UNIVERSIDAD DEL AZUAY | ESCUELA DE POSGRADOS | MDI

ESCUELA DE POSGRADOS

Maestría en Desarrollo Inmobiliario — Cohorte I

Modelo de gestión de proyectos basado en la metodología PMBOK para la optimización de los recursos económicos en la fase constructiva de edificaciones aplicables a calificación VIP: análisis referencial a partir del caso Condominio Racargarden — Cuenca

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de

Magíster en Desarrollo Inmobiliario

Autor: **Juan Esteban Abad Cordero**
Director: **Xavier Esteban Ortega Vásquez**

Cuenca, Ecuador — 2026

Dedicatoria

A Cristina, por su apoyo incondicional durante todos estos años.

A Kike y a Fabri, por ser la razón de todo.

Gracias.

Agradecimientos

A Eduardo y a Claudia, mis socios en este emprendimiento, por la confianza depositada en mí. A mis tíos Esteban, Eliana y Caty, por sostener siempre mi espalda. A mi madre y mis hermanos, por tener siempre una palabra de aliento; a Diego T, más que un maestro, un buen amigo; a Edisson, Karen y Lenin, quienes han sintonizado y sostenido el trabajo en la oficina, al equipo de obra, liderado por Galito, y a todos los muchachos que, con su esfuerzo diario, hacen que este sueño se convierta en realidad.

Gracias.

Resumen

Este trabajo analiza, a partir del caso del Condominio Racargarden —viviendas de interés público idénticas en Cuenca—, cómo un modelo de gestión basado en el PMBOK optimiza los recursos económicos en la fase constructiva. Los registros reales de costo y plazo revelan una desviación global del 5,3 % y un margen del 8,0 %, con ausencia de curva de aprendizaje entre unidades idénticas. La aplicación estimada del modelo eleva el margen al 9,8 %, y hasta el 11,7 % con las mejoras propuestas. Se concluye que la gestión estandarizada protege el margen en la vivienda de interés público.

Palabras clave: PMBOK, recursos económicos, gestión de la construcción, vivienda de interés público, valor ganado.

Abstract

This study analyzes, based on the Racargarden case —identical public-interest housing units built in Cuenca—, how a PMBOK-based management model optimizes economic resources during the construction phase. Real cost and schedule records show a 5.3% global cost deviation and an 8.0% margin, with an absence of a learning curve across identical units: deviations did not decrease but worsened, evidencing the lack of a lessons-learned process. The estimated application of the model, anchored to the best actually-observed unit, reduces the overrun from USD 20,100 to USD 12,579 and raises the margin to 9.8% —and up to 11.7% once the proposed improvements are incorporated. Standardized project management — baselines, earned-value control, formal procurement and change control, and knowledge transfer between units— protects the margin in VIP housing.

Keywords: PMBOK, economic resources, construction management, public-interest housing, earned value.

Xavier Esteban Ortega Vasquez
Time Stamping Security Data

Índice de contenido

Dedicatoria ii
Agradecimientos iii
Resumen iv
Abstract iv
Índice de contenido v
Capítulo 1. El problema de investigación y la estrategia metodológica 1
1.1 Planteamiento del problema y justificación 1
Justificación 2
1.2 Pregunta de investigación e hipótesis 2
1.3 Objetivos 2
1.4 Descripción del caso y contexto del proyecto 3
1.5 Estrategia metodológica 5
Capítulo 2. Fundamentación teórica y estado del arte 6
2.1 La dirección de proyectos y la evolución del estándar PMBOK 6
2.2 La teoría de la producción sin pérdidas en la construcción 7
2.3 Áreas de conocimiento clave: alcance, tiempo, costo y riesgo 7
2.4 La Gestión del Valor Ganado como sistema integrador 8
2.5 El sobrecosto como fenómeno sistémico 8
2.6 La Vivienda de Interés Público en el Ecuador 9
2.7 Estado del arte y brecha de conocimiento 9
2.8 Estandarización, repetición y curva de aprendizaje 9
2.9 La dirección integrada de proyectos en la fase de construcción 9
Capítulo 3. Análisis de la gestión empírica (línea base referencial) 11
3.1 Levantamiento de datos referenciales 11
3.2 Análisis y cuantificación de las desviaciones histórico-presupuestarias 12
3.2.1 La excavación de cimentaciones como causa de retraso 14
3.3 Cálculo del impacto de las ineficiencias en la rentabilidad corporativa 14
3.4 Comparación entre unidades: ausencia de curva de aprendizaje 15
3.5 Síntesis del capítulo 15
Capítulo 4. Modelo propuesto para la optimización financiera 17
4.1 Configuración de la Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) 17
4.2 Estandarización de cronogramas y rutas críticas 18
4.3 Estimación de la línea base de costos integral 18
4.4 Plan de gestión y mitigación de riesgos 18
4.4.1 Blindaje contractual de los subcontratos críticos 19
4.4.2 Cambio del sistema estructural a estructura metálica 20
4.4.3 Gestión anticipada de los permisos 20
4.5 Instrumentos del modelo (plantillas) 20
4.6 Áreas de gestión integral y control operativo 21
4.6.1 Gestión de la calidad 22
4.6.2 Gestión de recursos 22

4.6.3 Gestión logística y de adquisiciones 22
4.6.4 Gestión jurídica y contractual 23
4.6.5 Gestión documental 23
4.6.6 Gestión de interesados y comunicaciones 23
4.6.7 Tablero de control por valor ganado 24
4.7 Estructura de gestión integrada de la fase de construcción 24
4.8 Plantilla del Plan Director de Construcción (PDC) 25
4.9 Plantillas complementarias del PDC 26
Capítulo 5. Evaluación de resultados y análisis de impacto financiero 28
5.1 Comparativa de desempeño (modelo histórico vs. modelo propuesto) 28
5.2 Cuantificación de las desviaciones evitables y del ahorro esperado 28
5.3 Discusión: interpretación de los hallazgos 31
5.4 Limitaciones y validez 32
Capítulo 6. Conclusiones y recomendaciones 33
6.1 Conclusiones 33
6.2 Recomendaciones 33
6.3 Líneas de investigación futura 33
Referencias 34
Anexo A. Instrumento de datos 35
Anexo B. Cronograma por fase (línea base vs. real) 36
Anexo C. Registro de eventos de riesgo materializados 37
Anexo D. Listas de verificación consolidadas por fase 38
Anexo E. Costos reales por rubro y unidad 39
Anexo F. Registro de desviaciones por unidad 40
Anexo G. Glosario de términos técnicos 41
Anexo H. Formularios de control institucionales 43

(En Word: clic derecho sobre el índice › Actualizar campo, para generar los números de página.)

Capítulo 1. El problema de investigación y la estrategia metodológica

Este capítulo delimita el problema de investigación, su justificación y la estrategia metodológica que articula el trabajo. Se parte del bajo desempeño económico que caracteriza a la fase constructiva de la edificación y se enmarca la cuestión en el contexto de la Vivienda de Interés Público (VIP), donde el precio de venta regulado convierte el control de los recursos en la condición de viabilidad del negocio. Sobre esa base se formulan la pregunta, la hipótesis, los objetivos y el diseño metodológico de caso de estudio.

1.1 Planteamiento del problema y justificación

La industria de la construcción constituye uno de los principales motores de la economía, pero también uno de los sectores con menor crecimiento de la productividad a escala global. El McKinsey Global Institute (2017) documenta que su productividad laboral ha crecido apenas un 1 % anual durante las últimas dos décadas, frente al 2,8 % de la economía global, y atribuye buena parte de ese rezago a la fragmentación de los procesos, la planificación deficiente y la débil gestión de la información. Esta condición estructural se traduce en proyectos que sistemáticamente exceden sus presupuestos y plazos.

La evidencia sobre desviaciones es contundente. Flyvbjerg (2014) documenta que los proyectos de construcción presentan sobrecostos recurrentes y sistemáticos, asociados con un sesgo de optimismo en la planificación y con una gestión inadecuada de los riesgos. La literatura de dirección de proyectos reporta que las desviaciones presupuestarias se sitúan con frecuencia entre el 15 % y el 30 % del costo base, originadas mayoritariamente en deficiencias de planificación técnica, control de cambios y control de costos, antes que en factores exógenos (Kerzner, 2022). Desde la teoría de la producción aplicada a la construcción, Koskela (2000) sostiene que gran parte de estas pérdidas proviene de actividades que no agregan valor —esperas, retrabajos y desperdicios— que la gestión tradicional no visibiliza ni controla.

En el medio local, una proporción significativa de los proyectos de edificación se gestiona bajo esquemas empíricos o fragmentados, con planificación informal, escasa estandarización y débil trazabilidad de costos y plazos. La consecuencia habitual es una cadena de retrabajos, desperdicio de materiales y extensiones de cronograma que comprometen la liquidez y el margen de la empresa promotora y que rara vez se cuantifican de forma sistemática. En ausencia de líneas base formales, las desviaciones se diluyen en el resultado global y se normalizan como parte del costo de hacer obra.

Esta problemática adquiere una gravedad particular en la Vivienda de Interés Público. La VIP se caracteriza por un precio de venta regulado y topado —para 2026, del orden de 229 salarios básicos unificados (≈ $110.000)— y requiere la calificación del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI, s. f.). A diferencia del mercado abierto, el promotor de VIP no puede trasladar un sobrecosto al comprador elevando el precio; por lo tanto, el margen depende casi exclusivamente del control del costo de producción durante la fase constructiva. Una desviación que en el mercado libre se absorbería con el precio puede, en VIP, conducir

directamente a la pérdida. El problema de investigación se sitúa, así, en la brecha entre la planificación inicial y la ejecución real, y en la ausencia de una cuantificación financiera del impacto que tendría un modelo de gestión estandarizado sobre los recursos económicos en proyectos de VIP.

Justificación

La pertinencia de la investigación se sustenta en tres planos complementarios:

- **Profesional y empresarial.** La empresa promotora requiere un modelo replicable que estandarice la planificación y el control de la fase constructiva para proteger el margen en un producto de precio topado; los hallazgos son directamente aplicables a proyectos de tipología similar.
- **Académica.** El trabajo aporta a la escasa literatura que cuantifica, con información empírica del sector privado, el impacto financiero de la estandarización de procesos de dirección de proyectos en el segmento VIP, integrando las áreas de conocimiento del PMBOK con la Gestión del Valor Ganado.
- **Social.** La eficiencia en el uso de los recursos en la VIP incide en la sostenibilidad de la oferta de vivienda asequible; un mejor control de costos permite mantener la viabilidad de proyectos orientados a sectores de menores ingresos sin comprometer la calidad.

1.2 Pregunta de investigación e hipótesis

Pregunta general. ¿De qué manera la implementación de la metodología de procesos de la Guía del PMBOK optimiza el control operativo y el uso de los recursos económicos en la fase de construcción de proyectos de Vivienda de Interés Público?

Preguntas específicas. ¿Cuáles son las causas de las desviaciones operativas y presupuestarias que afectan el margen en la construcción gestionada empíricamente? ¿Qué diferencias de desempeño en costo y plazo existen entre la ejecución empírica (Escenario A) y las líneas base que el modelo PMBOK habría establecido (Escenario B)? ¿Cuál es el impacto de las ineficiencias sobre la rentabilidad bajo el techo de precio de la VIP? ¿Qué componentes debe integrar un modelo de gestión, sustentado en el PMBOK, para ser replicable en proyectos de VIP de tipología similar?

Hipótesis. La estandarización de los procesos del PMBOK —mediante líneas base de alcance, cronograma y costos y una gestión formal de riesgos— permite reducir las desviaciones constructivas e ineficiencias operativas identificadas en el caso de referencia, lo que se asocia con una mejora medible en el uso de los recursos económicos y en la protección del margen en proyectos de VIP de tipología similar.

1.3 Objetivos

Objetivo general. Desarrollar un modelo de gestión estandarizado, sustentado en la metodología de procesos de la Guía del PMBOK, que optimice el control operativo y el uso de los recursos económicos en la fase de construcción de la Vivienda de Interés Público, a partir del análisis referencial del caso Condominio Racargarden.

