



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Programa de Doctorado en Ingeniería en
Infraestructuras de Transporte y Territorio

Tesis doctoral:

LA GESTIÓN VISUAL EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN:
EL CASO DEL SECTOR INMOBILIARIO EN MÉXICO

Autor:

Fernando Daniel Lazcano Hernández

Dirigida por:

Dr. Eugenio Pellicer Armiñana

Dr. Salvador García Rodríguez

Valencia, España, enero de 2025.

Agradecimientos

Agradezco a mi **Padre** su invaluable apoyo; que sin decir una sola palabra solamente con su mirada me impulsó en este gran reto académico de mi vida, donde estés te puedo decir: ¡¡¡Padre, lo logré!!! † Q.E.P.D.

A mi **Madre** que siempre me guía a su manera para ser la persona que soy; que siempre me apoyó en las buenas y las malas.

A mi **familia**, a mi esposa **Miriam** que siempre me acompaña en todas mis locuras, algunas veces de acuerdo y otras no; pero con su invaluable apoyo puedo lograr cualquier cosa.

A mis hijos **Feryan, Ana, Yael** que compartieron conmigo este gran reto, gracias por apoyarme por confiar en mí para lograr esta meta.

En forma especial a mis nietas **Sofia**, porque siempre me vio que estaba absorto en un escritorio y **Leah** que nació en este proceso, que sea el mejor ejemplo de que se puede lograr cualquier cosa que se propongan.

En forma especial quiero agradecer a mi director de tesis, al **Dr. Eugenio Pellicer**, por su invaluable y paciente guía en esta línea de investigación, muchas gracias.

A mi codirector, el **Dr. Salvador García**, que me orientó y apoyó en los estudios de caso en las diferentes ciudades de México, muchas gracias.

Agradezco mis compañeros docentes de la FI-BUAP y a todas las personas que de una u otra manera colaboraron en la realización de este trabajo, muchas gracias.

A los directores; gerentes, superintendentes, jefes de obra, residentes, destajista que aportaron su experiencia profesional, tiempo y empatía. Sin su invaluable apoyo no hubiera sido posible esta investigación.

También deseo agradecer a todos esos seres humanos, que tuve la oportunidad de interactuar con ellos en las diferentes etapas, en España y por todas las ciudades en México.

A las personas que con tanta paciencia y amabilidad me dedicaron su tiempo y compartieron su experiencia durante la realización de las encuestas.

Resumen

El presente trabajo de investigación implicó definir si la Gestión Visual es aplicable al sector de promotoras y constructoras de vivienda. Para ello, fue necesario analizar los procesos, indicadores, dispositivos, modelos, metodologías, señales, controles y herramientas que actualmente se utilizan en la Gestión Visual a nivel mundial, con el objetivo de determinar un modelo metodológicamente aplicable y replicable. El Modelo Teórico Bidimensional propuesto considera, en su dimensión vertical, las etapas básicas administrativas, y en su dimensión horizontal, los capítulos del *Project Management Institute (PMI)*, validados bajo la filosofía *Lean Construction*.

El objetivo principal de la investigación fue analizar, diseñar y crear un Modelo Bidimensional de Gestión Visual en el proceso constructivo de obra, con el propósito de administrar la información de manera que permita, sin necesidad de explicaciones adicionales, responder preguntas como: ¿Cuál es el estado actual de la obra? ¿Cómo se planea el flujo del proceso constructivo? ¿Cuál es la secuencia de ejecución de la construcción? Todo esto, de forma sencilla y concisa, con un solo vistazo. Para adaptar el Modelo Bidimensional al contexto de la industria de la construcción de vivienda en México, como primera etapa se determinó el estado actual de la gestión visual en el país. Esto se llevó a cabo mediante la metodología de estudio de casos en diferentes ciudades de México, utilizando encuestas y auditorías visuales tipo Gemba en obra. Estas herramientas permitieron verificar en campo qué información se comparte y cómo se presenta a los empleados a través de diversos tipos y medios de comunicación visual, explorando aspectos clave como el porqué, el cómo, el dónde, los recursos empleados y los tiempos requeridos. Finalmente, se comparó y analizó el modelo teórico de gestión visual frente a la realidad observada en la industria, para evaluar su viabilidad y aplicación en el sector de la construcción.

Como segunda etapa, se aplicó la metodología de estudio de casos en diferentes ciudades de México, se obtuvo retroalimentación de expertos en construcción de vivienda sobre el Modelo Bidimensional. Los expertos evaluaron que su implementación era factible, ya que se alineaba con sus objetivos estratégicos y procesos constructivos. Esto permitió desarrollar un Modelo Bidimensional adaptado y aplicable específicamente a la industria de la construcción de vivienda en México. El modelo resultante es un sistema validado, estratégico, de Gestión Visual, diseñado para ser aplicable y replicable. Este modelo contribuye a la diferenciación y al incremento del desempeño de las empresas en este sector. Además, el Modelo Bidimensional permite estandarizar y sistematizar el proceso constructivo, pues abarca la planeación, organización y control de obra. Garantiza un flujo estable en el tiempo, con altos estándares de calidad y seguridad, mientras promueve el cuidado del medio ambiente. Asimismo, integra la cadena de suministro y fomenta el desarrollo del potencial del capital humano, con un enfoque en la mejora continua.

Abstract

The present research work involved defining whether Visual Management applies to the housing developer-builder sector; therefore, it was necessary to analyze what processes, indicators, devices, models, methodologies, signals, controls, and tools are currently applied in visual management worldwide, determining a methodologically applicable and replicable visual management model, limited to housing developers-builders. The proposed two-dimensional theoretical model considered the primary administrative stages vertically and the chapters of the PMI project management institute horizontally, validated with the Lean Construction philosophy.

The main objective of the research was the analysis, design and creation of a two-dimensional model of visual management in the construction process of the work, to manage the information that allows the presentation without the need to explain: What is the current state of the work, the “planning the flow of the construction process, the sequence of construction execution, in a simple and concise way at a single glance”?, to determine the actual conception of the two-dimensional model, in the context of the housing construction industry in Mexico, it is considered as a first stage, selecting the current state of visual management in Mexico, applying the case study methodology in different cities of Mexico, with a survey and a Gemba type walk on site, to visually verify in the field, what information is shared and the way it is presented to its employees, through different styles and means of visual communication, that is, why, how, where, with what, at what time, comparing and exploring the theoretical visual management model against reality, to verify its application in construction.

Applying the case study methodology in different cities in Mexico as a second stage, we received feedback from experts in housing construction regarding the two-dimensional model, considering that it was feasible to implement according to its strategic objectives and construction processes housing, thus implementing the actual two-dimensional model, with application to the housing construction industry in Mexico. Providing a validated strategic two-dimensional model of applicable and replicable visual management allows differentiation and increases the performance of companies in this sector. The result is a two-dimensional visual management model suitable for the Mexican housing construction industry, concluding that the model allows standardizing and systematizing the construction process from the planning, organization, and control of work, with a stable flow over time and with quality, safety, caring for the environment, integrating the supply chain and the commitment to developing the potential of human capital, seeking continuous improvement.

Resum

El present treball de recerca va implicar definir si la Gestió Visual és aplicable al sector de promotors i constructors d'habitatge. Per això, va ser necessari analitzar els processos, indicadors, dispositius, models, metodologies, senyals, controls i eines que actualment s'utilitzen en la Gestió Visual a nivell mundial, amb l'objectiu de determinar un model metodològicament aplicable i replicable. El Model Teòric Bidimensional proposat considera, en la seva dimensió vertical, les etapes bàsiques administratives, i en la seva dimensió horitzontal, els capítols del *Project Management Institute (PMI)*, validats sota la filosofia *Lean Construction*.

L'objectiu principal de la recerca va ser analitzar, dissenyar i crear un Model Bidimensional de Gestió Visual en el procés constructiu d'obra, amb el propòsit d'administrar la informació de manera que permeti, sense necessitat d'explicacions addicionals, respondre preguntes com: Quin és l'estat actual de l'obra? Com es planifica el flux del procés constructiu? Quina és la seqüència d'execució de la construcció? Tot això, de manera senzilla i concisa, amb un sol cop d'ull. Per adaptar el Model Bidimensional al context de la indústria de la construcció d'habitatge a Mèxic, com a primera etapa es va determinar l'estat actual de la gestió visual al país. Això es va dur a terme mitjançant la metodologia d'estudi de casos en diferents ciutats de Mèxic, utilitzant enquestes i auditories visuals tipus Gemba en obra. Aquestes eines van permetre verificar al camp quina informació es comparteix i com es presenta als empleats a través de diversos tipus i mitjans de comunicació visual, explorant aspectes clau com el per què, el com, el lloc, els recursos utilitzats i els temps requerits. Finalment, es va comparar i analitzar el model teòric de gestió visual davant la realitat observada en la indústria, per avaluar la seva viabilitat i aplicació en el sector de la construcció.

Com a segona etapa, es va aplicar la metodologia d'estudi de casos en diferents ciutats de Mèxic, es va obtenir retroalimentació d'experts en construcció d'habitatge sobre el Model Bidimensional. Els experts van avaluar que la seva implementació era factible, ja que s'alineava amb els seus objectius estratègics i processos constructius. Això va permetre desenvolupar un Model Bidimensional adaptat i aplicable específicament a la indústria de la construcció d'habitatge a Mèxic. El model resultant és un sistema validat, estratègic, de Gestió Visual, dissenyat per ser aplicable i replicable. Aquest model contribueix a la diferenciació i a l'increment del rendiment de les empreses d'aquest sector. A més, el Model Bidimensional permet estandarditzar i sistematitzar el procés constructiu, ja que abasta la planificació, organització i control d'obra. Garantix un flux estable en el temps, amb alts estàndards de qualitat i seguretat, mentre promou el respecte pel medi ambient. Així mateix, integra la cadena de subministrament i fomenta el desenvolupament del potencial del capital humà, amb un enfocament en la millora contínua.

ÍNDICE

	Pág.
Capítulo 1. Introducción.	
1.1 Planteamiento del Problema.	3
1.2 Objeto	6
1.3 Objetivo General	6
1.4 Objetivos Específicos	6
1.5 Preguntas de Investigación	7
1.6 Método de Investigación	7
1.7 Alcance	9
1.8 Contenido del trabajo de Investigación	10
Capítulo 2. Estado del Arte.	
2.1 Investigación Bibliométrica	12
2.2. Etapa1: Acercamiento y Pruebas	12
2.3 Etapa 2: Búsqueda y Depuración	12
2.4 Etapa3: Análisis Cuantitativo	13
2.5 Estado de Conocimiento: Información relevante	15
2.6 Características propias de la Industria de la construcción	17
2.7 Antecedentes históricos de la filosofía <i>Lean</i>	20
2.8 <i>Lean Construction</i>	23
2.9 Gestión Visual	24
2.10 Gestión Visual como base de control	29
2.11 Funciones aplicadas de Gestión Visual en Construcción	32
2.11.1 Last Planner System	33
2.11.2 <i>Lean</i> BIM	34
2.11.3 Identificar y Eliminar Desperdicios	35
2.11.4 Metodología 5S	36
2.11.5 Estandarización de procesos	36
2.11.6 Método A3 Soluciones causa-raíz	37
2.12 Parámetros de medición en la Gestión Visual	38
2.13 Tipos de Herramientas de Medición y Sistemas Base Empleados Visuales	42
2.14 Practicas, Métodos o Modelos aplicados de Gestión Visual en la industria de la Construcción	44
2.15 Laguna del Conocimiento	48
2.16 Conclusiones del Capítulo	48
Capítulo 3. Metodología de la Investigación.	
3.1 Introducción	51
3.2 El proceso de la investigación	51
3.3 Definición del problema	54
3.4 Propuesta del Modelo de Gestión Visual (versión 1)	54

3.5 Estudio de casos múltiples	55
3.5.1 Selección de los casos a estudiar	56
3.5.2 Encuesta previa a jefes de obra	57
3.5.3 Comprobación en campo (Gemba)	58
3.5.4 Resultados de la primera versión	58
3.6 Retroalimentación y contraste del Modelo de Gestión Visual por expertos	59
3.6.1 Entrevista con encargados de obra del modelo base	59
3.6.2 Modelo de Gestión Visual con metodología <i>Focus Group</i>	59
3.7 Conclusiones del capítulo	60

Capítulo 4. Modelo Teórico de Gestión Visual.

4.1 Contexto en México	62
4.2 Ciudades donde se aplicó el caso de estudio	67
4.2.1 Puebla	70
4.2.2 Ciudad de México	70
4.2.3 Queretaro	71
4.2.4 Guadalajara	73
4.2.5 Monterrey	73
4.3 Propuesta de Modelo de Gestión Visual teórico	74
4.3.1 El modelo se diseñó con las características de presentarlo en forma visual con imágenes	77
4.3.2 Análisis bibliométrico internacional de gestión visual	77
4.3.3 El diseño integra las bases metodológicas de <i>Lean Construction</i> .	80
4.3.4 El análisis y desarrollo considero la facilidad de implementar.	80
4.3.5 El diseño de acuerdo con su análisis permite que sea factible de replicar	80
4.3.6 El diseño en su análisis plantea las tres fases administrativas en el proceso constructivo	81
4.3.7 El diseño en su desarrollo y análisis considera las partidas de la dirección de proyectos a nivel internacional adecuadas a la metodología <i>Lean Construction</i>	81
4.3.8 La investigación en su desarrollo y análisis adiciona en su diseño partidas sustantivas no consideradas en otras investigaciones	82
4.3.9 El análisis del diseño considero los conceptos de mejores prácticas a nivel de reportes de gerencia de proyecto de obra.	82
4.3.10 El desarrollo y análisis del diseño bidimensional de gestión visual permite implementarse en construcciones verticales.	84
4.3.11 El desarrollo y análisis del diseño bidimensional de gestión visual permite implementarse en construcciones horizontales	84
4.3.12 El análisis del diseño permite implementarse en construcciones de vivienda vertical y horizontal (casas o departamentos) del nivel de interés social hasta residencial	84
4.4 Integración y adecuación del Modelo Bidimensional de Gestión Visual	85
4.5 Ajuste y diseño del Modelo Bidimensional de Gestión Visual con imágenes	95
4.6 Diseño del protocolo de encuesta	99
4.7 Selección de estudios de casos múltiples	106
4.7.1 Selección del tipo de estudios de casos.	108
4.7.2 Definición de la unidad de análisis	110
4.7.3 Diseño del protocolo del estudio de caso	110

4.7.4 Encuesta a residentes de obra (responsables o jefes de obra)	111
4.7.5 Recorrido en campo (Gemba)	114
4.7.6 Proceso de recolección de datos	115
4.8 Conclusiones del Capítulo	117

Capítulo 5. Análisis e interpretación de los resultados de aplicación del Modelo.

5.1 Resultados cualitativos y cuantitativos de la implementación del proyecto	118
5.1.1 Estado actual y comprobación en campo del control de Gestión Visual en Puebla	119
5.1.2 Estado actual y comprobación en campo de Gestión Visual en la Ciudad de México	126
5.1.3 Estado actual y comprobación en campo de Gestión Visual en Monterrey	132
5.1.4 Estado actual y comprobación en campo de Gestión Visual en Michoacán	137
5.1.5 Estado actual y comprobación en campo de Gestión Visual en Querétaro	143
5.1.6 Estado actual y comprobación en campo de la Gestión Visual en Guadalajara	149
5.2 Resultados	155
5.3 Conclusiones del Capítulo	168

Capítulo 6. Retroalimentación y Validación del Modelo Bidimensional de Gestión Visual a través de *Focus Group*.

6.1 Recapitulación de etapas 1 y 2	170
6.2 Planteamiento general de la etapa 3	170
6.2.1 Integración y adecuación del Modelo Bidimensional de Gestión Visual	171
6.2.2 Ajuste y diseño del Modelo Bidimensional de Gestión Visual con imágenes	172
6.2.3 Proceso de Recolección de Datos	174
6.2.4 Registro y Clasificación de Datos	174
6.3 Análisis e Interpretación de los Datos.	174
6.3.1 Estado Actual de Gestión Visual en Puebla	175
6.3.2 Estado actual de gestión visual en Ciudad de México	180
6.3.3 Estado actual de gestión visual en Monterrey	184
6.3.4 Estado actual de gestión visual en Michoacán	188
6.3.5 Estado actual de gestión visual en Querétaro	192
6.3.6 Estado actual de gestión visual en Guadalajara	197
6.4 Resultados del Modelo Bidimensional de Gestión Visual uno	201
6.5 Validación del Modelo de Gestión Visual mediante <i>focus group</i>	208
6.5.1 Protocolo de Investigación de <i>focus group</i>	210
6.5.2 Comunicaciones del <i>focus group</i>	211
6.5.3 Instrumento de recolección de datos	212
6.6 Modelo Bidimensional de Gestión Visual en México	217
6.7 Recomendaciones prácticas	218
6.8 Conclusiones	220

Capítulo 7. Conclusiones y Recomendaciones.

7.1. Cumplimiento de los objetivos	226
7.2 Contribuciones de la investigación	228
7.3 Recomendaciones prácticas	236

7.4 Limitaciones	237
7.5 Futuras líneas de investigación	239
Referencias Bibliográficas	242
Anexos: Modelo de cuestionario y modelo de informe tipo	250

ÍNDICE DE FIGURAS, TABLAS Y GRÁFICAS

	Pág.
Figura 1. La casa Toyota Producción System TPS	5
Figura 2. Diagrama de Investigación	8
Gráfica 1. Tipo de documentos de la bibliografía de Gestión Visual	13
Gráfica 2. Tipo de documentos de la bibliografía por autor de Gestión Visual	13
Gráfica 3. Tipo de documentos de la bibliografía por área de Gestión Visual	14
Gráfica 4. Tipo de documentos de la bibliografía por año de Gestión Visual	14
Gráfica 5. Tipo de documentos de la bibliografía por Universidad de Gestión Visual	15
Tabla 1. Crecimiento económico de 2018 a 2021 en diferentes países	18
Figura 3. La historia de Lean hasta Lean Construction en el tiempo	20
Figura 4. Relación entre los sistemas productivos y las revoluciones industriales	21
Figura 5. Lugar de trabajo visual en la fábrica	30
Figura 6. Herramientas visuales	31
Figura 7. Un Taller Visual	32
Tabla 2. Los diez primeros indicadores KPI propuestos por CTF	39
Tabla 3. Las Cinco propuestas más relevantes de Gestión Visual	42
Tabla 4. Enfoque de las propuestas de VM con los 14 principios de “The Toyota Way”	43
Tabla 5. Método ampliado	45
Tabla 7. Indicadores de Desempeño	46
Figura 8. Diagrama del desarrollo de investigación	52
Figura 9. Diagrama del proceso de estudios de caso múltiple	56
Gráfica 6. Pirámide poblacional de 2010 al 2020 en México	63
Gráfica 7. Impacto en 2021 de la construcción en general, contra la construcción tipo Residencial en México	64
Gráfica 8. Perspectivas de Crecimiento de 2021 a 2024 en México	65
Gráfica 9. La construcción de tipos de vivienda en 2021 en México	66
Gráfica 10. Valor de producción total: Subsector- 236 Edificación	68
Figura 10. Ubicación de las ciudades investigadas en México	69
Figura 11. Producción de Viviendas, ciudad de Puebla 2021	70
Figura 12. Producción de Viviendas, Ciudad de México 2021	71
Figura 13. Producción de Viviendas, ciudad de Querétaro en 2021	72
Figura 14. Producción de Viviendas, ciudad de Guadalajara, Jalisco en 2021	73
Figura 15. Producción de Viviendas, cd de Monterrey, Nuevo León en 2021	74
Tabla 8. Cruce de investigaciones de VM alineadas al Modelo de Gestión Visual	79
Tabla 9. Comparativa de Informes de control de gerencia de proyectos	83
Figura 16. Pirámide de Objetivos organizacionales y jerarquía de objetivo	87
Figura 17. Etapas del diseño de clasificación bidimensional	88
Tabla 10. Conceptos por desarrollar clasificados en un tablero de mando integral	89
Figura 18. Propuesta del diseño de clasificación bidimensional de Gestión Visual	90
Figura 19. Clasificación bidimensional teórica propuesta de Gestión Visual	92
Figura 20. Modelo Bidimensional de Gestión Visual mejorado con imágenes	96
Tabla 11. Alineación de procesos del diseño del Modelo Bidimensional de Gestión Visual de la encuesta	101
Figura 21. Diagrama del proceso de estudios de caso múltiple	108
Figura 22. Diagrama del proceso de estudios de caso múltiple para Gestión Visual en seis ciudades de México	109
Gráfica 11. Antigüedad de las empresas y número de empleados	111
Gráfica 12. Tipo de construcción por empresas	112

Gráfica 13. Ciudades donde construyen las empresas encuestadas y su internacionalización	112
Gráfica 14. Años de experiencia y cargo del personal encuestado	113
Gráfica 15. Nivel académico del personal encuestado	114
Tabla 12. Registro y clasificación de datos obtenidos de la encuesta	116
Gráfica 16. Análisis e interpretación de datos por partida y el estado actual de la Gestión Visual de la encuesta	119
Tabla 13. Análisis e interpretación de datos de diez estudios de caso por encuesta en la ciudad de Puebla	120
Tabla 14. Análisis e Interpretación de resultados de datos en diez estudios de caso aplicado por auditoria visual en la ciudad de Puebla	122
Tabla 15. Análisis comparativo de datos de diez estudios de caso aplicado en una encuesta vs auditoria visual en la ciudad de Puebla	123
Gráfica 17. Estado actual de gestión visual aplicado con diez estudios de caso por auditoria visual en la ciudad de Puebla	124
Tabla 16. Análisis e Interpretación de datos de dos estudios de caso por encuesta en la ciudad de México (CDMX)	127
Tabla 17. Análisis e Interpretación de datos de dos estudios de caso de auditoria visual en la ciudad de México (CDMX)	129
Tabla 18. Análisis comparativo de datos de dos estudios de caso aplicado en una encuesta vs auditoria visual en la ciudad de México.	130
Gráfica 18. Estado actual de gestión visual aplicado con dos estudios de caso por auditoria visual en la ciudad de México	131
Tabla 19. Análisis e Interpretación de datos en siete estudios de caso en la ciudad de Monterrey.	133
Tabla 20. Análisis e Interpretación de datos de siete estudios de caso de auditoria visual en la ciudad de Monterrey	134
Tabla 21. Análisis comparativo de datos de siete estudios de caso aplicado en una encuesta vs auditoria visual en la ciudad de Monterrey.	135
Gráfica 19. Estado actual de gestión visual aplicado con siete estudios de caso por auditoria visual en la ciudad de Monterrey	136
Tabla 22. Análisis e Interpretación de datos con un estudio de caso con encuesta en la ciudad de Michoacán.	138
Tabla 23. Análisis e Interpretación de un estudio de caso de auditoria visual en la ciudad de Michoacán	140
Tabla 24. Análisis e Interpretación de datos de con un estudio de caso de auditoria visual en la ciudad de Michoacán	141
Gráfica 20. Estado actual de gestión visual aplicado con un estudio de caso por auditoria visual en la ciudad de Michoacán	142
Tabla 25. Análisis e Interpretación de seis estudios de caso con encuesta en la ciudad de Querétaro	144
Tabla 26. Análisis e Interpretación de datos de seis estudios de caso de auditoria visual en la ciudad de Querétaro	146
Tabla 27. Análisis comparativo de datos de seis estudios de caso aplicado en una encuesta vs auditoria visual en la ciudad de Querétaro	147
Gráfica 21. Estado actual de gestión visual aplicado con seis estudios de caso por auditoria visual en la ciudad de Querétaro	148
Tabla 28. Análisis e Interpretación de seis estudios de caso con encuesta en la ciudad de Guadalajara	150
Tabla 29. Análisis e Interpretación de datos de seis estudios de caso de auditoria visual en la ciudad de Guadalajara.	152

Tabla 30. Análisis comparativo de datos de seis estudios de caso aplicado en una encuesta vs auditoria visual en la ciudad de Guadalajara	153
Gráfica 22. Estado actual de gestión visual aplicado con seis estudios de caso por auditoria visual en la ciudad de Guadalajara	154
Figura 23. Modelo Bidimensional de Gestión Visual, México (Opción 1)	156
Figura 24. Modelo Bidimensional de Gestión Visual Uno, México (Opción 2	157
Figura 25. Casos de estudio de Gestión Visual por empresa y ciudad en México	159
Gráfica 22. Comparativa de casos de Gestión Visual en México por ciudad	160
Gráfica 23. Resultados del estado actual de Gestión Visual por ciudades aplicada en 2023-2024	161
Gráfica 23. Resultados de estudios de caso por partida y ciudad de Gestión Visual	162
Gráfica 24. Resultados de estudios de caso de Gestión Visual aplicado en planeación y avances por ciudad	163
Gráfica 25. Resultados de estudios de caso de Gestión Visual aplicado a calidad por ciudad	164
Gráfica 26. Resultados de estudios de caso de Gestión Visual aplicado en seguridad por ciudad	165
Gráfica 27. Resultados de estudios de caso de Gestión Visual aplicado al medio ambiente por ciudad	166
Gráfica 28. Resultados de estudios de caso de Gestión Visual aplicado a recursos humanos por ciudad	167
Gráfica 29. Resultado de comparar los estudios de caso de Gestión Visual aplicado con encuesta y la auditoria visual tipo “Gemba” por partidas	168
Figura 26. Ejemplo de tache “X” que identifica el concepto no aplicado en obra y la cantidad de empresas	171
Figura 27. Ejemplo del Modelo Bidimensional de Gestión Visual uno aplicado por expertos constructores	173
Figura 28. Estado actual de conceptos sin aplicación práctica en obra según constructores en el Modelo Bidimensional de Gestión Visual uno en la ciudad de Puebla	176
Tabla 31. Retroalimentación de mejores prácticas en el Modelo Bidimensional por expertos constructores en la ciudad de Puebla	178
Gráfica 30. Porcentaje de mejores prácticas implementadas por empresa en el Modelo Bidimensional por expertos constructores en la ciudad de Puebla	179
Gráfica 31. Gráfica Porcentual de mejores prácticas implementadas por partida en el Modelo Bidimensional de Gestión Visual por expertos constructores en la ciudad de Puebla con 68.64 %	180
Figura 29. Estado actual de conceptos sin aplicación práctica en obra según constructores en el Modelo Bidimensional de Gestión Visual uno en la ciudad de México	181
Tabla 32. Retroalimentación de mejores prácticas en el Modelo Bidimensional por expertos constructores en la ciudad de México	182
Gráfica 32. Porcentaje de mejores prácticas implementadas por empresa en el Modelo Bidimensional por expertos constructores en la ciudad de México	183
Gráfica 33. Gráfica Porcentual de mejores prácticas implementadas por partida en el Modelo Bidimensional de Gestión Visual por expertos constructores en la ciudad de México con 71.19 %	184
Figura 30. Estado actual de conceptos sin aplicación práctica en obra según constructores en el Modelo Bidimensional de Gestión Visual Versión Uno en la ciudad de Monterrey	185
Tabla 33. Porcentaje de mejores prácticas implementadas por empresa en el Modelo Bidimensional por expertos constructores en la ciudad de Monterrey	183

Gráfica 34. Gráfica Porcentual de mejores prácticas implementadas por partida en el Modelo Bidimensional de Gestión Visual por expertos constructores en la ciudad de Monterrey con 69.49 %	184
Figura 31. Estado actual de conceptos sin aplicación práctica en obra según constructores en el Modelo Bidimensional de Gestión Visual Versión Uno en la ciudad de Michoacán	185
Tabla 34. Retroalimentación de mejores prácticas en el Modelo Bidimensional por expertos constructores en la ciudad de Michoacán	187
Gráfica 35. Gráfica Porcentual de mejores prácticas implementadas por partida en el Modelo Bidimensional de Gestión Visual por expertos constructores en la ciudad de Michoacán con 91.53 %	188
Figura 32. Estado actual de conceptos sin aplicación práctica en obra según constructores en el Modelo Bidimensional de Gestión Visual Versión Uno en la ciudad de Querétaro.	193
Tabla 35. Retroalimentación de mejores prácticas en el Modelo Bidimensional por expertos constructores en la ciudad de Querétaro	195
Gráfica 36. Gráfica Porcentual de mejores prácticas implementadas por partida en el Modelo Bidimensional de Gestión Visual por expertos constructores en la ciudad de Querétaro con 87.57 %	196
Figura 33. Estado actual de conceptos sin aplicación práctica en obra según constructores en el Modelo Bidimensional de Gestión Visual Versión Uno en la ciudad de Guadalajara	198
Tabla 36. Retroalimentación de mejores prácticas en el Modelo Bidimensional por expertos constructores en la ciudad de Guadalajara	199
Gráfica 37. Porcentaje de mejores prácticas implementadas por empresa en el Modelo Bidimensional por expertos constructores en la ciudad de Guadalajara	200
Gráfica 38. Gráfica Porcentual de mejores prácticas implementadas por partida en el Modelo Bidimensional de Gestión Visual por expertos constructores en la ciudad de Guadalajara con 89.55 %	201
Figura 34. Estado actual del número de empresas que consideran conceptos sin aplicación práctica en obra, según constructores en el Modelo Bidimensional de Gestión Visual Versión Uno en México	202
Gráfica 39. Empresas con mayor porcentaje de mejores prácticas implementadas en el Modelo Bidimensional de Gestión Visual por expertos constructores en México	204
Gráfica 40. Empresas con menor porcentaje de mejores prácticas implementadas en el Modelo Bidimensional de Gestión Visual por expertos constructores en México	205
Gráfica 41. Gráfica del estado actual de las mejores prácticas implementadas del Modelo Bidimensional de Gestión Visual Versión Uno de expertos constructores en México - julio 2024	206
Gráfica 42. Comparativa de respuestas de encuesta, auditoria visual y retroalimentación al modelo de acuerdo con el criterio de constructores del Modelo Bidimensional de Gestión Visual Versión Uno en México - julio 2024	207
Figura 35. Observaciones del Focus Group para el Modelo Bidimensional de Gestión Visual Versión Uno de los 32 estudios de caso en México - Julio 2024	213
Tabla 37. Revisión de Focus Group para consensar el Modelo Bidimensional de Gestión Visual Versión Uno en México, Julio 2024	214
Tabla 38. Modelo Bidimensional de Gestión Visual validado por focus group en México-Julio 2024	215
Figura 36. Modelo Bidimensional de Gestión Visual Versión Dos en México - Julio 2024	216
Figura 37. Modelo Bidimensional de Gestión Visual (Planeación) en México	217

Figura 38. Modelo Bidimensional de Gestión Visual (Organización) en México	223
Figura 39. Modelo Bidimensional de Gestión Visual (Control) en México	224
Tabla 39. Capítulos en los que se dio cumplimiento a los objetivos de investigación	225
Figura 40. Modelo conceptual de la gestión visual considerado para su implantación	226
Figura 41. Modelo Bidimensional de Gestión Visual considerado en todas sus etapas	234
Figura 42. Tablero de Mando Integral para la Gestión Visual	236

Capítulo 1

Introducción

Los involucrados en un proyecto de construcción, desde su concepción y, hasta su puesta en marcha, son numerosos. La mayoría de ellos con roles, niveles de participación y tiempos diferentes. Entre estos participantes se encuentran inversionistas, gerencia o dirección de proyectos, supervisores, auditores, ingenieros y arquitectos que conforman el equipo de diseño y construcción. Cada uno de ellos desempeña un rol significativo en el que la comunicación se convierte en una acción importante para el equipo del proyecto y, por lo tanto, para su éxito (Lee, 2008).

De acuerdo con Sir John Egan (1998) propone mejorar la calidad y la eficiencia para satisfacer a los clientes buscando la excelencia. En su reporte Egan en Reino Unido se alinea parte de su reporte con las bases *Lean* como la mejora continua es factible de implementar buscando el valor del cliente y reitera el compromiso por minimizar el desperdicio y la mala calidad proyectando un cambio para impulsar la modernización en la industria de la construcción. La comunicación debe ser un proceso fluido de intercambio de información específica entre un emisor y un receptor, para lo cual se utilizan medios y canales de transmisión variados (Yu, 2011).

En un proyecto de construcción, existen diferentes formas de transferir información o comunicarla, cada una con un propósito u objetivo específico. Dentro de los objetivos o propósitos que tiene la difusión de la información, según Lee (2008), se encuentran: la instrucción, la consolidación, la información, la evaluación, la dirección, el entrenamiento, la influencia, la construcción de una imagen, la orientación, y otros más encaminados a difundir los avances y logros del proyecto.

El proceso de intercambio de información puede ser verbal -comunicación escrita u oral-, no verbal —por ejemplo, lenguaje corporal, expresión facial y tono de voz— o visual —sensorial— (Wood, 2009). El famoso refrán que dice que "una imagen vale más que mil palabras", no es en vano. Las frases que usamos de manera coloquial, como "tienes que verlo para creerlo", "está claro para ver" o "está más claro que el agua", expresan que esa idea involucra la realidad en una imagen, de manera transparente.

El personal de una empresa recibe constantemente información de múltiples fuentes y entornos, a veces resultado de aplicaciones tecnológicas Tezel et al. (2010). Sin importar si la comunicación es unidireccional o bidireccional, la información debe ser transferida a alguien más (Dickey, 2012).

Actualmente, algunas empresas de manufactura utilizan conscientemente herramientas de divulgación de información de forma visual, la cual es filtrada para que la información que sea de calidad (necesaria, relevante, correcta, inmediata, fácil de entender y estimulante), llegue a los empleados para que puedan utilizarla en sus labores cotidianas (Tezel et al., 2010)

Dos de los esfuerzos más importantes que se han implementado para mejorar la industria de la construcción son: la construcción sin pérdidas, también llamada *Lean construction*, y la automatización de la construcción. Sin embargo, uno de los elementos fundamentales del sistema de manufactura esbelta o *Lean Production* es la Gestión Visual o *visual management* (Valente, 2017). La anterior forma parte intrínseca del modelo de producción Toyota (Koskela, 2018). De acuerdo con Koskela (2018), es reciente la creación del conocimiento teórico alrededor de la gestión visual, la cual hasta ahora derivó de una evolución práctica más que de una teoría.

La industria de la construcción se caracteriza usualmente por desarrollarse en lugares y bajo procesos cambiantes, además de sufrir diversas modificaciones que pueden generarse a lo largo del proyecto. Con la finalidad de mejorar el desempeño de los proyectos, la gestión visual se incorpora como herramienta de integración de procesos de transparencia y como estrategia para la administración de la información (Valente, 2017).

La construcción de vivienda en México es uno de los sectores con mayor producción en el país, esto como resultado de un déficit reconocido en la construcción de vivienda (CEESCO, 2018). El sector de construcción es la cuarta actividad económica generadora de riqueza, al contribuir con el 7.4% al PIB en el primer trimestre de 2021 (CEESCO, 2021). La mejor manera de tener una construcción ordenada y con desempeño sobresaliente es mediante la incorporación de herramientas de gestión de la información y mediante sistemas multivariados e integrados (Valente, 2017).

Es importante mencionar que México tiene una gran tendencia a seguir utilizando mano de obra, es decir, construyendo de forma artesanal. Dependiendo puntualmente del personal de obra, por ejemplo: cabo, jefe de cuadrilla, capataz, encargado de obra o primer mando. De acuerdo con el RLOPySR (2010), se puede contar también con: superintendencia, jefe de obra, jefe de frente y residente. Lo descrito implica compromiso de las personas involucradas en la obra para generar alto impacto en la calidad, ejecución, seguridad y costo. Asimismo, en el flujo de procesos a través de la planeación, continuidad y seguimiento de las actividades, para terminar en tiempo y forma y optimizar su gestión.

1.1 Planteamiento del Problema.

Actualmente, el sector de la construcción en México experimenta crecimiento y evolución tanto horizontal como vertical, principalmente en los estados con efervescencia económica y crecimiento industrial, como la Ciudad de México (y sus zonas colindantes, Querétaro y Puebla) y los polos de desarrollo industrial de Occidente, como Guadalajara, y al norte, Monterrey.

La gran mayoría de las empresas de la industria de la construcción en México desconocen la Gestión Visual como apoyo en su gestión. En la bibliografía del tema, sólo existen estudios de casos en otros países que no profundizan en un modelo sistemático en vivienda. Por lo tanto, el proceso de implementar y diseñar la Gestión Visual en la construcción de viviendas es el tema de investigación.

En esta investigación, se considera promotor-constructor de vivienda al proceso de promoción, contratación, construcción y entrega. Lo que motiva el presente trabajo es analizar qué procesos, metodologías o herramientas se están aplicando a la Gestión Visual de la información, y la manera en que esta información es presentada a sus empleados mediante diferentes medios de distribución. Esto implica, entonces, definir si la Gestión Visual es aplicable a empresas que no son del sector manufacturero.

