

APLICACIÓN DEL PULL PLANNING PARA MEJORAR LA EFICIENCIA CONSTRUCTIVA EN EJECUCIÓN DE MÓDULOS HABITACIONALES RURALES¹

APPLICATION OF PULL PLANNING TO IMPROVE CONSTRUCTION EFFICIENCY IN THE EXECUTION OF RURAL HOUSING MODULES

PRESENTADO : 22.09.25

ACEPTADO : 17.04.26

DOI: [10.47796/ra.2026i29.1436](https://doi.org/10.47796/ra.2026i29.1436)

RUSBEL ANGEL PORTA PARDO²

Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo, Perú

ORCID; [0009-0007-1233-5886](https://orcid.org/0009-0007-1233-5886)

rusbelporta@gmail.com

RESUMEN

Este estudio analiza las limitaciones en la eficiencia constructiva del Programa Nacional de Vivienda Rural (PNVR) en Huánuco, manifestadas en retrasos, sobrecostos y un uso ineficiente de materiales. Se implementó el Pull Planning para optimizar tiempos de ejecución, reducir costos y mejorar el aprovechamiento de recursos en módulos habitacionales durante 2024. Se empleó un enfoque cuantitativo cuasiexperimental con 12 proyectos: 4 en el grupo experimental (Pull Planning) y 8 en el grupo control (métodos tradicionales). El grupo experimental no presentó ampliaciones de plazo (0.00 %), frente al 41.65 % de retraso promedio del grupo control. Se logró un ahorro del 1.36 % en costos y una eficiencia de materiales del 98.22 %, superando el 94.16 % del grupo control. Las pruebas Mann-Whitney U y t de Student confirmaron diferencias significativas ($p < 0.05$). Se concluye que el Pull Planning es una herramienta eficaz y replicable para mejorar la eficiencia constructiva en vivienda rural.

Palabras clave: iLast Planner System, Lean Construction, Pull Planning, eficiencia constructiva, vivienda rural

¹ Artículo científico derivado de la tesis de Maestría en Construcción, mención Gestión y Organización de la Construcción, presentada en la Universidad Nacional del Centro del Perú, Escuela de Posgrado, Huancayo, 2025.

² Arquitecto titulado y magister en Gestión y Organización de la Construcción por la Universidad Nacional del Centro del Perú. Profesional del Programa Nacional de Vivienda Rural (PNVR) del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, con experiencia en supervisión, monitoreo y ejecución de obras públicas. Especialista en gestión de proyectos con formación en Lean Construction y BIM. Cuenta con credenciales como consultor de obras CONSUCODE, inspector especializado RITSE, verificador SUNARP, piloto RPAS y agente inmobiliario. Miembro del directorio de BELSUR Proyectos Innovadores, responsable de la gestión, planeamiento y dirección de proyectos.

ABSTRACT

This study analyzes the limitations in construction efficiency of the National Rural Housing Program (PNVR) in Huánuco, manifested in delays, cost overruns and inefficient use of materials. Pull Planning was implemented to optimize execution times, reduce costs and improve resource utilization in housing modules during 2024. A quantitative quasi-experimental approach was employed with 12 projects: 4 in the experimental group (Pull Planning) and 8 in the control group (traditional methods). The experimental group recorded no deadline extensions (0.00%), compared to an average delay of 41.65% in the control group. A cost savings of 1.36% was achieved, along with a material efficiency of 98.22%, surpassing the 94.16% of the control group. Mann-Whitney U and Student's t-tests confirmed statistically significant differences ($p < 0.05$). It is concluded that Pull Planning is an effective and replicable tool for improving construction efficiency in rural housing programs.

