedó la última revisión realizada. Esta dependencia del **conocimiento individual** incrementa el riesgo de utilizar información desactualizada, genera retrabajos y retrasa el reinicio efectivo de las actividades.
En consecuencia, la falta de visibilidad del avance constituye una de las principales brechas detectadas durante la experiencia profesional. La dificultad no radica en la inexistencia de información, sino en la **imposibilidad de visualizarla** de manera integrada, continua y accesible para todos los niveles de la organización. Desde la perspectiva de la gestión de proyectos, contar con mecanismos que permitan transformar la información dispersa en indicadores objetivos representa un elemento fundamental para fortalecer la planificación, mejorar la coordinación del equipo y respaldar la toma de decisiones basada en datos.

1.4.2 Control del avance mediante hitos y plazos

La **planificación** constituye uno de los pilares fundamentales de la gestión de proyectos, ya que permite organizar las actividades necesarias para alcanzar los objetivos propuestos dentro de los plazos establecidos. En este contexto, la definición de hitos representa una herramienta ampliamente utilizada para estructurar el desarrollo de un proyecto, estableciendo puntos de control que permiten evaluar el cumplimiento progresivo de las distintas etapas y verificar que el avance real se mantenga alineado con la planificación inicial.

En proyectos de arquitectura, estos **hitos** suelen estar asociados a etapas claramente identificables del proceso proyectual, tales como el desarrollo del anteproyecto, la elaboración de arquitectura, la coordinación de especialidades, la generación de documentación técnica, las revisiones internas, los procesos de aprobación por parte de organismos públicos y las distintas entregas comprometidas con clientes o mandantes. Cada uno de estos hitos constituye un momento de evaluación que permite conocer el estado del proyecto y facilitar la coordinación entre los distintos equipos de trabajo.

Sin embargo, durante la experiencia profesional desarrollada en la oficina se observó que, si bien estos hitos existen y forman parte del desarrollo habitual de los proyectos, su utilización responde principalmente a la necesidad de cumplir con entregas específicas, más que a un sistema continuo de seguimiento del avance. En consecuencia, el control del proyecto tiende a concentrarse en **momentos puntuales** asociados a reuniones o fechas de entrega, disminuyendo la capacidad de detectar oportunamente **desviaciones** respecto de la planificación inicial.

Desde la perspectiva de la gestión de proyectos, el verdadero valor de una planificación no radica únicamente en definir fechas de entrega, sino en establecer mecanismos que permitan comparar permanentemente el **avance planificado** con el **avance real**. Este seguimiento continuo permite identificar retrasos, anticipar riesgos y adoptar medidas correctivas antes de que las desviaciones afecten significativamente el desarrollo del proyecto.

En la práctica, gran parte de las modificaciones que experimenta un proyecto responden a requerimientos imprevistos provenientes de clientes, inmobiliarias, constructoras, organismos públicos o nuevas necesidades detectadas durante el proceso de diseño. Estas solicitudes generan la incorporación de nuevas tareas y la modificación constante de las prioridades del equipo, obligando a redistribuir recursos y reorganizar la planificación existente. Cuando estas modificaciones no son incorporadas dentro de un sistema de seguimiento estructurado, el proyecto comienza a perder visibilidad sobre su planificación original, dificultando conocer el impacto real que cada cambio produce sobre el plazo final.

Esta situación también repercute directamente en la organización del equipo de trabajo. La necesidad de responder rápidamente a nuevas solicitudes provoca que profesionales sean reasignados entre distintos proyectos, postergando actividades previamente planificadas y generando interrupciones en la continuidad del trabajo. Como consecuencia, algunas tareas permanecen **detenidas** durante períodos prolongados, mientras otras concentran la mayor parte de los recursos disponibles, incrementando la incertidumbre respecto del cumplimiento de los plazos comprometidos.

Por otra parte, la ausencia de hitos intermedios claramente definidos dificulta la **detección temprana de desviaciones**. En muchos casos, los problemas solo se evidencian cuando se aproxima una entrega importante o durante reuniones de coordinación, momento en el cual el margen de reacción resulta considerablemente menor. Esta forma de trabajo obliga a resolver situaciones de manera urgente, **redistribuyendo** equipos y prioridades, lo que frecuentemente genera retrabajos, acumulación de tareas y nuevos retrasos que terminan afectando otros proyectos desarrollados simultáneamente. De esta manera, las desviaciones dejan de ser eventos aislados y comienzan a propagarse entre distintos proyectos, produciendo un efecto acumulativo que compromete progresivamente la capacidad de planificación de toda la oficina.

En este contexto, una planificación efectiva requiere mucho más que un calendario de entregas; necesita incorporar indicadores que permitan evaluar continuamente el **comportamiento del proyecto** respecto de lo planificado. Conocer las desviaciones existentes, identificar sus causas y disponer de alertas tempranas frente al incumplimiento de hitos permite transformar la planificación en una herramienta activa de gestión, facilitando la toma de decisiones antes de que los problemas impacten sobre el desarrollo general del proyecto.

Por lo tanto, la principal brecha identificada no corresponde a la inexistencia de hitos o plazos, sino a la ausencia de un sistema capaz de integrarlos dentro de un proceso continuo de seguimiento y control. La posibilidad de visualizar el cumplimiento de cada etapa, detectar oportunamente las desviaciones y generar alertas preventivas representa un elemento fundamental para fortalecer la gestión de proyectos y constituye uno de los principales fundamentos para el desarrollo del sistema propuesto en la presente investigación.

Las brechas identificadas permiten concluir que el principal desafío de la gestión de proyectos dentro de oficinas de arquitectura no radica en la ausencia de información ni de procesos de planificación, sino en la dificultad para estructurar, visualizar y controlar dicha información de manera continua. En consecuencia, la investigación se orienta al desarrollo de una metodología que permita transformar los datos generados durante el desarrollo de los proyectos en información objetiva para apoyar la planificación, el seguimiento y la toma de decisiones, estableciendo así las bases para una gestión de proyectos basada en datos.





CAPITULO 02

Tema II : *Estrategias para el control de avance en proyectos de arquitectura*

2.Estrategias para el control de avance en proyectos de arquitectura

A partir de las brechas identificadas en el control de avance de proyectos de arquitectura complejos, se hace evidente la necesidad de establecer **estrategias** que permitan estructurar la gestión del proyecto de manera más eficiente, coordinada y transparente. La falta de visibilidad del avance, la débil definición de hitos y plazos, y las dificultades en la coordinación del equipo evidencian la inexistencia de un sistema que integre la información y permita un seguimiento continuo del desarrollo del proyecto.

En este contexto, se plantea que el control de avance no debe entenderse únicamente como una instancia de revisión puntual, sino como un proceso continuo basado en la **organización, estandarización y visualización** de la información del proyecto. Esto implica no solo definir etapas y tareas, sino también establecer mecanismos que permitan hacer visible el estado del proyecto para todos los integrantes del equipo, facilitando la toma de decisiones y la coordinación del trabajo.

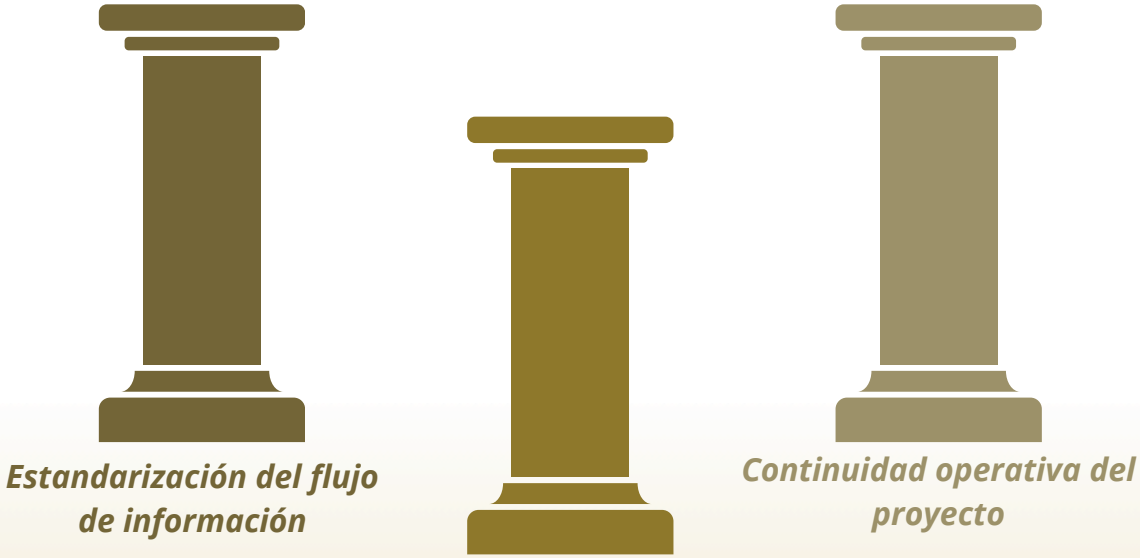
Se propone que la implementación de un sistema de control de avance basado en la estandarización del flujo de información, la definición de hitos y plazos claros, y la visualización continua del estado del proyecto, permite mejorar la gestión de proyectos de arquitectura complejos, favoreciendo la coordinación del equipo, la continuidad del trabajo y la capacidad de supervisión.



2.1 Principios para la gestión del avance de proyectos

El control del avance de un proyecto no depende únicamente de la planificación de actividades o del cumplimiento de fechas de entrega, sino también de la capacidad para organizar, visualizar y gestionar la información que se genera durante su desarrollo. En la literatura sobre gestión de proyectos, estos aspectos son considerados elementos fundamentales para fortalecer la coordinación entre equipos, facilitar la toma de decisiones y reducir la incertidumbre durante la ejecución de un proyecto.

A partir del diagnóstico realizado en el capítulo anterior, se identifican tres principios que sustentan la propuesta desarrollada en esta investigación: la estandarización del flujo de información, la visibilidad del estado del proyecto y la continuidad operativa. Estos principios constituyen la base sobre la cual se estructura el sistema propuesto, orientando la organización de la información y el desarrollo de herramientas que permitan fortalecer el control del avance de los proyectos.



2.1.1 Estandarización del flujo de información

La estandarización del flujo de información constituye uno de los principios fundamentales para fortalecer la **gestión y el control del avance de proyectos**, especialmente en organizaciones donde múltiples profesionales participan simultáneamente en el desarrollo de un mismo proyecto. Desde la perspectiva de la gestión de proyectos, la estandarización busca establecer procedimientos comunes que permitan organizar la información de manera uniforme, garantizando que todos los integrantes del equipo trabajen bajo los mismos criterios y que los procesos puedan desarrollarse de forma consistente e independiente de las personas que los ejecutan.

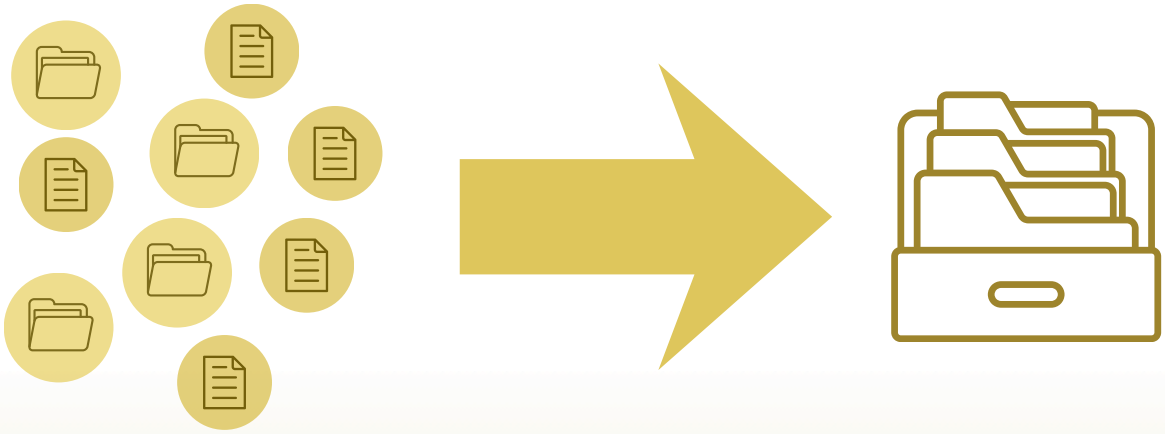
En oficinas de arquitectura, la información se genera de manera continua durante todo el ciclo de vida del proyecto. Modelos BIM, planos, memorias, especificaciones técnicas, observaciones, reuniones de coordinación y antecedentes normativos forman parte de un flujo constante de información que debe ser administrado adecuadamente para evitar pérdidas, duplicidad de documentos o dificultades durante el seguimiento del proyecto. En este contexto, la **ausencia de criterios** comunes puede provocar diferencias en la forma de nombrar archivos, organizar carpetas, registrar información o documentar modificaciones, dificultando la coordinación entre los distintos profesionales y aumentando la dependencia del conocimiento individual.

La estandarización permite establecer un lenguaje común dentro de la organización, definiendo criterios homogéneos para la **nomenclatura de archivos**, **la estructura de almacenamiento**, **la organización documental** y **el registro de la información** generada durante el proyecto. Esto facilita que cualquier integrante del equipo pueda comprender rápidamente la estructura del proyecto, localizar la documentación necesaria y continuar su desarrollo sin depender exclusivamente de quien haya trabajado previamente en él. De esta manera, el conocimiento deja de estar asociado a personas específicas y pasa a formar parte de la estructura organizacional del proyecto.

Otro aspecto fundamental corresponde a la centralización de la información. Mantener una **fuente única** de datos permite reducir la duplicidad de documentos y asegurar que todos los integrantes del equipo trabajen sobre información actualizada y consistente. Este principio, ampliamente desarrollado dentro de metodologías como BIM y recogido posteriormente por la **norma ISO 19650**, plantea que la información debe gestionarse mediante procesos estandarizados que garanticen su disponibilidad, trazabilidad y confiabilidad durante todo el ciclo de vida del proyecto. Bajo esta lógica, la información deja de entenderse únicamente como un conjunto de archivos digitales y pasa a convertirse en un recurso estratégico para apoyar la coordinación, la planificación y la toma de decisiones.

Asimismo, la estandarización favorece la generación de registros consistentes del proyecto, permitiendo mantener un historial de modificaciones, versiones y estados de desarrollo que facilita la reconstrucción del proceso cuando un proyecto debe ser retomado, auditado o transferido a nuevos integrantes del equipo. Esta trazabilidad representa un elemento clave para asegurar la **continuidad operativa** y **fortalecer el control del avance,** ya que permite conocer con precisión el estado de la información en cualquier momento del desarrollo del proyecto.

En consecuencia, la estandarización del flujo de información no constituye únicamente una medida de orden documental, sino una estrategia de gestión que permite mejorar la coordinación entre los equipos, disminuir la dependencia del conocimiento individual, fortalecer la continuidad de los proyectos y establecer las bases para el desarrollo de sistemas de control apoyados en datos objetivos. Sobre este principio se sustenta gran parte de la metodología propuesta en la presente investigación, donde la información estandarizada constituye el punto de partida para su posterior centralización, automatización y utilización como herramienta para la toma de decisiones.



Estandarización de información ***Central de datos***

2.1.2 Visibilidad del estado del proyecto

La visibilidad del estado del proyecto constituye uno de los **principios fundamentales** de la gestión moderna de proyectos, ya que permite conocer de manera objetiva el comportamiento del proyecto durante su desarrollo y evaluar permanentemente su desempeño respecto de la planificación establecida. Desde la perspectiva del ***Project Monitoring and Control***, disponer de información visible y actualizada resulta esencial para apoyar la toma de decisiones, anticipar riesgos y coordinar oportunamente los recursos necesarios para el cumplimiento de los objetivos del proyecto.

En términos generales, la visibilidad corresponde a la capacidad de comprender, en cualquier momento, el **estado real del proyecto.** Esto implica conocer cuánto trabajo ha sido ejecutado, cuánto resta para completar las actividades comprometidas y cuál es la diferencia entre el avance planificado y el avance efectivamente alcanzado. De esta manera, la gestión deja de basarse únicamente en apreciaciones subjetivas o reportes verbales y pasa a sustentarse en información objetiva que refleja el comportamiento del proyecto de forma continua.

Para alcanzar este nivel de conocimiento resulta necesario estructurar el desarrollo del proyecto **mediante hitos y puntos de control** claramente definidos. La definición de etapas intermedias permite dividir el proyecto en objetivos parciales que pueden ser evaluados durante su ejecución, facilitando el seguimiento progresivo del avance y evitando que el control se concentre únicamente en las entregas finales. Cada hito representa una instancia de verificación donde es posible comparar el estado real del proyecto con la planificación establecida, detectar desviaciones y adoptar medidas correctivas antes de que estas comprometan el plazo general del proyecto.

La literatura especializada en gestión de proyectos destaca que el seguimiento continuo constituye una **herramienta preventiva** más que correctiva. Detectar tempranamente una desviación permite actuar antes de que el problema aumente su impacto sobre el resto del proyecto, disminuyendo la probabilidad de generar retrabajos, sobrecarga del equipo o retrasos acumulativos. En este sentido, la visibilidad del proyecto no busca únicamente informar el porcentaje de avance, sino proporcionar información suficiente para comprender las causas de las desviaciones y facilitar una respuesta oportuna por parte de la gestión.

En oficinas de arquitectura, donde varios proyectos se desarrollan simultáneamente y los equipos de trabajo comparten recursos, disponer de esta información adquiere aún mayor relevancia. Conocer el estado de avance de cada proyecto permite identificar cuáles requieren **atención prioritaria**, qué especialidades presentan retrasos, cuáles son los entregables pendientes, qué reuniones o hitos se aproximan y cómo se distribuye actualmente la carga de trabajo entre los distintos profesionales. Esta información permite planificar de mejor manera la asignación de recursos y responder de forma anticipada a las necesidades que presenta cada proyecto.

Por otra parte, la visibilidad también favorece la **continuidad operativa del proyecto**. El registro permanente del estado de avance permite que un proyecto pueda ser comprendido y retomado por cualquier integrante del equipo, incluso cuando se producen cambios de profesionales o períodos prolongados de inactividad. La existencia de información actualizada sobre el cumplimiento de hitos, las tareas ejecutadas y las actividades pendientes disminuye la dependencia del conocimiento individual y facilita la reconstrucción del contexto del proyecto cuando resulta necesario continuar su desarrollo.

En consecuencia, la visibilidad del estado del proyecto constituye mucho más que una representación gráfica del avance. Corresponde a un mecanismo de gestión que transforma la **información generada** durante el desarrollo del proyecto en **conocimiento útil** para apoyar la planificación, la coordinación y la toma de decisiones. La implementación de sistemas capaces de visualizar de forma continua el comportamiento del proyecto permite fortalecer el control del avance, mejorar la utilización de los recursos disponibles y proporcionar una base objetiva para la gestión de proyectos de arquitectura.



Estandarización de Información

Central de datos

Visibilidad del estado del proyecto

2.1.3 Continuidad operativa del proyecto

La continuidad operativa constituye uno de los **principios fundamentales** para garantizar el desarrollo sostenido de un proyecto, permitiendo que este mantenga su **avance** independientemente de las variaciones que puedan producirse en el **equipo de trabajo** o en las **condiciones de ejecución**. Desde la perspectiva de la gestión de proyectos, la continuidad no depende únicamente de la permanencia de las personas que participan en el proyecto, sino de la capacidad de la organización para conservar, organizar y transmitir la información necesaria para asegurar la continuidad del proceso proyectual.

En oficinas de arquitectura, el desarrollo de un proyecto se extiende durante largos períodos de tiempo y requiere la participación coordinada de arquitectos, modeladores BIM, dibujantes técnicos, ingenieros y diversas especialidades. Durante este proceso resulta habitual que ocurran cambios en la **composición del equipo** debido a vacaciones, licencias médicas, redistribución de recursos, incorporación de nuevos profesionales o reasignaciones derivadas de otras prioridades de la oficina. Estas situaciones forman parte del funcionamiento normal de cualquier organización y representan una fuente permanente de incertidumbre para la gestión de proyectos.

El principal riesgo asociado a estos cambios radica en la dependencia del **conocimiento individual**. Cuando parte importante de la información permanece únicamente en la experiencia de quienes desarrollan el proyecto, cualquier modificación en el equipo puede afectar la continuidad del trabajo, obligando a reconstruir el contexto del proyecto, revisar antecedentes, identificar la documentación vigente o consultar directamente a quienes participaron previamente. Esta dependencia genera pérdidas de tiempo, incrementa la probabilidad de cometer errores y disminuye la capacidad de respuesta frente a nuevas exigencias del proyecto.

La literatura relacionada con la gestión del conocimiento reconoce que uno de los principales desafíos de las organizaciones consiste precisamente en transformar el conocimiento individual en **conocimiento organizacional**. En este sentido, la **continuidad operativa** se fortalece cuando la información deja de depender exclusivamente de las personas y pasa a estar contenida dentro de procedimientos, registros y sistemas accesibles para todo el equipo. Bajo esta lógica, el proyecto conserva su capacidad de avanzar incluso cuando cambian sus responsables directos, ya que el conocimiento permanece disponible para quienes deban asumir posteriormente su desarrollo.

Para lograr esta condición resulta indispensable establecer criterios comunes de trabajo que permitan documentar de manera sistemática el **estado del proyecto**. La utilización de estándares para la organización de archivos, el registro de avances, la definición de responsables, el seguimiento de hitos y la documentación de decisiones facilita que cualquier integrante del equipo pueda comprender rápidamente el contexto del proyecto y continuar su desarrollo con un período mínimo de adaptación. De esta manera, la continuidad deja de depender de la memoria de las personas y pasa a sustentarse en la **calidad de la información disponible**.

Este principio adquiere especial relevancia en organizaciones que desarrollan múltiples proyectos de forma simultánea, donde la redistribución de profesionales constituye una práctica habitual para responder a cambios en las prioridades o a nuevas exigencias de los clientes. En estos escenarios, disponer de proyectos correctamente documentados y estructurados permite reasignar recursos con mayor flexibilidad, reduciendo el impacto que estos cambios producen sobre la planificación general de la oficina.

En consecuencia, la **continuidad operativa** debe entenderse como la capacidad de una organización para asegurar el desarrollo ininterrumpido de sus proyectos mediante una adecuada gestión de la información y del conocimiento. Más que depender de la permanencia de determinados profesionales, este principio busca que el proyecto pueda mantenerse operativo gracias a la existencia de **información estructurada**, **accesible** y **permanentemente actualizada**. De esta forma, la continuidad operativa se convierte en un componente esencial para fortalecer el control del avance, mejorar la coordinación entre los equipos y garantizar una gestión de proyectos más resiliente frente a los cambios propios del ejercicio profesional.



2.2 Gestión de la información como apoyo al control de proyectos

Una vez establecidos los principios que sustentan el control del avance de proyectos, resulta necesario comprender el papel que desempeña la **información** dentro de este proceso. En la actualidad, el desarrollo de proyectos de arquitectura genera una gran cantidad de antecedentes técnicos y administrativos que acompañan al proyecto durante todo su ciclo de vida. Sin embargo, el verdadero valor de esta información no radica únicamente en su almacenamiento, sino en la capacidad de **organizarla**, **estructurarla** y **transformarla** en un recurso que apoye la gestión y la toma de decisiones.

Desde la perspectiva de la gestión de proyectos, la información constituye un activo estratégico para la organización, ya que permite comprender el estado del proyecto, coordinar equipos de trabajo y evaluar su desempeño mediante datos objetivos. En consecuencia, una adecuada gestión de la información representa la base para desarrollar sistemas de seguimiento y control capaces de fortalecer la planificación, mejorar la coordinación entre los distintos actores y facilitar la toma de decisiones durante el desarrollo de los proyectos.

En los apartados siguientes se abordan los principales fundamentos asociados a la organización, centralización y transformación de la información, estableciendo las bases conceptuales que posteriormente permitirán desarrollar el sistema de gestión propuesto en la presente investigación.

2.2.1 Organización de la información

La organización de la información constituye uno de los elementos fundamentales para una gestión eficiente de proyectos, ya que permite disponer de información estructurada, accesible y consistente durante todo el ciclo de vida del proyecto. Diversos enfoques de gestión de proyectos, así como la norma **ISO 19650** para la gestión de la información mediante BIM, establecen que una organización adecuada de la información resulta esencial para garantizar la coordinación entre los distintos actores y facilitar la toma de decisiones basada en información confiable.

En proyectos de arquitectura, la información se genera de manera permanente a través de planos, modelos BIM, especificaciones técnicas, memorias, revisiones, observaciones y registros de coordinación. Si estos antecedentes no siguen una estructura común para su **almacenamiento y clasificación**, aumenta la probabilidad de generar duplicidad de documentos, utilizar versiones desactualizadas o dificultar la localización de la información necesaria para el desarrollo del proyecto.

Por esta razón, la organización de la información debe entenderse como un proceso orientado a establecer criterios uniformes para **clasificar**, **almacenar** y **registrar los antecedentes** del proyecto. Una estructura organizada facilita el acceso a la información por parte de todo el equipo, mejora la coordinación entre las distintas especialidades y reduce la dependencia del conocimiento individual de quienes participan en el proyecto.

En este contexto, la correcta organización de la información constituye la base para procesos posteriores de centralización, análisis y generación de indicadores, permitiendo que los datos producidos durante el desarrollo del proyecto puedan transformarse en información útil para apoyar el seguimiento del avance y la toma de decisiones.



Clasificación

Consiste en definir cómo se agrupará la información para que todos la almacenen siguiendo el mismo criterio.



Nomenclatura

Corresponde al nombre que reciben los archivos y documentos.



Versionado

Consiste en mantener un registro de los cambios que ha tenido un documento



Estructura documental

Organiza todo el sistema de carpetas y documentos del proyecto.

2.2.2 Centralización de la información

La centralización de la información constituye uno de los principios más relevantes para la gestión de proyectos contemporánea, ya que busca reunir toda la **información** dentro de una única fuente confiable y permanentemente actualizada. En la literatura sobre gestión de proyectos y metodologías BIM, este concepto es conocido como **Single Source of Truth (SSOT)** o **Fuente Única de Información**, y establece que todas las decisiones deben basarse en un único origen de datos, evitando inconsistencias derivadas del uso de múltiples versiones de un mismo documento.

La necesidad de una fuente única de información surge como respuesta a uno de los problemas más frecuentes en organizaciones que desarrollan proyectos complejos: **la dispersión de los datos**. Cuando la información se encuentra distribuida entre distintos archivos, correos electrónicos, reuniones, servidores o incluso en el conocimiento de las personas, aumenta considerablemente la probabilidad de utilizar información desactualizada, duplicar documentos o generar interpretaciones distintas sobre el estado real del proyecto.

Desde la perspectiva de la gestión, centralizar la información no significa únicamente almacenar todos los documentos en un mismo lugar. Su principal objetivo consiste en garantizar que todos los integrantes de la organización trabajen utilizando la misma información, bajo criterios comunes y con acceso a datos actualizados. De esta forma, cualquier decisión relacionada con la planificación, la coordinación o el control del proyecto se fundamenta sobre antecedentes consistentes y verificables, disminuyendo la incertidumbre durante el proceso de gestión.

Este principio adquiere especial relevancia en oficinas de arquitectura, donde un mismo proyecto genera continuamente **modelos BIM**, planos, memorias, especificaciones técnicas, revisiones, observaciones y antecedentes provenientes de distintas especialidades. La existencia de una fuente única de información permite integrar estos antecedentes dentro de una estructura común, facilitando el acceso a la información, mejorando la coordinación entre los equipos y reduciendo la dependencia del conocimiento individual de quienes participan en el proyecto.

Asimismo, la centralización constituye el punto de partida para la implementación de sistemas de **análisis basados en datos**. Cuando la información se encuentra organizada y concentrada en una única fuente, es posible procesarla de manera automática, generar indicadores, realizar análisis comparativos y visualizar el comportamiento del proyecto mediante herramientas de **inteligencia de negocios**. En este sentido, la centralización no representa únicamente una estrategia de organización documental, sino que constituye la base necesaria para transformar los datos del proyecto en **información útil** para la toma de decisiones.

Beneficio	Aporte a la gestión
Evita duplicidad de información	Todos trabajan sobre los mismos datos.
Reduce errores	Disminuye el uso de versiones desactualizadas.
Facilita la coordinación	Todos los equipos consultan la misma información.
Mejora la trazabilidad	Permite conocer el origen y evolución de los datos.
Favorece la automatización	Los sistemas pueden procesar la información de forma confiable.
Apoya la toma de decisiones	Los indicadores se construyen sobre datos consistentes.

2.2.3 Transformación de datos en información

La disponibilidad de grandes volúmenes de datos no garantiza, por sí sola, una mejor gestión de los proyectos. En la actualidad, las organizaciones generan permanentemente información relacionada con sus procesos; sin embargo, el verdadero valor de estos datos radica en la capacidad de transformarlos en **información útil** que permita comprender el comportamiento del proyecto y apoyar la toma de decisiones. Este principio constituye uno de los fundamentos de la inteligencia de negocios (**Business Intelligence**), disciplina orientada a convertir datos en conocimiento para mejorar la gestión organizacional.

En el contexto de proyectos de arquitectura, los datos se generan de manera continua a partir de distintas fuentes, como modelos BIM, cronogramas, planos, registros de avance, horas de trabajo, costos, entregables y reuniones de coordinación. Individualmente, estos antecedentes representan únicamente registros del proyecto; sin embargo, cuando son organizados, relacionados y analizados en conjunto, permiten obtener información capaz de describir el estado **real del proyecto** y **evaluar su desempeño**.

La transformación de datos en información consiste precisamente en este proceso de análisis y contextualización. Un dato aislado, como la fecha de una entrega o el porcentaje de avance de una actividad, posee un significado limitado. En cambio, al relacionarlo con otros antecedentes (como el cronograma, los recursos asignados, el cumplimiento de hitos o el estado general del proyecto) es posible generar indicadores que permitan identificar tendencias, detectar desviaciones y comprender el comportamiento del proyecto de manera objetiva.

Desde la perspectiva de la gestión de proyectos, esta transformación representa un cambio significativo en la forma de administrar la información. Tradicionalmente, muchas decisiones se sustentan en la experiencia de los profesionales o en información obtenida mediante reuniones y reportes verbales. En contraste, una gestión basada en datos busca complementar la experiencia profesional mediante **evidencia cuantificable**, permitiendo que las decisiones se fundamenten en información actualizada, consistente y verificable.

Este enfoque también permite automatizar parte del proceso de análisis. Cuando los datos se encuentran **organizados** y **centralizados**, es posible procesarlos mediante **herramientas de análisis** para generar indicadores, paneles de control y reportes de desempeño que reflejen el estado del proyecto en tiempo real. De esta manera, la información deja de ser únicamente un registro documental y pasa a constituirse como un recurso estratégico para apoyar la planificación, la coordinación y el seguimiento del avance.

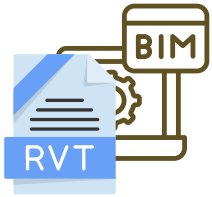
En consecuencia, la transformación de datos en información representa el paso que convierte los antecedentes generados durante el desarrollo del proyecto en conocimiento útil para la gestión. Este principio constituye la base sobre la cual se sustentan posteriormente los sistemas de visualización de indicadores y las herramientas de apoyo a la toma de decisiones propuestas en la presente investigación.

2.3 Herramientas digitales para el control del avance

El desarrollo de proyectos de arquitectura ha experimentado una importante transformación durante las últimas décadas debido a la incorporación de herramientas digitales que permiten gestionar grandes volúmenes de información de manera más eficiente. Estas tecnologías han ampliado las posibilidades de planificación, coordinación y seguimiento de los proyectos, facilitando la integración de datos provenientes de distintas fuentes y apoyando la toma de decisiones mediante información objetiva y actualizada.

En este contexto, herramientas como **Building Information Modeling (BIM)**, **las plataformas de Business Intelligence (BI)** y, más recientemente, **la Inteligencia Artificial (IA)**, representan tecnologías complementarias que permiten fortalecer el control del avance de los proyectos. Si bien cada una posee funciones específicas, todas comparten un objetivo común: transformar la información generada durante el desarrollo del proyecto en un recurso útil para apoyar la gestión y mejorar la capacidad de respuesta frente a los desafíos propios del ejercicio profesional.

En los apartados siguientes se presentan los fundamentos de estas herramientas y su aporte al desarrollo de sistemas de gestión basados en datos, estableciendo el marco conceptual que sustenta la propuesta desarrollada en esta investigación.



Building Information Modeling (BIM)
Modelo digital colaborativo que centraliza la información técnica del proyecto y facilita la coordinación entre las distintas disciplinas durante todo su ciclo de vida.



Business Intelligence (BI)
Conjunto de herramientas que transforman datos en indicadores e información visual para apoyar el seguimiento del proyecto y la toma de decisiones.



Inteligencia Artificial (IA)
Tecnología capaz de interpretar la información del proyecto, responder consultas, detectar patrones y asistir la gestión mediante recomendaciones basadas en datos.

2.3.1 Building Information Modeling (BIM)

Building Information Modeling (BIM) corresponde a una metodología de trabajo colaborativa que permite desarrollar, gestionar y compartir la información de un proyecto mediante un modelo digital. A diferencia del dibujo asistido por computador tradicional, BIM integra en un único modelo información geométrica, constructiva y técnica, permitiendo que las distintas disciplinas trabajen sobre una misma base de información durante todo el ciclo de vida del proyecto.

Uno de los principales aportes de esta metodología radica en que el modelo deja de ser únicamente una representación gráfica y pasa a constituirse como una fuente de datos capaz de contener información relacionada con elementos constructivos, superficies, cantidades, materiales y múltiples atributos del proyecto. Esta característica convierte a BIM en una herramienta fundamental para la coordinación entre especialidades y para la generación de información objetiva que puede ser utilizada en procesos posteriores de gestión y análisis.

En el contexto de esta investigación, BIM representa la principal fuente de información del sistema, ya que permite extraer automáticamente datos provenientes del modelo digital para alimentar la plataforma de gestión y apoyar el control del avance de los proyectos.

2.3.2 Business Intelligence (BI)

Business Intelligence (BI) corresponde al conjunto de metodologías y herramientas destinadas a transformar grandes volúmenes de datos en información útil para apoyar la toma de decisiones. Su objetivo principal consiste en organizar, analizar y visualizar la información mediante indicadores, reportes y paneles de control que permitan comprender el comportamiento de los procesos de manera rápida y objetiva.

En la gestión de proyectos, las plataformas de Business Intelligence facilitan el seguimiento del desempeño mediante la integración de información proveniente de distintas fuentes, permitiendo generar indicadores relacionados con productividad, planificación, costos, cumplimiento de plazos y avance de los proyectos. De esta manera, la información deja de presentarse únicamente como datos aislados y pasa a transformarse en conocimiento útil para la gestión.

Dentro de la presente investigación, Business Intelligence constituye la tecnología encargada de procesar la información obtenida desde la fuente de datos y convertirla en indicadores visuales que permitan fortalecer el control del avance y apoyar la toma de decisiones dentro de la oficina.

2.3.3 Inteligencia Artificial (IA)

La Inteligencia Artificial (IA) corresponde a un conjunto de tecnologías capaces de analizar información, reconocer patrones y generar respuestas a partir de los datos con los que han sido entrenadas. En los últimos años, su desarrollo ha permitido ampliar significativamente sus aplicaciones dentro del ámbito profesional, incorporándose progresivamente como una herramienta de apoyo para el análisis de información y la asistencia en la toma de decisiones.

A diferencia de los sistemas tradicionales de visualización de datos, la Inteligencia Artificial permite interpretar la información disponible, responder consultas formuladas en lenguaje natural y generar recomendaciones basadas en el análisis de los datos existentes. Estas capacidades la convierten en una herramienta con un alto potencial para complementar los procesos de gestión, especialmente cuando dispone de información estructurada y permanentemente actualizada.

En esta investigación, la Inteligencia Artificial se plantea como una etapa futura de evolución del sistema, donde actuará como un asistente virtual capaz de interpretar los indicadores del proyecto, responder consultas relacionadas con su estado y apoyar la gestión mediante recomendaciones fundamentadas en la información generada por el sistema.





CAPITULO 03

Tema III : *Diseño e implementación de un sistema de control de avance para oficinas de arquitectura*

3. Diseño e implementación de un sistema de control de avance para oficinas de arquitectura

3.1 Arquitectura general del sistema

El presente capítulo tiene por objetivo desarrollar el **diseño e implementación** de un sistema integral para el control del avance de proyectos en oficinas de arquitectura, materializando los fundamentos y estrategias establecidos en los capítulos anteriores mediante una metodología de gestión aplicable al desarrollo real de proyectos.

