MODELO DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL BASADO EN LA GESTIÓN VISUAL BASADO EN LA FILOSOFIA LEAN PARA PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS DE CONSTRUCCIÓN

Planning and control model based on visual management based on the lean philosophy for small and medium construction companies

Mariana Morales Blanco
Universidad de la República | Montevideo, Uruguai | mmorales@stilerpm.com.uy

Carlos Torres Formoso
Universidade Federal do Rio Grande do Sul | Porto Alegre, RS | formoso@ufrgs.br

Daniela Dietz Viana
Universidade Federal do Rio Grande do Sul | Porto Alegre, RS | danidietz@gmail.com

RESUMEN

La gestión visual es una herramienta clave para coordinar tareas interdependientes y múltiples partes interesadas en diversos sectores, incluida la industria de la construcción. Este trabajo analiza la aplicación sistemática de la gestión visual en la planificación y control de proyectos de construcción, destacando su papel en mejorar la coherencia entre los distintos niveles de planificación jerárquica y en promover la colaboración, comunicación y motivación entre todos los participantes. La investigación adopta un enfoque de Design Science Research, cuyo artefacto es un modelo de planificación y control adaptado a pequeñas y medianas empresas constructoras. Este modelo integra herramientas de planificación y control basadas en la filosofía Lean (Last Planner System y Location-Based Planning and Control), implementadas con el apoyo de la gestión visual. Su propósito principal es generar un soporte efectivo para la participación y colaboración de los empleados en los procesos de planificación y control. En conclusión, el modelo desarrollado constituye una propuesta sistemática, replicable y adaptable a contextos de menor escala dentro del sector de la construcción. Su principal aporte es articular planificación estructurada con gestión visual colaborativa, favoreciendo el control de producción, la descentralización de decisiones y una comunicación clara y efectiva en obra.

Palabras clave: Lean Construction; Gestión Visual; Last Planner System; Location Based Planning; Pequeñas y Medianas Empresas.

ABSTRACT

Visual management is a key tool for coordinating interdependent tasks and multiple stakeholders across various sectors, including the construction industry. This study examines the systematic application of visual management in the planning and control of construction projects, emphasizing its role in enhancing coherence between hierarchical planning levels and fostering collaboration, communication, and motivation among all participants. The research adopts a Design Science Research approach, through which a planning and control model was developed specifically for small and medium-sized construction companies. This model integrates planning and control tools grounded in the Lean Production philosophy—namely, the Last Planner System and the Location-Based Management Planning and Control—supported by visual management. Its primary purpose is to provide an effective framework that promotes employee participation and collaboration in planning and control processes. In conclusion, the proposed model constitutes a systematic, replicable, and adaptable approach for small-scale contexts within the construction sector. Its main contribution lies in integrating making, and facilitating clear and effective communication on site.

Keywords: *Lean Construction; Visual Management; Last Planner System; Location Based Planning; Small and Medium Sized Enterprises.*

1 INTRODUCCIÓN

El sector de la construcción desempeña un papel fundamental en la economía uruguaya, representando el 5% del PIB y empleando a unas 84.000 personas, con un 70% de la inversión proveniente del sector privado (Uruguay XXI, 2024). En este contexto, toda acción orientada a mejorar la gestión de obras incide directamente en la eficiencia productiva y, por ende, en la economía nacional. No obstante, las pequeñas y medianas empresas (PYMEs) constructoras, que constituyen una parte sustantiva del tejido empresarial del país (CCEIC, 2016), enfrentan dificultades específicas en cuanto a la implementación de sistemas de planificación y control sólidos, debido a limitaciones de recursos y asesoramiento técnico.

El método del camino crítico o *Critical Path Method* (CPM), ampliamente utilizado y aceptado por su valor contractual y operatividad con plataformas de software (Olivieri et al., 2019), ha demostrado limitaciones para el control efectivo de la producción (Koskela et al., 2014). Como respuesta, la filosofía Lean ha introducido enfoques más dinámicos, destacando el sistema Last Planner System (LPS) (Ballard & Howell, 1998) y la planificación basada en la localización o *Location Based Planning and Control* (LBPC) (Kenley & Seppänen, 2010), los cuales consideran aspectos como interferencias, restricciones y variabilidad en obra (Koskela & Howell, 2002; Hamzeh et al., 2012).

