Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), septiembre-octubre 2026,
Volumen 10, Número 5.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i5

MODELO HÍBRIDO DE GESTIÓN BASADO EN SCRUM, LEAN CONSTRUCTION Y LOGÍSTICA DE MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ESTACIONES DE BOMBEO EN EL GOLFO DE GUAYAQUIL

HYBRID MANAGEMENT MODEL BASED ON SCRUM, LEAN CONSTRUCTION, AND MATERIAL LOGISTICS FOR THE CONSTRUCTION OF PUMPING STATIONS IN GOLFO DE GUAYAQUIL

Priscila Consuelo Magallón Cirino
Universidad San Gregorio de Portoviejo, Ecuador

Gema María Menéndez Navarro
Universidad San Gregorio de Portoviejo, Ecuador

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i5.26422

Modelo Híbrido de Gestión Basado en Scrum, Lean Construction y Logística de Materiales para la Construcción de Estaciones de Bombeo en el Golfo de Guayaquil

Priscila Consuelo Magallón Cirino[1]
e.pcmagallon@sangregorio.edu.ec
https://orcid.org/0009-0003-5632-1436
Universidad San Gregorio de Portoviejo
Ecuador

Gema María Menéndez Navarro
gmmenendez@sangregorio.edu.ec
https://orcid.org/0000-0002-7131-2816
Universidad San Gregorio de Portoviejo
Ecuador

RESUMEN

La construcción de estaciones de bombeo en las camaroneras del Golfo de Guayaquil se desarrolla en condiciones particulares. El acceso a las obras depende del transporte fluvial y, por tanto, la disponibilidad de materiales está estrechamente relacionada con la coordinación entre las áreas de planificación, compras, logística, bodega y ejecución. Frente a esta situación, el estudio tuvo como objetivo diseñar un modelo híbrido que articule Scrum, Lean Construction y la logística de materiales. La investigación fue aplicada, de enfoque cualitativo, con diseño no experimental y alcance descriptivo-propositivo, bajo la modalidad de estudio de caso. El diagnóstico se apoyó en la revisión de documentos, la observación del proceso y un análisis causal realizado con los participantes. Con esa información se seleccionaron las prácticas más adecuadas y se organizó el modelo en cinco fases. Los resultados muestran un modelo pertinente, claro y útil, sin embargo, será necesario validar su aplicabilidad y ponerlo a prueba en una obra para determinar su efecto sobre los tiempos, costos y procesos de abastecimiento.

***Palabras clave*:** cadena de suministro, gestión de proyectos, infraestructura acuícola, Last Planner System, logística de construcción

[1] Autor principal
Correspondencia: e.pcmagallon@sangregorio.edu.ec

Hybrid Management Model Based on Scrum, Lean Construction, and Material Logistics for the Construction of Pumping Stations in Golfo de Guayaquil

ABSTRACT

The construction of pumping stations in shrimp farms located in “Golfo de Guayaquil” is carried out under particular conditions. Access to construction sites depends on river transportation; therefore, material availability is closely related to coordination among the planning, procurement, logistics, warehouse, and construction execution areas. In response to this situation, this study aimed to design a hybrid management model integrating Scrum, Lean Construction, and material logistics. The research was applied in nature, employed a qualitative-methods approach, and followed a non-experimental design with a descriptive-propositional scope, using a case study methodology. The diagnostic assessment was based on document review, process observation, and a causal analysis conducted with the participants. Based on this information, the most appropriate practices were selected, and the model was structured into five phases. The results indicate that the proposed model is relevant, clear, and useful. However, its applicability must be further validated and tested in an actual construction project to determine its effects on lead times, costs, and material supply processes.

***Keywords*:** supply chain, project management, aquaculture infrastructure, Last Planner System, construction logistics

Artículo recibido 10 agosto 2026
Aceptado para publicación: 15 setiembre 2026

INTRODUCCIÓN

La actividad camaronera ocupa un lugar importante en la economía ecuatoriana y ha mantenido un crecimiento sostenido durante los últimos años. En 2025, las exportaciones de camarón alcanzaron cifras históricas, situación que confirma el peso económico del sector y la necesidad de contar con infraestructura adecuada para sostener su producción (Banco Central del Ecuador, 2026). Dentro de esta infraestructura, las estaciones de bombeo cumplen una función esencial, pues permiten captar, impulsar y distribuir el agua hacia las piscinas de cultivo.

La construcción de estas instalaciones en las riberas de los ríos presenta condiciones particulares asociadas al acceso limitado, la dependencia del transporte fluvial, las condiciones climáticas y la disponibilidad restringida de materiales.

Los estudios revisados señalan que el manejo de materiales y la coordinación de la cadena de suministro siguen siendo dificultades frecuentes en los proyectos de construcción. Ben Mahmoud et al. (2024) resaltan la importancia de compartir información, generar confianza y coordinar a los actores de la cadena. Por su parte, Liao et al. (2023) relacionan la integración logística con una mayor continuidad de los procesos constructivos. Enembreck et al. (2024) estudian la combinación de prácticas ágiles y Lean, mientras que Lalmia et al. (2021) consideran que los enfoques híbridos facilitan la adaptación y el flujo de trabajo en proyectos complejos. Estos antecedentes orientan la propuesta, aunque ninguno aborda de manera específica el abastecimiento fluvial de estaciones de bombeo en camaroneras ecuatorianas.

Objetivo general

- Elaborar un modelo híbrido basado en Scrum, Lean Construction y logística de materiales para fortalecer la planificación, la coordinación y el control de recursos en la construcción de estaciones de bombeo para camaroneras del Golfo de Guayaquil.

Objetivos específicos

- Diagnosticar los problemas de planificación, coordinación y logística de materiales presentes en el caso de estudio mediante revisión documental, observación y entrevistas a los participantes del proyecto.