Como consecuencia del proceso de investigación, se pretende determinar si al aplicar una o varias metodologías ligadas a la Gestión Visual mejorará el desempeño de las empresas de este sector. Se busca analizar el costo-beneficio logrado hasta el momento, o el que podrían alcanzar, al tener una estrategia integrada de Gestión Visual de la información. Es decir, se busca responder a preguntas como por qué, cómo, dónde, con qué, en qué tiempo y a qué costo.

En el contexto actual, la agilidad es una característica imprescindible para que las empresas puedan adaptarse al entorno. Por agilidad, se entiende la capacidad de responder de manera efectiva a las nuevas oportunidades de disrupción que se presenten. Para lograr esta agilidad, hacen falta cambios: externos e internos. Además de reorganizar la manera de trabajar y crear una columna vertebral más sólida. A lo descrito se añade la complejidad de los sistemas heredados o *legacy*: es difícil moverse con rapidez cuando la empresa se resiste al cambio debido a su antigüedad. No sólo por la organización que puede ser anticuada, también puede influir la mentalidad y los comportamientos de los empleados y de la dirección.

Con respecto a lo descrito en el párrafo precedente, un 68% de las encuestas realizadas en el ámbito de servicios financieros, citaron como barrera importante la poca visión estratégica de los líderes. Un 76% señaló la incapacidad por parte de los empleados para adaptarse al cambio. Por último, otro factor determinante está en la fase de organización del negocio de manera progresiva para poder conseguir velocidad y estabilidad. Asimismo, la capacidad de desarrollar, por ejemplo, modelos de liderazgo con un enfoque digital pero humano, al mismo tiempo, fomentar una cultura de aprendizaje y resiliencia dentro de la compañía (Rufilanchas, 2018). Por último, en este nuevo mundo, destaca el hecho de que habrá una mayor oferta. Por lo tanto, la siguiente cuestión que se plantea es cómo crear valor en un escenario con cada vez más oferta.

Tezel, et al. (2011) sugiere que “la idea de comunicarse a través de imágenes se remonta al primer hombre de las cavernas, que dibujó representaciones del mundo en las paredes de su cueva”. Chua, et al. (1999) propone que la falta de disponibilidad de información también es una causa importante de la interrupción del trabajo en la construcción. De acuerdo con lo expuesto, y con conocimiento previo de las metodologías ligadas a *Lean Construction*, consideramos importante la investigación de la Gestión Visual bajo un modelo para generar empresas inmobiliarias más ágiles en la toma de decisiones innovadoras, que generen un diferenciador en el mercado, dado que actualmente la mayoría lo desconocen. Hacer los entornos de trabajo más transparentes en información, integrados como elementos de trabajo espaciales, equipo, herramientas, materiales y personal, eliminar esas barreras en la información, se denomina Gestión Visual. La meta es contestar el qué, cuántos, quién, cuándo, cómo y dónde (Tezel et al., 2011).

Según los hallazgos de Tezel et al. (2011) sobre la implementación de la Gestión Visual en Brasil y Finlandia, ya existe en forma incipiente en la construcción. Debemos recordar que la Gestión Visual está implícita en la cultura *Lean*, y tal como se muestra en la Figura 1, es la base o cimentación de la Casa TPS. En ella, la cimentación incluye los siguientes elementos: gestión visual, procesos estables y estandarizados, producción nivelada o *Heijunka*; además, las columnas-soporte son Justo a Tiempo y *Jidoka* o calidad en la estación. En el centro: mejora continua en el personal, equipo y en el reducir los desperdicios. Y en la losa-tapa: mejor calidad, costo más bajo, plazos de entrega más cortos, mejor seguridad y moral alta en el personal.

Figura 1
La casa Toyota Producción System TPS



Nota. La Gestión Visual en el Sistema de Producción Toyota (TPS) asegura transparencia en todos los niveles, es parte de la cultura *Lean*. Adaptado (Liker, 2004, p. 33).

En la figura previa, se presenta la cultura *Lean*, a través del Sistema de Producción Toyota (TPS) La Gestión Visual, es clave en este sistema, genera transparencia en los procesos en la industria de la construcción: en el personal en todos los niveles, en el personal encargado directamente de los trabajos de producción, supervisión, administración y personal directivo, asimismo en los clientes externos.

En este contexto, podemos mencionar que la Gestión Visual es un tema poco explorado desde la academia. Crear una metodología o modelo es más urgente que necesario para mejorar la competitividad en el sector de la construcción. Además de nivelar la producción y minimizar los desperdicios, es necesario estandarizar los procesos mediante un modelo que permita un crecimiento constante de mejora continua en las empresas.

En la gestión visual, la información debe cumplir con dos características: facilidad y accesibilidad, de esta forma, los participantes involucrados pueden actuar de manera directa (Brady, 2014). Grandes

logros como la conquista del espacio, las videoconferencias, el internet de las cosas, la industria 4.0, los teléfonos inteligentes, la inteligencia artificial, los drones, *Lean*, *PMI*, *BIM*, nos conducen, según Greif (1991), “a un proceso donde se retoma el modo antiguo de comunicación: la comunicación visual”. Para ejemplificar lo anterior, podemos señalar el caso de las líneas de colores en el piso del sitio de construcción que indican diferentes destinos para el tránsito de materiales y personas. O, las tarjetas con colores señalan el inventario de material (Tezel et al., 2011).

Los problemas graves en construcción, especialmente en planeación y control de la producción se derivan de estos supuestos: a) el proceso en obra es lineal, por lo que, existen reprogramaciones e incertidumbre; b) no hay transparencia en la comunicación y falta de compromiso, por lo que, es difícil identificar los problemas en la información programada y la real en producción; y c) se puede construir lo programado sin necesidad de un análisis de la causa raíz de los procesos con dificultades (Brady, 2014).

Los investigadores en el área de gestión de la industria de la construcción participan con encuestas y lluvias de ideas como técnicas de enfoque. Sin embargo, la información obtenida de estas metodologías es subjetiva, lo que puede generar desviaciones sustanciales en los resultados. Esto significa que debemos hacer Gemba, es decir, ir al sitio de la obra, para verificar qué están haciendo y qué no están haciendo, con el fin de implementar un modelo específico de Gestión Visual (Luna, 2017).

1.2 Objeto

El objeto del presente estudio es la Gestión Visual en el sector de la construcción mexicano.

1.3 Objetivo General

Generar un modelo para administrar la información mediante la Gestión Visual basada en los principios de *Lean Construction* para empresas promotora-constructora de viviendas en México.

1.4 Objetivos Específicos

Los objetivos que se pretenden cumplir con esta investigación son:

1. Analizar el estado del arte de la gestión visual aplicada en empresas promotoras-constructoras de viviendas en México.

2. Proponer un teórico que integre las funciones básicas de la gestión empresarial y la la gestión de proyectos con indicadores visuales estratégicos, tácticos y operativos en empresas promotoras-constructoras de viviendas en México.
3. Aplicar el modelo teórico a estudios de caso en cinco ciudades de México más representativas de promotoras constructoras de vivienda.
4. Aplicar la retroalimentación de expertos para validar el Modelo de Gestión Visual en obras de empresas promotoras-constructoras de viviendas en México.

1.5 Preguntas de investigación

Las preguntas que se pretenden contestar con esta investigación son:

1. ¿Es factible integrar un modelo visual con los enfoques, herramientas y elementos existentes del sector de empresas promotoras-constructoras de viviendas en México?
2. ¿Puede diseñarse un modelo teórico que integre las funciones básicas de la gestión empresarial y de proyectos con indicadores visuales estratégicos, tácticos y operativos?
3. ¿Es posible aplicar el estudio de casos al modelo de gestión visual teórico a promotoras-constructoras de vivienda en cinco ciudades representativas México?
4. ¿Es viable validar el modelo bidimensional de gestión visual para su aplicación en promotoras-constructoras de vivienda de México?

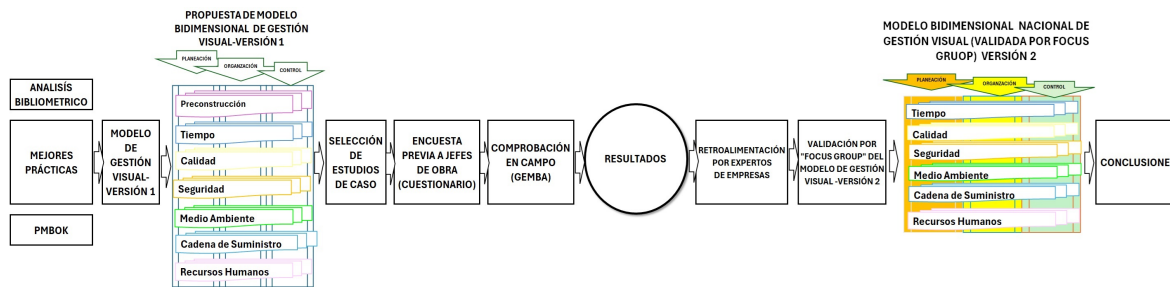
1.6 Método de Investigación

La presente investigación se compone de dos partes: una parte deductiva, que considera el planteamiento del problema, la definición del marco conceptual, la identificación de variables y la formalización del modelo teórico; y otra parte inductiva, donde se obtienen los datos, se analizan los resultados y se extraen conclusiones que validan el modelo planteado en este trabajo, aplicando el método de estudio de casos. La investigación conducida en esta tesis doctoral consta de seis etapas que se enumeran a continuación:

1. Definición del Problema
2. Estado del arte (Objetivo 1)
3. Modelo teórico (Objetivo 2)
4. Aplicación del modelo teórico (Objetivo 3)
5. Diseño y contraste del modelo teórico. (Objetivo 4)
6. Conclusiones

Para desarrollar el proceso de investigación en las diferentes etapas, se integró un diagrama que representa el ordenamiento o asignación lógica de la investigación. De esta manera, se mapean los procesos que intervienen en la investigación y se consideran los aspectos relevantes para recopilar la información pertinente y plantear las preguntas de esta investigación. El entregable en este caso es el Modelo de Gestión Visual Bidimensional (Figura 2).

Figura 2
Diagrama de Investigación



Nota. Con este diagrama de procesos se especifican las etapas, para el desarrollo de nuestra investigación, así como las respectivas actividades. Elaboración propia

En esta investigación, se deduce que el planteamiento del problema, es decir, el diseño de este modelo debe surgir de la revisión teórica, es decir, de la construcción del estado del arte mediante un análisis de la literatura existente. Se realizó tanto un análisis cuantitativo como cualitativo de la aplicación de la Gestión Visual para verificar los indicadores visuales, los cuales fueron determinados por otros investigadores y publicados en diferentes medios. Estos indicadores se discriminan para tomarlos en cuenta en el modelo teórico y, posteriormente, en el modelo real. Para analizar el estado del arte, se utilizó Scopus y herramientas para un análisis bibliométrico. Además, se revisaron revistas y artículos para generar una síntesis de ellos.

A partir de autores como Galsworth (1997), Tezel et al. (2011), Brady (2014) y otros, y de la revisión de su literatura, se generó un modelo considerando los indicadores visuales de desempeño más importantes utilizados e interpretados. Esto permitió crear un modelo piloto que mapeó los diferentes conceptos y su relación. Se debe considerar que no todas las empresas constructoras de vivienda en México están dispuestas a compartir información y colaborar (Luna, 2017). Pese a esto, es necesario responder a las preguntas de investigación y cumplir con los objetivos, de lo contrario, se podría llevar a cabo una investigación mal diseñada. Esto ocasionaría pérdida de recursos y tiempo, por lo que se debe conceptualizar el problema de la manera más clara posible (Swanborn, 2010).

La obra de Galsworth (1997), Tezel (2009) y Brady (2014), se considera como parte fundamental para el desarrollo de este trabajo de investigación, debido a su enfoque en obras de construcción y a su búsqueda del principio de transparencia. Aún lo anterior, la literatura demuestra la falta de un modelo sistematizado de Gestión Visual para las empresas promotoras constructoras de vivienda en México. Por ello, se pensó que los estudios de caso eran una estrategia de investigación cualitativa apropiada en la que se podrían explorar las diferentes variables de interés. El resultado se obtuvo a partir de diversas fuentes de evidencia, y los datos convergen en triangulación. Este enfoque contribuye al desarrollo de propuestas teóricas previas que guían la recolección y el análisis de datos. La estrategia de investigación para contrastar el modelo planteado corresponde a estudios de casos múltiples (Yin, 2003).

Una vez obtenido el modelo teórico, se sometió a una encuesta realizada a treinta y dos empresas en seis ciudades diferentes mediante estudios de caso múltiples, y se llevó a cabo una auditoría de verificación visual por parte del investigador en obra. Recopilando información para retroalimentación para verificar su aplicación práctica in situ.

1.7 Alcance

La presente investigación tiene alcance en los siguientes ejes:

1. Según la búsqueda bibliométrica, el análisis de la literatura incluye los artículos científicos más relevantes a nivel internacional publicados entre 1998 y 2021, utilizando la base de datos de Scopus.
2. Tipo de empresa: Promotora-constructora de viviendas.

3. País: México.
4. Implementación del Modelo de Gestión Visual: se realizó en seis ciudades más representativas y relevantes de México, en el nicho de empresas promotoras-constructoras de la industria de la Construcción.
5. Se validó el Modelo Bidimensional de Gestión Visual por expertos con la metodología *focus group*.

1.8 Contenido del trabajo de Investigación

La presente investigación está constituida por siete capítulos, los cuales se integran, de forma breve, de la siguiente manera:

Capítulo 1. Introducción: En este capítulo se esbozan los antecedentes, el problema de investigación, los objetivos específicos, el método de investigación y el alcance de la investigación.

Capítulo 2: Estado del arte: En este capítulo se hizo un análisis bibliométrico de las investigaciones a nivel global de gestión visual acotado en el nicho de construcción con la metodología *Lean Construction*.

Capítulo 3: Metodología de la Investigación: El desarrollo de este capítulo fue determinar los pasos de la metodología de la investigación. Desde la concepción del problema para continuar con el modelo de gestión visual teórico propuesto hasta validar el modelo teórico por expertos prácticos y teóricos para determinar el Modelo Bidimensional de Gestión Visual.

Capítulo 4: Modelo teórico de gestión visual: En este capítulo se diseñó el Modelo Bidimensional con el objetivo aplicar estudio de casos múltiple en cinco ciudades en treinta y dos empresas con una encuesta base y una verificación visual en obra. Logrando un Modelo Bidimensional teórico con el criterio de expertos constructores de vivienda con la meta de plasmar los indicadores visuales más importantes aplicados en campo.

Capítulo 5: Retroalimentación del Modelo Bidimensional de Gestión Visual por *focus group*. En este capítulo se generó el análisis de datos de expertos constructores con estudios de casos para validar por metodología de panel de expertos *focus group* atendiendo la teoría metodológica de *Lean*

Construction. Logrando forjar un Modelo Bidimensional de Gestión Visual para empresas promotoras constructoras de México.

Capítulo 6: Conclusiones. Este capítulo recoge los beneficios del Modelo Bidimensional de Gestión Visual. Así como las implicaciones prácticas en las empresas promotoras constructoras de vivienda. Las limitaciones de la investigación en las empresas promotoras constructoras en México. Terminando con las futuras líneas de investigación con la gestión visual en la construcción.

Capítulo 2

Estado del Arte

2.1 Investigación Bibliométrica

En la investigación de la literatura, se utilizaron diversos sistemas de búsqueda de información proporcionados por la biblioteca central de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, a la cual tenemos acceso los 365 días del año, tanto de forma digital como presencial, especialmente después de la pandemia. Esta biblioteca cuenta con más de 50 buscadores disponibles.

2.2. Etapa 1: Acercamiento y Pruebas

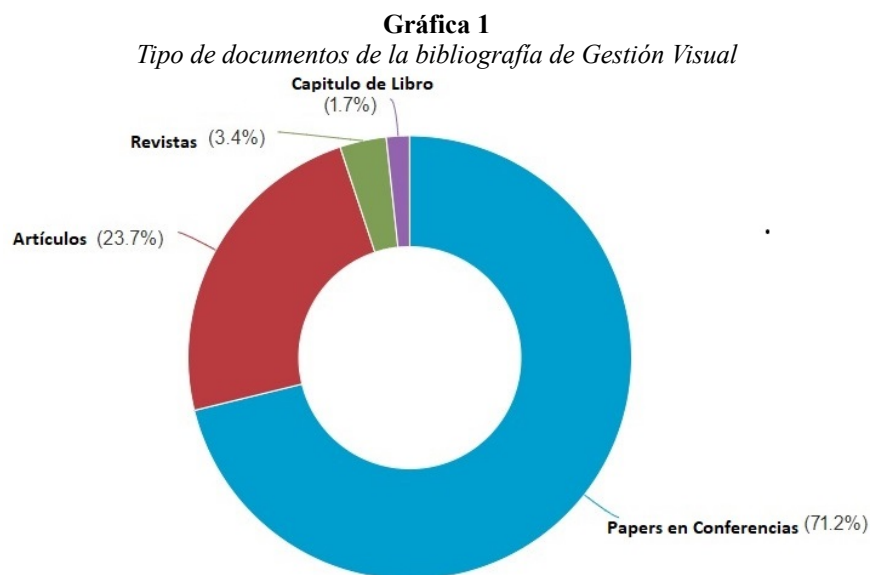
Sólo se consideraron artículos que aportaran valor a esta investigación. El criterio de selección fue que cumplieran con los siguientes criterios de búsqueda: "Visual Management Lean", "Visual Management", "Management Lean" y "Gestión Visual Lean (VM)", en el sistema de búsqueda de información en línea de alta especialidad *Scopus*, que también incluye revistas electrónicas.

2.3 Etapa 2: Búsqueda y Depuración

Cabe mencionar que primero se realizó una búsqueda general, detectando que la plataforma que más datos de referencia proporcionaba era *Scopus*. En el sistema de búsqueda de información en línea de alta especialidad *Scopus*, se obtuvieron quinientos nueve (509) resultados. Se filtraron primero por área temática, considerando ingeniería, negocios y gestión, ciencias de la decisión y otros. Se analizaron aquellos relacionados con Gestión Visual o términos afines como tableros, métricas, *dashboards* y otros relacionados con VM, concentrándolos hasta obtener doscientos veintinueve (229) documentos bibliométricos. Se discriminó por el título de la fuente, seleccionando aquellos relacionados con construcción, obra civil y edificación, resultando en ciento dieciocho (118) documentos. Se revisaron uno por uno para determinar su aporte al tema, también se buscaron en revistas electrónicas. Cabe mencionar que se complementaron con las publicaciones de artículos del International Group for Lean Construction (IGLC), una referencia obligada a nivel internacional en *Lean*.

2.4 Etapa3: Análisis Cuantitativo

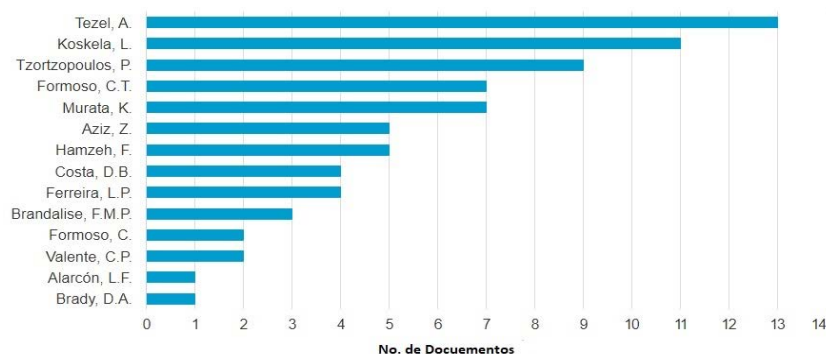
Una vez analizada la literatura, se presenta de forma visual en un gráfico de anillo. De acuerdo con la gráfica siguiente, podemos apreciar que la gran mayoría del tema investigado se encuentra en *papers* de conferencias, con más del 70%, y tiene poca presencia en libros, revistas y artículos.



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a los autores, podemos destacar que solo 5 investigadores tienen más de 5 publicaciones sobre el tema investigado, lo que indica una escasez de investigación teórica en gestión visual.

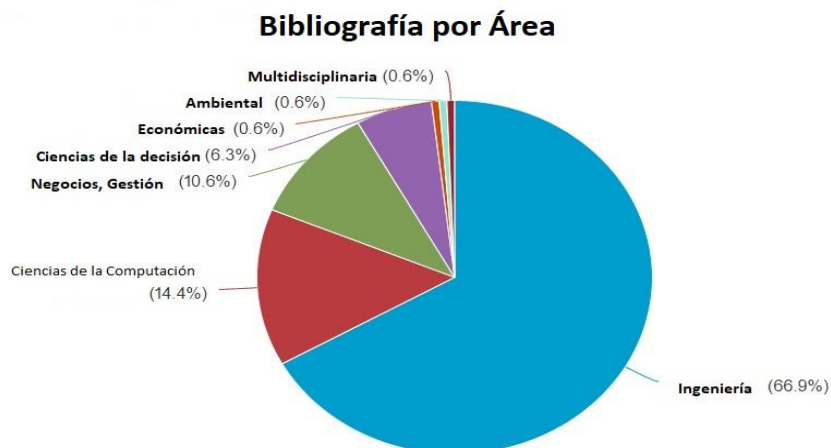
Gráfica 2
Tipo de documentos de la bibliografía por autor de Gestión Visual
Bibliografía por Autor - 15 autores



Fuente: Elaboración propia.

En el área de especialidad, se excluyeron los temas de salud, computación y otros que no están relacionados con la industria de la construcción, con el objetivo de enfocarse adecuadamente.

Gráfica 3
Tipo de documentos de la bibliografía por área de Gestión Visual



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al periodo de investigación de la literatura, podemos mencionar que desde el año 2013 ha habido un alto interés por el tema de Gestión Visual en la industria de la construcción, alcanzando su pico en 2019 y experimentando una disminución en los últimos años.

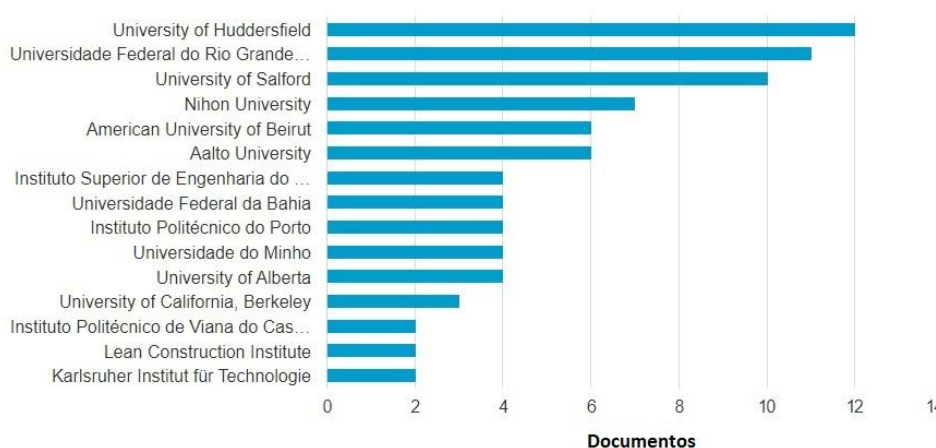
Gráfica 4
Tipo de documentos de la bibliografía por año de Gestión Visual



Fuente: Elaboración propia.

Las universidades europeas tienen un mayor impacto en la publicación del tema investigado, se destaca el Reino Unido con la participación de dos universidades que abarcan la gran mayoría de las publicaciones. En América, Brasil sobresale, y en el continente asiático, la universidad Nihon en Japón es destacada. La gráfica que a continuación se presenta resume esta información.

Gráfica 5
Tipo de documentos de la bibliografía por Universidad de Gestión Visual
Bibliografía comparando los 15 afiliados destacados



Fuente: Elaboración propia.

2.5 Estado de Conocimiento: Información relevante

En estos tiempos de gran incertidumbre debido a las adversidades económicas y la brutal pandemia que afectó la salud de las personas, debemos recordar la célebre frase de Winston Churchill: “nunca dejes que una buena crisis se desperdicie”. Por lo tanto, debemos considerar el presente y futuro de la vivienda en México. De acuerdo con el reporte de EXPOCIHAC-Infomarkets (2022), en una entrevista con el Lic. Gonzalo Méndez, presidente de CANADEVI Nacional, se destaca que nuestra actividad es esencial, pero debido a la pandemia de COVID-19, dependemos de la reactivación del empleo para adquirir vivienda. Además, “para el 2022, de acuerdo con el Plan Estratégico y Financiero 2022-2026 del Infonavit, se estima la colocación de 331,309 créditos a través de la Línea II Adquisición de Vivienda”. Uno de los mayores retos es mantener el crecimiento de la producción y su financiamiento de manera paralela.

La emergencia sanitaria detonó la urgencia de contar con vivienda adecuada para su uso en esta crisis de salud. Según una encuesta realizada por el INEGI (2022) con sus afiliados, la nueva demanda de vivienda es una realidad que perdurará por muchos años. Se deben evaluar e implementar nuevos esquemas financieros y estructurales, ya que la mayor parte de los trabajadores registrados, en 2020, están en el rango de 1 a 4 salarios mínimos, lo que genera un nicho de vivienda económica que implica encontrar mecanismos y estrategias para adquirir vivienda nueva. La importancia de reactivar la industria de la construcción radica en que impulsa 31 de las 42 ramas económicas generales y genera empleo para cada 6 de cada 100 mexicanos, permitiendo así un crecimiento económico en el país.

En el caso del sector inmobiliario (EXPOCIHAC-Infomarkets, 2022), sus perspectivas, según la Lic. María José Fernández, directora general de la Asociación de Desarrolladores Inmobiliarios (ADI), muestran que este sector fue uno de los más afectados por la pandemia. De 2019 a 2021, el mercado cayó un 65% en el segmento residencial plus, un 30% en el residencial y un 75% en el medio, debido a la desaceleración económica mundial y nacional. La industria está afrontando un aumento en los costos de materiales y una variación en el tipo de cambio, por lo que es probable que el precio de las viviendas se incremente. Fernández concluye que se invertirá alrededor de 19 mil millones de dólares en la construcción y desarrollo de proyectos inmobiliarios en 2021 y 2022, proyectos que están detenidos por el coronavirus en México.

Es importante mencionar que el desacuerdo entre Rusia y Ucrania en 2022 derivó desafortunadamente en una guerra, lo que afectará todos nuestros sistemas macroeconómicos en diferentes escalas, perturbando significativamente la industria de la construcción e impactando en nuestro tema de investigación.

De acuerdo con Sir Egan (1998), el aprendizaje sostenido de la mejora continua es posible al unir toda nuestra energía para entender el valor que necesita nuestro cliente. Por lo tanto, debemos estar capacitados para identificar el desperdicio y la mala calidad. Sabemos que no es fácil, pero debemos mantener un progreso significativo en nuestra industria de la construcción.

El paquete económico 2022 para México, según CEESCO (2021), trata de fortalecer la economía afectada por la pandemia mediante medidas de austeridad y bienestar para la población. Se espera que a finales de 2021 se reactive la actividad económica, consistente con las tendencias globales de desaceleración y disminución del repunte posterior a la pandemia. Con la entrada en vigor del T-MEC en 2020, se asegura el libre comercio en América del Norte (E.U.A., Canadá y México), lo cual augura una estabilidad a largo plazo. Es importante recalcar que pueden existir riesgos latentes, como choques macroeconómicos externos y otros factores imprevistos.

De acuerdo a los datos de CEESCO-CMIC (2022), en el primer bimestre de 2022, el total de la construcción disminuyó un 1.9%. Sin embargo, la producción de las empresas constructoras tuvo una recuperación del 7.6% en comparación con 2021. La inversión bruta en construcción nacional en 2022 muestra una recuperación anual del 10%. En cuanto a la inflación, el índice de precios al consumidor general fue del 7.45%, mientras que la inflación en la construcción fue del 14.10%, registrando una diferencia superior del 6.65%. Esto se debe al incremento de precios de insumos de la construcción, con una variación porcentual del 15.57%, impactado, entre otros factores, por el aumento en los precios del aluminio, gasolina y diésel.

2.6 Características propias de la Industria de la construcción

El escenario económico internacional en la industria de la construcción, debido a la pandemia en 2021, dificultó su reactivación y reapertura progresiva en todo el mundo. China tuvo un pequeño decremento en la variación porcentual real de 2018 a 2019, que afectó negativamente durante la pandemia de 2020, alcanzando un 2.3%. Sin embargo, se recuperó en 2021 con el mayor crecimiento mundial, alcanzando un 18.3%. En contraste, México tuvo un decremento de 2018 a 2019, y en 2020, el año de la pandemia, cayó hasta un 8.1%, por debajo de la media mundial, véase la tabla que a continuación se presenta.

Tabla 1
Crecimiento económico de 2018 a 2021 en diferentes países
Crecimiento Económico
 (Var % real tasa anual)

Variación % Real Anual contra el mismo período del año previo				
País	2018	2019	2020	2021 ^{1T}
1. Alemania	1.5%	0.6%	- 4.9%	3.5%
2. Reino Unido	1.4%	1.5%	- 9.9%	7.5%
3. Francia	1.7%	1.2%	- 8.3%	0.4%
4. Japón	0.8%	0.7%	- 4.8%	2.8%
5. China	6.6%	6.1%	2.3%	18.3%
6. Estados Unidos	2.9%	2.3%	- 3.5%	6.4%
7. Brasil	1.1%	1.1%	- 4.1%	1.0%
8. Argentina	- 2.5%	- 2.2%	- 9.9%	2.4%
9. Chile	4.0%	1.1%	- 5.8%	0.5%
10. México	2.0%	- 0.3%	- 8.1%	**9.5%



Cámara Mexicana de la
Industria de la Construcción

1T: Primer Trimestre

n/d: no disponible ** primer semestre 2021

Fuente: CEESCO-CMIC

Conforme a McKinsey (2020), la construcción tiene un papel crucial en la recuperación económica pospandemia. El COVID-19 afectó a 2.5 millones de personas hasta abril de 2020, y la construcción representa el 13% del PIB mundial. Recordemos que en muchos países las obras de construcción fueron restringidas o cerradas, lo que hizo caer sus índices financieros. Es poco probable un rápido retorno a la normalidad, lo que afecta la ley de la oferta y la demanda. De acuerdo con las medidas o iniciativas que se deben considerar para estimular un cambio pospandemia, se deben tomar en cuenta siete acciones:

1. Acelerar y adoptar la digitalización.
2. Invertir en capacitación y cultura para operar en la nueva normalidad.
3. Gestionar una estructura óptima de control.
4. Fortalecer y consolidar la cadena de suministros.
5. Optimizar el capital y los recursos.
6. Identificar nichos de nuevas oportunidades.
7. Mantenerse cerca de los clientes actuales y futuros.

Asimismo, en este artículo (McKinsey and Company, 2020) se mencionan tres acciones importantes que se relacionan con el tema investigado:

1. Analizar y diseñar un modelo de Gestión Visual.

2. Crear una encuesta que permita conocer el estado actual de la Gestión Visual a través de un estudio de caso en seis ciudades, acompañado de una *Auditoría Visual Gemba* para validar las respuestas.
3. Validar el modelo bidimensional de Gestión Visual con la metodología de *focus group*, asegurando que los conceptos tengan aplicación real en la construcción de vivienda y cumplan con filosofía *lean construction*.

Es fundamental invertir tiempo en capacitación y cultura para operar bajo la filosofía *Lean construction*, utilizando ayudas visuales para mejorar la comunicación y buscando una estructura óptima de control de Gestión Visual.

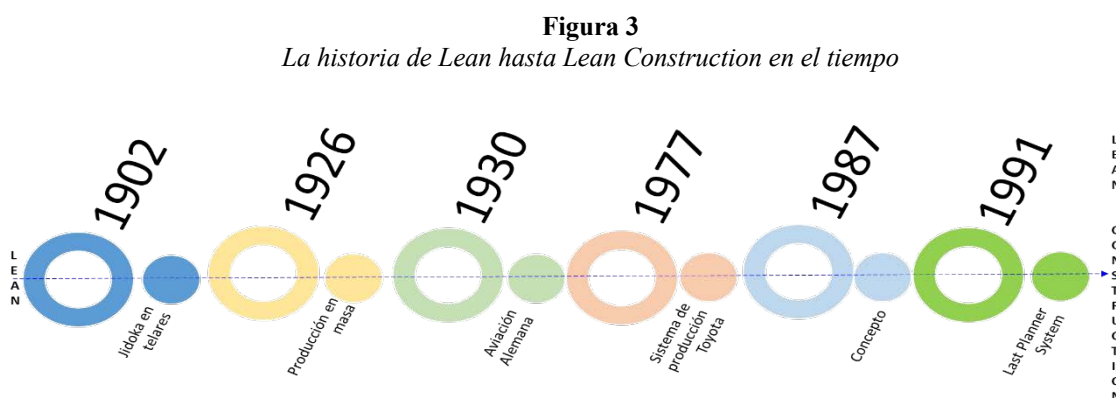
En 1998, un grupo de trabajo presentó el informe Egan para la industria de la construcción, identificando la necesidad de mejorar y modernizar, abordando la insatisfacción del cliente y la fragmentación de la industria. Propusieron cinco impulsores del cambio para repensar la construcción: 1) Liderazgo comprometido, 2) Enfoque en el cliente, 3) Procesos y equipos integrados, 4) Agenda basada en la calidad, y 5) Compromiso con las personas. Además, se estableció la importancia de fijar objetivos de mejora, medir el progreso y evaluar el alcance de las mejoras. Sir John Egan afirmó: “no estamos invitando a la construcción del Reino Unido a ver lo que ya hace y hacerlo mejor; estamos pidiendo a la industria y al gobierno que se unan a los principales clientes para hacerlo de manera completamente diferente” (Sir John Egan, 1998). En síntesis, este informe se propone repensar la construcción, destacando la importancia de los procesos y equipos integrados, apoyados en la Gestión Visual, para establecer objetivos de mejora, medir su progreso, logros y alcance.

En 1999, se implementaron 10 indicadores clave de desempeño desarrollados por un grupo de asociaciones (Murray, 2003a), entre las cuales se incluyen: Construction Industry Board (CIB), Department of Environment, Transportation and Regions (DETR), Movement for Innovation (M4I), Construction Best Practice Programme (CBPP), y Confederation of Construction Clients (CCC). Estos indicadores se utilizan para evaluar proyectos en términos de costos de construcción, tiempo de construcción, predictibilidad del costo, predictibilidad

del tiempo, defectos, satisfacción del producto y satisfacción del servicio; y para las empresas, se evalúa rentabilidad, productividad y seguridad.

2.7 Antecedentes históricos de la filosofía *Lean*

El nacimiento de la filosofía *Lean* se originó en la empresa japonesa Toyota en la industria automotriz, bajo el liderazgo de Taiichi Ohno. Se puede observar el desarrollo histórico en la siguiente gráfica:



Fuente: Elaboración propia.

En 1990, en la Universidad de Stanford en California, se acuñó el término *Lean* para la industria de la construcción, destacando el estudio "aplicación de la nueva filosofía de la producción a la construcción" de Lauri Koskela. Posteriormente, se integró la metodología del Sistema del Último Planificador (Last Planner System), desarrollada específicamente para la industria de la construcción por Glen Ballard y Greg Howell, debido a sus condiciones particulares como la variabilidad en los productos terminados, la singularidad de cada obra, la falta de un entorno controlado, entre otros. Esta metodología fue posteriormente adoptada en otras industrias.

Lean representa el nuevo sistema de producción ajustada, que evolucionó desde la producción artesanal inicial hasta el sistema de producción en masa en los últimos 250 años, impulsado por cambios económicos, tecnológicos y naturales que demandan adaptación constante (Pons & Rubio, 2021).



Fuente: Pons & Rubio (2021).

Lean es una cultura o filosofía que promueve una forma distinta de trabajo en el proceso constructivo, abarcando el diseño, la construcción y el mantenimiento, e involucrando a arquitectos, diseñadores, ingenieros y técnicos de la industria de la construcción. De acuerdo con Womack et al. (1990) en el libro *"The Machine That Changed the World"*, se implementa la gestión para reducir costos, aumentar la calidad y mejorar la seguridad, definiendo esta metodología bajo el nombre de *"Lean"*.

La construcción tiene características de producción distintas. Implementar la construcción esbelta representa una mirada hacia el futuro y representa la vanguardia del pensamiento *Lean*, transformando dinámicamente la construcción. Según la investigación de Ballard y Howell (1998), "debemos aprender a manejar la incertidumbre, la complejidad y la rapidez dentro de las condiciones propias de la construcción, que incluyen las características del sitio, la singularidad del producto y la organización temporal".