Objetivos específicos:

1. Analizar las causas de las desviaciones operativas y presupuestarias que afectan la liquidez y el margen en la construcción gestionada empíricamente, con base en la información histórica del caso.
2. Levantar y caracterizar la línea base referencial de alcance, costos y cronograma del caso, como insumo para el contraste de desempeño.
3. Diseñar un modelo de gestión replicable para VIP, sustentado en las áreas de conocimiento del PMBOK, que estandarice la planificación del alcance, los tiempos, los costos y las reservas de riesgo.
4. Comparar las métricas de desempeño de la ejecución empírica (Escenario A) con las líneas base del modelo propuesto (Escenario B), identificando brechas y sus causas mediante la técnica del Valor Ganado.
5. Estimar el impacto económico potencial del modelo, en términos comparativos y porcentuales, derivado de las desviaciones evitables.

1.4 Descripción del caso y contexto del proyecto

El caso de estudio es el Condominio Racargarden (Bellavista, Cuenca; promotor Greenpark S.A.S.), registrado ante el MIDUVI como proyecto de Vivienda de Interés Público y en estado de ejecución. El conjunto se compone de viviendas unifamiliares concebidas como pares de casas gemelas en torno a una glorieta y un área comunal. La presente investigación se circunscribe a la fase constructiva de las viviendas unifamiliares y adopta como muestra referencial cuatro unidades ejecutadas con datos finales, que constituyen la base del Escenario A. La Figura 1 presenta la implantación general del conjunto.

Figura 1

Implantación general del Condominio Racargarden



Nota. Planta de conjunto del proyecto; las viviendas unifamiliares se organizan en torno a la glorieta y el área comunal. Fuente: documentación del proyecto.

La vivienda tipo es una unidad de tres dormitorios, de aproximadamente 130 m², planificada como un producto estándar y replicable —condición que resulta central para el análisis, pues la repetición de unidades idénticas permite observar la evolución del desempeño a lo largo de la serie constructiva. La Figura 2 ilustra la vivienda tipo.

Figura 2

Render de la vivienda tipo (interior)



Nota. Imagen de referencia del producto estándar del proyecto. Fuente: documentación del proyecto.

1.5 Estrategia metodológica

La investigación adopta un enfoque mixto, de alcance descriptivo, que combina el procesamiento cuantitativo de costos y plazos con la interpretación cualitativa de las causas de las desviaciones (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018). El diseño corresponde a la modalidad de caso de estudio, apropiada para examinar un fenómeno contemporáneo en profundidad y dentro de su contexto real (Yin, 2018). Es de carácter no experimental y transeccional, y se sustenta en un caso único con unidades de análisis múltiples —las viviendas de la muestra—, cuyos registros constituyen el escenario de gestión empírica sobre el cual se contrastan las herramientas del modelo propuesto.

La estrategia articula dos escenarios. El Escenario A —línea base histórica— procesa los costos y plazos reales para establecer el desempeño efectivo mediante variaciones e índices de Valor Ganado. El Escenario B —modelo propuesto— reconstruye de forma retrospectiva las líneas base de alcance, cronograma y costos que el modelo PMBOK habría establecido para las mismas unidades. La reconstrucción retrospectiva se adopta deliberadamente para evitar la circularidad de contrastar un modelo contra datos que lo hubiesen generado. Por tratarse de un caso de estudio, los resultados constituyen evidencia analítica acotada, con valor demostrativo y transferible a proyectos de tipología similar mediante generalización analítica, y no una prueba experimental ni estadística (Yin, 2018).

La recolección es esencialmente documental y se apoya en las fuentes del proyecto: el presupuesto de obra con análisis de precios unitarios, el cronograma planificado, la facturación y los registros de subcontratos, el registro de calificación VIP del MIDUVI y la documentación arquitectónica. El análisis se sustenta en la Gestión del Valor Ganado, a partir del valor planificado (PV), el valor ganado (EV) y el costo real (AC):

$$\textit{Variación del costo: } CV = EV - AC$$

$$\textit{Índice de desempeño del costo: } CPI = EV / AC$$

$$\textit{Variación del cronograma: } SV = EV - PV$$

$$\textit{Índice de desempeño del cronograma: } SPI = EV / PV$$

La variable dependiente principal es la desviación de costo (%) y el margen neto operativo; CPI, SPI y ROI operan como indicadores secundarios. El estudio se circunscribe a la fase constructiva; la principal limitación es el tamaño de la muestra, propio de un proyecto en ejecución, por lo que los índices de cronograma se presentan como estimaciones susceptibles de afinamiento con las fechas reales de cada unidad.

Capítulo 2. Fundamentación teórica y estado del arte

Este capítulo establece el marco conceptual de la investigación: la dirección de proyectos como disciplina y la evolución del PMBOK; la teoría de la producción sin pérdidas como sustrato de las ineficiencias; las cuatro áreas de conocimiento del modelo y la Gestión del Valor Ganado; el sobrecosto como fenómeno sistémico; el marco financiero de la VIP; y el estado del arte con su brecha.

2.1 La dirección de proyectos y la evolución del estándar PMBOK

La dirección de proyectos puede entenderse como la disciplina que ordena el trabajo de un emprendimiento único para cumplir sus objetivos, combinando la experiencia del equipo con métodos y herramientas de planificación y control (Project Management Institute [PMI], 2017). Lo que la distingue de la operación —continua y repetitiva— es su carácter temporal y singular: cada proyecto persigue un resultado propio y se desenvuelve bajo la tensión permanente de tres restricciones que se condicionan entre sí, el alcance, el plazo y el costo. En la edificación, cada obra es un emprendimiento singular sujeto a incertidumbre técnica, contractual y de mercado; por ello la dirección profesional de proyectos ofrece, frente a la gestión empírica, un marco replicable para planificar, ejecutar y controlar la obra sobre bases objetivas (Kerzner, 2022; Pellicer et al., 2014).

La Guía del PMBOK ha evolucionado significativamente. La sexta edición (PMI, 2017) organiza la práctica en cinco grupos de procesos y diez áreas de conocimiento, y define de forma operativa las líneas base y artefactos como la EDT, el registro de riesgos y el Valor Ganado. La séptima edición (PMI, 2021) giró hacia doce principios y ocho dominios de desempeño, con énfasis en la entrega de valor. La octava edición (PMI, 2025) reincorporó procesos organizados por dominios, en un enfoque híbrido. Dado que esta investigación se sustenta en líneas base medibles y artefactos operativos, el marco se ancla en las herramientas tal como las define la sexta edición —estándar operativo de referencia en construcción—, reconociendo su reincorporación en la octava (Tabla 1).

Tabla 1

Evolución estructural de la Guía del PMBOK (6.ª a 8.ª ediciones)

Edición	Estructura central	Enfoque predominante
6.ª (2017)	Cinco grupos de procesos y diez áreas de conocimiento (ITTOs)	Basado en procesos; líneas base y artefactos operativos (EDT, cronograma, costos, riesgos, EVM)
7.ª (2021)	Doce principios y ocho dominios de desempeño	Basado en principios; entrega de valor y adaptación
8.ª (2025)	Procesos reorganizados por dominios	Híbrido: reincorpora procesos sobre principios

Nota. Elaboración propia a partir de PMI (2017, 2021, 2025).

La adopción de estos estándares no es homogénea entre organizaciones. Los modelos de madurez en dirección de proyectos describen una progresión desde prácticas ad hoc e informales hacia procesos definidos, medidos y optimizados; el sector de la construcción de escala pequeña y mediana suele situarse en los niveles iniciales de esa progresión, con procesos no documentados y dependientes de la experiencia individual. La estandarización

—la definición de procesos repetibles con líneas base y métricas— constituye el salto cualitativo que permite pasar del control reactivo de cada obra al control predecible de un portafolio, y es la premisa sobre la que se construye el modelo propuesto.

2.2 La teoría de la producción sin pérdidas en la construcción

Koskela (2000) sostiene que la producción no se agota en la conversión de recursos en un producto terminado, sino que comprende además los flujos de materiales e información y la generación de valor para quien recibe la obra. Bajo esta óptica, buena parte del costo de una obra corresponde a actividades que no agregan valor —esperas, transportes innecesarios, inventarios, retrabajos y desperdicios— que la gestión tradicional no visibiliza porque su contabilidad se concentra en la transformación y no en el flujo. Esta perspectiva es pertinente para el caso: los retrabajos por descoordinación dimensional, las esperas por frentes no liberados y los desperdicios son pérdidas de flujo. La dirección de proyectos bajo estándar hace visibles y gestionables esas pérdidas; la teoría lean explica su origen y el PMBOK aporta los instrumentos para contenerlas.

La teoría lean identifica categorías de desperdicio que, trasladadas a la obra, permiten reconocer las pérdidas de flujo: la sobreproducción y los inventarios excesivos de materiales; los tiempos de espera —por frentes de trabajo no liberados o por suministros que no llegan a tiempo—; los transportes y movimientos innecesarios; el sobreprocesamiento —trabajo que excede lo requerido, emparentado con el gold plating—; los defectos y retrabajos; y el talento subutilizado. En el caso analizado, las esperas por frentes no liberados en la carpintería y los retrabajos por descoordinación dimensional en la estructura son manifestaciones directas de estas categorías. Reconocerlas permite orientar el control hacia el flujo, y no solo hacia la transformación de insumos en productos.

2.3 Áreas de conocimiento clave: alcance, tiempo, costo y riesgo

Alcance. La EDT y su diccionario descomponen el entregable en paquetes medibles y previenen el *scope creep* y el *gold plating*, que diluyen el margen sin contraprestación en el precio (PMI, 2017).

Tiempo. La secuenciación de actividades y la ruta crítica establecen la línea base de cronograma; el retraso incrementa los costos indirectos y financieros (Serer Figueroa, 2010).

Costo. La estimación ascendente produce la línea base de costos, referencia de control (Fleming & Koppelman, 2010).

Riesgo. La matriz de probabilidad e impacto jerarquiza los riesgos y dimensiona las reservas (PMI, 2017).

Tabla 2
Áreas de conocimiento, artefacto y relevancia para la VIP

Área	Artefacto	Procesos clave	Relevancia para la VIP
Alcance	EDT y diccionario	Recopilar requisitos; definir y controlar el alcance	Evita el gold plating y el scope creep
Cronograma	Línea base de cronograma	Secuenciar; estimar duraciones; ruta crítica	Controla la exposición a costos por retraso
Costos	Línea base de costos	Estimar; presupuestar; controlar	Protege la utilidad bajo precio topado
Riesgos	Registro y matriz P×I	Identificar; analizar; responder; reservas	Anticipa sobrecostos y retrasos

Nota. Elaboración propia a partir de PMI (2017).

2.4 La Gestión del Valor Ganado como sistema integrador

El EVM integra alcance, cronograma y costo en indicadores comparables (Fleming & Koppelman, 2010). Un CPI o un SPI sostenidamente inferiores a la unidad son señales tempranas de sobrecosto o retraso y permiten activar correcciones antes de que la desviación se materialice como pérdida. Constituye el motor de control del modelo y la base del análisis del Escenario A.

A modo de ilustración, considérese una unidad cuyo valor planificado a la mitad del plazo es PV = $50.000, con un valor ganado EV = $45.000 (se ha completado menos trabajo del previsto) y un costo real AC = $52.000. Entonces CV = 45.000 − 52.000 = −$7.000 y CPI = 45.000 / 52.000 = 0,87 —por cada dólar gastado se obtienen 0,87 de valor, lo que indica sobrecosto—; y SV = 45.000 − 50.000 = −$5.000 y SPI = 45.000 / 50.000 = 0,90 —indica retraso—. Ambos índices, inferiores a la unidad, anticipan tempranamente que la unidad se encamina a un sobrecosto y a un retraso, y permiten activar la corrección antes del cierre, cuando la desviación aún es reversible.

2.5 El sobrecosto como fenómeno sistémico

La desviación entre costo planificado y final no es un incidente aislado sino un rasgo estructural (Flyvbjerg, 2014; Flyvbjerg et al., 2002). Odeck (2004) halló que los proyectos de menor escala registran sobrecostos proporcionalmente mayores por una gestión menos rigurosa —patrón que el presente caso ilustra—. El McKinsey Global Institute (2017) sitúa entre las causas raíz la fragmentación de procesos y la deficiente dirección de proyectos. En conjunto, las desviaciones de la edificación se sitúan entre el 15 % y el 30 % del costo base (Kerzner, 2022).