- Determinar las prácticas de Scrum, Lean Construction y logística de materiales aplicables a las condiciones técnicas, operativas y territoriales del caso estudiado.
- Establecer lineamientos para la elaboración del modelo híbrido, definiendo fases, roles, actividades, herramientas, flujo de información e indicadores de seguimiento.

Fundamentación teórica

Estaciones de bombeo para camaroneras

Las estaciones de bombeo constituyen un componente fundamental de la infraestructura acuícola, debido a que permiten transportar grandes volúmenes de agua entre las zonas de captación, piscinas, cosecheros y reservorios, contribuyendo a mantener las condiciones necesarias para la producción. El sistema generalmente comprende una estructura de captación, cárcamo de succión, bombas, motores, tuberías de impulsión y elementos de control y protección (Kepenyes, s. f.; FAO, s. f.).

Desde la perspectiva de la gestión de la construcción, cada elemento representa requerimientos específicos de planificación, materiales, mano de obra y equipos. La planificación anticipada del abastecimiento resulta relevante para evitar interrupciones, esperas, almacenamiento innecesario y pérdidas de materiales (FAO, 1988).

En consecuencia, las estaciones de bombeo para camaroneras deben analizarse como sistemas constructivos integrados, donde las actividades, materiales, equipos y mano de obra presentan una relación directa con el tiempo y el costo del proyecto.

Gestión de proyectos de construcción

La gestión de proyectos de construcción comprende la aplicación de conocimientos, herramientas, técnicas y habilidades para planificar, dirigir y controlar los recursos con el propósito de cumplir los objetivos establecidos de manera eficiente y eficaz (PMI, 2021). De acuerdo con el Project Management Institute, este proceso integra enfoques predictivos, híbridos y adaptativos según las necesidades del proyecto.

La norma ISO 21500 define la gestión de proyectos como un conjunto de actividades coordinadas para dirigir y controlar el logro de los objetivos acordados (ISO, 2012), mientras que la International Project Management Association (IPMA) la concibe como la organización innovadora de recursos humanos,

financieros y materiales para ejecutar tareas bajo restricciones de tiempo, costo y alcance, siguiendo un ciclo de vida definido que genere beneficios cuantificables.

Metodologías ágiles

Agilidad es un enfoque de gestión de proyectos, que se basa en la entrega de requisitos de forma iterativa e incremental a lo largo del ciclo de vida. La agilidad a nivel empresarial es una descripción de cómo opera una organización al incorporar un tipo específico de mentalidad de crecimiento que es muy similar a la mentalidad ágil (Wiley, 2001). Los principios que sirven a la base de la agilidad empresarial incluyen iterar para aprender y reflexionar sobre los comentarios y adaptar tanto el producto como el proceso.

Como ha sido característico desde sus inicios, Agile sigue siendo un enfoque fluido. Sin embargo, a partir del año 2023, compañías encuestadas para "The 17th State of Agile Report", empezaron a reflejar un cambio claro hacia una estrategia de combinación de marcos, o metodologías híbridas dependiendo del tipo de organización (Digital.ai, 2023).

El marco de trabajo Scrum

Scrum es un marco de trabajo ágil para la gestión de proyectos que ayuda a equipos y organizaciones a generar valor a través de procesos, técnicas y métodos, todos basados en el empirismo y la corriente Lean, lo cual hace que pueda ser aplicado en diversas industrias, como la construcción de acuerdo con la Guía de Scrum (Schwaber, 2020).

Scrum brinda soluciones adaptativas para problemas complejos, basado en un enfoque iterativo incremental, para minimizar el riesgo sobre los resultados y mejorar la previsibilidad de las actividades implicadas en el ciclo de vida del proyecto, a través de roles, eventos y artefactos que son la columna vertebral de la metodología.

Roles de Scrum

- Scrum Master: Es la persona que lidera y facilita el marco de trabajo, asegurando que el quipo comprenda y aplique la metodología correctamente.
- Product Owner: Es la persona encargada de maximizar el valor del trabajo del equipo mediante la correcta gestión de los requerimientos y objetivos.

- Developers: Son personas que forman parte del núcleo operativo y técnico del equipo Scrum encargado de ejecutar las tareas de manera auto gestionada.

Eventos de Scrum

- Sprint: Un Sprint representa el ciclo de trabajo fundamental y delimitado en tiempo, en el cual el equipo ejecuta las tareas planificadas.
- Sprint Planning: Es un evento colaborativo que se da al inicio de cada Sprint, y es en el cual se define el objetivo del ciclo y se planifica el trabajo necesario.
- Daily Scrum: Son reuniones diarias de corta duración orientadas a la sincronización del equipo e identificación de impedimentos que surgen cada día.
- Sprint Review: Es un evento que ocurre al final del sprint, en el cual el equipo y los interesados evalúan los resultados del ciclo frente a lo planificado.
- Sprint Retrospective: Es un evento basado en la mejora continua realizado al cierre, para analizar procesos y establecer acciones para el próximo Sprint.

Artefactos de Scrum

- Product Backlog: Es un inventario dinámico, ordenado y centralizado de todos los requerimientos del proyecto o producto final.
- Sprint Backlog: Es la planificación del sprint relacionada con los objetivos y la selección de los requisitos del Product Backlog que serán ejecutados.
- Increment: Son porciones de trabajo con un resultado tangible, medible y utilizable al final del Sprint que suma valor al producto final.

En esencia, el marco de trabajo Scrum propone equipos auto gestionados conformados con por equipos multidisciplinares dentro de cada proyecto de la organización, sin embargo, el uso exitoso de Scrum implica un reajuste en la cultura organizacional de la empresa que lo aplica.

La filosofía Lean Construction

De acuerdo con Lean Construction Institute (LCI), Lean Construction es una filosofía de trabajo orientada hacia la gestión de la construcción, con el objetivo principal de reducir o eliminar las actividades que no agregan valor al proyecto, mientras se optimizan las actividades que sí generan valor.