La construcción es un impulsor económico mundial, desafortunadamente, se caracteriza por un bajo nivel de productividad e innovación. Aunque los métodos tradicionales son efectivos, carecen de la sistematización en la recolección de datos, la planificación precisa de los tiempos y la observación directa *in situ*. Esto impide una

recolección de datos transparente, confiable y actualizada, evidenciando la falta de investigación y la escasa adopción de tecnologías digitales (Barbosa & Costa, 2021).

La metodología esbelta se fundamenta en los siguientes principios clave: especificar el valor del producto, adecuar los métodos operativos, caracterización de objetos reales, producción justo a tiempo y búsqueda de la excelencia. Sin embargo, la implementación de estos procesos es costosa, lo cual implica la necesidad de sistemas amplios para adaptar las herramientas esbeltas a la industria de la construcción (Al-Sudairi et al., 1999).

Ranky (2007) presenta un enfoque basado en reglas para diseñar artículos, métodos, sistemas de producción e industrias flexibles y sostenibles, centradas en *monozukuri*, con un impacto en la reducción del desperdicio, la creación de nuevas oportunidades y una respuesta dinámica a las necesidades del mercado. Conforme a Davison (2012), la revisión de la literatura determina que lo visual es un nicho poco explorado para investigadores y organizaciones cualitativas en gestión, aunque actualmente está experimentando un desarrollo rápido.

Viana et al. en *Lean Production* (2014) subraya la importancia de desarrollar dispositivos visuales fáciles de comprender dentro de una organización. Estos dispositivos facilitan la gestión compleja de los sistemas de producción de ingeniería bajo pedido, como el diseño, la fabricación y el montaje en el sitio, en un entorno de múltiples proyectos. La medición del desempeño es crucial para la gestión empresarial, pero evidencia una falta de conocimiento en el tema; su medición constituye una tarea compleja. Una forma de abordarlo es implementando tableros de desempeño para monitorear un conjunto de indicadores a través de un modelo o interfaz. Barth y Formoso (2008) proponen los siguientes lineamientos para los cuadros de mando de gestión de la producción:

- a) Criterios para evaluar la efectividad de los tableros.
- b) Mecanismos para involucrar a los diferentes niveles gerenciales en el uso de los tableros.
- c) Lineamientos para la implementación de tableros.

Conforme a Ayats (2015), la filosofía *Lean* se divide en dos etapas: la primera es que el personal humano no falla, sino que falla el sistema. La segunda es que, si el capital humano se compromete, mejora la producción de una obra y de la empresa.

2.8 Lean Construction

En los años 90, se creó el grupo internacional de construcción IGCL en la Universidad de Stanford (California, EE.UU.), lo cual generó el inicio y la adecuación de la filosofía *Lean* al nicho de la construcción. Según la tesis de doctorado de Ballard (2000) en la Universidad de Birmingham, se propone el control de proyectos incentivando la planificación y la preocupación de la dirección de proyectos en construcción. En esta tesis, se implementa la planificación como fundamento especializado para la industria de la construcción, detonando el concepto de *Lean Construction*.

De acuerdo con Ballard (2000), en la industria de la construcción, los proyectos operan con un 55-60% de desconfianza en la finalización de las tareas planeadas, lo que indica que, de los procesos constructivos planeados en una semana, sólo se concluyen un poco más de la mitad, lo cual es preocupante. Asimismo, Pons y Rubio (2019) sugieren que las empresas están en el proceso de la cuarta revolución industrial, mientras que en el ámbito profesional ya se exige la robotización, el uso de drones, impresoras 3D, realidad aumentada, entre otros, es decir, están en la quinta revolución industrial. En nuestro nicho de *Architecture, Engineering and Construction* (AEC), y específicamente en construcción, la implementación de la metodología *Lean Construction* es aún muy limitada.

De acuerdo con *Organization Constructing Excellence* (2004), el concepto de *Gestión Lean* debe enfocarse en el valor y no en el costo, como tradicionalmente se hace, descartando los conceptos que no generan valor en el flujo de producción y optimizando aquellos que sí lo generan para su seguimiento y control.

Lean Construction considera, en términos generales, los principios de Toyota Way, basados en el TPS, cuyo fundamento se encuentra en el libro de Liker (2004), para la industria de la construcción. Este enfoque se estructura en cuatro etapas: el modelo filosófico, el

modelo del proceso, el modelo de colaboradores y socios, y el modelo de resolución de problemas, abordando también aspectos técnicos y sociales que, por ejemplo, son muy usados en China (Gao, 2014).

2.9 Gestión Visual

El proceso de comunicarse con imágenes existe desde el primer hombre de las cavernas que se expresó dibujando al mundo en las paredes de las cuevas. Estos dibujos pueden interpretarse para entender las condiciones en las que vivía sin necesidad de seguir instrucciones formales (Tezel, 2011). El lado derecho de nuestro cerebro reconoce imágenes, funciona de forma más rápida y hace correlaciones más ágiles que el lado izquierdo, además, el lado derecho registra información de manera más eficaz (Greif, 1991). En la construcción, mediante el método tradicional, el manejo del costo de la estimación es la base principal. Esta se divide en conceptos que se componen de elementos integrados por los costos de materiales y la mano de obra necesarios, los cuales se pueden pronosticar (Koskela, 1992).

La percepción visual ofrece una comprensión más precisa de la realidad, ya que está dirigida a un grupo de personas y no de forma individual. Esto es una cuestión de cultura organizacional para compartir información. Los mensajes visuales se vuelven más convincentes y objetivos. "Un gráfico que muestra un indicador en forma de curva parece más real que el clásico memorándum", por lo tanto, la comunicación visual permite dar un significado a un proceso que sea observable de forma directa para todos. La abundancia de información caracteriza la Gestión Visual. Por ejemplo, al tener objetivos de productividad, calidad, instrucciones de trabajo precisas, círculos de calidad y satisfacción del cliente, es importante hacerlos visibles, ya que es difícil negar los resultados (Greif, 1991).

Los símbolos, señales, colores, sonidos y olores transmiten información y limitan nuestras acciones. Por ejemplo, marcas en el piso y líneas de colores en el sitio de construcción direccionan la circulación de visitas, el transporte de materiales y personas, o tarjetas de colores que se usan en la construcción para señalar el inventario de material, entre otras funciones (Tezel, 2011). La fábrica visual se compone de ayudas de información simples y precisas, como imágenes que ilustran procesos, códigos de colores, letreros,

gráficos y luces de colores (rojas, amarillas y verdes) en máquinas y estaciones de trabajo. También incluye marcadores y sistemas de soporte multimedia interactivos para entender el funcionamiento de la fábrica. Para Ranky (2007), "la clave aquí es la cultura de compartir voluntaria y abiertamente en lugar de ocultar".

El objetivo principal de la Gestión Visual es hacer que la información sea accesible y fácil de entender para todos los integrantes del proceso, facilitando la toma de decisiones (Koskela, 2001). En China, basándose en entrevistas de casos prácticos y comparando con el modelo teórico del *Toyota Way*, se encontraron resultados que evidencian una gran brecha entre la teoría y las prácticas implementadas en la construcción, lo cual representa un desafío significativo (Gao, 2014). El uso de herramientas y metodologías visuales incrementa la transparencia en los sitios de construcción, reduce el tiempo y los errores humanos al añadir capas informativas visuales sobre los procesos de trabajo y la autogestión (Galsworth, 1997).

La Gestión Visual en Brasil forma parte del desarrollo *Lean*, aplicándose ampliamente con controles visuales. Sin embargo, el concepto a menudo se interpreta de manera vaga y se confunde con diferentes enfoques de gestión. Aunque los gerentes encuentran estas herramientas útiles, a veces se aplican sin considerar adecuadamente sus propósitos, siendo percibidas como parte de la "iniciativa de construcción ajustada". La facilidad económica es una característica clave de estas herramientas visuales, las cuales facilitan la comprensión visual y apoyan la comunicación efectiva con una fuerza laboral con poca educación formal. Es crucial considerar las opiniones de los trabajadores y enfocarse en la transparencia del proceso, explicando los efectos de su implementación y profundizando en la cultura de percepción del trabajador en los sitios de construcción (Koskela, et al., 2010).

Cuando entras en una industria y encuentras instrucciones, horarios, resultados y fotografías de los logros y el progreso del grupo, significa que la comunicación visual está implementada. La exposición de resultados juega un papel crucial en la comunicación visual, ya que representa un compromiso público. Esta forma de involucramiento entre el personal y el acceso público es esencial. La comunicación visual fomenta la interacción tanto dentro de un grupo reducido como en toda la organización, promoviendo cohesión e integración.

Los mensajes visuales transmiten dos aspectos importantes: visibilidad dentro de una actividad específica que involucra a todos y los hace responsables públicamente. Estos mensajes deben permitir que tanto los participantes como los observadores vean las mismas realidades de manera objetiva, sin culpas (Greif, 1991).

La Gestión Visual en algunas organizaciones se esfuerza por ser considerada como inteligente en relación con los procesos de producción, proporcionando una sensación de seguridad, protección y contexto a los clientes. Esto contribuye a fortalecer su posición en el mercado al mostrar los resultados operativos. Cuando falta información, los empleados confían menos entre sí, lo que crea una sensación de falta de poder y puede llevar a preocupaciones por cometer errores (Galsworth, 1997).

Es crucial considerar la interrelación de todas las prácticas de Gestión Visual en la construcción para mejorar la calidad, la productividad, la integración y reducir los desperdicios. Esto implica involucrar a todos los departamentos, incluyendo la cadena de suministro (Boyle, 2010).

De acuerdo con Greif (1991), la dinámica circular de la comunicación visual en los estándares involucra la estandarización inicial (fácil de interpretar), la adherencia (documentación), la observación (resultados) y la modificación (ideas de mejora). Por otro lado, la comunicación visual debe ser simple, precisa y completa de manera integral, utilizando símbolos o colores en lugar de texto extenso.

La Gestión Visual, conocida como *Visual Management* (VM) en inglés, forma parte de las técnicas y metodologías fundamentales de gestión *Lean*. La *Highways Agency* del Reino Unido la define como: "Lean Visual Management se centra en la comunicación y permite a los equipos mejorar su rendimiento a lo largo del tiempo. Esto implica llevar a cabo las siguientes tres acciones que, en conjunto, proporcionan una base sólida para la mejora continua del equipo: 1) Utilización de paneles o dispositivos visuales. 2) Realización de reuniones de pie (rutinas diarias). 3) Búsqueda constante de la mejora continua; mediante la

medición de rendimientos e indicadores clave, y el monitoreo y revisión del desempeño del equipo" (Pons, 2019).

Brady (2014) y otros autores (Imai, 1997; Chua et al., 1999; Koskela, 1992) sostienen que las diversas definiciones de Gestión Visual coinciden en que tiene como objetivo proporcionar información que sea fácilmente accesible para todas las partes involucradas en el proceso, mejorando así la toma de decisiones. Así, *Visual Management* (VM) utiliza herramientas como *andon*, que emite luz ante desviaciones detectadas, *Kanban* para satisfacer la demanda del cliente, y tableros *5S* para ubicar y estandarizar herramientas. Sin embargo, faltan programas visuales simples, eficaces y oportunos que promuevan la transparencia entre los subcontratistas y permitan un control eficiente de la producción (Barth et al., 2019).

Aplicar un modelo de Gestión Visual basado en la metodología *Lean* en construcción es crucial para integrar completamente tanto la estructura como el proceso, considerando las interacciones entre las partes individuales. En la revisión de la literatura, la aplicación de *Lean* a menudo se confunde con la implementación de un conjunto de herramientas en la práctica. Por lo tanto, es importante aplicar una solución de Gestión Visual con la metodología *Lean* para identificar verdaderamente el desperdicio y alcanzar altos niveles de mejora continua (Brady, 2014). De esta manera, la comunicación en el lugar de trabajo aumenta significativamente con la Gestión Visual. Este medio de información facilita una mayor transparencia laboral y la capacidad de identificar anomalías y desviaciones, lo que promueve la mejora continua en el entorno laboral (Imai, 1997; Liker, 2004).

El concepto de Gestión Visual debe entenderse como un proceso que proporciona mayor disponibilidad de información para las personas, facilitando la toma de decisiones con menos interrupciones y de manera más segura en el contexto de la industria de la construcción, que lamentablemente está marcada por la incertidumbre. Actualmente, la Gestión Visual se considera secundaria y se confunde con diversas herramientas visuales. En la literatura sobre Gestión Visual, hay pocos autores destacados. Los documentos más cercanos provienen de conferencias relacionadas con la construcción ajustada, investigando

y aplicando mejoras en los rendimientos de la construcción. Sin embargo, estos estudios suelen limitarse a la adaptación de conceptos, principios, métodos y herramientas, sin abordar integralmente los antecedentes teóricos ni la diversidad de implementaciones y aplicaciones en la industria de la construcción (Tezel, 2011).

De acuerdo a Brady (2014), en la literatura sobre Gestión Visual se han identificado brechas en su aplicación, específicamente en la planificación y control en la construcción, así como en el desarrollo de un modelo de Gestión Visual para la producción, planificación y control en la construcción de plantas eléctricas y remodelación de obras. Por otro lado, Tezel (2011) propone una taxonomía para la aplicación e implementación de la Gestión Visual. Liker (2004) presenta 14 principios para la gestión *Lean*, donde la Gestión Visual se considera un componente importante. En un estudio exploratorio realizado por Formoso (2002) en Brasil e Inglaterra, se identificó un alto potencial para implementar la Gestión Visual y mejorar la transparencia en la construcción. Sin embargo, se observaron dificultades debido a la variabilidad del entorno, los constantes cambios en el diseño que requieren ajustes y reacondicionamiento de dispositivos visuales, y la falta de conocimiento y gestión eficiente de los sistemas de producción. Esto resalta la necesidad de formación y experiencia en los beneficios de la Gestión Visual para transparentar sus impactos y fomentar el benchmarking entre empresas de alto rendimiento.

De acuerdo a Galsworth (1997), el grado de control visual debe progresar a través de: a) indicadores visuales, b) señales visuales, c) control visual, d) garantía visual, donde el uso del color es crucial para los contornos y la transparencia. Koskela (1992), por su parte, propone seis enfoques para aumentar la transparencia visual, que incluyen: 1) reducir la interdependencia en las unidades de producción, 2) utilizar dispositivos visuales, 3) hacer que los procesos sean directamente visibles, 4) integrar información del proceso, 5) mantener el lugar limpio y ordenado, y 6) generar métricas visuales.

Greif (1991) propone ocho puntos para la Gestión Visual en fábricas: 1) comunicación visual, 2) territorio de equipos, 3) documentación visual de la producción, 4) control visual

de la producción, 5) control visual de la calidad, 6) indicadores visuales de la producción, 7) hacer visibles los progresos, y 8) control visual de la fábrica.

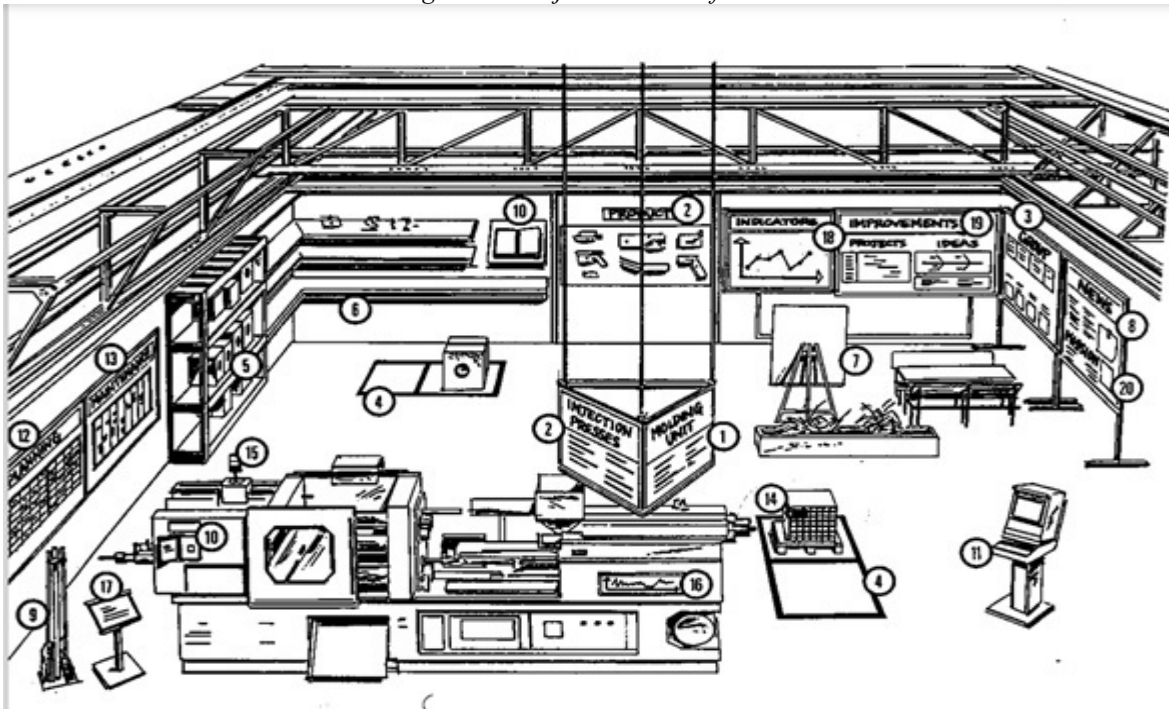
La Gestión Visual en México se aplica de diversas formas, aunque muchas veces sin reconocer que forma parte integral del *Lean Construction*. En el sector de la vivienda, muchas empresas utilizan tableros, diagramas, señales, entre otros métodos, como herramientas para medir los resultados de los procesos y los rendimientos. Generalmente, esto se hace con la intención de controlar los costos y evitar desviaciones en materiales, mano de obra y maquinaria respecto a lo presupuestado. Algunas empresas constructoras de vivienda incluso han implementado sistemas como *Enterprise Resource Planning* (ERP) para gestionar la contabilidad fiscal y el control de obra.

2.10 Gestión Visual como base de control

Greif (1991) propone cinco puntos clave para una exitosa aplicación de la comunicación visual: establecer metas claras para mantener a todos informados simultáneamente, cambio cultural necesario, es decir, pasar de una actitud de monopolio a compartir información, diseñar un plan integral en donde la dirección establece contexto y orientación sin imponer, crear una necesidad en donde el medio visual se convierte en la herramienta más sencilla y efectiva para resolver problemas y, por último, asegurar la implementación asegurando una visión de mejora continua.

Diferentes investigadores proponen diversas propuestas para el entorno visual del lugar de trabajo según sus nichos industriales específicos. En esta investigación, se compararán, discriminarán e identificarán similitudes para su consideración. Greif (1991), por ejemplo, sugiere aplicaciones específicas de Gestión Visual en entornos fabriles, argumentando que "sería paradójico hablar de comunicación visual sin respaldarse en una imagen". Esto debe adaptarse adecuadamente a cada tipo de industria, considerando sus restricciones y estructuras operativas, tal aseveración se respalda en la figura 5.

Figura 5
Lugar de trabajo visual en la fábrica



El territorio de los equipos

- 1. Identificación del territorio
- 2. Identificación de actividades, recursos y productos
- 3. Identificación del equipo
- 4. Marcas en el suelo
- 5. Marcado de herramientas y racks
- 6. Área técnica
- 7. Área de comunicación y área de descanso
- 8. Información e instrucciones
- 9. Pulcritud (escoba)

Documentación visual

- 10. Instrucciones de fabricación y procedimientos técnicos.

Control de producción visual

- 11. Terminal de computadora
- 12. Programa de producción
- 13. Programa de mantenimiento
- 14. Identificación de inventarios y trabajos en proceso

Control de calidad visual

- 15. Monitoreo de señales para máquinas
- 16. Control de proceso estático (SPC)
- 17. Registro de problemas

Visualización de indicadores

- 18. Objetivos, resultados y diferencias

Progresos de renderizado visibles

- 19. Actividades de mejora
- 20. Proyecto de la empresa y declaración de la misión

Fuente: Greif (1991).

De acuerdo con Galsworth (1997), la Gestión Visual se lleva a cabo mediante sistemas integrados con herramientas visuales diseñadas para el comportamiento humano, que incluyen:

1. Indicadores visuales, que proporcionan información de manera clara.
2. Señales visuales, que señalan y atraen la atención mediante estímulos visuales.

3. Controles visuales, que controlan y limitan la respuesta humana.
4. Garantías visuales, que aseguran una única respuesta para evitar errores humanos.

Figura 6
Herramientas visuales



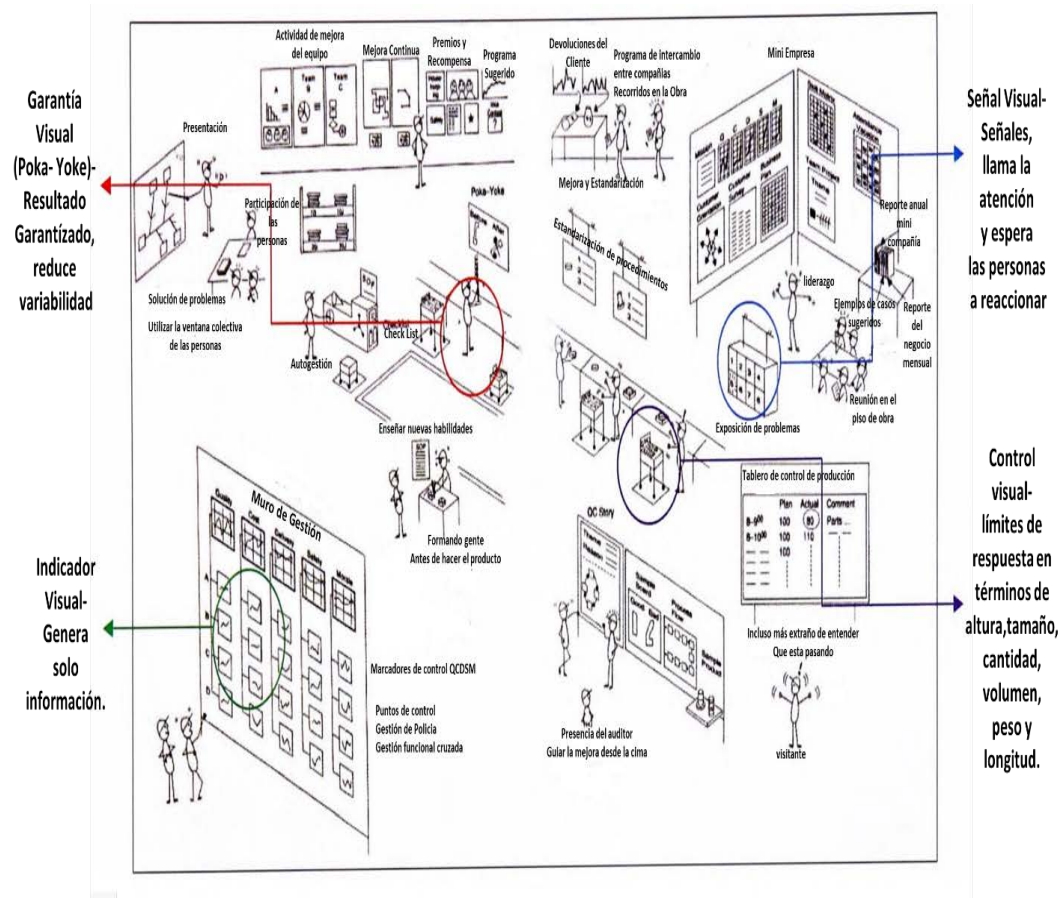
Fuente: Galsworth (1997).

Tezel (2011) establece que el lugar de trabajo visual debe considerar los diferentes roles en la producción. Se presentan como herramientas visuales integradas por áreas y con diversas dimensiones, adaptadas a la cultura del país (ver Figura 6). Se observan los siguientes principios: Indicadores Visuales, Señales Visuales, Control Visual y Garantías Visuales, los cuales fueron mencionados anteriormente. Además:

- a) Identificación de la causa raíz de los problemas mediante el diagrama de Ishikawa.
- b) Trabajo en equipo, integración y apropiación de los procesos buscando la perfección.
- c) Aplicación de la metodología del proceso de Mejora Continua.
- d) Mejora y estandarización de procesos.
- e) Uso de tableros con resultados.
- f) Fomento de la autogestión y la capacitación.
- g) Utilización de tableros o muros de gestión.
- h) Exposición de problemas.

Es importante recalcar que la Gestión Visual se presenta como herramientas visuales integradas por áreas con diferentes dimensiones, combinadas con codificación de colores, y deben adaptarse a la cultura del país.

Figura 7
Un Taller Visual



Fuente: Galsworth (1997).

2.11 Funciones aplicadas de Gestión Visual en Construcción

De acuerdo con Brady (2014), las funciones aplicadas en la Gestión Visual en la construcción son: 1) Kanban, 2) Last Planner System, 3) Andon, 4) Tablero Heijunka, y 5) Poka Yoke.

Por su parte, Tezel (2011) determina las siguientes herramientas: I) 5S, II) Kanban, III) Estandarización de los elementos del lugar de trabajo, IV) Tablero Heijunka, V) Andon,

y VI) Poka Yoke. Además, en su taxonomía, incluye: VII) Distribución y cercado del sitio, VIII) Almacén, IX) Ascensores, X) Extracción de la producción a través de Kanban, XI) Nivelación de producción mediante el Tablero Heijunka, XII) Calidad en la estación (Jidoka) a través de Andon, XIII) Creación de prototipos, muestreo, señales visuales, facilitadores de trabajo visual, XIV) Gestión visual improvisada, XV) Gestión del rendimiento a través de la gestión visual, XVI) Distribución de información de todo el sistema, XVII) Gestión de recursos humanos, XVIII) Gestión de la seguridad y la salud, y XIX) Prefabricación in situ.

Es importante mencionar que dentro de la metodología *Lean*, y en particular en la Gestión Visual, existen diversas herramientas genéricas y específicas para la construcción. Las herramientas específicas para la Gestión Visual en construcción propuestas son: 1) Last Planner System (LPS) o sistema del último planificador, 2) *Lean* BIM, 3) Desperdicios, 4) Metodología 5S (cinco eses), 5) Estandarización de Procesos, 6) Informe A3 Soluciones causa-raíz, 7) Tablero SPQD, 8) Mejora continua Kaizen, 9) Andon, 10) Poka Yoke, entre otros. A modo de ejemplo, se mencionarán las prácticas *Lean* aplicadas a la Gestión Visual.

2.11.1 Last Planner System

En la industria de la construcción, existe una gran deficiencia en la planeación, que se refleja en atrasos y, como consecuencia, un costo adicional por no cumplir en tiempo y forma. En la construcción de viviendas, esto se traduce en un alto costo para resolver los vicios ocultos de posventa, los cuales deben ser resueltos antes de la entrega de la vivienda.

El Last Planner System (LPS) fue desarrollado por Ballard y Howell en los años noventa para aplicar la filosofía *Lean* al mundo de la construcción. Koskela (1992a) propone los siguientes principios para el LPS:

1. Tareas empaquetadas o kits completos, que cuentan con todos los recursos necesarios para su ejecución.
2. Todas las tareas se miden y supervisan con métricas relacionadas.
3. Identificación de las causas por las que no se ejecutó el proceso planeado.
4. Asignación adecuada de tareas con el personal adecuado en número para trabajos en equipo.

5. Planeación adelantada de 3 a 4 semanas para solventar restricciones y asegurar espacios óptimos en el flujo de materiales.

De acuerdo con Ballard (2000), el control de los proyectos se ha centrado tradicionalmente en la detección de desviaciones después de la ejecución del proceso constructivo. En su tesis doctoral, Ballard define la metodología del Last Planner System, que se enfoca en la gestión y control del flujo de trabajo con una planeación tipo "pull" (jalando). Esta metodología involucra a todas las personas que participan desde el proyecto hasta la operación de la construcción, e implementar un sistema de control de producción con métricas de restricciones y de tareas cumplidas, generando así procesos visuales de calidad y control.

De acuerdo con la fundación del *Lean Construction Institute* (LCI) en 1997, el objetivo del Last Planner System (LPS) es gestionar el flujo de trabajo, como señala Koskela y Ballard (2000). Desafortunadamente, en México, los constructores de viviendas tienden a creer que el LPS es toda la metodología de *Lean Construction*. Esta concepción se reflejará en los resultados del estudio de casos aplicado en esta investigación.

2.11.2 *Lean* BIM

Dos metodologías que se están utilizando en el ámbito de la construcción a nivel mundial son *Lean Construction* y BIM. La combinación de ambas rompe las estructuras tradicionales de construcción, busca romper paradigmas y transformar la industria de la construcción.

En México, existe una iniciativa para la implementación de Building Information Modeling (BIM) en 2026, con el objetivo de fortalecer los proyectos de infraestructura pública. Esta iniciativa busca optimizar los proyectos mediante el uso de información en tiempo real, minimizando problemas o anticipándolos (Secretaría de Hacienda, 2019).

Esta simbiosis *Lean-BIM* tiene la función de estandarizar, sistematizar y optimizar el proceso constructivo, lo cual a medio plazo será una necesidad. Esto podría ser una señal o un llamado de advertencia (Álvarez, 2022).

Desafortunadamente, en el estudio de casos de esta investigación, ninguna de las empresas encuestadas aplica BIM. Esto genera una alarma para la industria de la construcción de viviendas en México, que no se está actualizando con las nuevas herramientas digitales que son tendencia a nivel mundial.

2.11.3 Identificar y Eliminar Desperdicios

En cualquier tipo de proyecto, se generan residuos durante su ciclo de producción. En la construcción, esto es un punto de partida de la filosofía *Lean*, que debe estar inmersa en las fases de diseño, construcción, modificación y demolición.

Los tipos de desperdicios de acuerdo con LeanInn (2021) que debemos identificar y reducir dentro del flujo del proceso constructivo son los siguientes:

1. Espera
2. Defectos
3. Movimiento
4. Transporte
5. Sobreprocesamiento
6. Inventario
7. Sobreproducción
8. Talento desaprovechado
9. Hacer por hacer

El objetivo de la reducción de desperdicios es maximizar el valor. Primero, se deben identificar los desperdicios en el terreno, y segundo, eliminarlos buscando su causa raíz. La Gestión Visual en la reducción de desperdicios es una pieza fundamental que facilita el mapeo del flujo de valor de la producción, buscando minimizar las actividades sin valor agregado (LeanInn, 2021).

En los estudios de casos aplicados en diferentes empresas, se puede interpretar que solo una empresa intentó identificar visualmente el tipo de desperdicios.

2.11.4 Metodología 5S

La política de calidad 5S tiene como objetivo incrementar la productividad, la calidad y la seguridad, con el apoyo del personal. Las 5S se integran en un círculo virtuoso implementado por Takashi Osada y consisten en cinco elementos: Seiri (organización), Seiton (pulcritud), Seiso (limpieza), Seiketsu (estandarización) y Shitsuke (disciplina). La metodología 5S se ha implementado en diversas industrias para mejorar el entorno físico y desarrollar el proceso de pensamiento (Ho y Cicmil, 1996).

Ayats (2015) define la política 5S como el proceso visual para organizar los espacios de trabajo, incrementando la productividad, la seguridad y la calidad de manera ordenada y limpia. Para muchos investigadores, las 5S son el cimiento, la raíz y el inicio de diversos métodos y modelos de gestión, como el pensamiento *Lean*, ISO 9000, Six Sigma, Kaizen, TPM, ISO 14001, TQM, JIT y la mejora continua, de acuerdo con Hirano (1995), IMAI (1997), Ho y Cicmil (1996), Bamber et al. (2000), Zutshi y Sohal (2005), y Suárez-Barrasa y Ramis-Pujol (2012).

Mastroianni y Abdelhamid (2003), Galsworth (2005), Kobayashi et al. (2008) y Hodge et al. (2011) coinciden en que la metodología 5S es fundamental conforme a la filosofía *Lean*. Su objetivo es transparentar el proceso de gestión de la obra de manera visual, con controles visuales para los artículos. Las 5S tienen sistemáticamente una estructura visual que se puede aplicar en diferentes áreas durante el proceso constructivo, como la oficina de campo, los almacenes y diversos procesos constructivos, entre otros (Tezel et al., 2016).

2.11.5 Estandarización de procesos

De acuerdo con las investigaciones de Sussex, Gadde L.-E. y Håkansson H. (2001) y Samuelsson (2006), es crucial minimizar la incertidumbre e incrementar la sistematización y el flujo constante como estrategia y diferenciador para aumentar el valor, la percepción y la satisfacción del cliente. En la misma línea, para fortalecer la confianza del cliente a corto plazo, es imperativo establecer una mayor estandarización de insumos como materiales, productos, procesos, gestión y organización de proyectos (Santos et al., 2002).

En la industria de la construcción en general, y específicamente en la construcción de viviendas, es necesario promover la estandarización de procesos con el fin de establecer un proceso sistematizado. A mediano plazo, esto se convierte en un diferenciador clave que busca la prefabricación en la construcción con el objetivo de alcanzar la excelencia en la calidad del producto final.

En consonancia con esta idea, Koskela (2000) enfatiza que el desarrollo de la construcción debe apoyarse en el preensamblaje y la modulación, elementos fundamentales dentro de la filosofía *Lean* para generar un flujo de valor uniforme. Tam et al. (2007) investigaron los desperdicios en concreto, armaduras, yeso y tejas, logrando reducir los costos hasta un 84.7% al utilizar elementos prefabricados en la construcción.

En términos de estandarización de procesos, Aapaoja y Haapasalo (2014) apuntan que la construcción se caracteriza por bajos rendimientos y productividad, así como grandes desperdicios en comparación con otras industrias. La estandarización de procesos juega un papel crucial al alinear sistemáticamente los procesos, siendo uno de los principales desafíos para mejorar la calidad y homogeneidad en la construcción.

Fernandes et al. (2016) proponen un manual para la estandarización de herramientas y procesos *Lean*, estructurado en base a criterios de otros autores, destacándose por su enfoque en auditorías de procesos. Por tanto, la estandarización de procesos se considera esencial para reducir pérdidas y promover la sistematización de procesos e insumos, con el objetivo de lograr una mejora continua en el proceso constructivo de viviendas.

2.11.6 Método A3 Soluciones causa-raíz

Dentro de la metodología del Toyota Production System (TPS) surge el método A3, diseñado para abordar problemas identificando sus causas raíz y orientando hacia la mejora continua en todos los procesos.

De acuerdo con Bordin et al. (2018), el método A3 es una herramienta Kaizen que se implementa en una hoja de papel A3 y debe incluir: 1) descripción del problema, 2) situación

actual, 3) objetivo deseado, 4) análisis del problema, 5) contramedida propuesta, 6) plan de acción, y 7) seguimiento y actualización. Un estudio de caso en una empresa de estructuras de acero ilustra cómo este proceso generó ganancias, redujo tiempos de entrega, optimizó servicios, estandarizó e innovó en productos, resultando en una mejora del 60% en manufactura y ensamblaje y una reducción significativa de costos.

Gupta et al. (2009) destacan el uso del A3 en el desarrollo de proyectos integrados (IPD), facilitando la colaboración entre todas las disciplinas desde el inicio, fomentando la generación de ideas entre diseño y preconstrucción, y optimizando decisiones para crear valor para el cliente. Aunque relativamente nuevo en la industria de la construcción, el método A3 se reconoce por su capacidad analítica para mejorar la eficiencia y reducir el desperdicio.

LeanInn (2021) sostiene que el método A3 sirve como base para la implementación del ciclo de mejora continua de Deming (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar), enfatizando su aplicación por personal directamente involucrado en la producción para resolver problemas de manera efectiva. Lamentablemente, en esta investigación de estudios de casos en México, las empresas tienen conocimiento teórico del método A3 pero no lo aplican de manera visualmente efectiva en sus operaciones.

2.12 Parámetros de medición en la Gestión Visual

Para definir los parámetros de medición en la gestión visual, es relevante considerar las directrices propuestas por Sir Egan (1998), quien destaca los cambios provenientes de la industria manufacturera y su aplicación en la industria de la construcción. Estas directrices incluyen:

1. Liderazgo comprometido.
2. Enfoque en el cliente.
3. Integración de procesos y equipos en torno al producto.
4. Aseguramiento de la calidad.
5. Compromiso con el personal.