Un principio clave en estos modelos es la transparencia. Koskela (1992, 2000) y Formoso et al. (2002) sostienen que un proceso productivo debe poder comunicarse de forma clara y dinámica a todos los actores involucrados. En este sentido, la gestión visual (GV) emerge como una estrategia que fortalece la transparencia y mejora la comunicación dentro de la obra (Tezel et al., 2015). Esta herramienta permite integrar interfaces entre planificación, ejecución y control, facilitando la colaboración y fomentando el compromiso colectivo (Shingo, 1989; Laufer & Tucker, 1987; Brady, 2018).

Las obras de construcción, caracterizadas por su alta complejidad y dinamismo, son entornos en los que la visibilidad de los procesos se vuelve crítica (Fisher, 2004; Saurin, 2013). La literatura reconoce el potencial de la GV para mejorar el desempeño operativo (Formoso et al., 2002; Tezel, 2015), sin embargo, no se han explorado suficientemente modelos que integren de forma sistemática GV con LPS y LBPC, especialmente en el contexto de PYMEs.

Esta investigación busca desarrollar un modelo de planificación y control adaptado a pequeñas y medianas empresas constructoras, fundamentado en la gestión visual e inspirado en los modelos LPS y LBPC. El propósito es promover la descentralización de la gestión, aumentar la eficacia en el control de producción y generar un entorno colaborativo que permita afrontar la complejidad inherente a las obras. Se espera que este modelo contribuya a reducir la variabilidad, promover el flujo continuo de trabajo y apoyar la toma de decisiones informadas desde el sitio de obra.

2 REVISIÓN DE LITERATURA

La gestión de producción en la construcción ha evolucionado significativamente mediante la adopción de principios Lean, originados en el sistema de producción de Toyota (Monden, 1983; Ohno, 1988; Shingo, 1989). La filosofía Lean Construction (LC) busca eliminar desperdicios y mejorar la eficiencia, y ha sido adaptada para enfrentar la complejidad inherente de las obras de construcción, consideradas sistemas sociotécnicos complejos (Saurin & Gonzalez, 2013). Estos sistemas presentan una alta variabilidad, interacciones dinámicas y necesidad de resiliencia ante cambios (Hollnagel et al., 2011).

Uno de los modelos más difundidos para planificación y control es el Last Planner System (LPS), que promueve la participación activa de los involucrados en la toma de decisiones y fomenta la colaboración para aumentar la confiabilidad de los compromisos (Ballard & Howell, 1998; Ballard & Tommelein, 2020). LPS emplea una estructura jerárquica de planificación (desde cronogramas maestros hasta planes semanales) e incorpora indicadores como el Percent Plan Complete (PPC) para evaluar la efectividad del sistema (Barth & Formoso, 2020).

Por otro lado, la planificación basada en localización (LBPC) utiliza el espacio como recurso fundamental para alcanzar un flujo continuo de trabajo. Este enfoque incluye métodos como la línea de balance, planificación Takt y el sistema LBMS, que permiten relacionar actividades con zonas específicas, optimizar el uso de recursos y anticipar interferencias (Kenley & Seppänen, 2010; Frandson et al., 2015). La planificación Takt, en particular, establece ritmos constantes de producción, promoviendo la sincronización de cuadrillas en distintas zonas (Sacks, 2016).

Ambos modelos comparten principios como la transparencia, el control visual y la colaboración, aspectos fundamentales para el éxito en entornos de alta incertidumbre (Koskela, 2000; Brady, 2018). En este sentido,

la gestión visual (GV) surge como un enfoque que mejora la comunicación, facilita la toma de decisiones y apoya la descentralización del control. Según Tezel et al. (2016), la GV permite integrar a los trabajadores en el proceso mediante dispositivos visuales que hacen observable el estado de la producción y fomentan el aprendizaje colectivo (Galsworth, 1997). Brandalise et.al. (2022) en su reciente artículo, propone una tipología de conceptos relacionados con la GV mediante una taxonomía de dispositivos visuales, destacando la importancia de la colaboración y comunicación, así como la integración de prácticas de GV en rutinas gerenciales donde tambien permite evaluar el grado de madurez de los sistemas de producción en términos de GV, así como para identificar oportunidades de mejora en su implementación.