Trabajar en la filosofía Lean es crear herramientas aplicadas a los procesos en la ejecución del proyecto y a los sistemas de producción para minimizar el desperdicio (Al-Aomar, 2012).

Herramientas de Lean Construction

Lean Construction no es una metodología o pasos establecidos que se deban seguir; pero implementarlo es entender sus principios y aplicarlos en la creación y uso de herramientas para la gestión de los proyectos de construcción. Para que Lean funcione es necesario el uso de las herramientas que faciliten su uso y que permitan llevar los principios teóricos de la filosofía a la práctica profesional (Porras Díaz, Sánchez Rivera, & Galvis Guerra, 2014).

Last Planner System (Sistema del Último Planificador SUP): Este sistema fue desarrollado para la planificación y control de la producción y se concibe como un enfoque práctico basado en la colaboración entre los gerentes de construcción y los responsables de los equipos de trabajo para desarrollar planes de trabajo ejecutables con un elevado grado de confiabilidad.

La planificación se realiza en el nivel más bajo de jerarquía de planificadores es decir la última persona o grupo de rango menor que tiene ver con la supervisión de los trabajos en obra (sería el último planificador).

Las conclusiones evidencian que el Sistema del Último Planificador (SUP), como herramienta del enfoque Lean Construction (LC), permite reducir la incertidumbre asociada a la planificación tradicional (Porras Díaz et al., 2014).

Pull Planning: Este sistema de planificación es complementario al SUP, y es una herramienta de planificación por fases, iniciando por el hito final o parcial, desglosando las actividades o recursos necesarios para la consecución del objetivo, es decir, sus predecesoras y las restricciones que podrían afectar la ejecución (Pardo, 2026).

La logística en la construcción

La logística en la construcción se refiere a una serie de actividades orientadas a brindar en las mejores condiciones posibles los recursos necesarios para llevar a cabo un proyecto, y se basa en la organización lógica de tareas, coordinación interna y externa, abastecimiento, recepción y almacenamiento de materiales, equipos y herramientas, y disponibilidad de transporte e infraestructura para llevar a cabo lo planificado dentro de las actividades implicadas en la obra civil.

Una logística robusta debe fundamentarse en la planificación y la administración de la ruta de acción para cada proyecto dentro de la empresa constructora (Rojas L. R., 2022). Por lo tanto, una logística ineficiente impacta de manera negativa al proyecto cuando se producen interrupciones en obra por falta de materiales requeridos, pérdida o desperdicio de materiales, por robo, daños o mala gestión de procuraduría, incumplimiento de plazos, y pérdida de productividad y bajo rendimiento en la construcción.

Gestión logística de materiales

La gestión debe incluir la planeación, organización, dirección, coordinación y control del programa de acción para el manejo de los recursos de la construcción dentro de la organización. Las organizaciones del sector de la construcción deben aplicar a nivel estratégico metodologías como Lean para ser integrado a nivel operativo en el proceso constructivo en obra (Rojas M. H., 2017).

MATERIALES Y MÉTODOS

Enfoque, alcance y diseño

Se desarrolló una investigación aplicada, con enfoque mixto, diseño no experimental y alcance descriptivo-propositivo, mediante un estudio de caso. La información cualitativa sirvió para comprender el funcionamiento actual del proceso, reconocer sus principales dificultades y adaptar las prácticas de gestión a las condiciones de la empresa.

Unidad de análisis y participantes

La unidad de análisis estuvo constituida por el equipo de planificación y abastecimiento de una empresa constructora con experiencia en este tipo de proyectos. Los participantes se seleccionaron de forma intencional, considerando su conocimiento y relación con el proceso estudiado.

Técnicas e instrumentos

El diagnóstico se realizó mediante la revisión de cronogramas, presupuestos, requerimientos, compras, remisiones e inventarios. Esta información se complementó con la observación del proceso y una sesión de lluvia de ideas, cuyos resultados se organizaron en un diagrama de Ishikawa.

Procedimiento

El trabajo se desarrolló en tres fases. Primero se revisó el proceso vigente y se organizaron las causas de los problemas encontrados. Luego se seleccionaron, a partir de la literatura, las prácticas de Scrum,

Lean Construction y logística de materiales que mejor respondían a las condiciones del caso. Finalmente, en un tercer momento se diseñaron las fases, roles, actividades, herramientas, indicadores y flujos de información del modelo.

Análisis de datos y consideraciones de confidencialidad

La información obtenida durante el diagnóstico se agrupó de acuerdo con las causas vinculadas a la planificación, comunicación, transporte y abastecimiento. En la versión destinada a publicación se omiten datos personales y comerciales que puedan identificar a los participantes o afectar la confidencialidad de la empresa.

Diagnóstico de la situación actual

En el marco de un proyecto de construcción de estaciones de bombeo, que es el más repetido en los últimos 6 años para camaroneras en el Golfo de Guayaquil, se tiene un ciclo de vida que se puede resumir en 5 etapas. En la Tabla 1 se detallan las etapas típicas planificadas de una estación de bombeo promedio, considerando que las condiciones geotécnicas y topográficas son favorables para la construcción, y no existen razones de fuerza mayor para retrasar o suspender la obra dentro del Golfo de Guayaquil.

Tabla 1. Ciclo de vida de un proyecto de estación de bombeo.

Fase del proyecto	**Tiempo, en semanas**																
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**
Anteproyecto																	
Planificación																	
Ejecución																	
Seguimiento																	
Cierre																	

Proceso actual de planificación y logística

En la empresa objeto de estudio, la planificación logística tiene como finalidad coordinar y programar el abastecimiento de los materiales requeridos para la ejecución de la obra, en función del cronograma establecido por el Departamento de Planificación.

Para los envíos por vía fluvial se hace uso exclusivo de alquiler de gabarras o barcazas remolcadas con capacidades variables, y con un espacio limitado útil para el acopio de traslado de materiales.