Keywords: Last Planner System, Lean Construction, Pull Planning, construction efficiency, rural housing

INTRODUCCIÓN

La ejecución eficiente de proyectos de vivienda social en entornos rurales constituye uno de los mayores retos de la gestión constructiva en el Perú. En este contexto, el Programa Nacional de Vivienda Rural (PNVR), dependiente del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), ha enfrentado de manera recurrente situaciones de retraso en la entrega de módulos habitacionales, ampliaciones de plazo no previstas, sobrecostos y un aprovechamiento deficiente de los materiales asignados (MVCS, 2022).

A nivel internacional, Pazmiño y Calle (2021) evidenciaron en Cuenca, Ecuador, que los retrasos constructivos se vinculan principalmente a una gestión inadecuada, la falta de financiamiento oportuno y los problemas de comunicación entre actores clave. En el escenario nacional, Valqui e Yglesias (2023) destacaron que en la región Pasco los principales obstáculos en la ejecución de obras públicas se asocian a deficiencias en los expedientes técnicos, incorporación de partidas no contempladas y fallas en la coordinación interinstitucional. En el caso específico del PNVR en Huánuco, la Resolución Directoral N.º 119-2023-VIVIENDA/VMUV-PNVR autorizó un incremento presupuestario en un proyecto de mejoramiento de vivienda

rural, generando demoras que incrementaron la vulnerabilidad de las familias beneficiarias.

Ante esta problemática, la presente investigación planteó la siguiente interrogante: ¿cómo el Pull Planning mejora la eficiencia constructiva en términos de tiempo, costo y materiales en los módulos habitacionales del PNVR en Huánuco, 2024? El objetivo general fue aplicar el Pull Planning para mejorar dicha eficiencia constructiva.

La justificación social de este estudio radica en que una ejecución oportuna y eficiente de las intervenciones del PNVR reduce directamente la vulnerabilidad habitacional de las familias rurales frente a fenómenos climáticos extremos. En el plano teórico, la investigación aporta evidencia empírica original sobre la efectividad del Pull Planning en un contexto específico y escasamente documentado en la literatura internacional: la ejecución de módulos habitacionales rurales mediante la modalidad de núcleos ejecutores comunitarios en el Perú. Esta combinación de programa público, modalidad de ejecución no convencional, entorno geográfico disperso y metodología cuasiexperimental con grupos comparables constituye un aporte contextual diferenciado, no replicado en los antecedentes revisados. Metodológicamente, el uso simultáneo de indicadores de proceso (PPC y PCR) e indicadores de resultado (tiempo, costo y materiales) permite una evaluación integrada, cuantificable y replicable de la herramienta en condiciones reales de ejecución.

El Pull Planning es una herramienta perteneciente al Last Planner System® (LPS), sistema de planificación y control de la producción desarrollado por Glenn Ballard y Greg Howell en la década de 1990, el cual surge dentro del marco conceptual del Lean Construction. Este último tiene sus orígenes en el trabajo de Lauri Koskela (1992) en la Universidad de Stanford, quien adaptó los principios del Sistema de Producción Toyota al sector constructivo, y fue formalizado como disciplina por el Grupo Internacional de Lean Construction (IGLC) en 1993 (Pons, 2014). El propósito central del LPS es transformar “lo que se debería hacer” en “lo que efectivamente se puede realizar”, garantizando un flujo de trabajo predecible mediante la cooperación y el compromiso de todos los participantes (Pons y Rubio, 2019). Dentro de este sistema, el Pull Planning opera como la herramienta de planificación por fases: partiendo del hito final de una fase, se identifican hacia atrás las actividades, sus predecesoras y las restricciones que podrían obstaculizar su ejecución. A diferencia de los métodos tradicionales de planificación tipo “push”, donde el trabajo se impone desde las etapas anteriores sin garantizar su adecuada recepción, el enfoque “pull” asegura que cada actividad sea solicitada por la etapa siguiente solo cuando las condiciones estén debidamente preparadas, lo que reduce la variabilidad y optimiza el uso de los recursos disponibles (Pons y Rubio, 2019).