Un rasgo recurrente en la explicación del sobrecosto es el sesgo de optimismo en la planificación: la tendencia sistemática a subestimar costos y plazos y a sobreestimar beneficios. Flyvbjerg (2014) sostiene que este sesgo se combina, en el ámbito público, con la tergiversación estratégica —la presentación deliberadamente favorable de los proyectos para asegurar su aprobación— y formula la denominada ley de hierro de los grandes proyectos: por encima del presupuesto, por encima del plazo y por debajo de los beneficios, una y otra vez. Aunque el presente caso corresponde a edificación de pequeña escala y no a un megaproyecto, el mecanismo subyacente es análogo: la subestimación inicial de un rubro —

por ejemplo, la carpintería— se materializa como sobrecosto cuando no existe una gestión de riesgos que la anticipe. La estimación ascendente y el registro de riesgos del modelo propuesto son, precisamente, los antídotos metodológicos contra ese sesgo.

2.6 La Vivienda de Interés Público en el Ecuador

La VIP es regulada por el MIDUVI, que fija un precio máximo referenciado en salarios básicos unificados —del orden de 229 SBU (≈ $110.000) para 2026— y condiciona los incentivos a la calificación del proyecto (MIDUVI, s. f.). Como el precio está topado, el sobrecosto no puede repercutirse al comprador y se descuenta del margen; el uso eficiente de los recursos deja de ser una mejora opcional para convertirse en la principal palanca de viabilidad.

2.7 Estado del arte y brecha de conocimiento

La investigación sobre dirección de proyectos en construcción se ha concentrado en la dimensión operativa. El trabajo de Alvarado Quito y Merchán Sánchez (2023) aplicó el PMBOK a la vivienda de interés social en el país y reportó mejoras de rentabilidad. La brecha que este estudio cubre es la cuantificación financiera de esas mejoras con cifras reales del sector privado, en el contexto de la VIP, donde el margen es estructuralmente estrecho.

2.8 Estandarización, repetición y curva de aprendizaje

La construcción de unidades repetitivas —como una serie de viviendas idénticas— ofrece un contexto privilegiado para el aprendizaje organizacional. La teoría de la curva de aprendizaje, formulada originalmente por Wright a partir de la producción aeronáutica, establece que el costo unitario y el tiempo de producción tienden a decrecer de forma predecible a medida que se acumula experiencia: al duplicarse el número acumulado de unidades ejecutadas, el costo por unidad se reduce en una proporción sensiblemente estable. En la construcción, este efecto se traduce en que las unidades posteriores de una serie deberían ejecutarse con menor costo y menor plazo que las primeras, conforme el equipo depura métodos, resuelve interferencias y afina rendimientos.

Sin embargo, la curva de aprendizaje no opera de manera automática: requiere un mecanismo que capture la experiencia de cada unidad y la incorpore a la planificación de la siguiente. En términos del PMBOK, ese mecanismo es la gestión del conocimiento del proyecto, que se consolida en el registro de lecciones aprendidas al cierre de cada fase o unidad. En ausencia de ese proceso, la experiencia no se transfiere, los errores se repiten y la curva se aplana o incluso se invierte. Esta relación es central para la presente investigación: permite interpretar el desempeño de las cuatro unidades idénticas del caso —donde las desviaciones no decrecieron sino que se agravaron— no como una anomalía, sino como la consecuencia esperable de la ausencia de un proceso de lecciones aprendidas. El modelo propuesto, al institucionalizar dicho proceso, busca precisamente activar la curva de aprendizaje que la gestión empírica no logró.

2.9 La dirección integrada de proyectos en la fase de construcción

El enfoque de procesos del PMBOK se complementa con el de la dirección integrada de proyectos (DIP), desarrollado en profundidad por Soler Severino (2022) para el ámbito de la

construcción y alineado con la norma ISO 21500. La DIP concibe la dirección del proyecto como una función integradora que coordina a todos los agentes —promotor, proyectista, contratistas y dirección facultativa— y a todas las variables —alcance, plazo, coste, calidad, riesgos, seguridad y comunicación— a lo largo de todo el ciclo de vida, y de manera específica durante la fase de construcción, que es el objeto de esta investigación.

En la fase de construcción, la DIP se materializa en la figura del director integrado de la construcción (o construction manager) y en un instrumento central, el Plan Director de Construcción (PDC), que reúne los procedimientos de coordinación y logística de la obra, dirección de contratistas, control de costes, plazos y calidad, gestión documental, reuniones de obra, informes de progreso, seguridad y salud, y cierre (Soler Severino, 2022). Este marco aporta al modelo propuesto una estructura reconocida y ordenada para organizar el control de la fase constructiva, que se operacionaliza en el Capítulo 4.

Capítulo 3. Análisis de la gestión empírica (línea base referencial)

3.1 Levantamiento de datos referenciales

La muestra la constituyen cuatro viviendas unifamiliares ejecutadas del Condominio Racargarden, con registros finales de costo y plazo. Se seleccionaron por muestreo no probabilístico intencional, según la disponibilidad y calidad de la información. Las cuatro son de tres dormitorios y superficie y presupuesto prácticamente equivalentes, lo que las convierte en una serie idónea para observar la evolución del desempeño (Tabla 3).

Tabla 3

Características de las unidades de la muestra

Unidad	Tipología	Superficie (m²)	Costo planificado	Precio de venta
Unidad 1	3 dormitorios	129,96	$94.724,59	$107.500,00
Unidad 2	3 dormitorios	130,17	$94.924,20	$110.000,00
Unidad 3	3 dormitorios	130,19	$94.973,33	$110.000,00
Unidad 4	3 dormitorios	130,13	$94.844,58	$107.000,00

Nota. Elaboración propia a partir de los registros de obra.

El análisis de la línea base de costos revela una fuerte concentración: cuatro rubros —estructura, obra gris, acabados y carpintería— reúnen cerca del 78 % del costo directo de construcción de la unidad tipo. Conforme al principio de Pareto, el control del modelo se enfoca prioritariamente en ellos, sin descuidar los rubros de menor peso que, como se verá, también generaron desviaciones.

Tabla 4

Desglose del costo por rubro (agregado de las cuatro unidades)

Rubro	Planificado	Real	Desv. ($)	Desv. (%)
Preliminares (excavación y cimentación)	$2.324	$2.382	+$58	+2,5 %
Estructura	$55.398	$59.057	+$3.659	+6,6 %
Obra gris	$54.067	$54.297	+$230	+0,4 %
Acabados	$48.122	$51.796	+$3.674	+7,6 %
Carpintería	$25.445	$27.388	+$1.943	+7,6 %
Escaleras metálicas	$9.490	$10.165	+$676	+7,1 %
Instalaciones eléctricas y datos	$10.298	$10.819	+$521	+5,1 %
Suministro de agua (fría y caliente)	$8.682	$9.203	+$521	+6,0 %
Aparatos y griferías	$11.578	$11.660	+$82	+0,7 %
Aluminio y vidrio	$5.575	$5.814	+$239	+4,3 %
Otros (gas, entrega, escaleras de hormigón)	$4.206	$4.411	+$205	+4,9 %
Intereses (financiero)	$12.241	$20.534	+$8.293	+67,7 %

Rubro	Planificado	Real	Desv. ($)	Desv. (%)
Rubros sin desviación (terreno, urbanización, desarrollo, impuestos)	$132.040	$132.040	$0	0,0 %
TOTAL	$379.467	$399.567	+$20.100	+5,3 %

Nota. Elaboración propia a partir del presupuesto y la facturación de obra. Cifras agregadas de las cuatro unidades.

El desglose confirma que el sobrecosto se concentra en pocos rubros. Los intereses financieros son el mayor componente (+$8.293; +67,7 %), consecuencia directa de los retrasos, seguidos de acabados y estructura (cerca de +$3.660 cada uno) y de carpintería (+$1.943). Los rubros de emplazamiento, desarrollo e impuestos no registraron desviación, pues corresponden a valores fijos del proyecto. Esta concentración valida el enfoque de Pareto del modelo, que prioriza el control de estructura, obra gris, acabados y carpintería, y añade el control del cronograma para contener el costo financiero.

3.2 Análisis y cuantificación de las desviaciones histórico-presupuestarias

Las cuatro unidades cerraron por encima de su costo planificado y excedieron el plazo de referencia de 120 días. Las Tablas 5 y 6 presentan las desviaciones de costo y de plazo.

Tabla 5

Desviación de costo y margen por unidad

Unidad	Costo plan.	Costo cierre	Desv. costo	Margen	CPI
Unidad 1	$94.724,59	$97.869,45	3,3%	9,0%	0,97
Unidad 2	$94.924,20	$100.744,66	6,1%	8,4%	0,94
Unidad 3	$94.973,33	$101.060,98	6,4%	8,1%	0,94
Unidad 4	$94.844,58	$99.891,50	5,3%	6,6%	0,95

Nota. CPI = costo planificado / costo real. Elaboración propia.

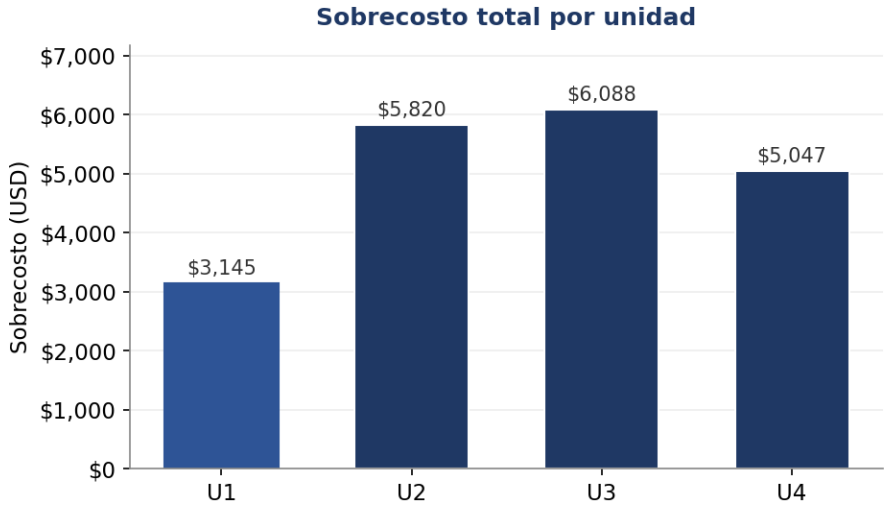
Tabla 6

Desviación de plazo por unidad

Unidad	Dur. plan. (días)	Dur. real (días)	Desv. tiempo	SPI
Unidad 1	120	180	50,0%	0,67
Unidad 2	120	180	50,0%	0,67
Unidad 3	120	210	75,0%	0,57
Unidad 4	120	210	75,0%	0,57

Nota. SPI = duración planificada / duración real. Elaboración propia.

Figura 3
Sobrecosto total por unidad



Nota. La primera unidad registró el menor sobrecosto; las tres siguientes lo superaron. Elaboración propia.

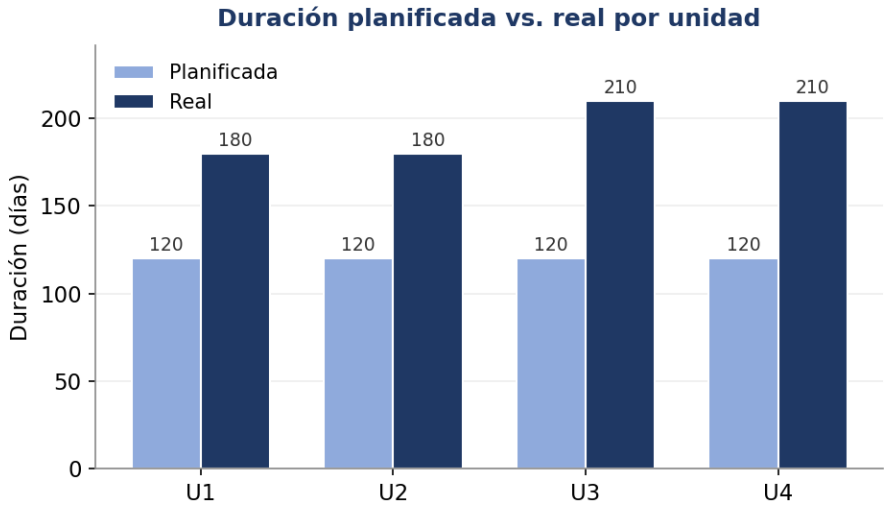
La descomposición del sobrecosto por rubro (Figura 4) muestra que el mayor componente es el costo financiero por intereses (**$8.293,07**), seguido de acabados ($3.674,13), estructura ($3.659,04) y carpintería ($1.942,73). Los intereses son la monetización de los retrasos: a mayor duración, mayor interés acumulado del crédito de construcción.