Asimismo, la gestión logística contempla la coordinación del transporte terrestre de recursos, el cual puede ser efectuado internamente por la empresa o gestionado externamente por los proveedores. Por otra parte, la movilización del personal técnico y operativo hacia y desde el frente de trabajo se efectúa mediante lanchas de alquiler.

Estas condiciones evidencian la existencia de restricciones logísticas asociadas a la disponibilidad, capacidad y modalidad de transporte, aspectos que deben ser considerados dentro de la planificación de las actividades para garantizar la continuidad de los trabajos y evitar afectaciones en el cumplimiento del cronograma de ejecución.

Materiales críticos y rutas de abastecimiento.

Para la ejecución de las estaciones de bombeo, el Departamento de Planificación ha establecido un listado de materiales principales considerados necesarios para el desarrollo de las actividades constructivas.

De acuerdo con el listado de materiales requeridos, los agregados para concreto son los materiales de mayor peso y volumen, que por ende ocupan mayor espacio dentro de las embarcaciones, además del cemento en sacos. También se muestra mayor parte de materiales correspondiente a acero de refuerzo en varillas, que ocupan poco espacio, pero representan un peso considerable dentro de las embarcaciones.

Por otro lado, es necesario tener en cuenta el listado de herramientas, equipos menores y maquinarias que requieren ser transportados para la ejecución de la obra, en los tiempos alineados de acuerdo con el cronograma.

En este sentido, resulta necesario programar oportunamente su traslado y optimizar la capacidad de carga de las embarcaciones, procurando consolidar los recursos en los viajes fluviales programados desde Guayaquil hacia el sitio de la obra. Una adecuada coordinación de estos traslados es fundamental para garantizar la disponibilidad de los equipos y reducir posibles afectaciones al cronograma de ejecución.

Problemas de coordinación y comunicación

En los procesos operativos de la empresa constructora, la planificación logística debe articularse con las actividades de construcción establecidas en el cronograma del proyecto.

Sin embargo, su ejecución se encuentra condicionada por la participación de proveedores externos responsables del alquiler de embarcaciones y lanchas, así como por la disponibilidad de muelles, embarcaderos y equipos auxiliares necesarios para las operaciones de carga, descarga y estiba de materiales.

A pesar de estas situaciones recurrentes, no se involucra activamente al Departamento de Logística en el proceso de planificación de las actividades constructivas como un interesado clave para el cumplimiento de los hitos del proyecto.

Asimismo, se identifica una oportunidad de mejora en los mecanismos de comunicación entre los departamentos de Logística, Planificación y Técnico, debido a que las incidencias y restricciones que se presentan durante la ejecución no siempre son transmitidas de manera oportuna y efectiva. Esta situación puede limitar la capacidad de respuesta y la toma de decisiones coordinadas, incrementando la incertidumbre respecto al cumplimiento de las actividades y del cronograma establecido.

Resultados de los indicadores de línea base

La empresa dispone de diversos Activos de los Procesos de la Organización (APO), constituidos por documentos y registros específicos del proyecto, que contienen información relacionada con el desempeño real del proyecto y constituyen una fuente de datos relevante para establecer los indicadores de línea base y evaluar posteriormente el modelo propuesto.

Con la información disponible se definieron los indicadores que podrían utilizarse cuando el modelo sea aplicado. No fue posible construir una línea base numérica comparable, debido a que los registros existentes no mantenían el mismo nivel de detalle durante todo el periodo. Por esta razón, los indicadores que se presentan a continuación deben entenderse como definiciones para el seguimiento futuro y no como resultados ya medidos.

- Porcentaje de Plan Completado (PPC): expresa qué proporción de las actividades comprometidas para la semana fue terminada. Se calcula mediante la fórmula PPC = (número de actividades completadas/número de actividades planificadas) × 100.
- Tiempo de abastecimiento: Consiste en la cuantificación del tiempo que transcurre entre el pedido y el abastecimiento de los materiales solicitados en llegar al sitio de la obra, presentados en días.

- Porcentaje OTIF: Corresponde a la cantidad de entregas completas y oportunas, en comparación con la cantidad total de pedidos realizados, expresado en porcentaje.
- Exactitud de inventario: Se refiere al nivel de exactitud entre el inventario digital y el conteo real de materiales en obra, se expresa como porcentaje de materiales excedentes o faltantes en caso de existir, sobre la cantidad teórica reportada.
- Variación del cronograma: se calcula como SV = EV − PV y, en términos porcentuales, SV% = [(EV − PV)/PV] × 100. EV representa el valor ganado y PV el valor planificado. Cuando el resultado es negativo, el avance se encuentra por debajo de lo previsto.
- Variación del costo: se obtiene mediante CV = EV − AC y CV% = [(EV − AC)/EV] × 100. En estas expresiones, EV corresponde al valor ganado y AC al costo real. Un valor negativo muestra que el costo ejecutado supera al valor del trabajo realizado.

Roles y responsabilidades actuales

El equipo de planificación y ejecución del proyecto del caso está conformado por personal interno de la empresa en los Departamentos involucrados directamente en la gestión del proyecto y la logística. En la 2 se detallan los involucrados y su rol dentro del estudio.