MATERIALES Y MÉTODO

Tipo y diseño de investigación

El presente estudio es de tipo aplicado, con nivel explicativo y diseño cuasiexperimental. Se manipuló intencionalmente la variable independiente (Pull Planning) en un grupo de proyectos, manteniendo un grupo de comparación sin dicha intervención, todo ello en condiciones reales de ejecución de obra (Borja, 2016).

Población y muestra

La población estuvo conformada por las 12 intervenciones de núcleos ejecutores aprobadas en el Plan de Intervención del PNVR para el año 2024 en el departamento de Huánuco, conforme a la Resolución Directoral N.º 076-2024-VIVIENDA/VMVU-PNVR. La muestra fue de tipo no probabilístico intencional: 4 intervenciones formaron el grupo experimental (con Pull Planning) y 8 el grupo control (con métodos tradicionales).

Con el fin de reducir el sesgo derivado de la selección intencional y verificar la comparabilidad inicial de ambos grupos, se constató que tanto el grupo experimental como el grupo control estaban conformados por intervenciones del mismo programa (PNVR), en el mismo departamento (Huánuco), durante el mismo período de ejecución (2024), bajo el mismo marco normativo y con rangos de plazo similares (90 a 165 días). Los montos de transferencia por beneficiario resultaron igualmente comparables entre grupos. Si bien la ausencia de asignación aleatoria constituye una limitación inherente al diseño cuasiexperimental, la homogeneidad de las condiciones de contexto, escala y normativa reduce el riesgo de sesgos sistemáticos y fortalece la validez interna del estudio (Borja, 2016).

La selección del grupo experimental consideró intervenciones con las siguientes características: ubicación en zonas rurales del departamento de Huánuco, mayor porcentaje de población rural beneficiaria y plazos de ejecución de entre 90 y 165 días. Los proyectos seleccionados para el grupo experimental fueron: (1) Mejoramiento de Vivienda Rural en los C.P. Independencia, Mashoca y Huitoyacu (17 beneficiarios, 90 días, S/ 781,820.37); (2) Mejoramiento de Vivienda Rural en los C. P. Nueva Esmeralda, Buenos Aires y La Unión (18 beneficiarios, 90 días, S/ 825,572.15); (3) Mejoramiento de Vivienda Rural en los C. P. Bajo Santa Rosa y Huaríño (55 beneficiarios, 165 días, S/ 2,327,488.99); y (4) Mejoramiento de Vivienda Rural en el C. P. Santa Cruz (19 beneficiarios, 90 días, S/ 851,547.96). Todos se ubican en las provincias de Puerto Inca y Pachitea, departamento de Huánuco.

Implementación del Pull Planning

En el grupo experimental, el Pull Planning se implementó en dos etapas. En la etapa de planificación y preparación, se realizaron sesiones colaborativas (*Pull Sessions*) con los responsables operativos de cada proyecto (residente, jefe de frente y personal técnico), en las que se definieron los hitos de obra, se elaboraron tarjetas de actividades con información sobre tareas precedentes, número de personas, días de duración y restricciones identificadas. Se elaboraron paneles visuales estructurados en tres secciones: actividades comprometidas, estado de restricciones y avance de PPC.

En la etapa de evaluación y seguimiento, se realizaron reuniones semanales de seguimiento para revisar el PPC y PCR, identificar causas de incumplimiento y actualizar el plan. El grupo control continuó utilizando los métodos tradicionales de planificación sin sesiones colaborativas ni seguimiento de los indicadores PPC y PCR.