Figura 4
Componentes principales del sobrecosto (acumulado de las cuatro unidades)



Nota. El costo financiero por intereses es el componente de mayor peso. Elaboración propia.

Figura 5
Duración planificada frente a real por unidad



Nota. El plazo real superó al planificado entre 50 % y 75 %. Elaboración propia.

3.2.1 La excavación de cimentaciones como causa de retraso

Dentro del rubro de preliminares, la excavación de cimentaciones constituyó una causa específica de retraso en las unidades 3 y 4, que registraron cinco días adicionales cada una respecto de lo planificado. El evento respondió al hallazgo puntual de un banco de lodo en el terreno; el estudio de suelos previo se había realizado, por lo que se trató de una condición localizada, de baja probabilidad de recurrencia y no generalizable al resto del predio. Aunque su impacto directo en costo fue moderado, ilustra cómo un evento de las fases iniciales puede propagar retrasos por la ruta crítica; su gestión bajo el modelo propuesto se aborda como un riesgo específico de baja probabilidad (factor F7) en el Capítulo 4.

3.3 Cálculo del impacto de las ineficiencias en la rentabilidad corporativa

En términos agregados, el costo planificado total fue **$379.466,70** y el de cierre **$399.566,58**, con una desviación global de **5,3%** y un margen global real de **8,0%**, frente a un margen planificado del 12,7 % sobre un precio de venta total de $434.500,00. La compresión del margen —del 12,7 % al 8,0 %— es la traducción financiera directa del sobrecosto.

El margen del negocio VIP es estructuralmente frágil por el techo de precio. La Tabla 7 presenta un análisis de sensibilidad: la utilidad por la muestra según el desempeño de la construcción, expresado como desviación de costo y su CPI equivalente. El punto de equilibrio se cruza con un sobrecosto de aproximadamente +14,5 % (CPI ≈ 0,87): dentro del rango empírico documentado para la edificación (15–30 %), el proyecto cruzaría a pérdida. De ahí que el control de costos sea, en VIP, la condición de viabilidad.

Tabla 7
Sensibilidad de la utilidad al desempeño de la construcción

Desv. construcción	CPI	Costo total	Utilidad	Margen
0 %	1,00	$379.467	$55.033	12,7 %
+2 %	0,98	$387.056	$47.444	10,9 %
+5,3 % (real)	0,95	$399.567	$34.933	8,0 %
+8 %	0,93	$409.824	$24.676	5,7 %
+10 %	0,91	$417.413	$17.087	3,9 %
+14,5 % (equilibrio)	0,87	$434.500	$0	0,0 %
+20 %	0,83	$455.360	−$20.860	−4,8 %

Nota. Elaboración propia. El punto de equilibrio se cruza en +14,5 % de sobrecosto de construcción.

3.4 Comparación entre unidades: ausencia de curva de aprendizaje

Como las cuatro unidades comparten la misma planificación, cabría esperar una curva de aprendizaje: que los errores de la primera unidad se corrigieran en las siguientes. La Tabla 8 muestra lo contrario.

Tabla 8
Indicadores de desviación por unidad

Indicador	U1	U2	U3	U4
Desviación de costo	3,3%	6,1%	6,4%	5,3%
Desviación de tiempo	50,0%	50,0%	75,0%	75,0%
SPI	0,67	0,67	0,57	0,57
Sobrecosto de estructura	$415,49	$843,43	$1.128,73	$1.271,38
Retraso de carpintería (días)	30	30	60	60

Nota. Elaboración propia.

El sobrecosto de estructura **aumentó de forma sostenida** ($415,49 a $1.271,38), el retraso de carpintería **se duplicó** y el SPI descendió de 0,67 a 0,57. Lejos de corregirse, los mismos errores se repitieron y se agravaron. Esta persistencia en cuatro unidades idénticas es la evidencia empírica de la ausencia de un mecanismo de lecciones aprendidas y constituye el hallazgo central del análisis: el origen de las desviaciones no es técnico —el diseño era el mismo y viable— sino de gestión.

3.5 Síntesis del capítulo

- La carpintería es el capítulo crítico simultáneo en costo y en plazo (retraso que se duplica): el modelo debe controlarlo con prioridad.
- El mayor sobrecosto económico son los intereses, consecuencia de los retrasos: el descontrol del cronograma se transforma en costo financiero que erosiona el margen.
- El margen es estructuralmente frágil: el equilibrio se cruza en +14,5 % de sobrecosto, dentro del rango empírico del sector.

- La ausencia de curva de aprendizaje evidencia la falta de proceso; los retrasos se concentran en riesgos que pudieron preverse (excavación, estructura, carpintería), lo que justifica una gestión de riesgos formal.

Capítulo 4. Modelo propuesto para la optimización financiera

El modelo propuesto (Escenario B) traduce los procesos del PMBOK en una guía operativa aplicada al caso, con gobernanza, tecnología de control e instrumentos. Se apoya en la matriz RACI, que asigna responsabilidades por proceso, y en un soporte tecnológico definido para cada función de control.

Tabla 9
Matriz RACI del modelo (extracto)

Proceso	Director	Residente	Fiscaliz.	Adquis.	Admin/jur.
Línea base de alcance	A	R	C	I	I
Línea base de cronograma	A	R	C	C	I
Línea base de costos	A	C	C	C	R
Órdenes de cambio	A	C	C	I	R
Control por valor ganado	A	R	C	I	C
Lecciones aprendidas	A	R	C	C	C

Nota. R = Responsable; A = Rinde cuentas; C = Consultado; I = Informado.

Tabla 10
Funciones de control y tecnología de soporte

Función	Opción robusta	Opción accesible	Uso en el caso
Cronograma	Oracle Primavera P6	MS Project / GanttProject	Cronograma maestro e hitos
Diseño y constructibilidad	BIM (Revit + Navisworks)	Modelado 3D	Anticipar tolerancias del sistema estructural
Presupuesto	Presto / Interpro	Hoja estructurada	Línea base de costos
Valor ganado	Power BI + ERP	Excel con tablero	CPI/SPI y curva S
Documental	Autodesk Construction Cloud	SharePoint / Google	Versionado y as-built
Adquisiciones	Módulo de compras (ERP)	Hoja de suministros	Lead times y frentes

Nota. Nombres comerciales ilustrativos. Elaboración propia.

4.1 Configuración de la Estructura de Desglose del Trabajo (EDT)

La EDT descompone la unidad tipo en los paquetes que constituyen su presupuesto, congela el producto estándar y sirve de base al control de cambios.

Tabla 11
EDT de la unidad tipo

Nivel 1	Paquetes de trabajo (Nivel 2)
1. Emplazamiento	Terreno; obras exteriores y urbanización
2. Desarrollo	Planificación; ingenierías; promoción
3. Construcción	Preliminares (incl. excavación y cimentación); estructura; obra gris; acabados; carpintería; aluminio y vidrio; escaleras; instalaciones hidrosanitarias, eléctricas y gas; entrega

Nivel 1	Paquetes de trabajo (Nivel 2)
4. Impuestos	Renta; plusvalía; comisión de venta
5. Financieros	Intereses del crédito de construcción

> **Ventaja.** Congela el producto estándar y establece el límite frente al gold plating y al scope creep.

4.2 Estandarización de cronogramas y rutas críticas

La gestión del tiempo es el eje del modelo, pues el descontrol del plazo fue la principal fuente de sobrecosto. El cronograma maestro define actividades, duraciones, dependencias y ruta crítica, e incorpora hitos de liberación de frentes de trabajo, un hito de verificación tras la excavación y otro tras la estructura.

Tabla 12

Cronograma maestro tipo (línea base)

N°	Actividad	Duración	Predecesora	Observación
1	Preliminares (excavación y cimentación)	10	—	Hito: verificación de suelo
2	Estructura	30	1	Ruta crítica · verificación dimensional
3	Obra gris	30	2	Ruta crítica
4	Instalaciones	15	3 (II)	Traslape
5	Acabados	30	3	Ruta crítica
6	Aluminio y vidrio	15	3	Frente liberado
7	Escaleras	15	2	—
8	Carpintería	30	5	Ruta crítica · Hito: frentes liberados
9	Entrega	7	8	Cierre · trámites municipales

Nota. Herramienta: MS Project / Primavera P6. Control por SPI y curva S; umbral de alerta SPI < 1,00.

> **Ventaja.** Ordena precedencias, hace visible la ruta crítica y evita convocar proveedores sin frentes liberados.

4.3 Estimación de la línea base de costos integral

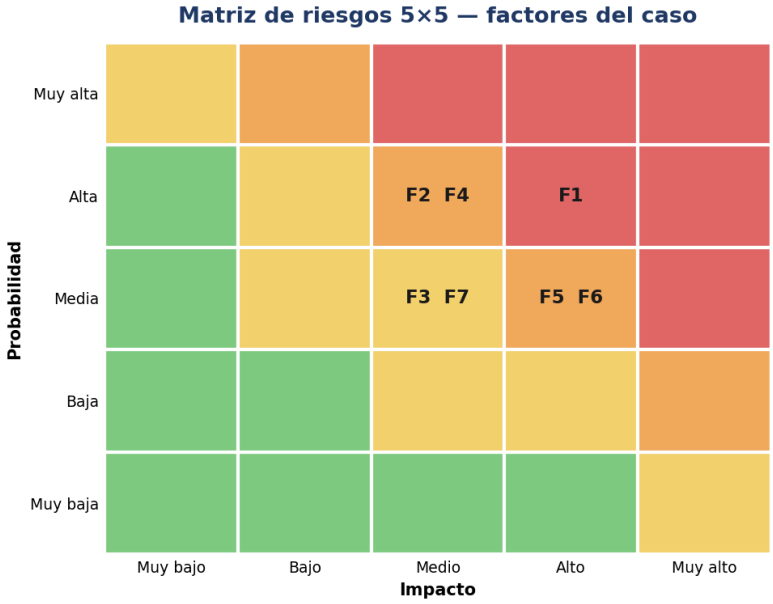
La línea base de costos se obtiene por estimación ascendente sobre la EDT y se distribuye en el tiempo (curva S). Se dotan reservas de contingencia para los riesgos altos. El control por CPI y CV, con umbral de alerta inferior a la unidad, detecta el desvío antes de que se transforme en costo financiero.

> **Ventaja.** Provee la referencia sin la cual ninguna desviación es medible y anticipa el impacto financiero del retraso.

4.4 Plan de gestión y mitigación de riesgos

La gestión de riesgos es transversal: identificar, analizar (probabilidad e impacto), planificar la respuesta, dotar reservas y monitorear. La Figura 6 ubica los siete factores raíz del caso en la matriz 5×5, y la Tabla 13 define su respuesta.

Figura 6
Matriz de riesgos 5×5 con los factores del caso



Nota. F1–F7 son los factores de riesgo raíz del caso, incluida la excavación (F7). Elaboración propia.

Tabla 13
Registro de riesgos y respuestas

Cód.	Factor de riesgo	Nivel	Respuesta y control
F1	Adquisiciones informales (sin contrato con penalidades)	Alto	Contratos con hitos de avance verificables en taller y obra, penalidades por mora y cláusula de sustitución de proveedor; calificación de proveedores.
F2	Frentes de trabajo no liberados	Alto	Hitos de liberación en el cronograma; control de predecesoras.
F3	Cambios de alcance del cliente sin control	Medio	Línea base de alcance y órdenes de cambio formales.
F4	Retrabajo por control dimensional deficiente	Alto	Verificación dimensional y puntos de inspección por fase.
F5	Sistema estructural pretensado (imprecisión dimensional)	Alto	Sustitución del pretensado por estructura metálica (precisión dimensional y escuadría); análisis de constructibilidad y reservas.
F6	Trámites y documentación municipal	Cerrado	Tramitación completada para todas las unidades (riesgo cerrado en el proyecto); a anticipar tempranamente en proyectos futuros.
F7	Excavación de cimentaciones (banco de lodo puntual)	Bajo	Estudio de suelos ya realizado; evento localizado y no generalizable; reserva de contingencia.