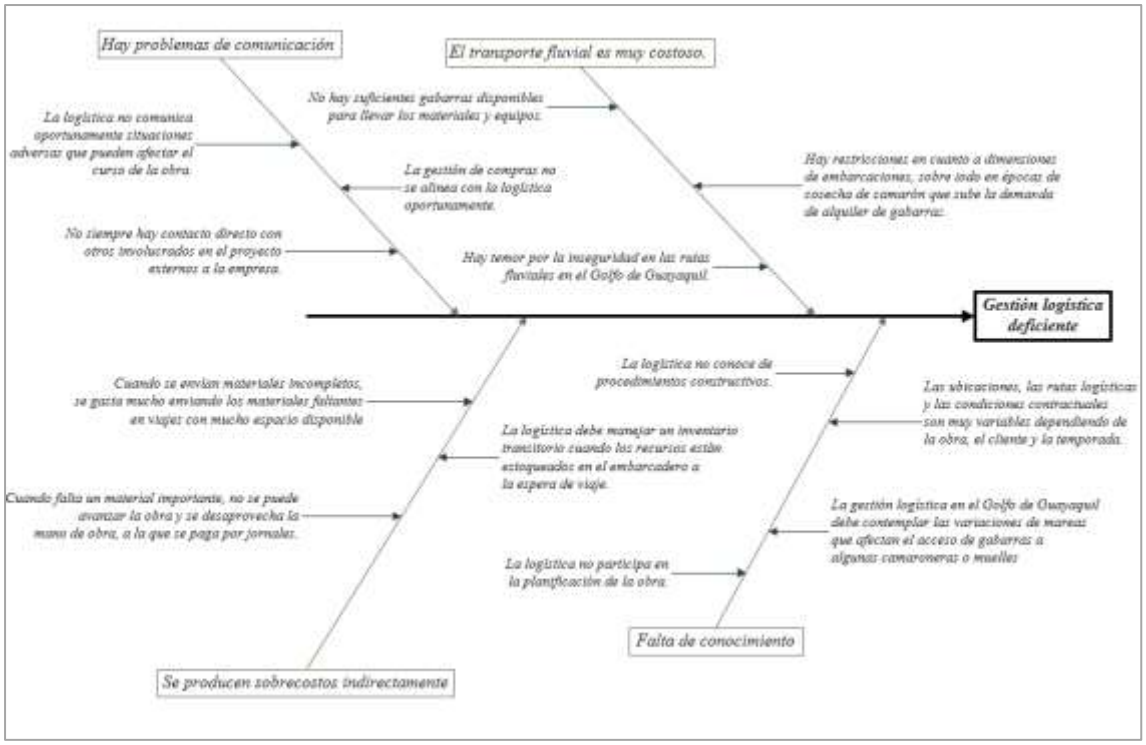
Tabla 2. Personal involcrados en las fases del proyecto.

Nombre	Cargo / Rol
Ing. Carla Aguayo	Jefa del Departamento de Logística
Ing. Lucía González	Jefa del Departamento de Compras
Ing. Carola Vera	Jefa del Departamento de Planificación
Ing. Raúl Parra	Gerente General
Ing. Andrés León	Gerente Técnico
Ing. Roberto Cantos	Residente de Obra
Sr. Xavier Mejía	Encargado de inventarios

Priorización de problemas y análisis de causas

Para ordenar las causas del problema se utilizó un diagrama de Ishikawa. Su elaboración partió de una sesión de lluvia de ideas con los participantes del proyecto. El resultado de este ejercicio se muestra en la Figura 1.

Figura 1. Diagrama de Ishikawa para causa raíz.



El diagrama de Ishikawa muestra que el problema central se origina de un conjunto de factores relacionados con comunicación, transporte fluvial, costos indirectos y planificación logística, en las siguientes dimensiones:

- Comunicación: Se identificó que una de las dimensiones más relevantes en las fallas de gestión logística es la comunicación interna, ya que la información no necesariamente llega a tiempo a quienes toman decisiones directamente de la obra.
- Transporte fluvial: Una restricción externa importante del sistema logístico es que el transporte fluvial no depende exclusivamente de la empresa constructora; existen condiciones externas que pueden limitar las operaciones ocasionando otros retrasos.
- Costos indirectos: En cuanto a los costos indirectos, estos pueden ser una causa y un efecto de la logística no gestionada de manera estratégica, y en consecuencia la reprogramación de actividades.
- Desconocimiento: En la etapa de planificación no se tienen integradas las gestiones de logística con la obra, por lo que no se conocen oportunamente las restricciones de transporte, rutas y accesos, capacidades y tiempos.

Diseño del modelo híbrido

Principios del modelo

En la revisión literaria se definieron los procesos asociados a cada uno de los marcos propuestos para el desarrollo de un modelo híbrido que integre la operación logística con las actividades de la empresa constructora. En la Tabla 3 se muestran las fases que integrarían los proyectos de construcción y los artefactos que englobarían de las metodologías propuestas.

Tabla 3. Fases del modelo híbrido propuesto.

Fase del Proyecto	Artefactos de Scrum	Procesos de Lean Construction	Aplicación en la obra civil: estación de bombeo
Diagnóstico	Product Backlog	Identificación de restricciones	Identificar alcance, materiales, equipos y restricciones de obra
Planificación	Product Backlog + Sprint Planning	Pull Planning	Definir actividades y necesidades de recursos
Preparación	Sprint Backlog	Gestión de restricciones	Liberar actividades antes de ejecutarlas
Ejecución	Sprint + Daily Scrum	Last Planner System	Ejecutar, controlar y corregir semanalmente
Mejora	Sprint Review + Retrospective	Mejora continua	Analizar causas y ajustar el siguiente ciclo

Roles

Para llevar a cabo este proceso iterativo, se propone crear un equipo híbrido con los participantes del estudio, de acuerdo con la Tabla 4.

Tabla 4. Roles de los participantes en el modelo de gestión híbrido.