La literatura destaca que la combinación de LPS, LBPC y GV puede ofrecer beneficios complementarios (Brady, 2018; Seppänen & Ballard, 2010), pero aún se carece de un modelo integrado que contemple de forma sistemática la planificación colaborativa, basada en ubicación, con herramientas visuales accesibles para pequeñas y medianas empresas

3 MÉTODO

La presente investigación adopta el enfoque de Design Science Research (DSR), un modelo prescriptivo que se centra en resolver problemas reales mediante el diseño e implementación de artefactos innovadores (March & Smith, 1995; Lukka, 2003). El artefacto desarrollado consiste en un modelo de planificación y control para pequeñas y medianas empresas constructoras, basado en la gestión visual, e integrado con herramientas del Last Planner System (LPS) y la planificación basada en localización. La construcción del modelo se realizó a través de un proceso iterativo, en colaboración con los miembros de la empresa objeto de estudio.

El enfoque metodológico se complementa con elementos de la Investigación-Acción (AR), la cual promueve la colaboración entre investigadores y actores organizacionales para lograr mejoras prácticas mientras se genera conocimiento (Baskerville & Wood-Harper, 1998; Eden & Huxham, 1996). Así, la investigación se alinea con el modelo Action Design Research (ADR), que permite evaluar el artefacto en su contexto real de aplicación, integrando simultáneamente la construcción, intervención y evaluación (Sein et al., 2011).

El diseño general se estructuró en tres fases: comprensión, desarrollo y reflexión. Estas se implementaron mediante tres ciclos de aprendizaje. En la primera etapa, se diagnosticaron problemas, lo que permitió generar una versión inicial del modelo. La segunda fase se centró en el refinamiento del sistema, profundizando en el uso de dispositivos visuales y en la capacitación del personal. Finalmente, la tercera etapa incorporó paneles visuales estratégicos y operativos, junto con herramientas de control y análisis de indicadores como el PPC (Percent Plan Complete), CNC (Causas de No Cumplimiento) e IRR (Índice de Remoción de Restricciones).

El estudio de caso se llevó a cabo durante 16 meses: entre Setiembre 2021 y Diciembre 2022, en una empresa de construcción de mediana escala en Uruguay

La investigación empleó una variedad de fuentes de evidencia cualitativa y cuantitativa, recolectadas en las tres etapas del estudio empírico: en la etapa exploratoria (de Setiembre a Noviembre 2021, 3 meses), se realizó el análisis documental de planificación previa (planos, cronogramas, planes de trabajo), observación participante, entrevistas semiestructuradas y una lista de chequeo basada en conceptos del Last Planner System, la planificación por localización y la gestión visual. Durante la etapa de implementación (de Diciembre 2021 a Junio 2022, 7 meses), se incorporaron nuevas evidencias centradas en la evaluación de indicadores de cumplimiento (PPC), la observación de reuniones semanales de planificación y entrevistas al personal de obra. Finalmente, en la etapa de refinamiento (de Juilo 2022 a Diciembre 2022, 6 meses), las evidencias se ampliaron a entrevistas con gerencia y técnicos, análisis de nuevos indicadores (CNC e IRR), observación de múltiples reuniones con actores diversos, y la percepción de la investigadora como participante activa del proceso.

La evaluación del artefacto se realizó según los criterios de utilidad y aplicabilidad propuestos por March & Smith (1995), incorporando también una perspectiva práctica sobre la apropiación de herramientas visuales, la participación en planificación y la capacidad de replicación del modelo en futuros proyectos (Vargas, 2018).

4 RESULTADOS

4.1 DIAGNÓSTICO INICIAL Y PRIMERA IMPLEMENTACIÓN

En la primera etapa se evidenció que la modalidad de trabajo de la empresa era tradicional con uso de tecnologías constructivas artesanales, como la mayoría de las empresas de similar escala del rubro. Los proyectos se estructuraban en plantas de gran metraje sin estandarización y que sufrían continuas modificaciones durante su ejecución lo que generaba como consecuencia tiempos de ciclo altamente variables, retrabajos y muchas actividades que no agregan valor. Las decisiones se centralizaban en la gerencia, dificultando la fluidez operativa y generando retrabajos, interferencias y exceso de trabajo en progreso. Este diagnóstico reveló la necesidad de introducir herramientas más colaborativas, flexibles y visuales para gestionar eficazmente la producción en obra.