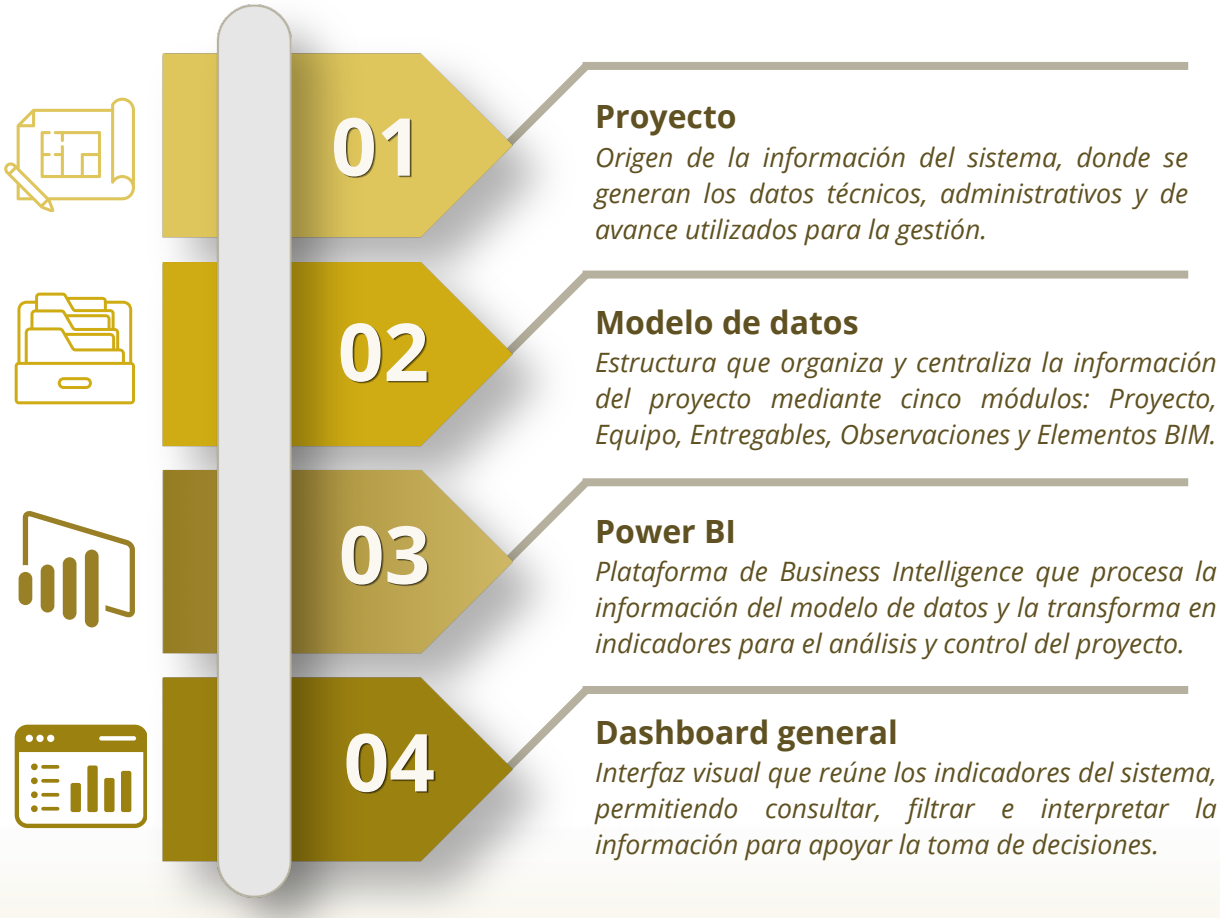
A partir de las brechas identificadas en el diagnóstico (relacionadas con la falta de visibilidad del avance, la dispersión de la información, la dependencia del conocimiento individual y la ausencia de mecanismos estandarizados para el seguimiento de proyectos), se propone un sistema capaz de centralizar la información relevante del proyecto en una **única fuente de datos**, permitiendo que esta pueda ser consultada, analizada y comprendida por todos los integrantes del equipo de manera continua y transparente.

La propuesta se fundamenta en el principio de que un proyecto debe **depender de un sistema** de información estructurado y no exclusivamente del conocimiento de las personas que participan en él. Bajo este enfoque, el sistema busca transformar información dispersa en conocimiento útil para la toma de decisiones, facilitando el seguimiento del avance, la coordinación entre disciplinas, la redistribución de recursos y la continuidad operativa frente a cambios propios de la dinámica de una oficina de arquitectura.

Con el propósito de desarrollar una metodología adaptable a distintas escalas y tipos de proyectos, la presente investigación adopta una estrategia de cuantificación del **avance basada en el cumplimiento de entregables**. Si bien existen múltiples formas de medir el progreso de un proyecto, esta metodología propone un criterio simple, objetivo y fácilmente replicable, donde el avance se determina a partir del estado de los entregables definidos para cada proyecto. Esta aproximación constituye una **primera etapa de implementación**, permitiendo establecer una base metodológica común que posteriormente pueda complementarse con indicadores de mayor complejidad.

Sobre esta base, el capítulo desarrolla la arquitectura general del sistema, definiendo sus componentes, modelo de datos, indicadores de gestión, metodología de funcionamiento y proceso de implementación mediante una primera fase operativa. Esta fase corresponde a un prototipo funcional que valida la viabilidad de la propuesta utilizando herramientas disponibles dentro de la oficina, permitiendo evaluar su comportamiento en un entorno real de trabajo.

Arquitectura general del sistema



Finalmente, el capítulo propone una **hoja de ruta** para la evolución progresiva del sistema, planteando futuras etapas orientadas a la **automatización del flujo de información** mediante integración con metodologías BIM y al desarrollo de una plataforma integral de gestión de proyectos. De esta manera, el sistema es concebido como una metodología escalable, cuya evolución permitirá incorporar nuevos módulos de gestión, ampliar las capacidades de análisis y fortalecer el apoyo a la toma de decisiones estratégicas dentro de oficinas de arquitectura.

3.2 Diseño del modelo de datos

El funcionamiento del sistema propuesto se fundamenta en dos componentes esenciales: u**n modelo de datos**, encargado de estructurar y administrar la información del proyecto, y una **capa de visualización**, responsable de transformar dicha información en indicadores comprensibles que faciliten la toma de decisiones. Mientras el modelo de datos actúa como el núcleo donde se almacena, organiza y relaciona toda la información generada durante el desarrollo de un proyecto, la capa de visualización permite interpretar estos datos de forma rápida e intuitiva, entregando una visión clara del estado general de cada proyecto.

En este contexto, el diseño del modelo de datos constituye la base estructural del sistema de control de avance, ya que establece la forma en que la información será organizada, jerarquizada y relacionada para representar fielmente el desarrollo de los proyectos de arquitectura. Su principal objetivo es consolidar en una **única fuente de información** todos los antecedentes relevantes del proyecto, permitiendo almacenar, actualizar y consultar datos de manera continua, evitando la dispersión de información y favoreciendo la trazabilidad del proceso proyectual.

Con el propósito de facilitar su implementación y mantener una estructura escalable, el modelo fue organizado en cinco módulos principales, cada uno orientado a representar un aspecto específico de la gestión del proyecto. Estos módulos corresponden a: **Proyectos**, donde se almacena la información general y administrativa de cada encargo; **Equipo**, encargado de registrar la composición del equipo de trabajo, sus cargos y responsabilidades; **Entregables**, que constituye el núcleo metodológico del sistema al permitir cuantificar el avance mediante el estado de cumplimiento de cada entrega; **Observaciones**, destinado al seguimiento de revisiones, cambios y procesos de coordinación; y finalmente un **módulo BIM**, incorporado como una primera aproximación a la integración de información proveniente del modelo digital, sentando las bases para futuras etapas de automatización.

La división del sistema en módulos independientes responde a un criterio de organización y escalabilidad, permitiendo que cada componente pueda evolucionar de forma progresiva sin afectar el funcionamiento global del sistema. De esta manera, el modelo de datos no solo cumple la función de almacenar información, sino que también establece las relaciones necesarias para convertir datos aislados en información integrada, constituyendo el soporte sobre el cual se desarrolla el sistema de visualización y control presentado en los apartados siguientes.

3.2.1 Módulo Proyectos

El módulo Proyectos constituye la entidad principal del modelo de datos y corresponde al repositorio donde se almacena la **información general y administrativa** de cada encargo desarrollado por la oficina. Su función es centralizar los antecedentes más relevantes de cada proyecto, permitiendo identificarlo de manera única y relacionarlo con el resto de los módulos que componen el sistema.

Como elemento principal, cada proyecto posee un **identificador único (ID)**, el cual actúa como una clave de referencia dentro de la base de datos. La utilización de un identificador permite establecer relaciones entre las distintas tablas del sistema, evitando duplicidades de información y garantizando la trazabilidad de los datos. Desde el punto de vista de la gestión de la información, el ID se transforma en el vínculo que permite asociar entregables, responsables, observaciones e indicadores a un proyecto específico.

Adicionalmente, el módulo incorpora información descriptiva del proyecto, tales como:

- Nombre del proyecto.
- Empresa inmobiliaria o mandante.
- Tipo de proyecto (privado, DS19, DS49, equipamiento, entre otros).
- Fecha de inicio.
- Fecha estimada de término.
- Fecha de próxima reunión de coordinación.
- Etapa de desarrollo del proyecto.

La incorporación de la **fecha de inicio** y la **fecha estimada** de término permite generar indicadores temporales asociados al desempeño de los proyectos. Estos datos posibilitan realizar análisis históricos sobre los tiempos de desarrollo, identificar tendencias de productividad y generar estimaciones más precisas para futuros encargos de características similares. La recopilación de esta información resulta particularmente relevante en oficinas de arquitectura, donde la duración de los proyectos suele variar en función de su complejidad, cantidad de especialidades involucradas y requerimientos del mandante.

Por otra parte, la incorporación de la fecha de la próxima reunión de coordinación permite mantener un seguimiento continuo de las actividades de gestión del proyecto, funcionando como un punto de control para la revisión de avances, la toma de decisiones y la planificación de las tareas futuras.

Finalmente, el módulo incorpora el campo correspondiente a la etapa de desarrollo del proyecto, permitiendo identificar el estado general en que se encuentra cada encargo. Para efectos del sistema propuesto, las etapas consideradas corresponden a:

- Anteproyecto.
- Desarrollo de Proyecto.
- Licitación
- Construcción.
- Recepción y cierre

La identificación de la etapa de desarrollo resulta fundamental para contextualizar los indicadores de avance, ya que un mismo porcentaje de cumplimiento puede tener interpretaciones diferentes dependiendo de la fase en que se encuentre el proyecto. Asimismo, este campo permite clasificar y comparar proyectos de características similares, facilitando la planificación y la toma de decisiones por parte de la gerencia.

En consecuencia, el módulo Proyectos no solo actúa como un registro administrativo de los encargos desarrollados por la oficina, sino que constituye el punto de partida para la organización, análisis y seguimiento de toda la información que posteriormente será procesada y visualizada por el sistema de control de avance.

CAMPO	DESCRIPCION	UTILIDAD
ID Proyecto	Identificador único	Relacionar tablas y evitar duplicidad
Nombre Proyecto	Nombre del encargo	Identificación
Ente Patrocinante	Cliente o inmobiliaria	Clasificación
Nombre Proyecto	DS19, DS49, privado, etc.	Segmentación
Tipo Proyecto	Inicio formal del proyecto	Indicadores de duración
Fecha Inicio	Fecha comprometida	Control de plazos
Fecha Proxima Reunion	Próximo punto de control	Seguimiento
Estado	Estado general del proyecto	Contextualización del avance

3.2.2 Módulo Equipo

El módulo Equipo tiene como finalidad administrar la **información asociada a las personas** que participan en el desarrollo de los proyectos, permitiendo identificar quiénes conforman cada equipo de trabajo, cuáles son sus responsabilidades y cuál es su estado de disponibilidad dentro de la organización.
La incorporación de este módulo responde a la necesidad de gestionar de manera más **eficiente los recursos humanos**, considerando que, en el desarrollo de proyectos de arquitectura, las personas constituyen uno de los recursos más dinámicos y variables del proceso. Situaciones como cambios de proyecto, vacaciones, licencias médicas, permisos o reasignaciones de funciones pueden modificar constantemente la composición de los equipos de trabajo, afectando directamente la planificación y el cumplimiento de los plazos establecidos.
Para cada integrante se almacena un identificador único (ID de colaborador), el cual permite relacionar la información del profesional con el resto de los módulos del sistema, particularmente con los proyectos y los entregables asociados. Esta estructura facilita el seguimiento individual de la participación de cada miembro del equipo y permite generar futuros indicadores relacionados con productividad, carga de trabajo y asignación de recursos.

La información almacenada dentro del módulo corresponde a:

- ID del colaborador.
- ID del proyecto al que se encuentra asignado.
- Nombre del integrante.
- Cargo o rol dentro de la organización.
- Información de contacto.
- Estado de disponibilidad.

El campo correspondiente al cargo o rol permite identificar las funciones y responsabilidades de cada integrante del equipo, pudiendo corresponder a cargos como:

- Project Director.
- Project Manager.
- Lead Architect.
- Architect.
- BIM Manager..
- Draftsperson.
- Structural Engineer.

La **identificación del rol** resulta fundamental para comprender la estructura organizacional del proyecto y facilita la comunicación interna, permitiendo reconocer rápidamente quién es el responsable de determinadas decisiones o actividades dentro del proceso de desarrollo.
Asimismo, el módulo incorpora **información de contacto**, ya sea mediante correo electrónico o número telefónico, permitiendo identificar de manera inmediata a las personas responsables de cada área o especialidad. Esta información adquiere especial relevancia en proyectos donde participan consultores externos, oficinas de especialidades o profesionales que no desarrollan su trabajo de manera presencial.
Por otra parte, cada integrante posee un **estado de disponibilidad**, el cual permite conocer su situación actual dentro de la organización.

Para efectos del sistema se consideran los siguientes estados:

- **Activo**: el colaborador se encuentra participando en el desarrollo del proyecto.
- **Inactivo**: el colaborador forma parte de la organización, pero no participa actualmente en el proyecto.
- **Vacaciones**: el colaborador se encuentra temporalmente ausente por período de descanso legal.
- **Licencia o permiso**: el colaborador se encuentra imposibilitado de desarrollar sus funciones por causas justificadas.

El conocimiento del estado de disponibilidad del equipo constituye un elemento fundamental para la gestión de proyectos, ya que permite visualizar la capacidad operativa de la oficina y apoyar la toma de decisiones relacionadas con la redistribución de recursos humanos.

Desde la perspectiva de la gestión, este módulo permite responder preguntas tales como:

- ¿Quiénes están trabajando actualmente en un proyecto?
- ¿Qué profesionales se encuentran disponibles para asumir nuevas tareas?
- ¿Quién es el responsable de determinada especialidad?
- ¿Qué proyectos podrían verse afectados por la ausencia de un integrante del equipo?
- ¿Cómo se distribuyen los recursos humanos entre los distintos proyectos de la oficina?

En consecuencia, el módulo Equipo no solo cumple la función de registrar a las personas que participan en cada proyecto, sino que también se transforma en una herramienta de apoyo para la planificación, coordinación y administración de los recursos humanos, favoreciendo la continuidad operativa de los proyectos y disminuyendo la dependencia del conocimiento individual de ciertos integrantes de la organización.

Campo	Descripción	Utilidad
ID Colaborador	Identificador único del integrante	Relacionar información entre módulos
ID Proyecto	Proyecto al que pertenece	Asignación de recursos
Nombre	Nombre del profesional	Identificación
Cargo	Función dentro de la organización	Definición de responsabilidades
Contacto	Correo o teléfono	Comunicación y coordinación
Estado	Activo, inactivo, vacaciones o licencia	Gestión de disponibilidad

La literatura sobre gestión de proyectos, particularmente el **Project Management Institute (PMI, 2021)**, reconoce la gestión de los recursos humanos como un factor crítico para el éxito de los proyectos, señalando que la adecuada asignación de responsabilidades y la visibilidad de la disponibilidad del equipo mejoran la coordinación, disminuyen los riesgos operativos y aumentan la capacidad de respuesta frente a cambios en el desarrollo del proyecto.

"El proyecto no debe depender exclusivamente de las personas, sino de un sistema que permita compartir el conocimiento y gestionar adecuadamente los recursos disponibles."

3.2.3 Módulo Entregables

El módulo Entregables constituye el núcleo metodológico del sistema de control de avance, ya que establece el mecanismo mediante el cual se cuantifica el progreso de los proyectos. A diferencia de otros enfoques que utilizan estimaciones subjetivas del porcentaje de avance o el registro de horas de trabajo como principal indicador, la metodología propuesta se basa en el cumplimiento progresivo de entregables previamente definidos. Este criterio permite asociar el avance del proyecto a productos concretos y verificables, disminuyendo la subjetividad en la evaluación y facilitando el seguimiento del estado real del proyecto.

Cada entregable representa una unidad de trabajo que debe ser desarrollada durante el proceso proyectual y que puede ser evaluada de manera independiente. La suma del estado de todos los entregables permite determinar el porcentaje de avance general del proyecto, generando un indicador objetivo, fácilmente actualizable y replicable en proyectos de distinta naturaleza y complejidad.

Desde la perspectiva de la gestión de proyectos, el uso de entregables como unidad de control guarda relación con enfoques ampliamente utilizados como la **Work Breakdown Structure (WBS**) propuesta por el Project Management Institute, donde el proyecto es descompuesto en componentes de trabajo claramente identificables y medibles. Si bien la metodología desarrollada en esta investigación no corresponde a una WBS tradicional, comparte el principio de subdividir el proyecto en elementos controlables que permitan realizar un seguimiento sistemático del avance.

Con el propósito de estructurar esta información, el módulo incorpora las siguientes variables:

Identificación del proyecto

Cada entregable incorpora el **ID del proyecto** junto con su nombre, permitiendo identificar a qué encargo pertenece la actividad registrada. El identificador único constituye la clave principal para relacionar este módulo con el resto del modelo de datos, posibilitando el cruce de información con los módulos de proyectos, equipo y observaciones.

Disciplina o especialidad

Cada entregable se clasifica según la disciplina responsable de su desarrollo. Esta clasificación permite agrupar las tareas por especialidad (como arquitectura, cálculo estructural, instalaciones sanitarias, electricidad, topografía, paisajismo, entre otras) facilitando posteriormente el análisis del avance por disciplina y la detección temprana de áreas críticas dentro del proyecto.

La incorporación de este campo resulta especialmente relevante en proyectos multidisciplinarios, donde el retraso de una especialidad puede afectar directamente el desarrollo de las demás.

Tipo de entregable

Cada registro incorpora la descripción específica del elemento que debe desarrollarse. Los entregables pueden corresponder, por ejemplo, a plantas arquitectónicas, cortes, elevaciones, detalles constructivos, memorias, especificaciones técnicas, planos de cálculo estructural, planos sanitarios, planos eléctricos, documentación para permisos u otros antecedentes necesarios para el desarrollo del proyecto.
Esta clasificación permite conocer con precisión qué actividad está siendo controlada, facilitando tanto la planificación como el seguimiento detallado del proyecto.

Responsable

Cada entregable posee un profesional responsable identificado mediante su nombre y su identificador único dentro del módulo Equipo.
Esta información permite establecer la trazabilidad de cada actividad, identificar al encargado directo de su desarrollo y facilitar la comunicación cuando se requiera revisar o actualizar determinada entrega. Asimismo, la relación entre entregables y responsables permitirá, en futuras etapas de evolución del sistema, desarrollar indicadores asociados a productividad, distribución de carga laboral y desempeño por tipo de tarea.

Fechas de planificación

Cada entregable incorpora una **fecha de inicio** y una **fecha estimada de término**, las cuales establecen el período esperado para su desarrollo.
Estas fechas constituyen la base para el control temporal del sistema, permitiendo comparar el estado real de cada actividad con la planificación definida y detectar oportunamente posibles retrasos o desviaciones. A partir de esta información es posible generar indicadores como entregables atrasados, próximos a vencer o terminados dentro del plazo establecido.

Estado del entregable

Finalmente, el módulo incorpora el estado de desarrollo de cada entregable, el cual constituye la base para la cuantificación del avance del proyecto.

Para efectos de esta investigación se definieron cuatro estados de avance:

Estado	Factor de Avance	Criterio de asignación
Falta	**0%**	El entregable aún no ha sido iniciado.
En proceso	**50%**	El desarrollo del entregable ha comenzado y presenta un avance parcial.
Corregir	**75%**	El entregable fue revisado por el arquitecto responsable y requiere modificaciones antes de su aprobación definitiva.
Terminado	**100%**	El entregable fue revisado, aprobado y finalizado, quedando disponible para su emisión o utilización dentro del proyecto.

El entregable ha sido revisado, aprobado y finalizado, encontrándose disponible para su emisión o utilización dentro del proyecto.

La asignación de estos **factores de avance** permite convertir el estado cualitativo de una tarea en un valor cuantificable, posibilitando calcular el porcentaje de avance del proyecto mediante la agregación de todos los entregables registrados.

Es importante señalar que la metodología propuesta no busca representar con exactitud matemática el esfuerzo requerido para desarrollar cada actividad, sino establecer un criterio de medición simple, objetivo y fácilmente replicable en oficinas de arquitectura. Esta decisión responde al propósito de diseñar un sistema cuya implementación no dependa de procesos complejos de estimación, sino que pueda ser adoptado por organizaciones de distintos tamaños utilizando una estructura de datos común.

En consecuencia, el módulo Entregables constituye el eje central del sistema de control de avance, ya que transforma el desarrollo cotidiano del proyecto en información medible, permitiendo conocer de forma objetiva el estado de cada actividad y, por extensión, el avance global del proyecto. Sobre este módulo se construyen los principales indicadores de seguimiento y visualización desarrollados en la presente investigación, convirtiéndose en el principal vínculo entre el trabajo operativo realizado por el equipo y la información estratégica utilizada para la toma de decisiones.

Campo	Descripción	Utilidad dentro del sistema
ID Entregable	Identificador único de cada entregable registrado.	Permite individualizar cada actividad y evitar duplicidad de información.
ID Proyecto	Identificador del proyecto al que pertenece el entregable.	Relaciona el entregable con el módulo Proyectos y permite realizar el cruce de información entre tablas.
Nombre del Proyecto	Nombre del proyecto asociado al entregable.	Facilita la identificación visual del proyecto durante el análisis y filtrado de información.
Disciplina / Especialidad	Área responsable del desarrollo del entregable (Arquitectura, Cálculo, Sanitario, Eléctrico, Topografía, Paisajismo, etc.).	Permite evaluar el avance por especialidad e identificar áreas críticas dentro del proyecto.
Tipo de Entregable	Documento o elemento que debe desarrollarse (planta, corte, elevación, memoria, plano sanitario, plano estructural, especificaciones técnicas, etc.).	Define la unidad de trabajo que será utilizada para cuantificar el avance del proyecto.
ID Responsable	Identificador único del profesional encargado del entregable.	Relaciona el entregable con el módulo Equipo y permite realizar análisis por colaborador.
Responsable	Profesional asignado al desarrollo del entregable.	Facilita la trazabilidad del trabajo y la comunicación directa con el encargado de la actividad.
Fecha de Inicio	Fecha programada para comenzar el desarrollo del entregable.	Permite realizar seguimiento temporal y comparar la planificación con el avance real.
Fecha de Término	Fecha comprometida para finalizar el entregable.	Constituye la base para evaluar atrasos, plazos próximos y cumplimiento de la planificación.
Estado del Entregable	Estado actual de desarrollo del entregable.	Permite cuantificar el avance del proyecto mediante factores de avance previamente definidos.
Factor de Avance (%)	Valor numérico asociado al estado del entregable (0 %, 50 %, 75 % o 100 %).	Convierte el estado cualitativo en un indicador cuantificable para el cálculo del avance general del proyecto.
Estado del Plazo *(calculado por el sistema)*	Clasificación automática del entregable según su fecha de término (Al día, Próximo a vencer, Atrasado o Terminado).	Permite identificar oportunamente entregables críticos y apoyar la toma de decisiones de la jefatura.

3.2.4 Módulo Observaciones

El módulo Observaciones tiene como objetivo registrar, organizar y realizar el seguimiento de todas aquellas revisiones, observaciones técnicas y solicitudes de modificación que surgen durante el desarrollo de un proyecto. Su incorporación responde a la necesidad de mantener un control sistemático sobre los cambios realizados durante el proceso proyectual, permitiendo documentar cada observación desde su generación hasta su resolución.
Si bien en esta primera fase de implementación el módulo cumple una función básica de registro y seguimiento, su estructura fue concebida para permitir una futura integración con metodologías BIM y procesos de coordinación digital, donde las observaciones podrán generarse de manera automática a partir de revisiones del modelo y procesos colaborativos.
Dentro del desarrollo de proyectos de arquitectura, las observaciones constituyen una parte permanente del proceso de diseño. Estas pueden originarse durante revisiones internas realizadas por la oficina, procesos de coordinación entre especialidades, observaciones emitidas por el mandante, revisores externos, organismos públicos o durante la ejecución de la obra. Mantener un registro estructurado de estas observaciones permite asegurar la trazabilidad de las modificaciones realizadas y facilitar el seguimiento de los compromisos adquiridos durante cada etapa del proyecto.
Con este propósito, el módulo incorpora las siguientes variables de información:

Identificación del proyecto

Al igual que los módulos anteriores, cada observación incorpora el **ID del proyecto**, permitiendo relacionar la observación con el proyecto correspondiente y establecer el vínculo con el resto de la información contenida en el sistema.

Disciplina

Cada observación se asocia a la especialidad responsable de resolverla, pudiendo corresponder, por ejemplo, a Arquitectura, Cálculo Estructural, Instalaciones Sanitarias, Electricidad, Climatización, Topografía, Paisajismo u otras disciplinas participantes del proyecto.
Esta clasificación facilita la coordinación entre especialidades y permite identificar aquellas áreas que concentran una mayor cantidad de observaciones durante el desarrollo del proyecto.

Tipo de observación

Cada registro identifica la naturaleza de la observación realizada, pudiendo clasificarse según su origen o tipo de intervención requerida. Entre ellas se consideran, por ejemplo:

- Error de modelación.
- Error de planimetría.
- Inconsistencia de coordinación.
- Observación de diseño.
- Observación estructural.
- Observación normativa.
- Solicitud del mandante.
- Modificación de proyecto.

La clasificación de las observaciones permite posteriormente generar indicadores asociados a la calidad del proyecto y a la frecuencia de determinados tipos de errores.

Descripción

Este campo corresponde a la descripción detallada de la observación, especificando claramente la situación detectada, el problema identificado y la acción requerida para su resolución.
Como complemento a este registro, la observación puede vincularse directamente con el plano o modelo correspondiente mediante la utilización de nubes de revisión, referencias gráficas o identificadores únicos, permitiendo que cualquier integrante del equipo pueda localizar rápidamente el elemento afectado y comprender el contexto de la observación.

Fechas de seguimiento

Cada observación incorpora dos fechas fundamentales:

- **Fecha de registro**, correspondiente al momento en que la observación es detectada e ingresada al sistema.
- **Fecha límite de resolución**, que establece el plazo máximo esperado para implementar la corrección.

En proyectos de arquitectura resulta recomendable que las observaciones derivadas de procesos internos de coordinación sean resueltas dentro de un período aproximado de **5 a 10 días hábiles**, dependiendo de su complejidad y del calendario general del proyecto. Este rango permite mantener un flujo continuo de revisión sin afectar el desarrollo de las siguientes etapas ni retrasar la coordinación con otras disciplinas. En cambio, observaciones provenientes de organismos públicos o del mandante pueden ajustarse a los plazos establecidos por cada proceso administrativo o contractual.

Estado de la observación
Finalmente, cada observación incorpora un estado de desarrollo que permite conocer su situación actual dentro del proceso de revisión.

Para efectos del sistema se consideran los siguientes estados:

Estado	Descripción
Pendiente	La observación ha sido registrada, pero aún no ha comenzado su resolución.
En proceso	La observación está siendo corregida por el profesional responsable.
Resuelta	La observación fue corregida y validada por la jefatura o responsable correspondiente.

El seguimiento del estado de cada **observación** permite conocer el nivel de resolución de los problemas detectados durante el proyecto y facilita el control de calidad de la documentación antes de su emisión.
En consecuencia, el módulo Observaciones constituye una herramienta de apoyo para la gestión de la calidad del proyecto, permitiendo registrar de manera estructurada todas las revisiones realizadas durante su desarrollo. La información recopilada no solo facilita el seguimiento de las modificaciones pendientes, sino que también genera una base de conocimiento que puede utilizarse para identificar patrones de error, mejorar procesos internos y fortalecer la coordinación entre las distintas disciplinas participantes del proyecto.

Campo	Descripción	Utilidad dentro del sistema
ID Observación	Identificador único de la observación.	Permite individualizar cada revisión y relacionarla con planos y modelos.
ID Proyecto	Proyecto al que pertenece la observación.	Relaciona el registro con el módulo Proyectos.
Disciplina	Especialidad responsable de resolver la observación.	Facilita la coordinación entre disciplinas.
Tipo de Observación	Clasificación del problema detectado.	Permite generar indicadores de calidad y frecuencia de errores.
Descripción	Explicación detallada de la observación.	Facilita la comprensión y resolución del problema.
Fecha de Registro	Día en que se genera la observación.	Permite controlar tiempos de respuesta.
Fecha Límite	Plazo esperado para resolver la observación.	Favorece el seguimiento y control de revisiones.
Estado	Pendiente, En proceso o Resuelta.	Permite monitorear el nivel de avance de las correcciones.

3.2.5 Módulo BIM

El módulo **BIM** corresponde al componente encargado de gestionar la información asociada a los modelos digitales desarrollados mediante metodología **Building Information Modeling (BIM)**. Aunque en la primera fase de implementación su participación dentro del sistema es principalmente informativa, su incorporación responde a una decisión de diseño orientada a preparar la arquitectura del sistema para futuras etapas de automatización e integración con los modelos digitales de la oficina.
En esta primera versión, el módulo permite registrar información general de los archivos BIM desarrollados en Autodesk Revit, estableciendo un vínculo entre el sistema de control de avance y los modelos digitales utilizados durante el desarrollo de los proyectos. De esta manera, el sistema comienza a construir una estructura de información que posteriormente permitirá automatizar la obtención de datos directamente desde el modelo BIM, reduciendo la dependencia del ingreso manual de información.
La utilización de modelos BIM como fuente de información representa uno de los principales objetivos de evolución del sistema, ya que estos contienen una gran cantidad de antecedentes asociados al proyecto, tales como geometría, cantidades de obra, parámetros constructivos, niveles, tipologías, especialidades y estados de desarrollo. La incorporación progresiva de esta información permitirá ampliar considerablemente las capacidades de análisis del sistema, transformando al modelo digital en una fuente dinámica de datos para la gestión del proyecto.

Para esta primera etapa, el módulo incorpora las siguientes variables:

Identificación del proyecto

Cada modelo BIM se relaciona mediante el **ID del proyecto**, permitiendo asociar cada archivo digital al proyecto correspondiente y establecer la relación con el resto de los módulos del sistema.

Identificación del modelo BIM

Cada archivo posee un **ID de modelo BIM**, utilizado como identificador único dentro de la base de datos. Este identificador permite distinguir diferentes modelos pertenecientes a un mismo proyecto y facilita la trazabilidad de la información a medida que el proyecto evoluciona.

Nombre del proyecto y nombre del modelo

El módulo registra tanto el nombre del proyecto como el nombre del archivo Revit correspondiente.
La nomenclatura de los modelos sigue el criterio de estandarización definido previamente en el apartado **2.2.1 Organización de la información**, permitiendo mantener coherencia en toda la estructura documental de la oficina. Esta estandarización facilita la identificación inmediata del contenido del archivo y evita ambigüedades durante el desarrollo del proyecto.

Tipo de modelo

Cada archivo BIM es clasificado según el tipo de modelo que representa.
Para efectos del sistema se consideran tres categorías principales:

- **Modelo de Emplazamiento**, correspondiente al entorno general del proyecto e incorporando información del terreno, vialidad, topografía, edificaciones existentes, niveles, infraestructura urbana y demás antecedentes necesarios para comprender el contexto físico del proyecto.
- **Modelo de Edificio**, correspondiente al desarrollo arquitectónico de edificaciones de mediana o gran escala. Cuando un proyecto incorpora múltiples edificios, estos son identificados mediante una codificación independiente que permite diferenciarlos dentro del mismo proyecto.
- **Modelo de Vivienda**, utilizado para proyectos de viviendas individuales o conjuntos habitacionales, manteniendo una estructura de identificación similar a la utilizada en edificios.

Esta clasificación facilita la organización de los modelos y permite desarrollar futuros análisis diferenciados según el tipo de información contenida en cada archivo.

Versión del modelo

El sistema registra la **versión del archivo**, utilizando una nomenclatura basada en la letra "V" seguida de un número correlativo (V01, V02, V03...).
Cada nueva versión corresponde a modificaciones significativas del modelo, tales como cambios de configuración espacial, modificaciones importantes de diseño, variaciones de tipología, alteraciones de elementos constructivos o ajustes relevantes derivados de procesos de coordinación.
El control de versiones constituye una práctica ampliamente utilizada en metodologías BIM, ya que permite mantener la trazabilidad de la evolución del proyecto y conocer en todo momento cuál corresponde al modelo vigente.

Número de pisos

Para modelos de edificios y viviendas se incorpora el número de pisos desarrollado por el proyecto.
Esta variable no solo describe una característica física del modelo, sino que también permite establecer relaciones futuras entre la complejidad del proyecto, la cantidad de entregables, los tiempos de desarrollo y los recursos requeridos durante su ejecución. En futuras etapas del sistema esta información podrá utilizarse para desarrollar modelos predictivos asociados a productividad y planificación.

Responsable del modelo

Cada modelo incorpora el **ID** y el **nombre del profesional** responsable de su desarrollo.
Esta información permite identificar al último profesional que realizó modificaciones sobre el modelo, facilitando la comunicación cuando sea necesario consultar aspectos específicos del desarrollo del proyecto o realizar procesos de continuidad frente a cambios de personal.

Estado del modelo

Finalmente, el sistema incorpora un estado general del modelo BIM, permitiendo conocer su condición dentro del proceso de desarrollo.

Para esta primera etapa se consideran tres estados principales:

- **Inexistente**, cuando el modelo aún no ha sido iniciado.
- **En proceso**, cuando el modelo se encuentra en desarrollo y continúa siendo actualizado.
- **Terminado**, cuando el modelo ha finalizado su desarrollo para la etapa correspondiente.

La incorporación de este campo permite obtener una visión general del estado del modelo digital, constituyendo una primera aproximación al seguimiento del desarrollo BIM dentro del sistema.
En conjunto, el módulo BIM representa el primer paso hacia la integración del modelo digital con el sistema de control de avance. Si bien en esta primera fase su función se limita al registro de información general del modelo, su verdadera relevancia radica en establecer la estructura necesaria para futuras etapas de automatización. En la siguiente fase de evolución del sistema, este módulo permitirá incorporar información directamente desde Autodesk Revit, posibilitando la actualización automática de parámetros, cantidades, estados de desarrollo y otros indicadores derivados del modelo BIM, fortaleciendo así la confiabilidad y eficiencia del sistema de gestión propuesto.

"El módulo BIM se incorpora en esta primera fase como la base estructural para futuras integraciones automáticas con el modelo digital, permitiendo que el diseño del sistema considere desde su origen una arquitectura escalable."

Campo	Descripción	Utilidad dentro del sistema
ID Proyecto	Identificador único del proyecto.	Relaciona el modelo BIM con el resto de los módulos del sistema.
ID Modelo BIM	Identificador único del archivo Revit.	Permite individualizar cada modelo y mantener su trazabilidad.
Nombre del Proyecto	Nombre del proyecto asociado al modelo.	Facilita la identificación durante el análisis.
Nombre del Modelo	Nombre del archivo Revit según la nomenclatura institucional.	Mantiene la coherencia documental y facilita su localización.
Tipo de Modelo	Emplazamiento, Edificio o Vivienda.	Clasifica el modelo según su función dentro del proyecto.
Versión	Control de versiones del archivo (V01, V02, V03...).	Permite identificar la evolución del modelo y mantener trazabilidad.
Número de Pisos	Cantidad de niveles del edificio o vivienda.	Permite analizar la complejidad del proyecto y futuras correlaciones con productividad.
ID Responsable	Identificador del profesional responsable del modelo.	Relaciona el modelo con el módulo Equipo.
Responsable	Nombre del profesional encargado del desarrollo del modelo.	Facilita la comunicación y continuidad del proyecto.
Estado del Modelo	Inexistente, En proceso o Terminado.	Permite conocer el estado general del desarrollo BIM.

3.3 Sistema de indicadores

Una vez estructurada la información mediante el modelo de datos, el siguiente paso consiste en transformar dichos datos en información útil que permita comprender el estado de los proyectos de forma clara, objetiva y oportuna. Si bien la base de datos constituye una fuente centralizada, confiable y estructurada de información, por sí sola no permite representar de manera inmediata el contexto real del desarrollo de un proyecto. Los datos almacenados describen hechos y registros individuales; sin embargo, requieren ser procesados e interpretados para convertirse en conocimiento capaz de apoyar la gestión del proyecto.

Con este propósito, el sistema incorpora un conjunto de **Indicadores Clave de Desempeño KPI**, los cuales sintetizan la información proveniente de los distintos módulos del sistema y la transforman en indicadores visuales que facilitan la comprensión del estado general del proyecto. Estos indicadores permiten interpretar grandes volúmenes de información mediante métricas simples, objetivas y comparables, favoreciendo una lectura rápida del desempeño de los proyectos y apoyando la toma de decisiones tanto a nivel operativo como estratégico.

El desarrollo de este sistema de indicadores responde directamente a las problemáticas identificadas en el diagnóstico realizado en el Capítulo 1, particularmente a la falta de visibilidad del avance de los proyectos, la dificultad para gestionar múltiples encargos de manera simultánea y la dependencia de reuniones periódicas para conocer el estado real del trabajo. Bajo esta metodología, el sistema busca reemplazar la consulta constante entre integrantes del equipo por una plataforma que entregue información actualizada y disponible para todos los actores involucrados.

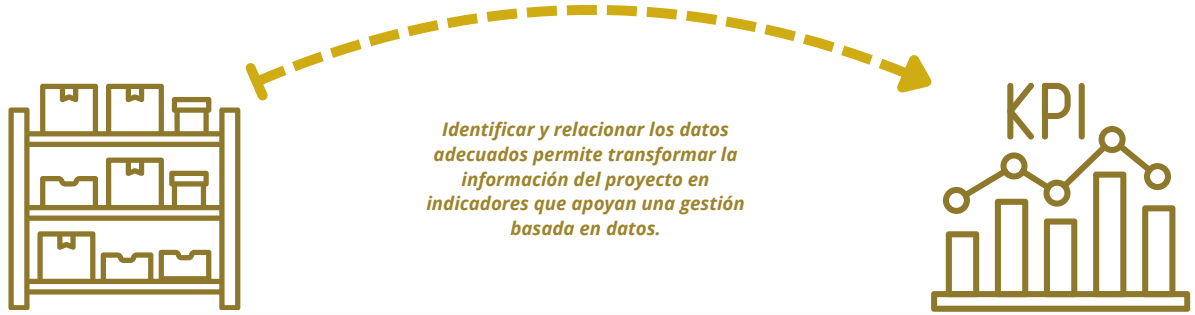
De esta manera, los indicadores constituyen una **herramienta de apoyo visual**, cuyo propósito es entregar una visión global del proyecto desde el primer momento. A través de ellos es posible identificar rápidamente qué proyectos presentan mayores niveles de riesgo, cuáles requieren una atención prioritaria y cuáles se desarrollan conforme a la planificación establecida. Esta capacidad de síntesis permite reducir considerablemente el tiempo destinado a recopilar información dispersa y favorece una gestión más eficiente de los proyectos.

Asimismo, el sistema de indicadores permite visualizar la distribución de los recursos humanos dentro de la oficina, identificando los equipos de trabajo asignados a cada proyecto, su estado de disponibilidad y, en futuras etapas de evolución del sistema, analizar indicadores asociados a productividad, carga laboral y desempeño según el tipo de proyecto desarrollado. Esta información proporciona una base objetiva para apoyar la redistribución de recursos, optimizar la planificación y fortalecer la continuidad operativa frente a cambios en la composición de los equipos.