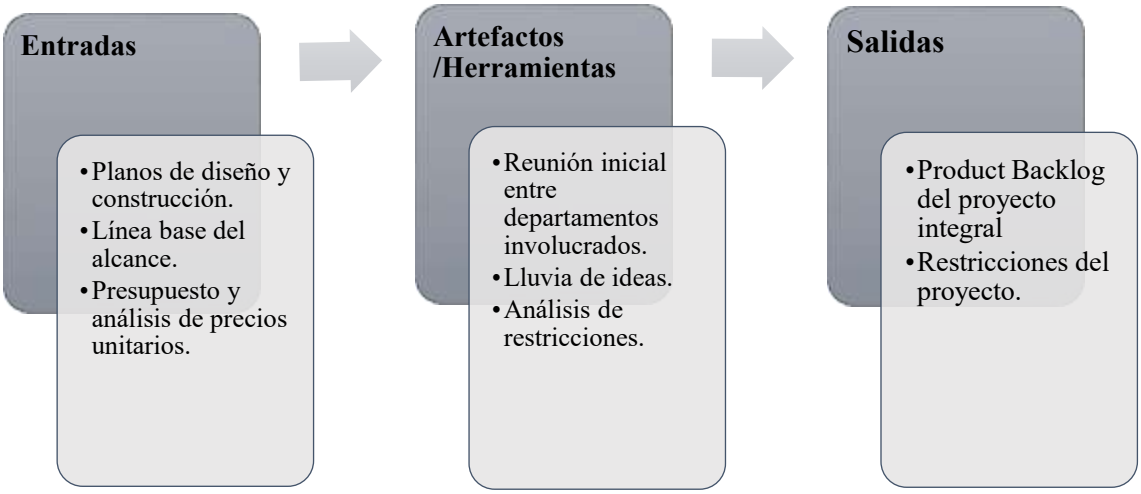
Nombre	Cargo en la organización	Roles
Ing. Carola Vera	Jefa del Departamento de Planificación	Scrum Master
Ing. Andrés León	Gerente Técnico	Product Owner
Ing. Roberto Cantos	Residente de Obra	Last Planner
Ing. Carla Aguayo	Jefa del Departamento de Logística	Developers
Ing. Lucía González	Jefa del Departamento de Compras	
Sr. Xavier Mejía	Encargado de inventarios	

Fases del modelo híbrido

Fase 1. Diagnóstico.

En esta etapa se identifica el alcance, los recursos y restricciones del proyecto una vez se encuentre aprobado como línea base, lo cual se reflejará como el Product Backlog dentro del marco Scrum.

Figura 1



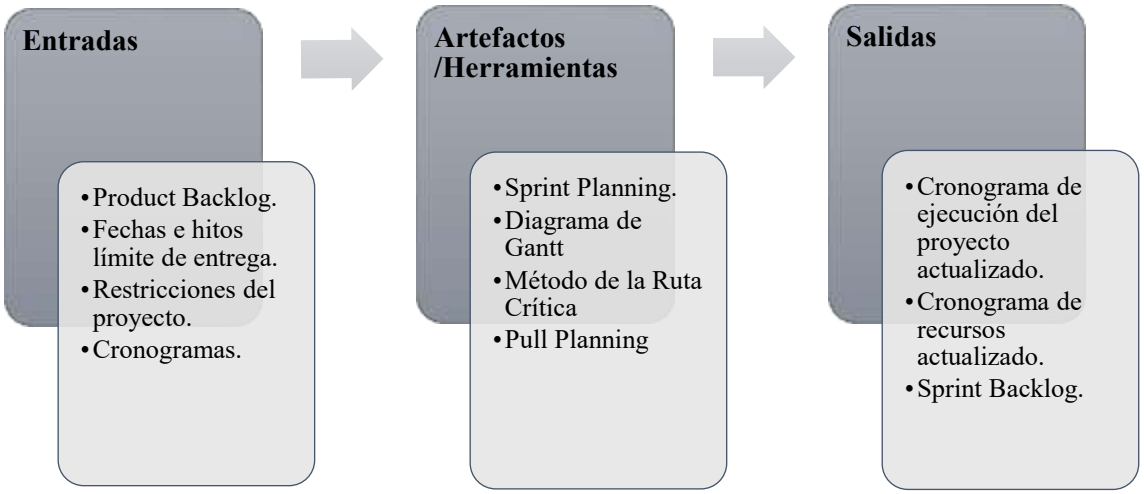
Durante la reunión de diagnóstico se establece el número de *Sprints* y se distribuyen los componentes del proyecto. No se propone como una duración fija; podrá modificarse de acuerdo con la etapa de la obra, la complejidad de las actividades y las condiciones del transporte.

Fase 2. Planificación.

Una vez establecidos los requisitos específicos del proyecto, se realizará la *Sprint Planning* tomando como referencia el marco Scrum, y es en esta etapa que se inicia con las iteraciones necesarias para llevar a cabo el proyecto de obra civil.

La planificación se desarrollará con la herramienta *Pull Planning*, por lo que es necesario que dentro de la *Sprint Planning* esté presente el residente de obra (que hace la función de *Last Planner)* además del equipo de logística y abastecimiento o *developers,* para determinar las actividades necesarias hasta la finalización del proyecto, tanto a nivel técnico como logístico.