La primera implementación se centró en la etapa de ejecución de estructura de hormigón armado. Se aplicaron principios Lean como la reducción del tamaño de lote y la eliminación de tareas que no agregan valor (Koskela, 1992). La planta se dividió en tres sectores crecientes en complejidad Figura 1, permitiendo generar metas escalonadas. La secuencia de actividades fue organizada en cascada con solapes, lo que favoreció el trabajo continuo y simultáneo entre cuadrillas, reduciendo el tiempo de ciclo de 22 a 15 días por nivel.

Figura 1: Subdivisión de lotes



Fuente: elaborado por la autora.

Asimismo, se incorporaron dispositivos visuales, como pizarras semanales ubicadas en zonas estratégicas, que facilitaron la comunicación de objetivos y avances. Estas pizarras eran actualizadas por diferentes miembros del equipo en forma rotativa, fortaleciendo el sentido de apropiación y compromiso colectivo. El sistema Last Planner fue introducido progresivamente. Se realizaron capacitaciones específicas para gerencia, mandos medios y supervisores, lo cual fue clave para la implementación del modelo y la mejora de resultados.

La reducción del tiempo de ciclo de hasta 60% y una mejora en la participación del personal técnico en la planificación semanal fueron los principales resultados, sin embargo, persistieron problemas respecto a la centralización de decisiones en gerencia, y la escasa evaluación crítica de resultados pasados, lo que se tomó como insumo para la siguiente etapa de refinamiento.

4.2 ETAPA DE REFINAMIENTO

La etapa de refinamiento se desarrolló durante las tareas de albañilería y terminaciones, caracterizadas por una mayor complejidad, múltiples subcontratos y alta interdependencia de actividades. Se desplegó el modelo completo con tres niveles de planificación (largo, mediano y corto plazo), definidos según los principios del Last Planner System (Ballard & Howell, 1994). Se llevaron a cabo 24 reuniones semanales y 12 reuniones quincenales. El largo y mediano plazo fueron los principales desafíos de esta etapa mientras que la planificación semanal se consolidó como un espacio de reflexión y toma de decisiones colaborativas.

Los resultados de esta etapa demostraron una mejora en la descentralización de decisiones, el involucramiento de los colaboradores y en el desarrollo de una planificación que contemplaba la obra completa.

La inclusión de paneles visuales tácticos y operativos en primera instancia en forma de *mockup* Figura 2 promovió la visibilidad del proceso y la comunicación entre niveles jerárquicos.

La incorporación gradual de herramientas visuales: en primera instancia a través de una pizarra ubicada en el frente del pañol y posteriormente mediante paneles ubicados en la oficina de obra y sala de reuniones Figura 3, tuvieron un impacto positivo tanto en la gestión como en la percepción de orden y profesionalismo del proyecto. Elementos como listas de chequeo, planos con colores por nivel y paneles visuales, permitieron visualizar en tiempo real el status de obra. La apropiación fue progresiva: mientras herramientas simples como pizarras semanales tuvieron aceptación rápida, otras más analíticas como los gráficos PPC e IRR requerían capacitación y seguimiento constante.

Figura 2: Prototipo de panel visual



Fuente: elaborado por la autora.

Desde la perspectiva de los usuarios, los elementos visuales facilitaron la comprensión de los objetivos, adaptando la evolución de los mismos de acuerdo a las necesidades de los colaboradores. La actualización de los mismos era tanto diaria como semanal según el sector en el panel táctico y quincenal en el panel operativo. Ambos paneles promovieron el compromiso y permitieron anticiparse a conflictos de planificación. La gerencia también destacó su utilidad para mantener una visión global del proyecto sin necesidad de centralizar toda la información, promoviendo una gestión más distribuida y empoderada.

Figura 3: Evolución de dispositivos visuales

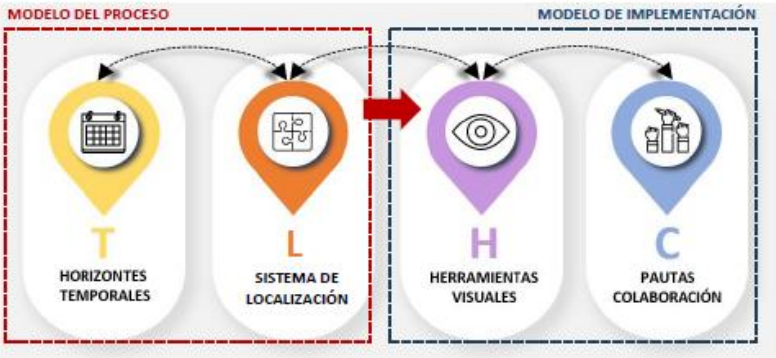


Fuente: elaborado por la autora.