Además, en 1999 se desarrollaron 10 indicadores clave de desempeño (Key Performance Indicators - KPI) por varias asociaciones, incluyendo el Construction Industry Board (CIB), Department of Environment, Transportation and Regions (DETR), Movement for Innovation (M4I), Construction Best Practice Programme (CBPP), y Confederation of Construction Clients (CCC). Estos indicadores tienen una diferencia conceptual con respecto a la filosofía lean, están enfocados en el control del costo, ver indicadores en la Tabla 2.

Tabla 2
Los diez primeros indicadores KPI propuestos por CTF

No.	Descripción	No.	Descripción
1	Costos de Construcción - Proyecto	6	Satisfacción del Producto - proyecto
2	Tiempo de Construcción - Proyecto	7	Satisfacción del Servicio - proyecto
3	Predictibilidad del Tiempo - Proyecto	8	Rentabilidad - Empresa
4	Predictibilidad del Costo - Proyecto	9	Productividad - Empresa
5	Defectos - Proyecto	10	Seguridad - Empresa

Fuente: Murray (2003).

Otra técnica utilizada para establecer metas en la Gestión Visual es la Strategic Measurement Analysis and Reporting Technique (SMART), publicada en 1981 por George T. Duran. Esta técnica establece que todos los objetivos deben cumplir ciertos criterios:

- Específicos: deben ser lo más concretos posible.
- Medibles: deben ser cuantificables con una meta clara.
- Alcanzables: deben representar un desafío realista.
- Realistas: deben ser factibles y generar un impacto significativo.
- en Tiempo: los objetivos deben tener un plazo definido para alcanzar la meta.

Esta técnica surge debido a la incertidumbre asociada a las medidas tradicionales de desempeño en términos de eficiencia, productividad y financieras (Colorado Technical University, 2018).

Conforme a lo recomendado por Colorado Technical University (18 C.E.), se deben utilizar las siguientes preguntas detonadoras para definir los objetivos:

- a) Específico: ¿Qué quiero lograr? ¿Quiénes están involucrados? ¿En qué espacio físico? ¿Cuál es el plazo? ¿Cuáles son las fortalezas y debilidades involucradas? ¿Qué oportunidades y amenazas enfrento? ¿Qué beneficios obtendré?
- b) Medible: ¿Cómo definiré el método o sistema de medición? ¿Qué indicadores utilizaré? ¿Son cuantificables los objetivos? ¿Cómo haré seguimiento de la meta?
- c) Alcanzable: ¿Es ambicioso pero alcanzable? ¿Poseo las habilidades necesarias para lograrlo? ¿Puedo desarrollar las habilidades necesarias y cuáles acciones tomaré para lograrlo?
- d) Realista: ¿Son los objetivos alcanzables y realistas en relación con su contenido? ¿Estoy considerando mis habilidades y puntos débiles de manera adecuada?
- e) Tiempo determinado: ¿Cuál es el plazo concreto para alcanzar los objetivos? ¿Es tan corto que dificulta su logro o tan amplio que diluye el enfoque?

Conforme a Bascoul & Tommelein (2017), en el desarrollo de estándares, la Gestión Visual apoya de dos maneras fundamentales:

1. Alinea a la organización sistematizando los estándares acordados.
2. Permite a los trabajadores y supervisores conocer las posibles desviaciones de estos estándares.

Cuando se cumplen los estándares, es crucial implementar la mejora continua para buscar la excelencia. Esto se logra mediante una interfaz de Gestión Visual en los espacios físicos, que permite el control de la producción y la identificación de la ubicación de las diferentes especialidades laborales.

Brady (2014) desarrolló un modelo de Gestión Visual para la producción, planificación y control en la construcción, basado en 10 pasos probados en obras de edificación, rehabilitación y centrales eléctricas. Previamente, Tezel (2011) propuso una taxonomía para la aplicación e implementación de la gestión visual, que contempla 14 pasos que deben seguirse.

Liker (2004) propone 14 principios para la metodología *Lean*, que incluyen la Gestión Visual como un componente importante:

1. Base sus decisiones de gestión en una filosofía a largo plazo, incluso a expensas de objetivos financieros a corto plazo.
2. Cree un flujo de proceso continuo para traer problemas a la superficie.
3. Utilice sistemas de tracción para evitar la sobreproducción.
4. Nivelar la carga de trabajo (Heijunka).
5. Construir una cultura de detenerse para solucionar problemas y obtener calidad correcta la primera vez.
6. Las tareas estandarizadas son la base para la mejora continua y el empoderamiento de los empleados.
7. Utilice el control visual para que no se oculten los problemas.
8. Use solo tecnología confiable y completamente probada que sirva a su gente y al proceso.
9. Forme líderes que comprendan el trabajo a fondo, vivan la filosofía y la enseñen a otros.
10. Desarrolle personas y equipos excepcionales que sigan la filosofía de su empresa.
11. Respete su red extendida de socios y proveedores, desafiándolos y ayudándolos a mejorar.
12. Vaya y vea por sí mismo para comprender completamente la situación (Genchi Genbutsu).
13. Tome decisiones lentamente por consenso, considerando completamente todas las opciones; e implemente rápidamente (Nemawashi).
14. Conviértase en una organización de aprendizaje a través de una reflexión implacable (Hansei) y mejora continua (Kaizen).

En el estudio exploratorio de Formoso (2002) en Brasil e Inglaterra, se señala un gran potencial para implementar la gestión visual. Se observaron dificultades debido al entorno variable y al diseño con modificaciones, lo que requiere restablecer y reacondicionar los dispositivos visuales. Además, se destaca la necesidad de distribuir estratégicamente dispositivos y barreras visuales inamovibles durante la construcción.

Conforme a Galsworth (1997), el grado de control visual abarca varios aspectos clave como indicadores visuales, señales visuales, control y garantía visuales. Estos elementos son

fundamentales para asegurar que la información crítica y los estándares sean claramente visibles en el entorno de trabajo.

Por otro lado, Koskela (1992) propone seis enfoques para optimizar la implementación de la Gestión Visual en el entorno de producción. Estos enfoques incluyen la reducción de la interdependencia entre las unidades de producción, el uso estratégico de dispositivos visuales, la visibilidad directa de los procesos, la integración efectiva de información del proceso, el mantenimiento de un ambiente limpio y ordenado, y la generación de métricas para evaluar el desempeño y la eficiencia.

Por su parte, Greif (1991) propone ocho puntos para la Gestión Visual en fábricas: comunicación visual, territorio de equipos, documentación visual de la producción, control visual de la producción, control visual de la calidad, indicadores visuales de la producción, hacer visibles el progreso y control visual de la fábrica.

2.13 Tipos de Herramientas de Medición y Sistemas Base Empleados Visuales

Si realizamos un análisis de las herramientas, taxonomías, principios, señales, enfoques y puntos de las propuestas de Gestión Visual de los principales autores, se presentan resumidos en la Tabla 3.

Tabla 3
Las Cinco propuestas más relevantes de Gestión Visual

(Brady, 2014) 10 Pasos	(Tezel, 2011) 14 Taxonomías	(Galsworth, 1997) 4 Señales	(Koskela, 1992) 6 Enfoques	(Greif, 1991) 8 Puntos
1. Mapa general del proceso (VSM)	1. Distribución y cercado del sitio (DC)	1. Indicador Visual (IV)	1) Reducir interdependencia unid. Prod.(RI)	1) comunicación visual (CV)
2. Planeación del proceso. (PP)	2. Estandarización elementos lugar trabajo(EST)	2. Señal Visual (SV)	2) Usar dispositivos visuales (UDP)	2) Territorio de equipos (TE)
3. Tablero de Construcción(TAB.C)	3. (Extraiga)producción través kanban (EXT)	3. Control Visual (CV)	3) Los procesos directamente visuales (PDV)	3) Documentación Visual de la producción (DVP)
4. Tarjetas de construcción (reloj del apartamento)WIP visual (planos Codigos de color) (TC)	4 Nivelación producción/tablero heijunka (NP)	4. Garantía Visual (GV)	4) integrar información del proceso (IIP)	4) Control Visual de la producción (CVP)
5. Tablero de Planeación (Ind. clave)(TP)	5. Calidad estación (jidoka) Andon (CE)		5) Lugar limpio y ordenado (LLO)	5) Control Visual de la Calidad (CVC)
6 Plan de Acción (PA)	6. Señales visuales (SV)		6) Generar métricas (GM)	6) Indicadores Visuales de la producción (IVP)
7. Tablero de logística (TL)	7. Facilitadores de trabajo visual (FAC)			7) hacer visuales el progreso (HVP)
8. Planos sitio/visual /codificado x color(PC)	8. Gestión rendimiento -gestión visual (GR)			8) Control Visual de la Fábrica. (CVF)
9. Comprobación de Calidad Visual (CCV)	9. Distribución inf. todo sistema (DIS)			
10. Tablero de Información(TI)	10. Admon recursos humanos (ADR)			
	11. 5'S (5'S)			
	12. Prototipos (P)			
	13. Improvisación de Gestión Visual (IGV)			

Fuente: Elaboración propia.

Si consideramos como base los 14 principios de la metodología *Lean* (TPS) en "The Toyota Way", según Liker (2004), e inducimos sus teorías para alinear conceptos de la filosofía *Lean*, obtenemos el resultado indicado en la Tabla 4.

Tabla 4
Enfoque de las propuestas de VM con los 14 principios de “The Toyota Way”

		(LIKER, 2004) 14 PRINCIPIOS DE LA METODOLOGIA "LEAN"													
		1)	2)	3)	4)	5)	6)	7)	8)	9)	10)	11)	12)	13)	14)
Gestión Visual (VM)	(Brady, 2014)		X	X	X	X	X	X		X		X	X	X	X
	(Tezel, 2011)			X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
	(Galsworth, 1997)						X	X			X	X		X	X
	(Koskela, 1992)		X			X	X	X		X	X	X		X	X
	(Greif, 1991)			X		X	X	X		X	X	X	X	X	X
Simbología: 1) Filosofía a Largo Plazo; 2) Flujo de Proceso Continuo-Problemas a la Superficie. (UNA PIEZA-TREN DE FLUJO CTE); 3) Sistema Pull (KANBAN) -evitar Sobreproducción; 4) Nivelar la carga de Trabajo (Heijunka); 5) Cultura para Solucionar Problemas - Calidad a la 1a (JIDOKA, A3, 5PQ+2W ISHIKAWA); 6) Tareas Estandarizadas-Mejora Continua-Empoderamiento; 7) GESTIÓN VISUAL - Para Evitar Ocultar Problemas; 8) Tecnología Confiable y Probada - para Gente y el Proceso; 9) Formar Líderes en el proceso-Viva Filosofía-Capacite; 10) Gestión personas/equipos- con Filosofía; 11) Capacitación- Proveedores ; 12) Visita a sitio-Gemba; 13) Decisiones lentamente x consenso- Implementar Rápidamente y 14) Organizaciones de aprendizaje (KAISEN) Implacable reflexión-Mejora Continua.															

Fuente: Liker (2004).

De la Tabla 4 se presenta el enfoque de los autores más destacados en VM y los principios de *Lean* que cumplen. Además del cruce de información de manera visual, que permite identificar de manera puntual la falta de enfoque del TPS en general y en particular de las propuestas. Podemos observar que el primer principio, "Filosofía a largo plazo", según la metodología y filosofía del TPS, que considera un proceso fundamental, solo es contemplado parcialmente por parte de Brady (2014).

Del mismo modo, en cuanto al proceso de capacitación, no existe un seguimiento con métricas en las organizaciones que pueda ofrecer beneficios tangibles para el personal. Reconocemos la ardua tarea y la dificultad de implementarlo, por lo que constituye un nicho de oportunidad para la investigación.

En cuanto al principio siete, el Control Visual para evitar ocultar problemas, existe abundante literatura, pero solo un método probado por Brady (2014). Esto valida la brecha y la necesidad de investigar para desarrollar un soporte metodológico replicable y alcanzable.

En relación con el principio ocho, sobre el uso de tecnología confiable y probada para optimizar procesos y apoyar al personal, no se ha propuesto una interfaz general de Gestión Visual. Se destaca la excepción hecha por Bascoul & Tommelein (2017) en la cual se enfatiza específicamente la señalización visual mediante el uso del color para la ubicación física de los procesos, aunque esta gestión es particular y carece de abordar todos los demás aspectos. En el ámbito comercial existe un sistema denominado *VisiLean* que presenta cuatro

características principales: colaboración, movilidad, visualización y ejecución. Este sistema, desarrollado en Finlandia, incluye programación dinámica, colaboración en tiempo real, seguimiento del avance ejecutado, actualizaciones en el sitio, comunicación fluida sobre problemas detectados, integración de *Lean-BIM*, visualización de tareas en tiempo real y un tablero automatizado en vivo con métricas. Aparentemente, está enfocado únicamente en la producción.

En México, no existen investigaciones exhaustivas sobre gestión visual, lo cual resalta la necesidad de realizar estudios con un sólido soporte metodológico que incluya la filosofía *Lean Construction*, gestión de la producción (avance, operatividad, mejora continua, 5S, resolución de problemas con la metodología A3), calidad, estandarización de procesos, minimización de riesgos y accidentes, capacitación, y apoyo a subcontratistas y destajistas, entre otros aspectos relevantes.

2.14 Practicas, Métodos o Modelos aplicados de Gestión Visual en la industria de la Construcción

De acuerdo con la revisión de la literatura sobre las propuestas de Gestión Visual en la industria de la construcción, destaca el método propuesto por Brady (2014). Este método se distingue por su aplicación de la ciencia del diseño y estudios de caso que proporcionan datos reales, validando así su metodología.

Si consideramos los 16 pasos y ampliamos los datos obtenidos en Brasil como un modelo extendido, y los cruzamos con las 14 taxonomías de Tezel (2011) y las 4 señales de Galsworth (1997), podemos identificar áreas que no han sido consideradas, como prototipos, improvisación en la Gestión Visual y Poka Yoke según la taxonomía de Tezel (2011). Este modelo extendido podría servir como base para encuestas o para desarrollar modelos aplicables en empresas de construcción, utilizando estudios de caso con diversas propuestas. Estas propuestas podrían adaptarse a un Modelo de Gestión Visual que incluya herramientas de indicadores, señales y control visual, como se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5
Método ampliado

No.	Autor	TAXONOMIA DE TEZEL													
		1. Distribución y cercado del sitio	2. Estandarización de los elementos del lugar de trabajo	3. (Extraiga) la producción a través del kanban	4. Nivelación de producción mediante tablero heijunka	5. Calidad en la estación (jidoka) a través de Andon	6. Señales visuales	7. Facilitadores de trabajo visual	8. Gestión del rendimiento a través de la gestión visual	9. Distribución de información de todo el sistema	10. Administración de recursos humanos	11. 5 S	12. Prototipos	13. Improvisación de Gestión Visual	14. Poka Yoke
	MÉTODO PROPUESTO- BRADY DE GESTIÓN VISUAL (AMPLIADO)														
1	Mapa general del proceso (VSM)	x								x					
1.1	Identificar dependencias									x					
1.2	Resolver cuellos de botella									x	x				
1.3	Optimizar									x					
2	Herramienta de Planeación del proceso. (PP)									x					
2.1	Pronostico Visual									x					
2.2	Eliminación de restricciones									x					
3	Lista de acciones generales de planeación del proceso (Tablero de Construcción).			x	x			x		x	x				
3.1	Grafica de pronostico de lluvias visual						x	x							
3.2	Planeación del proyecto general							x							
4	Lista de acciones de planeación de procesos	x	x	x	x	x		x		x	x				
4.1	Identificación manual numerica del material			x	x	x	x	x		x	x				
4.2	Planeación del proyecto detallado		x	x	x	x	x								
4.3	Secuencia de actividades "pequeñas partidas"														
4.4	Paquete de trabajo en un Día		x	x			x	x							
4.5	Identificar area /estación trabajo		x			x	x								
4.5	Identificar -responsabilidad por empresa						x	x							
5	SSP (Estabilidad de la planeación del proceso)						x	x	x						
5.1	Planeación 3-4 semanas									x					
6	Tablero de Planeación (Indicadores clave)-Plan de		x		x					x					
6.1	Visualización de trabajos completos			x			x	x	x	x					
6.2	Visualización del flujo de actividades			x			x	x	x	x					
6.3	Resumen de calidad a corto plazo					x				x					
6.4	Planeación Visual de la fachada							x	x	x					
6.5	Gestión del desarrollo del concreto								x	x	x				
6.6	Equipo de control de servicios								x	x	x				
6.7	Hojas de control de calidad							x	x	x					
6.8	Trabajos de capacitación en general								x	x	x				
7	Tarjetas de construcción para cada empresa							x	x	x					
7.1	Check List		x					x	x	x					
7.2	Programa de 2-3 semanas							x	x	x					
7.3	Métrica de PPC							x	x	x					
8	Tarjetas de Problemas						x	x	x						
9	Tablero de logística						x	x	x						
9.1	Visualización del diseño del sitio						x	x		x					
9.3	Grafica de Métrica de Calidad		x				x	x	x	x					
10	Tarjetas de logística						x	x	x	x					
10.1	Medición del desempeño						x	x	x	x					
10.2	Control de Calidad		x				x	x	x	x					
10.3	Visualización de control de costos y terminación		x				x	x	x	x					
10.4	Rendimiento de Subcontratistas en sitio		x				x	x	x	x					
10.5	SOP's Procedimiento operativo estandar		x				x	x	x	x					
10.6	Visualización estadística de Seguridad		x				x	x	x	x					
10.7	Visualización de los tipos de material		x				x	x	x	x					
11	Diseño del sitio visualizado y codificado por colores						x	x	x	x					
12	Base de datos de materiales vinculada a LCM (casos de centrales eléctricas)						x	x	x	x					
13	Tarjetas completas visualizadas "reloj del apartamento" para ser revisadas (o visualizadas en						x	x	x	x					
14	Visualización de la restricción sobre el plan de acción en el área de LCM.						x	x	x	x					
15	Métrica diaria completa del trabajo.						x	x	x	x					
16	Métrica de la Calidad						x	x	x	x					
17	Almacen: orden y estandarización		+								+				

SIMBOLOGIA DE (Galsworth, 1997):

1. Indicador Visual



2. Señales Visuales



3. Control Visual



4. Garantía Visual



Fuente: Brady (2014). Se consideran las observaciones de Brasil y se cruzan con las 14 taxonomías de Tezel (2011) y las 4 señales de Galsworth (1997).

Por otro lado, Luna (2017) señala que los indicadores de desempeño de un proceso, también conocidos como KPIs, están directamente relacionados con los objetivos previamente establecidos. En su análisis y estudio bibliográfico para esta investigación, se acotará a la parte de construcción, específicamente en la planeación y ejecución. El modelo teórico de indicadores de desempeño de Luna (2017) en la construcción aborda desde la perspectiva financiera aspectos como la productividad del proyecto, el flujo de efectivo y el uso eficiente de recursos. En la perspectiva interna del negocio, se considera la previsibilidad del costo, la previsibilidad del tiempo y los accidentes reportables. Desde la perspectiva del cliente, se incluye la gestión del tiempo, el costo y la gestión de la calidad. En la perspectiva de innovación y aprendizaje, se evalúa el uso eficiente de recursos, la eficiencia en la comunicación y la tasa de accidentes, tal y como se indica en la Tabla 6.

Tabla 6
Modelo Teórico de indicadores de Desempeño

Perspectiva Financiera	- Rentabilidad del proyecto - Predictibilidad de la utilidad - Coste de la construcción	Perspectiva financiera	- Productividad del proyecto - Flujo de efectivo - Eficiente uso de recursos	- Rendimiento del capital invertido - Ingresos - Ventas / retorno sobre ventas - Utilidad - Crecimiento de las ventas
Perspectiva Interna del Negocio	- Predictibilidad del costo - Predictibilidad del tiempo - Compromiso de la alta gerencia	- Desempeño de la programación - Desempeño del contratista en seguridad y salud - Satisfacción del contratista.	- Predictibilidad del costo - Predictibilidad del tiempo - Accidentes reportables (incluye muertes)	- Rentabilidad de la empresa - Variación porcentual neta sobre costo final - Productividad de la empresa
Perspectiva cliente		Ordenes de Cambio (gerente del proyecto)	- Administración del tiempo, costo - Administración de la calidad	- Defectos - Problemas de calidad a la entrega del proyecto - Numero de productos defectuosos / quejas de los clientes
Perspectiva de Innovación y aprendizaje	- Impacto ambiental / sustentabilidad - Eficiencia en la planeación.	- Satisfacción del equipo de construcción - Liderazgo	- Eficiente uso de recursos - Eficiencia en la comunicación - Tasa de accidentes	- Satisfacción del cliente final - Valuaciones de desempeño - Innovación
	Diseño	Contratación	Construcción	Entrega

Fuente: Luna (2017).

Es crucial medir nuestro posicionamiento frente a la competencia para obtener un diferenciador en progreso, desempeño, desarrollo tanto externo como interno, y satisfacción del cliente, entre otros aspectos. Para Collier and Evans (2015), la medición se define como el acto de cuantificar el desempeño de personas, procesos, bienes y servicios mediante métricas. La productividad se puede medir como la relación entre la producción y los recursos o insumos utilizados.

$$\text{Productividad} = \text{Producción} / \text{Trabajo+material+mano de obra+maquinaria+energía+capital+varios}$$

Debemos medir para establecer nuestra posición frente a la competencia, lo cual nos permitirá diferenciarnos en términos de progreso, desempeño y desarrollo tanto externo como interno (ver Tabla 7).

Tabla 7
Indicadores de Desempeño

Descripción	Indicador	Unidades	Objetivo Lean
Costo	Desviación de Costo por Proyecto	(Costo Real-Costo de Obra)/ Costo de Obra	Benchmarking, Mejora Continua
Plazo	Plazo Desviación de Plazo de Construcción	(Avance Real - Avance Programado)/ Avance Programado	Benchmarking, Mejora Continua
Seguridad	Índice de Frecuencia	(Nº Accidentes Incapacitantes) 10 ⁶ /HH Trabajadas	Benchmarking
	Índice de Gravedad	(Nº días perdidos) 10 ⁶ /HH Trabajadas	Benchmarking
Planificación	Efectividad de Planificación	%*Liberación de Restricciones = Nº Restricciones Vencidas / Nº Total de Restricciones	Benchmarking, Mejora Continua, reducir variabilidad, mejora en el proceso, identificación de pérdidas
	Liberación de Restricciones	% Liberación de Restricciones = Nº Restricciones Vencidas / Nº Total de Restricciones	Benchmarking, Mejora Continua
Construcción	Calidad	(Nº Ordenes de Trabajo Rehecho)10 ⁶ / HH Trabajadas	Benchmarking, Mejora Continua, mejora en el proceso, identificación de pérdidas
	Productividad-Rendimiento	FP=HH Gastadas / HH Ganadas	Benchmarking
		FC = (\$/HH Real) / (\$/ HH Propuesta)	Benchmarking
Alcance del proyecto	Cambio en Monto contratado	Venta Contrato Final / Venta Contrato Inicial	Benchmarking
Subcontratos	Desempeño Subcontrato	(Avance Real- Avance Presupuestado) / Avance Presupuestado	Benchmarking
		%PPC = Nº Actividades Completadas / Nº Actividades Programadas	Benchmarking

Fuente: Echavarría (2015).

2.15 Laguna del Conocimiento

En relación con el principio siete de la Tabla 4, que aborda el Control Visual para evitar ocultar problemas, se ha investigado mediante estudios de casos en obras, pero solo el método propuesto por Brady (2014) ha sido probado en obras de remodelación y centrales eléctricas. Esto revela una brecha o laguna de investigación en el desarrollo de un modelo de Gestión Visual replicable y medible específicamente para la construcción de viviendas.

La necesidad de esta investigación radica en su potencial impacto tanto en la industria de la construcción en general como en la construcción de viviendas en particular. Este modelo aborda verticalmente la gestión administrativa, enfocándose en tiempos de planificación, organización y control exclusivamente durante el proceso constructivo, como un diferenciador clave del modelo. Además, horizontalmente, debe integrar las mejores prácticas de informes de control gerencial para comparar con el proceso real. Se ha considerado una aplicación internacional adaptando conceptos adecuados de la construcción *Lean construction* y la dirección de proyectos del PMBOK, creando así un modelo bidimensional de gestión visual.

La construcción de viviendas en serie es una de las pocas áreas donde se puede aplicar metodológicamente una investigación, dado que se replica el mismo modelo, prototipo y proceso constructivo varias veces como parte de un desarrollo. Esto permite la inducción de un modelo metodológico que sea fácilmente replicable y alcanzable.

Formoso (2002) sostiene que existen diversas áreas que requieren investigación para desarrollar nuevas herramientas y tecnologías visuales específicas para la construcción. Esta laguna de conocimiento es la motivación detrás de esta investigación: diseñar un modelo de Gestión Visual para empresas promotoras constructoras de viviendas en México.

2.16 Conclusiones del Capítulo

1) La revisión bibliométrica de la literatura sobre la Gestión Visual *Lean* revela un interés creciente en su aplicación en la industria de la construcción desde 2013, alcanzando un pico en 2019. Sin embargo, la investigación teórica sobre este tema es limitada, con pocos autores

destacados y una concentración de publicaciones en conferencias, principalmente en Europa y Brasil, en América. Las universidades del Reino Unido y Nihon en Japón lideran en la producción académica. La pandemia de COVID-19 y las recientes crisis económicas han influido en la industria de la construcción, y han hecho evidente que son necesarios métodos innovadores como la Gestión Visual *Lean* para mejorar la eficiencia y reducir costos.

2) En el contexto postpandemia, *Lean Construction* implica un cambio de paradigma en la forma en que se concibe y gestiona la construcción, pues su enfoque está en la mejora continua y la integración de todos los actores involucrados. La metodología *Lean* tiene el potencial de transformar la industria de la construcción, su eficiencia se ve reflejada en el aumento de la productividad y la satisfacción del cliente, a la vez que reduce desperdicios.

3) La Gestión Visual es una metodología integral dentro del enfoque *Lean* que busca mejorar la comunicación y la transparencia en el entorno de trabajo a través del uso de herramientas visuales como gráficos, señales y tableros. Este enfoque facilita la comprensión de la información por parte de todos los involucrados, lo anterior implica que se tomen mejores decisiones y se reduzcan errores. En la construcción, la Gestión Visual se aplica para optimizar procesos, controlar costos, y aumentar la eficiencia mediante la implementación de herramientas como el Kanban, el Last Planner System, y los tableros Heijunka, entre otros. Sin embargo, su aplicación efectiva depende de la adaptación a las necesidades específicas del contexto cultural y operativo de cada industria. A pesar de su potencial para mejorar la productividad y la calidad, existen algunos retos en su implementación debido a la variabilidad de los entornos y la falta de conocimientos sobre sus beneficios. Es importante una formación adecuada y una adaptación de las prácticas de Gestión Visual para alcanzar mejoras sostenibles en la construcción y otros sectores.

4) El Last Planner System (LPS) es una metodología clave para mejorar la planificación y control de proyectos, en México se le percibe incorrectamente como el único enfoque de *Lean Construction*. De ahí que haga falta la adopción de Building Information Modeling (BIM) u otros modelos más holísticos, lo que representa un gran reto para la industria de la construcción de viviendas en México.

5) Es necesario identificar y eliminar desperdicios en todos los niveles del proceso constructivo, para ello se deben aplicar principios Lean como la metodología 5S, estandarización de procesos y el uso del método A3 para análisis de causas raíz. Se debe enfatizar la gestión visual como una herramienta fundamental para la mejora continua, se trata de promover un entorno de trabajo más transparente y controlado para alcanzar altos niveles de calidad y productividad.

6) Existen algunas líneas de investigación que, después de esta revisión teórica quedan abiertas: la aplicación de modelos de Gestión Visual (GV) en la industria de la construcción, particularmente en México. A pesar de que existen propuestas basadas en los principios *Lean*, como el TPS de Toyota, aún persisten importantes brechas, especialmente en la integración completa de herramientas visuales que aborden todos los aspectos del proceso constructivo. La falta de un enfoque consolidado en el uso de la tecnología y la gestión visuales subraya la necesidad de estudios más exhaustivos que incorporen la filosofía *Lean*, la estandarización de procesos, la mejora continua y la reducción de riesgos.

7) Dado lo expuesto en el punto 6, otra línea de investigación que queda por explorar está en función del método propuesto por Brady (2014) y los desarrollos como *VisiLean* pues, aunque innovadores, solo cubren aspectos específicos y dejan espacio para un modelo más integral que se aplique de manera efectiva a la construcción de viviendas. La investigación futura debe enfocarse en crear un modelo bidimensional de Gestión Visual, que no solo aborde la administración vertical y horizontalmente, sino que también permita comparaciones con los procesos reales y se adapte a diferentes contextos internacionales. Esta laguna de conocimiento ofrece una oportunidad para el desarrollo de nuevas herramientas metodológicas que mejoren la productividad y la calidad en la industria de la construcción.

Capítulo 3

Metodología de la Investigación

3.1 Introducción

En este capítulo se describe el proceso metodológico de la investigación. Se presenta cronológicamente la secuencia de cada paso. Esta investigación se enfoca en un proceso de control de resultados en forma visual, en el contexto específico de las empresas promotoras constructoras de vivienda en México, particularmente en su fase constructiva. El desarrollo del trabajo consistió en definir el problema, el cual es una necesidad prioritaria en el ámbito de la construcción, de acuerdo con las características particulares de México. Posteriormente, se revisaron las investigaciones sobre el tema para definir las características de los enfoques considerados y los puntos relevantes que no se habían trabajado con anterioridad. A partir de los elementos descritos, se propuso el Modelo Bidimensional de Gestión Visual como un primer acercamiento a la solución del problema de investigación.

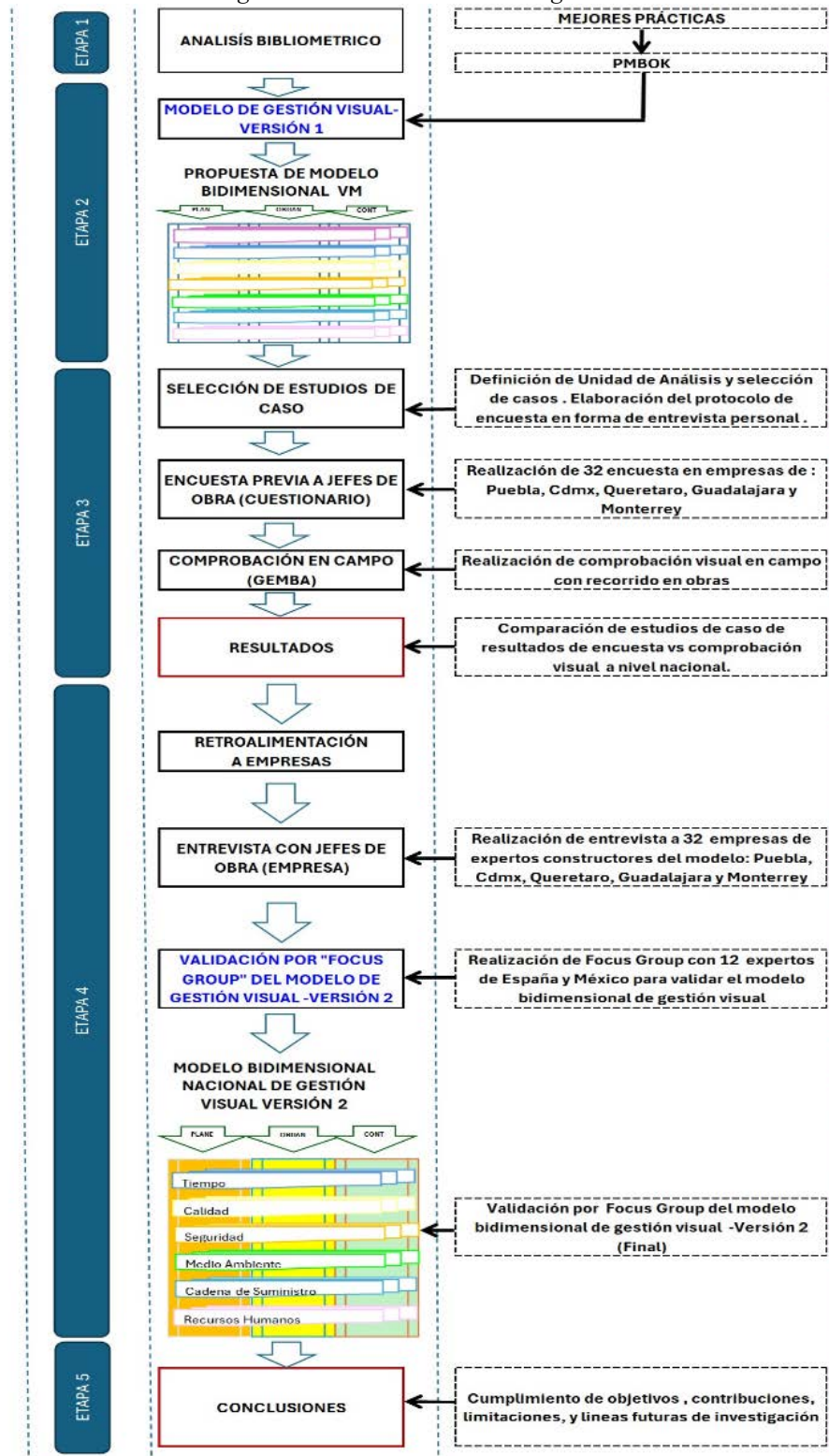
El enfoque de investigación de esta tesis es mixto: inicialmente cuantitativo, ya que genera métricas porcentuales, y cualitativo, al integrar diferentes áreas de gestión en construcción para determinar debilidades y fortalezas de las empresas, municipios, estados, países y regiones. Su alcance es exploratorio y deductivo, ya que se basó en una revisión bibliográfica exhaustiva que además integró informes gerenciales y conceptos básicos de gestión *Lean Construction*.

3.2 El proceso de la investigación

El diagrama presentado en la Figura 15 ilustra el desarrollo del proceso de investigación. El proceso de investigación se divide en cuatro etapas: (1) revisión de la literatura; (2) generación del modelo de gestión visual; (3) estudios de caso; (4) validación del modelo mediante retroalimentación de las empresas y “focus group”; y (5) conclusiones. A continuación, se detallan cada una de estas etapas.

La primera etapa consideró la investigación bibliométrica de Gestión Visual, en general, y también en línea con la filosofía *Lean Construction*.

Figura 8
Diagrama del desarrollo de investigación.



Fuente: Elaboración propia.

En la segunda etapa, se diseñó el Modelo Bidimensional. Este modelo considera, por una parte (ordenadas), las áreas de conocimiento del *PMBOK*, simplificadas y adaptadas, y por otra parte (abscisas), las tres funciones básicas de la gestión administrativa de cualquier proyecto. De este modo, se consigue mapear cualquier técnica que utilice la Gestión Visual considerada en la etapa de construcción de obras. Las áreas de conocimiento del *PMBOK* consideradas fueron: a) tiempo, b) calidad, c) seguridad, d) medio ambiente, e) cadena de suministro, y f) recursos humanos. Dentro de los conceptos de las partidas, donde correspondía, se integran las mejores prácticas de control gerencial. En abscisas, se incluyen las tres funciones básicas de gestión de proyectos: i) planeación, ii) organización, y iii) control, contemplando sólo la fase de construcción de viviendas.

En la tercera etapa, se consideraron los estudios de casos múltiples. Primeramente, se definen las unidades de análisis y se seleccionaron los casos por ciudad, se eligieron aquellas con mayor impacto en el Producto Interno Bruto Nacional (PIB n) en materia de construcción de viviendas. El instrumento considerado fue una encuesta, avalada por un comité especial para la protección de datos confidenciales según la normatividad europea de la Universidad Politécnica de Valencia, España. Esta encuesta se realizó a 32 empresas en cinco ciudades: Puebla, Ciudad de México, Querétaro, Guadalajara y Monterrey, añadiéndose Michoacán por ser representativa a nivel nacional de la Cámara Nacional de la Industria de Desarrollo y Promoción de Vivienda. Además, se realizó una comprobación visual en las mismas 32 obras para contrastar sus respuestas mediante un recorrido en campo (“gemba”), la intención fue verificar los resultados de la encuesta. Es decir, se contrastó lo que se dijo con lo que hacían en realidad en la obra, lo anterior estaría reflejado en tableros, indicadores, señales, iconos visuales y otros elementos. Esta etapa concluyó con la interpretación de los resultados a nivel nacional para identificar tendencias en los datos.