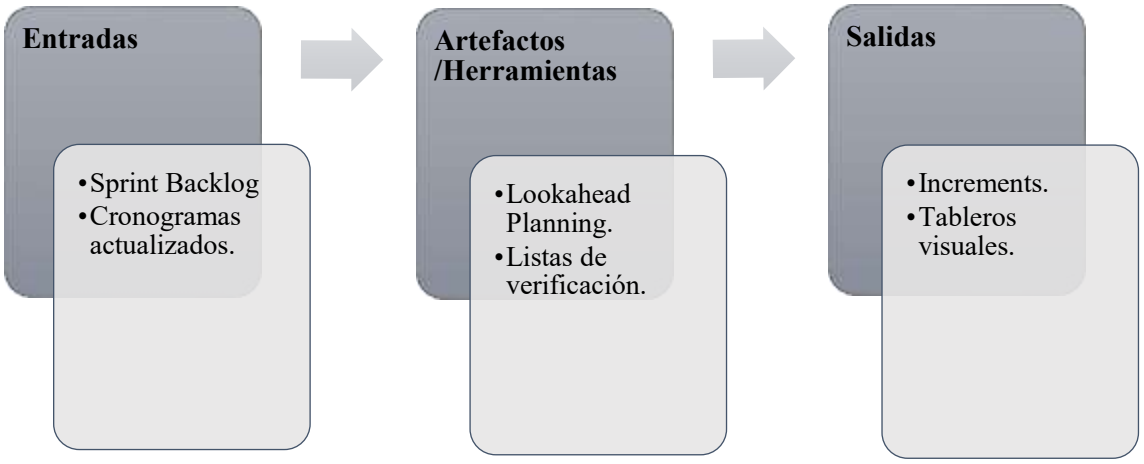
Figura 2



Fase 3. Preparación

En esta fase se revisa el *Sprint Backlog*, como requisitos tangibles y realizables dentro del *sprint*, y empiezan a producir los *incrementos* a nivel logístico y de abastecimiento, de modo que los recursos estén disponibles en el momento oportuno, de acuerdo con la planificación realizada en la *Sprint Planning*.

Figura 3

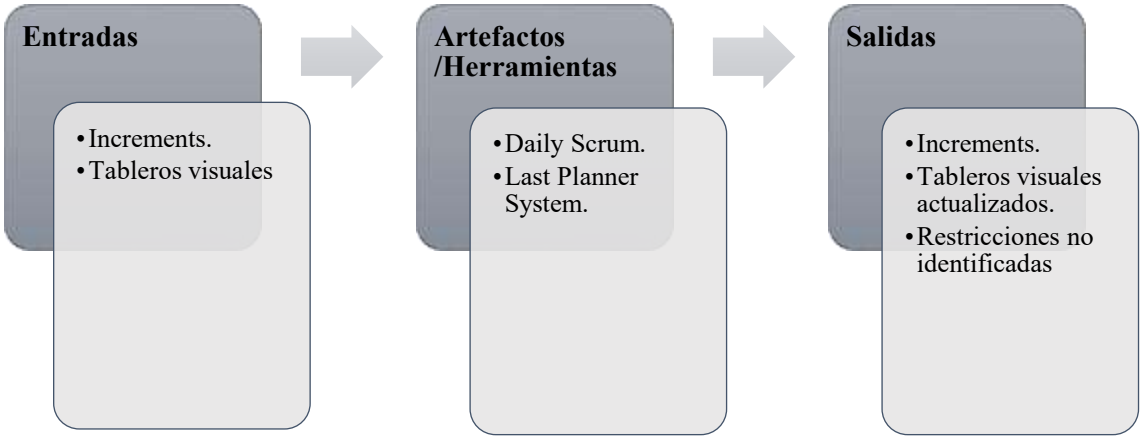


Fase 4. Ejecución

En la fase de ejecución se plantea trabajar con *Sprints* de dos semanas. Al finalizar cada ciclo se revisan el tablero, los compromisos asumidos, las restricciones pendientes y la disponibilidad de materiales.

La ejecución real será desarrollada por el residente de obra, quien participa activamente desde la etapa de planificación con la figura de *Last Planner,* ya que es quien tiene mayor influencia en la ejecución directa de la obra.

Figura 4

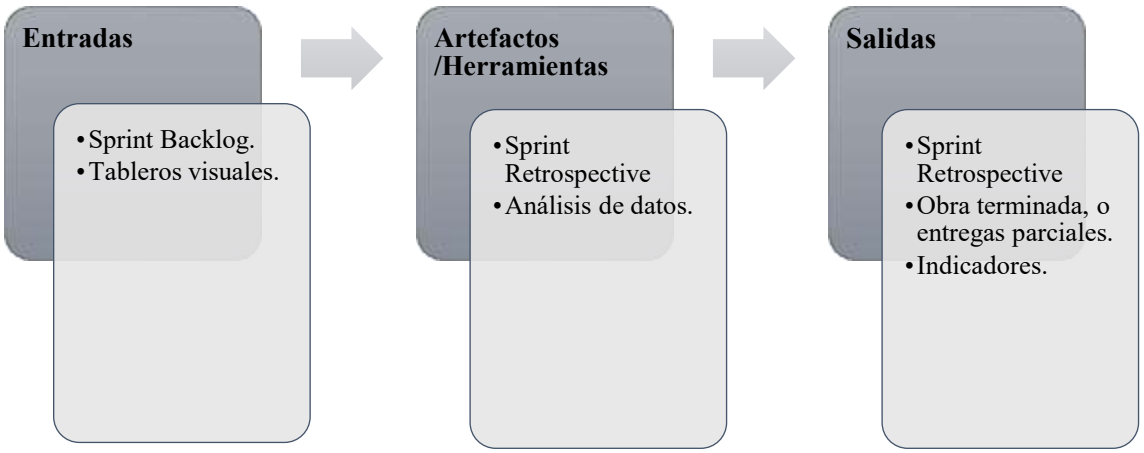


Fase 5. Mejora

La mejora continua es una fase que se propone implementar desde los dos ángulos de las metodologías seleccionadas, en Scrum mediante las *Sprint Retrospective*, mientras que en la filosofía Lean el concepto de mejora continua es clave a la hora de reducir desperdicios.

Esta etapa se realizará de manera continua al finalizar cada *Sprint* y tiene como objetivo mejorar las siguientes iteraciones del proyecto en curso, así como desarrollar conocimientos y experiencias en proyectos futuros dentro de la organización.

Figura 5



Tablero visual Scrum- Lean

El tablero visual es una herramienta imprescindible en las metodologías ágiles por lo que se propone implementar un tablero híbrido *kanban* que represente el estado real del proyecto y las actividades a realizar dentro de cada *sprint*.

El tablero propuesto incluirá una columna para la identificación de restricciones de abastecimiento y logística, integrado con la planificación de las actividades inherentes a la obra civil, y será actualizado durante las *Daily Scrum* por la jefa de Planificación que hace el rol de *Scrum Master.*

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**6 se presenta un ejemplo del tablero en el formato propuesto para el control de las actividades.