Como herramienta complementaria al Pull Planning se implementó el Look Ahead Planning, diseñado para anticipar y organizar las tareas a ejecutar en un período de cuatro a ocho semanas, garantizando que las actividades programadas sean viables y no presenten restricciones pendientes de levantamiento (Pons y Rubio, 2019). Los paneles visuales, instalados en obra, se estructuraron en tres secciones diferenciadas: la primera dedicada a las actividades comprometidas para la semana, organizadas por especialidad y frente de trabajo; la segunda, al estado de las restricciones identificadas, con indicación del responsable de levantamiento y fecha comprometida; y la tercera al registro gráfico del PPC y PCR acumulado semana a semana, lo que permitía al equipo visualizar la tendencia del desempeño y autoevaluar su propio avance. Las tarjetas de actividades, gestionadas directamente por los responsables de cada tarea en obra, consignaban la tarea, la actividad precedente, el número de personas asignadas, los días de duración y las restricciones detectadas (Pons y Rubio, 2019). Este sistema de paneles facilitó la comunicación horizontal entre los frentes de trabajo y redujo la dependencia de instrucciones verticales, favoreciendo el compromiso colectivo con los hitos establecidos en cada Pull Session.

DESARROLLO

Técnicas e instrumentos

Se empleó la técnica de observación directa en campo, con fichas de observación estructuradas como instrumentos de recolección de datos. Una ficha fue diseñada para el registro del Pull Planning (con indicadores PPC y PCR semanales) y otra para la eficiencia constructiva (con indicadores de tiempo de

ejecución, costo de ejecución y porcentaje de eficiencia del uso de materiales). Los instrumentos fueron validados mediante juicio de tres expertos con grado de magister, obtuvieron un puntaje promedio de 18/20 en todos los casos.

La ficha de registro del Pull Planning recogía, por cada semana de ejecución, el número total de tareas comprometidas en la reunión anterior, el número de tareas efectivamente completadas al cierre de la semana, el PPC resultante y el análisis de causas de incumplimiento mediante una categorización predefinida (restricciones no levantadas, causas externas, causas internas del equipo, modificaciones de diseño). Adicionalmente, se registraba el número de restricciones identificadas en la semana y las resueltas dentro del mismo período, obteniendo así el PCR. La ficha de eficiencia constructiva, por su parte, al cierre de cada intervención registraba los días efectivamente ejecutados frente al plazo contractual, el monto final ejecutado frente al monto de transferencia asignado al núcleo ejecutor, y el volumen de materiales utilizados frente a los materiales presupuestados por partida. Este diseño de doble ficha permitió cruzar los datos de desempeño del Pull Planning con los resultados de eficiencia constructiva al término de cada intervención, dotando al estudio de una trazabilidad completa entre el proceso de planificación y los indicadores de resultado final.

Procesamiento estadístico

El procesamiento de datos se realizó con los programas Excel y SPSS. Se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para determinar la distribución de los datos. Dado que la mayoría de variables no presentaron distribución normal ($p < 0.05$), se utilizó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para las dimensiones de tiempo y costo. Para la dimensión de materiales, los datos sí cumplieron el supuesto de normalidad, por lo que se aplicó la prueba t de Student para muestras independientes. El nivel de significancia establecido fue $\alpha = 0.05$.

RESULTADOS

Aplicación del Pull Planning en el grupo experimental

Los cuatro proyectos del grupo experimental presentaron resultados favorables en los indicadores PPC y PCR durante su ejecución. En el proyecto Independencia-Mashoca-Huitoyacu, el PPC promedio al término de la intervención fue superior al 80 %, alcanzando rangos considerados satisfactorios según los criterios de interpretación establecidos ($\geq 85\%$ = muy bueno; 70-84% = bueno). El PCR promedio también superó el 70 % de cumplimiento semanal en la mayoría de las semanas, lo que refleja una gestión proactiva de las restricciones identificadas.

En los proyectos Nueva Esmeralda-Buenos Aires-La Unión y Santa Cruz, se registraron PPC y PCR igualmente favorables, con tendencias de mejora progresiva a medida que los equipos de obra interiorizaban la metodología. El proyecto de mayor escala, Bajo Santa Rosa-Huariño (55 beneficiarios, 165 días), presentó PPC y PCR variables en las primeras semanas, estabilizándose favorablemente hacia la segunda mitad de la ejecución.