4.3 MODELO DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL

Este artefacto metodológico emergió del análisis de las prácticas observadas durante la implementación empírica documentada previamente, y se fundamenta en dos componentes principales: el modelo de proceso y el modelo de implementación Figura 4.

Figura 4: Etapas del modelo de proceso e implementación



Fuente: elaborado por la autora.

El modelo de proceso se estructura a partir de la definición de horizontes temporales de planificación –largo, mediano y corto plazo– y la incorporación de un sistema de localización que sirve de base para herramientas como la línea de balance. Estas decisiones deben tomarse en una etapa temprana del proyecto, adaptándose a su escala, complejidad y duración. En el caso de PyMEs, se reconoce la necesidad de definir con precisión qué colaboradores participan en cada horizonte temporal, dada la frecuente superposición de funciones en estructuras organizativas reducidas.

La segunda parte del modelo se centra en el proceso de implementación, para el cual se incorporan herramientas visuales y pautas de colaboración como estrategias clave. La selección de herramientas visuales requiere considerar el perfil de los usuarios destinatarios: los dispositivos dirigidos a niveles tácticos deben priorizar el uso de lenguaje visual, claridad y accesibilidad, mientras que aquellos destinados a niveles operativos deben incluir indicadores clave que favorezcan la toma de decisiones basada en datos objetivos. Se subraya la importancia de una implementación gradual, acompañada de instancias de capacitación, para lograr una apropiación real de las herramientas por parte de los usuarios

En relación con los dispositivos visuales, el modelo contempla tres paneles principales que toman como premisas los implementados en el estudio empírico pero no son los mismos Figura 6: el Panel de Planificación Directiva (PPD), el Panel Visual Táctico (PVT) y el Panel Visual Operacional (PVO). Cada uno responde a un nivel de planificación determinado y se diseña con características propias en cuanto a contenido, formato y dinámica de uso. A diferencia de los dashboards tradicionales, estos paneles no solo cumplen una función informativa, sino que también promueven la participación activa y el compromiso de los actores involucrados siendo herramientas de gestión colaborativa.

El sistema reconoce la interdependencia entre las decisiones relativas a los distintos componentes del modelo. Aunque se propone una secuencia lógica –definición de horizontes, localización, herramientas visuales y pautas de colaboración–, se admite la necesidad de revisiones iterativas que permitan ajustes conforme avance el proyecto. Asimismo, se plantea una guía práctica para ordenar la participación colaborativa Figura 5, que incluye la identificación de instancias, la selección de participantes, la elección de medios de colaboración y la definición de puntos de partida para el diálogo (Ballard & Howell, 1994).