Figura 6 Ejemplo del Tablero híbrido para Scrum-Lean.



RESULTADOS

La revisión de documentos, la observación del proceso y el análisis de causas permitieron reconocer cuatro dificultades principales: comunicación fragmentada entre las áreas, participación tardía de Logística en la planificación, limitaciones propias del transporte fluvial y costos indirectos asociados con tiempos de espera o con el uso ineficiente de la capacidad de carga.

Los hallazgos del diagnóstico permitieron establecer los aspectos que debía atender el modelo: anticipar los requerimientos de materiales y equipos, identificar y resolver restricciones, incorporar a Logística desde las primeras etapas de planificación, compartir el estado del proceso y dar seguimiento a los compromisos asumidos. También se definieron los indicadores de control para utilizarlos cuando la propuesta sea implementada.

El modelo quedó organizado en cinco fases: diagnóstico, planificación, preparación, ejecución y mejora. En ellas se relacionan los ciclos de Scrum, el sistema Last Planner y las actividades logísticas,

desde la solicitud del material hasta su compra, consolidación, transporte, recepción y almacenamiento. El tablero híbrido permite reunir en un mismo espacio las actividades, los responsables, las restricciones y el estado del abastecimiento.

DISCUSIÓN

Los resultados guardan relación con lo señalado por Lalmia et al. (2021) y Enembreck et al. (2024), quienes plantean que la combinación de prácticas ágiles y Lean ofrece alternativas de adaptación para proyectos complejos. En este estudio, esa integración se lleva a un contexto concreto: el abastecimiento fluvial se incorpora como una restricción del plan de corto plazo y los requerimientos del backlog se relacionan con el proceso make-ready de Last Planner System.

El uso del lookahead, el análisis de restricciones, el plan semanal y el PPC mantiene correspondencia con el carácter colaborativo del Last Planner System descrito por Porras Díaz et al. (2014). La propuesta amplía esta relación al incluir en el mismo flujo las compras, la consolidación de cargas, el transporte fluvial, la recepción y el inventario de materiales.

La investigación tiene dos limitaciones principales. La primera es que el modelo no fue aplicado como prueba piloto; la segunda es que los registros disponibles no permitieron establecer una línea base cuantitativa uniforme. En consecuencia, no se pueden atribuir a la propuesta reducciones de tiempo, costo, desperdicio o faltantes.

Para comprobar el desempeño del modelo propuesto será necesario validarlo con expertos internos y externos y aplicarlo en una obra para comparar los indicadores antes y después de la intervención, teniendo en cuenta variables externas como el clima, los cambios de alcance y la disponibilidad de embarcaciones.

CONCLUSIONES

El diagnóstico permitió reconocer problemas de comunicación entre las áreas, participación tardía de Logística, restricciones del transporte fluvial y costos indirectos relacionados con el proceso. Debido a que los registros no presentaban información homogénea, no se pudo establecer una línea base cuantitativa.

Para responder a las condiciones del caso se seleccionaron el backlog y los ciclos de coordinación de Scrum; el lookahead, la liberación de restricciones, el plan semanal y el PPC de Lean Construction; y

las actividades de compra, consolidación, transporte, recepción y control de inventarios propias de la gestión logística.

El modelo organiza estas prácticas en cinco fases y define responsables, actividades, herramientas, flujos de información e indicadores. Su principal particularidad es considerar la disponibilidad del transporte y los materiales como una condición que debe verificarse antes de comprometer la ejecución de una actividad.

La comprobación del modelo requiere validación y una aplicación piloto en la que se midan y comparen los indicadores propuestos. Este análisis también deberá considerar las condiciones externas que puedan influir en la obra.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Abdallah Lalmia*, G. F. (2021). *U*n modelo conceptual híbrido de gestión de proyectos para proyectos de construcción. Obtenido de ScienceDirect: https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.248

Al-Aomar, R. (2012). Analysis of lean construction practices at Abu Dhabi construction industry. *Lean Construction Journal*, págs. 105-121.

Banco Central del Ecuador. (01 de 2026). Obtenido de Balanza Comercial por Productos: https://contenido.bce.fin.ec/documentos/Estadisticas/SectorExterno/BalanzaPagos/balanzaComercial/ebc202601.html

Ben Mahmoud, B. L. (2024). *Integration mechanisms for material suppliers in the construction supply chain: A systematic literature review. Construction Management and Economics.* doi: https://doi.org/10.1080/01446193.2023.2239381

Digital.ai. (2023). *The 17th State of Agile.*

ENEMBRECK, F. L., FREITAS, M. C., & BRAGANÇA, L. (2024). *Gestão & Tecnologia de Projetos.* Obtenido de https://doi.org/10.11606/gtp.v19i2.212579

ISO. (2012). Orientación sobre la gestión de proyectos (Norma ISO 21500:2012). International Organization for Standardization.

Liao, L. Y. (2023). *Construction supply chain management: A systematic literature review and future development. Journal of Cleaner Production, 382, 135230.* Obtenido de https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135230

Pardo, R. (26 de 06 de 2026). Aplicación del Pull Plannig para mejorar la eficiencia constructiva en ejecución de módulos habitacionales rurales. *Arquitek*, págs. 36-48.

PMI. (2021). *Guía PMBOK:* Séptima edición y estàndar para la gestión de proyect*os.* Project Management Institute.

Porras Díaz, H., Sánchez Rivera, O. G., & Galvis Guerra, J. A. (2014). Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: una revisión. *Avances, vol. 11*, 32-53.

Rojas, L. R. (2022). *I*ncidencia de la gestión logística en la construcción de edificaciones. Neiva.

Rojas, M. H. (2017). Lean construction LC bajo pensamiento Lean. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 16-30.

Schwaber, S. (2020). La Guía de Scrum.

Wiley, R. D. (2001). *R*esponse Ability: The Language, Structure, and Culture of the Agile Enterprise.