Para garantizar la utilidad del sistema, cada indicador fue diseñado considerando cuatro principios fundamentales:

- **Objetividad**, utilizando únicamente información registrada dentro del modelo de datos, evitando interpretaciones subjetivas sobre el estado del proyecto.
- **Claridad**, representando la información mediante elementos visuales de fácil comprensión que permitan interpretar rápidamente el estado de cada proyecto.
- **Trazabilidad**, asegurando que cada indicador pueda relacionarse directamente con la información almacenada en los distintos módulos del sistema.
- **Apoyo a la toma de decisiones**, proporcionando información relevante para la planificación, el seguimiento del avance, la gestión de recursos y la priorización de actividades.

En conjunto, el sistema de indicadores constituye el vínculo entre el modelo de datos y la plataforma de visualización implementada mediante Power BI. Mientras el modelo de datos almacena y organiza la información del proyecto, el sistema de indicadores la procesa y sintetiza, permitiendo convertir datos aislados en conocimiento útil para la gestión. De esta forma, el sistema deja de ser únicamente un repositorio de información y se transforma en una herramienta capaz de apoyar la toma de decisiones, fortalecer la coordinación entre los equipos de trabajo y mejorar el control del avance de los proyectos de arquitectura.



"Mientras el modelo de datos responde a la pregunta ¿qué información existe?, el sistema de indicadores responde ¿qué significa esa información para la gestión del proyecto?".

3.3.1 Indicador de avance general del proyecto

El **Indicador de Avance General del Proyecto** constituye el principal indicador del sistema de control de avance, ya que permite representar, mediante un único valor porcentual, el grado de desarrollo alcanzado por un proyecto respecto del total de entregables definidos para su ejecución. Su objetivo es proporcionar una visión global del estado del proyecto, permitiendo conocer de forma inmediata el nivel de progreso alcanzado y facilitando la evaluación general del desempeño del equipo de trabajo.

Dentro del sistema propuesto, este indicador representa el primer elemento de análisis para la gerencia de proyectos, ya que entrega una referencia rápida del estado en que se encuentra cada proyecto sin necesidad de revisar individualmente los distintos entregables que lo componen. De esta manera, el porcentaje de avance funciona como un indicador inicial que orienta la toma de decisiones, permitiendo identificar proyectos que requieren mayor seguimiento, redistribución de recursos o revisión de la planificación.

La metodología desarrollada en esta investigación define el avance del proyecto a partir del estado de cumplimiento de sus entregables definido en la fuente de datos. Cada entregable posee un **factor de avance**, asignado de acuerdo con el estado en que se encuentra la actividad:

Estado	Factor de avance
Falta	0%
En proceso	50%
Corregir	75%
Terminado	100%

Bajo este criterio, el porcentaje de avance general corresponde al promedio de los factores de avance registrados para todos los entregables asociados al proyecto. Esta metodología presenta la ventaja de utilizar un criterio simple, objetivo y fácilmente replicable, evitando estimaciones subjetivas del porcentaje de avance realizadas por cada profesional y permitiendo que todos los proyectos sean evaluados bajo una misma lógica de medición.

Para el cálculo del indicador, Power BI utiliza una medida desarrollada mediante el lenguaje **DAX (Data Analysis Expressions)**, la cual obtiene el promedio del factor de avance registrado en el módulo de entregables.

$$\text{Avance General} = \frac{\sum \text{Factor de Avance de los Entregables}}{\text{Número Total de Entregables}}$$

En la implementación realizada mediante Power BI, esta operación se expresa mediante la siguiente medida:

```
Avance General =
AVERAGE(ENTREGABLES[FACTOR DE AVANCE]) / 100
```

El resultado obtenido se representa como un porcentaje comprendido entre **0 % y 100 %**, permitiendo comparar de manera homogénea el estado de avance entre distintos proyectos, independientemente de su tamaño o cantidad de entregables. Asimismo, este indicador constituye la base para el desarrollo de otros análisis incorporados en el sistema, tales como la comparación entre proyectos, la priorización de recursos humanos y la evaluación del cumplimiento de los plazos establecidos.

En consecuencia, el indicador de avance general no solo representa el porcentaje de desarrollo de un proyecto, sino que constituye el principal parámetro para evaluar su evolución dentro del sistema de gestión propuesto, proporcionando una medida objetiva y fácilmente interpretable que sirve como punto de partida para la toma de decisiones de la gerencia y de los equipos de trabajo.

Rango de avance	Interpretación
0–25 %	Etapa inicial del proyecto o bajo nivel de desarrollo.
26–50 %	Proyecto en desarrollo, con una parte importante de los entregables aún pendientes.
51–75 %	Proyecto con avance consolidado, próximo a completar su desarrollo.
76–99 %	Proyecto en etapa final, orientado a revisiones y cierre de entregables.
100%	Proyecto completamente finalizado respecto de los entregables definidos.

3.3.2 Indicador de comparación entre proyectos

El **Indicador de Comparación entre Proyectos** tiene como objetivo proporcionar una visión global del estado de avance de todos los proyectos que se encuentran en desarrollo dentro de la oficina. A diferencia del indicador de avance general, el cual representa el comportamiento de un único proyecto, este indicador permite analizar simultáneamente el avance de múltiples encargos, facilitando su comparación y estableciendo una jerarquización según su nivel de desarrollo.

La incorporación de este indicador responde a una de las principales problemáticas identificadas durante el diagnóstico realizado en el Capítulo 1: la dificultad para visualizar el estado general de los proyectos que se desarrollan de manera paralela. En muchas oficinas de arquitectura, la información del avance se encuentra distribuida entre distintos profesionales o se obtiene únicamente mediante reuniones de coordinación, dificultando que la gerencia pueda identificar rápidamente cuáles son los proyectos que requieren una mayor atención.

Mediante la comparación directa del porcentaje de avance de cada proyecto, el sistema permite identificar de forma inmediata aquellos encargos que presentan un menor nivel de desarrollo respecto del resto. Esta información constituye una herramienta de apoyo para la toma de decisiones, permitiendo priorizar reuniones de seguimiento, redistribuir recursos humanos, revisar la planificación establecida o reforzar determinadas áreas del proyecto antes de que se produzcan retrasos significativos.

Es importante señalar que este indicador no pretende establecer una competencia entre proyectos, sino entregar una referencia visual del estado relativo de cada uno de ellos. La interpretación del indicador siempre debe realizarse considerando el contexto particular de cada proyecto, su fecha de inicio, su etapa de desarrollo y los plazos comprometidos. De esta manera, un proyecto con un porcentaje de avance menor no necesariamente representa un problema, sino que puede encontrarse en una etapa inicial de desarrollo. Sin embargo, cuando proyectos con características similares presentan diferencias importantes en su nivel de avance, el indicador permite detectar tempranamente posibles desviaciones que justifican un análisis más detallado.

Para su representación se utiliza un **gráfico de barras horizontal**, debido a que este tipo de visualización facilita la comparación entre múltiples categorías y permite identificar rápidamente las diferencias existentes entre los distintos proyectos. En el eje horizontal (X) se representa el **Indicador de Avance General**, expresado como porcentaje de cumplimiento del proyecto, mientras que en el eje vertical (Y) se dispone el **nombre de cada proyecto**. A partir de esta configuración, Power BI realiza automáticamente la segmentación de la información utilizando el nombre del proyecto como categoría y el porcentaje de avance como variable cuantitativa.

La representación gráfica mediante barras horizontales permite que la gerencia pueda interpretar el estado general de la oficina con una sola visualización, identificando cuáles son los proyectos con mayor nivel de avance y cuáles requieren un seguimiento prioritario. Asimismo, este indicador constituye un complemento al resto del sistema de control de avance, ya que proporciona una visión comparativa que no es posible obtener al analizar los proyectos de manera individual.

En consecuencia, el **Indicador de Comparación entre Proyectos** transforma la información individual de cada proyecto en una herramienta de gestión transversal, permitiendo establecer prioridades, optimizar la asignación de recursos y fortalecer la capacidad de respuesta frente a proyectos que presentan un desarrollo inferior al esperado.

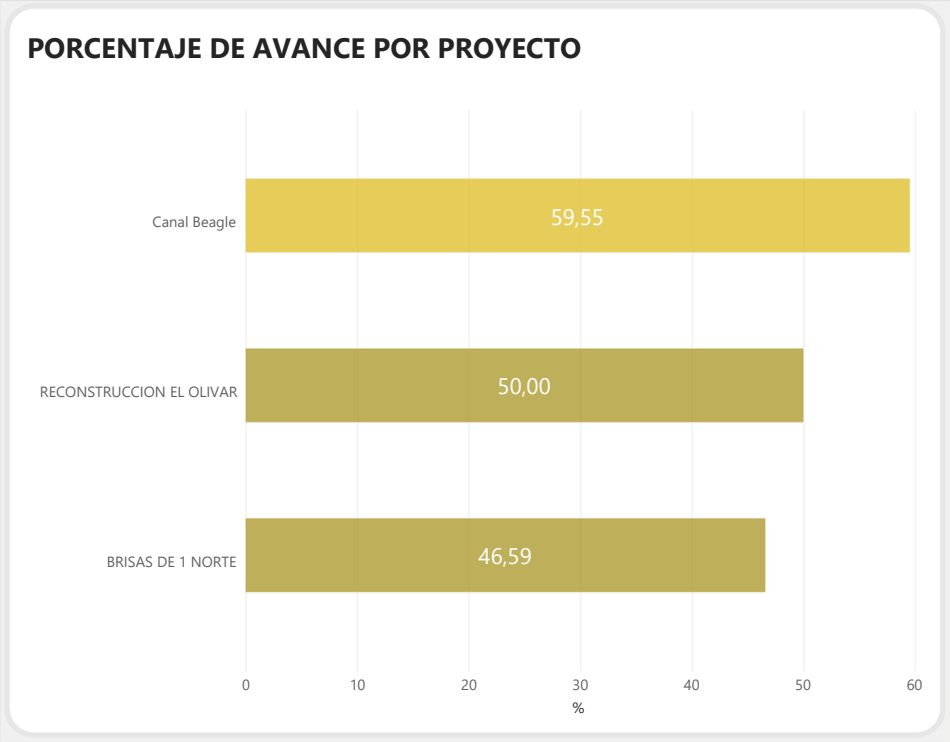


Figura 3.8. Indicador de comparación entre proyectos correspondiente a la Fase I de implementación del sistema. La figura representa el porcentaje de avance de los proyectos Canal Beagle, Reconstrucción El Olivar y Brisas de 1 Norte, obtenido a partir del dashboard desarrollado en Power BI.
Fuente: Elaboración propia.

3.3.3 Indicador de gestión del equipo

El **Indicador de Gestión del Equipo** tiene como finalidad proporcionar una visión clara de la distribución de los recursos humanos dentro de la oficina, permitiendo identificar qué profesionales participan en cada proyecto, cuál es su cargo y cuál es su estado de disponibilidad. A diferencia de los indicadores anteriores, cuyo enfoque se centra en el estado del proyecto, este indicador orienta su análisis hacia las personas que participan en su desarrollo, constituyendo una herramienta de apoyo para la planificación y administración del capital humano.

La incorporación de este indicador responde a la necesidad de mejorar la visibilidad de los equipos de trabajo y facilitar la coordinación entre los distintos actores que participan en el desarrollo de los proyectos. En oficinas de arquitectura es frecuente que un mismo profesional participe simultáneamente en varios encargos o que, debido a cambios en la planificación, deba ser reasignado a otro proyecto con poca anticipación. Contar con una representación visual de la composición de los equipos permite que la gerencia conozca en todo momento la disponibilidad del personal y pueda tomar decisiones de manera más ágil.

El indicador presenta la información mediante una **tabla interactiva**, en la cual se muestran los integrantes del equipo asociados al proyecto seleccionado, junto con su cargo y estado de disponibilidad. La utilización de filtros dinámicos desarrollados en Power BI permite visualizar únicamente la información correspondiente al proyecto que se desea analizar, facilitando la consulta de los equipos responsables sin necesidad de revisar múltiples registros de forma manual.

Dentro de esta visualización, los colaboradores pueden clasificarse según su estado de disponibilidad, considerando las siguientes categorías:

- **Activo**: participa actualmente en el desarrollo del proyecto.
- **Inactivo**: pertenece a la organización, pero no se encuentra asignado al proyecto seleccionado.
- **Vacaciones**: se encuentra temporalmente ausente debido a su período de descanso legal.
- **Licencia o permiso**: corresponde a colaboradores que, por motivos justificados, no se encuentran disponibles para desarrollar sus funciones.

Esta clasificación permite conocer rápidamente la capacidad operativa del equipo y facilita la planificación frente a situaciones que puedan afectar la disponibilidad de recursos humanos.

Asimismo, el indicador muestra el **cargo** de cada integrante, permitiendo identificar rápidamente las responsabilidades asociadas a cada profesional. Esta información resulta especialmente útil durante procesos de coordinación con consultores externos y oficinas de especialidades, donde es necesario reconocer con facilidad quién es el responsable de determinada disciplina o área técnica. En futuras etapas de evolución del sistema, este indicador podrá complementarse con información adicional, como datos de contacto, disponibilidad horaria, carga de trabajo e indicadores de productividad individual.

La información utilizada para construir este indicador proviene directamente del **Módulo Equipo**, donde se registran los datos de cada colaborador. Power BI establece automáticamente las relaciones entre las tablas del modelo mediante los identificadores únicos (**ID del proyecto e ID del colaborador**), permitiendo filtrar y segmentar la información de acuerdo con el proyecto seleccionado sin necesidad de duplicar registros. Este modelo relacional garantiza la consistencia de los datos y facilita la actualización del sistema a medida que se producen cambios en la composición de los equipos.

En consecuencia, el **Indicador de Gestión del Equipo** constituye una herramienta de apoyo para la administración de los recursos humanos, permitiendo visualizar de forma inmediata quiénes participan en cada proyecto, cuál es su disponibilidad y qué funciones desempeñan dentro de la organización. De esta manera, el sistema contribuye a mejorar la coordinación entre los equipos de trabajo, optimizar la asignación de recursos y disminuir la dependencia del conocimiento individual para la gestión de los proyectos.

Proyecto	NOMBRE	CARGO	ESTADO
BRISAS DE 1 NORTE	Alejandro Bustamante	Arquitecto Gerente	INACTIVO
BRISAS DE 1 NORTE	Carol Silva	Dibujante BIM	INACTIVO
BRISAS DE 1 NORTE	Fernando bustamente	Arquitecto Gerente	INACTIVO
BRISAS DE 1 NORTE	Francisco Hughes	Practicante	INACTIVO
BRISAS DE 1 NORTE	Ignacio Barria	Arquitecto Gerente	INACTIVO
BRISAS DE 1 NORTE	Jose Aguayo	Arquitecto Gerente	INACTIVO
BRISAS DE 1 NORTE	Maria Jose	Arquitecto Gerente	INACTIVO
BRISAS DE 1 NORTE	Martin Towsend	Arquitecto	INACTIVO
BRISAS DE 1 NORTE	Matias Fernandez	Dibujante BIM	INACTIVO
Canal Beagle	Alejandro Bustamante	Arquitecto Gerente	INACTIVO
Canal Beagle	Benjamin Ascuy	Dibujantes CAD	INACTIVO
Canal Beagle	Fernando bustamente	Arquitecto Gerente	INACTIVO
Canal Beagle	Franco Astudillo	Arquitecto	INACTIVO
Canal Beagle	Ignacio Barria	Arquitecto Gerente	INACTIVO
Canal Beagle	Javier Palacios	Dibujante BIM	INACTIVO

Figura 3.9. Tabla correspondiente al indicador de gestión del equipo implementado en el dashboard de la Fase I.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 3.10. Segmentadores de proyecto y estado de disponibilidad del equipo, configurados para el proyecto Canal Beagle y colaboradores con estado Activo.
Fuente: Elaboración propia.

Proyecto	NOMBRE	CARGO	ESTADO
Canal Beagle	Carol Silva	Dibujante BIM	ACTIVO
Canal Beagle	Francisco Hughes	Practicante	ACTIVO
Canal Beagle	Martin Towsend	Arquitecto	ACTIVO

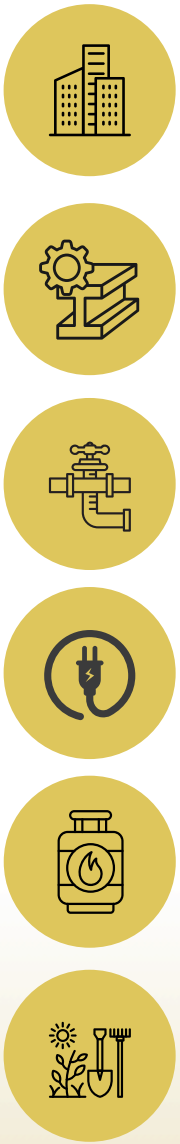
Figura 3.11 Indicador de gestión del equipo con filtros aplicados por proyecto y estado del personal en el dashboard desarrollado para la Fase I.
Fuente: Elaboración propia.

3.3.4 Indicador de avance por disciplina

El **Indicador de Avance por Especialidad** tiene como objetivo representar el nivel de desarrollo de cada una de las disciplinas que participan en el proyecto, permitiendo identificar de manera individual el estado de avance de las distintas especialidades involucradas. Mientras el indicador de avance general entrega una visión global del proyecto, este indicador profundiza en el análisis interno, mostrando qué disciplinas presentan un desarrollo acorde con la planificación y cuáles requieren una mayor atención por parte de la gerencia.

La incorporación de este indicador responde a la necesidad de detectar oportunamente aquellas especialidades que podrían transformarse en un **cuello de botella** para el desarrollo del proyecto. En proyectos de arquitectura es habitual que participen diversas disciplinas (como arquitectura, cálculo estructural, instalaciones sanitarias, electricidad, climatización o paisajismo), cuyo desarrollo debe mantenerse coordinado para cumplir los plazos establecidos. Un retraso significativo en cualquiera de ellas puede afectar directamente el avance del proyecto completo y comprometer la programación de las siguientes etapas.

Por ejemplo, un proyecto puede presentar un **avance general del 80 %**, situación que inicialmente podría interpretarse como un desarrollo satisfactorio. Sin embargo, al analizar el avance por especialidad, es posible identificar que una disciplina específica (como instalaciones eléctricas) presenta un avance considerablemente inferior, por ejemplo un 17 %. Esta situación constituye una señal de alerta para el **Project Manager**, quien podrá tomar medidas oportunas, tales como coordinar reuniones con la oficina de especialidad correspondiente, solicitar información adicional o redefinir la planificación para evitar retrasos en la entrega final.



Para representar esta información se utiliza un **gráfico de barras horizontal**, debido a que este tipo de visualización facilita la comparación entre múltiples categorías y permite identificar rápidamente las diferencias de avance entre las distintas disciplinas. En el eje horizontal (**X**) se representa el **porcentaje de avance** calculado a partir del promedio del factor de avance de los entregables pertenecientes a cada especialidad, mientras que en el eje vertical (**Y**) se dispone el nombre de las disciplinas, permitiendo que Power BI realice automáticamente la segmentación de la información.

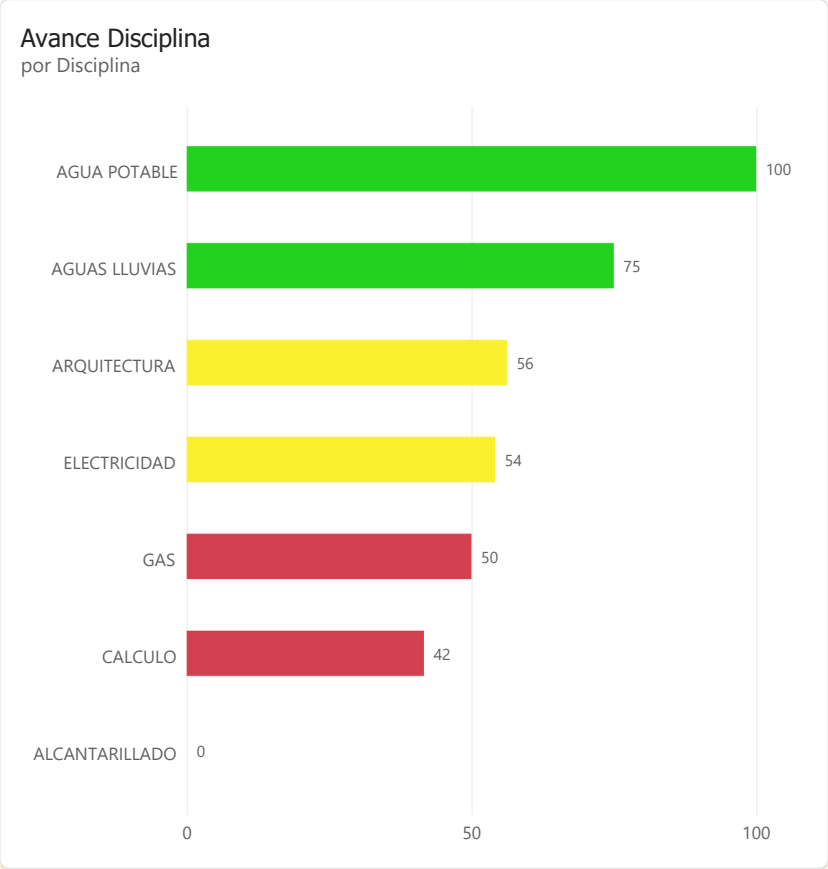


Figura 3.12. Indicador de avance por especialidad, que permite visualizar el estado de progreso de cada disciplina e identificar aquellas que presentan riesgo de atraso.
Fuente: Elaboración propia.

Con el propósito de facilitar aún más la interpretación del gráfico, el indicador incorpora una clasificación visual mediante una escala de colores, permitiendo reconocer rápidamente el estado de cada especialidad sin necesidad de analizar detalladamente los porcentajes. Para esta primera implementación se definieron los siguientes rangos de evaluación:

Rango de avance	Color	Interpretación
0 % – 50 %	🔴 Rojo	Especialidad con bajo nivel de avance, requiriendo atención
51 % – 75 %	🟡 Amarillo	Especialidad con avance intermedio, que debe mantenerse bajo
76 % – 100 %	🟢 Verde	Especialidad con un desarrollo acorde a la planificación establecida.

La utilización de esta codificación por colores permite reducir el tiempo de interpretación del indicador y facilita la identificación inmediata de las disciplinas críticas, contribuyendo a una toma de decisiones más rápida y eficiente por parte de la gerencia.

La información utilizada para generar este indicador proviene directamente del **Módulo Entregables**, donde cada actividad se encuentra asociada a una disciplina específica. Mediante las relaciones establecidas en el modelo de datos, Power BI calcula automáticamente el promedio del factor de avance de los entregables pertenecientes a cada especialidad, actualizando la visualización cada vez que se modifica el estado de una entrega.

En consecuencia, el **Indicador de Avance por Especialidad** constituye una herramienta de apoyo para la coordinación interdisciplinaria, permitiendo identificar tempranamente aquellas áreas que presentan un menor nivel de desarrollo y que podrían afectar el cumplimiento de los plazos del proyecto. De esta forma, el sistema no solo entrega una visión global del avance, sino que también permite comprender **qué disciplina está condicionando el desarrollo del proyecto**, fortaleciendo la planificación, la coordinación entre especialidades y la capacidad de respuesta frente a posibles desviaciones

3.3.5 Panel de seguimiento de entregables

El **Panel de Seguimiento de Entregables** constituye el nivel operativo del sistema de control de avance, proporcionando una visualización detallada del estado de cada una de las actividades que conforman el proyecto. A diferencia de los indicadores desarrollados anteriormente, cuyo propósito es sintetizar el comportamiento general del proyecto mediante indicadores clave de desempeño (KPI), este panel permite analizar de forma individual cada entregable, facilitando el seguimiento diario de las tareas y apoyando directamente la gestión operativa del proyecto.

Su principal objetivo consiste en entregar información suficiente para comprender el estado actual de cada actividad, identificar los responsables de su desarrollo y detectar oportunamente posibles retrasos que puedan afectar el cumplimiento de la planificación. De esta manera, el panel permite responder preguntas tales como: ¿qué entregables faltan por desarrollar?, ¿quién es el responsable de cada actividad?, ¿qué especialidad presenta mayores retrasos?, ¿qué tareas requieren atención inmediata? y ¿qué actividades se encuentran próximas a vencer?

Toda la información presentada proviene directamente del **Módulo Entregables** definido en el modelo de datos. Gracias a las relaciones establecidas mediante los identificadores únicos (ID del proyecto e ID del colaborador), Power BI realiza automáticamente la segmentación de la información según el proyecto seleccionado, permitiendo visualizar únicamente los entregables asociados al filtro aplicado sin duplicar registros ni alterar la consistencia de la base de datos.

Para cada entregable el sistema presenta la siguiente información:

- Nombre del proyecto.
- Disciplina o especialidad.
- Nombre del entregable.
- Responsable asignado.
- Estado de desarrollo.
- Fecha de compromiso.
- Días restantes para la entrega.
- Estado del plazo.

En conjunto, estos antecedentes permiten comprender de forma inmediata el contexto de cada actividad, facilitando la coordinación entre los distintos integrantes del equipo y permitiendo que la gerencia pueda realizar un seguimiento detallado del desarrollo del proyecto.

PANEL DETALLADO DE ENTREGABLES

Proyecto	Entregable	Disciplina	Estado_Plazo	Avance General	Fecha_Compromiso	Responsable	Estado	Suma de Dias_Restantes
BRISAS DE 1 NORTE	PLANTA 01	ARQUITECTURA	Terminado	100,00 %	19-08-2026	Jose Aguayo	TERMINADO	42
BRISAS DE 1 NORTE	PLANTA 02	ARQUITECTURA	Al Día	0,00 %	20-08-2026	Jose Aguayo	FALTA	43
BRISAS DE 1 NORTE	PLANTA 03	ARQUITECTURA	Terminado	100,00 %	21-08-2026	Jose Aguayo	TERMINADO	44
BRISAS DE 1 NORTE	PLANTA 04	ARQUITECTURA	Al Día	50,00 %	22-08-2026	Jose Aguayo	EN PROCESO	45
BRISAS DE 1 NORTE	PLANTA 05	ARQUITECTURA	Al Día	50,00 %	23-08-2026	Jose Aguayo	EN PROCESO	46
BRISAS DE 1 NORTE	PLANTA 06	ARQUITECTURA	Al Día	50,00 %	24-08-2026	Jose Aguayo	EN PROCESO	47
BRISAS DE 1 NORTE	PLANTA 07	ARQUITECTURA	Al Día	50,00 %	25-08-2027	Jose Aguayo	EN PROCESO	413
BRISAS DE 1 NORTE	PLANTA 08	ARQUITECTURA	Al Día	50,00 %	26-08-2027	Jose Aguayo	EN PROCESO	414
BRISAS DE 1 NORTE	PLANTA 09	ARQUITECTURA	Al Día	50,00 %	27-08-2027	Jose Aguayo	EN PROCESO	415
BRISAS DE 1 NORTE	PLANTA 10	CALCULO	Al Día	50,00 %	28-08-2027	Jose Aguayo	EN PROCESO	416
BRISAS DE 1 NORTE	PLANTA 11	CALCULO	Al Día	50,00 %	29-08-2027	Jose Aguayo	EN PROCESO	417
BRISAS DE 1 NORTE	PLANTA 12	CALCULO	Al Día	0,00 %	30-08-2027	Jose Aguayo	FALTA	418
BRISAS DE 1 NORTE	PLANTA 13	CALCULO	Al Día	50,00 %	31-08-2027	Jose Aguayo	EN PROCESO	419
BRISAS DE 1 NORTE	PLANTA 14	CALCULO	Al Día	0,00 %	01-09-2027	Jose Aguayo	FALTA	420
BRISAS DE 1 NORTE	PLANTA 15	CALCULO	Al Día	50,00 %	02-09-2027	Jose Aguayo	EN PROCESO	421
BRISAS DE 1 NORTE	PLANTA 16	CALCULO	Al Día	50,00 %	03-09-2027	Jose Aguayo	EN PROCESO	422
BRISAS DE 1 NORTE	PLANTA 17	CALCULO	Al Día	50,00 %	04-09-2027	Jose Aguayo	EN PROCESO	423
BRISAS DE 1 NORTE	PLANTA 18	ELECTRICIDAD	Al Día	50,00 %	05-09-2027	Carol Silva	EN PROCESO	424
BRISAS DE 1 NORTE	PLANTA 19	ELECTRICIDAD	Al Día	75,00 %	06-09-2027	Carol Silva	CORREGIR	425
BRISAS DE 1 NORTE	PLANTA 20	ELECTRICIDAD	Al Día	50,00 %	07-09-2027	Carol Silva	EN PROCESO	426
BRISAS DE 1 NORTE	PLANTA 21	ELECTRICIDAD	Al Día	0,00 %	08-09-2027	Carol Silva	FALTA	427

Figura 3.12. Panel de seguimiento de entregables correspondiente al dashboard desarrollado para la Fase I del sistema.
Fuente: Elaboración propia.

Días restantes para la entrega

Con el propósito de fortalecer el control temporal del proyecto, el sistema incorpora un indicador denominado **Días Restantes**, el cual representa la cantidad de días existentes entre la fecha actual y la fecha comprometida para la entrega de cada actividad.

Este indicador permite conocer de manera inmediata el tiempo disponible para completar cada entregable, constituyendo una herramienta de apoyo para la planificación diaria del equipo y la priorización de tareas críticas.

El cálculo se obtiene mediante la diferencia entre la fecha actual del sistema y la fecha de compromiso registrada para cada entregable.
En Power BI este cálculo se desarrolla mediante la siguiente expresión en lenguaje DAX:

```
Dias_Restantes =
DATEDIFF(
TODAY(),
ENTREGABLES[Fecha_Compromiso],
DAY
)
```

Estado del plazo

Complementando el indicador anterior, el sistema incorpora una clasificación denominada **Estado del Plazo**, cuyo propósito es interpretar automáticamente el nivel de criticidad de cada entregable considerando simultáneamente su porcentaje de avance y la cercanía de la fecha comprometida.
Para esta primera fase de implementación se establecieron cuatro estados:

Estado	Criterio
Terminado	Entregable con un avance igual al 100 %.
Al día	Entregable aún no terminado, pero con más de siete días disponibles para su entrega.
Próximo a vencer	Entregable pendiente cuyo plazo vence dentro de los próximos siete días.
Atrasado	Entregable cuya fecha comprometida ya fue superada sin encontrarse terminado.

Esta clasificación permite que la gerencia identifique rápidamente las actividades que requieren mayor atención, favoreciendo la planificación de las tareas pendientes y reduciendo el riesgo de incumplimiento de los plazos establecidos.

La lógica implementada en Power BI corresponde a la siguiente expresión:

```
Estado_Plazo =
IF(
ENTREGABLES[FACTOR DE AVANCE] >= 100,
"Terminado",
IF(
TODAY() > ENTREGABLES[Fecha_Compromiso],
"Atrasado",
IF(
DATEDIFF(TODAY(), ENTREGABLES[Fecha_Compromiso], DAY)
<= 7,
"Próximo a vencer",
"Al Día"
)
)
)
```

Alertas visuales

Con el propósito de facilitar la interpretación del panel, el sistema incorpora un esquema de colores asociado al estado del plazo.

Estado	Color
Atrasado	🔴 Rojo
Próximo a vencer	🟣 Morado

Esta codificación visual permite identificar de manera inmediata aquellas actividades que requieren intervención prioritaria, reduciendo considerablemente el tiempo necesario para interpretar el estado general del proyecto.

KPIs complementarios del panel o Indicadores operacionales del proyecto

Como complemento al panel de seguimiento, se incorporan tres indicadores resumen que sintetizan la información de los entregables y permiten interpretar rápidamente el nivel de desarrollo del proyecto.

Total de entregables

Este indicador representa la cantidad total de entregables asociados al proyecto seleccionado.
Su principal utilidad consiste en dimensionar el alcance documental del proyecto, permitiendo conocer el volumen total de planos, memorias y documentación técnica que deberán desarrollarse, revisarse y emitirse durante el proceso.
Asimismo, este indicador resulta útil para estimar la cantidad de documentación que deberá imprimirse, revisarse o firmarse antes de la entrega final.
Su cálculo en Power BI corresponde a:

```
Total Entregables =
COUNTROWS(ENTREGABLES)
```

Entregables terminados

Este indicador representa el número total de entregables cuyo estado corresponde a Terminado, es decir, aquellos que alcanzan un 100 % de avance.
Su utilización permite conocer rápidamente el volumen de documentación completamente desarrollada y aprobada, constituyendo una referencia útil durante reuniones de coordinación o revisiones previas a las entregas oficiales.
En Power BI se calcula mediante:

```
Entregables Terminados =
COUNTROWS(
FILTER(
ENTREGABLES,
ENTREGABLES[FACTOR DE AVANCE] >= 100
)
)
```

Entregables críticos

Finalmente, el sistema incorpora el indicador **Entregables Críticos**, el cual contabiliza todas aquellas actividades clasificadas como **Próximo a vencer** o **Atrasado**.

Este indicador representa probablemente la información más importante para la gestión diaria del proyecto, ya que identifica de forma inmediata las tareas que requieren atención prioritaria. En oficinas donde múltiples actividades se desarrollan simultáneamente, este indicador funciona como una herramienta de priorización, permitiendo concentrar los esfuerzos del equipo en aquellas tareas cuyo incumplimiento podría afectar directamente la planificación del proyecto.

En Power BI su cálculo corresponde a:

```
Entregables Criticos =
COUNTROWS(
FILTER(
ENTREGABLES,
ENTREGABLES[Estado_Plazo] <> "Al Día"
&&
ENTREGABLES[Estado_Plazo] <> "Terminado"
)
)
```

PANEL DETALLADO DE ENTREGABLES

Proyecto	Entregable	Disciplina	Estado_Plazo	Avance General	Fecha_Compromiso	Responsable	Estado	Suma de Dias_Restantes
Canal Beagle		AGUAS LLUVIAS	Próximo a vencer	75,00 %	13-07-2026	Francisco Hughes	CORREGIR	5
Canal Beagle		ALCANTARILLADO	Próximo a vencer	0,00 %	11-07-2026	Francisco Hughes	FALTA	3
Canal Beagle		CALCULO	Próximo a vencer	75,00 %	08-07-2026	Francisco Hughes	CORREGIR	0
Canal Beagle		GAS	Próximo a vencer	50,00 %	12-07-2026	Francisco Hughes	EN PROCESO	4
Canal Beagle	DETALLE DEPTO B1	ARQUITECTURA	Próximo a vencer	50,00 %	14-07-2026	Franco Astudillo	EN PROCESO	6
Canal Beagle	DETALLE DEPTO B2	ARQUITECTURA	Próximo a vencer	0,00 %	15-07-2026	Franco Astudillo	FALTA	7

Figura 3.13. Panel de seguimiento de entregables con segmentación en el estado de plazo "Próximo a vencer", correspondiente al dashboard desarrollado para la Fase I del sistema.
Fuente: Elaboración propia.

PANEL DETALLADO DE ENTREGABLES

Proyecto	Entregable	Disciplina	Estado_Plazo	Avance General	Fecha_Compromiso	Responsable	Estado	Suma de Dias_Restantes
Canal Beagle	PLANTA CUBIERTA	ARQUITECTURA	Atrasado	0,00 %	23-06-2026	Francisco Hughes	FALTA	-16
Canal Beagle	ELEVACIONES	ARQUITECTURA	Atrasado	50,00 %	25-06-2026	Francisco Hughes	EN PROCESO	-14
Canal Beagle		CALCULO	Atrasado	75,00 %	08-07-2026	Francisco Hughes	CORREGIR	-1
Canal Beagle	PLANTA PISO TIPO	ARQUITECTURA	Atrasado	75,00 %	20-06-2026	Francisco Hughes	CORREGIR	-19

Figura 3.14. Panel de seguimiento de entregables con segmentación en el estado de plazo "Atrasado", correspondiente al dashboard desarrollado para la Fase I del sistema.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 3.15. Indicadores KPI de avance general, total de entregables, entregables terminados y entregables críticos correspondientes al dashboard desarrollado para la Fase I del sistema.
Fuente: Elaboración propia.

3.3.6 Indicadores de control temporal

Los indicadores temporales tienen como objetivo proporcionar información relacionada con la planificación y el cumplimiento de los plazos del proyecto. A diferencia de los indicadores de avance, estos no representan el desarrollo físico del proyecto, sino que entregan información sobre el tiempo disponible para cumplir los hitos establecidos, permitiendo anticipar posibles retrasos y mejorar la planificación de las actividades.

Indicador Fecha de Termino

El Indicador de **Fecha de Termino** tiene como objetivo informar de manera inmediata el plazo final comprometido para la ejecución del proyecto. A diferencia de los indicadores de avance, que representan el desarrollo alcanzado, este indicador establece el horizonte temporal sobre el cual debe planificarse y coordinarse el trabajo del equipo, permitiendo que todos los integrantes conozcan la fecha límite para completar las actividades programadas.

La incorporación de este indicador resulta fundamental para la gestión del proyecto, ya que la fecha de entrega constituye uno de los principales parámetros de planificación utilizados por la gerencia para coordinar reuniones, programar revisiones, distribuir cargas de trabajo y controlar el cumplimiento de los hitos establecidos durante el desarrollo del proyecto. Mantener esta información permanentemente visible dentro del dashboard permite que todo el equipo tenga presente el plazo comprometido, favoreciendo una mejor organización del trabajo y disminuyendo el riesgo de incumplimientos derivados de una planificación deficiente.

La información presentada por este indicador proviene directamente del **Módulo Proyectos**, donde se registra la fecha estimada de término definida para cada proyecto. Mediante la segmentación implementada en Power BI, el sistema actualiza automáticamente la fecha mostrada de acuerdo con el proyecto seleccionado, garantizando que la información visualizada corresponda siempre al encargo que se encuentra siendo analizado.

Aunque este indicador corresponde únicamente a una fecha, su incorporación dentro del panel principal del sistema permite contextualizar el resto de los indicadores desarrollados. El porcentaje de avance, la cantidad de entregables pendientes o el estado de las especialidades adquieren un significado distinto dependiendo del tiempo disponible para completar el proyecto. En consecuencia, la fecha de entrega actúa como un elemento de referencia temporal que permite interpretar correctamente el estado general del proyecto y apoyar la toma de decisiones relacionadas con la planificación y el seguimiento de las actividades.