Ventaja. Anticipa y provisiona los riesgos que en el Escenario A se absorbieron como sobrecosto no previsto.

4.4.1 Blindaje contractual de los subcontratos críticos

Dado que la carpintería de madera y el aluminio concentraron el mayor retraso —y, con él, el mayor sobrecosto financiero—, el modelo incorpora un blindaje contractual específico para

estos subcontratos. El instrumento clave es un subcontrato con hitos de avance verificables en taller y en obra, sujetos a revisión, de modo que el cumplimiento se controle de forma continua y no solo en la entrega final. A cada hito se asocian penalidades por mora y, sobre todo, una cláusula de sustitución que faculta a la dirección a sumar un proveedor adicional o a reemplazar al incumplido ante la primera desviación. La finalidad no es sancionar, sino preservar el margen de maniobra en el tiempo: detectar tempranamente el incumplimiento, cuando todavía es posible reaccionar sin comprometer la ruta crítica. Con ello se ataca la raíz del componente de sobrecosto más sensible, el costo financiero por extensión del plazo.

Conviene precisar el alcance de esta medida: la carpintería explica alrededor del 60 % del sobrecosto financiero por retraso; el resto proviene de otras fuentes (estructura, acabados y la etapa de entrega). Por ello, el blindaje contractual reduce de manera sustancial —no total— dicho sobrecosto, y su eficacia se potencia al operar dentro del sistema completo de control del cronograma.

4.4.2 Cambio del sistema estructural a estructura metálica

El sistema estructural pretensado de hormigón fue una de las causas raíz documentadas de retrabajo (factor F5): su rigidez y baja tolerancia dimensional propagaron desviaciones de escuadría a la obra gris y a las escaleras metálicas. Como decisión de mejora, el modelo propone sustituirlo por una estructura metálica —más limpia, ligera, escalable y precisa en sus dimensiones y escuadras—, que además elimina la cimbra en la ejecución de los forjados, con el consiguiente ahorro de tiempo y de material. Esta decisión no solo elimina la fuente de retrabajo asociada al pretensado, sino que, según la experiencia previa del constructor, incrementaría la velocidad global de la obra en el orden del 20 %. Al acortar la duración total, el cambio reduce de manera directa el costo financiero por intereses, que es el mayor componente del sobrecosto. Adicionalmente, al partir de una estructura de dimensiones exactas, el cambio resuelve el desajuste que obligó a improvisar la fabricación de las escaleras metálicas por corte láser: sobre una base precisa, estas encajan sin reprocesos manuales, con el consiguiente ahorro de costo y de tiempo. Se plantea como una proyección fundamentada en la experiencia del promotor, susceptible de verificación en las unidades aún no ejecutadas.

4.4.3 Gestión anticipada de los permisos

El retraso por trámites municipales (factor F6), que afectó de manera significativa la etapa de entrega de las unidades 3 y 4, se encuentra superado en el proyecto: la tramitación se completó para la totalidad de las unidades, incluidas las aún no ejecutadas, por lo que el riesgo queda cerrado para el caso. La lección que se incorpora al modelo es de carácter preventivo: en proyectos futuros, la gestión de permisos y habilitaciones debe iniciarse con la mayor antelación posible, con hitos de trámite dotados de holgura en el cronograma, para que este factor externo no condicione la ruta crítica de la entrega.

4.5 Instrumentos del modelo (plantillas)

El modelo se completa con instrumentos que hacen operable el control. Se presentan tres plantillas base: el acta de constitución, el formato de orden de cambio y el registro de lecciones

aprendidas —este último, el mecanismo que produce la curva de aprendizaje ausente en el Escenario A.

Tabla 14
Plantilla de acta de constitución (aplicada al caso)

Campo	Contenido
Proyecto	Condominio Racargarden — vivienda de interés público, Cuenca
Producto	Vivienda tipo, 3 dormitorios, ~130 m², replicable en serie
Restricción económica	Precio de venta topado por la condición VIP; el sobrecosto no se traslada al comprador
Plazo tipo	120 días por unidad (línea base de cronograma)
Criterios de éxito	Cumplir línea base de costo y plazo; cero no conformidades críticas en entrega
Director de proyecto	Con autoridad para aprobar líneas base y órdenes de cambio

Tabla 15
Formato de orden de cambio

Campo	Contenido
N° de orden	Correlativo
Solicitante	Cliente / equipo / dirección
Descripción	Alcance modificado
Impacto en costo	USD
Impacto en plazo	Días
Responsable de asumir	Cliente / promotor según valoración
Aprobación	Director — fecha y firma

Tabla 16
Formato de registro de lecciones aprendidas

Campo	Contenido
Unidad / fase	Identificación
Evento	Qué ocurrió
Causa raíz	Por qué ocurrió
Impacto	Costo / plazo
Acción correctiva	Qué se hizo o debió hacerse
Recomendación para la próxima unidad	Cómo prevenirlo

4.6 Áreas de gestión integral y control operativo

Además del alcance, el tiempo, el costo y el riesgo, el modelo integra las áreas de gestión que completan el control de la fase constructiva. Cada una se define por su objetivo, sus procesos y su sistema de control, y se acompaña de una lista de verificación.

4.6.1 Gestión de la calidad

- **Objetivo.** Prevenir el retrabajo, en particular el retrabajo dimensional observado en la estructura y en los rubros dependientes.
- **Procesos.** Plan de calidad con estándares por rubro; puntos de inspección y ensayos; verificación dimensional (as-built vs. diseño).
- **Sistema de control.** Protocolos de liberación por fase: no se avanza a la actividad siguiente sin la conformidad de calidad de la anterior.

Lista de verificación

- ☐ Plan de calidad con estándares por rubro
- ☐ Verificación dimensional tras excavación y estructura
- ☐ Puntos de inspección definidos por fase
- ☐ Protocolos de liberación firmados
- ☐ Registro de no conformidades y acciones correctivas

4.6.2 Gestión de recursos

- **Objetivo.** Asegurar la disponibilidad de mano de obra, materiales y equipos en el momento y cantidad requeridos, sin picos ni desabastecimientos.
- **Procesos.** Organigrama de obra y matriz de responsabilidades; histograma de mano de obra por fase; requisición de materiales alineada al cronograma; nivelación de recursos.
- **Sistema de control.** Control de consumos reales vs. presupuestados por rubro y rendimiento de la mano de obra.

Lista de verificación

- ☐ Organigrama y matriz de responsabilidades (RACI)
- ☐ Histograma de mano de obra por fase
- ☐ Requisiciones alineadas al cronograma
- ☐ Control de consumos reales vs. presupuesto
- ☐ Programación de uso de equipos

4.6.3 Gestión logística y de adquisiciones

- **Objetivo.** Garantizar el suministro oportuno de bienes y servicios críticos, sincronizado con la liberación de frentes de trabajo.
- **Procesos.** Plan de adquisiciones con cronograma de suministros y tiempos de entrega (lead times); estrategia de aprovisionamiento por criticidad; logística de recepción y almacenamiento.
- **Sistema de control.** Un proveedor crítico solo se convoca cuando su frente de trabajo está liberado; seguimiento de órdenes de compra y entregas.

Lista de verificación

- ☐ Plan de adquisiciones con cronograma de suministros
- ☐ Lead times de proveedores críticos mapeados (carpintería, aluminio)
- ☐ Frente de trabajo liberado antes de convocar al proveedor
- ☐ Estrategia de aprovisionamiento por criticidad
- ☐ Control de recepción, calidad de ingreso y almacenamiento

4.6.4 Gestión jurídica y contractual

- **Objetivo.** Dotar de instrumentos legales que gestionen el riesgo de incumplimiento y formalicen los cambios.
- **Procesos.** Contratos con plazos, especificaciones, garantías y penalidades por mora; procedimiento formal de órdenes de cambio; gestión de permisos y trámites municipales.
- **Sistema de control.** Ninguna modificación se ejecuta sin orden de cambio valorada y aprobada; cronograma de trámites regulatorios con holgura.

Lista de verificación

- ☐ Contratos firmados con plazos, especificaciones y penalidades
- ☐ Procedimiento de órdenes de cambio operativo
- ☐ Permisos y habilitaciones municipales vigentes y en cronograma
- ☐ Pólizas y garantías registradas

4.6.5 Gestión documental

- **Objetivo.** Mantener la trazabilidad y disponibilidad de la información del proyecto en un repositorio único.
- **Procesos.** Estructura de carpetas y codificación; control de versiones; gestión de planos y planos as-built; archivo de actas, RFI y órdenes de cambio.
- **Sistema de control.** Un único documento vigente por tipo; toda versión anterior queda archivada y marcada como obsoleta.

Lista de verificación

- ☐ Codificación y control de versiones
- ☐ Documento vigente único por tipo
- ☐ Planos as-built actualizados
- ☐ Actas, RFI y órdenes de cambio archivadas y trazables

4.6.6 Gestión de interesados y comunicaciones

- **Objetivo.** Gestionar expectativas —en especial del futuro propietario— para prevenir cambios no controlados.

- **Procesos.** Plan de comunicaciones; canal formal para las solicitudes del cliente que las derive al procedimiento de órdenes de cambio.
- **Sistema de control.** Toda solicitud del cliente se canaliza y se valora antes de ejecutarse.

Lista de verificación

☐ Plan de comunicaciones definido

☐ Canal formal de solicitudes vinculado a órdenes de cambio

☐ Gestión de trámites con el municipio calendarizada

4.6.7 Tablero de control por valor ganado

El monitoreo integral se apoya en un tablero de indicadores de actualización semanal, revisado en la reunión de avance (Tabla 17).

Tabla 17

Tablero de control por valor ganado

Indicador	Definición	Umbral de alerta
CPI	Valor ganado / costo real	< 1,00
SPI	Valor ganado / valor planificado	< 1,00
CV / SV	Variaciones de costo y cronograma	Negativas
Curva S	Avance planificado vs. real	Divergencia sostenida
Reserva consumida	% de contingencia usada	> avance físico
Margen proyectado	Utilidad estimada al cierre	< margen objetivo

Nota. Elaboración propia.

4.7 Estructura de gestión integrada de la fase de construcción

El modelo propuesto se organiza, en su fase de ejecución, según la estructura de gestión integrada de la construcción que sistematiza Soler Severino (2022). El instrumento articulador es el Plan Director de Construcción (PDC), que reúne los procedimientos que la dirección aplica en obra y convierte el conjunto de herramientas en un sistema coordinado. La Tabla 18 mapea los procesos de la gestión integrada de la fase de construcción con los instrumentos del modelo desarrollados en este capítulo y con los factores de riesgo del caso que cada uno atiende.

Tabla 18

Procesos de la gestión integrada de la construcción e instrumentos del modelo

Proceso de gestión integrada (Soler, 2022)	Instrumento del modelo	Atiende
Plan Director de Construcción (PDC)	Acta de constitución, líneas base y plan integrado	Marco de todo el control
Coordinación y logística de las obras	Plan de adquisiciones y liberación de frentes	F2, F7
Dirección y coordinación de contratistas	Contratos con penalidades y matriz RACI	F1
Control de costes	Línea base de costos y CPI (valor ganado)	Estructura, intereses
Control de plazos	Cronograma maestro, ruta crítica y SPI	F2, carpintería
Control de calidad en la ejecución	Plan de calidad y verificación dimensional	F4, F5
Gestión de documentación de la obra	Sistema documental y planos as-built	Trazabilidad
Gestión de reuniones de obra	Reuniones semanales con tablero de control	Seguimiento
Elaboración de informes de progreso	Tablero de valor ganado (CPI/SPI, curva S)	Alerta temprana
Gestión de seguridad y salud	Plan de seguridad y salud en obra	Cumplimiento
Gestión del cierre de la fase	Recepción, liquidación y lecciones aprendidas	Curva de aprendizaje
Informe de actividades pendientes	Registro de pendientes previo a la entrega	F6, entrega

Nota. Elaboración propia a partir de Soler Severino (2022).

De este modo, el modelo no es un agregado de herramientas sueltas, sino una estructura integrada en la que el Plan Director de Construcción coordina el conjunto, en línea con la práctica de la dirección integrada de proyectos y con la norma ISO 21500. Esta estructura confiere al modelo el carácter de guía replicable para la gestión de la fase constructiva en proyectos de tipología similar.