En la cuarta etapa, se realizó una retroalimentación del Modelo Bidimensional de Gestión Visual con las mismas empresas. Se retomaron las entrevistas a jefes de obra expertos en la construcción de viviendas en diversas ciudades, con el fin de analizar, según su experiencia y criterio, qué conceptos del modelo tienen aplicación práctica en obra y cuáles no. Posteriormente, se llevó a cabo la revisión del Modelo Bidimensional de Gestión Visual

mediante la metodología de grupo focal, con la participación de nueve expertos. Estos incluyeron cuatro académicos españoles y cinco mexicanos, todos con más de 15 años de experiencia en la docencia, principalmente en la gestión de la construcción y con estudios de posgrado. Como resultado, se validó la versión dos del Modelo Bidimensional de Gestión Visual, alcanzando así el objetivo inicial de diseñar un Modelo de Gestión Visual Bidimensional a nivel nacional.

En la quinta y última etapa, se redactaron las conclusiones de la investigación que incluyen el análisis y la evaluación del cumplimiento de los objetivos, las contribuciones realizadas, las limitaciones encontradas y las líneas de investigación que quedan abiertas.

3.3 Definición del problema

Actualmente, la necesidad de optimizar procesos para alcanzar los beneficios planeados es cada vez más compleja en el sector de la construcción de viviendas. Ante la feroz competencia a nivel nacional, es imperativo desarrollar modelos que permitan controlar el proceso constructivo. La Gestión Visual ofrece una manera efectiva de transparentar los resultados y detectar desviaciones a tiempo para corregirlas antes de que afecten los resultados operativos. El problema abordado en esta investigación es diseñar un Modelo de Gestión Visual utilizando la metodología *Lean Construction*, que pueda ser replicado de manera sencilla y rápida por empresas promotoras y constructoras de vivienda en México.

3.4 Propuesta del Modelo de Gestión Visual (versión 1)

En el Capítulo 2 se realizó una investigación bibliográfica que condujo al desarrollo del Modelo Bidimensional de Gestión Visual. En esta primera versión del modelo, en las ordenadas se integraron los tres fundamentos administrativos de la gestión de proyectos: planeación, organización y control, enfocados específicamente en el proceso constructivo. En el plano horizontal, se incluyeron las categorías simplificadas y adaptadas del *PMBOK* (tiempo, calidad, seguridad, medio ambiente, cadena de suministro y recursos humanos), complementadas con los conceptos de Gestión Visual de *Lean Construction* y las mejores prácticas de control gerencial. Esto permitió desarrollar un modelo que incluye 62 conceptos distribuidos en 6 categorías; se abarcaron todos los enfoques propuestos por investigadores

a nivel global, con las características de *Lean Construction* aplicadas a empresas promotoras constructoras de vivienda.

3.5 Estudio de casos múltiples

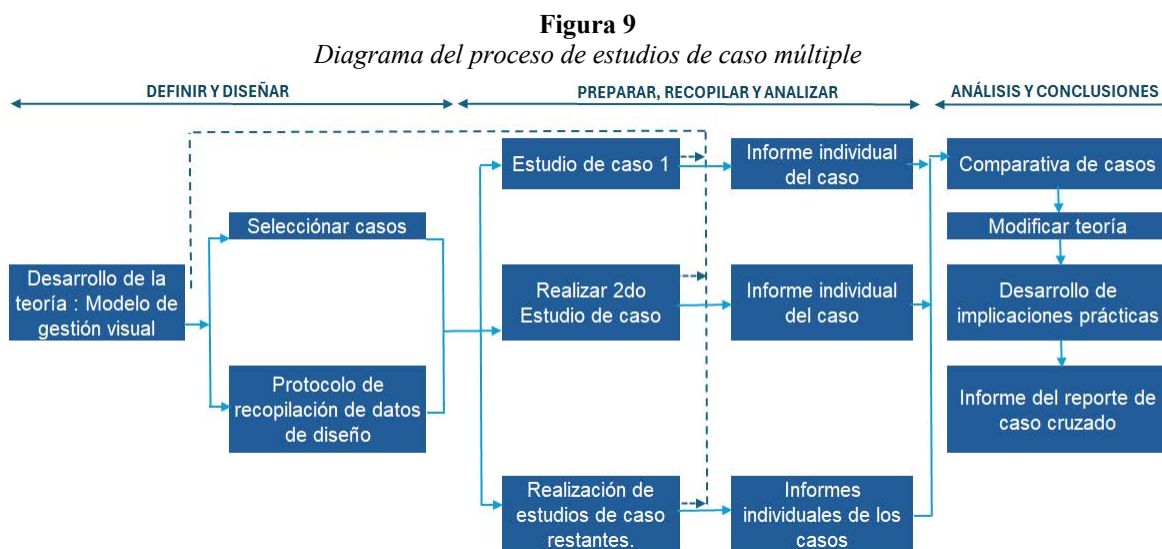
Coller (2005) sugiere que el estudio de caso es importante porque permite ilustrar, construir o verificar una suposición a partir de casos que la contienen. La literatura agrupa los casos de estudio en diversas categorías: descriptivos, exploratorios, ilustrativos y explicativos (Bonache, 1999). El enfoque explicativo determina que el estudio de casos múltiples planteado en esta investigación es ideal para la inducción analítica del modelo teórico propuesto pues permite generalizar el modelo y sus conclusiones.

Yin (2003) clasifica los estudios de caso en cuatro tipos principales: el primero es holístico y utiliza una única unidad de análisis con un diseño de caso único. El segundo implica un diseño de múltiples casos en un contexto de análisis múltiple. El tercero es un enfoque integral, usa múltiples unidades de análisis para un sólo caso. Por último, está el cuarto que funciona con múltiples unidades de análisis y diferentes contextos de diseño para múltiples casos.

Para esta investigación, se emplea el segundo enfoque pues una unidad de análisis única es vista a través del diseño de múltiples casos. Los estudios de casos múltiples se utilizan para realizar comparaciones que cumplen objetivos específicos dentro del alcance general. Esto incluye múltiples experimentos en diversas ciudades con la intención de replicar el modelo, es necesario asegurar condiciones idénticas al experimento original para obtener una investigación sólida y robusta.

Esta investigación, debido a su naturaleza y enfoque contemporáneo, plantea preguntas en contextos reales de diversas ciudades y empresas. Esta estrategia de investigación tiene como objetivo diseñar un Modelo de Gestión Visual mediante estudios de casos. Dado que aún no se conoce el impacto del Modelo de Gestión Visual en el contexto de las empresas promotoras constructoras, es pertinente el análisis a través de estudios de casos. Yin (2003) propone que un estudio de casos analiza y desarrolla una investigación actual desde su base

con datos reales, aunque a veces los límites entre la investigación del modelo y su contexto pueden no ser tan claros.



Fuente: Yin, 2003.

3.5.1 Selección de los casos a estudiar

La justificación del diseño de múltiples casos en esta investigación se basa en la replicación literal en diferentes ciudades para su comprensión teórica como un conjunto de casos con resultados parciales, con el objetivo de diseñar teóricamente un Modelo de Gestión Visual. Este modelo se evalúa mediante encuestas y se verifica con recorridos en obra para su contraste. La unidad de análisis en esta investigación de estudio de casos se determinó como la obra.

La selección de los casos a investigar se debe basar en un muestreo teórico que identifique aquellos con mayores oportunidades de aprendizaje (Stake, 1995). Se determinó elegir el estudio de casos múltiples debido a la participación de más de un caso, lo cual refuerza su validez interna. Además, se utiliza la replicación teórica como mecanismo para asegurar la validez externa (Villarreal y Landeta, 2010).

El objetivo de la investigación se llevó a cabo en obras de construcción de viviendas en conjuntos verticales y horizontales privados. Se aplicó en forma cuantitativa y cualitativa, es

decir, de manera múltiple. Se diseñó el modelo para medir cuantitativamente los conceptos integrados en el Modelo de Gestión Visual y conocer su aplicación práctica utilizando la metodología *Lean Construction* para empresas promotoras y constructoras de vivienda. Además, se realizó un análisis cualitativo del modelo mediante un recorrido visual en campo.

3.5.2 Encuesta previa a jefes de obra

El diseño del Modelo de Gestión Visual se fundamentó en un protocolo de investigación con un instrumento establecido para la recopilación de datos, según lo establecido para el estudio de casos múltiples (Yin, 2003).

En esta investigación, el protocolo establecido fue el siguiente:

1. Integrar el método de recolección de datos.
2. Seleccionar diferentes ciudades e informantes clave.
3. Elaborar una encuesta estructurada con preguntas autorizadas por el comité de la UPV.
4. Realizar los estudios de casos siguiendo una estricta secuencia en las entrevistas.

La secuencia de recolección de datos implicó recoger la información necesaria a partir de entrevistas realizadas al personal designado por ciudad. Se aplicaron en línea mediante el uso de la plataforma informática *Google Forms*, la intención fue evitar la manipulación de los datos fuente. Además, se brindó acompañamiento instantáneo a los participantes para resolver dudas y mantener su atención. Esto permitió determinar quién había tenido mayor implementación de Gestión Visual.

3.5.3 Comprobación en campo (Gemba)

También, como parte del proceso metodológico, se llevó a cabo una verificación y contrastación de las respuestas de la encuesta mediante recorridos en las obras. Se aplicó el principio de triangulación para validar internamente el uso de múltiples fuentes de datos, según Yin (2003).

Los datos recopilados fueron los siguientes:

1. Entrevistas personales o grupales (a través de Google Forms).
2. Observación, incluyendo fotografías tomadas durante el recorrido por la obra.

De acuerdo con Yin (2003), para validar internamente un procedimiento como el descrito, se deben triangular las respuestas. En nuestro caso, se triangulan las respuestas de las encuestas con los resultados del recorrido visual de manera cuantitativa por ciudad, y se informa a las empresas sobre el estado actual de la Gestión Visual de manera cuantitativa y cualitativa, destacando las fortalezas y debilidades observadas.

3.5.4 Resultados de la primera versión

Los primeros resultados del Modelo de Gestión Visual en su primera versión se obtuvieron considerando seis ciudades de México con mayor impacto en el PIB en materia de edificación: Puebla, Ciudad de México, Querétaro, Guadalajara, Michoacán y Monterrey. De las cuales, sólo participaron 32 empresas, la mayoría con construcciones horizontales y unas cuantas con construcciones verticales. Como comenta Yin (2003), las investigaciones de estudios de casos múltiples son más frecuentes, pero la experiencia indica que son más costosas y requieren más tiempo. No consideramos la poca empatía y la resistencia de las empresas a participar en este tipo de colaboración academia-empresa. En general, piensan que es una pérdida de tiempo y que no obtienen una retroalimentación que les permita obtener resultados tangibles y aplicables a su proceso constructivo para optimizarlo. Este es un reto que la academia debe superar para ganarse la confianza de los empresarios. Debemos realizar investigaciones con resultados tangibles y prácticos que se apliquen directamente a la producción.

Los resultados obtenidos se organizaron por cada unidad de investigación, primero por obra, luego por ciudad y finalmente integrados a nivel nacional. De esta forma, se determinó el estado actual de la Gestión Visual por cada obra y empresa, así como por cada ciudad, lo que permitió resultados integrados que permiten un primer acercamiento del estado actual de la Gestión Visual en México para empresas promotoras constructoras.

3.6 Retroalimentación y contraste del Modelo de Gestión Visual por expertos

Como parte del proceso de investigación, se presentó a los expertos en construcción imágenes que constituyen el Modelo Base de Gestión Visual para conocer, de acuerdo con su experiencia, la aplicación práctica de este. Los expertos marcaron con una cruz las imágenes que, a su criterio, no consideraban como mejores prácticas en campo. El Modelo Bidimensional de Gestión Visual se presentó de forma visual para que pudiera ser evaluado en el menor tiempo posible y con una comprensión más sencilla y rápida.

3.6.1 Entrevista con encargados de obra del modelo base

Los resultados de las entrevistas personales, sobre el Modelo Bidimensional de Gestión Visual, fueron realizadas a los encargados de obra.

Los datos recopilados fueron:

1. Entrevistas personales del modelo con imágenes.
2. Selección de conceptos no aplicados (marcados con una X) como mejores prácticas en los procesos constructivos de obra de forma visual.

Este proceso se realizó empresa por empresa, luego se consolidó por ciudad, y finalmente se integraron todas las ciudades a nivel nacional. Se planteó de acuerdo con el proceso constructivo del proyecto, desde su planeación, organización y control. Se consideraron las etapas y conceptos ya referidos para definir el Modelo de Gestión Visual adaptado a la realidad de los expertos constructores.

3.6.2 Modelo de Gestión Visual con metodología *Focus Group*

Uno de los métodos de investigación más utilizados para responder preguntas en un proceso controlado con un grupo mínimo de personas es el denominado grupo de enfoque o *focus group*. Esta técnica se denomina de diferentes formas: entrevista grupal, entrevista enfocada, *focus group* o grupo de enfoque. En los años ochenta, se convirtieron en los términos más utilizados en investigaciones y en la bibliografía, se conocían como grupo de enfoque, grupo focal, entrevista de grupo focal y entrevistas de grupos focalizados (Mahmood, 2012).

Desde el punto de vista de Tena (2018), es una técnica de investigación con el objetivo de explorar los diferentes criterios de los involucrados para abordar un problema en una dinámica de grupo. El grupo focal se constituye con el objetivo de obtener ideas de los participantes sobre un tema específico. Se fomenta la participación combinada y proactiva que haga sinergia con los datos de la investigación (Caplan, 1990). Además, puede utilizarse como soporte a través de la observación en diversas áreas de conocimiento (Gatti, 2012). La técnica del grupo focal es la base epistemológica cualitativa que respalda el proceso constructivo-interpretativo del conocimiento como un proceso humano (Varela y Hamui, 2013).

En esta investigación se formó un panel de expertos como grupo focal, compuesto por nueve personas que cumplieran con los siguientes requisitos:

1. Experiencia en gestión de la construcción.
2. Conocimientos de la metodología *Lean Construction*.
3. Más de 15 años de experiencia.
4. Participantes de los países México y España.

En una dinámica de grupo se analizaron diversas ideas del Modelo de Gestión Visual (versión 1), para integrar un Modelo de Gestión Visual (versión 2). El objetivo fue asegurar que la metodología *Lean Construction* se mantuviera como base, para evitar que la filosofía *Lean* se perdiera en el proceso y desarrollo de la investigación.

3.7 Conclusiones del capítulo

1) La metodología descrita, permitió desarrollar un Modelo Bidimensional de Gestión Visual aplicado al sector de la construcción de viviendas en México que se alinea con la filosofía *Lean Construction*. Este modelo integra conceptos de control gerencial y gestión visual. Está fundamentado en *PMBOK*. Su validación fue llevada a cabo a través de estudios de casos múltiples y retroalimentación de expertos.

2) El enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo) permitió identificar debilidades y fortalezas en las empresas constructoras, y validó la replicabilidad del modelo propuesto. Las encuestas

y comprobaciones en campo revelaron la efectividad de la gestión visual en las obras de construcción, lo que facilitó la implementación de mejores prácticas.

3) La investigación logró su objetivo de diseñar y validar un Modelo Bidimensional de Gestión Visual que puede ser aplicado por empresas promotoras constructoras de vivienda. Dado que el modelo fue revisado y ajustado mediante la retroalimentación de expertos, se asegura su viabilidad práctica y su alineación con las metodologías de *Lean Construction*.

Capítulo 4

Modelo Teórico de Gestión Visual

El contexto de la industria de la construcción en México, caracterizada por su diversidad geográfica, demográfica y económica, representa múltiples retos para las empresas promotoras constructoras de vivienda. Tal es el caso de la sostenibilidad, la optimización de recursos y la necesidad de innovación en los procesos. Este capítulo propone un Modelo Teórico de Gestión Visual, que se fundamenta en la metodología *Lean Construction*, como vía para responder a las problemáticas descritas.

En este capítulo se aborda la construcción del modelo como una herramienta que integra diversas fases, desde los aspectos administrativos —como la planeación, organización y control— hasta áreas clave de la dirección de proyectos, tales como calidad, tiempo, seguridad, medio ambiente, cadena de suministro y recursos humanos. Este modelo incorpora indicadores visuales que mejoran las prácticas gerenciales, lo que hace pertinente su replicabilidad en distintos tipos de proyectos. Asimismo, promueve el cumplimiento de metas clave en el sector vivienda a partir del aumento en el rendimiento organizacional y el desarrollo sostenible.

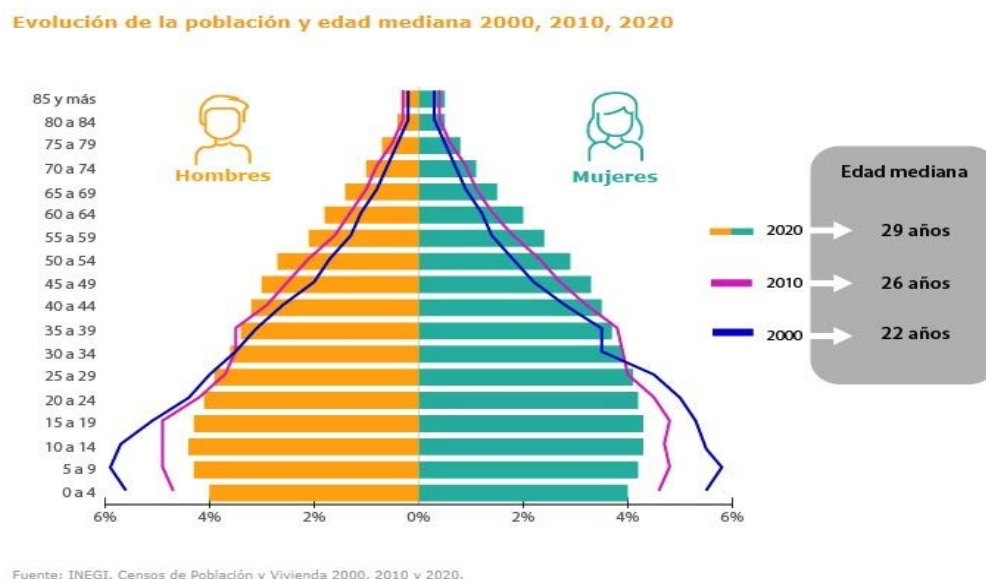
4.1 Contexto en México

El territorio mexicano tiene una extensión de 1,964,375 km², de los cuales 1,959,248 km² corresponden a superficie continental y 5,127 km² a superficie insular. Con una longitud de poco más de 3,200 km entre sus puntos terrestres más lejanos, México se compone de 32 entidades federativas: 31 estados y la Ciudad de México (INEGI, 2022). Esto refleja la diversidad de las distintas ciudades a lo largo de la república mexicana, tanto en términos de territorio como de ubicación.

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el Censo de Población y Vivienda de 2020 reporta que en México residen 126,014,024 personas, lo que coloca al país en el puesto número 11 entre los más poblados del mundo. Entre 2010 y 2020, la población creció en 14 millones de habitantes.

La pirámide poblacional de 2020 muestra que la edad media aumentó de 26 a 29 años en la última década. En ese año, México contaba con una gran población joven, lo que representa un nicho potencial de clientes para el sector de la vivienda. Específicamente, la población de 10 a 24 años constituye una parte significativa del total, lo que sugiere una demanda creciente de vivienda a corto y mediano plazo. Esta tendencia demográfica genera un impacto considerable en las empresas promotoras constructoras de vivienda dentro de la industria de la construcción (INEGI, 2022).

Gráfica 6
Pirámide poblacional de 2010 al 2020 en México

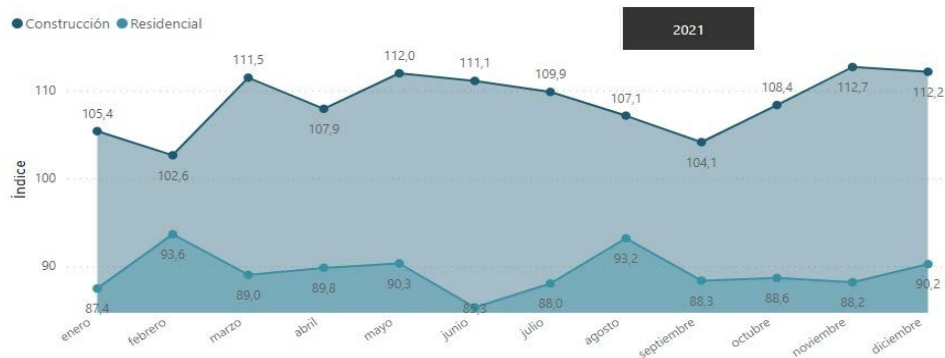


Fuente: INEGI (2022).

Un análisis comparativo muestra que la construcción de vivienda residencial tuvo un impacto menor en comparación con la construcción en general durante 2021. El punto más bajo en la construcción residencial se registró en julio, mientras que el punto más alto ocurrió en febrero.

Gráfica 7

Impacto en 2021 de la construcción en general, contra la construcción tipo Residencial en México



Fuente: CANADEVI.

En 2021, la construcción mostró signos de recuperación, pero esto no se reflejó en la construcción de tipo residencial, que cerró en diciembre con un índice de impacto en construcción residencial de 90.2, frente a 112.2 en la construcción general, lo que representa una diferencia de 22 puntos porcentuales (CANADEVI, 2022). McKinsey & Company et al., (2020) respaldan lo anterior cuando señalan que "una combinación de requisitos de sostenibilidad cada vez más estrictos, aumento de la presión de los costos, escasez de mano de obra y nuevos materiales disponibles, enfoques de producción y herramientas digitales están obligando a la industria a innovar". Asimismo, según el índice de la Sociedad Hipotecaria Federal (SHF), hubo un crecimiento anual del 8.6 % en el sector de la vivienda en México en general, y un aumento del 7.2% en la construcción de vivienda nueva hasta enero de 2022 (CANADEVI, 2022).

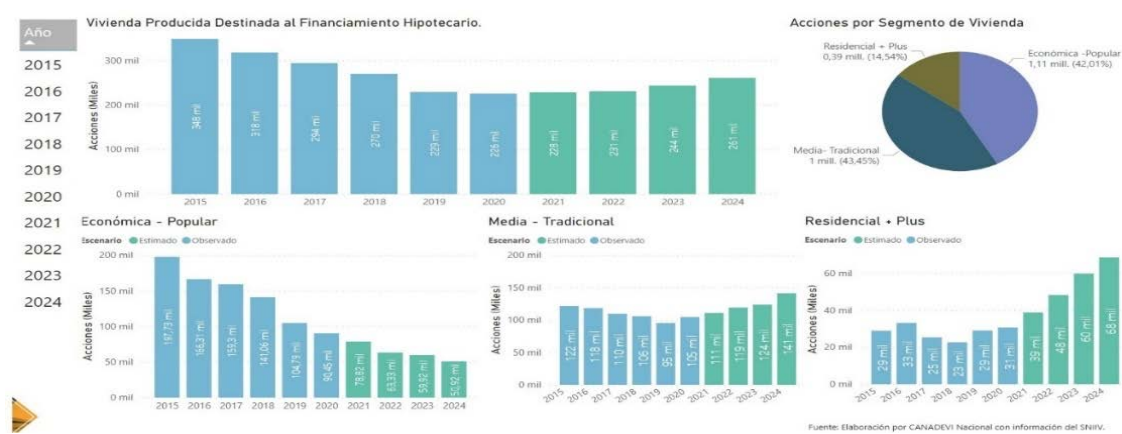
En enero de 2022, de acuerdo con la Cámara Nacional de Desarrollo de la Vivienda (CANADEVI), existen tres principales fuentes de financiamiento para la vivienda:

El Fondo de la Vivienda del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (FOVISSSTE), con 2,775 créditos y un monto de \$2,211 millones de pesos (MDP).

La Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV), con 3,219 créditos y \$6,612 millones de pesos (MDP). El Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT), con 10,638 créditos y \$5,537 millones de pesos (MDP). Además, se propone

una proyección de crecimiento del sector de vivienda en México para 2024, según la Cámara Nacional de Desarrollo de la Vivienda.

Gráfica 8
Perspectivas de Crecimiento de 2021 a 2024 en México



Fuente: CANADEVI.

De la gráfica anterior se estima que, para 2024, el 14.47% de la vivienda será construida con financiamiento hipotecario. Se observa una tendencia a la baja en el segmento de Vivienda Económica-Popular desde 2015 hasta el posible 2024, lo que refleja un cambio en la preferencia de compra hacia viviendas de un nivel superior. Asimismo, se proyecta un incremento en la Vivienda Media-Tradicional del 27.02%, que ha integrado a los antiguos compradores de Vivienda Económica-Popular. De manera similar, la Vivienda Residencial-Plus alcanzará un 74.36% en 2024. Es importante destacar que, según la proyección de crecimiento para 2024, la mayor participación en el mercado será en el segmento de Vivienda Media-Tradicional, con un 55.53% (CANADEVI, 2022).

El PIB nacional tuvo una recuperación del 4.6% a finales de 2021, impulsado por la vacunación y el retorno a las actividades. En el sector de la construcción, tras una drástica caída provocada por los efectos de la pandemia, se registró una mejoría del 7.2% en comparación con 2020. Como resultado, se espera para 2022 una recuperación de entre el 3.0% y el 5.0%. Sin embargo, los precios de los insumos para la construcción siguen en aumento debido a problemas logísticos en el abastecimiento, lo que inevitablemente se trasladará al consumidor final. Esto elevará los precios de la vivienda, por lo que aún no se

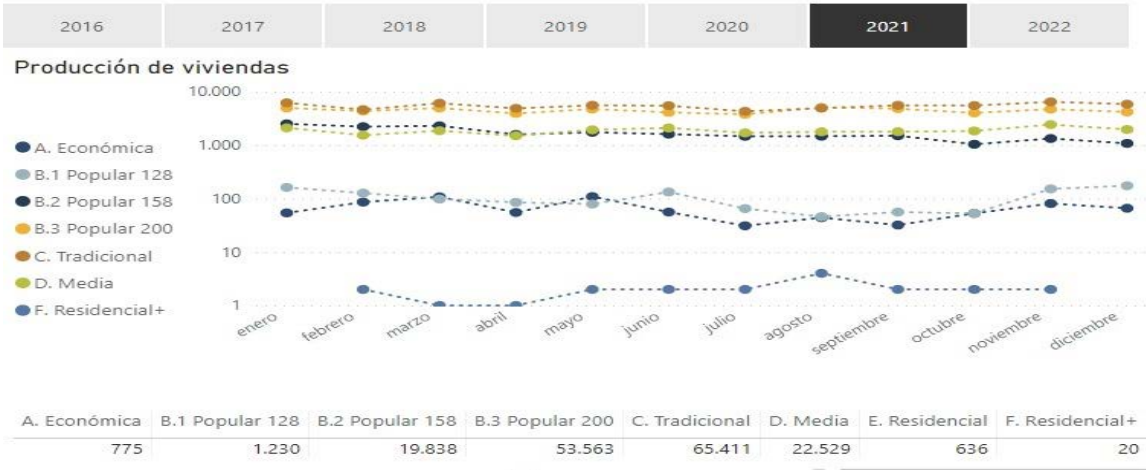
ha logrado reactivar completamente la economía, que sigue por debajo de los niveles previos a la pandemia (CEESCO-CMIC, 2022).

Según CEESCO-CMIC (2022), "durante marzo de 2022, la inflación general se ubicó en 7.45%, reflejando un aumento en comparación con enero de 2022 (7.07%). La inflación en el sector de la construcción registró un incremento del 14.10% respecto al mismo mes de 2021, acumulando once meses consecutivos al alza desde abril de 2021 (9.71%)".

El impacto de la pandemia generó una recesión económica que afectó la ley de la oferta y la demanda en la industria de la construcción, creando una incertidumbre económica que pronosticaba una normalización en 2022, siempre que se mantuviera la contención del contagio y se implementaran políticas económicas adecuadas (McKinsey & Company et al., 2020). Sin embargo, para 2023, la industria aún no ha logrado despegar.

En 2021, la producción total de viviendas en México fue de 164,002, con una tendencia creciente en enero, cuando se registraron 16,018 viviendas, y una tendencia decreciente en julio, con 11,386 viviendas. La producción por tipos de vivienda fue la siguiente: Tradicional-Media, 87,940 (53.62%); Residencial-Plus, 656 (0.4%); y Económica-Popular, 75,406 (45.98%). Estos datos reflejan la tendencia de la construcción de los diferentes tipos de vivienda en 2021.

Gráfica 9
La construcción de tipos de vivienda en 2021 en México



De la Figura 20 podemos observar que la mayor producción de viviendas correspondió a la construcción tradicional y a la popular de 200 m²; en contraste, la de menor producción fue la de construcción residencial entre 2017 y 2022.

4.2 Ciudades donde se aplicó el caso de estudio

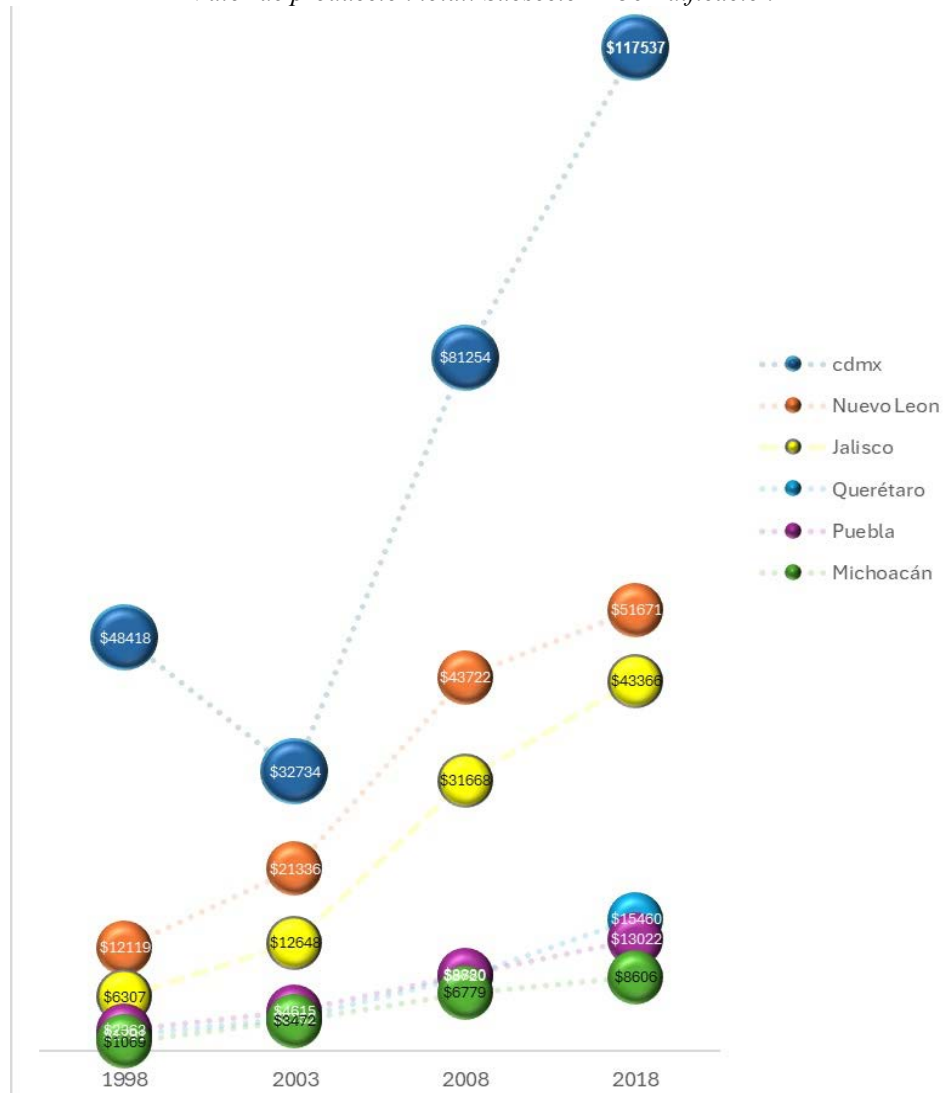
De acuerdo con el INEGI (2022), el Producto Interno Bruto por Entidad Federativa (PIBe), a nivel preliminar y en términos nominales, identifica cuatro ciudades que participan en esta investigación y que figuran en el listado de las principales contribuyentes al PIB nacional:

- Ciudad de México, con 4.3 billones de pesos.
- Nuevo León (Monterrey), con 2.4 billones.
- Jalisco (Guadalajara), con 2.2 billones.
- Puebla, con 1 billón.

Además, Querétaro fue considerada la ciudad con mayor impulso en el sector 23 "Construcción" según el INEGI (2018), superando a Puebla en dicho año. Por otro lado, Michoacán se incluye como un caso especial debido a que el presidente de la Cámara Nacional de la Industria de Desarrollo y Promoción de Vivienda (CANADEVI), donde se agrupan la mayoría de las empresas promotoras constructoras de vivienda, está desarrollando proyectos en la ciudad de Zamora. Esta inclusión busca generar estímulos y sinergias dentro del gremio para fomentar su participación en esta investigación.

De acuerdo con el INEGI (2018), las ciudades más representativas de México dentro del subsector 236 "Edificación", que abarca el rubro de vivienda, fueron evaluadas en términos de su aportación económica. Tal como se muestra en la Gráfica 10, destaca la tendencia de crecimiento de la ciudad de Querétaro.

Gráfica 10
Valor de producción total: Subsector- 236 Edificación



Fuente: INEGI (2018).

Además, la ubicación geográfica de estas ciudades en México es estratégica. Puebla y Ciudad de México se encuentran en el centro del país; Querétaro, ubicada en el centro-norte, destaca como una ciudad industrial en pleno desarrollo económico; Guadalajara, en el noroeste, es un importante polo económico; y Monterrey, en la frontera norte, fortalece la relación con Estados Unidos, nuestro principal socio comercial.

CANADEVI (2022) confirma que la producción de viviendas en las ciudades seleccionadas para este estudio de caso se relaciona con el valor de la producción total de vivienda, como se muestra en la figura 22. Con ello, se logró consolidar la relevancia de estas ciudades en la

investigación debido a su aportación al PIB, su valor de producción y su ubicación geográfica estratégica dentro de México.

Figura 10
Ubicación de las ciudades investigadas en México

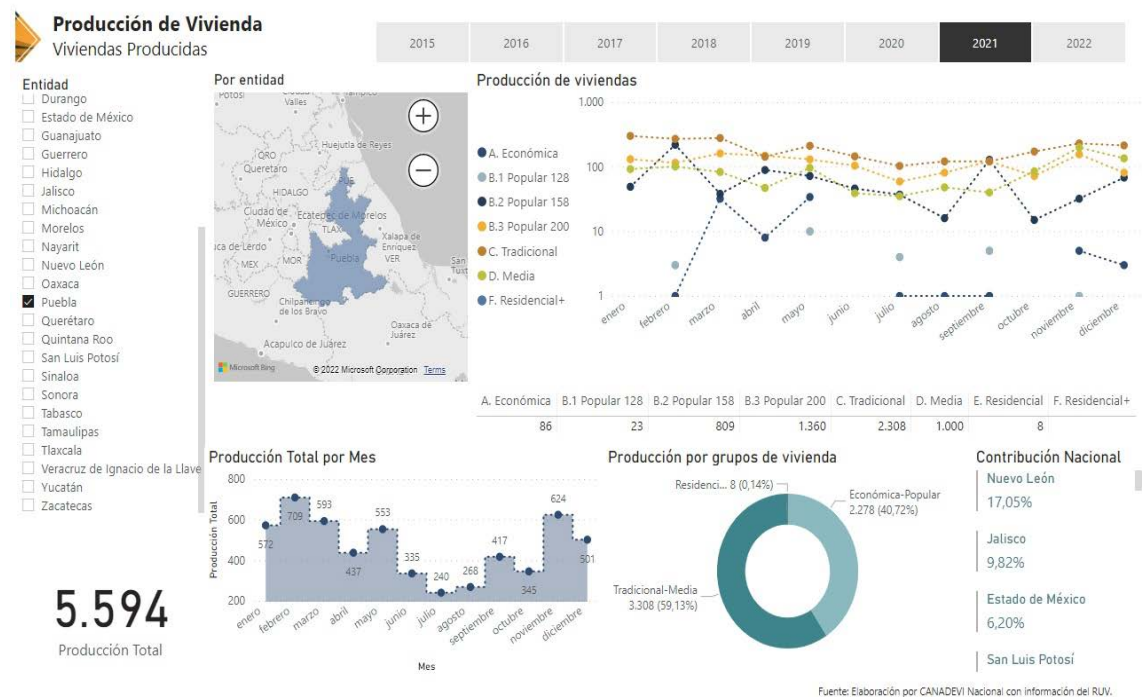


Fuente: CANADEVI

4.2.1 Puebla

En relación con las ciudades estudiadas en esta investigación, Puebla tenía una población de 1,721,215 habitantes en 2021, con 851 empresas constructoras registradas en 2018 y una aportación al PIB nacional del 3.2% (INEGI, 2022).