Figura 5: Pautas de colaboración

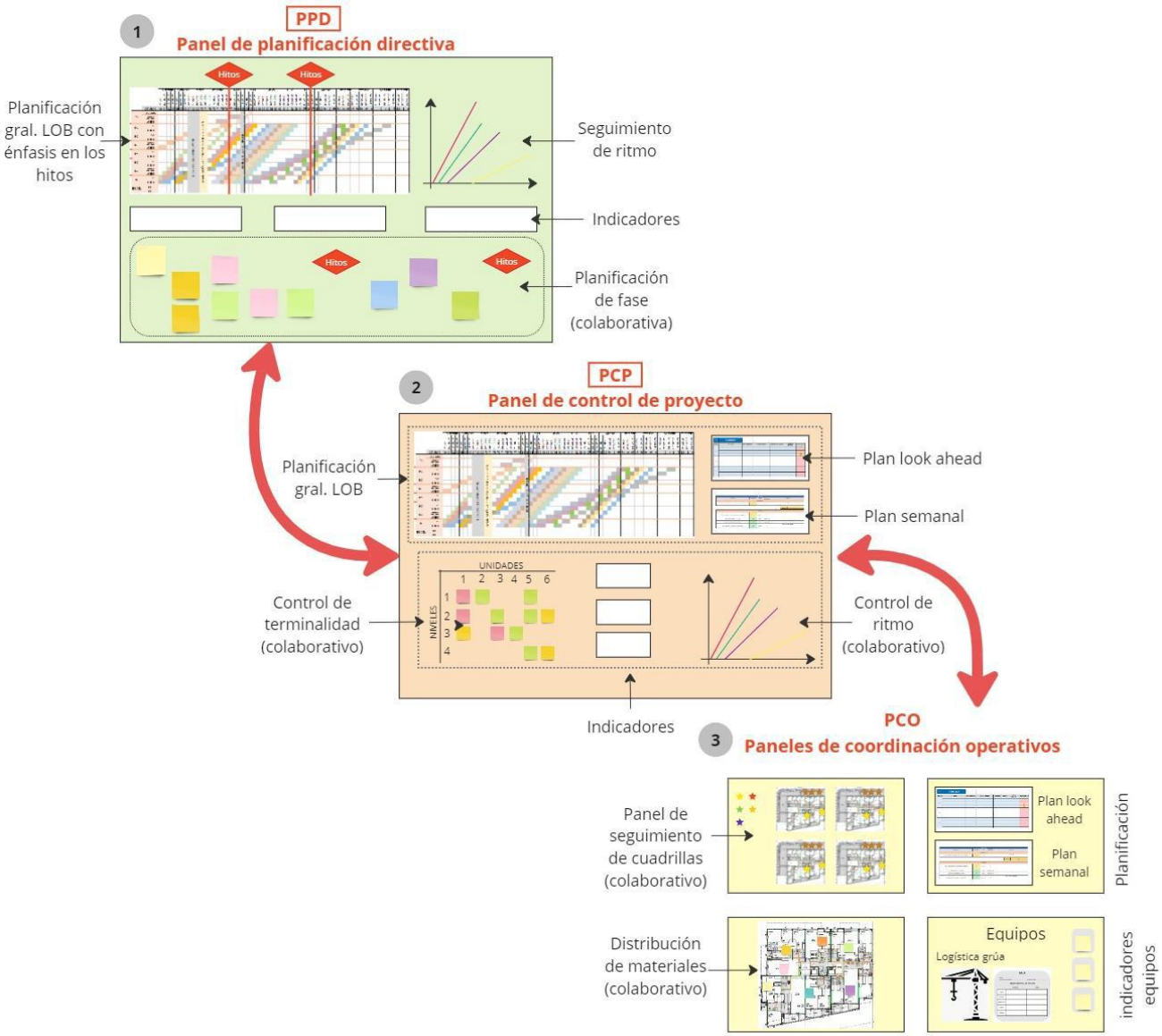


Fuente: elaborado por la autora.

Los resultados obtenidos validan la utilidad del modelo desarrollado para contextos de PYMEs constructoras. La combinación de planificación colaborativa, control visual e indicadores adaptados permitió reducir la variabilidad, mejorar la eficiencia y fomentar la participación de los actores clave. Las herramientas fueron diseñadas con criterios de accesibilidad y aplicabilidad, sin necesidad de software especializado, facilitando su replicación.

La apropiación por parte del personal y el impacto positivo en la dinámica de obra destacan la pertinencia de avanzar en modelos que integren principios Lean con herramientas visuales y colaborativas. El modelo desarrollado demuestra que es posible fortalecer el control de la producción en contextos con recursos limitados sin necesidad de grandes inversiones, generando paneles con materiales que se puedan encontrar fácilmente en obra y mediante la estructuración de procesos visuales, participativos y orientados a la mejora continua.

Figura 6: Interacción de paneles visuales



Fuente: elaborado por la autora.

5 CONSIDERACIONES FINALES

Esta investigación tuvo como propósito desarrollar un modelo de planificación y control orientado a pequeñas y medianas empresas (PYMEs), integrando principios de gestión visual y participación activa del personal. El modelo fue concebido mediante un proceso iterativo bajo el enfoque de Design Science Research, permitiendo sucesivas etapas de implementación y mejora.

Uno de los principales aportes del estudio fue la formulación de directrices para diseñar dispositivos visuales que representen de manera clara el estado de los proyectos. Estas herramientas promueven la comprensión compartida, la toma de decisiones informada y la mejora de la comunicación interna. Asimismo, el modelo define horizontes temporales y niveles jerárquicos que favorecen una planificación adaptada a los recursos y estructuras de las PYMEs.