4.8 Plantilla del Plan Director de Construcción (PDC)

El Plan Director de Construcción (PDC) es el documento maestro que integra, en un solo instrumento, los procedimientos que la dirección aplica durante la fase constructiva (Soler Severino, 2022). Se establece al inicio de la fase, exige a los agentes intervinientes el cumplimiento de lo que en él se define y se revisa periódicamente, hasta convertirse en el manual de apoyo de la dirección de obra. La Tabla 19 propone una plantilla del PDC, aplicable de forma replicable a proyectos de vivienda de tipología similar: para cada apartado se indica su contenido mínimo y el registro o instrumento del modelo que lo soporta.

Tabla 19
Plantilla del Plan Director de Construcción (PDC)

Apartado del PDC	Contenido mínimo	Registro / instrumento
1. Datos generales y objeto	Identificación del proyecto, producto tipo y restricciones (precio VIP, margen objetivo)	Acta de constitución
2. Organización y agentes	Roles, autoridad y responsabilidades de los intervinientes	Organigrama y matriz RACI
3. Alcance	Descomposición del trabajo y criterios de aceptación	EDT y diccionario
4. Plazos	Actividades, dependencias, ruta crítica e hitos de liberación	Cronograma maestro (MS Project / P6)
5. Costes	Presupuesto por estimación ascendente y curva de gasto	Línea base de costos
6. Calidad	Estándares, puntos de inspección y verificación dimensional	Plan de calidad
7. Coordinación y logística	Cronograma de suministros, lead times y liberación de frentes	Plan de adquisiciones
8. Contratación	Modelo de contrato, plazos, garantías y penalidades	Contratos y órdenes de compra
9. Riesgos	Identificación, matriz P×I, respuestas y reservas	Registro de riesgos y matriz 5×5
10. Documentación	Codificación, control de versiones y planos as-built	Sistema de gestión documental
11. Comunicaciones y reuniones	Plan de comunicaciones y actas de reuniones de obra	Actas y matriz de información
12. Seguridad y salud	Plan de prevención y cumplimiento normativo	Plan de seguridad y salud (SST)
13. Control de cambios	Procedimiento de órdenes de cambio valoradas	Formato de orden de cambio
14. Seguimiento e informes	Indicadores (CPI/SPI, curva S) y periodicidad de reportes	Tablero de valor ganado
15. Cierre y lecciones aprendidas	Recepción, liquidación y transferencia de conocimiento	Registro de lecciones aprendidas

Nota. Elaboración propia a partir de Soler Severino (2022). El PDC se revisa periódicamente durante la obra y funciona como manual de apoyo de la dirección de la construcción.

Estructurado de este modo, el PDC ordena los quince frentes de la gestión integrada en un único documento vivo, garantiza que ningún proceso quede sin responsable ni sin registro asociado, y constituye el aporte tangible del modelo: una guía replicable para dirigir la fase constructiva de la vivienda de interés público.

4.9 Plantillas complementarias del PDC

El Plan Director de Construcción se apoya en instrumentos operativos que estandarizan la gestión diaria de la obra. Se proponen tres plantillas complementarias que soportan, respectivamente, las reuniones de obra, la gestión documental y la seguridad y salud.

Tabla 20
Plantilla de acta de reunión de obra

Campo	Contenido
N° de acta y fecha	Correlativo y fecha de la reunión
Asistentes	Nombre, cargo y agente representado
Temas tratados	Puntos del orden del día
Acuerdos y compromisos	Decisiones adoptadas
Responsable y fecha límite	Por cada acuerdo
Pendientes de actas anteriores	Estado de compromisos previos
Próxima reunión	Fecha y lugar

Tabla 21
Matriz de gestión de la información (documental)

Tipo de documento	Codificación	Responsable	Distribución / frecuencia
Planos y revisiones	PL-###-rev	Proyectista / DIC	Agentes de obra · por revisión
Presupuesto y APU	PR-###	Adquisiciones	Dirección · al aprobar
Cronograma maestro	CR-###	Residente	Equipo · actualización semanal
Actas de reunión	AC-###	DIC	Asistentes · por reunión
Órdenes de cambio	OC-###	Admin/jurídico	Dirección · por evento
Informes de progreso	IP-###	Residente	Promotor · mensual
Registro de riesgos	RG-###	DIC	Dirección · por revisión
Planos as-built	AB-###	Residente	Archivo · al cierre

Tabla 22
Plantilla del plan de seguridad y salud (SST)

Campo	Contenido
Evaluación de riesgos laborales	Identificación de riesgos por actividad y fase
Medidas preventivas	Controles por fase (excavación, estructura, altura, etc.)
Equipos de protección	EPP obligatorios por actividad
Plan de emergencia	Procedimientos, señalización y primeros auxilios
Formación e inducción	Charlas de seguridad y registro de asistencia
Responsable de SST	Designación y funciones
Registros e inspecciones	Bitácora de seguridad e inspecciones periódicas

Nota. Elaboración propia a partir de Soler Severino (2022).

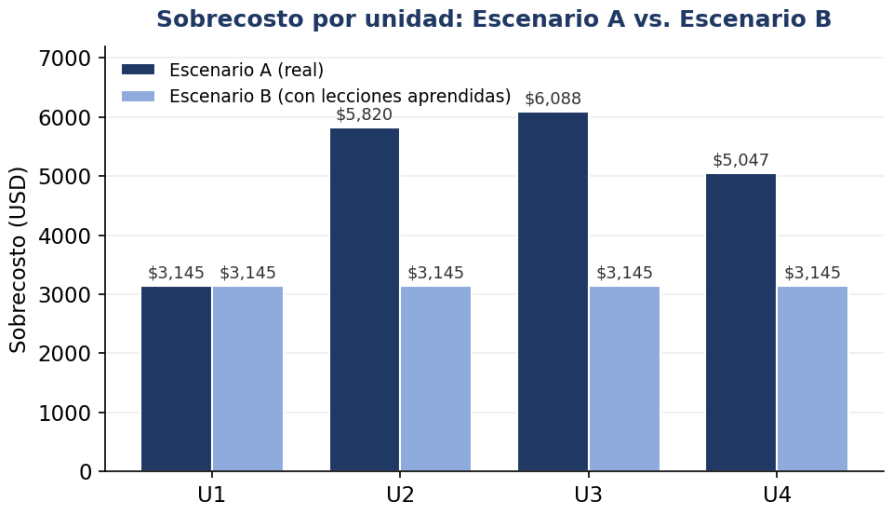
Capítulo 5. Evaluación de resultados y análisis de impacto financiero

5.1 Comparativa de desempeño (modelo histórico vs. modelo propuesto)

Para evaluar el modelo sin supuestos arbitrarios, el Escenario B se ancla en un dato real del proyecto: el desempeño de la primera unidad, que registró el menor sobrecosto ($3.144,86). Un modelo con lecciones aprendidas habría propagado ese desempeño a las unidades siguientes. El Escenario B supone, de forma conservadora, que las cuatro unidades igualan el desempeño de la mejor unidad realmente observada; es, por tanto, una estimación de piso del ahorro recuperable.

Figura 7

Sobrecosto por unidad: Escenario A (real) frente a Escenario B



Nota. El área entre ambas series representa el sobrecosto atribuible a la ausencia de aprendizaje. Elaboración propia.

Tabla 23

Comparación de escenarios sobre la muestra

Indicador	Esc. A (real)	Esc. B (conserv.)	Esc. B (mejoras)	Esc. C (transf.)
Costo planificado total	$379.467	$379.467	$379.467	$379.467
Sobrecosto total	$20.100	$12.579	$6.388	$4.147
Costo de cierre total	$399.567	$392.046	$385.855	$383.614
Desviación global de costo	5,3 %	3,3 %	1,7 %	1,1 %
Margen global real	8,0 %	9,8 %	11,2 %	11,7 %
Ahorro estimado	—	$7.520	$13.711	$15.953

Nota. Esc. B conservador: benchmark de la mejor unidad real. Esc. B con mejoras: contingentes propuestos (Tabla 24). Esc. C: riesgo transferido a subcontratistas blindados (Tabla 25). Valores redondeados. Elaboración propia.

5.2 Cuantificación de las desviaciones evitables y del ahorro esperado

Aun bajo el supuesto más conservador, la implementación del modelo habría recuperado alrededor de $7.520 en la muestra y elevado el margen del 8,0 % al 9,8 % —una mejora de 1,7 puntos porcentuales sobre un margen que la condición VIP mantiene estrecho—. Este

resultado es de piso: no contabiliza el ahorro adicional del control de cambios (que trasladaría al comprador el costo de sus modificaciones), de la formalización contractual (que reduce el incumplimiento de proveedores) ni del control temprano del cronograma (que contiene el costo financiero por intereses). En consecuencia, los resultados respaldan la hipótesis: la implementación del modelo PMBOK optimiza de manera estimable los recursos económicos en la fase constructiva de vivienda VIP. En coherencia con el diseño del estudio, esta conclusión se plantea como una estimación fundamentada en un caso, transferible a proyectos de tipología similar.

5.2.1 Escenario B ampliado: aplicación de las mejoras propuestas

La estimación anterior es conservadora, pues solo supone que la serie iguala a su mejor unidad, sin incorporar las decisiones de mejora desarrolladas en el Capítulo 4. Un segundo escenario, denominado Escenario B con mejoras, aplica esos contingentes sobre las fuentes de sobrecosto que cada uno atiende: el blindaje contractual de los subcontratos críticos y el cierre del riesgo de permisos, junto con la sustitución del sistema pretensado por estructura metálica —que, además de eliminar el retrabajo y de resolver el desajuste de las escaleras metálicas de corte láser, acortaría el plazo en torno al 20 %—. La Tabla 24 detalla la recuperación estimada por fuente.

Tabla 24

Recuperación estimada del sobrecosto por las mejoras propuestas

Fuente del sobrecosto (Esc. A)	Monto	Contingente aplicado	Recuperación
Intereses (financiero)	$8.293	Blindaje de subcontratos, estructura metálica (−20 % de plazo) y cierre de permisos	80 % · $6.634
Estructura (pretensado)	$3.659	Cambio a estructura metálica	100 % · $3.659
Escaleras metálicas	$676	Corte láser preciso sobre la estructura metálica, sin reprocesos	100 % · $676
Carpintería	$1.943	Blindaje contractual (hitos y sustitución)	70 % · $1.360
Acabados y otros rubros	$5.529	Efecto parcial del sistema (control de cambios y calidad)	25 % · $1.382
Total	$20.100		$13.711

Nota. Porcentajes de recuperación conservadores, a validar en las unidades aún no ejecutadas. Elaboración propia.

Con estas mejoras, el sobrecosto total de la muestra se reduciría de $20.100 a **$6.388**, el costo de cierre a $385.855 y el margen global se elevaría al **11,2 %** —frente al 8,0 % real y al 9,8 % del escenario conservador—, con un ahorro estimado de **$13.711**.

5.2.2 Escenario C: riesgo plenamente transferido a los subcontratistas

El Escenario C explora el límite de la transferencia de riesgo. Los rubros acotados y especificables —carpintería, aluminio y la nueva estructura y escaleras metálicas— se ejecutan mediante subcontratos con precio pactado, hitos de avance verificables, penalidades

y cláusula de sustitución. En ese esquema, el sobrecosto de ejecución de esos rubros lo absorbe el subcontratista y el promotor queda protegido sin pagar una prima adicional, pues no se re-contratan a un nivel superior sino que se refuerza su seguimiento. La Tabla 25 detalla la recuperación resultante.