Figura 11
Producción de Viviendas, ciudad de Puebla 2021

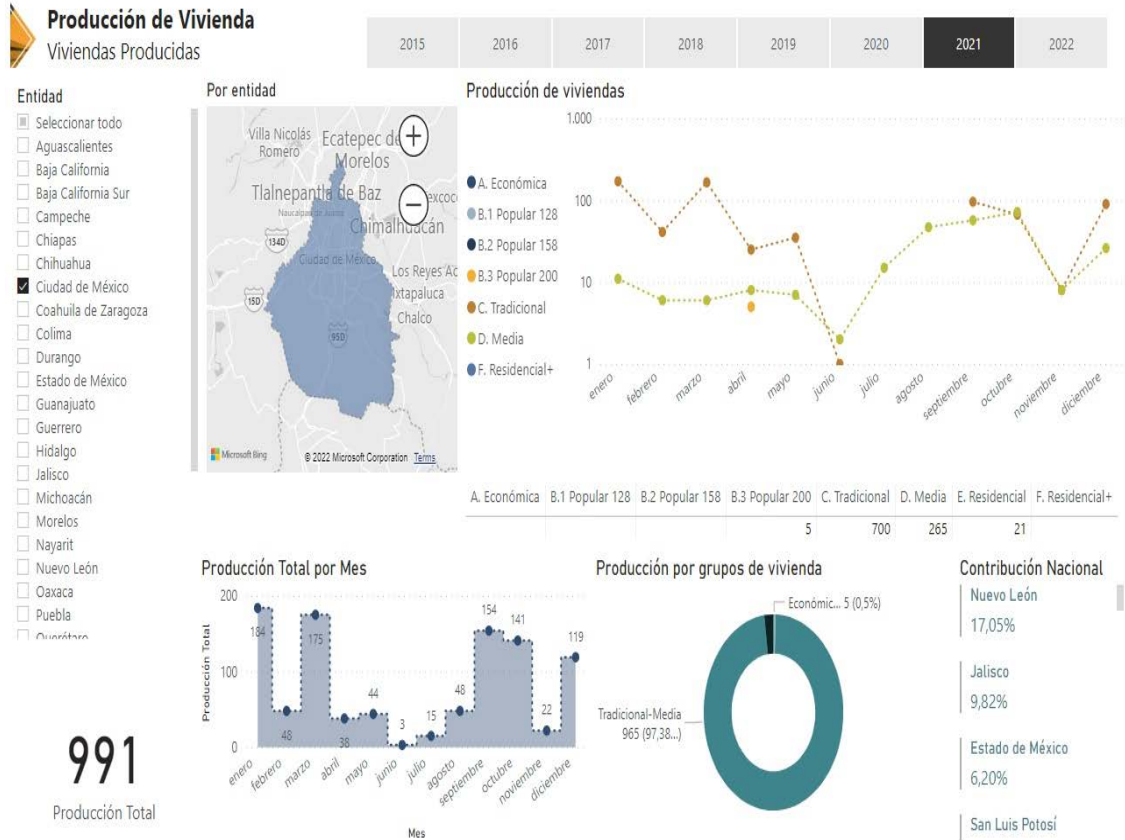


Fuente: CANADEVI

4.2.2 Ciudad de México

La Ciudad de México cuenta con una población de 9,209,944 habitantes, 1,864 empresas constructoras registradas en 2018, y la mayor aportación al PIB nacional, con un 15.8% (INEGI, 2022).

Figura 12
Producción de Viviendas, Ciudad de México 2021



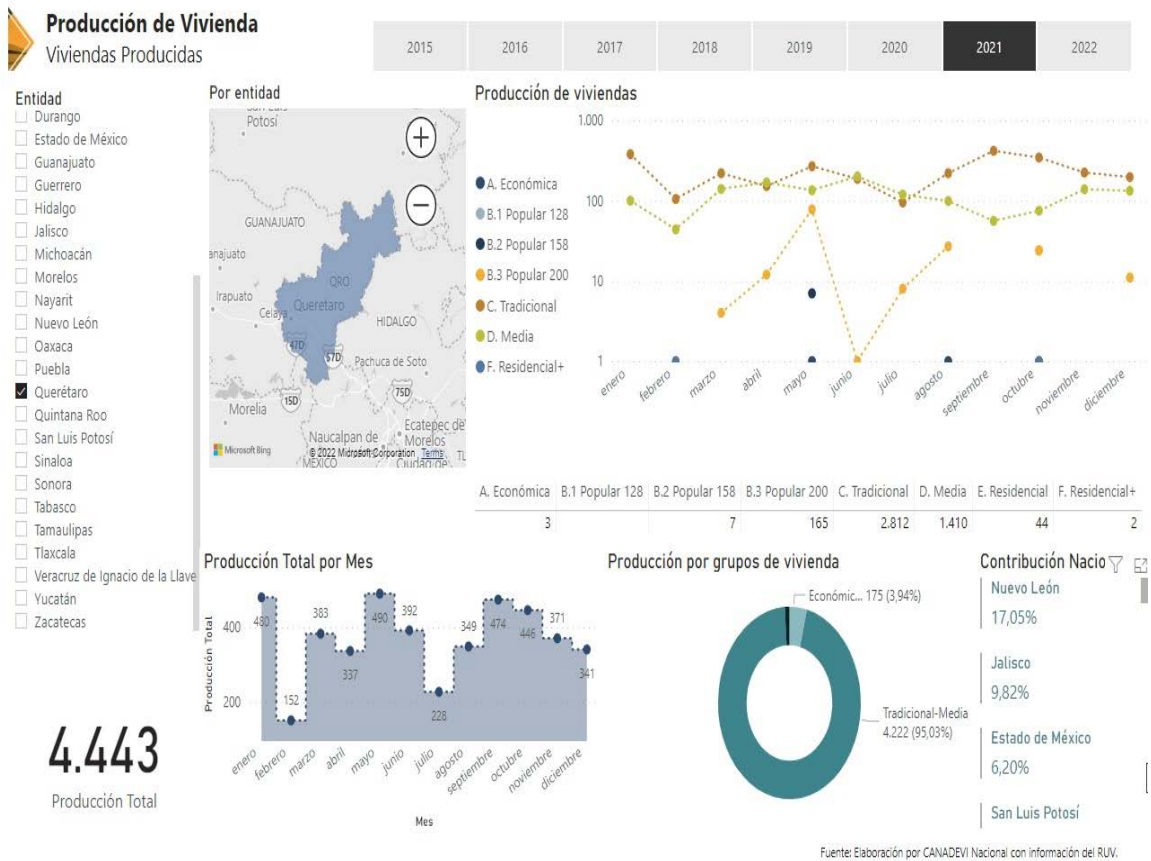
Fuente: Elaboración por CANADEVI Nacional con información de RUJ.

Fuente: CANADEVI.

4.2.3 Querétaro

Querétaro cuenta con una población de 2,368,467 habitantes, 469 empresas constructoras registradas en 2018 y una aportación al PIB nacional del 2.3% (INEGI, 2022).

Figura 13
Producción de Viviendas, ciudad de Querétaro en 2021

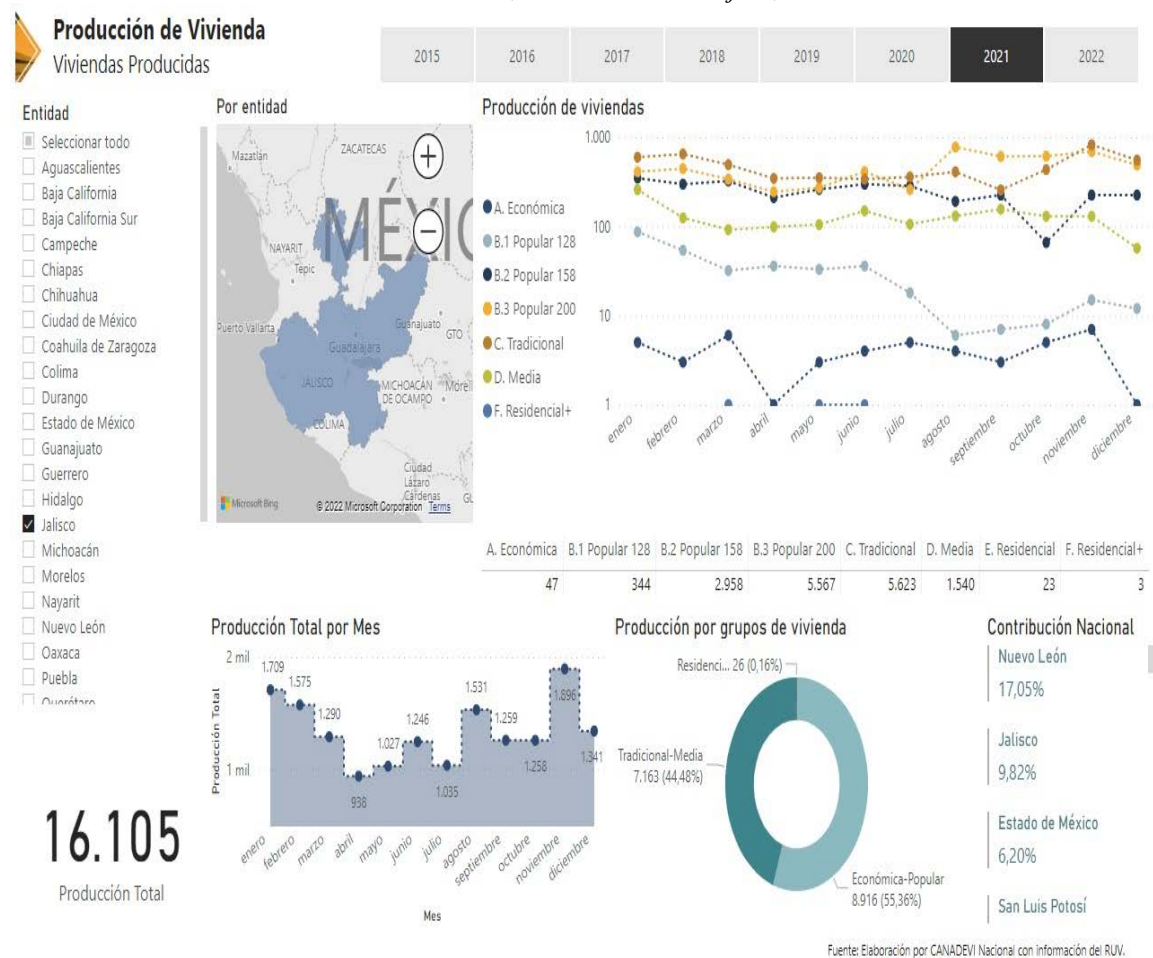


Fuente: CANADEVI.

4.2.4 Guadalajara

La ciudad de Guadalajara tiene una población de 1,385,629 habitantes, con 1,517 empresas constructoras registradas en 2018 y una aportación al PIB de Jalisco del 7.3% (INEGI, 2022).

Figura 14
Producción de Viviendas, ciudad de Guadalajara, Jalisco en 2021

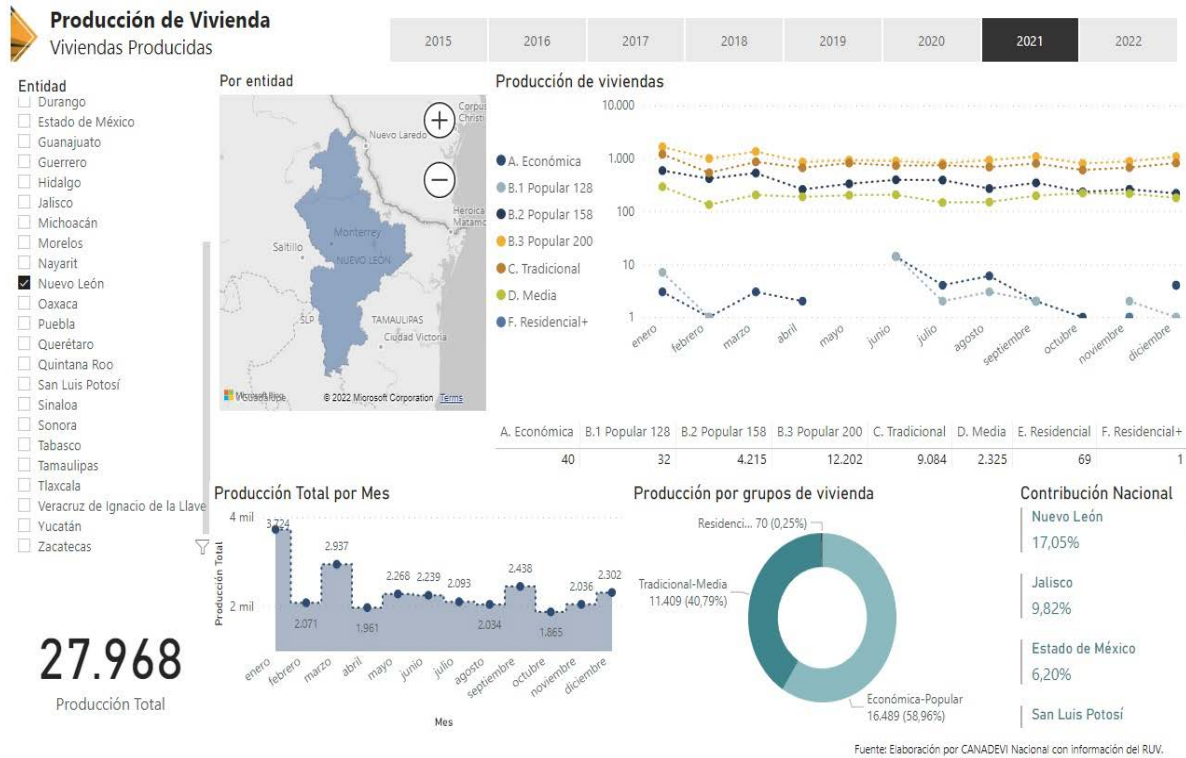


Fuente: CANADEVI

4.2.5 Monterrey

La ciudad de Monterrey tiene una población de 1,142,994 habitantes, con 1,188 empresas constructoras registradas en 2018 y una aportación al PIB de Nuevo León del 8.0% (INEGI, 2022).

Figura 15
Producción de Viviendas, cd de Monterrey, Nuevo León en 2021



Fuente: CANADEVI.

4.3 Propuesta de Modelo de Gestión Visual teórico

El problema planteado en esta investigación es diseñar un Modelo de Gestión Visual con la metodología *Lean Construction* que se replique en forma sencilla y rápida para empresas promotoras constructoras de vivienda en México. La revisión teórica mediante el análisis bibliométrico inicia con el diseño del modelo bidimensional de gestión visual, en forma cuantitativa y cualitativa de la aplicación actual de gestión visual a nivel internacional. Los indicadores fueron determinados de acuerdo con las investigaciones con aplicación práctica en la construcción para considerarlos en el diseño del modelo de gestión visual. En el capítulo No.2 de la investigación bibliométrica resume que existe solo un método aplicable por Brady (2014), probado en obras de remodelación y centrales eléctricas. La necesidad de esta investigación radica en su potencial impacto tanto en la industria de la construcción en general como en la construcción de viviendas en particular.

Este modelo aborda verticalmente la gestión administrativa, enfocándose en tiempos de planificación, organización y control exclusivamente durante el proceso constructivo, como un diferenciador clave del modelo. Y horizontalmente, debe integrar las mejores prácticas de informes de control gerencial para comparar con el proceso real con aplicación internacional adaptando conceptos de construcción *Lean Construction* y la dirección de proyectos del PMBOK, creando así un modelo bidimensional de gestión visual.

La construcción de viviendas en serie es una de las pocas áreas donde se puede aplicar metodológicamente una investigación, dado que se replica el mismo modelo, prototipo y proceso constructivo varias veces como parte de un desarrollo. Esto permite la inducción de un modelo metodológico que sea fácilmente replicable y alcanzable.

Formoso (2002) sostiene que existen diversas áreas que requieren investigación para desarrollar nuevas herramientas y tecnologías visuales específicas para la construcción. Esta laguna de conocimiento es la motivación detrás de esta investigación: diseñar un Modelo de Gestión Visual para empresas promotoras constructoras de viviendas en México.

Greif (1991) recomienda cinco puntos para la aplicación exitosa de la comunicación visual: a) Establecer metas (permite estar informados al mismo tiempo); b) Necesidad de cambio de cultura (Cambiar de actitud de monopolio a compartir información); c) un Plan integral (La dirección crea un contexto y orienta, no define); d) Crear la necesidad (un medio visual es el medio más sencillo y fácil para resolver cualquier problema); y e) asegurar la implementación (visión de mejora continua). De tal manera que “Sería algo paradójico hablar de comunicación visual sin apoyarse en una imagen”.

Según Galsworth (1997) la Gestión Visual se realiza con sistemas que se integran con herramientas visuales, diseñadas para el comportamiento humano, los cuales son: 1) Indicadores visuales solo proporciona información, 2) Señales visuales que señalan y atraen la atención mediante estímulos visuales, 3) controles visuales que controlan y limitan la respuesta humana y 4) garantías visuales que permite una sola respuesta, para evitar el error humano.

Una premisa del diseño del Modelo de Gestión Visual es considerar una métrica para establecer nuestro lugar frente a la competencia, que nos permita tener un diferenciador, de progreso, desempeño, desarrollo externo e interno. Existe investigación sobre estudios de casos de obras, pero solo un método probado en obras por Brady (2014) de tal forma que existe una brecha o laguna de investigación de un Modelo de Gestión Visual que sea replicable y medible para la construcción de viviendas.

De los antecedentes anteriores el diseño del modelo bidimensional de gestión visual plantea las siguientes propuestas para su desarrollo y análisis metodológico:

1. El modelo se diseñó con las características de presentarlo en forma visual con imágenes.
2. Análisis bibliométrico internacional de Gestión Visual.
3. El diseño integra las bases metodológicas de *Lean Construction*.
4. Su análisis y desarrollo considero la facilidad de implementar.
5. El diseño de acuerdo con su análisis permite que sea factible de replicar.
6. El diseño considera en su análisis las tres fases administrativas en el proceso constructivo.
7. El diseño del modelo en su desarrollo y análisis considera las partidas de la dirección de proyectos a nivel internacional adecuadas a la metodología *Lean Construction*.
8. Esta investigación en sus análisis y desarrollo adiciona en su diseño partidas sustantivas.
9. El análisis del diseño considero los conceptos de mejores prácticas a nivel de reportes de gerencia de proyecto de obra aplicados en construcción.
10. El desarrollo y análisis del diseño permite implementarse en construcciones verticales
11. El desarrollo y análisis del diseño permite implementarse para construcciones horizontales.
12. El análisis del diseño permite implementarse en construcciones de vivienda y departamentos de interés social a residencial.

4.3.1 El modelo se diseñó con las características de presentarlo en forma visual con imágenes

El primer punto fue considerado con la filosofía de trasladar la transparencia en toda la empresa y la facilidad de compartir resultados en forma visual en todos los niveles.

4.3.2 Análisis bibliométrico internacional de gestión visual

Se plantea en la Tabla 3 (Las Cinco propuestas más relevantes de Gestión Visual) del capítulo 2, donde se integran: las bases de *Lean* en el tiempo, de acuerdo con Brady (2014) con el único modelo operativo de gestión visual de 10 pasos; Tezel (2011) y su propuesta de 14 taxonomías de diferentes estudios de caso; Galsworth(1997) con sus 4 tipos de señales; Koskela (1992) con sus seis enfoques y Greif (1991) el pionero en considerar la gestión visual para cualquier industria. Así mismo, en la Tabla 4 (Enfoque de las propuestas VM con los 14 principios de “Toyota Way”) del capítulo No2, se describen los 14 principios de gestión visual (VM) cruzando con las propuestas de los investigadores más destacados en VM, logrando detectar los diferentes principios no aplicados de VM de las bases *Lean* para cualquier tipo de proyecto y en la Tabla 5 (Método ampliado) nuevamente se generó el análisis cruzando con las bases de Brady y Tezel orientados a la metodología *Lean Construction*.

En el análisis del diseño de Gestión Visual, se consideró el mapeo de investigaciones relevantes y los informes de control gerencial para clasificarlas. Así mismo, se consideraron las propuestas de 34 investigadores, insertando los conceptos en los capítulos propuestos por Greif (1991), quien fue el primer autor en presentar una propuesta de control estructurada por partidas de Gestión Visual. Con estas bases, se consideraron todas las propuestas conceptuales de los investigadores que cumplieron con los filtros, alineando los conceptos en cada capítulo y definiendo su tipo, función y herramientas. Esto logró un soporte documental conceptual de todas las tendencias de Gestión Visual hasta la fecha.

Esta exploración bibliométrica se mapeo para identificar, las 22 partidas de Greif (1991) con el alcance de 312 propuestas conceptuales, de la siguiente forma:

1. Identificación del territorio:15 conceptos.

2. Identificación de actividades; recursos o productos: 29 conceptos.
3. Identificación del equipo: 1 concepto.
4. Las marcas en el piso: 2 conceptos.
5. Las marcas para herramientas y estantes: 6 conceptos.
6. El área Técnica: 19 conceptos.
7. El área de comunicación y descanso.
8. La Información y las instrucciones.
9. Los artículos de limpieza 5S
10. Instrucciones de manufactura y los procedimientos Técnicos: 1 concepto.
11. El equipo de cómputo: 23 conceptos.
12. El programa de producción: 43 conceptos.
13. El programa de mantenimiento: 3 conceptos.
14. Identificación de inventarios: 4 conceptos.
15. El monitoreo del estado de los equipos: 2 conceptos.
16. El control estadístico de los procesos: 29 conceptos.
17. El registro de los defectos y seguridad.
18. Los objetivos, resultados y diferencias.
19. Las actividades de mejora continua (Kaizen): 4 conceptos.
20. Declaración de Misión, visión, objetivos y valores: 20 conceptos.
21. Sistema Andon (visual y audible), banderas y otros: 9 conceptos
22. Sistema Poka Yoke (errores del proceso): 17 conceptos.

Estas partidas, junto con sus respectivos conceptos, están sustentadas en el Anexo F: Mapeo de conceptos y herramientas de investigaciones en Gestión Visual. En el análisis y diseño del Modelo de Gestión Visual, se revisaron los 312 conceptos de los 34 investigadores especializados en Gestión Visual en construcción, con el objetivo de filtrar aquellos conceptos alineados con la construcción de vivienda.

El diseño del Modelo de Gestión Visual integra y alinea las tres investigaciones con mayor aportación a la gestión visual para cualquier tipo de gestión de proyectos a nivel local e internacional en las siguientes partidas: 1) tiempo; 2) calidad; 3) seguridad; 4) medio

ambiente; 5) cadena de suministro; y 6) recursos humanos, tal y como se muestra en la Tabla 8: Cruce de investigaciones de Gestión Visual alineadas al Modelo de Gestión Visual.

Tabla 8
Cruce de investigaciones de VM alineadas al Modelo de Gestión Visual

ÁREAS DE CONOCIMIENTO DE PROYECTOS PROPUESTAS	AUTORES															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15.1	15.2
TIEMPO																
Plan Maestro / VSM			X		X	X		X			X	X				
Tren de trabajo - Flujo "Pull"	X	X	X	X	X	X		X		X			X	X		
Last Planner System - Planeación fin a Inicio	X	X	X	X	X	X		X			X		X		X	
Programa seis semanas (cumplimiento de compromisos)	X	X	X	X	X	X	X	X				X				
Prog. Semanal = Objetivos de KPI'S (PPC-PCR)	X	X	X	X	X	X	X	X				X	X			
Avance físico /Nivelación de producción.	X	X		X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X
Gestión Táctica Visual (KPI ' s de color= Índice de desvío de meta)					X	X	X					X	X			
Control presupuestal					X			X								
Sistema de control de cambios (Evento-causa-efecto)					X	X	X	X				X	X			
Control del contrato y ministraciones					X	X	X									
Estado de estimaciones (Ingresos x cliente)					X	X	X									
Estado del proceso de precios (adicionales y extraordinarios).					X	X	X									
Modelo federado BIM					X	X	X						X			X
CALIDAD																
Desperdicios (9 procesos)				X	X			X	X						X	
Control de Producción			X		X	X	X	X		X			X	X		X
Tableros kaizen semanal : To do -in Progres -Done				X							X	X				
5 S ((organizar/calidad) Orden-Limpieza-estandarizar-mantener)	X				X	X	X			X	X		X			
Instrucciones de trabajo estandarizado (tipo)				X	X	X		X	X	X	X					
A3s Análisis Causa-Raíz				X							X	X				
Tablero estratégico Visual de la Empresa				X							X					
Tableros de rendimiento de proyectos -empresa(codificados por colores).				X		X		X	X							
Lugar de trabajo Sistemático estruc.(ctol visual)				X							X					
Estándar operativo SPQD/Seguridad +Productividad+Entregas +Calidad	X			X	X	X	X		X	X						X
Sistema de control de producción basado en tarjetas (Kanban) Materiales				X						X						
Almacén				X			X									
Formulario estándar (Tablero Visual) de suministro e inventario				X					X				X			
Control de suministro de mat. Kanban/empleo (lleva dinámicamente)				X			X	X	X	X						
Prototipos						X			X	X			X			X
SEGURIDAD																
Mapa de riesgos																
Plan de seguridad (aprobado)																
Seguridad en la ejecución																
Recibir conformidad obra / Finiquito															X	X
Todas las salidas están claramente marcadas																
Señales de Seguridad Visual en actividades							X				X	X				
Muestreo de equipos seguridad(De acuerdo al trabajo a ejecutar)																
Tablero de Ctol de Seguridad/por Frente de Trabajo					X											
MEDIO AMBIENTE																
Gráfica de tiempo (LLuvia)					X											
Estrategia visual de Gestión Integral	X															
Gestión de Residuos en la fase de construcción.																
Reciclaje y valorización de residuos In situ																
Ubicación de tiros autorizados																
Panel de líquidos inflamantes autorizados																
CADENA DE SUMINISTRO																
Cadena de suministro materiales + importantes																
Desempeño de subcontratos																
Control de subcontratos					X											
Tablero visual de materiales Certificados por proveedor					X											
Calificación de (proveedores)					X				X							
Desempeño de suministradores (proveedores)									X							
RECURSOS HUMANOS																
Control de mano de Obra (asistencia/ubicación)				X								X				
Tablero de Personal de vacaciones e incapacidad																
Panel de estado de ánimo Visual de los trabajadores										X						
Mapa de calor (trabajos y Ubicación de Fza Trabajo, en vivienda vertical)																
Gráfica de rotación de personal en la obra																
Tablero Visual de Capacitación de personal				X												
Personal por desempeño en forma Visual																

NOTAS: 1) (GREIF, 1991) ; 2) (KOSKELA,1992) ; 3) (BALLARD, 2000) ; 4) (GALSWORTH, 1997) ; 5) (BRADY, 1997) ; 6) (PEDÓ et al., 2000) ; 7) (TEZEL, 2011) ; 8) (VALENTE, 2014) ; 9) (GAO and LOW, 2014) ; 10) Tezel,Koskela, Tzorzopoulos, Formoso y Alves, 2015) ; 11) (TEZEL et al., 2016) ; 12) (RIZK LYNN 2017) ; 13) (VALENTE, 2017) ; 14) (SUBHAV SINGH, 2021) ; 15.1) (BRANDALISE, 2022) N1-A1 Control ; 15.2) (BRANDALISE, 2022) N1-A2 Exp. visual ; 15.3) (BRANDALISE, 2022) N2-A3 Func. Ppal ; 15.4) (BRANDALISE, 2022) N2-A4.5 Rol de Comunic. , 15.5 (BRANDALISE, 2022) N2-A6 Integ. Rutinas Y 15.6) (BRANDALISE, 2022) N3-A7 Form. sistemas.

Fuente: Elaboración Propia.

De la Tabla 8 anterior se observa que las investigaciones sobre Gestión Visual no consideran la partida de medio ambiente, que es una necesidad mundial que coincide con el punto ocho del diseño del Modelo de Gestión Visual como una partida diferenciadora. Actualmente, buscamos optimizar su gestión para cuidar la naturaleza de nuestro planeta, así como la partida cadena de suministro, que es una parte esencial de la metodología *Lean Construction*. Esta última implica integrar a proveedores, destajistas, subcontratistas y otros actores dentro

del proceso de Gestión Visual, lo que involucra el estado actual, el flujo *pull* y el proceso constructivo, siempre con el objetivo de lograr la mejora continua.

4.3.3 El diseño integra las bases metodológicas de *Lean Construction*.

El modelo incluye la raíz de la metodología *Lean Construction*, la cual desarrollo en su tesis de doctorado Koskela (1991) “La aplicación de la nueva filosofía de la producción a la construcción”. Y que posteriormente Ballard (2000) en su tesis de doctorado integro los principios del *Last Planner System of Production Control*. Así mismo metodológicamente Glen Ballard y Greg Howell (2003), sustentan el Sistema del último planificador que se desarrolló específicamente para construcción, la cual sustenta el termino producción pull (jalar o tirar) en lugar de Push (empujar) es la base raíz de *Lean Construction*. Así, como otras herramientas visuales de lean (A3, 5'S, estandarización, mejora continua, entre otras) que se desarrollaron en el capítulo 2, las cuales se aplican en el diseño de modelo bidimensional de gestión visual.

4.3.4 El análisis y desarrollo considero la facilidad de implementar

En el punto cuatro 4) Su análisis y desarrollo considero la facilidad de implementar. Se considero utilizar la metodología *SMART*. La metodología debe cumplir en el diseño del Modelo de Gestión Visual con ser: especifico, medible, actualizable, replicable y en un periodo de tiempo acotado o los menos una imagen que represente las políticas y valores de la empresa.

4.3.5 El diseño de acuerdo con su análisis permite que sea factible de replicar

El desarrollo del diseño del modelo al integrarse en forma bidimensional permite focalizar los tiempos de aplicación de la gestión visual (Que planear, como organizar y donde controlar) en forma vertical y en la parte horizontal consideramos las partidas dentro de las condiciones de cualquier tipo de las áreas de dirección de proyectos y agregando otras relevantes, además adicionalmente se integran conceptos de las mejores prácticas de control gerencial, en términos generales abarca universalmente los conceptos constructivos implementados bajo la filosofía *Lean Construction* para su gestión de manera visual en empresas promotoras constructoras de vivienda.

Integra en su diseño el proceso constructivo de obras de vivienda o departamentos, debido a que su estructura se puede replicar, toda vez, que son de las pocas construcciones que se pueden construir en forma masiva. Es decir, su estructura es fácil de replicar, porque se repite el prototipo de vivienda o departamento “N” veces, dependiendo de las etapas del fraccionamiento o la altura del edificio, considerando las partidas dentro de la producción buscando la calidad y la mejora continua.

4.3.6 El diseño en su análisis plantea las tres fases administrativas en el proceso constructivo

El diseño permite el análisis bidimensional del Modelo de Gestión Visual en cualquier tipo de proyecto en forma vertical cruzando los tiempos de aplicación de las fases constructivas, logrando integrar la segunda dimensión de las fases administrativas de ejecución en el tiempo contestando las preguntas ¿Que planeamos?, ¿Como organizamos? y ¿Dónde controlamos?

Primera fase: Planeación antes de iniciar la obra, ¿Que planeamos? debemos considerar el análisis del proyecto como un todo elemento integral que de incluya mayor detalle y tiempo.

Segunda fase: Organización ¿Como vamos a ejecutar la obra antes de iniciarla?, como debemos construir resolviendo las posibles restricciones antes de iniciar la obra, para cumplir con la normatividad y evitar problemas de seguridad, calidad y tiempo entre otros.

Tercera Fase: Control visual en la ejecución de la obra, ¿Cómo controlamos en forma sistemática, estandarizado y con un enfoque de mejora continua? Diseñando un modelo bidimensional de gestión visual con diferentes herramientas visuales que se puedan medir, para lograr evitar variaciones y desviaciones.

4.3.7 El diseño en su desarrollo y análisis considera las partidas de la dirección de proyectos a nivel internacional adecuadas a la metodología *Lean Construction*

En su desarrollo y análisis del diseño del modelo se plantearon diferentes escenarios que se filtraron y depuraron logrando el resultado de adecuar los principios del *PMBOOK (Project management Book)* de la dirección de proyectos a nivel internacional del *PMI (Project*

management Institute) adecuados a la aplicación práctica de gestión visual de *Lean Construction*. Logrando el reto de que su aplicación es general a cualquier proyecto de construcción.

La investigación bibliométrica de gestión visual de acuerdo con la filosofía *Lean Construction*; se complementó en las ordenadas con las áreas de conocimiento propuestas simplificadas y adaptadas de la metodología PMI. En esta etapa de investigación el modelo permite mapear cualquier técnica que utilice la gestión visual considerada en la etapa de construcción de obras con la metodología *Lean Construction*, con las partidas propuestas en tiempo, calidad, seguridad, medio ambiente, cadena de suministros y capital humano.

4.3.8 La investigación en su desarrollo y análisis adiciona en su diseño partidas sustantivas no consideradas en otras investigaciones

Esta investigación en su desarrollo y análisis adiciona en su diseño partidas sustantivas no consideradas en otras investigaciones de gestión visual y de gestión de proyectos, como son medio ambiente y cadena de suministro. Integrando resultados tangibles de brechas de conocimiento no exploradas y que son un diferenciador de los modelos existentes a la fecha. Es uno de los puntos relevantes de esta investigación, lograr un modelo bidimensional de gestión visual (en abscisas las fases administrativas y en ordenadas las partidas de dirección de proyectos) con diferenciadores aplicables a la industria de la construcción y globales; adicionando partidas y conceptos aplicables no considerados en otros modelos y que son parte importante de las brechas de conocimiento como aporte de esta investigación.

4.3.9 El análisis del diseño considero los conceptos de mejores prácticas a nivel de reportes de gerencia de proyecto de obra

El objetivo del análisis del diseño del modelo bidimensional de gestión visual fue idealizar el modelo a la práctica real, es decir, aplicados en construcción con bases *Lean Construction* que tuvieran las características adecuadas para implementarse en la vida profesional en cualquier empresa, por lo que, fue obligado revisar los conceptos más importantes de reportes de gerencia de proyectos, para integrarlos en el Modelo de Gestión Visual cuidando la adecuación a la filosofía *Lean Construction*.

De acuerdo con el diseño se consideraron las mejores prácticas a nivel de reportes de gerencia de proyecto de obra aplicados en construcción con bases *Lean Construction*, como se puede observar en la siguiente:

Tabla 9
Comparativa de Informes de control de gerencia de proyectos

AREAS DE CONOCIMIENTO DE PROYECTOS PROPUESTAS	Inf. Ctol Gerenc. GAO(2000-2011)	(Yamal, 2012)	(Merritt et al., 2011)	(De Marco, 2011)	(Minks and Johnston, 2011)	(Montes et al., 2017) Sevilla
PRECONSTRUCCIÓN						
1)Preconst-Objetivos basado en valores						X
2)Preconst.-Prog. necesidades						X
3)Preconst.-Estudios previos						X
4)Preconst.-Proyecto						X
1)CHARTER (CONTRATO)		X				X
2) Alcance de actividades						X
3)WBS		X		X		X
TIEMPO						
Plan Maestro / VSM		X			X	X
Tren de trabajo - Flujo "Pull"		X	X		X	X
Last Planner System -Planeación fin a Inicio					X	
Programa seis semanas (cumplimiento de compromisos)		X	X	X	X	
Prog. Semanal = Objetivos de KPI'S (PPC-PCR)	X	X	X	X		X
Avance físico /Nivelación de producción.	X	X		X		X
Gestión Táctico Visual (KPI´s de color= Índice de desvío de meta)		X		X		
Control presupuestal	X	X				
Sistema de control de cambios (Evento-causa-efecto)	X	X	X	X		
Control del contrato y ministraciones	X	X		X		
Estado de estimaciones (Ingresos x cliente)	X			X		
Estado del proceso de precios (adicionales y extraordinarios).	X					
Modelo federado BIM						
CALIDAD						
Desperdicios (9 procesos)						
Control de Producción		X				
Tableros kaizen semanal : To do-in Progreess -Done						
5 S ((organizar/calidad) Orden-Limpieza-estandarizar-mantener)						
Instrucciones de trabajo estandarizado (tipo)						
A3s Análisis Causa-Raíz						
Tablero estratégico Visual de la Empresa						
Tableros de rendimiento de proyectos -empresa(codificados por colores).						
Lugar de trabajo Sistemático estruc.(ctol visual)						
Estándar operativo SPQD/Seguridad +Productividad+Entregas +Calidad	X					
Sistema de control de producción basado en tarjetas (Kanban) Materiales		X				
Almacén						X
Formulario estándar (Tablero Visual) de suministro e inventario						
Control de suministro de mat. Kanban/empleados llenan dinámicamente .						
Prototipos						
SEGURIDAD						
Mapa de riesgos		X				
Plan de seguridad (aprobado)						X
Seguridad en la ejecución			X			X
Recibir conformidad obra / Finiquito						
Todas las salidas están claramente marcadas						
Señales de Seguridad Visual en actividades						
Muestreo de equipos seguridad(De acuerdo al trabajo a ejecutar)						
Tablero de Ctol de Seguridad/por Frente de Trabajo						
MEDIO AMBIENTE						
Gráfica de tiempo (LLuvia)	X					
Estrategia visual de Gestión Integral	X				X	X
Gestión de Residuos en la fase de construcción.					X	X
Reciclaje y valorización de residuos In situ					X	X
Ubicación de tiros autorizados					X	X
Panel de líquidos inflamantes autorizados						
CADENA DE SUMINISTRO						
Cadena de suministro materiales + importantes						
Desempeño de subcontratos						
Control de subcontratos	X	X				
Tablero visual de materiales Certificados por proveedor						
Calificación de (proveedores)						
Desempeño de suministradores (proveedores)						
RECURSOS HUMANOS						
Control de mano de Obra (asistencia/ubicación)	X					
Tablero de Personal de vacaciones e incapacidad						
Panel de estado de ánimo Visual de los trabajadores						
Mapa de calor (trabajos y Ubicación de Fza Trabajo, en vivienda vertical)						
Gráfica de rotación de personal en la obra						
Tablero Visual de Capacitación de personal						
Personal por desempeño en forma Visual						
OTROS CONCEPTOS						
Número de conceptos no alineados a Lean Construction	26	23	13	15	0	38

Fuente: Elaboración Propia

De la Tabla 9, se consideran solo conceptos con aplicación a la metodología *Lean Construction* y que se pueda representar de forma visual. No se consideraron los conceptos que no cumplan esas dos condiciones. Su análisis, a nivel diseño debe incorporar el sustento metodológico necesario para su implementación y sistematización en cualquier empresa promotora constructora de vivienda.