Indicador Dias Restantes

El **Indicador de Días Restantes** tiene como objetivo cuantificar el tiempo disponible hasta la fecha comprometida de entrega del proyecto, permitiendo conocer de forma inmediata la cantidad de días que restan para finalizar el desarrollo de todas las actividades programadas. A diferencia del indicador de fecha de entrega, que únicamente informa el plazo establecido, este indicador transforma dicha información en un valor numérico fácilmente interpretable, facilitando la evaluación del tiempo disponible para completar el proyecto.

La principal utilidad de este indicador radica en proporcionar una referencia temporal que permita contextualizar el estado de avance del proyecto. Un mismo porcentaje de avance puede representar situaciones completamente distintas dependiendo del tiempo restante para su entrega. Por ejemplo, un proyecto con un **80 % de avance** puede considerarse dentro de la planificación si aún restan varias semanas para su término; sin embargo, ese mismo porcentaje puede transformarse en un estado crítico si únicamente quedan pocos días para cumplir la fecha comprometida. En este sentido, el indicador de días restantes complementa la información entregada por el porcentaje de avance, permitiendo realizar una evaluación más objetiva del estado real del proyecto.

Asimismo, este indicador constituye una herramienta de apoyo para la planificación de las actividades y la gestión de recursos humanos, ya que permite anticipar períodos de mayor carga de trabajo, programar reuniones de seguimiento y priorizar aquellas tareas que requieren ser ejecutadas antes del vencimiento del plazo establecido. De esta manera, la gerencia puede adoptar decisiones oportunas orientadas a redistribuir recursos, reorganizar actividades o reforzar equipos de trabajo cuando el tiempo disponible comienza a ser insuficiente respecto del avance alcanzado.

El cálculo del indicador corresponde a la diferencia entre la **fecha comprometida de término del proyecto** y la **fecha actual** del sistema, expresando el resultado en días calendario. La información de la fecha de término se obtiene directamente desde el **Módulo Proyectos**, mientras que la fecha actual es proporcionada automáticamente por el sistema operativo del equipo donde se ejecuta Power BI. Debido a ello, es importante mantener correctamente configurada la fecha del dispositivo para asegurar que el indicador represente la información real del proyecto.

En Power BI, el cálculo se implementa mediante la siguiente expresión en lenguaje DAX:

```
Dias para Entrega =
DATEDIFF(
    TODAY(),
    SELECTEDVALUE(PROYECTOS[Fecha_Termino]),
    DAY
)
```

El resultado obtenido se actualiza automáticamente cada día, permitiendo que el dashboard entregue una referencia temporal permanente sin necesidad de modificar manualmente la información. De esta forma, el indicador se convierte en un elemento fundamental para interpretar el contexto del proyecto, complementando los indicadores de avance y fortaleciendo la capacidad de planificación y control desarrollada por el sistema propuesto.

Indicador de Próxima reunión

El **Indicador de Próxima Reunión** tiene como finalidad informar la fecha de la siguiente reunión de coordinación programada para el proyecto, permitiendo que todo el equipo conozca con anticipación el próximo hito de seguimiento dentro del desarrollo del proyecto. A diferencia de los indicadores anteriores, que representan el estado del proyecto o el tiempo restante para su entrega, este indicador se orienta a la planificación de las actividades de coordinación, constituyendo un punto de referencia para la organización del trabajo previo a cada instancia de revisión.

Las reuniones de coordinación representan uno de los principales mecanismos de control utilizados durante el desarrollo de proyectos de arquitectura, ya que en ellas se revisa el estado de avance, se analizan observaciones, se coordinan las distintas especialidades y se establecen las tareas necesarias para continuar con el desarrollo del proyecto. Mantener permanentemente visible la fecha de la próxima reunión permite que los integrantes del equipo puedan organizar sus actividades, preparar la documentación requerida y asegurar que los entregables comprometidos se encuentren desarrollados antes de dicha instancia.

Asimismo, este indicador facilita la planificación interna de la oficina, ya que permite anticipar períodos de mayor carga de trabajo asociados a reuniones de coordinación, revisiones con el mandante o encuentros técnicos con las distintas especialidades. De esta forma, la gerencia puede distribuir adecuadamente las tareas del equipo y priorizar aquellas actividades que deben encontrarse finalizadas antes de la próxima revisión del proyecto.

La información utilizada por este indicador proviene directamente del **Módulo Proyectos**, donde se registra la fecha correspondiente a la siguiente reunión programada para cada proyecto. Gracias a la segmentación implementada en Power BI, el sistema actualiza automáticamente esta información de acuerdo con el proyecto seleccionado, mostrando siempre la fecha asociada al encargo que se encuentra siendo analizado.

En conjunto con los indicadores de **Fecha Comprometida de Entrega** y **Días Restantes**, este indicador complementa el control temporal del sistema, permitiendo que la planificación del proyecto no solo considere el plazo final de entrega, sino también los hitos intermedios de coordinación que forman parte del desarrollo cotidiano de los proyectos de arquitectura. De esta manera, el sistema fortalece la organización del trabajo, mejora la preparación de las reuniones y favorece una coordinación más eficiente entre los distintos integrantes del equipo.

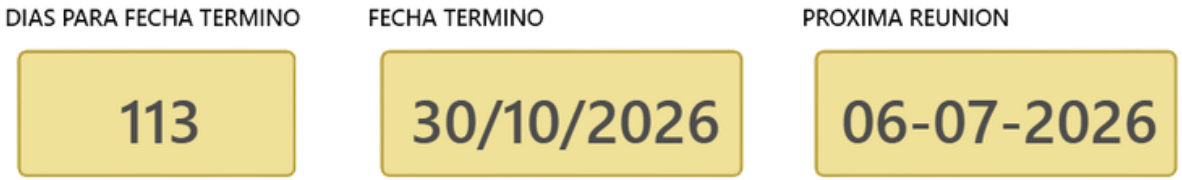


Figura 3.16. Indicadores temporales implementados en el dashboard de la Fase I, correspondientes a la fecha comprometida de entrega, próxima reunión y días restantes para la entrega del proyecto.
Fuente: Elaboración propia.

3.4 Implementación del sistema (Fase I)

En el presente apartado se desarrolla la implementación de la **Fase I** del sistema propuesto, correspondiente a la primera aplicación práctica de la metodología desarrollada en esta investigación. Esta etapa tiene como objetivo validar el funcionamiento del sistema en una oficina de arquitectura mediante el uso de proyectos reales, evaluando su capacidad para centralizar la información, generar indicadores de gestión y apoyar la toma de decisiones a través de una plataforma de visualización. El periodo de prueba tuvo una duración de **tres semanas** y se llevó a cabo con la participación de los **Gerentes de Proyecto** y el **Data Manager**, quienes utilizaron el sistema para evaluar su desempeño y funcionalidad en un entorno de trabajo real.

3.4.1 Implementación de la Fase I

La primera etapa de implementación corresponde a la **Fase I** del sistema propuesto, la cual representa la aplicación inicial de la metodología desarrollada en esta investigación. Esta fase tuvo como objetivo verificar la factibilidad técnica y operativa del sistema mediante la utilización de herramientas ya disponibles dentro de la oficina de arquitectura, permitiendo validar su funcionamiento sin requerir la incorporación de software adicional ni procesos complejos de implementación.

Para esta primera validación se seleccionaron **tres proyectos reales** desarrollados por la oficina, en los cuales el autor de la presente investigación participó activamente durante su desarrollo. La elección de estos proyectos permitió contar con un conocimiento previo de la información utilizada, comprender el funcionamiento interno de los procesos de trabajo y evaluar el comportamiento del sistema bajo condiciones reales de operación. Los proyectos considerados para esta etapa corresponden a **Canal Beagle, Reconstrucción El Olivar y Brisas de 1 Norte**, los cuales presentan características y estados de desarrollo diferentes, permitiendo comprobar el funcionamiento de la metodología en distintos escenarios de gestión.

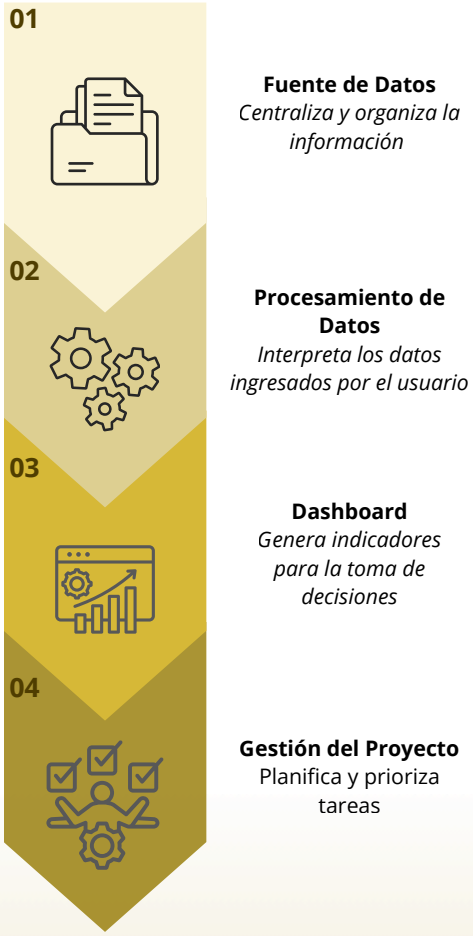
La implementación se estructuró utilizando una **base de datos centralizada** como fuente única de información, donde fueron registrados los antecedentes correspondientes a proyectos, equipo de trabajo, entregables, observaciones y modelos BIM definidos previamente en el diseño del sistema. Posteriormente, esta información fue vinculada a Power BI, permitiendo generar automáticamente los indicadores y paneles de visualización desarrollados en el apartado anterior.

Si bien la metodología fue concebida para que toda la oficina pudiera acceder a la información del proyecto, la presente validación se enfocó principalmente en el **equipo de gerencia y coordinación**, considerando que son ellos quienes concentran la toma de decisiones relacionadas con la planificación, la asignación de recursos y el seguimiento de los proyectos. En esta primera fase, el dashboard fue utilizado como una herramienta de consulta y análisis para dichos profesionales, permitiéndoles visualizar de forma centralizada el estado general de los proyectos y apoyar el proceso de gestión.

Por otra parte, el proceso de actualización de la información fue realizado manualmente mediante la incorporación de los datos a la base central del sistema. Para efectos de esta investigación, esta función fue desempeñada por el autor, quien asumió el rol de **administrador de datos (Data Manager)**, encargado de mantener actualizada la información utilizada por el dashboard. Esta decisión permitió controlar la calidad de los datos durante la etapa de validación y evaluar el funcionamiento de la metodología antes de incorporar procesos de automatización, los cuales forman parte de las etapas evolutivas propuestas para el sistema.

Los resultados obtenidos durante esta implementación permitieron comprobar que la metodología desarrollada es capaz de centralizar la información de distintos proyectos, relacionar automáticamente los datos provenientes de los diferentes módulos y transformarlos en indicadores visuales que apoyan la gestión de proyectos dentro de la oficina de arquitectura. Asimismo, esta primera fase permitió identificar oportunidades de mejora que fundamentan la evolución progresiva del sistema planteada en las fases posteriores.

Una vez validado el funcionamiento general de la metodología, resulta necesario comprender la secuencia mediante la cual la información recorre el sistema hasta transformarse en indicadores de gestión. Por esta razón, el apartado siguiente describe el flujo de funcionamiento de la Fase I, mostrando el recorrido de los datos desde su ingreso en la base de información hasta su representación final en el dashboard desarrollado mediante Power BI.



Flujo de Trabajo de la Fase I

Una vez validado el funcionamiento general de la metodología, resulta necesario comprender la secuencia mediante la cual la información recorre el sistema hasta transformarse en indicadores de gestión. Por esta razón, el apartado siguiente describe el flujo de funcionamiento de la Fase I, mostrando el recorrido de los datos desde su ingreso en la base de información hasta su representación final en el dashboard desarrollado mediante Power BI.

3.4.2 Flujo de funcionamiento del sistema

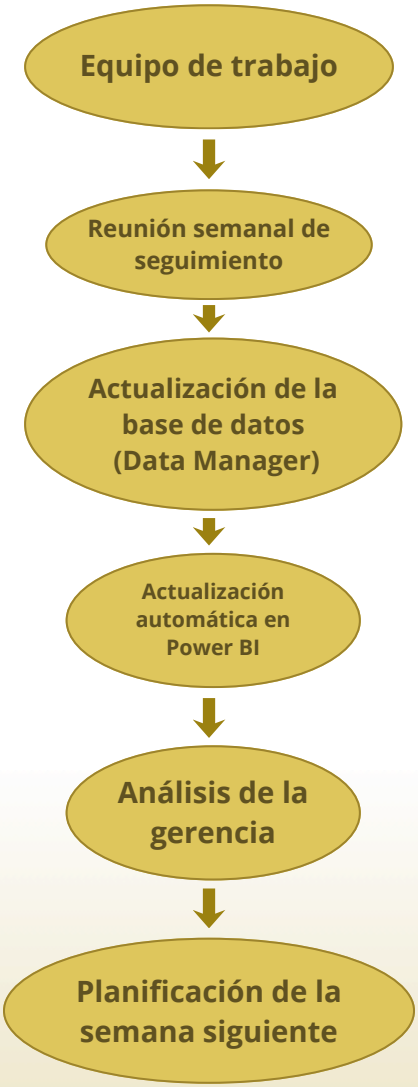
El funcionamiento del sistema propuesto se basa en un flujo de información centralizado, cuyo objetivo es garantizar que todos los indicadores utilizados para la gestión de los proyectos provengan de una única fuente de datos confiable y actualizada. Bajo esta metodología, el sistema se estructura a partir del principio de **"fuente única de la verdad" (Single Source of Truth)**, ampliamente utilizado en sistemas de gestión de proyectos y metodologías BIM, donde toda la información relevante es almacenada en un único repositorio para evitar duplicidad de datos, inconsistencias entre documentos y pérdida de información.

Para asegurar la consistencia de la información, la metodología propone que exista un **responsable de la administración de los datos (Data Manager)**, encargado de mantener actualizada la base de información del sistema. Su función consiste en registrar el estado de avance de los entregables, actualizar la información de los proyectos, verificar la consistencia de los datos ingresados y asegurar que el modelo de información represente fielmente la situación real de cada proyecto. Centralizar esta responsabilidad evita que múltiples usuarios modifiquen simultáneamente la base de datos, disminuyendo la probabilidad de errores y garantizando la trazabilidad de la información.

Como parte de esta primera implementación, se estableció una **actualización semanal** de la base de datos. Esta frecuencia fue seleccionada debido a que representa un equilibrio adecuado entre mantener información suficientemente actualizada para apoyar la toma de decisiones y evitar una carga administrativa excesiva asociada a la actualización permanente de los datos. En la práctica profesional, la mayoría de las oficinas de arquitectura realizan reuniones periódicas de coordinación para revisar el avance de los proyectos, asignar nuevas tareas y resolver observaciones. Aprovechar estas instancias para actualizar la información permite registrar únicamente los cambios efectivamente consolidados durante la semana, mejorando la confiabilidad de los datos utilizados por el sistema.

Desde el punto de vista de la gestión de proyectos, las revisiones periódicas constituyen una práctica ampliamente utilizada para evaluar el cumplimiento de los hitos planificados, detectar desviaciones y redefinir prioridades antes del inicio de un nuevo ciclo de trabajo. Bajo esta lógica, la actualización semanal permite que la información presentada por el sistema corresponda al estado real del proyecto al término de cada período de trabajo, proporcionando una base objetiva para la planificación de las actividades de la semana siguiente.

El flujo operativo comienza con la **reunión semanal de seguimiento**, instancia en la cual el equipo revisa el estado de los proyectos, identifica los entregables finalizados, registra nuevas observaciones y define las actividades pendientes. Una vez concluida la reunión, el **Data Manager** incorpora la información recopilada en la base de datos central, actualizando el estado de los entregables, los responsables, las fechas comprometidas y cualquier otro antecedente relevante para el desarrollo del proyecto.



Posteriormente, Power BI sincroniza la información contenida en la base de datos y actualiza automáticamente el modelo relacional, recalculando los indicadores y renovando las visualizaciones del dashboard. Gracias a este proceso, la gerencia dispone de una representación actualizada del estado de los proyectos sin necesidad de recopilar información desde distintas fuentes ni consultar individualmente a los integrantes del equipo.

Finalmente, el dashboard pasa a constituir la principal herramienta de apoyo para las reuniones de planificación y coordinación, permitiendo que los gerentes de proyecto identifiquen los entregables críticos, analicen la distribución de los recursos humanos, detecten especialidades con menor nivel de avance y definan las acciones necesarias para enfrentar la siguiente semana de trabajo. De esta forma, el flujo de funcionamiento establece un ciclo continuo de **registro, actualización, visualización y toma de decisiones**, permitiendo que la información evolucione constantemente junto con el desarrollo de los proyectos.

"La actualización semanal permite que las decisiones se adopten sobre información consolidada y previamente validada por el equipo de trabajo, evitando que cambios parciales o actividades aún no finalizadas generen interpretaciones erróneas sobre el estado real del proyecto. De esta manera, el sistema privilegia la calidad y confiabilidad de la información por sobre una actualización continua que podría no representar el avance efectivo del proyecto."

3.4.3 Resultado de la implementación

El resultado de la implementación de la Fase I corresponde al desarrollo de un **dashboard funcional** capaz de integrar la información proveniente de la base de datos central y transformarla en una herramienta de apoyo para la gestión de proyectos. La plataforma desarrollada permite visualizar, en una única interfaz, el estado general de los proyectos, el avance de las distintas especialidades, la distribución del equipo de trabajo, el seguimiento detallado de los entregables y los principales indicadores temporales asociados a la planificación.

La implementación permitió comprobar que la metodología propuesta es capaz de centralizar información que anteriormente se encontraba distribuida entre distintos profesionales y documentos, facilitando su consulta mediante una plataforma única. Asimismo, la utilización de filtros dinámicos permite adaptar la información visualizada según el proyecto seleccionado, entregando una representación clara y actualizada del estado de cada encargo.

Es importante señalar que el propósito de esta primera implementación no fue desarrollar un software definitivo, sino validar el funcionamiento de la metodología propuesta y comprobar que la información registrada puede transformarse en indicadores útiles para apoyar la toma de decisiones dentro de una oficina de arquitectura. Los resultados obtenidos demuestran que el sistema permite reducir el tiempo destinado a recopilar información, mejorar la visibilidad del avance de los proyectos y apoyar la planificación mediante información objetiva y centralizada.

La Figura 3.17. presenta el dashboard desarrollado durante la Fase I, el cual reúne los principales indicadores implementados en esta investigación y constituye la base para la evolución del sistema planteada en las fases posteriores.

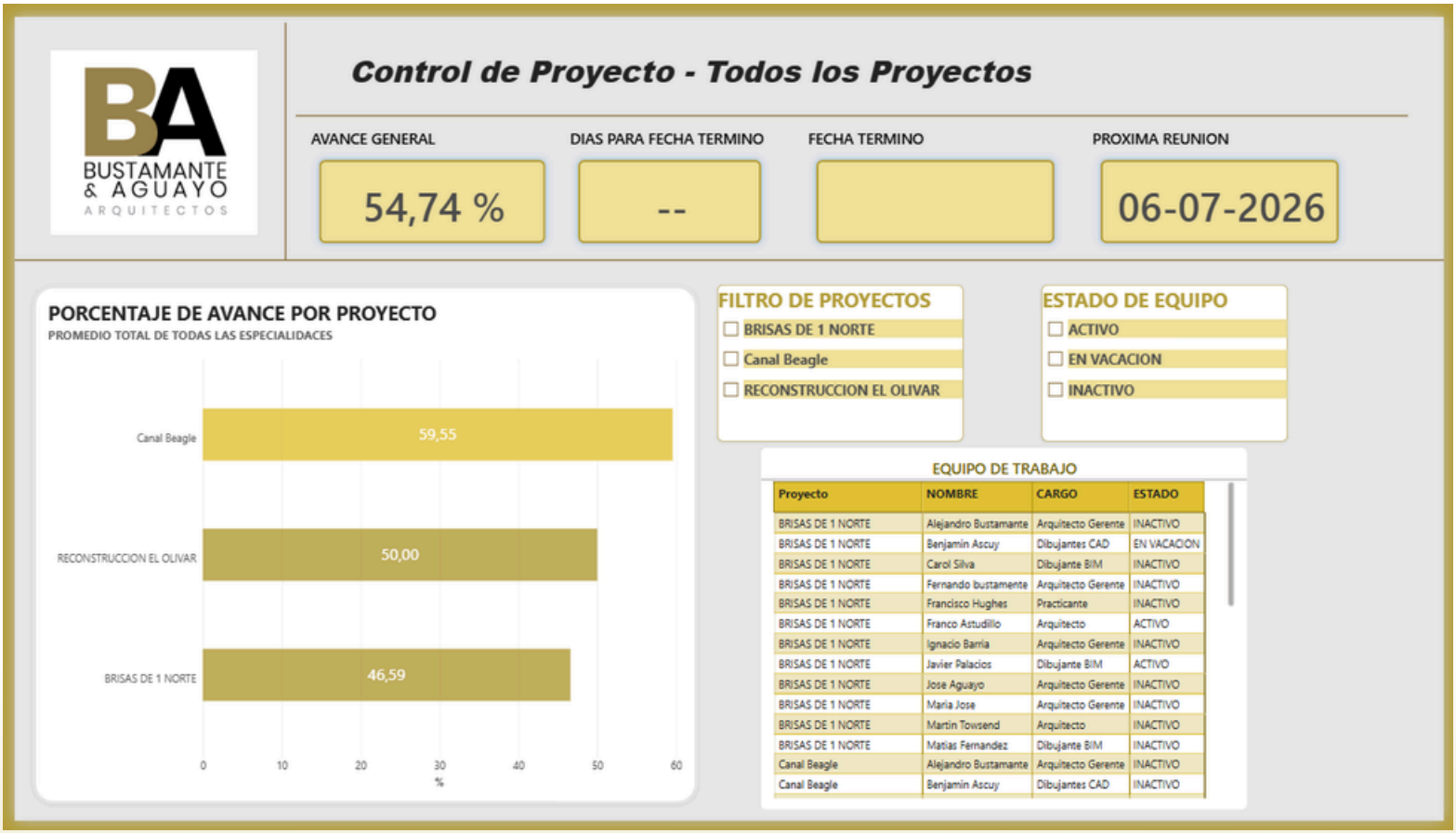


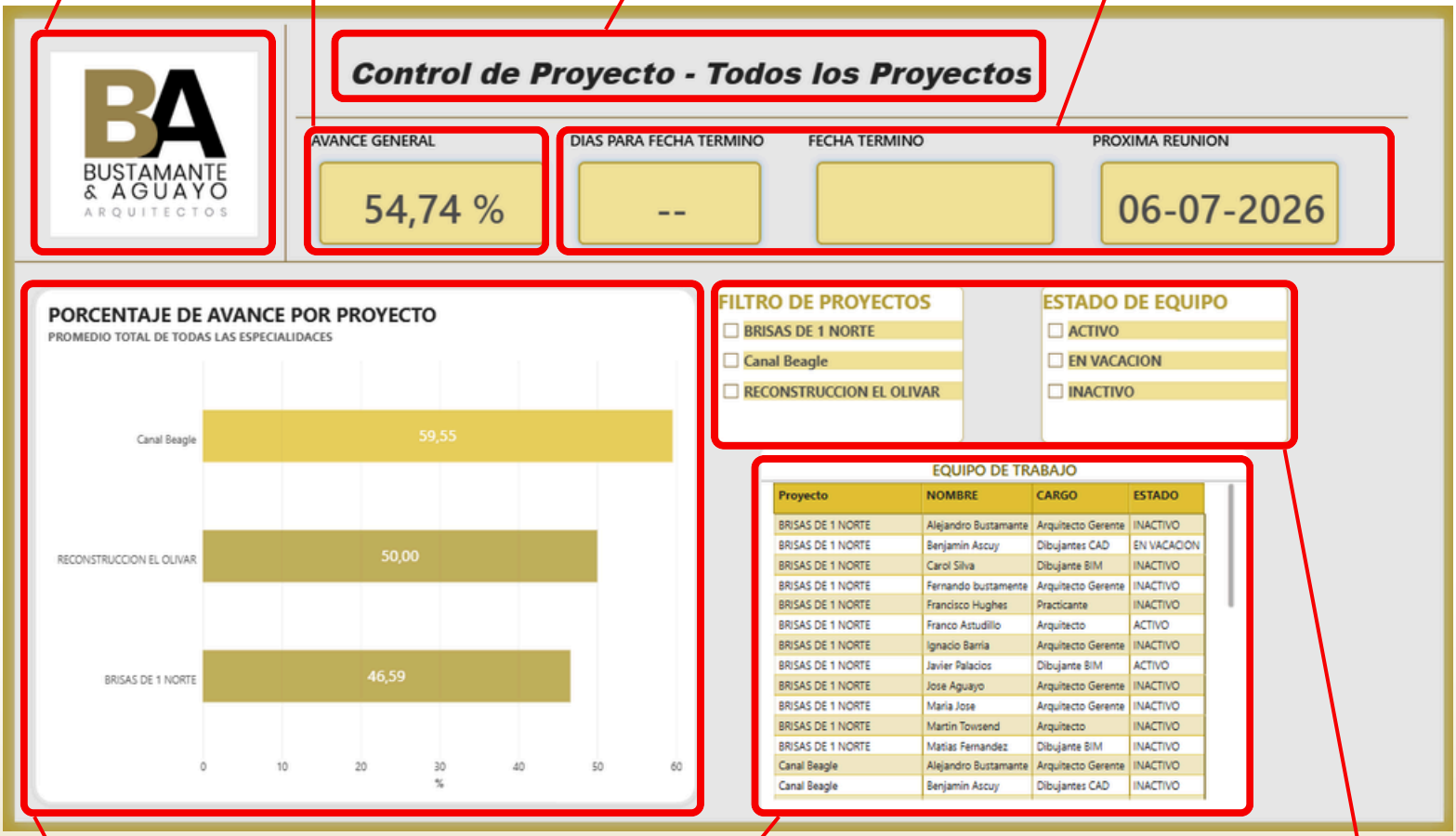
FIGURA 3.17. *La primera pantalla del dashboard constituye el nivel estratégico del sistema de gestión, entregando una visión global del estado del proyecto mediante los principales indicadores de avance, planificación y gestión del equipo. Esta primera visualización permite comprender rápidamente el contexto general del proyecto y facilita la toma de decisiones antes de acceder al análisis detallado de los entregables y las especialidades.*

Logo de la Oficina
Oficina en la que se realizó la práctica profesional.

Avance General
Representa el porcentaje de avance general del proyecto seleccionado.

Nombre del Proyecto
La información mostrada corresponde al proyecto seleccionado en los filtros

Indicadores de Control Temporal
Los indicadores se actualizan según el proyecto seleccionado. La fecha de "Próxima reunión" corresponde a la reunión programada más cercana.



Porcentaje de Avance Comparativo
Permite comparar el estado de avance entre los distintos proyectos.

Indicador de Gestión del Equipo
Permite visualizar qué integrantes se encuentran activos y el proyecto al que están asignados.

Filtros
Permiten seleccionar el proyecto y filtrar a los integrantes del equipo según su estado de actividad.

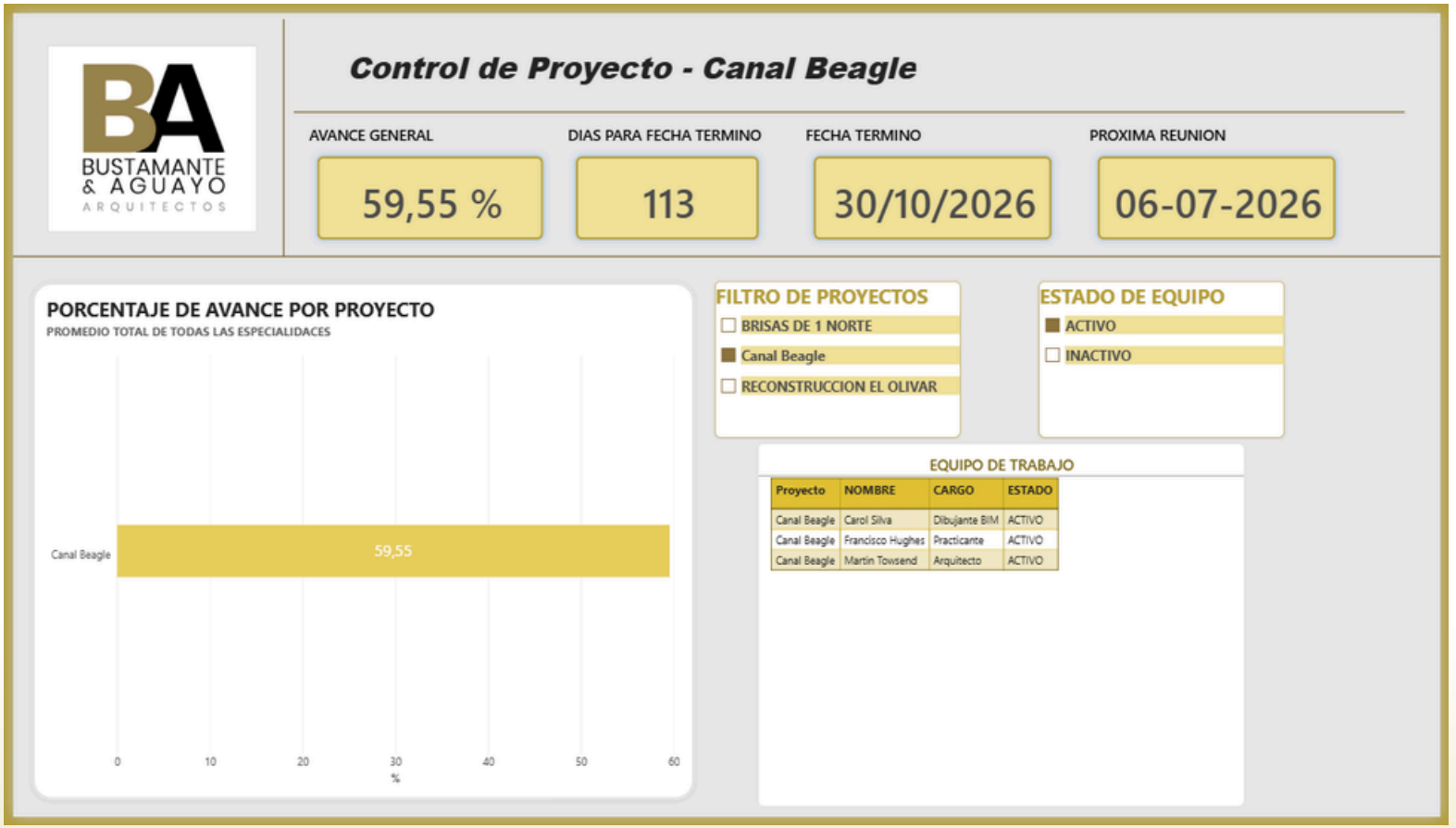
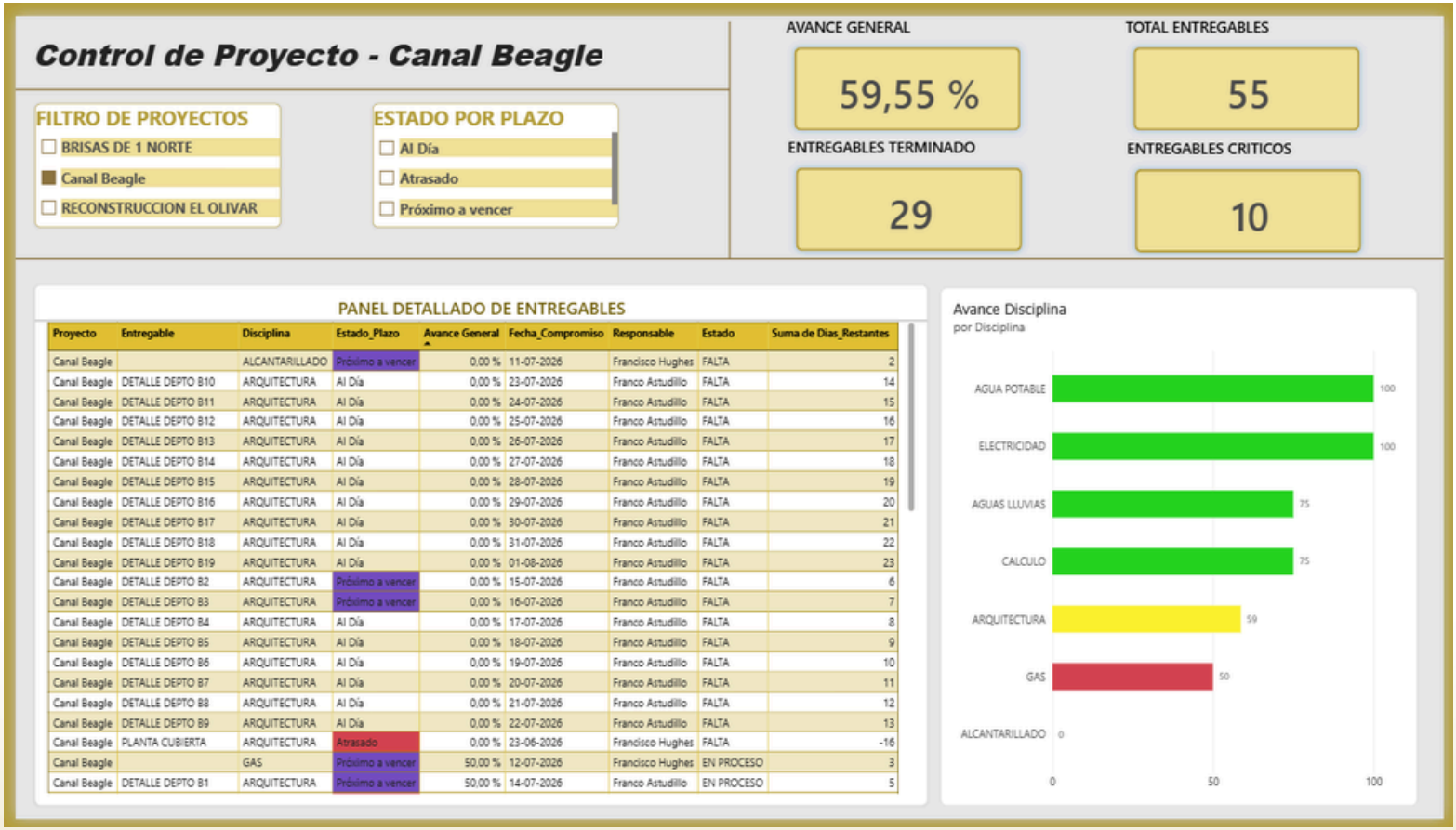


***FIGURA 3.18**. La primera pantalla del dashboard con la segmentación aplicada demuestra el funcionamiento de los filtros implementados en el sistema. En este caso, la información corresponde al proyecto Canal Beagle, permitiendo visualizar el avance específico del proyecto, los días restantes para la fecha comprometida de entrega, la fecha de término y el equipo de trabajo que se encuentra actualmente en estado activo. Esta funcionalidad permite adaptar la información mostrada según el proyecto seleccionado, facilitando el análisis individual de cada encargo.*



Proyecto	Entregable	Disciplina	Estado_Plazo	Avance General	Fecha_Compromiso	Responsable	Estado	Suma de Dias_Restantes
Canal Beagle		ALCANTARILLADO	Próximo a vencer	0,00 %	11-07-2026	Francisco Hughes	FALTA	2
Canal Beagle	DETALLE DEPTO B10	ARQUITECTURA	Al Día	0,00 %	23-07-2026	Franco Astudillo	FALTA	14
Canal Beagle	DETALLE DEPTO B11	ARQUITECTURA	Al Día	0,00 %	24-07-2026	Franco Astudillo	FALTA	15
Canal Beagle	DETALLE DEPTO B12	ARQUITECTURA	Al Día	0,00 %	25-07-2026	Franco Astudillo	FALTA	16
Canal Beagle	DETALLE DEPTO B13	ARQUITECTURA	Al Día	0,00 %	26-07-2026	Franco Astudillo	FALTA	17
Canal Beagle	DETALLE DEPTO B14	ARQUITECTURA	Al Día	0,00 %	27-07-2026	Franco Astudillo	FALTA	18
Canal Beagle	DETALLE DEPTO B15	ARQUITECTURA	Al Día	0,00 %	28-07-2026	Franco Astudillo	FALTA	19
Canal Beagle	DETALLE DEPTO B16	ARQUITECTURA	Al Día	0,00 %	29-07-2026	Franco Astudillo	FALTA	20
Canal Beagle	DETALLE DEPTO B17	ARQUITECTURA	Al Día	0,00 %	30-07-2026	Franco Astudillo	FALTA	21
Canal Beagle	DETALLE DEPTO B18	ARQUITECTURA	Al Día	0,00 %	31-07-2026	Franco Astudillo	FALTA	22
Canal Beagle	DETALLE DEPTO B19	ARQUITECTURA	Al Día	0,00 %	01-08-2026	Franco Astudillo	FALTA	23
Canal Beagle	DETALLE DEPTO B2	ARQUITECTURA	Próximo a vencer	0,00 %	15-07-2026	Franco Astudillo	FALTA	6
Canal Beagle	DETALLE DEPTO B3	ARQUITECTURA	Próximo a vencer	0,00 %	16-07-2026	Franco Astudillo	FALTA	7
Canal Beagle	DETALLE DEPTO B4	ARQUITECTURA	Al Día	0,00 %	17-07-2026	Franco Astudillo	FALTA	8
Canal Beagle	DETALLE DEPTO B5	ARQUITECTURA	Al Día	0,00 %	18-07-2026	Franco Astudillo	FALTA	9
Canal Beagle	DETALLE DEPTO B6	ARQUITECTURA	Al Día	0,00 %	19-07-2026	Franco Astudillo	FALTA	10
Canal Beagle	DETALLE DEPTO B7	ARQUITECTURA	Al Día	0,00 %	20-07-2026	Franco Astudillo	FALTA	11
Canal Beagle	DETALLE DEPTO B8	ARQUITECTURA	Al Día	0,00 %	21-07-2026	Franco Astudillo	FALTA	12
Canal Beagle	DETALLE DEPTO B9	ARQUITECTURA	Al Día	0,00 %	22-07-2026	Franco Astudillo	FALTA	13
Canal Beagle	PLANTA CUBIERTA	ARQUITECTURA	Atrasado	0,00 %	23-06-2026	Francisco Hughes	FALTA	-16
Canal Beagle		GAS	Próximo a vencer	50,00 %	12-07-2026	Francisco Hughes	EN PROCESO	3
Canal Beagle	DETALLE DEPTO B1	ARQUITECTURA	Próximo a vencer	50,00 %	14-07-2026	Franco Astudillo	EN PROCESO	5

FIGURA 3.19. *La segunda pantalla del dashboard constituye el nivel estratégico del sistema de gestión, entregando una visión detallada del estado del proyecto mediante los el estado de las entregas con indicadores de atrasos y entregas en estado critico , ademas de un comparativo entre las especialidades. Esta segunda visualización permite comprender la medida principal y del avance de proyecto que son los entregables y cuales son sus detalles en contexto del estado*

Nombre del Proyecto

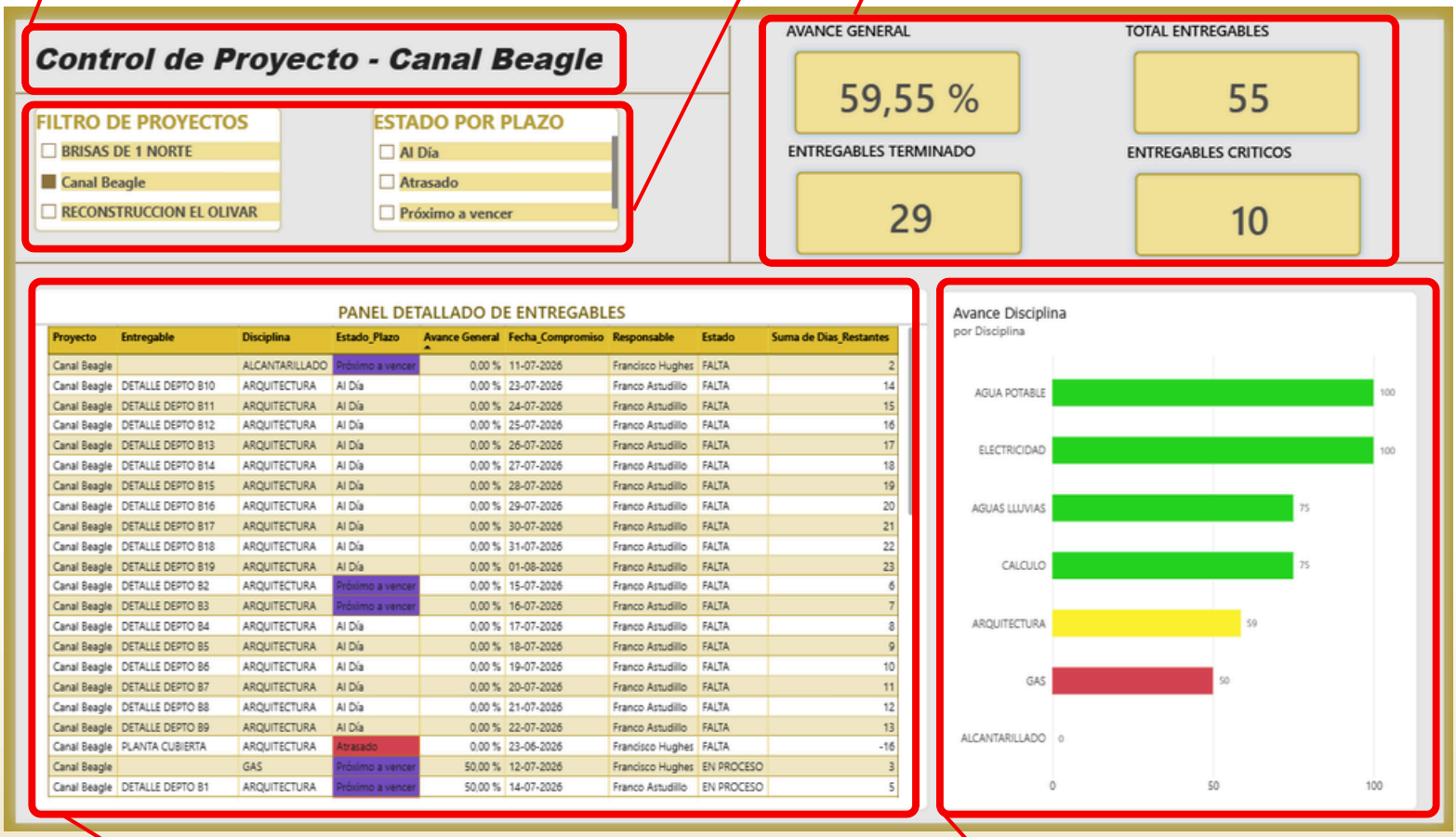
La información mostrada corresponde al proyecto seleccionado en los filtros

Filtros

Permiten segmentar la información por proyecto y por estado del plazo, facilitando la visualización de los entregables según su condición: Terminado, Al día, Próximo a vencer o Atrasado.