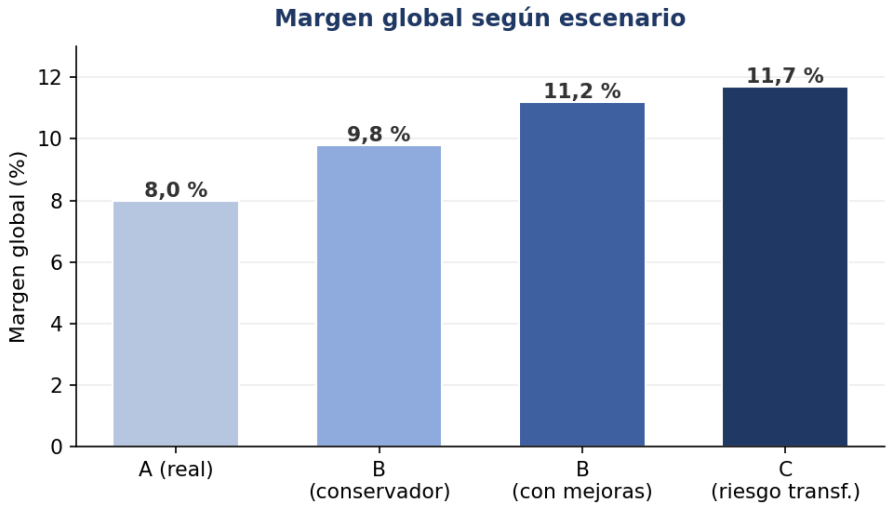
Tabla 25
Recuperación estimada en el Escenario C (riesgo transferido)

Fuente del sobrecosto (Esc. A)	Monto	Mecanismo	Recuperación
Intereses (financiero)	$8.293	Control pleno del cronograma	90 % · $7.464
Estructura (pretensado)	$3.659	Cambio a estructura metálica	100 % · $3.659
Escaleras metálicas	$676	Corte láser sobre estructura metálica	100 % · $676
Carpintería y aluminio	$1.943	Subcontrato blindado (lo asume el tercero)	100 % · $1.943
Acabados y otros rubros	$5.529	Parcial: los cambios del cliente no son transferibles	40 % · $2.212
Total	$20.100		$15.953

Nota. Elaboración propia. La transferencia opera mediante subcontratos blindados, sin prima adicional.

En este escenario, el sobrecosto se reduciría hasta **$4.147** (desviación del 1,1 %) y el margen alcanzaría el **11,7 %**, con un ahorro estimado de **$15.953**. Constituye el techo razonable del modelo: un sobrecosto cercano —no igual— a cero. La Figura 8 resume la progresión del margen entre los cuatro escenarios.

Figura 8
Margen global según escenario



Nota. Progresión del margen: real, conservador, con mejoras y con riesgo transferido. Elaboración propia.

Persiste un residual irreducible que ningún esquema elimina: los cambios de alcance solicitados por el cliente —no transferibles a los subcontratistas— y la propia brecha de estimación del presupuesto base. Por ello, el modelo no promete un sobrecosto nulo, sino un margen predecible y protegido, objetivo más valioso que el costo mínimo teórico bajo el techo

de precio de la vivienda de interés público. Los porcentajes de recuperación son, además, supuestos conservadores a validar en las unidades aún no ejecutadas.

5.3 Discusión: interpretación de los hallazgos

El principal hallazgo —la ausencia de una curva de aprendizaje entre unidades idénticas— adquiere pleno sentido a la luz del marco teórico. Según la teoría de la curva de aprendizaje, la serie constructiva debía mostrar una mejora progresiva; la observación de lo contrario —un sobrecosto de estructura que crece de $415 a $1.271 y un retraso de carpintería que se duplica— confirma que el aprendizaje no se produjo. La causa no es técnica, pues el diseño era idéntico y viable, sino de gestión: la inexistencia de un mecanismo formal de lecciones aprendidas impidió que la experiencia de una unidad se transfiriera a la siguiente.

Desde la teoría de la producción sin pérdidas, las desviaciones se explican como pérdidas de flujo. Las esperas por frentes no liberados en la carpintería, los retrabajos por descoordinación dimensional y el desperdicio asociado son actividades que no agregan valor y que la contabilidad tradicional del proyecto no visibilizó. El costo financiero por intereses —el mayor componente del sobrecosto— es la traducción monetaria acumulada de esas pérdidas de flujo a lo largo del tiempo: el descontrol del cronograma se transforma en costo.

Los resultados dialogan con la literatura. Confirman el carácter sistemático del sobrecosto descrito por Flyvbjerg (2014) y el patrón de mayor vulnerabilidad de los proyectos de menor escala señalado por Odeck (2004). Al mismo tiempo, complementan el antecedente de Alvarado Quito y Merchán Sánchez (2023): mientras aquel estudio demostró la mejora de rentabilidad al aplicar el PMBOK, el presente cuantifica —en sentido inverso— el costo de su ausencia, aportando la contraparte empírica que la literatura sobre vivienda de interés público en el país no había documentado.

En conjunto, la evidencia respalda la hipótesis. Cada desviación material se corresponde con la ausencia de un proceso de gestión definido —lecciones aprendidas, control de cambios, control del cronograma, formalización de adquisiciones—, y la estimación conservadora del Escenario B indica que su implementación habría recuperado alrededor de $7.520 y elevado el margen del 8,0 % al 9,8 %. La conclusión se sostiene como una estimación fundamentada en un caso, coherente con la lógica de generalización analítica propia del estudio de caso (Yin, 2018), y no como una prueba estadística de validez universal.

El análisis del cronograma permite precisar el mecanismo del ahorro. El mayor componente del sobrecosto —el costo financiero por intereses— es la monetización del retraso, y la carpintería explica alrededor del 60 % de ese retraso; el resto se reparte entre la estructura, los acabados y la etapa de entrega. En consecuencia, el control del cronograma es la palanca de mayor apalancamiento del modelo: el blindaje contractual de los subcontratos críticos, la sustitución del sistema pretensado por estructura metálica —que, según la experiencia del constructor, aceleraría la obra en torno al 20 %— y el cierre del riesgo de permisos permiten contener el sobrecosto financiero hasta un mínimo residual. Estas mejoras, no incorporadas en la estimación conservadora del Escenario B, indican que el ahorro real sería superior al piso de $7.520 estimado.

5.4 Limitaciones y validez

Los resultados deben leerse a la luz de tres limitaciones. Primera, el tamaño de la muestra —cuatro unidades de un mismo proyecto— no habilita inferencias estadísticas; su valor es demostrativo y referencial, transferible a proyectos de tipología similar mediante generalización analítica. Segunda, el Escenario B es un modelo construido por el investigador; para evitar la circularidad, se ancló en el desempeño real de la mejor unidad observada, de modo que la estimación del ahorro es conservadora y no experimental. Tercera, al tratarse de un proyecto en ejecución, los índices de cronograma son susceptibles de afinamiento con las fechas definitivas de cada unidad. Estas limitaciones acotan el alcance de las conclusiones, pero no comprometen el hallazgo central, que se sustenta en la comparación interna entre unidades idénticas y, por tanto, controla las variables de diseño y presupuesto.

Capítulo 6. Conclusiones y recomendaciones

6.1 Conclusiones

- **La gestión empírica tuvo un costo cuantificable:** desviación global del 5,3 % y margen comprimido del 12,7 % al 8,0 %, sobre un margen ya estrecho por el tope VIP.
- **La ausencia de curva de aprendizaje es el hallazgo central:** en cuatro unidades idénticas las desviaciones se agravaron; de haberse igualado el desempeño de la primera unidad, se habrían evitado unos $7.520.
- **El sobrecosto financiero fue el mayor componente:** los intereses ($8.293) son la monetización de los retrasos.
- **Los retrasos se concentraron en riesgos previsibles:** excavación de cimentaciones, estructura y carpintería, lo que justifica una gestión de riesgos formal.
- **La aplicación estimada del modelo eleva el margen del 8,0 % al 9,8 % en su versión conservadora, hasta el 11,2 % con las mejoras propuestas y hasta el 11,7 % al transferir el riesgo de los rubros acotados a subcontratistas blindados** (blindaje contractual, estructura metálica y gestión anticipada de permisos), respaldando la hipótesis como estimación fundamentada.

6.2 Recomendaciones

- Implementar un procedimiento formal de control de cambios con órdenes de cambio valoradas.
- Institucionalizar un registro de lecciones aprendidas al cierre de cada unidad, aplicado a la siguiente.
- Adoptar el seguimiento por valor ganado (CPI/SPI) para detectar desviaciones tempranamente.
- Blindar los subcontratos críticos (carpintería y aluminio) con hitos de avance verificables en taller y obra, penalidades por mora y cláusula de sustitución de proveedor ante el mínimo incumplimiento.
- Realizar estudio de suelos y verificación de cimentación antes de iniciar la estructura, para contener el riesgo de excavación.
- Preservar la estandarización del producto como activo de rentabilidad.
- Sustituir el sistema estructural pretensado por estructura metálica, de mayor precisión dimensional y que, según la experiencia del constructor, aceleraría la obra aprox. 20 %.
- Iniciar la tramitación de permisos y habilitaciones con la mayor antelación, con hitos de trámite dotados de holgura, para que no condicionen la ruta crítica de la entrega.

6.3 Líneas de investigación futura

- Ampliar la muestra a más unidades y proyectos para robustecer los hallazgos.
- Extender el análisis a otras tipologías y escalas de edificación.
- Desarrollar el Escenario B con avance mensual para construir curvas completas de valor ganado.

Referencias

Alvarado Quito, K., & Merchán Sánchez, D. (2023). Modelo de gestión para proyectos de construcción basado en la metodología PMBOK. Caso: producción masiva de viviendas de interés social. *Universidad y Sociedad, 15*(6), 344–354.

Fleming, Q. W., & Koppelman, J. M. (2010). *Earned value project management* (4.ª ed.). Project Management Institute.

Flyvbjerg, B. (2014). What you should know about megaprojects and why: An overview. *Project Management Journal, 45*(2), 6–19.

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill.

Kerzner, H. (2022). *Project management: A systems approach to planning, scheduling, and controlling* (13.ª ed.). John Wiley & Sons.

Koskela, L. (2000). *An exploration towards a production theory and its application to construction*. VTT Technical Research Centre of Finland.

McKinsey Global Institute. (2017). *Reinventing construction: A route to higher productivity*. McKinsey & Company.

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (s. f.). *Reglamento de vivienda de interés social e interés público*. MIDUVI.

Odeck, J. (2004). Cost overruns in road construction — What are their sizes and determinants? *Transport Policy, 11*(1), 43–53.

Pellicer, E., Yepes, V., Teixeira, J. C., Moura, H. P., & Catalá, J. (2014). *Construction management*. John Wiley & Sons.

Project Management Institute. (2017). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide)* (6.ª ed.). PMI.

Project Management Institute. (2021). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide)* (7.ª ed.). PMI.

Project Management Institute. (2025). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide)* (8.ª ed.). PMI.

Serer Figueroa, M. (2010). *Gestión integrada de proyectos*. Ediciones de la Universidad Politécnica de Catalunya.

Soler Severino, M. (2022). *Manual para la dirección integrada de proyectos de construcción: Project & construction management handbook*. Bellisco Ediciones.

Wright, T. P. (1936). Factors affecting the cost of airplanes. *Journal of the Aeronautical Sciences, 3*(4), 122–128.

Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications: Design and methods* (6.ª ed.). Sage.

Anexo A. Instrumento de datos

Los datos de las cuatro unidades —resumen económico y de plazos, desglose de costos por rubro, cronograma por fase y registro de eventos de riesgo (incluida la excavación de cimentaciones)— se sistematizan en el libro de cálculo del proyecto, que constituye el instrumento de recolección y la base de los Escenarios A y B.

A.1 Resumen económico y de plazos por unidad

Concepto	Unidad 1	Unidad 2	Unidad 3	Unidad 4
Tipología	3 dorm.	3 dorm.	3 dorm.	3 dorm.
Superficie (m²)	129,96	130,17	130,19	130,13
Costo planificado	$94.724,59	$94.924,20	$94.973,33	$94.844,58
Costo real de cierre	$97.869,45	$100.744,66	$101.060,98	$99.891,50
Desviación de costo	3,3 %	6,1 %	6,4 %	5,3 %
Precio de venta	$107.500,00	$110.000,00	$110.000,00	$107.000,00
Margen real	9,0 %	8,4 %	8,1 %	6,6 %
CPI	0,97	0,94	0,94	0,95
Duración planificada (días)	120	120	120	120
Duración real (días)	180	180	210	210
Desviación de tiempo	50,0 %	50,0 %	75,0 %	75,0 %
SPI	0,67	0,67	0,57	0,57

Nota. Elaboración propia a partir del instrumento de datos (libro de cálculo del proyecto). CPI = costo planificado / costo real; SPI = duración planificada / duración real.