Para la interpretación de los indicadores, se adoptaron los rangos establecidos en la literatura especializada: un PPC igual o superior al 85 % se clasifica como muy bueno; entre 70 % y 84 % como bueno; entre 55 % y 69 % como regular; y por debajo del 55 % como deficiente (Pons y Rubio, 2019). Bajo estos criterios, los cuatro proyectos del grupo experimental alcanzaron calificaciones de bueno a muy bueno en la mayoría de las semanas evaluadas. El comportamiento del PPC a lo largo de la ejecución mostró una curva de aprendizaje típica: las semanas iniciales registraron valores más bajos, asociados a la adaptación del equipo a la dinámica de las Pull Sessions y a la identificación de restricciones no contempladas en el plan original. A partir de la tercera o cuarta semana, los equipos de obra demostraron mayor agilidad en el levantamiento de restricciones, lo que se tradujo en una mejora sostenida del PCR y, consecuentemente, del PPC. Esta evolución positiva confirma que la curva de aprendizaje asociada al Pull Planning no representa un obstáculo insalvable, sino una fase transitoria que se supera rápidamente con el acompañamiento técnico adecuado y la realización sistemática de las reuniones semanales de seguimiento.

Eficiencia constructiva: grupo experimental vs. grupo control

La Tabla 1 presenta la comparación de los tres indicadores de eficiencia constructiva entre ambos grupos.

Tabla 1

Comparación de eficiencia constructiva: grupo experimental vs. grupo control

| Indicador | Grupo Experimental (Pull Planning) | Grupo Control (Tradicional) | Prueba estadística | Valor p |
|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|--------------------|---------|
| Días adicionales (% retraso) | 0.00 % | 41.65 % | Mann-Whitney U | 0.004 |
| Ahorro en costo de obra | 1.36 % | 0.00 % | Mann-Whitney U | 0.004 |
| Eficiencia en el uso de materiales | 98.22 % | 94.16 % | t de Student | 0.019 |

Nota. Elaboración propia con base en las fichas de observación y procesamiento estadístico en SPSS.



Tiempo de ejecución

El grupo experimental ejecutó la totalidad de sus intervenciones sin presentar días adicionales (0.00 % de retraso), cumpliendo estrictamente los plazos contractuales establecidos entre 90 y 165 días. En contraste, el grupo control registró un promedio de 41.65 % de días adicionales sobre el plazo original, con valores individuales que oscilaron entre el 20.00 % y el 60.00 % de ampliación. La prueba U de Mann-Whitney arrojó un valor de $p = 0.004$, confirmando diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos ($\alpha = 0.05$).

Costo de ejecución

El grupo experimental logró un ahorro promedio del 1.36 % sobre el monto de transferencia asignado a los núcleos ejecutores, resultado de la reducción de desperdicios, la gestión anticipada de materiales y el cumplimiento de los plazos que evitó gastos indirectos adicionales. El grupo control no presentó variaciones positivas en los costos de obra. La prueba U de Mann-Whitney confirmó diferencias estadísticamente significativas con $p = 0.004$.

Eficiencia en el uso de materiales

El grupo experimental alcanzó una eficiencia en el uso de materiales del 98.22 %, calculada como la relación entre el volumen de materiales efectivamente utilizados en obra y los materiales presupuestados, expresada en porcentaje. El grupo control obtuvo 94.16 %, evidenciando mayor desperdicio en el manejo de insumos como concreto, acero y madera. La prueba t de Student para muestras independientes confirmó diferencias significativas con $p = 0.019$ (< 0.05).