Indicadores Visuales y Avance General

Presentan el total de entregables, los entregables completados y los entregables críticos, permitiendo evaluar el estado del proyecto e identificar las actividades que requieren atención.



Proyecto	Entregable	Disciplina	Estado_Plazo	Avance General	Fecha_Compromiso	Responsable	Estado	Suma de Dias_Restantes
Canal Beagle		ALCANTARILLADO	Próximo a vencer	0,00 %	11-07-2026	Francisco Hughes	FALTA	2
Canal Beagle	DETALLE DEPTO B10	ARQUITECTURA	Al Día	0,00 %	23-07-2026	Franco Astudillo	FALTA	14
Canal Beagle	DETALLE DEPTO B11	ARQUITECTURA	Al Día	0,00 %	24-07-2026	Franco Astudillo	FALTA	15
Canal Beagle	DETALLE DEPTO B12	ARQUITECTURA	Al Día	0,00 %	25-07-2026	Franco Astudillo	FALTA	16
Canal Beagle	DETALLE DEPTO B13	ARQUITECTURA	Al Día	0,00 %	26-07-2026	Franco Astudillo	FALTA	17
Canal Beagle	DETALLE DEPTO B14	ARQUITECTURA	Al Día	0,00 %	27-07-2026	Franco Astudillo	FALTA	18
Canal Beagle	DETALLE DEPTO B15	ARQUITECTURA	Al Día	0,00 %	28-07-2026	Franco Astudillo	FALTA	19
Canal Beagle	DETALLE DEPTO B16	ARQUITECTURA	Al Día	0,00 %	29-07-2026	Franco Astudillo	FALTA	20
Canal Beagle	DETALLE DEPTO B17	ARQUITECTURA	Al Día	0,00 %	30-07-2026	Franco Astudillo	FALTA	21
Canal Beagle	DETALLE DEPTO B18	ARQUITECTURA	Al Día	0,00 %	31-07-2026	Franco Astudillo	FALTA	22
Canal Beagle	DETALLE DEPTO B19	ARQUITECTURA	Al Día	0,00 %	01-08-2026	Franco Astudillo	FALTA	23
Canal Beagle	DETALLE DEPTO B2	ARQUITECTURA	Próximo a vencer	0,00 %	15-07-2026	Franco Astudillo	FALTA	6
Canal Beagle	DETALLE DEPTO B3	ARQUITECTURA	Próximo a vencer	0,00 %	16-07-2026	Franco Astudillo	FALTA	7
Canal Beagle	DETALLE DEPTO B4	ARQUITECTURA	Al Día	0,00 %	17-07-2026	Franco Astudillo	FALTA	8
Canal Beagle	DETALLE DEPTO B5	ARQUITECTURA	Al Día	0,00 %	18-07-2026	Franco Astudillo	FALTA	9
Canal Beagle	DETALLE DEPTO B6	ARQUITECTURA	Al Día	0,00 %	19-07-2026	Franco Astudillo	FALTA	10
Canal Beagle	DETALLE DEPTO B7	ARQUITECTURA	Al Día	0,00 %	20-07-2026	Franco Astudillo	FALTA	11
Canal Beagle	DETALLE DEPTO B8	ARQUITECTURA	Al Día	0,00 %	21-07-2026	Franco Astudillo	FALTA	12
Canal Beagle	DETALLE DEPTO B9	ARQUITECTURA	Al Día	0,00 %	22-07-2026	Franco Astudillo	FALTA	13
Canal Beagle	PLANTA CUBIERTA	ARQUITECTURA	Atrasado	0,00 %	23-06-2026	Francisco Hughes	FALTA	-16
Canal Beagle		GAS	Próximo a vencer	50,00 %	12-07-2026	Francisco Hughes	EN PROCESO	3
Canal Beagle	DETALLE DEPTO B1	ARQUITECTURA	Próximo a vencer	50,00 %	14-07-2026	Franco Astudillo	EN PROCESO	5

Panel Detallado de Entregables

Presenta el detalle de cada entregable, indicando su tipo, responsable, estado y fecha de entrega. Además, identifica como críticos aquellos entregables próximos a vencer o con plazo vencido, facilitando el seguimiento y la toma de decisiones.

Indicador de Avance por Disciplina

Compara el porcentaje de avance de los entregables entre las distintas disciplinas del proyecto, permitiendo identificar aquellas con mayor y menor nivel de desarrollo.

3.5 Evaluación de la implementación de la Fase I

Una vez desarrollada e implementada la **Fase I** del sistema de gestión y control de avance, resulta necesario evaluar su desempeño dentro del contexto real de una oficina de arquitectura. Esta evaluación tiene como propósito analizar el grado de cumplimiento de los objetivos planteados para esta primera etapa, verificando la capacidad del sistema para centralizar la información de los proyectos, generar indicadores de apoyo a la gestión y facilitar la toma de decisiones mediante una plataforma de visualización.

Asimismo, el proceso de evaluación permitió identificar una serie de observaciones y oportunidades de mejora surgidas durante la utilización del sistema por parte del equipo de gerencia y coordinación, así como también desde la administración de la base de datos. Estas observaciones no corresponden a fallas del sistema, sino a aspectos propios de una primera implementación que permiten establecer una hoja de ruta para su evolución en futuras etapas.

En los apartados siguientes se presentan los principales resultados obtenidos durante la implementación de la Fase I, evaluando el cumplimiento de los objetivos inicialmente propuestos y analizando las recomendaciones que darán origen al desarrollo de las siguientes fases del sistema.

3.5.1 Cumplimiento de los objetivos

La implementación de la **Fase I** permitió comprobar que la metodología propuesta cumple satisfactoriamente con los principales objetivos planteados al inicio de esta investigación, dando respuesta a las problemáticas identificadas durante el diagnóstico realizado en el Capítulo 1. Si bien esta primera etapa corresponde a un prototipo funcional, los resultados obtenidos demuestran que el sistema constituye una herramienta efectiva para apoyar la gestión y el control del avance de proyectos dentro de una oficina de arquitectura.

Uno de los principales objetivos alcanzados fue proporcionar una **visión global** y **centralizada del estado de los proyectos**, permitiendo que la información, anteriormente distribuida entre distintos profesionales y documentos, pudiera ser consultada desde una única plataforma de visualización. La utilización de una base de datos centralizada y un dashboard interactivo permitió mejorar considerablemente la visibilidad del avance de los proyectos, facilitando que tanto la gerencia como los equipos de coordinación conocieran el estado general de cada encargo sin depender exclusivamente de reuniones de seguimiento o consultas directas a los distintos integrantes del equipo.

Asimismo, la implementación permitió estructurar el **seguimiento del proyecto mediante hitos, plazos y entregables**, estableciendo una metodología objetiva para cuantificar el avance. La definición de estados para los entregables, junto con la incorporación de fechas de compromiso e indicadores temporales, permitió fortalecer el control del desarrollo del proyecto y facilitar la planificación de las actividades, respondiendo directamente a una de las principales problemáticas detectadas durante el diagnóstico inicial.

Otro de los objetivos cumplidos fue la posibilidad de **comparar simultáneamente el avance de múltiples proyectos**, permitiendo identificar rápidamente aquellos encargos que requieren un mayor seguimiento o una intervención prioritaria por parte de la gerencia. Esta funcionalidad transforma el dashboard en una herramienta de apoyo para la toma de decisiones, facilitando la priorización de proyectos y la distribución de recursos de acuerdo con las necesidades reales de la oficina.

En relación con la gestión de los recursos humanos, el sistema permitió mejorar la **coordinación del equipo de trabajo**, entregando información actualizada sobre los profesionales asignados a cada proyecto, sus cargos y su estado de disponibilidad. Esta información facilita la planificación semanal de las actividades y proporciona una base objetiva para redistribuir recursos humanos cuando la carga de trabajo o las prioridades de los proyectos así lo requieren.

De igual manera, el sistema permitió **identificar oportunamente los entregables críticos**, destacando aquellas actividades que presentan retrasos o cuyos plazos se encuentran próximos a vencer. Esta funcionalidad permite orientar los esfuerzos del equipo hacia las tareas que representan un mayor riesgo para el cumplimiento de la planificación, favoreciendo una gestión más eficiente del tiempo y una mejor organización del trabajo diario.

En términos generales, los resultados obtenidos demuestran que la implementación de la Fase I logró cumplir los objetivos fundamentales de esta investigación, validando la metodología propuesta como una herramienta capaz de centralizar la información, mejorar la visibilidad del avance de los proyectos, fortalecer la coordinación entre los equipos de trabajo y apoyar la toma de decisiones mediante información objetiva y actualizada. Si bien esta primera implementación corresponde a una etapa inicial del sistema, su funcionamiento permitió establecer una base sólida para futuras etapas de desarrollo, incorporando nuevas funcionalidades que amplíen su alcance y nivel de automatización.

Objetivo planteado	Resultado obtenido en la Fase I
Centralizar la información de los proyectos	✔️ Cumplido mediante una base de datos única y un dashboard interactivo.
Mejorar la visibilidad del avance de los proyectos	✔️ Cumplido mediante indicadores de gestión y paneles de seguimiento.
Estandarizar el control mediante hitos y entregables	✔️ Cumplido mediante la definición de estados, plazos e indicadores temporales.
Facilitar la coordinación del equipo de trabajo	✔️ Cumplido mediante la visualización de responsables, cargos y estado del personal.
Apoyar la toma de decisiones de la gerencia	✔️ Cumplido mediante indicadores comparativos y alertas de seguimiento.
Identificar entregables críticos	✔️ Cumplido mediante indicadores de plazo y paneles de seguimiento operativo.

3.5.2 Observaciones obtenidas durante la evaluación

Una vez finalizado el período de implementación de la **Fase I**, el sistema fue utilizado durante un período aproximado de tres semanas dentro de la oficina de arquitectura. Finalizada esta etapa, se realizó una reunión de evaluación con el equipo de gerencia y coordinación, así como con los profesionales que participaron en la utilización del dashboard y la administración de la base de datos, con el propósito de analizar el funcionamiento general del sistema e identificar oportunidades de mejora para futuras etapas de desarrollo.

En términos generales, la evaluación permitió comprobar que la metodología propuesta cumplió satisfactoriamente los objetivos planteados para esta primera fase. No obstante, el proceso de implementación también permitió identificar diversos aspectos susceptibles de ser perfeccionados, los cuales constituyen la base para la evolución progresiva del sistema propuesta en esta investigación.

1. Automatización del proceso de actualización de datos

La principal observación obtenida durante la implementación estuvo relacionada con el proceso de actualización de la base de datos. Si bien la metodología permitió centralizar la información y mantener un adecuado control sobre los proyectos, el ingreso manual de los datos representó una de las actividades que demandó mayor tiempo dentro del proceso de actualización.

En la práctica, el **Data Manager** debía registrar manualmente el estado de cada entregable, actualizar fechas, responsables y observaciones antes de sincronizar la información con Power BI. Aunque este procedimiento resultó adecuado para validar el funcionamiento de la metodología, se identificó la necesidad de reducir la intervención manual mediante mecanismos de automatización.

Como principal recomendación se plantea incorporar, en futuras etapas, conexiones directas entre la base de datos y otras plataformas de trabajo utilizadas por la oficina, particularmente los modelos BIM desarrollados en Autodesk Revit y los servicios de almacenamiento colaborativo como SharePoint o OneDrive. Esta integración permitiría disminuir considerablemente el tiempo destinado a la actualización de la información, reducir errores de digitación y disponer de indicadores prácticamente en tiempo real.

2. Incorporación de indicadores de prioridad del proyecto

Uno de los aspectos mejor evaluados por el equipo fue la posibilidad de comparar simultáneamente el estado de distintos proyectos mediante el dashboard. Sin embargo, durante la evaluación se concluyó que el porcentaje de avance, por sí solo, no representa completamente el nivel de prioridad que debe asignarse a cada proyecto.

Se identificó la necesidad de complementar este indicador incorporando nuevas variables capaces de contextualizar el avance alcanzado, tales como los días restantes para la entrega, la etapa de desarrollo, el tamaño del proyecto, la cantidad de entregables pendientes y el nivel de carga de trabajo asociado. La incorporación de estos antecedentes permitiría construir un **índice de prioridad**, capaz de identificar objetivamente cuáles son los proyectos que requieren una mayor atención por parte de la gerencia.
Asimismo, se planteó la conveniencia de incorporar indicadores asociados al tipo de proyecto desarrollado (por ejemplo, edificios privados, conjuntos habitacionales, proyectos DS19, DS49 u otras tipologías), permitiendo comparar su comportamiento en términos de tiempo de desarrollo, productividad y utilización de recursos. Este tipo de análisis permitiría evaluar el rendimiento de la oficina desde una perspectiva estratégica, facilitando la toma de decisiones respecto de la planificación de futuros encargos, la distribución de recursos y la rentabilidad asociada a cada tipo de proyecto.

3. Evolución del modelo de medición del avance

Durante la implementación, el avance general del proyecto fue calculado considerando que todos los entregables poseen el mismo peso dentro del sistema. Si bien esta metodología permitió validar el funcionamiento del prototipo y establecer una forma objetiva de cuantificar el avance, se observó que no todos los entregables representan el mismo nivel de complejidad ni requieren el mismo esfuerzo para su desarrollo.
Por esta razón, se propuso evolucionar hacia un sistema de ponderación, donde cada entregable posea un peso relativo asociado a su complejidad técnica, tiempo estimado de ejecución o importancia dentro del proyecto. De esta forma, el porcentaje de avance reflejaría de mejor manera el progreso real del proyecto y permitiría obtener indicadores más representativos.
Adicionalmente, se recomendó ampliar la información asociada a cada entregable, incorporando nuevos estados relacionados con su ciclo de vida, tales como aprobación por parte del SERVIU, aprobación municipal (DOM), emisión oficial, impresión, entrega en obra o recepción conforme. Esta información permitiría extender el control del sistema más allá del desarrollo del plano, abarcando también las etapas posteriores de revisión y entrega documental.

4. Gestión avanzada de recursos humanos

Otra de las principales oportunidades de mejora identificadas durante la evaluación corresponde a la incorporación de indicadores asociados al desempeño del equipo de trabajo. Actualmente el sistema permite conocer quién participa en cada proyecto y cuál es su estado de disponibilidad; sin embargo, aún no considera variables relacionadas con productividad.

Se planteó la conveniencia de registrar las **horas hombre/mujer** dedicadas a cada tarea, permitiendo analizar objetivamente el rendimiento de los profesionales según el tipo de proyecto, disciplina o actividad desarrollada. La disponibilidad de esta información facilitaría la asignación futura de recursos, permitiendo distribuir las tareas de acuerdo con la experiencia y productividad observada en proyectos anteriores.
De igual forma, se recomendó incorporar información de contacto de cada integrante del equipo, especialmente de los profesionales pertenecientes a oficinas de especialidades externas, facilitando la comunicación y fortaleciendo la coordinación interdisciplinaria durante el desarrollo de los proyectos.

5. Integración con herramientas de Inteligencia Artificial

Finalmente, durante la evaluación surgió como propuesta la incorporación futura de herramientas de **Inteligencia Artificia**l como apoyo al análisis de la información generada por el sistema. La posibilidad de integrar la base de datos con modelos de lenguaje permitiría utilizar la información almacenada para responder consultas relacionadas con el estado de los proyectos, identificar tendencias, detectar riesgos potenciales y generar recomendaciones para la gestión.
En este contexto, se mencionó la posibilidad de integrar el sistema con plataformas como **Cloud AI**, permitiendo que la información registrada sea utilizada por un asistente virtual especializado en la gestión de proyectos. De esta manera, la Inteligencia Artificial dejaría de cumplir únicamente un rol de consulta, transformándose en un apoyo complementario para la gerencia mediante el análisis de datos históricos, la generación de alertas y la formulación de recomendaciones basadas en la información disponible.

6. Integración de la ubicación documental dentro del sistema

Durante la evaluación de la implementación también se identificó la necesidad de incorporar información relacionada con la **ubicación física de los archivos digitales** asociados a cada proyecto. Si bien el sistema permite conocer el estado de avance de los entregables y de los modelos BIM, actualmente no existe un vínculo directo que permita identificar la carpeta o directorio donde se encuentra almacenada la versión vigente de cada archivo.
En la práctica, una parte importante del tiempo destinado a la gestión de proyectos corresponde a la búsqueda de información dentro de servidores, carpetas compartidas o plataformas de almacenamiento, especialmente cuando un proyecto permanece detenido durante un período prolongado o cuando un nuevo integrante del equipo debe continuar un trabajo previamente desarrollado por otro profesional. Esta situación puede generar pérdidas de tiempo, utilización de versiones incorrectas de los archivos e incluso la duplicación innecesaria de información.

Como resultado de la evaluación, se propone incorporar dentro del sistema un nuevo campo de información asociado tanto a los **entregables** como a los **modelos BIM**, donde se registre la ruta de almacenamiento o ubicación documental correspondiente a cada archivo. De esta manera, cada registro del sistema no solo entregaría información sobre su estado de avance, sino también permitiría acceder rápidamente al lugar donde se encuentra almacenada la documentación asociada.

Esta mejora fortalecería la trazabilidad documental del sistema y contribuiría a reducir considerablemente los tiempos destinados a la búsqueda de información, facilitando la continuidad operativa de los proyectos y disminuyendo la dependencia del conocimiento individual sobre la organización interna de los archivos. Asimismo, la incorporación de esta funcionalidad permitiría consolidar el sistema como un punto central de consulta, integrando tanto el seguimiento del avance como la gestión documental de los proyectos desarrollados por la oficina.

Las observaciones obtenidas durante la implementación permitieron identificar diversas oportunidades de mejora que exceden el alcance de la presente fase, pero que representan una base sólida para la evolución progresiva del sistema. A partir de estos antecedentes se propone una hoja de ruta compuesta por nuevas etapas de desarrollo, orientadas a incrementar el nivel de automatización, ampliar el análisis de la información y consolidar el sistema como una plataforma integral para la gestión de proyectos de arquitectura.

3.6 Hoja de ruta para la evolución progresiva del sistema

Una vez desarrollada e implementada la **Fase I** del sistema de gestión y control de avance, resulta necesario evaluar su desempeño dentro del contexto real de una oficina de arquitectura. Esta evaluación tiene como propósito analizar el grado de cumplimiento de los objetivos planteados para esta primera etapa, verificando la capacidad del sistema para centralizar la información de los proyectos, generar indicadores de apoyo a la gestión y facilitar la toma de decisiones mediante una plataforma de visualización.

Asimismo, el proceso de evaluación permitió identificar una serie de observaciones y oportunidades de mejora surgidas durante la utilización del sistema por parte del equipo de gerencia y coordinación, así como también desde la administración de la base de datos. Estas observaciones no corresponden a fallas del sistema, sino a aspectos propios de una primera implementación que permiten establecer una hoja de ruta para su evolución en futuras etapas.

En los apartados siguientes se presentan los principales resultados obtenidos durante la implementación de la Fase I, evaluando el cumplimiento de los objetivos inicialmente propuestos y analizando las recomendaciones que darán origen al desarrollo de las siguientes fases del sistema.



3.6.1 Fase I - Validación del sistema

La **Fase I** corresponde a la primera etapa de desarrollo del sistema y tiene como objetivo principal **validar la metodología propuesta mediante su implementación en un entorno real de trabajo**. En esta etapa se busca comprobar que el sistema es capaz de responder a las problemáticas identificadas durante el diagnóstico inicial, principalmente la falta de visibilidad del avance de los proyectos, la ausencia de una fuente centralizada de información y la dificultad para realizar un seguimiento continuo del desarrollo de múltiples proyectos de manera simultánea.

La implementación de esta fase permitió demostrar que, mediante una **fuente única de datos** y un sistema de visualización desarrollado en Power BI, es posible transformar la información generada durante el desarrollo de los proyectos en indicadores claros y objetivos que apoyen la gestión de una oficina de arquitectura. De esta manera, el sistema entrega una visión global del estado de cada proyecto, permitiendo comprender su nivel de avance, identificar actividades críticas y apoyar la planificación semanal del equipo de trabajo.

Uno de los principales aportes de esta primera fase fue la incorporación de una metodología de seguimiento basada en **entregables**, permitiendo cuantificar el avance de los proyectos de forma objetiva y uniforme. A ello se suma la posibilidad de visualizar información relacionada con el cumplimiento de plazos, reuniones de coordinación, estado del equipo de trabajo y comparación entre proyectos, facilitando la toma de decisiones por parte de la gerencia y fortaleciendo la coordinación entre los distintos integrantes de la oficina.

El funcionamiento del sistema se estructura a partir de un flujo de trabajo sencillo e intuitivo. Inicialmente, la información proveniente de los proyectos es registrada en una base de datos centralizada por el **Data Manager**, quien consolida el estado de los entregables, los responsables, los plazos y los antecedentes generales de cada proyecto. Posteriormente, esta información es procesada automáticamente por Power BI, generando un conjunto de indicadores y paneles de visualización que permiten al equipo de gerencia conocer el estado actualizado de los proyectos y planificar las actividades correspondientes a cada período de trabajo.

Los resultados obtenidos durante el período de prueba demostraron que la metodología propuesta constituye una herramienta efectiva para mejorar la visibilidad del avance de los proyectos y apoyar los procesos de gestión dentro de la oficina. Asimismo, la implementación permitió identificar nuevas necesidades y oportunidades de mejora que no habían sido consideradas durante el diseño inicial, evidenciando que el sistema posee un importante potencial de crecimiento.

En este sentido, la **Fase I** no representa un sistema terminado, sino el punto de partida para una evolución progresiva. La experiencia obtenida durante su validación permitió establecer las bases para el desarrollo de nuevas funcionalidades orientadas a automatizar la captura de información, ampliar el análisis de los proyectos y transformar el sistema en una plataforma integral de apoyo para la gestión de oficinas de arquitectura.

"Una vez validado el funcionamiento general de la metodología y comprobada su utilidad dentro de la oficina, el siguiente desafío consiste en disminuir la intervención manual en la actualización de la información. Para ello, la segunda fase propone la automatización del sistema mediante la integración con modelos BIM y otras fuentes de información digital.

CAPITULO III

FLUJO DE TRABAJO propuesto para la Fase I.



01 ***Informacion de Proyecto***
Obtencion de datos

02 **Base de Datos**
Centraliza datos de Excel



Datos estructurados del modelo



03 **Power BI**
Procesa los datos del proyecto.

04 **Dashboard**
Visualiza indicadores para la gestión del proyecto.





05 ***Gestion***
Equipo de coordinacion

3.6.2 Fase II - Automatización mediante integración BIM

Objetivo de la fase

La segunda fase del sistema tiene como objetivo principal **automatizar el proceso de obtención y actualización de la información**, evolucionando el modelo desarrollado durante la Fase I hacia una metodología que reduzca la intervención manual y aumente la confiabilidad de los datos utilizados para la gestión de proyectos.

Durante la primera fase, la información fue registrada manualmente en una base de datos centralizada por el Data Manager, permitiendo validar la metodología propuesta y comprobar que los indicadores desarrollados constituían una herramienta efectiva para apoyar la toma de decisiones dentro de la oficina. Sin embargo, la evaluación realizada evidenció que el proceso de actualización demandaba una cantidad considerable de tiempo y seguía dependiendo de la intervención humana, situación que puede generar errores de digitación, retrasos en la actualización de la información e inconsistencias entre distintas fuentes de datos.

La presente fase busca responder directamente a dichas observaciones mediante la incorporación de una **segunda fuente de información**, proveniente directamente de los modelos BIM desarrollados en Autodesk Revit. Es importante señalar que esta propuesta **no pretende reemplazar la fuente de datos utilizada durante la Fase I**, sino complementarla. En consecuencia, el sistema pasaría a operar con dos fuentes de información que trabajan de manera conjunta: una fuente administrativa, correspondiente a la base de datos desarrollada en la presente investigación, y una fuente técnica, obtenida automáticamente desde los modelos BIM.

La coexistencia de ambas fuentes permite aprovechar las ventajas de cada una de ellas. Mientras la base de datos continúa almacenando información propia de la gestión del proyecto (como estados administrativos, observaciones, responsables o información no contenida en el modelo BIM), los modelos desarrollados en Revit aportan automáticamente información técnica del proyecto, reduciendo considerablemente la necesidad de ingresar datos manualmente y aumentando la confiabilidad de los indicadores.

De esta manera, el rol del **Data Manager** evoluciona desde una labor centrada en la digitación permanente de información hacia una función de supervisión, validación y administración de los datos, permitiendo que gran parte del proceso de actualización sea ejecutado de manera automatizada.

Interoperabilidad entre el modelo BIM y el sistema de gestión

Uno de los principios fundamentales de la metodología BIM es la capacidad de gestionar información durante todo el ciclo de vida de un proyecto y no únicamente generar modelos tridimensionales. En este contexto, la interoperabilidad corresponde a la capacidad que poseen distintas plataformas digitales para intercambiar información de manera consistente, manteniendo tanto la geometría como los atributos asociados a cada elemento del modelo.

La norma **ISO 19650**, orientada a la gestión de la información mediante BIM, establece que el valor de un modelo digital no radica únicamente en su representación gráfica, sino en la posibilidad de utilizar la información contenida en él para apoyar procesos de coordinación, planificación y toma de decisiones durante el desarrollo del proyecto.

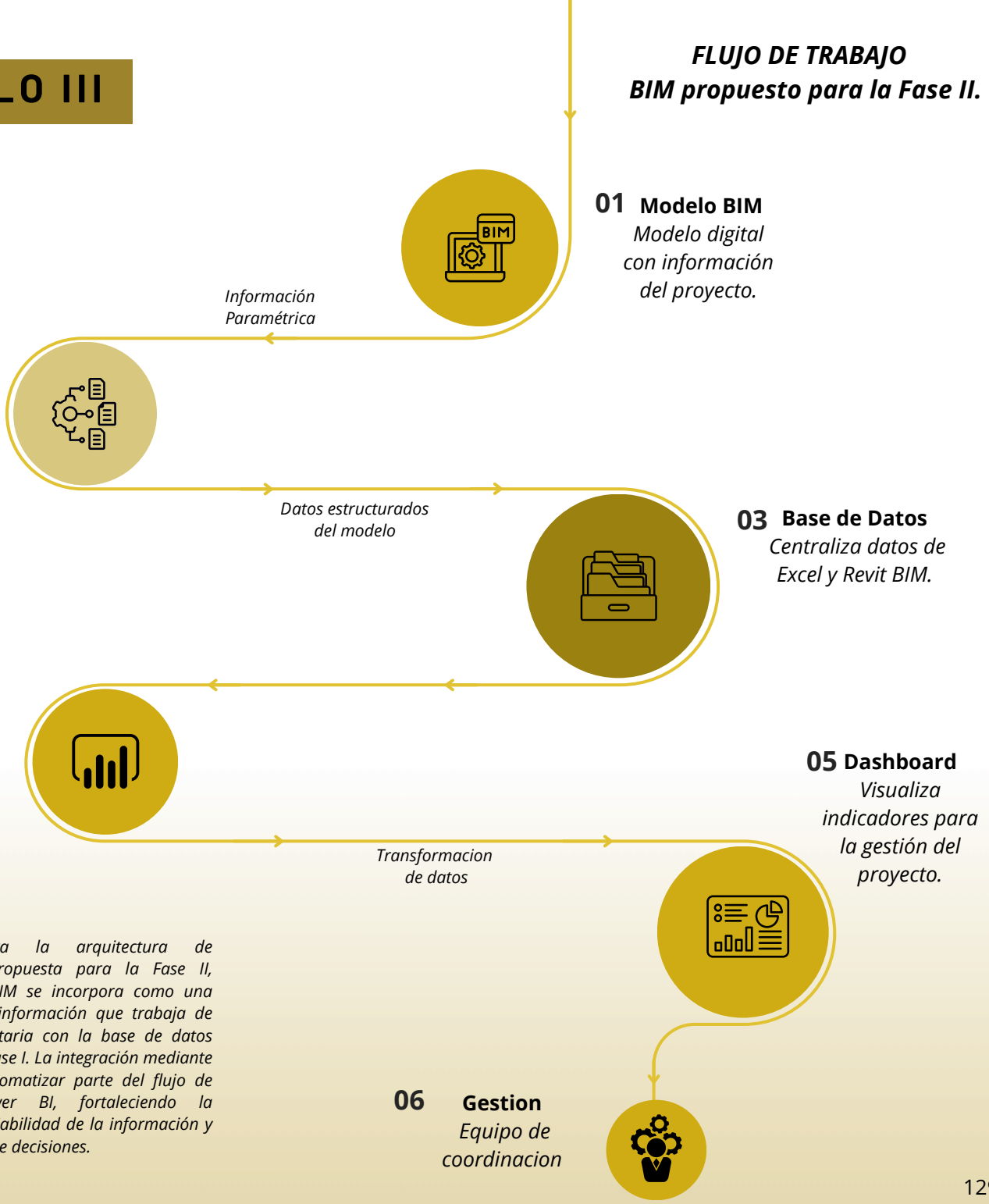
En la actualidad, muchas oficinas de arquitectura utilizan Autodesk Revit principalmente como una herramienta de modelado y producción de documentación técnica. Gracias a esta metodología es posible generar plantas, elevaciones, cortes, detalles constructivos, vistas tridimensionales y documentación gráfica de manera coordinada. Sin embargo, el potencial de BIM trasciende ampliamente la generación de planos, ya que cada elemento del modelo almacena información paramétrica que puede ser utilizada para múltiples procesos de gestión.

Autores como **Eastman et al. (2011)** destacan precisamente que uno de los principales aportes de BIM corresponde al uso de modelos paramétricos capaces de concentrar información geométrica y alfanumérica dentro de un mismo entorno digital, permitiendo reutilizar dichos datos en distintas aplicaciones sin necesidad de duplicar información.

Esta característica constituye la base de la presente propuesta, ya que permite utilizar el modelo BIM como una fuente confiable de información para alimentar automáticamente los indicadores desarrollados durante la Fase I.

CAPITULO III

FLUJO DE TRABAJO BIM propuesto para la Fase II.



La Figura ilustra la arquitectura de interoperabilidad propuesta para la Fase II, donde el modelo BIM se incorpora como una segunda fuente de información que trabaja de manera complementaria con la base de datos desarrollada en la Fase I. La integración mediante Speckle permite automatizar parte del flujo de datos hacia Power BI, fortaleciendo la trazabilidad, la confiabilidad de la información y el proceso de toma de decisiones.

Integración mediante Speckle

Para establecer la comunicación entre Autodesk Revit y Power BI se propone utilizar **Speckle**, una plataforma de interoperabilidad diseñada para compartir información entre distintos programas utilizados durante el desarrollo de proyectos.

El funcionamiento de Speckle consiste en actuar como una **capa intermedia de intercambio de información**, permitiendo extraer los parámetros contenidos en los modelos BIM, organizarlos y transmitirlos hacia plataformas externas encargadas de procesar dichos datos.

En la presente propuesta, Speckle constituye el puente entre los modelos desarrollados en Revit y el sistema de visualización implementado en Power BI, manteniendo el flujo general de trabajo desarrollado durante la Fase I pero reduciendo significativamente la intervención manual requerida para actualizar la información.

Otra característica relevante corresponde a la posibilidad de mantener un **historial de versiones del modelo**, registrar las modificaciones realizadas durante el proceso de diseño e identificar los profesionales responsables de cada actualización. Estas funcionalidades fortalecen la trazabilidad de la información y permiten reconstruir la evolución del proyecto cuando sea necesario retroceder a versiones anteriores, aspecto especialmente útil cuando un proyecto permanece detenido durante largos períodos o cambia de responsable dentro de la oficina.

Asimismo, Speckle incorpora un visualizador tridimensional accesible mediante navegador web, permitiendo que profesionales que habitualmente no utilizan software BIM (como gerentes de proyecto, coordinadores o personal administrativo) puedan consultar el modelo actualizado sin necesidad de trabajar directamente en Revit. Esto favorece la comunicación entre los distintos integrantes del equipo y facilita la revisión conjunta de los proyectos durante las reuniones de coordinación.

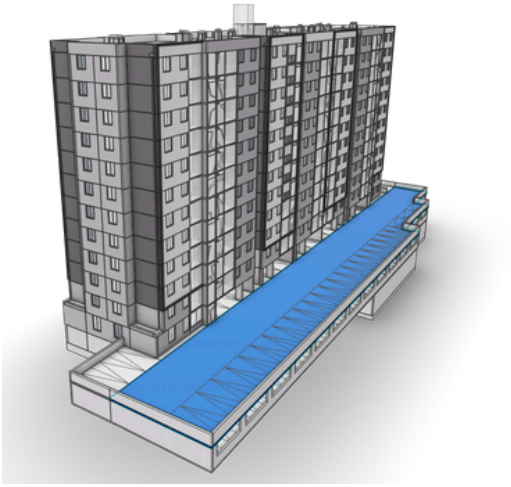


Figura 3.20. Modelo del proyecto obtenido desde la plataforma Speckle.
Fuente: Elaboración propia a partir de Speckle. Proyecto Brisas de 1 Norte – Edificio Tipo.

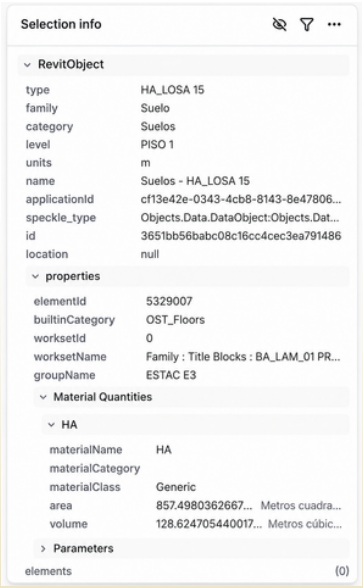


Figura 3.21. Tabla de información de parámetros obtenida desde la plataforma Speckle. Se muestra el elemento Losa de Hormigón seleccionado, identificado en color azul en imagen
Fuente: Elaboración propia a partir de la plataforma Speckle.

Información obtenida desde el modelo BIM

La incorporación de Speckle permite que una parte importante de la información utilizada por el sistema sea obtenida directamente desde los modelos BIM.