El detalle que sustenta este resumen se presenta en los anexos siguientes: el desglose de costos reales por rubro y unidad (Anexo E), las desviaciones por evento y unidad (Anexo F), el cronograma por fase (Anexo B) y el registro de eventos de riesgo materializados (Anexo C).

Anexo B. Cronograma por fase (línea base vs. real)

Se presenta la duración planificada y el rango de duración real observado por fase en las cuatro unidades. Los mayores desfases se concentran en carpintería y en la etapa de entrega, y un desfase temprano en preliminares por la excavación de cimentaciones.

Fase	Plan (días)	Real (días)	Desviación observada
Preliminares (excavación y cimentación)	10	10–15	0 a +5 días (U3 y U4)
Estructura	30	40	+10 días (todas)
Obra gris	30	30–40	0 a +10 días
Acabados	30	30–50	0 a +20 días
Instalaciones	15	15–20	0 a +5 días
Aluminio y vidrio / escaleras	15	15–30	0 a +15 días
Carpintería	30	60–90	+30 a +60 días
Entrega	7	15–60	+8 a +53 días

Nota. Elaboración propia a partir de los cronogramas de obra.

Anexo C. Registro de eventos de riesgo materializados

Evento (causa)	Impacto	Factor / respuesta
Error dimensional en pasadores del sistema estructural	+$3.659 · +10 d/unidad	F4/F5 · verificación dimensional
Incumplimiento y retrabajo de carpintería de madera	+$1.943 · +30 a +60 d	F1/F2/F4 · contrato con penalidades y liberación de frentes
Costo financiero por extensión del plazo (intereses)	+$8.293	Consecuencia · control de cronograma (SPI)
Retrabajos y cambios en acabados	+$3.674 · +20 d	F3/F4 · órdenes de cambio y supervisión
Excavación de cimentaciones (condiciones de suelo)	+5 d (U3 y U4)	F7 · estudio de suelos e hito de verificación
Demora en trámites municipales de entrega	+53 d (U3 y U4)	F6 · gestor de permisos con holgura

Nota. Elaboración propia. Impactos agregados o por unidad según corresponda.

Anexo D. Listas de verificación consolidadas por fase

Inicio

- ☐ Acta de constitución aprobada con margen objetivo y precio tope
- ☐ Registro de interesados (incluye municipio y proveedores críticos)
- ☐ Producto estándar caracterizado
- ☐ Autoridad del director formalizada

Planificación

- ☐ EDT y diccionario; línea base de alcance congelada
- ☐ Cronograma maestro con ruta crítica e hitos de liberación
- ☐ Línea base de costos y reservas de contingencia
- ☐ Estudio de suelos y verificación de cimentación
- ☐ Plan de calidad, adquisiciones, riesgos y comunicaciones

Ejecución

- ☐ Trabajo dirigido según líneas base
- ☐ Bitácora y lecciones aprendidas en tiempo real
- ☐ Órdenes de cambio previas a toda variación

Monitoreo y control

- ☐ CPI y SPI reportados por periodo
- ☐ Curva S en seguimiento
- ☐ Control integrado de cambios operando
- ☐ Matriz de riesgos revisada; reservas controladas

Cierre

- ☐ Recepción y liquidación completadas
- ☐ Lecciones aprendidas consolidadas
- ☐ Transferencia formal a la unidad siguiente

Anexo E. Costos reales por rubro y unidad

Se presentan los costos reales de cierre de cada rubro para las cuatro unidades de la muestra, base del Escenario A.

Rubro	Unidad 1	Unidad 2	Unidad 3	Unidad 4
Terreno	$16.985,99	$17.063,59	$17.094,83	$17.072,11
Obras exteriores y urbanización	$8.492,99	$8.531,80	$8.547,41	$8.536,06
Planificación	$450,00	$450,00	$450,00	$450,00
Ingenierías	$350,00	$350,00	$350,00	$350,00
Promoción	$650,00	$650,00	$650,00	$650,00
Preliminares (excavación y cimentación)	$544,64	$598,50	$616,46	$622,44
Estructura	$14.264,99	$14.692,93	$14.978,23	$15.120,88
Obra gris	$12.530,13	$14.618,49	$13.783,15	$13.365,48
Acabados	$12.887,12	$13.630,61	$13.630,61	$11.647,97
Carpintería	$7.010,73	$6.486,57	$6.683,13	$7.207,30
Aluminio y vidrio	$1.478,72	$1.450,01	$1.478,72	$1.406,94
Escaleras metálicas	$2.541,31	$2.614,62	$2.370,26	$2.639,06
Escaleras de hormigón	$420,57	$416,57	$412,56	$384,52
Sanitarias	$994,77	$1.004,82	$1.034,96	$1.055,06
Griferías y piezas sanitarias	$1.838,26	$1.858,02	$1.897,56	$1.976,62
Agua fría	$1.460,03	$1.417,51	$1.346,63	$1.559,26
Agua caliente	$899,81	$850,73	$875,27	$793,47
Eléctricas y datos	$2.784,30	$2.545,65	$2.572,16	$2.916,89
Gas	$291,95	$276,90	$300,98	$331,07
Entrega	$389,27	$419,80	$396,90	$370,19
Renta	$2.000,00	$2.000,00	$2.000,00	$2.000,00
Plusvalía	$718,42	$720,19	$720,88	$720,36
Comisión de venta (3 %)	$3.225,00	$3.300,00	$3.300,00	$3.210,00
Intereses	$4.660,45	$4.797,36	$5.570,29	$5.505,83
TOTAL	$97.869,45	$100.744,66	$101.060,98	$99.891,50

Nota. Elaboración propia a partir de la facturación de obra. El costo planificado por unidad se detalla en la Tabla 4 (agregado).

Anexo F. Registro de desviaciones por unidad

Se resumen las desviaciones materiales de costo y plazo, por evento y unidad (impacto en costo · impacto en tiempo).

Evento	Unidad 1	Unidad 2	Unidad 3	Unidad 4
Estructura (pasadores)	+$415 · +10 d	+$843 · +10 d	+$1.129 · +10 d	+$1.271 · +10 d
Carpintería	+$649 · +30 d	+$125 · +30 d	+$322 · +60 d	+$846 · +60 d
Acabados	+$857 · +20 d	+$1.600 · +20 d	+$1.600	−$383
Obra gris	−$987 · +10 d	+$1.102 · +10 d	+$266	−$151
Excavación (preliminares)	−$36	+$17	+$35 · +5 d	+$41 · +5 d
Instalaciones eléctricas	+$210	−$29	−$2	+$342
Entrega	+$19 · +8 d	+$49 · +8 d	+$26 · +53 d	+$0 · +53 d
Intereses (financiero)	+$1.605	+$1.735	+$2.507	+$2.446

Nota. Elaboración propia. Valores redondeados; el detalle consta en el instrumento de datos.

Anexo G. Glosario de términos técnicos

Término	Definición
PMBOK	Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos, del Project Management Institute; referente internacional de dirección de proyectos.
PMI	Project Management Institute; entidad que publica la Guía del PMBOK.
EDT / WBS	Estructura de Desglose del Trabajo; descomposición jerárquica del alcance en paquetes de trabajo medibles.
Línea base	Versión aprobada de un plan (alcance, cronograma o costos) contra la cual se mide el desempeño.
EVM	Gestión del Valor Ganado; técnica que integra alcance, cronograma y costo en indicadores de desempeño.
PV	Valor planificado; presupuesto asignado al trabajo que debía estar ejecutado a una fecha dada.
EV	Valor ganado; presupuesto correspondiente al trabajo realmente completado.
AC	Costo real; gasto efectivamente incurrido para ejecutar el trabajo completado.
CV / SV	Variación del costo (EV − AC) y variación del cronograma (EV − PV); negativas indican sobrecosto o retraso.
CPI / SPI	Índices de desempeño del costo (EV/AC) y del cronograma (EV/PV); inferiores a 1 indican sobrecosto o retraso.
Curva S	Representación acumulada del avance o del gasto planificado frente al real a lo largo del tiempo.
Ruta crítica	Secuencia de actividades que determina la duración total del proyecto; su retraso retrasa la obra.
Scope creep	Ampliación progresiva y no controlada del alcance, sin la aprobación ni el ajuste de costo correspondientes.
Gold plating	Ejecución de mejoras o prestaciones adicionales que el cliente no pidió ni pagó.
Orden de cambio	Documento formal que valora y aprueba una modificación del alcance, plazo o costo.
Reserva de contingencia	Provisión de costo o tiempo para riesgos identificados.
Matriz P×I	Matriz de probabilidad e impacto; jerarquiza los riesgos según su severidad.
Estimación ascendente	Método de estimación que agrega el costo de cada paquete de trabajo para obtener el total.
ROI	Retorno de la inversión; relación entre la utilidad y la inversión realizada.
RACI	Matriz de asignación de responsabilidades: Responsable, quien rinde cuentas (A), Consultado e Informado.
Lecciones aprendidas	Registro del conocimiento generado durante el proyecto, aplicable a fases o unidades posteriores.
Curva de aprendizaje	Reducción predecible del costo o tiempo unitario a medida que se acumula experiencia productiva.

Término	Definición
Lean construction	Producción sin pérdidas; enfoque que gestiona la obra como flujo y generación de valor, no solo como transformación.
As-built	Planos o documentación que reflejan lo efectivamente construido.
Lead time	Tiempo de entrega de un suministro o servicio desde el pedido hasta su disponibilidad.
VIP	Vivienda de Interés Público; régimen de vivienda con precio de venta regulado y topado.
MIDUVI	Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda del Ecuador; regula la calificación VIP.
SBU	Salario Básico Unificado; referencia para fijar el precio máximo de la VIP.
Margen operativo	Utilidad de la operación expresada como porcentaje del ingreso.

Anexo H. Formularios de control institucionales

Se adjuntan los formularios del sistema de gestión de proyectos, diagramados con el membrete institucional de Greenpark y del Condominio Racargarden y listos para su impresión y uso en obra. Comprenden el acta de constitución del proyecto, la orden de cambio, el registro de lecciones aprendidas, el acta de reunión de obra, el registro de riesgos, el seguimiento por valor ganado y la inspección de seguridad y salud. Cada formulario se presenta con sus campos en blanco, para ser completado durante la ejecución.

Acta de constitución del proyecto

Autorización formal de inicio y definición de restricciones

Proyecto / unidad	
Código de obra	
Fecha	
Promotor	
Objetivo del proyecto	
Producto (tipología)	
Restricción de precio (VIP)	
Margen objetivo	
Plazo previsto (días)	
Director de proyecto	
Criterios de éxito	
Firma de aprobación	

Orden de cambio

Valoración y aprobación formal de una modificación del alcance

N° de orden	
Fecha	
Unidad / fase	
Solicitante	
Descripción del cambio	
Impacto en costo (USD)	
Impacto en plazo (días)	
Responsable de asumir el costo	
Justificación técnica	
Aprobado por (Director) — firma	

Registro de lecciones aprendidas

Captura de conocimiento para su aplicación a la unidad siguiente

Unidad / fase	
Fecha	
Evento	
Causa raíz	
Impacto (costo / plazo)	
Acción correctiva aplicada	
Recomendación para la próxima unidad	
Registrado por	

Acta de reunión de obra

Registro de acuerdos, compromisos y pendientes

N° de acta	
Fecha / hora	
Lugar	
Asistentes (nombre y cargo)	

Acuerdos y compromisos

N°	Acuerdo / compromiso	Responsable	Fecha límite

Pendientes de actas anteriores / Próxima reunión

Pendientes
Próxima reunión (fecha y lugar)

Registro de riesgos

Identificación, evaluación y respuesta a los riesgos de la obra

Cód.	Riesgo / factor	Prob.	Impacto	Respuesta / control	Responsable	Reserva

Seguimiento por valor ganado (EVM)

Control periódico de costo y cronograma

Periodo	PV	EV	AC	CV	SV	CPI	SPI	Observación / acción

CPI = EV/AC · SPI = EV/PV · Alerta cuando CPI o SPI < 1,00

Inspección de seguridad y salud (SST)

Verificación de condiciones de seguridad en obra

Unidad / fase	
Fecha	
Responsable de SST	

Puntos de verificación

N°	Punto a verificar	Cumple (Sí/No)	Observación / acción correctiva