4.3.10 El desarrollo y análisis del diseño bidimensional de gestión visual permite implementarse en construcciones verticales

El desarrollo y análisis del diseño bidimensional de gestión visual permite implementarse en construcciones verticales en la partida de Tiempo en el concepto de (Planeación por fases). El análisis del modelo se consideró la pertinencia de poder implementar en obras verticales, es decir, que visualmente permita conocer cómo se construye en fases, (áreas similares de construcción para generar una competencia interna sana) en los diferentes niveles; o también pueden ser por frentes de trabajo diferentes por planta y nivel; por tipos de departamentos o el proceso óptimo de construcción que por experiencia implemente la empresa.

4.3.11 El desarrollo y análisis del diseño bidimensional de gestión visual permite implementarse en construcciones horizontales

El desarrollo y análisis del diseño permite implementarse para construcciones horizontales en la partida de Tiempo en el concepto de (Planeación por trenes de trabajo). Se considero la construcción horizontal, es decir, permite planearse en forma de trenes de producción en forma visual por ciudad, fraccionamiento, etapas, manzanas, lotes, prototipos y otros de acuerdo con el proceso constructivo óptimo para la empresa.

4.3.12 El análisis del diseño permite implementarse en construcciones de vivienda vertical y horizontal (casas o departamentos) del nivel de interés social hasta residencial

Según CANADEVI (2022) la agrupación de categorías de acuerdo con el registro único de vivienda es:

- Interés social (económica, popular 128 umas, popular 158 umas, popular 200 umas);
- Media (tradicional, media) y
- Residencial (residencial y residencial plus).

Por lo que, el diseño del Modelo Bidimensional de Gestión Visual puede implementarse en estas ocho categorías en su aplicación práctica en el proceso constructivo. El diseño del Modelo Bidimensional de Gestión Visual integra las doce propuestas o condiciones mencionadas anteriormente en su desarrollo y análisis metodológico. Cumple en general con las características cuantitativas y solo ciertas imágenes son cualitativas, pero en seguimiento se pueden cuantificar para generar métricas visualmente provistas de características medibles.

Los conceptos se basan en investigaciones de diferentes autores en Gestión Visual y control gerencial aplicado a la Gestión Visual en su proceso constructivo. Cabe mencionar que los conceptos deben incluir una medida, metodología o procedimiento y deben representarse de forma visual. Este diseño incorpora los parámetros adecuados para empresas promotoras constructoras de vivienda en México, sirviendo como base para generar una encuesta. La premisa es realizarla en el menor tiempo posible, acotada a un máximo de 30 minutos, para asegurar la atención del 100% del entrevistado durante su aplicación en obra.

4.4 Integración y adecuación del Modelo Bidimensional de Gestión Visual

Tras realizar el análisis bibliométrico, se integró la gestión empresarial con las mejores prácticas de control gerencial y la gestión de proyectos, adaptando el enfoque del PMI. El Modelo propuesto se desarrolló en dos vertientes, organizadas en una matriz bidimensional. En el eje vertical (columnas) se consideran las tres fases básicas de la gestión: planeación, organización y control. En el eje horizontal (filas) se alinean la gestión empresarial y la de proyectos, estructuradas en partidas y conceptos que complementan los principios de *Lean Construction*.

El Modelo Bidimensional de Gestión Visual, para su integración y adecuación, se sistematizó y estandarizó con una visión de mejora continua, en línea con la filosofía *Lean Construction*. El diseño del Modelo contempló la generación de tres fases administrativas básicas en la gestión de cualquier proyecto: planeación, organización y control, estructuradas en forma de columna. Estas fases validan su intervención a lo largo del tiempo dentro del proceso constructivo de una vivienda, permitiendo que algunos conceptos de una partida se

encuentren en dos o tres procesos; es decir, un concepto puede estar en la columna de planeación, luego en organización y posteriormente en control.

De forma horizontal (filas), se incluyeron las partidas correspondientes a los procesos de dirección de proyectos del PMI (2013), asegurando que cumplieran con la filosofía *Lean*.

Es importante destacar que se desarrollaron varias propuestas de diseño hasta llegar al Modelo Bidimensional, el cual representa de forma visual la escala temporal de los ciclos de gestión de cualquier proyecto en su proceso constructivo. Este Modelo fue sistematizado con el objetivo de establecer un diseño universal de Gestión Visual para la industria de la construcción.

El Modelo se nutre de datos provenientes de ERP, CRM o bases de datos como macros en Excel, Power BI, entre otros. Propone herramientas visuales para generar KPI's o métricas de manera intuitiva, permitiendo la visualización mediante gráficas, señales, indicadores, símbolos, imágenes, dispositivos, iconos, pantallas, banderas y otros elementos. Estos permiten determinar de forma clara la situación actual de la obra, el estado del flujo económico óptimo en el tiempo y la secuencia de los trabajos:

El diseño del modelo se desarrolló primero en concordancia con el tablero de mando integral de Kaplan y Norton (2004), el antecedente del objetivo del Modelo de Gestión Visual se basa en la pirámide propuesta por Campero y Alarcón (2008), que establece objetivos organizacionales y una jerarquía de objetivos. La estrategia del diseño del modelo de gestión visual fue identificar las necesidades de una empresa promotora constructora de vivienda:

- a) Ideario fundamental: Misión de entregar viviendas con altos estándares de calidad.
- b) Objetivos estratégicos: Posicionarnos entre las 10 principales empresas constructoras de vivienda.
- c) Programas y presupuesto: Implementar dos fraccionamientos con Gestión Visual *Lean*.
- d) Actividades, procedimientos y normas: Terminar obras mediante Gestión Visual, sistematizando y estandarizando procedimientos, y minimizando desperdicios en busca de la mejora continua.

Figura 16
Pirámide de Objetivos organizacionales y jerarquía de objetivo
Objetivos Organizacionales



Fuente: Adaptado de Campero y Alarcón (2008).

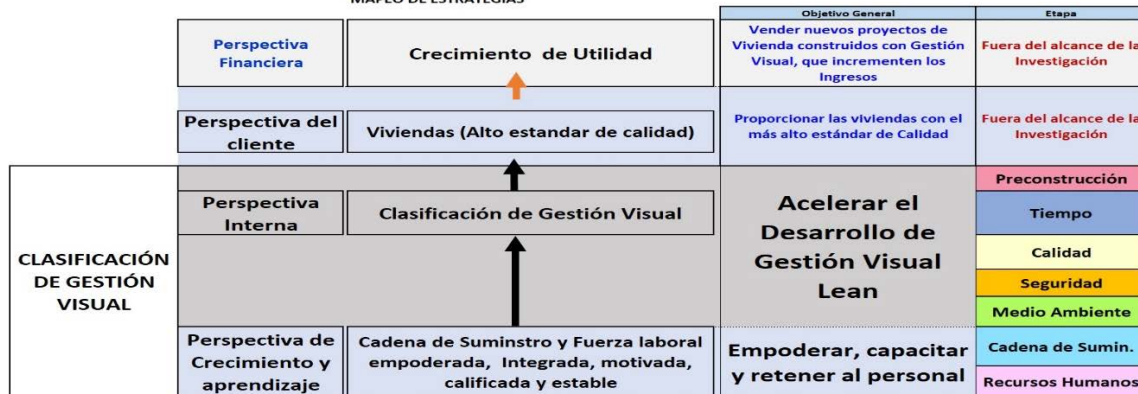
Como una fase posterior, se sistematizó un plan de acción tipo Balanced Scorecard, considerando los montos necesarios para un presupuesto parcial y global. La Gestión Visual se clasificó en cuatro etapas:

Primero, en la perspectiva de crecimiento y aprendizaje, se integró la gestión en las etapas de recursos humanos y la cadena de suministro, con el objetivo de empoderar al personal mediante capacitación calificada y estable, motivándolo a ser parte de un equipo sólido en el trabajo, buscando la excelencia y mejora continua.

Segundo, alineando las estrategias y objetivos organizacionales en la perspectiva interna, se busca acelerar el desarrollo de la clasificación de Gestión Visual, integrando al diseño la etapa de preconstrucción, así como aspectos de tiempo, calidad, seguridad y medio ambiente.

Las terceras y cuartas perspectivas, financiera y del cliente, quedan fuera del alcance de esta investigación, como se muestra en la Figura 17.

Figura 17
Etapas del diseño de clasificación bidimensional
TABLERO DE MANDO INTEGRAL
 Ejemplo de empresa de Constructora de Vivienda
 MAPEO DE ESTRATEGIAS



Fuente: Adaptado de Kaplan y Norton (2004).

De esta manera, se alinearon los objetivos derivados de las perspectivas con la jerarquía de objetivos de la pirámide de Campero y Alarcon (2008); incluyendo el objetivo particular y el desarrollo de métricas, metodologías o procedimientos.

Retomando el tablero de mando integral de Kaplan y Norton (2004) y las áreas de gestión de proyectos, se obtuvo un resultado del cruce que descarta las perspectivas financieras y del cliente. Su aplicación en el diseño considera sesenta (60) conceptos visuales o partes acotadas en las partidas de las áreas de gestión del conocimiento de dirección de proyectos y gerenciales.

La propuesta incorpora la perspectiva interna con el objetivo de acelerar el desarrollo del diseño de Gestión Visual y la perspectiva de crecimiento y aprendizaje, con el fin general de empoderar, capacitar y retener al personal. Además, se incluyen las respectivas etapas de gestión de dirección de proyectos y control gerencial, así como la jerarquía de objetivos (ideario fundamental, objetivos estratégicos y objetivo proyecto); además los objetivos particulares y sus métricas (medida, metodología o procedimiento), con las consideraciones del tipo Balanced Scorecard (ver Tabla 10).

Tabla 10
Conceptos por desarrollar clasificados en un tablero de mando integral

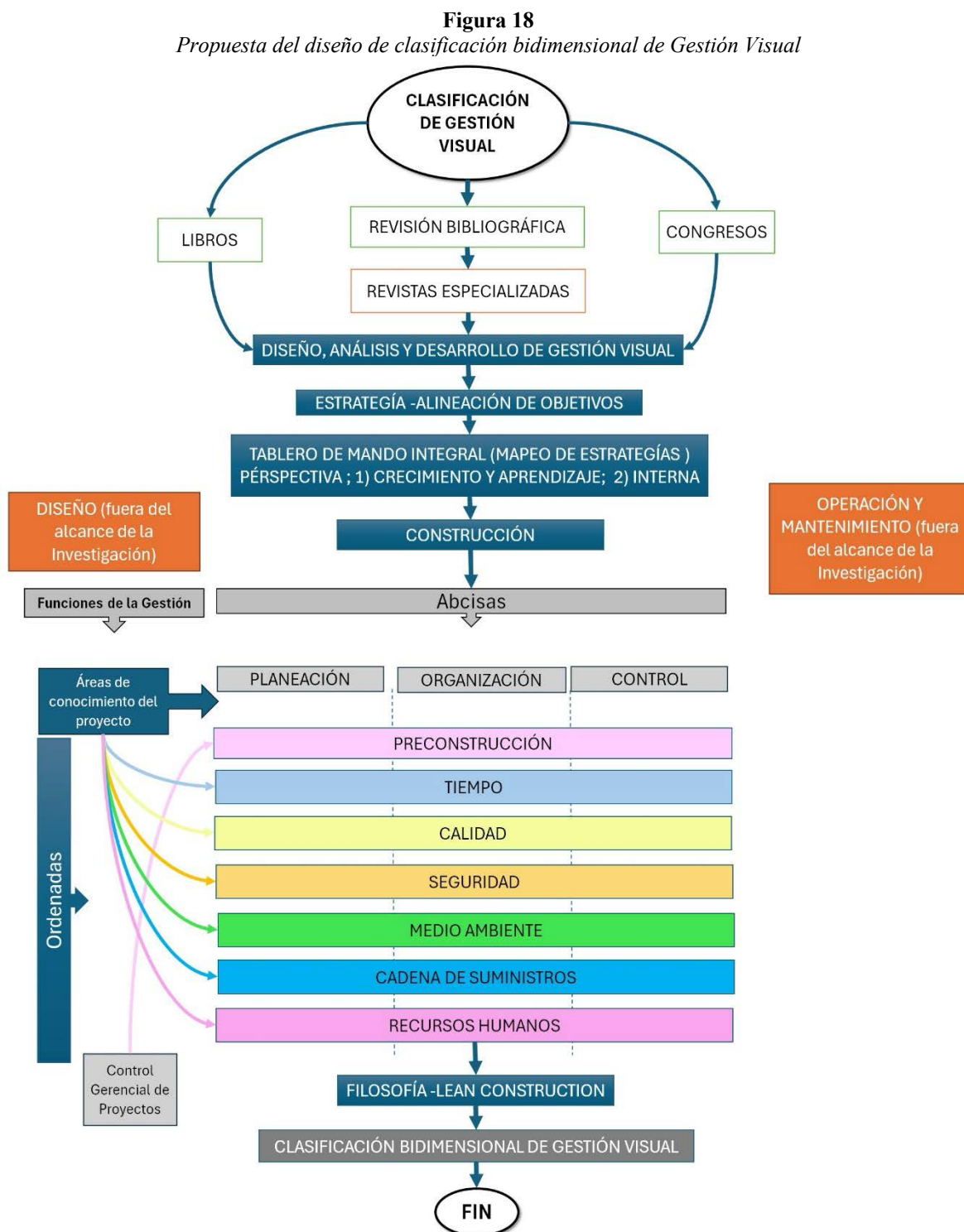
		Balanced Scorecard			
Perspectiva	Objetivo General	No.	Etapas	Objetivo Particular	Medida/metodología/procedimiento
Perspectiva Interna	Acelerar el Desarrollo de Gestión Visual Lean	1	Preconstrucción 1	Preconstrucción	Misión, Visión, Metas
		2	Preconstrucción 2		Proyecto Ejecutivo
		3	Preconstrucción 3		WBS-WBO
		4	Preconstrucción 4		Contrato
		5	Preconstrucción 5		Alcance de Actividades
		6	Tiempo 1	Planeación	Planificación General
		7	Tiempo 2		Programa sectorizado / tren de trabajo
		8	Tiempo 3		Planificación Medio Plazo (lookahead) (3-6 semanas)
		9	Tiempo 4		Planificación Semanal
		10	Tiempo 5		Prog. Balanceada
		11	Tiempo 6	Flujo Balanceado (Formato No. 1)	Seguimiento de Planeación vs producción
		12	Tiempo 7		Seguimiento de problemas de flujo.
		13	Tiempo 8	Eficiencia Avance (Formato No. 2)	Avance Físico
		14	Tiempo 9		Avance Programado vs Avance Físico
		15	Tiempo 10	Eficiencia de BIM	Avance Cobrado
		16	Tiempo 11		BIM
		17	Calidad 1	Indicadores de calidad (Formato No. 4)	Estandarización de Actividades
		18	Calidad 2		Soluciones de Eventos (Causa-Raiz)
		19	Calidad 3		Tipo de Desperdicio
		20	Calidad 4		Calidad de Av. Físico
		21	Calidad 5		Plan de Mejora
		22	Calidad 6	Calidad del Cliente (Formato No. 5)	TABLERO: 5'S
		23	Calidad 7		TABLERO: Seguridad-Personal-Calidad-Entregas
		24	Calidad 8	Almacen (Formato No. 6)	Check Mat./ Sombras Almacen
		25	Calidad 9		Control Espacio Almacen
		26	Calidad 10		Banderas Inventario
		27	Calidad 11	Prototipos	Prototipos/Dispositivos/Muestras/Escantillon
		28	Seguridad 1	Seguridad (Formato No. 8)	Mapa de riesgos
		29	Seguridad 2		Tipos de Riesgos
		30	Seguridad 3		Tablero días sin accidentes
		31	Seguridad 4		Señales Preventivas de Seguridad
		32	Seguridad 5		Número de Accidentes
		33	Seguridad 6		Zonas Seguras
		34	Seguridad 7		Ubicación Equipo de Seguridad
		35	Seguridad 8		Tiempo perdido x accidentes
		36	Seguridad 9		Riesgos Programados
		37	Seguridad 10		Rutas de evacuación segura
		38	Seguridad 11	Indicadores de Seguridad (Formato No. 9)	Ruta peatonal y vehicular
		39	Seguridad 12		Percepción de seguridad
		40	Medio Ambiente 1	Gestión Integral (Formato No. 10)	Indicador de clima
		41	Medio Ambiente 2		Incidentes Ambientales
		42	Medio Ambiente 3	Prevención Ambiental (Formato No. 11)	Reciclaje Ambiental
		43	Medio Ambiente 4		Disminución Materiales que Contaminan
		44	Medio Ambiente 5		Prevención de Contaminación Ambiental
		45	Medio Ambiente 6	Mitigación Ambiental (Formato No. 12)	Residuos de Subcontratistas
		46	Medio Ambiente 7		Sitios de tiro Autorizado
		47	Medio Ambiente 8		Tablero de líquidos Contaminantes
		48	Medio Ambiente 9		Gestión Derrame Líquidos
Perspectiva de Crecimiento y aprendizaje	Empoderar, capacitar y retener al personal	49	Cadena de Sumin. 1	Proveedores y Subcontratistas (Formato No. 13)	Seguimiento de Materiales + Impacto
		50	Cadena de Sumin. 2		Calificación de Proveedores
		51	Cadena de Sumin. 3		Dsempeño de Subcontratistas
		52	Cadena de Sumin. 4		Mat. Certificados x Subcontratistas
		53	Cadena de Sumin. 5		Calificación de de Subcontratistas
		54	Recursos Humanos 1	Control de Personal (Formato No. 14)	Planta de Ubicación de Personal
		55	Recursos Humanos 2		Ausentismo de Personal
		56	Recursos Humanos 3		Incapacidad
		57	Recursos Humanos 4		Estado de Animo de Personal
		58	Recursos Humanos 5	Indicadores de Personal (Formato No.15)	Rotación de Personal
		59	Recursos Humanos 6		Cumplimiento de Capacitación
		60	Recursos Humanos 7		Desempeño de Personal

Fuente: Elaboración propia.

El análisis del diseño del Modelo de Gestión Visual de acuerdo con lo mencionado anteriormente, para su formato bidimensional se consideró la gestión administrativa y se estructuró de la siguiente manera:

En las abscisas, las funciones de la gestión administrativa del proceso constructivo de las áreas de conocimiento del proyecto: planeación, organización y control.

En las ordenadas, las funciones de gestión del proyecto propuestas, creando una clasificación bidimensional, como se puede observar en la Figura 18.

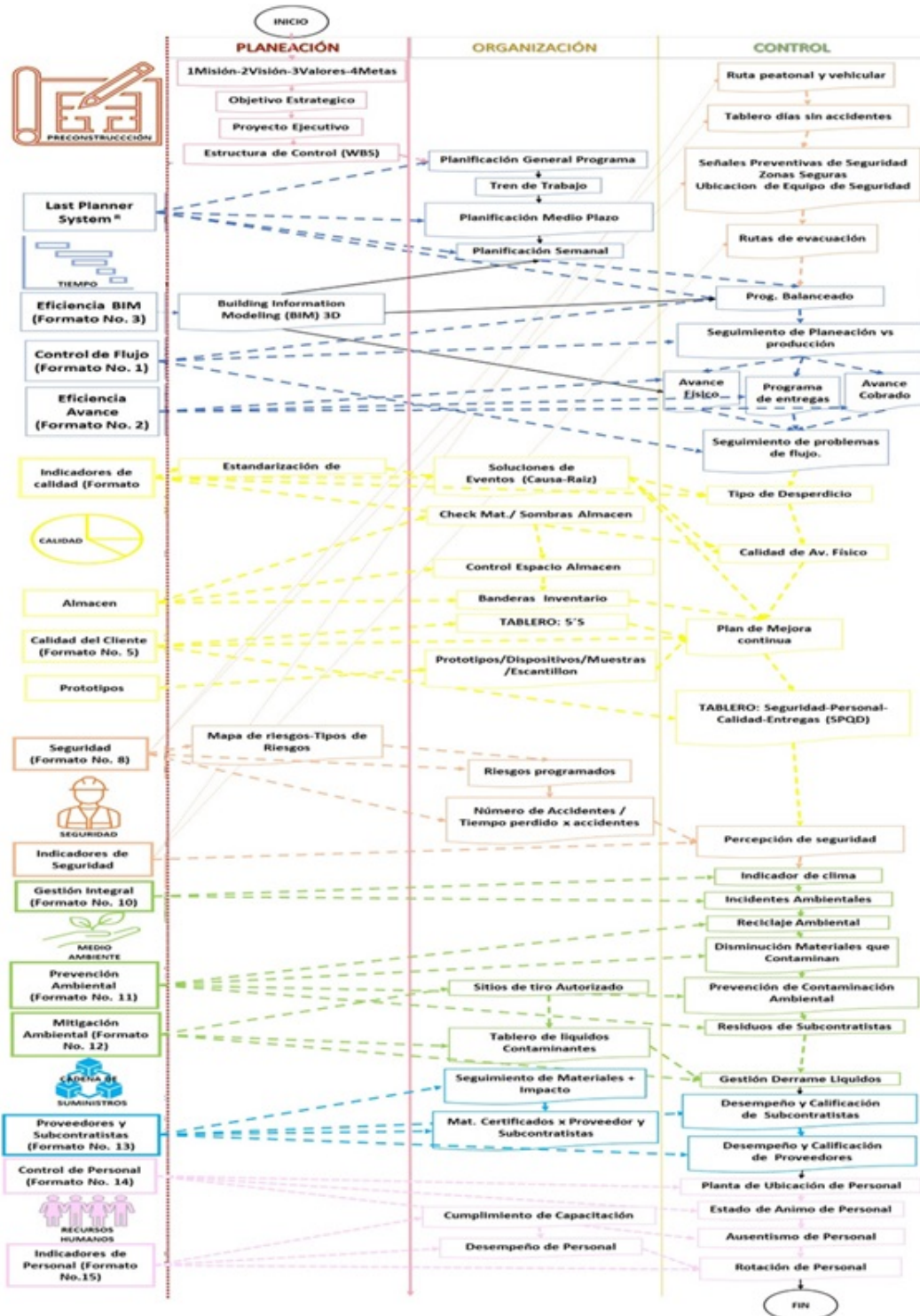


Fuente: Elaboración propia.

Este resultado de clasificación bidimensional de Gestión Visual se integró basándose en los principios del tablero de mando integral, incorporando las funciones de gestión de dirección de proyectos y las tres funciones clave del área de conocimiento del tiempo en la gestión de proyectos de construcción, adicionalmente se agregaron las mejores prácticas de control gerencial adecuadas a la metodología *Lean Construction*.

El modelo considera además las 12 propuestas o características detalladas anteriormente y el desafío consistió en presentar, sin necesidad de explicaciones adicionales, el estado actual de la obra, la planificación del flujo del proceso y la secuencia de ejecución de manera clara y concisa, permitiendo obtener una visión completa de un solo vistazo, como se puede observar en lo siguiente:

Figura 19
Clasificación bidimensional teórica propuesta de Gestión Visual



Fuente: Elaboración propia.

De la figura 19 el diseño de gestión visual versión uno del Modelo Bidimensional considero en las ordenadas las áreas de conocimiento del proyecto en el proceso constructivo y en las abscisas las partidas y conceptos que integran la Gestión Visual, basados en diversas investigaciones internacionales acotadas a la filosofía *Lean Construction*. Así mismo, incorpora las mejores prácticas de control gerencial, integrando los procesos reales de obra logrando un Modelo Bidimensional robusto.

En la parte vertical se consideran las fases de gestión del proceso en cualquier proyecto de construcción: planeación, organización y control. Estas etapas determinan la participación de los conceptos según los tiempos del proceso constructivo. En esta investigación, no se incluyeron las etapas de diseño, operación y mantenimiento del proyecto.

El diseño del Modelo Bidimensional de Gestión Visual contempla siete áreas de gestión: preconstrucción, tiempo, calidad, seguridad, medio ambiente, cadena de suministros y recursos humanos. Dentro de la primera área, Preconstrucción, se incluyen los siguientes conceptos: 1) Misión, visión, metas y valores; 2) Objetivos estratégicos; 3) Proyecto ejecutivo; 4) Estructura de control WBS (*Work Breakdown Structure*).

En la segunda área de gestión, Tiempo, se incluyen el sistema *Last Planner* y otros conceptos clave: 1) Planificación general (Maestro) y programación de fin a inicio (*Pull*); 2) Programa sectorizado o tren de trabajo; 3) modelo federado BIM; 4) Planificación a medio plazo (lookahead) de 4-8 semanas con métricas de cumplimiento de restricciones (PCR); 5) Planificación semanal con métrica de porcentaje de promesas cumplidas (PPC); 6) Programación diaria con balanceo o nivelación de producción, utilizando tarjetas diarias de color y control de desperdicios: espera, defectos, movimientos, transporte, sobre procesamiento, inventario, sobreproducción, talento y "hacer por hacer"; 7) Avance físico; 8) Control presupuestal; 9) Avance programado versus avance físico; 10) Avance planeado-físico-cobrado.

En la tercera área de gestión, Calidad, se incluyen los siguientes conceptos: 1) Estandarización de actividades; 2) Solución de problemas mediante análisis de causa-raíz; 3)

Control de calidad de la producción (validación del avance físico); 4) Tablero con metodología 5S (orden, limpieza, estandarización y mantenimiento); 5) Tableros visuales SPQD (Seguridad, Personal, Calidad, Entregas); 6) Tableros de inventario de materiales y herramientas con sombras, banderas, entre otros (almacén); 7) Control del espacio en almacén bajo la metodología Just in Time; 8) Prototipos prefabricados de apoyo para la construcción, como dispositivos, muestras o escantillones de herrería; y 9) Plan de mejora continua en tablero semanal.

En la cuarta partida, Seguridad, fue crucial considerar los tiempos del proceso constructivo para los siguientes conceptos: 1) Mapa de riesgos; 2) Riesgos programados; 3) Métrica del número de accidentes en relación con el tiempo perdido por estos; 4) Percepción de seguridad; 5) Tipos de riesgos; 6) Tablero de días sin accidentes; 7) Señales preventivas; 8) Zonas seguras; 9) Ubicación del equipo de seguridad; 10) Equipo de protección personal; 11) Rutas de evacuación segura; y 12) Rutas peatonales y vehiculares.

Es importante destacar que la seguridad en la construcción en México es un tema mayormente descuidado. A pesar de esto, el porcentaje de pago de seguridad social médica pública en la industria de la construcción es el más alto de todas las industrias, ubicado en la categoría V de Riesgos de Trabajo, con un 7.58875%, de acuerdo con los artículos 73 y 74 de la Ley del Seguro Social (LSS, 2023). Además, la Ley de Obra Pública y su respectivo reglamento (artículo 209 del RLOPySR, 2021) consideran el equipo de seguridad como un porcentaje en la integración de la mano de obra dentro del precio unitario de los conceptos que conforman un presupuesto para obra pública.

En la partida de Medio Ambiente, se consideran los siguientes conceptos: 1) Incidentes ambientales (matriz de evaluación de impacto ambiental); 2) Reciclaje ambiental; 3) Gestión de derrames de líquidos; 4) Tablero de materiales contaminantes; 5) Prevención de contaminación ambiental; 6) Residuos de subcontratistas; 7) Sitios de disposición autorizados; y 8) Indicador climático con gráfica de intensidad de lluvia.

En la partida de Cadena de Suministro, los conceptos son: 1) Seguimiento de materiales de mayor impacto; 2) Materiales certificados de proveedores y subcontratistas; 3) Calificación de proveedores y subcontratistas; y 4) Desempeño de subcontratistas y proveedores.

En la partida de Recursos Humanos, se consideran los siguientes conceptos: 1) Cumplimiento de capacitaciones; 2) Ubicación del personal; 3) Estado de ánimo del personal; 4) Desempeño del personal; y 5) Rotación de personal.

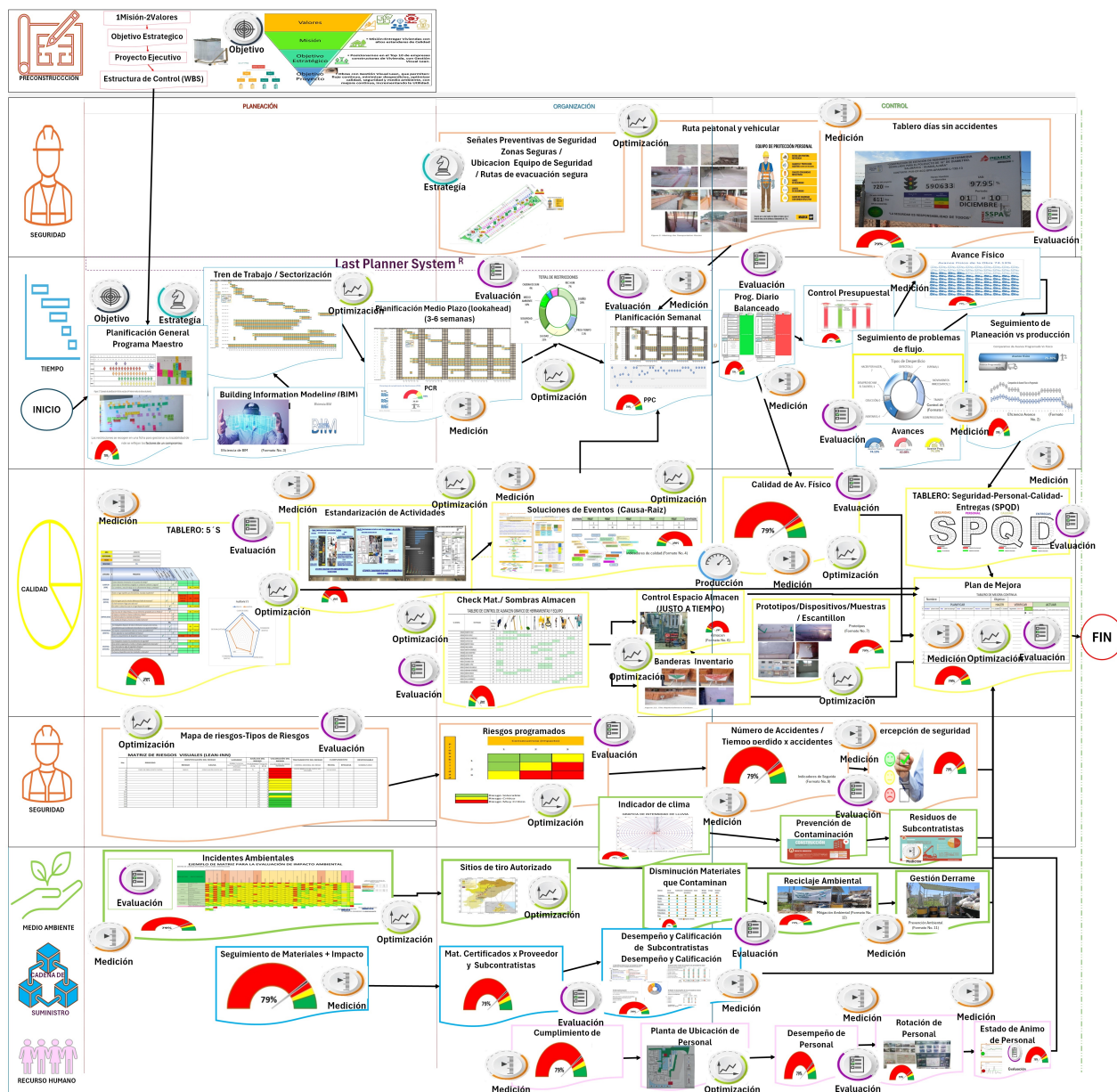
4.5 Ajuste y diseño del Modelo Bidimensional de Gestión Visual con imágenes

El diseño del Modelo Bidimensional, al incorporar imágenes, tuvo como objetivo simplificar la explicación visual mediante el uso de tableros, gráficas, métricas, dispositivos con imágenes y franjas de colores, depurando algunos conceptos en el proceso. Se buscó fundamentar este diseño en las propias bases de la gestión visual, lo que nos llevó a considerar cómo hacerlo más comprensible, pensando en su presentación directa al experto promotor constructor de vivienda.

Del Modelo Bidimensional de Gestión Visual de la Figura 19 (Clasificación bidimensional teórica propuesta de Gestión Visual) donde este modelo se adecuo con imágenes, tableros, gráficas, métricas, dispositivos con imágenes y franjas de colores, depurando algunos conceptos en el proceso para transparentar y facilitar la interpretación de la información. El objetivo fue integrar en forma visual un modelo bidimensional de gestión visual de acuerdo con la propuesta uno del diseño, que integre en forma visual la situación actual de la obra, el estado del flujo económico en el tiempo y la secuencia de los trabajos en diferentes considerados en la partida Tiempo y adicionalmente el enfoque en las partidas de calidad, seguridad, medio ambiente, cadena de suministro y recursos humanos.

Se integró al modelo la experiencia para involucrar las fases de las imágenes en el antes de iniciar la obra, (planeación y organización) y en el proceso de la obra cuando se aplican en obra. Se consideró la inclusión de la partida de gestión del conocimiento de preconstrucción, que integra estas bases, tal y como se aprecia en la Figura 20 (Modelo Bidimensional de Gestión Visual mejorado con imágenes).

Figura 20
Modelo Bidimensional de Gestión Visual mejorado con imágenes



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la figura 19, el desarrollo del Modelo de Gestión Visual nos llevó a pensar en la manera más sencilla de presentarlo visualmente y que en el menor tiempo posible el promotor constructor de vivienda en México lo interpretara visualmente como primera característica del diseño.

Al mismo tiempo, se consideró el proceso constructivo a lo largo del tiempo para planificar qué actividades deben implementarse previamente, e incluso su posible ubicación. El objetivo fue responder a la primera pregunta de investigación, verificando la factibilidad de integrar un Modelo de Gestión Visual bidimensional con imágenes, modelos, herramientas y elementos existentes en el sector de las empresas promotoras-constructoras de viviendas en México. Asimismo, se buscó responder a la segunda pregunta de investigación al lograr el diseño teórico de un Modelo de Gestión Visual bidimensional que integre las funciones básicas de la gestión empresarial y de proyectos con indicadores visuales en los niveles estratégico, táctico y operativo.