Entre los principales datos que podrían integrarse automáticamente destacan la etapa de desarrollo del proyecto, el estado del modelo, las superficies construidas, las disciplinas involucradas, los parámetros compartidos, las fechas de actualización, los responsables del modelo, la cantidad de elementos modelados, los materiales utilizados y otros atributos previamente definidos por la oficina mediante parámetros personalizados.

Toda esta información alimentaría automáticamente el modelo de datos desarrollado para la presente investigación, permitiendo que Power BI actualice los indicadores implementados durante la Fase I sin necesidad de volver a ingresar gran parte de la información manualmente.

Como consecuencia, el dashboard dejaría de representar únicamente un resumen administrativo del proyecto para transformarse en una plataforma capaz de interpretar directamente la información generada durante el proceso de diseño, integrando en una misma herramienta aspectos relacionados con la gestión documental, la coordinación técnica y el desarrollo del proyecto.



Incorporación gradual de los proyectos

La implementación de esta fase considera incorporar inicialmente **proyectos que se encuentren en etapas iniciales e intermedias de desarrollo**, evitando comenzar con proyectos completamente desarrollados o próximos a su término.

Esta decisión responde principalmente a criterios de calidad de la información y estandarización del trabajo. Los proyectos que inician su desarrollo permiten establecer desde un comienzo una estructura homogénea para los modelos BIM, definiendo nomenclaturas, parámetros compartidos, organización de carpetas, criterios de modelado y convenciones utilizadas por toda la oficina. De esta manera, la información generada durante el proyecto mantiene una estructura consistente y facilita su posterior utilización dentro del sistema de gestión.

Por el contrario, incorporar proyectos ya avanzados implica, en muchos casos, reorganizar modelos desarrollados bajo distintos criterios de trabajo, modificar parámetros previamente creados y corregir diferencias entre profesionales, aumentando considerablemente el tiempo requerido para la implementación y la probabilidad de incorporar información inconsistente al sistema.

Desde el punto de vista metodológico, comenzar con proyectos nuevos también permite realizar un seguimiento completo de la evolución del diseño desde sus primeras etapas, obteniendo una trazabilidad continua de la información y validando el funcionamiento de la metodología durante todo el ciclo de desarrollo del proyecto.

Asimismo, la incorporación progresiva facilita la estandarización de los modelos BIM desarrollados por la oficina antes de extender el sistema al resto de los proyectos, asegurando que la información procesada por Speckle mantenga una estructura uniforme, confiable y útil para la generación de indicadores.

Beneficios esperados

La implementación de esta segunda fase representa un cambio significativo en la forma en que la información es utilizada dentro de la oficina de arquitectura. La automatización de una parte importante del flujo de datos permitirá reducir considerablemente el tiempo destinado a la actualización de la información, disminuir la dependencia del ingreso manual realizado por el Data Manager y minimizar la aparición de errores derivados de la digitación.

Asimismo, la sincronización entre los modelos BIM y Power BI permitirá disponer de indicadores prácticamente en tiempo real, fortaleciendo la trazabilidad de los proyectos y proporcionando información permanentemente actualizada para apoyar la toma de decisiones.

Finalmente, esta fase amplía el rol del modelo BIM dentro de la oficina, transformándolo desde una herramienta utilizada principalmente para el desarrollo técnico del proyecto hacia una **fuente estratégica de información para la gestión**. De esta manera, el modelo digital deja de cumplir únicamente una función de representación gráfica y pasa a constituir uno de los principales insumos para el seguimiento del avance, la coordinación de equipos y la administración integral de los proyectos.

La infraestructura digital propuesta en esta etapa establece, además, las bases necesarias para continuar con la evolución del sistema hacia una gestión más integral de los recursos de la oficina, incorporando en etapas posteriores indicadores de productividad, planificación, control de recursos y análisis estratégico que permitan consolidar una plataforma completa de apoyo a la gestión de proyectos de arquitectura.

La Figura presenta una propuesta conceptual del dashboard para la Fase II, incorporando un visualizador del modelo BIM que permite al equipo de gestión revisar el proyecto sin necesidad de utilizar software especializado. Además, se incorpora una tabla con información de los modelos, incluyendo su nombre, versión, tipo, responsable y ubicación documental, fortaleciendo la trazabilidad y la gestión de la información.



Figura 3.22. Propuesta conceptual del dashboard correspondiente a la Fase II del sistema, incorporando la visualización del modelo BIM y nuevas herramientas de gestión documental.
Fuente: Elaboración propia.

3.6.3 Fase III - Gestión avanzada de recursos

Objetivo de la fase

La tercera fase representa la evolución del sistema desde una herramienta orientada al seguimiento del avance hacia una **plataforma integral de apoyo a la gestión de proyectos**. Mientras las fases anteriores concentran sus esfuerzos en centralizar la información y automatizar su obtención, esta etapa busca transformar dicha información en conocimiento útil para apoyar la planificación estratégica, la administración de recursos y la toma de decisiones dentro de la oficina.

La disponibilidad de información confiable y permanentemente actualizada permite incorporar nuevas capas de análisis que trascienden el seguimiento del avance del proyecto. En consecuencia, el sistema deja de responder únicamente a la pregunta "**¿en qué estado se encuentra el proyecto?**", para comenzar a responder interrogantes relacionadas con la productividad, la rentabilidad, la utilización de recursos y la eficiencia de los procesos internos de la oficina.

De esta manera, la plataforma evoluciona desde un visualizador de indicadores hacia una herramienta de gestión capaz de integrar información técnica, económica y administrativa dentro de un mismo entorno digital.



La gestión integral de un proyecto de arquitectura se compone de diversas capas de información que, al interactuar entre sí, permiten comprender el estado real del proyecto. Desde la planificación inicial hasta la medición de la productividad, cada dimensión aporta información clave para el control, seguimiento y toma de decisiones, proporcionando una visión global y estructurada del desarrollo del proyecto.

a) Gestión económica del proyecto

Uno de los principales avances propuestos para esta etapa corresponde a la incorporación de indicadores asociados a la gestión económica de los proyectos.

Si bien la oficina desarrolla principalmente actividades relacionadas con el diseño arquitectónico y no con la administración directa de la construcción, las decisiones tomadas durante la etapa de diseño poseen una influencia significativa sobre los costos finales del proyecto. Diversos estudios indican que las decisiones adoptadas durante las primeras etapas del diseño condicionan una parte importante del costo total del ciclo de vida de una obra, por lo que disponer de información económica durante esta etapa constituye un apoyo relevante para la toma de decisiones.

En este contexto, el sistema podría incorporar indicadores relacionados con el costo planificado, costo real, desviaciones presupuestarias, rentabilidad por proyecto y utilización de recursos económicos. La integración de esta información permitiría evaluar objetivamente el desempeño financiero de los proyectos y apoyar decisiones relacionadas con la continuidad de determinados encargos, la asignación de recursos y la planificación futura de la oficina.

Asimismo, la incorporación de información histórica permitiría desarrollar análisis comparativos entre distintos tipos de proyectos (como edificios privados, conjuntos habitacionales o proyectos subsidiados) facilitando la estimación de costos y la planificación de futuros encargos.

Indicador de rentabilidad del proyecto

Uno de los principales indicadores propuestos para la Fase III corresponde al análisis de la **rentabilidad del proyecto**, cuyo propósito es determinar si los recursos invertidos durante el desarrollo generan un beneficio económico acorde con los objetivos de la oficina. Este tipo de indicadores es ampliamente utilizado en la gestión de proyectos y permite apoyar la toma de decisiones relacionadas con la asignación de recursos, la continuidad de determinados encargos y la planificación de futuros proyectos.

En su forma más simple, la rentabilidad puede calcularse mediante la relación entre los ingresos obtenidos por el proyecto y el costo asociado a su desarrollo.

$$Rentabilidad = \frac{Ingreso - Costo}{Ingreso} \times 100$$

donde:

- **Ingreso**: monto contratado o presupuesto recibido por el desarrollo del proyecto.
- **Costo**: suma de todos los costos asociados al desarrollo del proyecto.

Si bien esta expresión permite obtener una primera aproximación de la **rentabilidad**, resulta insuficiente para representar la realidad de una oficina de arquitectura, ya que el costo de un proyecto depende de múltiples variables que influyen directamente en su desarrollo.
Por esta razón, se propone evolucionar este indicador incorporando información obtenida desde los distintos módulos del sistema, permitiendo representar con mayor precisión el comportamiento económico de cada proyecto.

De manera conceptual, el **costo total del proyecto** podría expresarse como:

$$Costo_{Total} = C_{HH} + C_{ESP} + C_{ADM} + C_{OBS} + C_{OTROS}$$

donde:

- ***CHH*** : costo asociado a las horas hombre/mujer empleadas por el equipo de trabajo.
- ***CESP*** : costos correspondientes a las oficinas de especialidades (estructura, sanitario, eléctrico, climatización, etc.).
- ***CADM*** : costos administrativos propios de la oficina, como licencias de software, gastos operacionales y administración.
- ***COBS*** : costos derivados de observaciones, correcciones y reprocesos durante el desarrollo del proyecto.
- ***COTROS*** : otros costos asociados al proyecto.

De esta manera, el **indicador de rentabilidad** podría evolucionar hacia una expresión más representativa:

$$Rentabilidad = \frac{Ingreso - (C_{HH} + C_{ESP} + C_{ADM} + C_{OBS} + C_{OTROS})}{Ingreso} \times 100$$

No obstante, el potencial del sistema permite incorporar nuevas variables provenientes tanto del modelo BIM como de la base histórica de proyectos. Entre ellas destacan:

- superficie construida (m^2),
- número de viviendas,
- cantidad de edificios,
- tipología del proyecto (privado, DS19, DS49, industrial, equipamiento, etc.),
- cantidad de entregables,
- tiempo efectivo de desarrollo,
- duración del proyecto,
- porcentaje de avance,
- rendimiento del equipo de trabajo.

La incorporación de estas variables permitiría generar análisis comparativos entre proyectos de características similares, facilitando la identificación de aquellos proyectos que presentan mejores niveles de **rentabilidad** o que requieren una mayor cantidad de recursos para alcanzar un mismo resultado.

Por ejemplo, el sistema podría responder preguntas como:

- ¿Cuál es el costo promedio de diseño por metro cuadrado?
- ¿Qué tipo de proyecto presenta una mayor rentabilidad?
- ¿Cuántas horas hombre requiere en promedio un edificio DS19 respecto de un edificio privado?
- ¿Qué especialidad genera mayores costos durante el desarrollo?
- ¿Qué proyectos presentan una mayor desviación entre el presupuesto inicial y el costo final?

De esta forma, el indicador deja de representar únicamente un resultado económico para transformarse en una herramienta de análisis estratégico, permitiendo comprender el comportamiento financiero de la oficina y respaldar la toma de decisiones mediante información objetiva proveniente del sistema.

Comparación económica entre proyectos

Para comparar proyectos de distintas características, el sistema puede complementar el indicador de rentabilidad con métricas normalizadas que permitan relacionar los resultados económicos con la superficie, el tiempo de trabajo y la cantidad de recursos utilizados. De esta forma, proyectos de diferente tamaño o tipología pueden ser evaluados bajo criterios comunes.

Un primer indicador corresponde al **costo de diseño por metro cuadrado**, calculado mediante la siguiente expresión:

$$Costo\ de\ Diseño\ por\ m^2 = \frac{C_{HH} + C_{ESP} + C_{ADM} + C_{OBS}}{Superficie\ Construida}$$

- **CHH**: costo de horas hombre/mujer.
- **CESP**: costo de especialidades.
- **CADM**: gastos administrativos y operacionales.
- **COBS**: costo asociado a observaciones, correcciones y retrabajos.
- **Superficie Construida**: superficie total proyectada, expresada en metros cuadrados

Este indicador permite conocer cuánto le cuesta a la oficina desarrollar cada metro cuadrado del proyecto. Un **valor elevado** puede asociarse a una **mayor complejidad**, una cantidad considerable de correcciones, una baja productividad o una utilización intensiva de especialistas.

De manera complementaria, puede calcularse el **ingreso por metro** cuadrado:

$$Ingreso\ por\ m^2 = \frac{Ingreso\ Total\ del\ Proyecto}{Superficie\ Construida\ (m^2)}$$

A partir de ambos valores se obtiene el **margen económico por metro cuadrado**:

$$Margen\ de\ Diseño\ por\ m^2 = \frac{Ingreso\ Total - Costo\ Total}{Superficie\ Construida}$$

- **Ingreso Total del Proyecto**: monto total contratado o presupuesto recibido por el desarrollo del proyecto.
- **Superficie Construida**: superficie total proyectada, expresada en metros cuadrados.

Este indicador permite comparar la **conveniencia económica de proyectos** con superficies diferentes. Por ejemplo, dos proyectos pueden presentar una rentabilidad porcentual similar, pero aquel que posea un margen **mayor** por metro cuadrado generará un **mejor resultado** económico respecto de la superficie desarrollada.

El **costo de diseño por vivienda** corresponde a un indicador económico que permite determinar el costo promedio asociado al desarrollo de cada unidad habitacional dentro de un proyecto. Su principal objetivo es comparar la eficiencia económica entre proyectos de características similares, especialmente en conjuntos habitacionales o proyectos subsidiados como DS19 y DS49. Este indicador facilita el análisis de rentabilidad, la estimación de costos para futuros proyectos y la evaluación del impacto que tienen los recursos utilizados durante la etapa de diseño sobre cada vivienda desarrollada. Además, permite generar una base histórica que apoye la planificación económica y la toma de decisiones por parte de la gerencia.

$$Costo\ de\ Diseño\ por\ Vivienda = \frac{Costo\ Total\ del\ Proyecto}{Número\ de\ Viviendas}$$

- **Costo Total del Proyecto**: suma de los costos asociados al desarrollo del proyecto (horas hombre, especialidades, gastos administrativos, revisiones, entre otros).
- **Número de Viviendas**: cantidad total de unidades habitacionales proyectadas.

El **ingreso por vivienda** corresponde a un indicador económico que permite determinar el ingreso promedio generado por cada unidad habitacional desarrollada dentro de un proyecto. Su principal objetivo es comparar el desempeño económico entre proyectos de características similares, facilitando la evaluación de la rentabilidad según la tipología del proyecto, ya sea vivienda privada, conjuntos habitacionales o proyectos subsidiados. Asimismo, este indicador permite generar una base histórica que apoye la estimación de ingresos para futuros proyectos y contribuya a una planificación financiera más precisa dentro de la oficina.

$$Ingreso\ por\ Vivienda = \frac{Ingreso\ Total\ del\ Proyecto}{Número\ de\ Viviendas}$$

- **Ingreso Total del Proyecto**: monto contratado o presupuesto recibido por el desarrollo del proyecto.
- **Número de Viviendas**: cantidad total de viviendas del proyecto.

Estos indicadores resultarían especialmente útiles para comparar proyectos DS19, DS49, conjuntos habitacionales privados u otras tipologías con características equivalentes.

b) Gestión de recursos humanos

El **recurso humano** constituye uno de los activos más importantes dentro de cualquier organización dedicada al desarrollo de proyectos. A diferencia de otros recursos, su productividad depende de múltiples factores asociados a la experiencia, especialización, carga laboral y complejidad de las tareas desarrolladas.
Actualmente, el sistema permite identificar los profesionales asignados a cada proyecto y conocer su estado de disponibilidad. Sin embargo, esta fase propone ampliar considerablemente la información disponible mediante el registro de **horas hombre/mujer, tiempos de ejecución, productividad individual y rendimiento por tipo de tarea.**
La incorporación de estos indicadores permitiría evaluar objetivamente el desempeño de los distintos integrantes del equipo, facilitando la asignación futura de responsabilidades de acuerdo con la experiencia y eficiencia demostrada en proyectos anteriores. De esta manera, las decisiones relacionadas con la distribución del trabajo dejarían de depender únicamente de la percepción de los coordinadores para sustentarse también en información objetiva obtenida durante el desarrollo de los proyectos.

La **productividad individual** corresponde a un indicador que permite evaluar el rendimiento de cada profesional en función del trabajo realizado y el tiempo invertido para desarrollarlo. Su objetivo es cuantificar la eficiencia individual, proporcionando información objetiva que facilite la asignación de tareas, la distribución de recursos y la planificación de futuros proyectos.

$$Productividad\ Individual = \frac{\sum(Entregables \times Factor\ de\ Ponderación)}{Horas\ Hombre/Mujer}$$

- **Entregables Terminados**: cantidad total de entregables completados por el profesional.
- **Horas Hombre/Mujer**: horas dedicadas al desarrollo de dichos entregables.
- **Factor de Ponderación**: valor asignado según la complejidad del entregable.

Entregable	Ponderación
Detalle constructivo	1
Planta arquitectónica	3
Corte general	4
Modelo BIM principal	8

Otra forma de verlo con los datos que ya tenemos es segun el **factor de avance del proyecto**.

$$Productividad\ Individual = \frac{\sum Factor\ de\ Avance}{Horas\ Hombre/Mujer}$$

Este indicador constituye una herramienta de apoyo para la asignación de recursos, la planificación de futuros proyectos y la identificación de fortalezas dentro del equipo de trabajo.

c) Productividad y rendimiento

Uno de los principales desafíos identificados durante la implementación corresponde a la dificultad para estimar con precisión el **tiempo necesario** para desarrollar determinadas actividades.

La incorporación de indicadores de **productividad** permitiría registrar el tiempo real requerido para desarrollar distintos tipos de entregables, disciplinas o etapas del proyecto, generando una base histórica capaz de mejorar progresivamente las estimaciones de planificación.

El análisis de esta información permitiría identificar tendencias, establecer tiempos promedio de desarrollo y detectar actividades críticas que sistemáticamente presentan retrasos, contribuyendo a una planificación más realista y reduciendo la incertidumbre asociada a los plazos de ejecución.

Asimismo, estos antecedentes facilitarían la coordinación con oficinas de especialidades externas, permitiendo planificar de manera más precisa los períodos de entrega y disminuir tiempos de espera entre disciplinas.

La **productividad del proyecto** corresponde a un indicador que relaciona el avance alcanzado con el tiempo empleado para obtenerlo. Su objetivo es medir la velocidad con la que progresa un proyecto durante su desarrollo, permitiendo comparar el rendimiento entre distintos proyectos y generar una **base histórica** que facilite la planificación de futuros encargos. Este indicador resulta especialmente útil para identificar proyectos que presentan un desarrollo más eficiente o aquellos que requieren una mayor cantidad de tiempo para alcanzar un mismo nivel de avance.

$$Productividad\ del\ Proyecto = \frac{Avance\ General\ del\ Proyecto\ (\%)}{Horas\ Totales\ Trabajadas}$$

- **Avance General del Proyecto**: porcentaje de avance obtenido a partir del promedio del factor de avance de los entregables.
- **Horas Totales Trabajadas**: suma de las horas hombre/mujer dedicadas al desarrollo del proyecto.

El **tiempo promedio por entregable** corresponde a un indicador de productividad que permite conocer la cantidad promedio de horas requeridas para desarrollar cada entregable del proyecto. Su principal objetivo es generar una base histórica que facilite la estimación de plazos para futuros proyectos, permitiendo mejorar la planificación, distribuir de manera más eficiente la carga de trabajo y establecer tiempos de desarrollo más realistas para cada tipo de tarea.

$$Tiempo\ Promedio\ por\ Entregable = \frac{Horas\ Totales\ Trabajadas}{Número\ de\ Entregables}$$

- **Horas Totales Trabajadas**: suma de las horas hombre/mujer dedicadas al desarrollo del proyecto.
- **Número Entregables**: cantidad total de entregables realizados del proyecto.

Las **horas de trabajo por vivienda** corresponden a un indicador de productividad que permite determinar el tiempo promedio invertido por el equipo en el desarrollo de cada unidad habitacional del proyecto. Su principal objetivo es evaluar la eficiencia en la utilización de los recursos humanos, comparar el desempeño entre proyectos de características similares y generar una base histórica que facilite la estimación de tiempos y la planificación de futuros proyectos habitacionales.

$$Horas\ de\ Trabajo\ por\ Vivienda = \frac{Horas\ Totales\ Trabajadas}{Número\ de\ Viviendas}$$

- **Horas Totales Trabajadas**: suma de las horas hombre/mujer dedicadas al proyecto.
- **Número de Viviendas**: cantidad total de viviendas proyectadas.

También puede incorporarse el indicador de **horas de trabajo por metro cuadrado**:

$$Horas\ de\ Trabajo\ por\ m^2 = \frac{Horas\ Totales\ Trabajadas}{Superficie\ Construida\ (m^2)}$$

Esta relación permite analizar **la eficiencia productiva** del equipo. Si dos proyectos poseen características semejantes, pero uno requiere una cantidad considerablemente mayor de horas por metro cuadrado, será necesario revisar las causas de dicha diferencia, tales como complejidad del encargo, cantidad de observaciones, cambios solicitados, experiencia del equipo o nivel de coordinación requerido.

indicador de **productividad por metro cuadrado**, que seria el inverso multiplicativo de la eficiencia productiva o horas de trabajo por metro cuadrado:

$$Productividad\ por\ m^2 = \frac{Superficie\ Construida\ (m^2)}{Horas\ Totales\ Trabajadas}$$

- **Horas Totales Trabajadas**: suma de las horas hombre/mujer dedicadas al proyecto.
- **Superficie Construida**: metros cuadrados del proyecto en diseño

Este indicador expresa cuántos metros cuadrados de proyecto desarrolla el equipo por cada hora de trabajo, siendo una medida muy intuitiva para comparar la eficiencia entre proyectos o equipos de trabajo.

d) Planificación y control del proyecto

La disponibilidad de información histórica sobre productividad permite incorporar una nueva dimensión dentro del sistema, **la planificación**.
En esta etapa se propone integrar herramientas como cartas Gantt, cronogramas, hitos del proyecto y alertas automáticas de seguimiento, permitiendo comparar permanentemente el avance planificado con el avance real obtenido durante el desarrollo del proyecto.
La gestión basada en hitos constituye una práctica ampliamente utilizada en la dirección de proyectos, ya que permite dividir proyectos complejos en objetivos intermedios claramente definidos, facilitando el seguimiento del cumplimiento de plazos y la detección temprana de desviaciones.
Como consecuencia, el sistema podría generar **alertas automáticas** cuando un proyecto presente retrasos significativos, cuando una disciplina no alcance el avance esperado o cuando determinados hitos se encuentren próximos a vencer, proporcionando a la gerencia información anticipada para tomar acciones correctivas.

El **índice de atraso permite** cuantificar el nivel de retraso existente dentro del proyecto mediante la relación entre los entregables atrasados y el total de entregables planificados. Este indicador constituye una alerta temprana para la gerencia, permitiendo focalizar los esfuerzos en aquellas actividades que requieren una intervención inmediata.

$$\acute{I}ndice\ de\ Atraso = \frac{Entregables\ Atrasados}{Entregables\ Totales} \times 100$$

- **Entregables Atrasados:** cantidad de entregables cuyo plazo ha sido superado.
- **Entregables Totales**: cantidad total de entregables del proyecto.

El **índice de presión del proyecto** relaciona el avance pendiente con el tiempo restante para la fecha de entrega, permitiendo identificar aquellos proyectos que requieren una mayor dedicación para cumplir los plazos establecidos. Este indicador constituye una herramienta de apoyo para la priorización de recursos y la planificación semanal de la oficina.

$$\acute{I}ndice\ de\ Presión = \frac{100 - Avance\ General}{Días\ Restantes}$$

- **100 − Avance General**: porcentaje de trabajo pendiente.
- **Días Restantes**: días hasta la fecha de entrega.

Mientras mayor sea el numero mas presion tiene , por lo tanto hay que prestarle mas atencion al proyecto.

El indicador de **cumplimiento del cronograma** permite comparar el avance real del proyecto con el avance planificado para una fecha determinada. Su principal objetivo es identificar desviaciones respecto de la planificación inicial, permitiendo detectar retrasos o adelantos en el desarrollo del proyecto y apoyar la toma de decisiones por parte del equipo de gestión.

$$Cumplimiento\ del\ Cronograma = \frac{Avance\ Real}{Avance\ Planificado} \times 100$$

- **Avance Rea**l: porcentaje de avance efectivamente alcanzado.
- **Avance Planificado**: porcentaje de avance esperado según la planificación.

Interpretación

- **Mayor a 100** → proyecto adelantado.
- **Igual a 100** → proyecto conforme a la planificación.
- **Menor a 100** → proyecto con retraso.

e) Gestión documental

Otra de las evoluciones propuestas corresponde al fortalecimiento de la gestión documental.
Además del porcentaje de avance de cada entregable, el sistema podría incorporar información relacionada con su historial de revisiones, versiones emitidas, organismos revisores, aprobaciones obtenidas y estado documental.
De esta manera, cada entregable almacenaría antecedentes tales como número de revisión (R01, R02, R03...), estado de aprobación, envío a SERVIU, ingreso a la Dirección de Obras Municipales (DOM), emisión para construcción, firma de planos y entrega definitiva.
La incorporación de esta información permitiría extender el control más allá del proceso de diseño, fortaleciendo la trazabilidad documental durante todo el ciclo de desarrollo del proyecto.

f) Gestión de observaciones

Finalmente, esta etapa propone ampliar el módulo de observaciones desarrollado durante las fases anteriores.

Además del registro de las observaciones, el sistema podría incorporar antecedentes relacionados con el origen de cada revisión, la disciplina involucrada, el responsable de resolverla, fechas de emisión, fechas de respuesta y estado de cumplimiento.

Esta información permitiría realizar un seguimiento continuo de las observaciones emitidas por clientes, organismos públicos, oficinas de especialidades y equipos internos, facilitando su control y disminuyendo la probabilidad de que requerimientos importantes permanezcan sin resolver durante el desarrollo del proyecto.

Beneficios esperados

La implementación de esta tercera fase transformaría el sistema desde una plataforma orientada al seguimiento del avance hacia una herramienta integral para la gestión de oficinas de arquitectura.

La incorporación de indicadores económicos, productividad, planificación, gestión documental y recursos humanos permitiría centralizar gran parte de la información utilizada por la gerencia en un único entorno digital, facilitando la toma de decisiones mediante información objetiva, actualizada y permanentemente disponible.

Como resultado, el sistema dejaría de apoyar únicamente el control del avance de los proyectos para convertirse en un instrumento de gestión estratégica capaz de optimizar la utilización de recursos, mejorar la planificación, fortalecer la coordinación del equipo y apoyar el crecimiento sostenido de la organización.

TABLA DE FORMULAS/INDICADORES

Indicador	¿Qué mide?	Interpretación	Formula
Rentabilidad	Beneficio económico del proyecto.	**Mayor:** mayor rentabilidad. **Menor:** menor beneficio económico.	$Rentabilidad = \frac{Ingreso - (C_{HH} + C_{ESP} + C_{ADM} + C_{OBS} + C_{OTROS})}{Ingreso} \times 100$
Costo de diseño por metro cuadrado	Costo promedio de diseño por m².	**Mayor:** diseño más costoso. **Menor:** mayor eficiencia económica.	$Costo\ de\ Diseño\ por\ m^2 = \frac{C_{HH} + C_{ESP} + C_{ADM} + C_{OBS}}{Superficie\ Construida}$
Ingreso por metro cuadrado	Ingreso generado por cada m² diseñado.	**Mayor:** mayor ingreso unitario. **Menor:** menor retorno económico.	$Ingreso\ por\ m^2 = \frac{Ingreso\ Total\ del\ Proyecto}{Superficie\ Construida\ (m^2)}$
Margen de diseño por metro cuadrado	Ganancia obtenida por cada m² diseñado.	**Mayor:** mejor margen económico. **Menor:** menor beneficio por superficie.	$Margen\ de\ Diseño\ por\ m^2 = \frac{Ingreso\ Total - Costo\ Total}{Superficie\ Construida}$
Costo de diseño por vivienda	Costo promedio de diseño por vivienda.	**Mayor:** mayor costo unitario. **Menor:** mejor eficiencia económica.	$Costo\ de\ Diseño\ por\ Vivienda = \frac{Costo\ Total\ del\ Proyecto}{Número\ de\ Viviendas}$
Ingresos por vivienda	Ingreso promedio generado por vivienda.	**Mayor:** mayor retorno por unidad. **Menor:** menor ingreso unitario.	$Ingreso\ por\ Vivienda = \frac{Ingreso\ Total\ del\ Proyecto}{Número\ de\ Viviendas}$
Productividad individual	Trabajo útil generado por cada profesional.	**Mayor:** mayor rendimiento. **Menor:** menor productividad.	$Productividad\ Individual = \frac{\sum Factor\ de\ Avance}{Horas\ Hombre/Mujer}$
Productividad del proyecto	Avance obtenido respecto al tiempo invertido.	**Mayor:** proyecto más eficiente. **Menor:** menor velocidad de avance.	$Productividad\ del\ Proyecto = \frac{Avance\ General\ del\ Proyecto\ (\%)}{Horas\ Totales\ Trabajadas}$
Tiempo promedio por entregable	Horas promedio requeridas por entregable.	**Mayor:** tareas más lentas. **Menor:** mayor eficiencia.	$Tiempo\ Promedio\ por\ Entregable = \frac{Horas\ Totales\ Trabajadas}{Número\ de\ Entregables}$
Horas de trabajo por vivienda	Horas invertidas en cada vivienda.	**Mayor:** mayor esfuerzo requerido. **Menor:** mejor productividad.	$Horas\ de\ Trabajo\ por\ Vivienda = \frac{Horas\ Totales\ Trabajadas}{Número\ de\ Viviendas}$
Horas de trabajo por metro cuadrado	Horas necesarias para desarrollar un m².	**Mayor:** menor eficiencia. **Menor:** mejor rendimiento.	$Horas\ de\ Trabajo\ por\ m^2 = \frac{Horas\ Totales\ Trabajadas}{Superficie\ Construida\ (m^2)}$
Productividad por metro cuadrado	m² desarrollados por hora trabajada.	**Mayor:** mayor productividad. **Menor:** menor rendimiento.	$Productividad\ por\ m^2 = \frac{Superficie\ Construida\ (m^2)}{Horas\ Totales\ Trabajadas}$
Índice de atraso	Proporción de entregables atrasados.	**Mayor:** más retrasos. **Menor:** mejor cumplimiento.	$Índice\ de\ Atraso = \frac{Entregables\ Atrasados}{Entregables\ Totales} \times 100$
Índice de presión	Trabajo pendiente respecto al tiempo disponible.	**Mayor:** mayor urgencia. **Menor:** menor presión del proyecto.	$Índice\ de\ Presión = \frac{100 - Avance\ General}{Días\ Restantes}$
Cumplimiento del cronograma	Relación entre avance real y planificado.	**100%:** según plan. **>100%:** adelantado. **<100%:** retrasado.	$Cumplimiento\ del\ Cronograma = \frac{Avance\ Real}{Avance\ Planificado} \times 100$

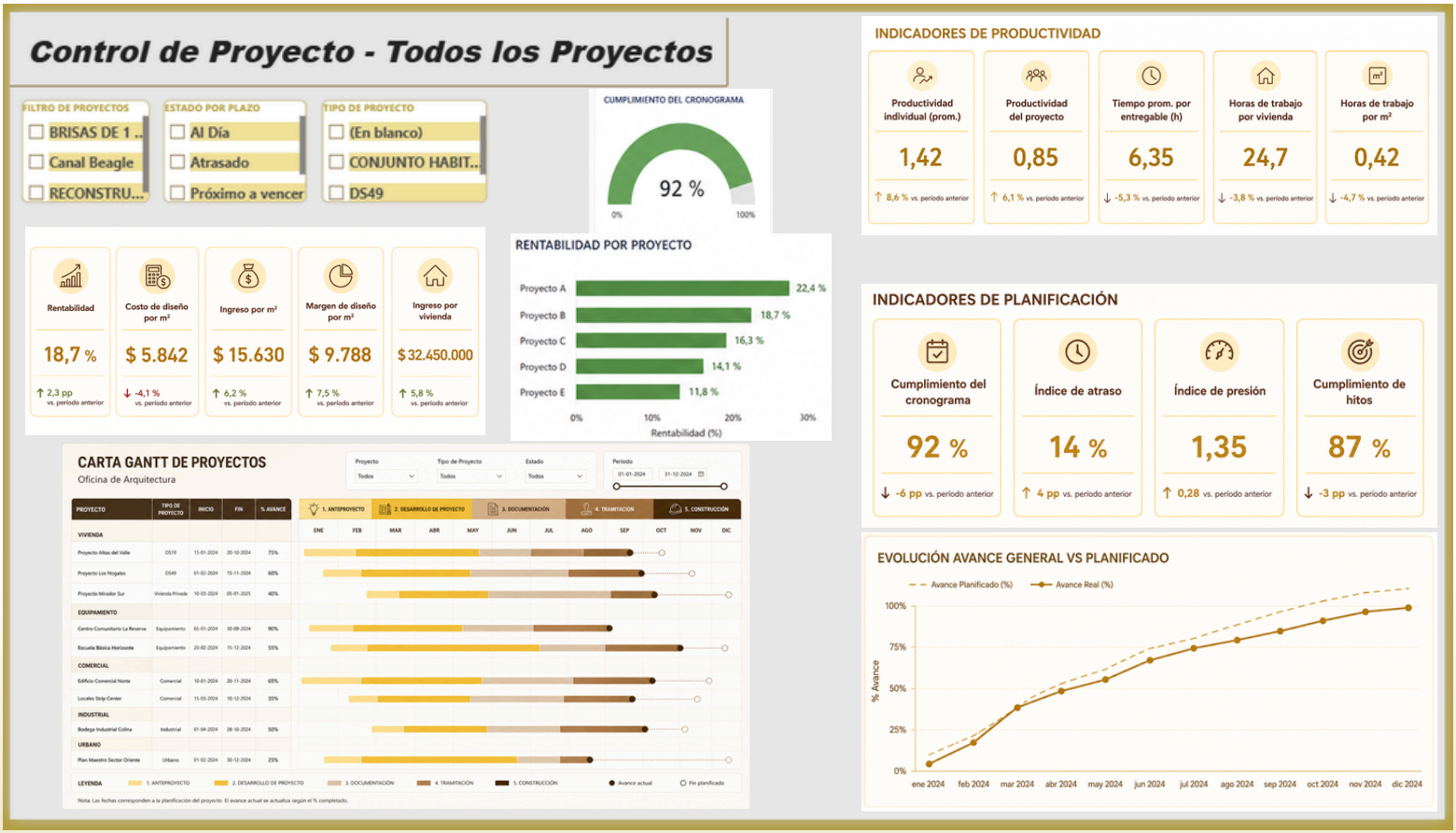


FIGURA 3.23. *La Figura presenta una propuesta conceptual del dashboard correspondiente a la Fase III del sistema, concebido como una vista complementaria a los dashboards desarrollados en las Fases I y II. Esta nueva interfaz incorpora indicadores orientados a la gestión integral de la oficina, permitiendo visualizar información relacionada con recursos, productividad, planificación y desempeño económico, fortaleciendo el apoyo a la toma de decisiones estratégicas por parte de la gerencia.*

Indicadores Económicos
Presentan el desempeño económico de los proyectos mediante indicadores de rentabilidad, costos e ingresos, analizados por proyecto, metro cuadrado y número de viviendas.

Cumplimiento del Cronograma
Visualiza el grado de cumplimiento del cronograma, comparando el avance real con el avance planificado para determinar qué tan cercano se encuentra el proyecto respecto de la planificación establecida.

Rentabilidad por Proyecto
Compara la rentabilidad de los proyectos desarrollados por la oficina, permitiendo identificar aquellos que generan un mayor beneficio económico y apoyar la toma de decisiones estratégicas.

Indicadores de Productividad
Permiten evaluar la eficiencia del trabajo desarrollado por la oficina, tanto a nivel individual como general, mediante indicadores de rendimiento, tiempos de ejecución y productividad del equipo.



Carta Gantt
Representa la planificación general de los proyectos, mostrando su cronograma, las etapas de desarrollo y los principales hitos que deben cumplirse durante su ejecución.

Planificación
Los indicadores presentan el estado del proyecto respecto al cronograma, permitiendo identificar atrasos, el nivel de presión del proyecto y el porcentaje de cumplimiento de los hitos planificados.

Gráfico de Desviación Planificada
Representa la relación entre el avance real y el avance planificado, facilitando la detección de desviaciones respecto al cronograma establecido.

La **Fase III** representa la consolidación del sistema como una plataforma de apoyo a la **gestión integra**l de la oficina. Mientras que las fases anteriores estuvieron orientadas al seguimiento del avance de los proyectos y a la automatización de la obtención de información mediante herramientas BIM, esta etapa incorpora indicadores estratégicos que permiten transformar los datos almacenados en información útil para la toma de decisiones.

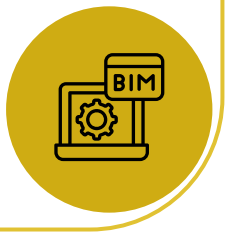
La incorporación de indicadores económicos, de productividad, planificación y gestión de recursos humanos permite ampliar el alcance del sistema, dejando de utilizar la información únicamente como un mecanismo de seguimiento para convertirla en una herramienta de **análisis y apoyo** a la administración de la oficina. De esta manera, procesos que tradicionalmente dependían de la experiencia de la gerencia comienzan a ser respaldados por indicadores objetivos, facilitando la identificación de desviaciones, la asignación de recursos y la priorización de proyectos.

En este contexto, el sistema deja de actuar únicamente como un visualizador del estado de los proyectos y comienza a transformarse en un potenciador de la gestión, automatizando parte del análisis que anteriormente debía realizarse de manera manual. Esto permite que la gerencia concentre sus esfuerzos en la toma de decisiones estratégicas, apoyándose en información actualizada, cuantificable y centralizada.

Finalmente, la integración de todos estos indicadores establece las bases para la siguiente etapa de evolución del sistema, donde el análisis de la información dejará de depender exclusivamente de la interpretación humana para incorporar herramientas de inteligencia artificial capaces de asistir activamente en la gestión de los proyectos.

CAPITULO III

FLUJO DE TRABAJO propuesto para la Fase III.