Prueba de hipótesis

Previo a la aplicación de las pruebas de contraste, la prueba de Shapiro-Wilk verificó la distribución de los datos. Las dimensiones de tiempo de ejecución y costo de ejecución no presentaron distribución normal ($p < 0.05$), por lo que se aplicó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney. La dimensión de eficiencia de materiales sí cumplió el supuesto de normalidad, aplicándose la prueba t de Student. Los tres resultados confirmaron diferencias estadísticamente significativas, y se rechazaron las hipótesis nulas en todos los casos.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos son consistentes con la literatura especializada. La eliminación de retrasos en el grupo experimental (0.00 %) contrasta

marcadamente con el 41.65 % de ampliación promedio del grupo control, lo que confirma la efectividad del Pull Planning para mejorar la gestión del tiempo en obras rurales. Este hallazgo guarda relación con los de Aguilar et al. (2024), quienes reportaron una reducción de 48 días en el tiempo de ejecución de obra gruesa, y con Beltrán (2023), quien obtuvo reducciones sustanciales del plazo total en un proyecto educativo de Cusco.

La transferibilidad de la metodología a entornos con recursos limitados queda reforzada por las experiencias documentadas en la literatura revisada. Espinoza (2023) demostró que una adecuada gestión de la información generada en las sesiones Pull mejora la coordinación del equipo y disminuye las pérdidas en contextos de construcción dispersa, situación directamente equiparable a la realidad de los centros poblados rurales de Huánuco donde operan los núcleos ejecutores del PNVR. Por su parte, Martínez (2023) enfatizó que la implementación sistemática del Last Planner, con especial énfasis en el Pull Planning y la programación semanal, fomenta el trabajo colaborativo y reduce fallos incluso en proyectos con limitaciones operativas propias de contextos sociales. Asimismo, Calderón (2020) evidenció en Cusco que el Lean Construction es una solución efectiva frente al sistema convencional en escenarios donde la adopción de metodologías modernas de gestión aún no es práctica común, condición que caracteriza igualmente a las zonas rurales del departamento de Huánuco. Estos antecedentes consolidan la validez externa de los hallazgos del presente estudio y sustentan la viabilidad de una implementación sostenida del Pull Planning en el marco del PNVR a nivel nacional, adaptando el protocolo de las Pull Sessions a las particularidades logísticas y socioculturales de cada región.

El ahorro del 1.36 % en costos de obra del grupo experimental, aunque modesto en términos porcentuales, resulta significativo en el contexto del PNVR, donde los márgenes presupuestarios son ajustados y los ahorros pueden ser reinvertidos en la atención de un mayor número de beneficiarios. Este resultado es coherente con lo reportado por Corilla y Pereda (2020) y Martínez (2023), quienes destacaron la reducción de desperdicios y retrabajos como principal fuente de eficiencia económica en proyectos con Pull Planning.

La diferencia en la eficiencia del uso de materiales (98.22 % vs. 94.16 %) refleja que la planificación anticipada de actividades y la gestión proactiva de restricciones característica central del Pull Planning permite reducir las pérdidas por sobreutilización, mermas y almacenamiento inadecuado de insumos en obra. En el contexto rural del PNVR, donde la logística de materiales presenta dificultades adicionales por la dispersión geográfica y el difícil acceso a los centros poblados, esta ventaja cobra especial relevancia.

Desde una perspectiva de escalabilidad institucional, los resultados obtenidos sugieren que el Pull Planning puede ser incorporado en la normativa operativa del PNVR como estándar de planificación para las intervenciones por núcleos ejecutores. La Resolución Directoral N.º 022-2023-VIVIENDA/VMVU-PNVR, que aprueba la Guía técnica, financiera y social para la ejecución y liquidación de intervenciones del Programa, establece un marco normativo que podría ser complementado con protocolos específicos de Pull Planning, incluyendo la realización obligatoria de Pull Sessions al inicio de cada fase, el uso de paneles visuales en obra y el registro semanal de PPC y PCR como indicadores de seguimiento. Esta integración permitiría institucionalizar la mejora continua en la gestión constructiva del PNVR, reduciendo la dependencia del desempeño individual de cada residente y creando una base de datos de indicadores que facilitaría la comparación entre intervenciones y la identificación de buenas prácticas replicables a nivel nacional.