En el ámbito de la colaboración, se establecieron lineamientos para la asignación de roles y responsabilidades, fomentando una mayor participación de los equipos en los procesos de planificación y control. Este enfoque resulta especialmente valioso en empresas con escasa experiencia previa y recursos limitados

Entre las limitaciones del estudio, se destaca que el modelo fue validado en un único caso, por lo que su generalización requiere investigaciones complementarias. Además, la doble participación de la autora como investigadora y parte del equipo técnico pudo influir en la recolección de datos.

Para trabajos futuros, se sugiere aplicar el modelo en organizaciones de distintas escalas y contextos, así como avanzar en el diseño de paneles visuales, incluyendo su digitalización.

En conclusión, el modelo desarrollado ofrece una propuesta sistemática, replicable y adaptable a contextos de menor escala dentro de la industria de la construcción. Su contribución se centra en la articulación entre planificación estructurada y gestión visual colaborativa, permitiendo mejorar el control de la producción, descentralizar la toma de decisiones, y facilitar una comunicación clara y efectiva en el entorno de obra.

REFERÊNCIAS

BALLARD; HOWELL; Shielding Production: Essential Step in Production Control. 1998

BALLARD; HOWELL; Implementing lean construction: stabilizing work flow. Lean construction. 1994

BALLARD; TOMMELEIN; 2020 Current Process Benchmark For The Last Planner® System Of Project Planning And Control. Berkeley. 2020

BARTH; FORMOSO; Requirements in performance measurement systems of construction projects from the lean production perspective. Frontiers of Engineering Management. 2020

BRADY.et al.; Improving transparency inconstruction management: avisual planning and control model. Engineering, Construction andArchitectural Management. 2018

BRANDALISE.et.al; Development of a Typology for Understanding Visual. ASCE. 2022

CECEIC; Centro de estúdios económicos de la indústria de la construcción. 2021. Disponible en: http://ceeic.uy/documentos.

EDEN; HUXHAM; Action Research for Management Research. British Journal of Management.1996

FORMOSO; SANTOS; POWELL. An exploratory study of the applicability of process transparency in construction sites. Journal of Construction Research. 2002

FRANDSON.et al; Comparison between location based management and takt time planning. Proc. 23rd Annual Conference of the International group Lean Construction. Perth, Australia. 2015

GALSWORTH; Visual systems: Harnessing the power of the visual workplace. American Management Association. 1997.

KENLEY; SEPPÂNEN; Location-based Management for Construction. Spon Press. 2010

KOSKELA; Aplication of the new production philosophy to construction.1992

KOSKELA; An Exploration towards a Production Theory and its Application to Construction. Technical Research Center of Finland.2000.

KOSKELA; HOWELL; The theory of project management: explanation to novel methods. Proceedings of the 10th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC). Gramado. 2002a

LUKKA; The Constructive Research Approach. In: Case study research in logistics. Series B. 2003.

MARCH; SMITH; Design and natural science research on information technology. Decision Support Systems. 1995.

OLIVIERI et.al; A survey comparing Critical Path Method, Last Planner System, and Location Based Techniques. Journal of Construction Engineering and Management. 2019.

SACKS; What constitutes good production flow in construction? Construction Management and Economics. 2016.

SAURIN; ROOKE; KOSKELA; Una perspectiva de sistemas complejos de Lean Production. International Journal of Production Research. 2013.

SAURIN; GONZALEZ; Assessing the compatibility of the management of standardized procedures with the complexity of sociotechnical system: Case study of a control room in an oil refinery. Applied Ergonomics. 2013.

SEIN.et.al; Action Design Research. MIS Quarterly 2011.

SEPPÂNEN.et. al; The Combination of Last Planner System and Location-Based Management System. Lean Construction Journal. 2010

SHINGO; A Study of the Toyota Production System from an Industrial Engineering Viewpoint. Productivity Press. 1989.

TEZEL.et.al. Visual Management in Brazilian Construction Companies:Taxonomy and Guidelines for Implementation. American Society of Civil Engineers.2015.

URUGUAY XXI. Sectores construcción e inmobilidario en Uruguay. Montevideo: Uruguay XXI promoción de inversiones, exportaciones e imagen pais. 2024.

VARGAS; Método para planejamento e controle da produção baseado em zonas de trabalho e Bim. 2018.