01 Modelo BIM
Modelo digital con información del proyecto.

Información Paramétrica



02 Speckle
Plataforma de interoperabilidad y conexión de datos.

Datos estructurados del modelo



03 Base de Datos
Centraliza datos de Excel y Revit BIM.



04 Power BI
Procesa los datos del proyecto.



05 Dashboard
Visualiza indicadores de avance y gestión integral para apoyar la toma de decisiones.



06 *Gestion integral*
Equipo de coordinacion

El flujo de funcionamiento propuesto para la Fase III comienza con el modelo digital BIM desarrollado en Autodesk Revit, desde donde se extrae automáticamente la información del proyecto. Posteriormente, esta información es transferida mediante la plataforma Speckle, la cual actúa como un puente de interoperabilidad encargado de transformar los parámetros del modelo en datos cuantificables que pueden ser procesados por otros sistemas. Una vez estructurada, la información es incorporada a la fuente central de datos, donde se complementa con los datos administrativos registrados de forma manual. Finalmente, Power BI procesa la información proveniente de ambas fuentes para generar indicadores que permiten visualizar el estado del proyecto desde dos perspectivas complementarias: el seguimiento del avance del proyecto y la gestión integral de la oficina, proporcionando información confiable para apoyar la toma de decisiones.

3.6.4 Fase IV - Integración con Inteligencia Artificial

La evolución del sistema

La **cuarta fase** representa la etapa de mayor evolución dentro de la hoja de ruta propuesta para el sistema de gestión. Mientras que las fases anteriores estuvieron orientadas a la centralización de la información, la automatización de la captura de datos y la generación de indicadores para el seguimiento de los proyectos, esta etapa busca incorporar una capa adicional de inteligencia capaz de **interpretar dicha información** y transformarla en conocimiento útil para la toma de decisiones.

En los últimos años, el desarrollo de la Inteligencia Artificial Generativa y de los Modelos de Lenguaje de Gran Escala (Large Language Models, LLM) ha permitido que los sistemas informáticos evolucionen desde simples herramientas de consulta hacia asistentes capaces de comprender información, responder preguntas en lenguaje natural y generar recomendaciones fundamentadas en grandes volúmenes de datos. En este contexto, la propuesta consiste en integrar estas capacidades al sistema desarrollado durante las fases anteriores, permitiendo que la información almacenada deje de ser únicamente visualizada para comenzar a ser interpretada.

Es importante destacar que esta fase no busca reemplazar la experiencia del equipo de coordinación ni automatizar completamente las decisiones del proyecto. Por el contrario, la Inteligencia Artificial se plantea como un asistente virtual especializado que complemente el trabajo de la gerencia, proporcionando información rápida, contextualizada y basada en datos objetivos.



La Figura resume las principales capacidades que tendría la Inteligencia Artificial dentro del sistema propuesto. Además de interpretar la información proveniente de la base de datos y de los indicadores desarrollados en el dashboard, el asistente sería capaz de responder consultas en lenguaje natural, apoyar la gestión de proyectos mediante recomendaciones, realizar análisis predictivos basados en información histórica, automatizar tareas repetitivas y mantener una memoria del proyecto que facilite la trazabilidad de la información y el aprendizaje continuo de la organización.

Inteligencia Artificial como asistente virtual

El principal objetivo de esta fase consiste en que la Inteligencia Artificial sea capaz de **comprender** toda la información generada por el sistema, incluyendo tanto la base de datos central como los indicadores desarrollados en Power BI.

De esta manera, el **asistente virtual** dispondría permanentemente de información actualizada sobre el estado de los proyectos, permitiéndole responder consultas formuladas en lenguaje natural sin necesidad de que el usuario deba interpretar manualmente tablas, gráficos o indicadores.

Por ejemplo, un miembro del equipo podría realizar consultas como:

- ¿Cuál es el proyecto con mayor nivel de presión?
- ¿Qué especialidad presenta el menor porcentaje de avance?
- ¿Qué entregables vencerán durante la próxima semana?
- ¿Quién es el responsable del proyecto con mayor retraso?
- ¿Qué proyecto presenta la menor rentabilidad?
- ¿Qué profesionales se encuentran disponibles para reasignar tareas?

Este tipo de interacción reduce considerablemente el tiempo requerido para localizar información dentro del sistema, permitiendo que cualquier integrante de la oficina pueda acceder rápidamente al conocimiento almacenado mediante un lenguaje conversacional.

Apoyo a la toma de decisiones

Más allá de responder preguntas, el verdadero potencial de la Inteligencia Artificial radica en su capacidad para **interpretar relaciones** entre múltiples indicadores de forma simultánea.

Al disponer de información relacionada con el avance del proyecto, los plazos, el estado de los entregables, la planificación, la productividad, los recursos humanos y los indicadores económicos, el asistente podría identificar situaciones que requieran atención antes de que sean detectadas manualmente por el equipo de gestión.

Por ejemplo, el sistema podría advertir que un proyecto presenta un porcentaje de avance adecuado, pero que una determinada especialidad acumula un retraso significativo respecto de la planificación. Del mismo modo, podría detectar que un proyecto mantiene una rentabilidad inferior a la esperada debido al aumento de las horas de trabajo invertidas o identificar que la carga de trabajo asignada a un profesional supera la capacidad observada en proyectos anteriores.

En estos casos, la **Inteligencia Artificial** no tomaría decisiones de manera autónoma, sino que generaría recomendaciones fundamentadas para apoyar al equipo de coordinación, manteniendo siempre la supervisión y validación por parte de los profesionales responsables del proyecto.

Predicción y análisis prospectivo

Una de las principales ventajas de incorporar Inteligencia Artificial corresponde a la posibilidad de evolucionar desde un sistema descriptivo hacia uno **predictivo**.

A medida que la oficina acumule información histórica de múltiples proyectos, el asistente podrá utilizar dichos antecedentes para estimar comportamientos futuros, identificar patrones de ejecución y anticipar posibles desviaciones antes de que ocurran.

Por ejemplo, considerando los tiempos históricos de desarrollo de determinadas especialidades, el sistema podría estimar la probabilidad de cumplir una fecha de entrega o advertir que la planificación propuesta presenta un riesgo elevado de retraso. Asimismo, sería posible generar estimaciones sobre la carga de trabajo futura, la productividad esperada del equipo o el comportamiento económico de proyectos con características similares.

Este enfoque permitiría pasar desde una **gestión reactiva**, basada en resolver problemas una vez ocurridos, hacia una **gestión preventiva** orientada a anticipar riesgos y planificar acciones con mayor fundamento.

Integración dentro del flujo de trabajo

Para implementar esta fase resulta necesario incorporar la Inteligencia Artificial como un nuevo componente dentro del flujo de funcionamiento del sistema.

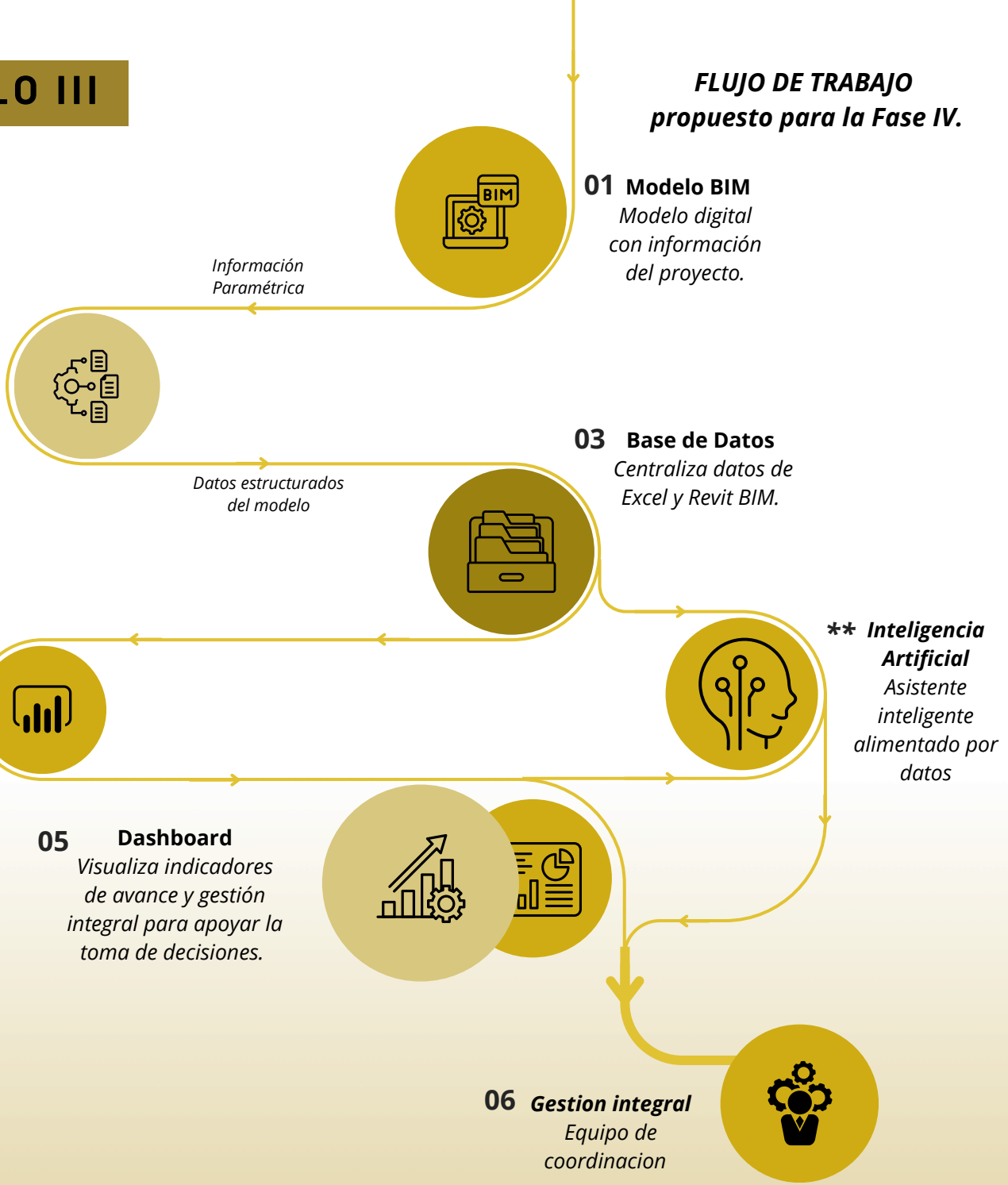
La actualización del asistente se realizaría de manera sincronizada con la actualización periódica de la fuente de datos administrada por el **Data Manager.** De esta forma, cada vez que la información del sistema sea actualizada y procesada por Power BI, el modelo de Inteligencia Artificial dispondrá automáticamente de los nuevos datos e indicadores para responder consultas utilizando información vigente.

Una vez actualizada la base de conocimiento, cualquier integrante autorizado de la oficina podrá interactuar con el asistente mediante consultas en lenguaje natural, obteniendo respuestas fundamentadas en los datos disponibles del sistema.

Con el propósito de mantener la trazabilidad y seguridad de la información, todas las consultas realizadas deberán registrarse junto con el usuario que las efectuó y la fecha correspondiente, permitiendo mantener un historial de interacción y facilitando futuras auditorías sobre el uso del sistema.

CAPITULO III

FLUJO DE TRABAJO propuesto para la Fase IV.



01 Modelo BIM
Modelo digital con información del proyecto.

Información Paramétrica

02 Speckle
Plataforma de interoperabilidad y conexión de datos.

Datos estructurados del modelo

03 Base de Datos
Centraliza datos de Excel y Revit BIM.

04 Power BI
Procesa los datos del proyecto.

**** *Inteligencia Artificial***
Asistente inteligente alimentado por datos

05 Dashboard
Visualiza indicadores de avance y gestión integral para apoyar la toma de decisiones.

06 *Gestion integral*
Equipo de coordinacion

Proyección futura del sistema

La incorporación de Inteligencia Artificial abre nuevas posibilidades para la evolución del sistema propuesto.

Además de responder consultas y generar recomendaciones, futuras implementaciones podrían permitir la integración mediante interfaces conversacionales de voz, posibilitando que los profesionales interactúen con el asistente utilizando micrófonos y altavoces distribuidos dentro de la oficina.

Asimismo, el sistema podría comenzar a automatizar tareas repetitivas relacionadas con la gestión documental, la generación de reportes, la elaboración de resúmenes ejecutivos, la detección automática de desviaciones y la emisión de alertas preventivas para el equipo de coordinación.

En un horizonte de desarrollo más avanzado, la Inteligencia Artificial podría transformarse en un colaborador permanente dentro del proceso de gestión, apoyando continuamente al equipo mediante recomendaciones basadas en información objetiva, sin sustituir el criterio profesional de los especialistas, sino potenciando su capacidad para tomar decisiones fundamentadas.

3.7 Propuesta de implementación del sistema en la oficina

La incorporación de un nuevo sistema de gestión dentro de una organización requiere una implementación planificada que considere tanto los aspectos tecnológicos como la preparación de las personas que utilizarán la herramienta. Diversos estudios sobre gestión del cambio organizacional señalan que el éxito de un sistema de información depende no solo de su funcionamiento técnico, sino también de la existencia de procedimientos claramente definidos, responsabilidades establecidas y una adecuada capacitación de los usuarios. En este contexto, la implementación propuesta busca establecer una **metodología** que facilite la incorporación progresiva del sistema dentro de la oficina, asegurando una transición ordenada hacia una gestión basada en datos.



3.7.1 Preparación del sistema

Antes de iniciar la implementación, resulta fundamental contar con una versión estable del sistema que garantice el correcto funcionamiento de todos sus componentes. Para ello, se debe verificar previamente la operatividad del dashboard, la correcta estructuración de la fuente centralizada de datos, el funcionamiento de los indicadores desarrollados, la conexión entre los modelos BIM y la fuente de información mediante la plataforma Speckle, así como la configuración del asistente de Inteligencia Artificial cuando la evolución del sistema alcance dicha etapa.

Debido a que la Fase I corresponde a la validación experimental realizada durante esta investigación, la implementación formal dentro de la oficina comenzaría desde la **Fase II**, donde el sistema ya incorpora la automatización de la captura de información proveniente de los modelos BIM y dispone de una estructura suficientemente estable para su utilización cotidiana.

3.7.2 Capacitación del equipo

Una vez preparado el sistema, el siguiente paso corresponde a la capacitación de todo el personal de la oficina. Debido a que únicamente un grupo reducido participó durante la etapa piloto, resulta necesario que todos los integrantes comprendan el **funcionamiento general** del sistema antes de comenzar su utilización.

La capacitación debe comenzar explicando el propósito de la metodología propuesta, cuyo objetivo consiste en centralizar la información de los proyectos y transformarla en una herramienta de apoyo para la gestión, facilitando el seguimiento del avance, la planificación y la toma de decisiones mediante información actualizada y confiable.

Posteriormente, se deben presentar los **dashboards** desarrollados, explicando la función de cada vista, la organización de la información y la utilidad de los distintos indicadores implementados. Asimismo, resulta conveniente elaborar una memoria descriptiva del sistema que documente el origen de los datos, los cálculos realizados y la interpretación de cada indicador, permitiendo que todos los usuarios comprendan el significado de los resultados obtenidos.

En las etapas más avanzadas de la hoja de ruta, esta capacitación deberá incorporar además el funcionamiento del asistente basado en Inteligencia Artificial, enseñando al equipo la forma adecuada de interactuar con el sistema mediante consultas en lenguaje natural y las posibilidades de apoyo que éste ofrece durante la gestión de los proyectos.

La capacitación debe involucrar a toda la oficina, incluyendo gerencia, Project Managers, modeladores BIM, dibujantes y especialistas, promoviendo un lenguaje común respecto a la información utilizada dentro del sistema.

3.7.3 Protocolo de uso del sistema

Uno de los aspectos más relevantes para asegurar el correcto funcionamiento del sistema consiste en definir claramente las responsabilidades de cada integrante dentro del flujo de trabajo.

En primer lugar, el **Data Manager** será el responsable de administrar la fuente centralizada de datos, actualizar la información proveniente de los proyectos, verificar su consistencia y mantener sincronizado el sistema de visualización.

Por otra parte, el **BIM Manager** tendrá la responsabilidad de supervisar el correcto desarrollo de los modelos BIM y asegurar que éstos cumplan con los protocolos de modelado establecidos por la oficina. Asimismo, deberá gestionar la publicación de los modelos hacia la plataforma Speckle, permitiendo que la información contenida en ellos pueda ser transformada en datos cuantificables e incorporada automáticamente al sistema.
Posteriormente, los **Project Managers** utilizarán la información entregada por el dashboard y por el asistente basado en Inteligencia Artificial para supervisar el avance de los proyectos, coordinar al equipo de trabajo, detectar desviaciones y planificar las actividades futuras.
Finalmente, el **Project Director** utilizará la información consolidada para realizar la gestión integral de la oficina, evaluar el desempeño general de los proyectos, analizar indicadores económicos y apoyar la planificación estratégica junto al área de presupuesto.
La definición de estos roles permite establecer responsabilidades claras, evitar duplicidad de funciones y asegurar la trazabilidad de toda la información utilizada por el sistema.

3.7.4 Manual de indicadores

Con el propósito de mantener una interpretación uniforme de la información, se propone desarrollar un manual de indicadores que documente cada uno de los elementos incorporados al sistema.
Este manual deberá incluir la definición de cada indicador, su objetivo, la fórmula utilizada para su cálculo, el significado de sus valores, la interpretación de los distintos rangos de resultados y la explicación de la codificación por colores utilizada en los dashboards.
Además de facilitar el aprendizaje de nuevos integrantes de la oficina, este documento permitirá mantener la continuidad del sistema en el tiempo y servirá como base para futuras modificaciones o incorporación de nuevos indicadores.

3.7.5 Seguimiento y mejora continua

Como ocurre con cualquier sistema implementado dentro de una organización, durante los primeros meses de utilización surgirán nuevas necesidades, observaciones y oportunidades de mejora. Por esta razón, se propone establecer reuniones periódicas de seguimiento destinadas a evaluar el comportamiento del sistema, registrar las observaciones realizadas por los usuarios y priorizar futuras actualizaciones.
Este proceso permitirá incorporar nuevos indicadores, optimizar los existentes, mejorar la interacción con la Inteligencia Artificial y adaptar continuamente la herramienta a las necesidades reales de la oficina. De esta manera, el sistema podrá evolucionar progresivamente junto con la organización, manteniendo su utilidad y vigencia a lo largo del tiempo.

3.8 Síntesis del desarrollo del sistema

La evolución propuesta para el sistema responde a una estrategia de implementación progresiva, donde cada fase incorpora nuevas capacidades sobre la base de la etapa anterior. Esta metodología permite que el sistema evolucione de forma ordenada, validando cada componente antes de avanzar hacia niveles superiores de automatización y complejidad.

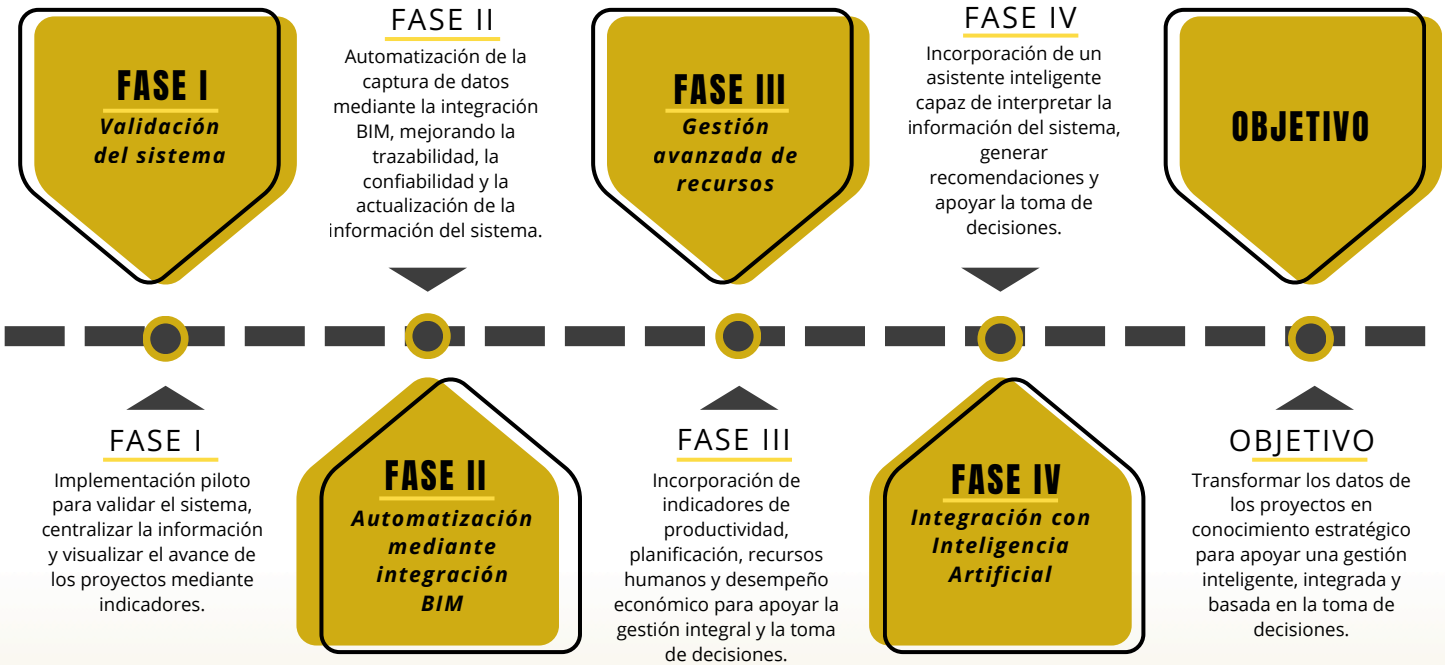
La Fase I tuvo como propósito validar el funcionamiento del sistema mediante la centralización de la información y la visualización del avance de los proyectos, permitiendo comprobar la utilidad de la metodología dentro del entorno real de la oficina. Posteriormente, la Fase II propone automatizar la obtención de información mediante la integración con modelos BIM, disminuyendo la intervención manual del Data Manager y aumentando la confiabilidad de los datos. Sobre esta base, la Fase III amplía el alcance del sistema hacia una gestión integral de la oficina, incorporando indicadores relacionados con productividad, planificación, recursos humanos y desempeño económico, transformando el dashboard en una herramienta de apoyo para la toma de decisiones estratégicas. Finalmente, la Fase IV incorpora Inteligencia Artificial como un asistente virtual capaz de interpretar la información generada por el sistema, responder consultas en lenguaje natural, apoyar la gestión mediante recomendaciones y contribuir a la toma de decisiones basada en datos.

La división del desarrollo en fases no responde únicamente a un criterio tecnológico, sino también a una estrategia de implementación organizacional. Incorporar todas las funcionalidades desde el inicio habría incrementado considerablemente la complejidad del sistema, dificultando su adopción por parte de los usuarios y aumentando la resistencia al cambio. En cambio, una implementación progresiva permite que el equipo se familiarice gradualmente con la nueva metodología de trabajo, valide el funcionamiento de cada etapa e incorpore mejoras a partir de la experiencia obtenida durante su utilización.

Asimismo, este enfoque favorece un proceso de mejora continua, donde las observaciones realizadas por los usuarios durante cada fase permiten retroalimentar el desarrollo del sistema y orientar las siguientes etapas de evolución. De esta manera, cada nueva fase no reemplaza a la anterior, sino que la complementa y fortalece, incrementando progresivamente el nivel de automatización, la capacidad analítica y el apoyo a la gestión de proyectos.

En conjunto, las cuatro fases representan una hoja de ruta para transformar gradualmente la gestión de la oficina, pasando desde un sistema orientado al seguimiento del avance de los proyectos hacia una plataforma inteligente de apoyo a la toma de decisiones, donde la información deja de ser únicamente visualizada para convertirse en conocimiento útil para toda la organización.

EVOLUCION DEL SISTEMA



La Figura resume la evolución propuesta para el sistema a lo largo de las cuatro fases de desarrollo. Cada etapa incorpora nuevas capacidades sobre la base de la anterior, incrementando progresivamente el nivel de automatización, análisis y apoyo a la gestión. Esta evolución culmina en el concepto de una Oficina de Arquitectura Basada en Datos (Data-Driven Office), donde la información obtenida desde los proyectos se transforma en conocimiento útil para la toma de decisiones, permitiendo que la gestión deje de depender únicamente de la experiencia de los profesionales y pase a estar respaldada por datos objetivos, indicadores y herramientas inteligentes de apoyo.

Tabla comparativa de la evolución del sistema propuesto

Aspecto	**Fase I** Validación	**Fase II** Automatización BIM	**Fase III** Gestión Integral	**Fase IV** Inteligencia Artificial
Objetivo	Validar el sistema y centralizar la información.	Automatizar la captura de datos desde BIM.	Incorporar indicadores para la gestión integral.	Asistir la toma de decisiones mediante IA.
Fuente principal	Base de datos manual.	Base de datos + Modelo BIM.	Base de datos + Modelo BIM.	Base de datos + Modelo BIM.
Automatización	Baja.	Media.	Alta.	Muy alta.
Rol del usuario	Registrar información.	Supervisar la actualización automática.	Analizar indicadores y gestionar proyectos.	Interactuar con un asistente inteligente.
Información obtenida	Estado del proyecto y entregables.	Información actualizada desde el modelo BIM.	Productividad, planificación, recursos y economía.	Recomendaciones, predicciones y apoyo a la gestión.
Tecnologías	Excel + Power BI.	Excel + Revit + Power BI.	BIM + Power BI	BIM + BI + Inteligencia Artificial.
Beneficio principal	Visibilidad del avance del proyecto.	Mayor confiabilidad y trazabilidad de los datos.	Gestión integral basada en indicadores.	Interpretación inteligente y apoyo a la toma de decisiones.





Conclusiones

Conclusiones

La presente investigación permitió demostrar que es posible desarrollar un sistema de gestión capaz de centralizar la información de los proyectos y transformarla en una herramienta de apoyo para la administración de una oficina de arquitectura. Si bien, debido al tiempo de implementación del proyecto piloto, no fue posible cuantificar con certeza una reducción en los tiempos de trabajo o un incremento directo en la productividad, los resultados obtenidos evidenciaron que el sistema constituye una herramienta de gran utilidad para organizar la información, mantener un control centralizado de los proyectos y facilitar el acceso a datos confiables para la toma de decisiones.

Uno de los principales aportes del sistema radica en que la gestión deja de depender exclusivamente del conocimiento individual de las personas para apoyarse en una plataforma estructurada, donde la información se encuentra organizada, centralizada y disponible para todos los integrantes de la oficina. Esto no solo mejora la trazabilidad de los proyectos, sino que también disminuye la dispersión de la información, facilita la coordinación entre equipos y establece una base sólida para la gestión basada en datos. En consecuencia, una implementación sostenida en el tiempo debiese traducirse en una disminución del tiempo destinado a buscar información, elaborar reportes y coordinar actividades, además de contribuir a reducir errores derivados de la falta de organización o de la pérdida de información.

Otro aspecto relevante corresponde al aprovechamiento de la metodología BIM. Actualmente, en muchas oficinas de arquitectura, esta herramienta se utiliza principalmente para el modelado tridimensional y la generación de documentación técnica. Sin embargo, esta investigación demuestra que los modelos BIM poseen un potencial considerablemente mayor, pudiendo transformarse en una fuente de información para la gestión de proyectos. La integración propuesta permite utilizar los datos contenidos en los modelos para alimentar automáticamente el sistema, ampliando el alcance de BIM más allá del diseño y potenciando sus capacidades como plataforma de información para la toma de decisiones.

De igual forma, la incorporación de Inteligencia Artificial representa una oportunidad para evolucionar desde un sistema orientado únicamente a la visualización de datos hacia una plataforma capaz de interpretar la información y asistir a los profesionales durante la gestión de los proyectos. El objetivo de esta investigación no consiste en reemplazar el criterio del equipo de coordinación, sino en proporcionar una herramienta que sea capaz de comprender el contexto de los proyectos, responder consultas, detectar patrones, generar recomendaciones y facilitar la interpretación de grandes volúmenes de información. En este sentido, la Inteligencia Artificial no constituye un sustituto del profesional, sino un asistente que incrementa su capacidad de análisis al trabajar sobre información estructurada y permanentemente actualizada. Finalmente, la principal contribución de esta investigación no corresponde únicamente al desarrollo de un dashboard o de un sistema de indicadores, sino a la propuesta de una metodología evolutiva para la implementación de una Oficina de Arquitectura Basada en Datos (Data-Driven Office). A través de las cuatro fases planteadas, el sistema evoluciona desde la validación inicial hasta la incorporación de automatización, gestión integral e Inteligencia Artificial, demostrando que es posible transformar progresivamente la forma en que una oficina administra sus proyectos. Más que una nueva herramienta de trabajo, esta propuesta representa un cambio en la metodología de gestión, donde los datos dejan de ser simples registros operacionales para convertirse en un recurso estratégico que fortalece la planificación, mejora la coordinación entre equipos y respalda la toma de decisiones mediante información objetiva.

Más que una herramienta de control, el sistema propone una nueva metodología de trabajo para la oficina, donde la información deja de estar dispersa entre personas y documentos para transformarse en un recurso estratégico, centralizado y accesible que fortalece la coordinación, la planificación y la toma de decisiones basada en datos.

FRANCISCO HUGHES

- Project Management Institute. (2021). A guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) (7th ed.). Project Management Institute.
- Kerzner, H. (2022). Project management: A systems approach to planning, scheduling, and controlling (13th ed.). Wiley.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). BIM handbook: A guide to Building Information Modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors (2nd ed.). Wiley.
- Sacks, R., Eastman, C., Lee, G., & Teicholz, P. (2018). BIM handbook (3rd ed.). Wiley.
- ISO 19650-1 International Organization for Standardization. (2018). ISO 19650-1:2018. Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including Building Information Modelling—Information management using Building Information Modelling—Part 1: Concepts and principles.
- ISO 19650-2 International Organization for Standardization. (2018). ISO 19650-2:2018. Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including Building Information Modelling—Information management using Building Information Modelling—Part 2: Delivery phase of the assets.
- Autodesk. (s. f.). Autodesk Revit documentation. https://help.autodesk.com/view/RVT/2025/ENU/
- Speckle Systems. (s. f.). Speckle documentation. https://docs.speckle.systems/quickstart/welcome
- Kimball, R., & Ross, M. (2013). The data warehouse toolkit: The definitive guide to dimensional modeling (3rd ed.). Wiley.
- Davenport, T. H., & Harris, J. G. (2017). Competing on analytics: The new science of winning (Updated ed.). Harvard Business Review Press.
- Provost, F., & Fawcett, T. (2013). Data science for business: What you need to know about data mining and data-analytic thinking. O'Reilly Media.
- Parmenter, D. (2019). Key performance indicators: Developing, implementing, and using winning KPIs (4th ed.). Wiley.

- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (1996). The balanced scorecard: Translating strategy into action. Harvard Business School Press.
- Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). The knowledge-creating company: How Japanese companies create the dynamics of innovation. Oxford University Press.
- Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). The knowledge-creating company: How Japanese companies create the dynamics of innovation. Oxford University Press.
- Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2020). Management information systems: Managing the digital firm (16th global ed.). Pearson.
- Russell, S. J., & Norvig, P. (2021). Artificial intelligence: A modern approach (4th ed.). Pearson.
- Talakola, S. (2022). Analytics and reporting with Google Cloud Platform and Microsoft Power BI. International Journal of Artificial Intelligence, Data Science, and Machine Learning
- Allauca, J. (2023). Aplicación de ChatGPT en Power BI: un caso de estudio. Revista Sociencytec
- Moreno-Guaita, J. I., Zuñiga Sanchez, I. L., Medina Chicaiza, P., & Calvache Vargas, C. M. (2024). Power BI en el sector financiero: cómo transformar datos en decisiones inteligentes. Journal of Science and Research

ANEXO A. FICHAS MENSUALES PRACTICA PROYECTUAL

La práctica profesional desarrollada en la oficina Bustamante y Aguayo Arquitectos tuvo una duración de ocho meses dentro del proceso de titulación, período durante el cual el estudiante se integró activamente al equipo de trabajo participando en proyectos de distintas características, escalas y etapas de desarrollo. Esta experiencia permitió conocer de manera directa la dinámica de funcionamiento de una oficina de arquitectura, comprendiendo tanto los aspectos técnicos asociados al desarrollo de proyectos como los procesos de coordinación y gestión que los acompañan.

Durante este período, el estudiante participó en el modelado BIM, elaboración de documentación técnica, coordinación de especialidades, revisión de proyectos, desarrollo de planimetrías y apoyo en distintas instancias de diseño y discusión técnica. Asimismo, tuvo la oportunidad de involucrarse en reuniones de coordinación con los distintos profesionales de la oficina, donde se analizaban problemáticas propias de cada proyecto, se definían estrategias de trabajo y se establecían criterios para el cumplimiento de plazos y objetivos. Esta participación permitió comprender que el éxito de un proyecto no depende únicamente de la calidad del diseño arquitectónico, sino también de la capacidad de coordinar eficientemente la información, los recursos y el trabajo de los distintos actores involucrados.

La diversidad de proyectos abordados durante la práctica (incluyendo conjuntos habitacionales DS49, proyectos DS19, edificios de vivienda en altura, concursos de arquitectura y proyectos de reconstrucción) permitió al estudiante enfrentarse a diferentes metodologías de trabajo, requerimientos normativos y niveles de complejidad técnica. Esta variedad constituyó una fuente permanente de aprendizaje y facilitó la identificación de problemáticas comunes relacionadas con la planificación, el seguimiento del avance y la gestión de la información dentro de la oficina.

Los informes mensuales presentados en este anexo documentan cronológicamente las principales actividades desarrolladas durante la práctica, los proyectos en los que se participó, los avances alcanzados y las reflexiones obtenidas a partir de la experiencia profesional. En conjunto, estos documentos representan la evidencia del proceso formativo realizado y permiten comprender cómo la observación sistemática de la práctica profesional dio origen al problema de investigación planteado en esta memoria y, posteriormente, al desarrollo del sistema de gestión basado en datos propuesto para la oficina.

PROCESO DE TITULACIÓN
PRÁCTICA PROYECTUAL

Nombre del titulante

Francisco Ernesto Hughes Mutis

Oficina

Bustamante y Aguayo Arquitectos SPA

Encargado Oficina (color)

José Aguayo Parraguez

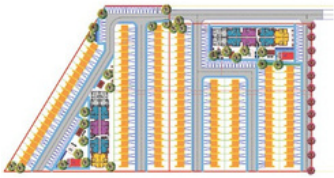
Profesor Referente (color)

Gustavo Sarabia Fuentes

Bustamante y Aguayo Arquitectos es una oficina con más de 20 años de trayectoria. Su enfoque es amplio dentro del ámbito arquitectónico, desarrollando proyectos de diseño urbano, viviendas, loteos, edificios públicos y privados, y destacándose especialmente en el área inmobiliaria. En los últimos años, la oficina ha centrado su labor en el desarrollo de proyectos de vivienda social subsidiada, acumulando una vasta experiencia en concursos y en la ejecución de proyectos de gran magnitud.

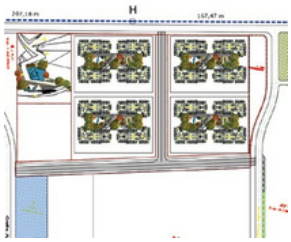
El equipo está conformado por un grupo multidisciplinario de profesionales, incluyendo arquitectos, dibujantes técnicos, ingenieros y constructores.

El trabajo que realizo en la oficina es variado, ya que, pese a mi corta experiencia (más de seis meses), he tenido la oportunidad de participar en diversos proyectos y concursos. Cada arquitecto gestiona varios proyectos s imultáneamente, y mi rol consiste en apoyar tanto en la modelación como en la documentación de planos. Actualmente, participo en dos proyectos: “Río Negro”, en el cual me encargaré del diseño de manera independiente, y “La Chimba II”, donde realizo el levantamiento y la mejora de la propuesta previamente entregada, implementando la metodología BIM, la cual he aprendido durante mi experiencia en la oficina.



“RIO NEGRO I”





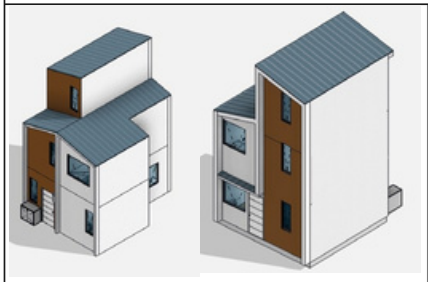
“LA CHIMBA II”

“RIO NEGRO I” Y “LA CHIMBA II ”

El Proyecto “Río Negro”, ubicado en la comuna de Puerto Montt, corresponde a un condominio habitacional de 194 viviendas, cuyo mandante es el Comité de Vivienda Ladera Antonio Varas Sur, regulado bajo el subsidio D.S. N°49. El conjunto contempla departamentos —incluyendo unidades adaptadas bajo el subsidio complementario de accesibilidad universal— y viviendas tipo “townhouse”, casas de dos y tres niveles dispuestas en agrupación lineal con fachada continua. Estas últimas fueron las que se me encargó diseñar, tomando como base un modelo previo que presentaba deficiencias funcionales, como la desconexión entre el baño ubicado en el primer nivel y una habitación en el tercero, además de una estética que no satisfacía al arquitecto ni al constructor a cargo. El proyecto se emplaza en un terreno de 21.700 m², distribuidos en 139 casas tipo townhouse y dos edificios de 40 departamentos cada uno.

Por otro lado, el Proyecto “La Chimba II” forma parte del Plan Urbano Habitacional Altos La Chimba, en el sector nororiente de Antofagasta, declarado Zona de Interés Público por el CNDU. Enmarcado en el Plan de Emergencia Habitacional del MINVU, el concurso busca desarrollar vivienda social subsidiada (D.S. N°49) en los lotes 5-A de las manzanas 11 y 12, sumando cerca de 65.900 m². Su objetivo es potenciar el desarrollo urbano integral del sector mediante la incorporación de viviendas, áreas verdes y equipamientos educacionales y de salud, promoviendo la integración social y la vida de barrio. La propuesta prioriza edificios sustentables, eficiencia energética y gestión comunitaria, consolidando un modelo de vivienda social en altura sostenible y de calidad que contribuya al crecimiento ordenado y equitativo de la ciudad de Antofagasta.