Una limitación del estudio es el tamaño reducido de la muestra experimental ($n = 4$), condicionado por la disponibilidad de intervenciones en ejecución simultánea durante el año 2024. Asimismo, la variabilidad en la escala de los proyectos (de 17 a 55 beneficiarios) introduce heterogeneidad en los datos. No obstante, las pruebas estadísticas aplicadas confirman la significancia de los resultados, lo que respalda la solidez de las conclusiones.

CONCLUSIONES

La aplicación del Pull Planning demostró tener un impacto positivo y estadísticamente significativo en la eficiencia constructiva de los módulos habitacionales del PNVR en Huánuco durante 2024, con resultados favorables en las tres dimensiones evaluadas (tiempo, costo y materiales) y valores de p inferiores a 0.05 en todas las pruebas de hipótesis.

En la dimensión temporal, la eliminación total de ampliaciones de plazo en el grupo experimental contrasta de manera significativa con los retrasos sistemáticos del grupo control, lo que confirma la capacidad del Pull Planning para disciplinar el flujo de trabajo mediante la planificación colaborativa por fases y el seguimiento semanal de restricciones.

En la dimensión económica, los resultados evidencian que la planificación colaborativa y la gestión anticipada de restricciones se traducen en una reducción efectiva de desperdicios y gastos indirectos; hallazgo que adquiere especial relevancia en el contexto del PNVR, donde los márgenes presupuestarios son ajustados y cualquier ahorro puede ser reinvertido en la atención de un mayor número de familias beneficiarias.

En la dimensión de materiales, la brecha de eficiencia entre ambos grupos refleja que la secuenciación anticipada de actividades y la coordinación logística implícita en el Pull Planning mitigan pérdidas por sobreutilización y almacenamiento inadecuado de insumos; ventaja particularmente crítica en entornos rurales con acceso vial limitado.

Se concluye que el Pull Planning es una herramienta técnica eficaz, replicable y sostenible para la mejora de la eficiencia constructiva en programas de vivienda social ubicados en zonas rurales. Su implementación sistematizada podría beneficiar futuras intervenciones del PNVR en todo el territorio nacional.

La implementación del Pull Planning en el contexto rural del PNVR requirió adaptaciones metodológicas específicas respecto a los protocolos desarrollados originalmente para proyectos urbanos de mayor escala. Entre las principales adaptaciones destacan: la realización de Pull Sessions en campo en lugar de salas de reunión convencionales, el uso de formatos simplificados de tarjetas de actividades adecuados al perfil técnico de los responsables de los núcleos ejecutores, y la incorporación explícita de restricciones logísticas recurrentes en obras rurales, tales como la disponibilidad de transporte de materiales, las condiciones climáticas estacionales y la accesibilidad vial. Estas adaptaciones no comprometieron la validez de los indicadores PPC y PCR, sino que los dotaron de mayor pertinencia contextual. Se recomienda que futuras intervenciones del PNVR estandaricen dichas adaptaciones mediante una guía operativa institucional que oriente a los residentes de obra en la conducción de las Pull Sessions, el diseño de los paneles visuales y el registro de indicadores, favoreciendo la comparabilidad de resultados entre intervenciones de distintas regiones y tipologías constructivas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar, H., Montesinos, J., Chavez, A., Rosas, C., & Vilca, E. (2024). *Optimización de la fecha de término a través de la utilización de herramientas Lean en el proceso constructivo del complejo residencial Beaterio II* [Tesis de maestría, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio académico UPC.

<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/684211>

Astudillo, N. (2023). *Propuesta de una metodología de mejoramiento de la productividad en los proyectos de construcción de la Cía. Maxplot S. A.* [Tesis de maestría, Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil].