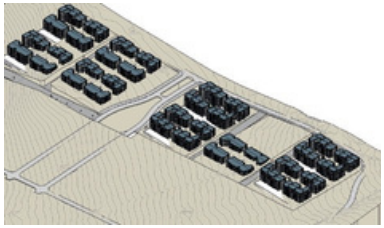
FICHA 01 AVANCE NUMERO 01 MES DE 10 AÑO 2025 FRANCISCO HUGHES



"RIO NEGRO I"







"LA CHIMBA II"

"RIO NEGRO I" Y "LA CHIMBA II "

Para el proyecto de viviendas tipo townhouse de Río Negro, se me entregó un modelo preexistente que presentaba problemas de funcionalidad en la distribución interior, lo que generaba disconformidad tanto en mi supervisor como en el constructor. Durante la primera semana del mes, se me asignó la tarea de diseñar una nueva propuesta desde cero, guiándome por el cuadro normativo del D.S. N°49, el cual establece distanciamientos y áreas mínimas que deben cumplirse. Una vez finalizado el diseño, lo presenté a José Aguayo para recibir retroalimentación. Dos errores principa- les fueron no cumplir completamente con lo establecido en la normativa —ya que interpreté de forma distinta algunos criterios, como la inclusión o no del área del clóset dentro del dormitorio— y exceder la superficie máxima permitida (60 m²), alcanzando 73 m². Para corregir estos errores, utilicé herramientas de inteligencia artificial, "entrenándolas" con el documento normativo, lo que me permitió revisar el proyecto de forma más rápida y precisa, obteniendo un resultado final conforme a las exigencias.

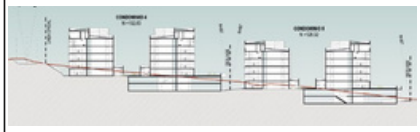
Posteriormente, comencé a trabajar en el concurso "La Chimba II", que consistía en el diseño de condominios compuestos por cuatro edificios, dentro de un total de 36 edificios más uno adicional. Siguiendo el protocolo de diseño BIM de la oficina, recibí un plano base elaborado por Fernando Bustamante, que incluía tres tipos de departamentos "célula": uno central, otro de culata con fondo de saco para facilitar el acceso, y un tercero de accesibilidad universal. A partir de estas células, conformé el piso tipo y posteriormente el edificio completo de seis pisos, emplazando cuatro de ellos en las esquinas de un condominio con patio central. Sin embargo, tras el estudio de cabida realizado por Fernando y las restricciones del concurso, que no permitían el uso de ascensores, fue necesario rediseñar con edificios de cinco pisos y otros de cinco pisos más dúplex (seis niveles). Finalmente, propuse tres tipos de células de condominio: una conformada solo por edificios de cinco pisos, otra con cuatro edificios dúplex y una tercera mixta (dúplex + cinco pisos). Con esta base, procedí a emplazar los edificios en el terreno y desarrollar su contexto urbano, completando la propuesta integral del proyecto.

Es interesante destacar cómo las metodologías BIM permiten avanzar con mayor rapidez y flexibilidad en el desarrollo de los proyectos, facilitando la realización de modificaciones incluso en etapas finales del diseño. Sin embargo, su correcta implementación requiere mantener un alto nivel de orden y coordinación, especialmente entre las diferentes especialidades involucradas, para asegurar la coherencia y precisión del modelo.

Por otro lado, la inteligencia artificial se presenta como una herramienta con un enorme potencial dentro del ámbito arquitectónico. En la oficina recién se está incorporando su uso, pero su aplicación resulta prometedora: al proporcionarle las instrucciones y documentos adecuados, puede actuar como un asesor técnico similar a un revisor del SERVIU, agilizando procesos, reduciendo errores y optimizando el trabajo en cada etapa del proyecto.

FICHA 02 AVANCE NUMERO 02 MES DE OCTUBRE AÑO 2025

FRANCISCO HUGHES



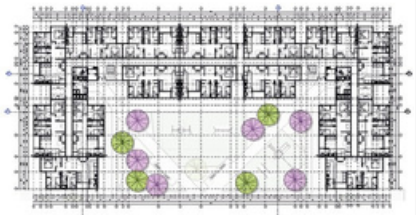
CORTE CONDOMINIO 4 Y 5 MZ11



ELEVACION CONDOMINIO 3 Y 5



EDIFICIO DUPLEX CONDOMINIO 1 MZ11



PLANTA EDIFICIO ARRIENDO A PRECIO JUSTO (80 VIVIENDAS)

"LA CHIMBA ETAPA 2-B2 Y 2-B3 "

Luego de avanzar con la planimetría del proyecto —incorporando cotas, nombres de departamentos, elevaciones y detalles generales— realizamos una pre-revisión junto a los encargados de la construcción y un especialista del concurso, quien nos orientó en función de las rúbricas y criterios de evaluación para fortalecer la propuesta y aumentar las posibilidades de éxito. En la revisión se presentaron tanto las propuestas de edificios individuales como el conjunto completo, con el objetivo de analizar su arquitectura y su emplazamiento general, considerando los cortes y rellenos de terreno.

Entre las observaciones más relevantes se destacó la ausencia de departamentos correspondientes al subsidio "Arriendo a Precio Justo", los cuales debían ubicarse en uno o más edificios independientes, aunque podían compartir condominio. También se identificó la falta de rampas de accesibilidad universal desde los niveles subterráneos -1 y -2, y la insuficiencia de estacionamientos, ya que el cálculo exigía 1,15 por vivienda, considerando el 15% adicional para visitas. Además, se señaló la necesidad de incorporar áreas de paisajismo en la parte inferior del conjunto y ajustar las dimensiones de las escaleras, que debían tener un ancho mínimo de 1,40 metros, sumando 0,05 metros adicionales para baranda y limón, conforme a la ordenanza vigente.

Otro punto importante fue la excesiva cantidad de viviendas, ya que la cabida establecida indicaba 546 unidades para el lote 2-B3 Mz
11 y 662 para el lote 2-B2 Mz 12, totalizando 1.208 viviendas, mientras que nuestra propuesta alcanzaba 1.232. Para corregirlo, se reorganizaron los conjuntos de la siguiente manera:

Lote 2-B3 Mz 11: 1 edificio dúplex (34 viviendas) y 4 conjuntos mixtos (2 edificios dúplex y 2 de cinco pisos, con 128 viviendas cada uno).

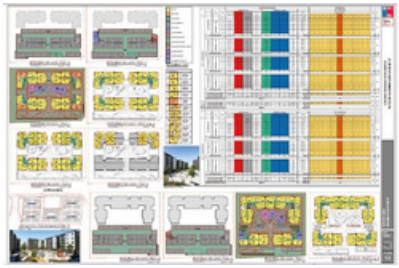
Lote 2-B2 Mz 12: 2 conjuntos mixtos (128 viviendas), 1 conjunto mixto 1-3 (3 edificios dúplex y 1 de cinco pisos, con 132 viviendas), 1 conjunto de edificios dúplex (136 viviendas) y 1 conjunto adicional con un edificio destinado al subsidio de arriendo justo más dos edificios de cinco pisos.

Finalmente, para complementar el desarrollo, realicé cortes en el modelo BIM con el fin de analizar los taludes del terreno y determinar las zonas donde será necesario implementar muros de contención tipo shotcrete o soil nailing, asegurando la estabilidad y viabilidad constructiva del proyecto.

La velocidad de trabajo en la oficina es un aspecto fundamental, especialmente porque la cantidad de cambios solicitados —ya sea por parte de los arquitectos o surgidos en las reuniones con las constructoras— puede ser muy alta. En este contexto, es indispensable trabajar con precisión para evitar errores que luego signifiquen rehacer varias etapas del proyecto. También es clave desarrollar criterio profesional, ya que muchas veces es necesario defender decisiones de diseño cuando ciertas solicitudes implican aumentar innecesariamente la complejidad del proyecto, como ocurrió con la intención de incorporar más tipologías, lo que habría significado más láminas, más coordinación y un incremento significativo en el tiempo de trabajo. Frente a esto, señalé que era preferible mantener las tipologías ya definidas, las cuales habían sido previamente analizadas y validadas con el apoyo de herramientas de inteligencia artificial.

Este tipo de experiencias también demuestra lo importante que es equilibrar las necesidades del proyecto con la eficiencia del proceso, ya que no siempre "más" significa "mejor": muchas veces, una propuesta clara, consistente y bien fundamentada permite avanzar de forma más ordenada, evitando sobrecargas innecesarias sin perder calidad. Además, obliga a desarrollar habilidades de comunicación y argumentación que son esenciales en el ejercicio profesional, especialmente en entornos donde las decisiones deben tomarse rápido y con fundamento técnico firme.

FICHA 03 AVANCE NUMERO 03 MES DE NOVIEMBRE AÑO 2025 FRANCISCO HUGHES



LAMINA DE ESQUEMA DE USOS



PROYECTO COMPLETO IMAGEN



PROYECTO COMPLETO IMAGEN NOCTURNA



IMAGEN LOCALES COMERCIALES Y ACCESO

"LA CHIMBA ETAPA 2-B2 Y 2-B3 "

A mediados de este mes, específicamente el 18 de noviembre, debía estar listo todo el material del concurso, cuya entrega física se realizó el jueves 20 de noviembre, con presentaciones separadas para cada manzana (MZ-11 y MZ-12). Para cumplir con este plazo, fue necesario cerrar completamente el modelado 3D y dar inicio al proceso de renderización, el cual se delegó a un especialista externo de la empresa Visualiza.Anima.

Los principales ajustes realizados en esta etapa fueron el reposicionamiento de los edificios, la mejora del diseño de calles y accesos, y la definición esquemática de los taludes en el modelo 3D. Se establecieron taludes de 55° o mayores para aquellos que requerían sistema de soil nailing, y taludes de menor pendiente como naturales, tomando como referencia un proyecto previo de La Chimba Etapa I.

Según las bases del concurso, se exigía la entrega de un conjunto mínimo de láminas en formato 900 × 500 mm, que incluían: emplazamiento general, esquemas de uso, cumplimiento normativo, paisajismo, elevaciones, cortes, plantas de conjunto y de edificios, soluciones de vivienda, eficiencia energética, ventilaciones, equipamientos, locales comerciales, sala multiuso y láminas de renders aéreos y a nivel, cubriendo tanto edificios tipo V1 (5 pisos) como V2 (dúplex).POR MANZANA.

Para la elaboración de las láminas de esquema de uso, fue necesario desarrollar el cálculo de superficies de uso municipal, siguiendo el documento DDU 110, el cual define una metodología específica. Estos datos se sistematizaron en un archivo Excel que concentraba toda la información requerida. Finalmente, con todo el material completo, se procedió a plotear, doblar y archivar las láminas, dejando la documentación completamente preparada para la entrega del concurso.

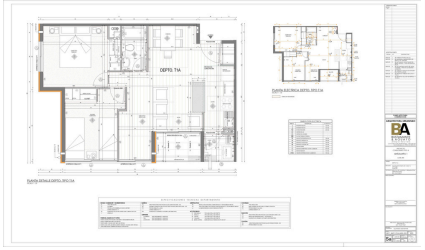
Contar con diversos conocimientos adquiridos en la universidad me permitió abordar y desarrollar distintas láminas clave para la entrega del concurso. Un ejemplo de ello es la lámina de eficiencia energética, donde se trabajó en la optimización del recorrido de aguas lluvias, la verificación de las ventilaciones por departamento y la correcta ubicación de cámaras de riego, aplicando criterios aprendidos en distintos ramos.

Asimismo, el manejo de sistemas constructivos, como el soil nailing para muros de contención, y la capacidad de definir taludes adecuados a partir del estudio de suelos, evidencian cómo la formación universitaria entrega herramientas técnicas fundamentales que permiten tomar decisiones informadas y aportar de manera concreta al desarrollo integral del proyecto.

FICHA 04 AVANCE NUMERO 04 MES DE DICIEMBRE AÑO 2025 FRANCISCO HUGHES



Lamina de detalle de pinturas fachada



Lamina de detalle de departamento



Modelo de proyecto Brisas de 1 Norte



Talud de Soilnailing Brisas 1 Norte

BRISAS DE 1 NORTE Y ANTUMAPU

Durante el mes de diciembre fue necesario apoyar en distintos proyectos de la oficina debido al aumento de la carga de trabajo previo a las festividades de fin de año. Como consecuencia, era fundamental adelantar y finalizar la mayor cantidad de entregas posibles para que estas pudieran ser enviadas oportunamente a revisión por parte de los distintos organismos y clientes, evitando retrasos durante el período de vacaciones.
Uno de los proyectos en los que participé fue Antumapu, donde desarrollé diversas láminas de detalle, entre ellas detalles de pasillos, departamentos, terminaciones y pinturas. Este trabajo consistió principalmente en revisar la información gráfica, realizar mediciones, verificar que cada tipología cumpliera con el cuadro normativo correspondiente y efectuar las modificaciones necesarias cuando se detectaban inconsistencias. Si bien la tarea no representó un desafío técnico de gran complejidad, requirió un alto nivel de precisión y atención al detalle para garantizar la correcta documentación del proyecto.
Como segundo encargo, participé en el modelado del proyecto Brisas de 1 Norte, desarrollando los cortes y taludes del terreno en coordinación con el ingeniero de especialidad. A partir de los planos de pendientes se definieron las distintas soluciones de contención para cada sector, considerando alternativas como soil nailing, talud natural o shotcrete, según las características del terreno y los grados de inclinación existentes. Paralelamente, fue necesario ajustar las cotas de implantación de los edificios con el objetivo de optimizar la relación con la vialidad proyectada y disminuir la magnitud de los movimientos de tierra. Finalmente, se elaboraron diversos cortes arquitectónicos representando los escenarios más desfavorables del proyecto, los cuales fueron utilizados como base para la reunión de coordinación, permitiendo evaluar posibles modificaciones y definir la estrategia de diseño más conveniente antes de continuar con el desarrollo del proyecto.

La principal enseñanza de este período fue comprender la importancia de la adaptabilidad dentro de una oficina de arquitectura. La necesidad de cambiar constantemente entre distintos proyectos y equipos de trabajo permitió desarrollar una mayor capacidad de organización, comunicación y respuesta frente a las prioridades que surgen durante el desarrollo simultáneo de múltiples encargos.

FICHA 05 AVANCE NUMERO 05 MES DE ENEROAÑO2026 FRANCISCO HUGHES



IMAGENES IA AREAS VERDES CHIMBA 1



CORTE DE LOS TILOS



EMPLAZAMIENTO MIRADOR BAQUEDANO

"LA CHIMBA I, MIRADOR BAQUEDANO Y TILOS"

Al comenzar el mes de enero, surgió un problema en el proyecto La Chimba I, el cual ya se encontraba aprobado por la Dirección de Obras Municipales (DOM). Durante el inicio de su construcción se detectó un error en el cálculo y ubicación de las áreas verdes, ya que originalmente se habían proyectado sobre taludes de gran pendiente. Sin embargo, la constructora solicitó reformular esta propuesta debido a los altos costos y riesgos constructivos asociados a intervenir dichos taludes. Frente a esto, se encargó el rediseño de las áreas verdes, manteniendo las condiciones ya aprobadas —como la cantidad de árboles, equipamientos y superficie requerida— pero reubicándolas en superficies planas sobre los taludes y en un área verde de cesión, donde se modificó un lote originalmente destinado a equipamiento. El nuevo diseño debía realizarse con rapidez, ya que se contaba con una semana para presentar la propuesta en la siguiente reunión. Para ello se elaboraron cortes generales, cortes de detalle e imágenes renderi- zadas mediante inteligencia artificial, las cuales, aunque no eran exigidas, se incluyeron para mejorar la comprensión gráfica del proyecto. En la reunión se revisó la propuesta y se acordó realizar algunas modificaciones adicionales para optimizar el diseño.

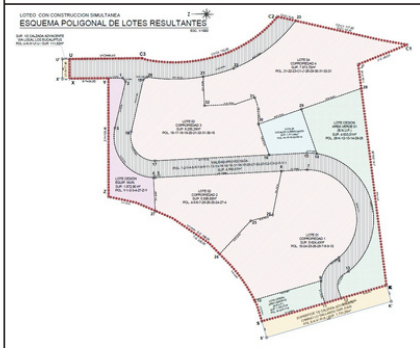
En paralelo, para el proyecto Los Tilos se desarrollaron cortes y estudios de perfil solicitados por la Empresa de Ferrocarriles del Estado (EFE), debido a la proximidad del proyecto con la línea férrea. Esto requería especial atención en los distanciamientos y condiciones de seguridad, particularmente en las zonas de estacionamientos y en la relación del proyecto con la infraestructu- ra ferroviaria.

Posteriormente, se trabajó en el proyecto Mirador Baquedano, ubicado en la ciudad de San Antonio, donde se detectó que se había pasado por alto una entrega al SERVIU programada para el 10 de febrero. Debido a que gran parte del equipo se encontraba de vacaciones, fue necesario avanzar rápidamente para preparar una entrega completa del proyecto. Este corresponde a un macro loteo con 10 edificios emplazados en terreno en pendiente, incorporando además un diseño vial interno y áreas verdes complementarias. Cada edificio contempla seis pisos sin ascensor, por lo que fue necesario ubicar los accesos en niveles interme-
dios, permitiendo cumplir con la normativa que limita a un máximo de cinco pisos de subida o bajada desde el acceso principal. Estas tareas implicaron ajustar el diseño del conjunto considerando la topografía y la normativa aplicable.

Lavelocidad detrabajo es un factor fundamental en el desarrollo de proyectos, especialmente cuando se trata de proyectos de gran escala y con plazos ajustados. Sin embargo, tan importante como la rapidez es la capacidad de organizar el trabajo en equipo, de manera que se eviten errores y retrabajos que puedan afectar el avance del proyecto.
Por esta razón, resulta clave contar con una planificación detallada y compartida entre todos los integrantes del equipo, que permita coordinar tareas y responsabilidades de forma clara. En este sentido, el trabajo en oficina podría beneficiarse de una lógica similar a la de una obra en construcción, donde existen programaciones definidas, tiempos establecidos y etapas claras, lo que facilita la organización, mejora la coordinación y reduce la posibilidad de errores durante el proceso.

FICHA 06 AVANCE NUMERO 06 MES DEFEBREROAÑO2026

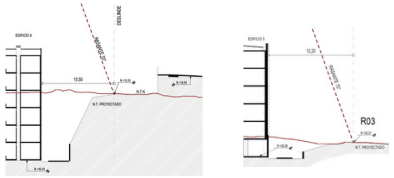
FRANCISCO HUGHES



ESTRACTO DE LAMINA DE SUPERFICIES
MIRADOR BAQUEDANO



PLANTA PISO 01, MIRADOR BAQUEDANO



CORTES DE RASANTE, MIRADOR BAQUEDANO



CUADRO DE SUPERFICIE PISO SUBTERRANEO CANAL BEAGLE

“MIRADOR BAQUEDANO Y CANAL BEAGLE 2 ”

Con el tiempo acotado, se continuó con el modelado del proyecto Mirador Baquedano, considerando las restriccio- nes normativas del encargo. Una de las principales condi- ciones era no incorporar ascensor, por lo que el acceso principal debía ubicarse en un nivel intermedio, cumpliendo con la ordenanza que permite prescindir de este si desde el acceso se debe subir o bajar un máximo de cinco niveles. Además, el acceso principal debía encontrarse a menos de 50 metros de la calle, lo que obligó a ajustar uno de los lotes generando un acceso a través de un área verde en lugar de hacerlo directamente desde la vía principal. Tam- bién se consideró mantener una distancia mínima de 3 metros respecto a los muros de contención y evitar muros verticales mayores a un piso, criterio aplicado por experien- cia constructiva para mejorar condiciones como la ilumina- ción natural. Una vez emplazado y modelado el proyecto, se completó la entrega solicitada por SERVIU, que incluía plantas de todos los niveles, cortes y elevaciones, cortes de terreno, cuadros de superficie, detalles de departamentos, pasillos, sala de basura, cubierta y áreas verdes.

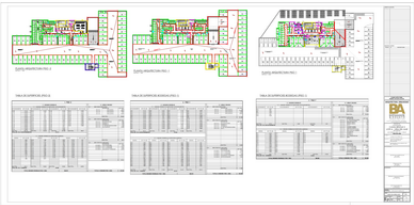
Como segunda tarea se participó en el proyecto Canal Beagle II, correspondiente a la segunda etapa de un edifi- cio privado de 30 pisos, con distintos tipos de departamen- tos y programas complementarios como gimnasio, sala multiuso y áreas de juego. Inicialmente se revisó la cohe- rencia entre los planos de cálculo estructural y el modelo, registrando observaciones en un archivo de revisión. Posteriormente se realizó el cálculo de superficies del edificio, con especial énfasis en las bodegas, debido a que la inmobiliaria buscaba iniciar prontamente el proceso de venta. Esto implicó coordinar plazos y gestionar la informa- ción solicitada de manera clara para evitar errores o presio- nes innecesarias.

Una observación que llamó la atención fue cómo, a partir del conocimiento detallado de la normativa y sus vacíos interpretativos, los profesionales a cargo podían proponer soluciones que permitieran que el proyecto funcionara de manera adecuada dentro del marco permitido, incluso anticipándose a posibles observacio- nes de los revisores.

Otro aspecto relevante fue la diversidad en los formatos de los cuadros de superficies, que muchas veces varían entre proyectos o instituciones. Esto llevó a reflexionar, incluso de forma humorística, sobre lo útil que sería contar con criterios más estandarizados, que facilitarían el trabajo y permitirían que cualquier profesio- nal pudiera comprender y elaborar esta información de manera más directa.

Finalmente, quedó en evidencia la importancia de las habilidades blandas, especialmente la capacidad de comunicarse y coordinarse con especialistas y actores externos a la oficina. Una comunicación clara y respetuosa puede ser clave para alcanzar acuerdos y resolver observaciones, influyendo directamente en que un proyecto avance correctamente o enfrente dificultades en su aprobación

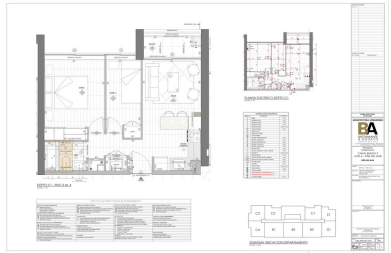
FICHA 07 AVANCE NUMERO 07 MES DE MARZO AÑO 2026 FRANCISCO HUGHES



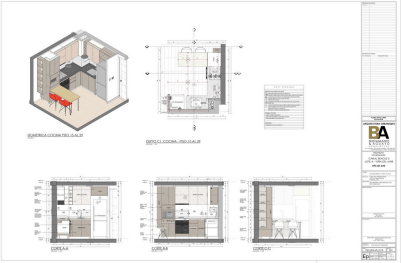
LAMINA CUADRO DE SUPERFICIE A01



LAMINA CUADRO DE SUPERFICIE A02



DETALLE DE DEPARTAMENTO



DETALLE DE COCINA

Canal Beagle 2

Durante el mes de marzo, con el regreso del equipo tras el período de vacaciones, fue necesario asumir un rol de mayor responsabilidad dentro de la oficina. Debido a que la arquitecta encargada del modelado fue reasignada a otro proyecto y el jefe del proyecto se encontraba con licencia médica, se me delegó el apoyo en el desarrollo del proyecto Canal Beagle, participando principalmente en la elaboración de la documentación técnica y láminas de detalle.

Entre las tareas asignadas estuvo la actualización de los cuadros de superficies correspondientes a los pisos 1 al 30, trabajo que había quedado pendiente del mes anterior. Este proceso requirió revisar cada nivel de manera individual, ya que las tipologías variaban a medida que aumentaba la altura del edificio. Además, por requerimientos del cálculo estructural, los espesores de los muros disminuían progresivamente en los pisos superiores, pasando desde aproximadamente 60 cm en la base hasta espesores menores en los niveles altos, lo que obligaba a verificar y actualizar constantemente las superficies.

Paralelamente, junto a una colega de la oficina, desarrollamos la totalidad de los detalles arquitectónicos correspondientes a las distintas tipologías de departamentos. Si bien existían nueve tipologías base, estas presentaban modificaciones en distintos grupos de pisos, generando cerca de doce variantes que debían ser documentadas. Aunque algunos detalles, como los de cocina, permanecían sin cambios, otros elementos como terrazas, baños, clósets y recintos interiores requerían ser actualizados en función de las nuevas dimensiones generadas por las modificaciones estructurales.

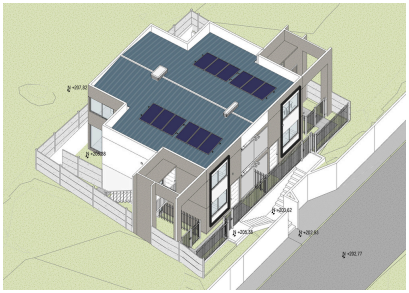
En total, el trabajo implicó la elaboración de aproximadamente 200 entregables entre láminas y detalles constructivos, manteniendo un alto nivel de organización y control documental para asegurar que toda la información estuviera correctamente identificada, coordinada y lista para su revisión, evitando pérdidas de información o inconsistencias entre los distintos documentos del proyecto.

Este período permitió comprender cómo la gestión de personas dentro de una oficina de arquitectura es dinámica y responde a las necesidades de cada proyecto. La constante reasignación de profesionales exige una rápida capacidad de adaptación y una adecuada coordinación para mantener la continuidad del trabajo. Asimismo, evidenció la importancia de una correcta administración de las láminas y la documentación, ya que un sistema ordenado y estandarizado facilita el traspaso de información entre equipos, reduce errores y asegura la trazabilidad de cada entregable durante el desarrollo del proyecto.

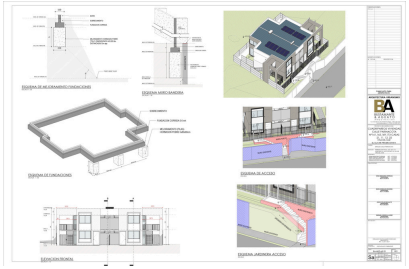
FICHA 08 AVANCE NUMERO 08 MES DE ABRIL AÑO 2026 FRANCISCO HUGHES



IMAGENES REALIZADAS POR EL RENDERISTA



MODELO PROYECTO UBICADO EN CALLE PARINACOTA



LAMINA DE DETALLE DE MUROS DE CALLE PARINACOTA

Reconstruccion el Olivar

Durante el mes de abril me incorporé nuevamente al desarrollo de un proyecto que ya contaba con aprobación por parte de la Dirección de Obras Municipales (DOM), pero que fue reactivado después de casi un año de haber permanecido detenido. Este proyecto, en el cual participé desde sus etapas iniciales de modelado, corresponde a un conjunto de viviendas en formato de cuadripareo para la comuna de Viña del Mar.

La principal característica del proyecto era el desarrollo de un modelo de vivienda genérico que pudiera adaptarse a distintos terrenos, permitiendo su emplazamiento en nueve ubicaciones diferentes, entre ellas calle Darwin, Río Calbuco, Río Cóndores, Río Delta y Parinacota. Aunque la vivienda era la misma, para efectos de la documentación técnica cada emplazamiento debía ser tratado como un proyecto independiente, por lo que fue necesario generar nueve juegos completos de planos para su posterior entrega a SERVIU y así dar inicio al proceso de construcción en el menor tiempo posible.

Entre las principales actividades desarrolladas se encontró el modelado de los nueve emplazamientos y la correcta implantación del volumen genérico de las viviendas. Durante este proceso surgió el principal desafío del proyecto, ya que las dimensiones y condiciones de cada terreno eran diferentes, obligando a ajustar deslindes, cierres y marcos frontales en cada caso, manteniendo siempre inalterado el núcleo principal de la vivienda para conservar la estandarización del diseño.

Finalmente, se elaboró toda la documentación técnica correspondiente a cada uno de los emplazamientos, incluyendo planos de habilitación, plantas arquitectónicas, cortes, detalles constructivos y la coordinación con la especialidad de cálculo estructural, indicando claramente los muros que debían ejecutarse, aquellos que correspondían a demoliciones y las intervenciones específicas requeridas en cada terreno. Este trabajo demandó una coordinación constante y un estricto control documental para asegurar la consistencia de los nueve proyectos antes de su entrega oficial.

La experiencia de este mes permitió comprender la importancia de la estandarización y la coordinación en proyectos que deben adaptarse a múltiples emplazamientos. Aunque el diseño de la vivienda era común para todos los casos, cada terreno presentaba condiciones particulares que exigían un análisis detallado y una documentación precisa. Esto reforzó la relevancia de mantener un modelo organizado y una gestión documental eficiente, facilitando la generación de múltiples entregables sin perder la consistencia técnica del proyecto.

Anexo B. Modelo de datos implementado en Power BI

El modelo de datos constituye el núcleo estructural del sistema desarrollado, ya que es el encargado de organizar, relacionar y dar coherencia a toda la información utilizada posteriormente para el cálculo de indicadores y la visualización del estado de los proyectos. A diferencia de una hoja de cálculo tradicional, donde la información permanece distribuida en tablas independientes, Power BI trabaja mediante un modelo relacional que permite establecer conexiones entre los distintos conjuntos de datos, facilitando el análisis conjunto de la información.

Para lograr esta integración, cada uno de los módulos definidos en la investigación **(Proyecto, Equipo, Entregables, Observaciones y Elementos BIM)** posee un identificador único (**ID**) que representa al proyecto al cual pertenece cada registro. Este identificador actúa como la llave principal del modelo de datos, permitiendo que Power BI comprenda que toda la información asociada a un mismo ID corresponde a un único proyecto, independientemente del módulo donde se encuentre almacenada.

De esta manera, al seleccionar un proyecto específico dentro del sistema, Power BI es capaz de relacionar automáticamente toda la información contenida en las distintas tablas. Esto significa que el software identifica los integrantes del equipo asignado, los entregables asociados, las observaciones registradas, los elementos BIM correspondientes y cualquier otro dato relacionado con dicho proyecto, permitiendo que toda la información se actualice simultáneamente dentro de los distintos indicadores y visualizaciones del dashboard.

El funcionamiento del modelo se basa en la definición de relaciones entre tablas mediante el identificador del proyecto. Estas relaciones constituyen el mecanismo mediante el cual Power BI puede cruzar información proveniente de diferentes módulos y generar cálculos dinámicos sobre una única base de datos lógica. Gracias a ello, es posible responder consultas complejas sin necesidad de duplicar información, manteniendo la consistencia de los datos durante todo el proceso de análisis.

En el modelo desarrollado, la mayoría de las relaciones se establecen entre la tabla **PROYECTOS** y los demás módulos del sistema, permitiendo que esta funcione como eje principal de la información. De esta forma, cada proyecto puede contener múltiples entregables, observaciones y elementos BIM, manteniendo una estructura organizada y fácilmente escalable para futuras incorporaciones de información.

Particularmente, la relación existente entre los módulos **ENTREGABLES** y **EQUIPO** se implementó mediante una cardinalidad **Muchos a Muchos (:)**, utilizando el identificador del proyecto como campo común entre ambas tablas. Esta configuración permite representar una situación habitual dentro de las oficinas de arquitectura, donde un mismo proyecto puede contar con múltiples integrantes del equipo y, simultáneamente, un gran número de entregables asociados. Debido a que ambas tablas poseen varios registros para un mismo proyecto, una relación de tipo uno a muchos no resulta suficiente para representar correctamente la realidad del sistema.

La utilización de una relación **Muchos a Muchos** permite que Power BI interprete correctamente esta estructura de datos, posibilitando el análisis cruzado entre responsables, disciplinas y entregables sin perder la relación lógica entre ellos. Para ello, el modelo utiliza además una dirección de filtro cruzado en ambas direcciones (Both), lo que permite que los filtros aplicados sobre cualquiera de estas tablas afecten automáticamente a la otra, manteniendo sincronizada la información utilizada por los indicadores.

Este modelo relacional constituye la base sobre la cual se desarrollan posteriormente las medidas DAX, los indicadores de gestión y los dashboards implementados en el sistema. En consecuencia, la correcta definición de las relaciones entre tablas resulta fundamental para garantizar la integridad de los datos, evitar inconsistencias en los cálculos y asegurar que toda la información visualizada corresponda efectivamente al proyecto seleccionado por el usuario.

En términos generales, el modelo de datos desarrollado transforma un conjunto de tablas independientes en un sistema integrado de información, donde cada módulo aporta antecedentes específicos del proyecto y el identificador único permite relacionarlos dentro de una misma estructura lógica. Este enfoque facilita la generación de indicadores dinámicos, mejora la trazabilidad de la información y constituye el fundamento para las etapas posteriores de automatización e incorporación de inteligencia artificial propuestas en esta investigación.

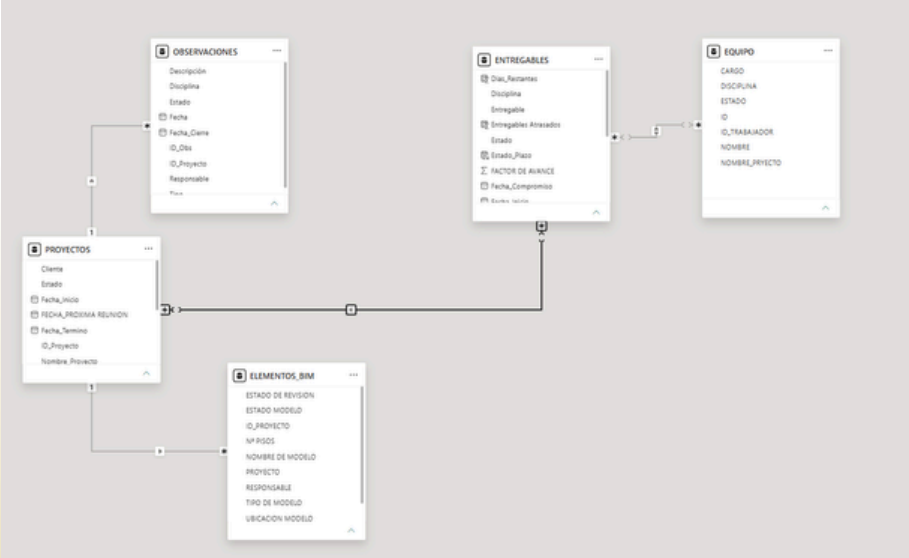


Figura 4.1. Vista del modelo de datos implementado en Power BI, donde se presentan las tablas que conforman el sistema y las relaciones establecidas entre ellas mediante el identificador único (ID) de cada proyecto.
Fuente: Elaboración propia.

Anexo C. Diccionario de datos

El presente diccionario de datos describe la estructura de la base de datos utilizada para el desarrollo del sistema de gestión propuesto. Su objetivo es documentar cada uno de los módulos que conforman el modelo de datos, indicando la información que contienen, el propósito de cada campo y su función dentro del sistema.
La elaboración de este documento permite estandarizar la interpretación de los datos utilizados por el sistema, facilitando futuras actualizaciones, modificaciones o ampliaciones de la base de datos. Asimismo, constituye una referencia técnica para comprender el funcionamiento interno del modelo implementado en Power BI y la forma en que la información es utilizada para la generación de indicadores.

1. PROYECTOS

Campo	Tipo	Descripción
ID_Proyecto	Texto	Identificador único del proyecto.
Nombre_Proyecto	Texto	Nombre del proyecto.
Cliente	Texto	Empresa mandante.
Estado	Texto	Estado actual del proyecto.
Fecha_Inicio	Fecha	Inicio del proyecto.
Fecha_Termino	Fecha	Fecha estimada de término.
Fecha_Proxima_Reunion	Fecha	Próxima reunión programada.

2. EQUIPO

Campo	Tipo	Descripción
ID	Texto	Identificador del proyecto.
ID_Trabajador	Texto	Identificador del trabajador.
Nombre	Texto	Nombre del integrante.
Cargo	Texto	Cargo dentro de la oficina.
Disciplina	Texto	Especialidad.
Estado	Texto	Activo, vacaciones, licencia, etc.

3. ENTREGABLES

Campo	Tipo	Descripción
ID_Entregable	Texto	Identificador del entregable.
ID	Texto	Proyecto asociado.
Entregable	Texto	Nombre del entregable.
Disciplina	Texto	Área responsable.
Responsable	Texto	Profesional encargado.
Fecha_Inicio	Fecha	Inicio del trabajo.
Fecha_Compromiso	Fecha	Fecha de entrega.
Estado	Texto	Estado del entregable.
Factor de avance	Número	Peso relativo dentro del proyecto.

4. OBSERVACIONES

Campo	Tipo	Descripción
ID_Obs	Texto	Identificador de la observación.
ID_Proyecto	Texto	Proyecto asociado.
Responsable	Texto	Responsable de resolverla.
Estado	Texto	Abierta, Cerrada, En revisión.
Descripción	Texto	Detalle de la observación.
Fecha	Fecha	Fecha de creación.
Fecha_Cierre	Fecha	Fecha de cierre.

5. ELEMENTOS BIM

Campo	Tipo	Descripción
ID_Proyecto	Texto	Proyecto asociado.
Nombre_Modelo	Texto	Nombre del modelo BIM.
Tipo_Modelo	Texto	Arquitectura, estructura, sanitario, etc.
Estado_Modelo	Texto	Estado del modelo.
Estado_Revision	Texto	Estado de revisión.
Responsable	Texto	Encargado del modelo.
Nº Pisos	Número	Cantidad de niveles.
Ubicación Modelo	Texto	Ruta del archivo.

Esta memoria representa el cierre de una etapa académica, pero también el inicio de una nueva forma de comprender la arquitectura y el ejercicio profesional. La experiencia vivida durante la práctica profesional permitió descubrir que el aprendizaje más significativo no siempre ocurre en las aulas, sino en el trabajo cotidiano, enfrentando problemas reales, participando en proyectos de distintas escalas y colaborando con equipos multidisciplinarios. La experiencia de trabajar constituye, probablemente, la forma más completa de aprender, ya que obliga a observar, reflexionar y transformar el conocimiento teórico en soluciones concretas.

Fue precisamente esa experiencia la que dio origen a esta investigación. Comprender el funcionamiento interno de una oficina de arquitectura resultó tan importante como diseñar los propios proyectos. Observar los procesos, identificar sus dificultades y buscar una solución permitió entender que la arquitectura no solo se construye mediante planos y edificios, sino también a través de la organización, la información y las personas que hacen posible cada proyecto.

Más que desarrollar un sistema de gestión, este trabajo propone una manera distinta de entender la práctica profesional: una arquitectura donde las decisiones se sustentan en información objetiva, la tecnología potencia las capacidades humanas y la innovación nace de la voluntad de mejorar continuamente los procesos. En este sentido, el rol del arquitecto puede ir más allá del diseño de edificios, aportando también al desarrollo de metodologías y sistemas que fortalezcan la forma en que las organizaciones trabajan y gestionan sus proyectos.

Espero que esta investigación constituya un punto de partida para seguir explorando nuevas formas de integrar la arquitectura, la gestión y las tecnologías emergentes, contribuyendo a una profesión cada vez más colaborativa, eficiente y basada en el conocimiento. Si este trabajo logra motivar a cuestionar la manera en que hoy se gestionan los proyectos y demuestra que siempre es posible innovar a partir de la experiencia, entonces habrá cumplido uno de sus principales objetivos.