<http://204.199.82.243:8080/handle/123456789/1826>

Autodesk. (2020). Una introducción a Lean Construction para los profesionales de la construcción de hoy en día. Autodesk Construction Cloud.

<https://constructioncloud.autodesk.com>

- Beltrán, N. (2023). *Propuesta de planeamiento utilizando herramientas Lean para gestionar en el plazo establecido un proyecto de infraestructura caso de estudio proyecto de construcción de infraestructura educativa en la ciudad de Cusco* [Tesis de maestría, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio académico UPC.
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/673403>
- Borja, M. (2016). *Metodología de Investigación Científica para Ingeniería Civil*. Edición del autor.
- Cabrera, J. (2020). *Caso de aplicación de Last Planner System en Barcelona* [Tesis de maestría, Universidad Politécnica de Catalunya BarcelonaTECH].
<https://upcommons.upc.edu/handle/2117/190671>
- Córdova, F., y Alberto, C. (2018). Medición de la eficiencia en la industria de la construcción y su relación con el capital de trabajo. *Revista Ingeniería de Construcción*, 33(1), 69–82. <https://doi.org/10.4067/S0718-50732018000100069>
- Corilla, S., y Pereda, A. (2020). *Guía de implementación del LPS (Last Planner System) para la etapa de acabados de un proyecto multifamiliar dirigido a los sectores económicos A y B ubicado en la ciudad de Lima* [Tesis de maestría, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio académico UPC.
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/655443>
- Huamani, X., Prudenci, F., Vértiz, D., Cernaqué, O., y Tarco, A. (2023). Eficiencia y eficacia en la ejecución de obras públicas: Un análisis crítico. *Revista de Climatología*, 23, 1825 - 1833.
<https://doi.org/10.59427/rcli/2023/v23cs.1825-1833>
- Martínez, J. (2023). *Lean construction aplicado a una constructora dedicada a la construcción de casas en el estado de Aguascalientes* [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Aguascalientes].
<http://bdigital.dgse.uaa.mx:8080/xmlui/handle/11317/2567>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2022). Memoria institucional 2022. MVCS.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2023). Resolución Directoral N.º 022-2023-VIVIENDA/VMVU-PNVR. MVCS.
- Pons, J. (2014). *Introducción a Lean Construction* (1.ª ed.). Fundación Laboral de la Construcción. <https://www.juanfelipepons.com/wp-content/uploads/2017/02/Introduccion-al-Lean-Construction.pdf>

- Pons, J., y Rubio, I. (2019). *Lean Construction y la planificación colaborativa. Metodología del Last Planner System* (1.ª ed.). Consejo General de la Arquitectura Técnica de España.
<https://www.cgate.es/pdf/LEAN%20CONSTRUCTION%20PDF%20Web.pdf>
- Suárez, C. (2002). *Costo y tiempo en edificación* (3.ª ed.). Limusa Noriega Editores.
- Beltrán, N. (2023). *Propuesta de planeamiento utilizando herramientas Lean para gestionar en el plazo establecido un proyecto de infraestructura educativa en la ciudad de Cusco* [Tesis de maestría, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio académico UPC.
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/673403>
- Calderón, R. (2020). *Aplicación de la filosofía Lean Construction en proyectos de construcción en la ciudad de Cusco* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco].
- Espinoza, J. (2023). *Gestión de la información en sesiones Pull Planning para la mejora de la coordinación en proyectos de construcción dispersa* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Ingeniería].
- Pazmiño, R., y Calle, M. (2021). Factores que inciden en los retrasos de proyectos de construcción: caso Cuenca, Ecuador. *Revista Ingeniería de Construcción*, 36(1), 15–26.
- Valqui, C., & Iglesias, R. (2023). Obstacles in the execution of public works in the Pasco region: a study of institutional coordination and technical deficiencies. *Revista de Gestión Pública y Desarrollo*, 8(2), 44 - 57.