En la etapa de preconstrucción, se planteó la identificación visual de las bases administrativas en obra. En la etapa de seguridad, se ejemplifica cómo la Gestión Visual se desplaza de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo. El Modelo de Gestión Visual fue diseñado siguiendo el proceso constructivo de la obra, comenzando con la organización como estrategia y optimización, considerando una planta de obra que incluya:

- La ruta de seguridad con señales preventivas de seguridad (planta ubicada en el acceso).
- Zonas seguras (planta ubicada en el acceso).
- Ubicación de equipo de seguridad (planta ubicada en el acceso).
- Rutas de evacuación segura (planta ubicada en el acceso).
- Equipo de protección personal mínimo (planta ubicada en el acceso).

Además, las rutas peatonales y vehiculares se señalizan visualmente en el piso con líneas de pintura de diferentes colores para facilitar su libre tránsito. En segundo lugar, en la fase de seguridad, el control del proceso se lleva a cabo mediante un tablero de días sin accidentes, utilizado como parámetro de medición y evaluación. Este tablero se coloca en la entrada de

la obra, presentando a la empresa de manera que transmite una Gestión Visual de orden y calidad a sus posibles clientes.

En la etapa de Tiempo se utiliza la metodología *Last Planner System*. La primera parte es la planificación general con el programa maestro (PULL), que establece un objetivo estratégico para optimizar la producción. También se identifican las formas de sectorizar o generar un tren de trabajo para un proceso constructivo óptimo. Esta planificación se complementa con el uso de tecnologías como *Building Information Modeling* (BIM) y la planificación de medio plazo (*LookAhead*), que incorpora la métrica del Porcentaje de Cumplimiento de Restricciones (PCR) para su evaluación. El control total de las restricciones se representa de manera gráfica y visual. Además, se lleva a cabo una planificación semanal utilizando la métrica del Porcentaje de Promesas Cumplidas (PPC) y su evaluación. Diariamente, se realiza una programación balanceada en tarjetas visuales, usando colores verde o rojo, para mostrar el proceso diario y la revisión de su calidad, permitiendo medir avances, evaluar procesos y optimizar la producción. Finalmente, se utiliza una gráfica de avance físico que permite el seguimiento de problemas de flujo, identificando el tipo de desperdicio y comparando la planeación con la producción para evaluar el avance físico, el avance de cobro y el avance programado.

En la etapa de Calidad, siguiendo los principios fundamentales de la filosofía *Lean*, se emplea el tablero 5'S para optimizar la medición y evaluación de los procesos de clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina. En la industria de la construcción, es crucial estandarizar procesos y resolver problemas desde su causa raíz, utilizando herramientas como el formato A3, los "5 por qué" y el diagrama de Ishikawa, entre otros. Otro aspecto importante es el control de inventarios mediante un tablero visual actualizado por el personal, lo que implica un almacén organizado con el uso de herramientas visuales como sombras para equipo menor y herramientas, así como banderas de inventario en colores verde y rojo. Además, se utilizan tableros con imágenes que se actualizan diariamente para monitorear la seguridad, el personal, la calidad y las entregas, conocidos por sus siglas en inglés *SPQD*.

En la segunda etapa, correspondiente a Seguridad, se consideran diversos elementos: un mapa y clasificación de tipos de riesgos, riesgos programados, un tablero que registre el

número de accidentes en relación con el tiempo perdido por ellos, así como la medición de la percepción de seguridad.

En la etapa de Medio Ambiente, se incluye un tablero para evaluar el impacto ambiental, considerando las condiciones específicas y el proceso constructivo para su análisis. También se consideran la ubicación y autorización de sitios de disposición, un indicador climático, un listado de materiales contaminantes, reciclaje ambiental, prevención de la contaminación, manejo de residuos de subcontratistas y control de derrames de líquidos contaminantes.

En la tabla de cadena de suministro se incluyó el seguimiento de los materiales de mayor impacto, un tablero visual para materiales certificados por proveedores y subcontratistas, así como un tablero que abarca la selección, desarrollo, evaluación y calificación de proveedores y subcontratistas.

La última etapa, Recursos Humanos, es el núcleo de la metodología *Lean*. En esta fase se considera el cumplimiento de la capacitación, la ubicación visual del personal por especialidades, su desempeño, rotación y estado de ánimo.

4.6 Diseño del protocolo de encuesta

El diseño de la encuesta está basado en el Modelo Bidimensional de Gestión Visual propuesto, se ajustó y alinearon de 62 conceptos visuales a un resumen de 32 preguntas, con el objetivo de agilizar el tiempo de respuesta como se puede observar en la Figura 35. Alineación de procesos del diseño del Modelo Bidimensional de Gestión Visual de la encuesta.

El análisis determinó que la encuesta pudiera completarse en un máximo de media hora, para no perder la atención del encuestado y permitir un seguimiento puntual a sus dudas en el momento. La plataforma utilizada fue Google Forms, una herramienta especializada que ofrece las siguientes características: captura y respaldo en la nube en tiempo real, resultados transparentes e inmediatos, y datos protegidos, sin posibilidad de manipulación.

La encuesta fue analizada, revisada y aprobada por el Comité de Ética en Investigación (CEI) de la Universidad Politécnica de Valencia, incluyendo el tratamiento de los datos personales de las empresas. Regulados de acuerdo con el Reglamento General de Protección de Datos (RGPD); Ley Orgánica 3/2018, de Protección de Datos y garantía de los derechos digitales (LOPDGDD); Art. 8. Carta de los derechos fundamentales UE y Art. 18 Constitución Española, especifican que el consentimiento informado debe ser libre, específico e inequívoco. Según Borja S. (2022) Todo tratamiento de datos debe cumplir con los siguientes principios:

- Licitud: debe estar permitido por la normativa.
- Lealtad y transparencia: se debe informar adecuadamente.
- Minimización: los datos deben ser exactos y actualizados.
- Principio de responsabilidad por la finalidad: los datos se recogen con fines determinados y concretos.
- Limitación del plazo de conservación: los datos no deben ser tratados más tiempo del necesario.
- Integridad y confidencialidad: deben protegerse ante accesos no autorizados.

La encuesta fue diseñada de acuerdo con la versión final del Modelo de Gestión Visual propuesto, manteniendo los elementos clave. Visualmente, se incorporaron las perspectivas, del tablero de control de mando integral de Campero y Alarcón (2008), alineados con el Modelo de Gestión Visual bidimensional. Esta alineación puede observarse en la Tabla 11, que muestra la relación de los procesos con el Modelo de Gestión Visual de la encuesta.

Alineación de procesos del diseño del Modelo Bidimensional de Gestión Visual de la encuesta

Fuente: Elaboración propia.

De la Tabla 11, podemos observar que la encuesta se agrupó según las siete partidas del Modelo Bidimensional de Gestión Visual, con el fin de alinearla al tablero de mando integral con la intención de conocer el estado de gestión visual de los estudios de caso.

Algunos conceptos se fusionaron en una sola pregunta para reducir el tiempo de aplicación. El planteamiento de las preguntas se considera primero en los aspectos de aplicación práctica visual, para responder el “que” es decir, conocer el estado actual de gestión visual en forma porcentual de la empresa de acuerdo al criterio del responsable a una fecha manipulación, “como” el modelo bidimensional de gestión visual se adecuó a preguntas, con el objetivo que la respuesta sea estructurada por partidas y conceptos en línea para evitar su manipulación, y determinar en forma cualitativa la gestión por partida, permitiendo identificar que partidas están más desarrolladas, poder comparar parámetros por ciudad y en general. La encuesta quedó estructurada en las siguientes partidas y preguntas:

- Generales: 2
- Preconstrucción: 1
- Tiempo: 8
- Calidad: 8
- Seguridad: 4
- Medio ambiente: 4
- Cadena de suministro: 1
- Recursos Humanos: 4

El mayor peso se asignó, de acuerdo con el Modelo Bidimensional de Gestión Visual, a las partidas de tiempo y calidad, con 8 preguntas cada una, debido a la propia filosofía de la metodología *Lean Construction*.

La encuesta se aplicó metodológicamente para obtener dos variables como respuesta afirmativa o negativa (sí o no), con el objetivo de optimizar los tiempos. Además, el encuestado recibió asesoría del investigador para responder de manera instantánea, agilizando así la aplicación de la encuesta.

Es importante señalar que no se contempló la resistencia de las empresas a participar en este tipo de investigaciones universidad-empresa. Existe una falta de interés por parte de las empresas privadas en colaborar con las universidades para generar una "doble hélice" que permita buscar objetivos o necesidades comunes. La autorización de las empresas es imprescindible para explorar diferentes metodologías en la planificación, organización y control de obra, las cuales puedan implementarse en el proceso constructivo de vivienda. Esto es fundamental para avanzar hacia una mejora continua, transparente, estandarizada y sistematizada, facilitada visualmente mediante un Modelo de Gestión Visual.

Durante el proceso, experimentamos diferentes escenarios. El primero de ellos fue que los encargados del acceso a la obra, generalmente empresas de seguridad privada en la mayoría de los estados del centro del país (Puebla, CDMX, Estado de México y Querétaro), suelen bloquear el acceso a cualquier persona ajena por motivos de seguridad, especialmente para prevenir robos. Esto creó una barrera para nuestra investigación, incluso cuando nos presentamos con un oficio oficial de presentación (UPV-BUAP) como investigador y doctorando.

El segundo escenario fue cambiar la perspectiva de participación de los involucrados. Romper esquemas y salir de la zona de confort del personal fue un reto. Su primera reacción fue el rechazo. En general, percibieron la participación como un aumento en la carga de trabajo, sin una compensación en tiempo ni salario.

El tercer escenario fue que la mayoría de las empresas no conocían la metodología *Lean Construction* ni la Gestión Visual, lo cual representó un desafío adicional en esta investigación.

El cuarto escenario se dio cuando superamos el primer obstáculo (es decir, se liberó el acceso a la obra). En ese momento, interactuamos con los encargados de la obra (residente, jefe de obra, supervisor, superintendente, gerente de construcción, entre otros), lo que facilitó su convencimiento de participar en la investigación. Sin embargo, las empresas no están acostumbradas a participar en este tipo de estudios y perciben que no genera beneficios

tangibles a corto plazo. A nivel de mandos medios, superiores o con posgrado, se observa un interés legítimo por participar, con una visión a medio y largo plazo orientada a crear resultados que incrementen su presencia en el mercado y, al mismo tiempo, optimicen sus utilidades.

1. El proceso de investigación para aplicar la encuesta comenzó con un mapeo digital de la ciudad de Puebla (prueba piloto), identificando las posibles empresas promotoras y constructoras de vivienda a visitar. El proceso implementado fue el siguiente:
2. Localizar su ubicación física (normalmente de acuerdo con los planes de desarrollo del estado se localizan en el perímetro de las ciudades).
3. Consultar si el desarrollo del proyecto incluye al menos 10 viviendas o un edificio de 3 niveles o más.
4. Investigar si su construcción es horizontal (varias casas de 2 niveles); vertical (edificios) o mixto (construcción horizontal y vertical)
5. Averiguar el tipo del proceso constructivo (de concreto armado, muros de tabique, block multiperforado, block de concreto aligerado y otros),
6. Ubicar por proximidad para permitir, en su caso, visitar dos empresas en un día.

Se procedió a visitar las empresas en sitio y solicitar el acceso a las obras, explicando el objetivo de la investigación con el apoyo de una presentación, e invitándolos a participar en el desarrollo del proyecto. Los primeros tres meses fueron de experimentación (prueba y error) en la presentación a las empresas, con el objetivo de transmitir de manera concreta el propósito de la investigación. El tiempo fue clave para captar su atención.

La propuesta planteada fue un enfoque de ganar-ganar para los promotores constructores de vivienda. Si decidían participar en la investigación, se les ofrecía un informe digital del estado actual de la Gestión Visual de su empresa, tanto en forma cuantitativa como cualitativa. Desde un punto de vista de marketing, se ofrecía un informe cuantitativo visual que mostraba la posición de la empresa con respecto al Modelo de Gestión Visual. Además,

se incluía un análisis cualitativo mediante una caminata en sitio (Gemba) para identificar sus fortalezas y debilidades.

La participación de los directores y gerentes fue clave en el desarrollo de la investigación, algunos de ellos demostraron un gran liderazgo y madurez empresarial, impulsando activamente su proceso. En otros casos, muchas promotoras constructoras impusieron diferentes obstáculos, los cuales se pueden enumerar como restricciones en el estudio de casos de la encuesta:

1. La empresa tiene el cuidado de no revelar datos de costo, avances, financiación, etc.
2. Dos empresas por sus políticas internas no autorizaron el acceso a la caminata en obra y tomar fotos.
3. Por políticas internas deben solicitar primero permiso para poder proporcionar acceso y datos del proyecto a nuestro equipo de investigación; ninguna de este tipo de empresa nos recibió.
4. Algunas no autorizaron compartir sus datos por política interna de la empresa
5. Debido a que no les genera un egreso, se formó un cuello de botella al personal por el tiempo invertido, porque descuidan sus actividades diarias.

Esto revela en el mercado de promotoras constructoras de la ciudad de Puebla una falta de madurez empresarial, es decir, una carencia de tacto y sensibilidad para compartir resultados a medio y largo plazo. No obstante, cuando logramos contactar a la persona adecuada, obtuvimos la autorización para aplicar la encuesta y, posteriormente, realizar la caminata en la obra. Esto generó una empatía universidad-empresa, creando una sinergia en un modelo de "ganar-ganar".

En general, se entregó el informe digital con los resultados casi de manera inmediata. Tras aplicar la encuesta y realizar la visita, se procedió con el análisis de los datos en gabinete. De esta manera, el informe se presentó en un plazo máximo de dos semanas. Así, la promotora constructora de vivienda pudo conocer su estado actual en la aplicación de Gestión Visual, de manera cuantitativa, de acuerdo con el Modelo Bidimensional VM propuesto, así como sus fortalezas y debilidades, presentadas cualitativamente en el informe digital basado en las

observaciones realizadas en la obra en la ciudad de Puebla. Posteriormente, este proceso se aplicó en otras ciudades.

4.7 Selección de estudios de casos múltiples

Tradicionalmente, los métodos de investigación científica ya sean cuantitativos o cualitativos, deben cumplir con un rigor académico significativo en su desarrollo. Los métodos estadísticos son los más utilizados en la investigación cuantitativa, mientras que los métodos cualitativos se aplican cuando no es posible conocer todo el universo de estudio debido a costos excesivos, traslados largos, entre otros factores (Luna, 2017). Cuando el enfoque es un fenómeno contemporáneo, como en esta línea de investigación, y dentro de un contexto real, la estrategia válida de investigación son los estudios de caso (Yin, 2003).

Los tres metodólogos de investigación más importantes en el diseño de estudios de casos, Yin (2002), Merriam (1998) y Stake (1995), proponen a los investigadores la construcción de una hoja de ruta para el proceso de aplicación de estudios de casos. Según Coller (2005), la literatura clasifica los casos de estudio en diversas categorías: descriptivos, exploratorios, ilustrativos y explicativos (Bonache, 1999). El enfoque exploratorio establece que el estudio de casos múltiples, propuesto en esta investigación, es ideal para la inducción analítica del modelo teórico, ya que permite generalizar tanto el modelo como sus conclusiones.

Yin (2003) clasifica los estudios de caso en cuatro tipos principales: el primero es holístico, utilizando una única unidad de análisis con un diseño de caso único. El segundo implica un diseño de múltiples casos en un contexto de análisis múltiple. El tercero es un enfoque integral, que utiliza múltiples unidades de análisis para un solo caso. Por último, el cuarto enfoque se basa en múltiples unidades de análisis y diferentes contextos de diseño para múltiples casos. Para esta investigación, se emplea el segundo enfoque, ya que considera una unidad de análisis única (la obra) analizada a través del diseño de múltiples casos.

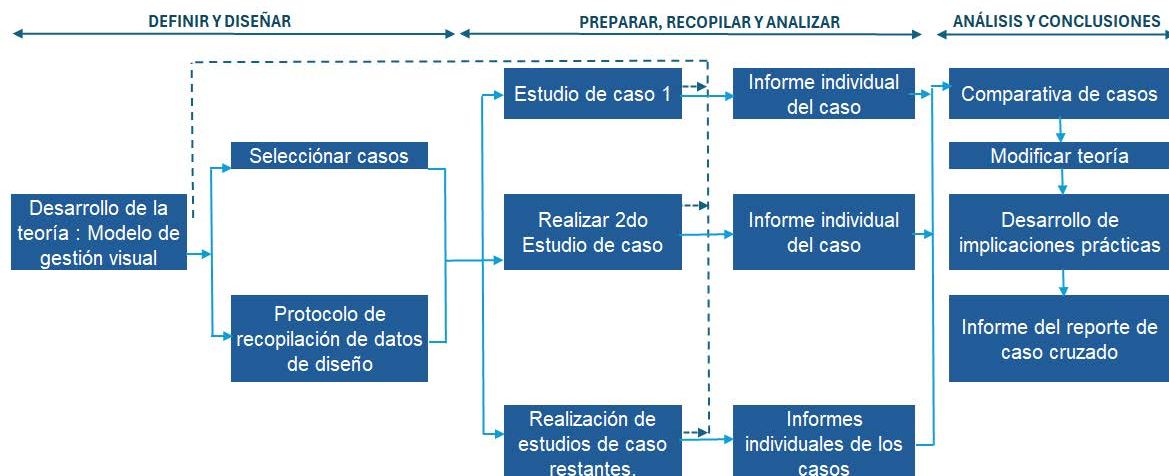
El investigador debe maximizar las condiciones generales relacionadas con el control de calidad en el diseño de estudios de casos: validez y confiabilidad. Además, los estudios de casos son cada vez más comunes, incluso en la investigación evualativa, en el ámbito de otros métodos como encuestas y cuasiexperimentos (Yin, 2003).

Los estudios de casos múltiples se utilizan para realizar comparaciones que cumplen con objetivos específicos dentro del alcance general (Yin, 2003). Esto incluye múltiples experimentos en diversas ciudades con la intención de replicar el modelo. Es necesario asegurar condiciones idénticas al experimento original para obtener una investigación sólida y robusta.

Esta investigación, debido a su naturaleza y enfoque contemporáneo, plantea preguntas en contextos reales de diversas ciudades y empresas. Su objetivo es diseñar un Modelo de Gestión Visual mediante estudios de casos. Dado que aún no se conoce el impacto de este Modelo en el contexto de las empresas promotoras constructoras, resulta pertinente realizar un análisis a través de estudios de casos. Según Yin (2003), un estudio de casos permite analizar y desarrollar una investigación actual desde su base con datos reales, aunque en ocasiones los límites entre el modelo investigado y su contexto pueden no ser tan claros. Si observamos la Figura 33 podemos identificar los tres procesos generales de un diagrama de estudios de caso múltiple:

- Desarrollo del Modelo.
- El análisis de estudio de casos y sus informes individuales.
- Análisis de resultado de estudio de casos y conclusiones.

Figura 21
Diagrama del proceso de estudios de caso múltiple.



Fuente: Yin, 2003.

4.7.1 Selección del tipo de estudios de casos

La justificación del diseño de múltiples casos en esta investigación se fundamenta en la replicación literal en diferentes ciudades para su comprensión teórica como un conjunto de casos con resultados parciales. El objetivo es desarrollar un Modelo de Gestión Visual, el cual se evalúa mediante encuestas y se verifica a través de recorridos en obra para su contraste.

Los estudios de caso son una metodología de investigación que se utiliza para conocer un caso en particular, el cual puede servir para resolver y diseñar modelos teóricos, entre otras aplicaciones, o para buscar soluciones a problemas en circunstancias relevantes (Stake, 1995; Merriam, 1988). “La lógica estadística no encaja bien con los estudios de caso. La analítica sí. La representatividad analítica implica que el caso es apropiado para el tipo de discusión teórica que se quiere dilucidar con su análisis” (Stake, 1995).

La selección de los casos a investigar debe basarse en un muestreo teórico que identifique aquellos con mayores oportunidades de aprendizaje (Stake, 1995). Se optó por un diseño de estudios de casos múltiples debido a la inclusión de más de un caso, lo que refuerza su validez. Además, se emplea la replicación teórica como mecanismo para garantizar su validez (Villarreal y Landeta, 2010).

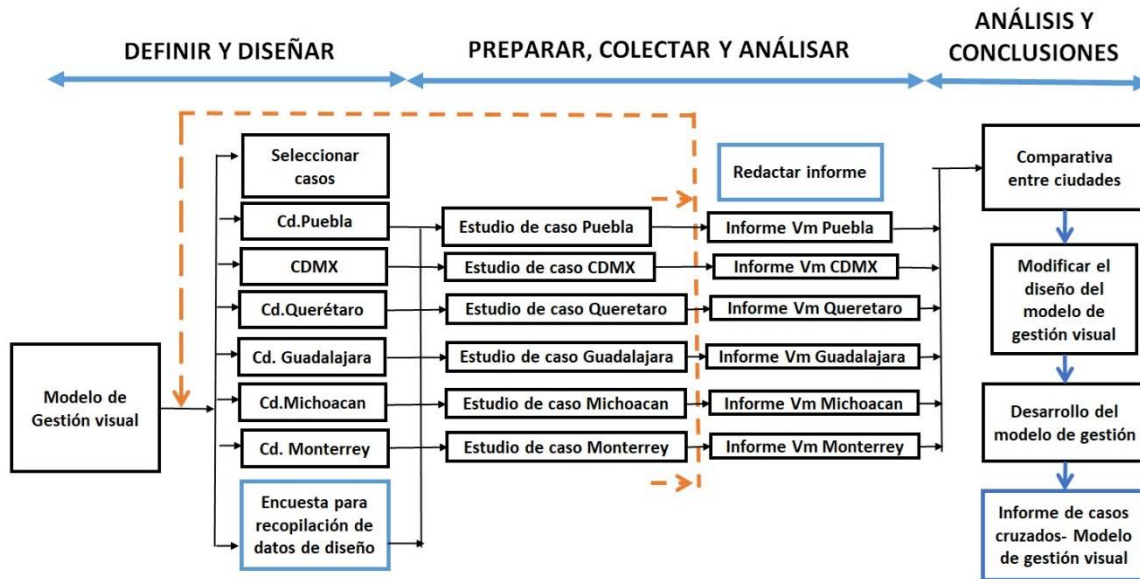
El objetivo del estudio de caso en esta investigación es comprender mejor la realidad del estado actual de la Gestión Visual en seis ciudades de México. La investigación aplicada científicamente implicó seguir pasos lógicos y sistemáticos que permitieron comprobar la veracidad de una serie de afirmaciones de diversos investigadores sobre la integración y el diseño del modelo de gestión visual bidimensional, así como su proceso y estado actual. Esta metodología puede ser utilizada como una herramienta de exploración, pero también de comprobación y construcción de teorías.

Los casos analíticos, como el de esta investigación, buscan estudiar el funcionamiento de un modelo o la relación entre el modelo y los casos de estudio, con el objetivo de desarrollar el primer modelo de gestión visual funcional para empresas promotoras y constructoras de vivienda en México.

La investigación tuvo un enfoque exploratorio en el diseño del modelo y analítico en el desarrollo de los estudios de caso, los cuales, al ser similares, permitieron observar y analizar un mismo fenómeno. Esto hizo posible demostrar la relación causal entre variables, definir el modelo final e investigar las causas de las desviaciones al compararlos.

Figura 22

Diagrama del proceso de estudios de caso múltiple para Gestión Visual en seis ciudades de México



Método de Estudios de Casos. Adaptado de Fuente: Cosmos Corporation

Fuente: Adaptado de Cosmos Corporation.

De la figura 21 el objetivo es el diseño de un Modelo de Gestión Visual mediante estudios de casos en seis ciudades, con la preparación de una encuesta para recopilar datos del estado que guarda la gestión visual por empresa en forma cuantitativa. Y posteriormente la recopilación de datos en forma cualitativa con una caminata visual tipo Gemba.

Este método de estudios de caso múltiple permitió recolectar datos y analizar un informe del estado de gestión visual por ciudad entre otros y poder consolidarlos a nivel país. Para conocer el impacto del Modelo de Gestión Visual por estudios de casos y comparar los diferentes resultados por ciudades en el contexto de las empresas promotoras constructoras.

De acuerdo con Yin (2003), los estudios de caso permiten analizar y desarrollar una investigación actual en campo con datos reales. Una vez que se obtuvo la respuesta de la encuesta. Se logró verificar en forma visual con una caminata las respuestas de las encuestas,

sí son aplicadas en sitio. Con los límites cuantitativos entre el modelo investigado bajo una encuesta y su contexto real en sitio. Lo que permite diseñar y adecuar el modelo bidimensional de gestión visual para modificarlo si es necesario, y poder hacer informes de casos cruzados para comparar el estado actual de gestión visual a diferentes niveles.

4.7.2 Definición de la unidad de análisis

La unidad de análisis en esta investigación de estudios de casos se definió como la obra, ya que representa el producto final que se entrega al cliente, con un presupuesto establecido desde el inicio del proceso. Esta obra debe cumplir con especificaciones específicas en términos de calidad, tiempo y costo.

4.7.3 Diseño del protocolo del estudio de caso

Con el diseño del Modelo de Gestión Visual bidimensional y la validación de las dos primeras preguntas de investigación, se elaboró el protocolo para el estudio de casos. La pertinencia del modelo se verificó con especialistas en construcción de vivienda en la ciudad de Puebla, empleándose como prueba piloto.

El primer paso de protocolo aplicado fue una presentación personal en obra acompañado de un oficio de presentación indicando:

- Filiación: Investigador por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México, y Doctorando por Universidad Politécnica de Valencia, España.
- Objetivo y desarrollo de la investigación, resumida en una presentación en power point.

El segundo paso del protocolo fue la aplicación en el sitio de obra de la investigación:

- Designación de la persona responsable para atender la investigación por parte de la empresa.
- Aplicación de encuesta en línea de 32 treinta y dos preguntas acompañado del investigador para dudas (tiempo calculado aproximado de 60 minutos)

- Caminata Gemba para identificar la aplicación en obra de Gestión Visual (tiempo calculado aproximado de 90 minutos), durante la misma se tomaron fotos de la aplicación de Gestión Visual en obra.
- Presentación con imágenes del Modelo Bidimensional de Gestión Visual para una retroalimentación de aplicación práctica de acuerdo con su experiencia constructiva.

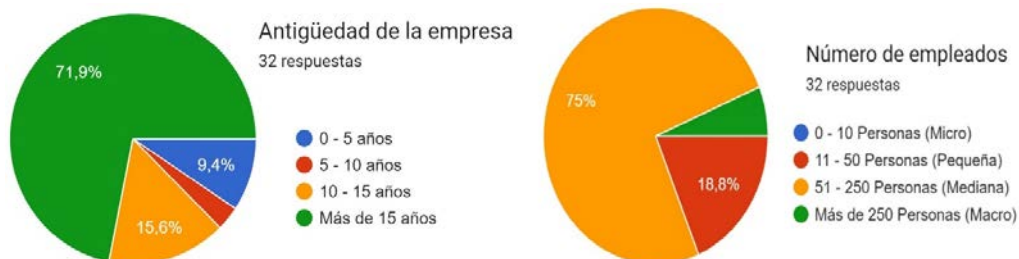
El tercer paso del protocolo fue la entrega de informe de Gestión Visual para la empresa de la obra:

- Informe del estado actual conforme a sus respuestas de la encuesta en línea de la obra de Gestión Visual en forma cuantitativa (tiempo de entrega máximo de 2 semanas)
- Informe del estado actual de Gestión Visual aplicado en obra con la caminata Gemba en forma cualitativa (tiempo de entrega máximo de 2 semanas).

4.7.4 Encuesta a residentes de obra (responsables o jefes de obra)

El encargado de la obra ya sea el gerente de construcción, superintendente, jefe de obra, residente u otros, respondió directamente la encuesta en 32 ocasiones. La primera etapa de la encuesta consistió en recopilar información sobre las características generales de la empresa. Se otorgó el permiso de acceso y se aceptó el consentimiento informado. Posteriormente, se determinó el número promedio de empleados en obra, la antigüedad de la empresa, el tipo de construcción, y la cantidad de obras construidas fuera de México. Se observó que la mayoría de las empresas, casi el 72%, tiene más de 15 años de antigüedad, con un promedio del 75% de personal en obra que oscila entre 51 y 250 personas, clasificándose como obras medianas.

Gráfica 11
Antigüedad de las empresas y número de empleados



Fuente: Elaboración propia

En cuanto al tipo de construcción de vivienda, se identificó que más de 20 empresas construyen tanto en forma vertical como horizontal. La mayoría, un 78.10% equivalente a 25 empresas, se dedican a la construcción horizontal, es decir, a fraccionamientos de casas de diferentes niveles socioeconómicos. Por otro lado, un 65.60%, que corresponde a 21 empresas, construyen edificios verticales de más de 3 niveles con departamentos de diversas categorías.



Figura Fuente: Elaboración propia.
Nota: La grafica no suma el 100% porque algunas empresas construyen de forma vertical y horizontal.

Las ciudades donde construyen las empresas encuestadas incluyen Puebla, Querétaro, Guadalajara, Monterrey, Ciudad de México y el Estado de México, representando el 61.43% de las construcciones. Solo el 9.4%, equivalente a 3 empresas, ha logrado internacionalizarse con proyectos fuera del país.



Fuente: Elaboración propia.

La segunda etapa de la encuesta consideró las características personales de los encuestados, como años de experiencia, cargo y nivel académico. Es importante destacar que el desarrollo de la investigación generó una mayor sensibilidad en la forma de responder, ya que la mayoría de las dudas surgieron por desconocimiento de la metodología *Lean Construction*. A mayor nivel académico, había más conocimiento del tema, lo que agilizaba el desarrollo de la encuesta en menos tiempo. El 71.90% de los encuestados tienen más de 15 años de experiencia profesional, lo que los convierte en especialistas en la construcción de viviendas. El 28% de los entrevistados son residentes de obra y están directamente involucrados en la construcción de las viviendas, tal y como se refleja en la gráfica No. 21 (Años de experiencia y cargo del personal encuestado).

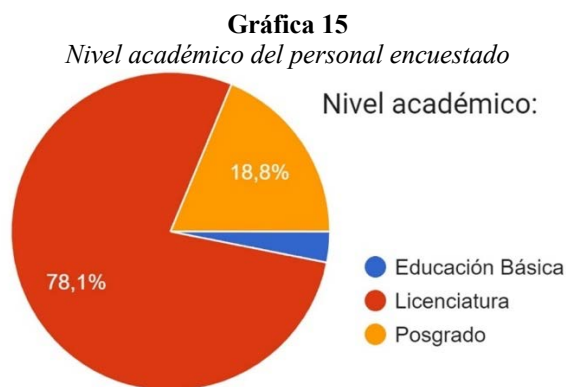
Gráfica 14

Años de experiencia y cargo del personal encuestado



Fuente: Elaboración propia.

Entre el personal encuestado, solo cuatro gerentes de construcción y un superintendente cuentan con posgrado, sumando un total de cinco personas con estudios de posgrado, lo que representa el 18.80%. Asimismo, se registró un destajista con nivel de preparatoria. El 78.10% del personal tiene licenciatura en Ingeniería Civil o Arquitectura.



Fuente: Elaboración propia.

4.7.5 Recorrido en campo (Gemba)

Como parte del planteamiento del Modelo Bidimensional de Gestión Visual, se realizó un recorrido tipo caminata Gemba en el sitio de la obra para verificar de manera visual, mediante fotos (previa autorización), las respuestas obtenidas en las encuestas y su aplicación práctica en el lugar. Este recorrido permitió contrastar visualmente las respuestas emitidas con lo que se gestiona y ejecuta físicamente en la obra en proceso, es decir, comparar lo que los encuestados creen que gestionan; con la gestión visual real que llevan a cabo. El recorrido medio tuvo una duración de 60 minutos.

4.7.6 Proceso de recolección de datos

El proceso de recolección de datos se sistematizó y estandarizó con las personas que proporcionaron su consentimiento informado, bajo el criterio de que podían optar por no responder. La encuesta se estructuró de la siguiente manera:

La primera pregunta se enfocó en la obtención de los datos generales de la empresa.

La segunda recogió información personal del encuestado.

La tercera abordó el conocimiento teórico sobre *Lean Construction* y Gestión Visual.

Estas preguntas se dividieron en seis etapas temáticas:

- Tiempo: 7 preguntas.
- Calidad: 9 preguntas.
- Seguridad: 4 preguntas.
- Medio ambiente: 4 preguntas.
- Cadena de suministro: 1 pregunta.

- Recursos humanos: 4 preguntas.

En total, se plantearon 32 preguntas con el objetivo de minimizar los tiempos de respuesta. A partir de un conjunto inicial de 62 conceptos, se ajustó el cuestionario para completarse en un tiempo promedio aproximado de 60 minutos, incluyendo las dudas surgidas. Además, se ofreció un seguimiento personalizado para resolver dudas de manera instantánea sobre el Modelo Bidimensional de Gestión Visual y la metodología *Lean Construction*.

4.7.6 Proceso de recolección de datos

Se registraron los datos de cada estudio de caso por concepto, con una visita de obra en la que se aplicó la encuesta in situ para cada empresa. La información se clasificó en las siguientes etapas:

- General: Conocimiento de la metodología *Lean Construction* y Gestión Visual.
- Primera etapa - Preconstrucción: Identificación de misión, visión, estrategias y valores.
- Segunda etapa - Tiempo: Planeación, flujo, avances y BIM.
- Tercera etapa - Calidad: Indicadores de calidad, control de calidad, almacén y prototipos.
- Cuarta etapa - Seguridad: Seguridad e indicadores de seguridad.
- Quinta etapa - Medio ambiente: Conservación, prevención y mitigación ambiental.
- Sexta etapa - Cadena de suministro: Proveedores y subcontratos.
- Séptima etapa - Recursos humanos: Capacitación y reconocimiento.

Los datos fueron recopilados en la ciudad piloto, Puebla, para ajustar las etapas y procesos, quedando definidos según las etapas mencionadas previamente. Esta clasificación se presenta en la Tabla 7, donde se muestra el registro y la clasificación de los datos obtenidos de la encuesta:

- Estado actual de la empresa: ... (control mediante Gestión Visual *Lean*).
- Encuesta aplicada in situ y verificada en la obra: ...
- Ubicación: ...

Tabla 12
Registro y clasificación de datos obtenidos de la encuesta
Estado actual de la empresa ..del control con Gestión Visual

Aplicada en la Obra:

Ubicada en :

No.	Descripción	Cantidad Base	Cantidad encuesta	% Eficiencia
0	Conocimiento-metodología Lean			0.00%
1	Etapas de Preconstrucción			0.00%
2	Etapas de Tiempo (Planeación -flujo)			0.00%
2.1	Planeación			0.00%
2.2	Flujo			0.00%
2.3	Avances			0.00%
2.4	Bim			0.00%
3	Etapas de Calidad			0.00%
3.1	Indicadores de Calidad			0.00%
3.2	Control de calidad			0.00%
3.3	Almacen			0.00%
3.4	Prototipos			0.00%
4	Etapas de Seguridad			0.00%
4.1	Seguridad			0.00%
4.2	Indicadores de Seguridad			0.00%
5	Etapas de Medio Ambiente			0.00%
5.1	Conservación del medio ambiente.			0.00%
5.2	Prevención ambiental			0.00%
5.3	Mitigación ambiental			0.00%
6	Etapas de Cadena de Suministro			0.00%
7	Etapas de Recursos Humanos			0.00%
TOTALES				0.00%

Fuente: Elaboración propia.

De la Tabla 12 (Registro y clasificación de datos) se organizó de la siguiente manera:

- Columna "No.": Indica el número correspondiente a cada etapa y su secuencia en las subpartidas, detallando el análisis del Modelo Bidimensional de Gestión Visual.
- Columna "Descripción": Contiene las etapas y subpartidas descritas previamente para el diseño de Gestión Visual, establecidas según el número de conceptos por cada partida.
- Columna "Cantidad base": Se determina de acuerdo con el número de conceptos teóricos involucrados en las diferentes etapas, sumando un total de 36 conceptos.
- Columna "Cantidad encuesta": Registra las respuestas afirmativas de la encuesta en relación con cada concepto de las partidas y subpartidas, reflejando la cantidad de respuestas "sí" que deben sumar los 36 conceptos para alcanzar el 100%.
- Columna "% Eficiencia": Calcula el porcentaje entre la columna "cantidad de encuesta" y la columna "cantidad base", determinando la eficiencia de los conceptos en cada subpartida y partida de la empresa encuestada, para así evaluar el progreso porcentual del estado actual de la obra.
- Columna "Observaciones": Permite describir cualquier eventualidad o proporcionar una descripción detallada de la representación de algún concepto específico.

En el capítulo siguiente, a partir de la metodología de estudio de casos, se demuestra la viabilidad del Modelo.

4.8 Conclusiones del Capítulo

1) El modelo bidimensional permite aplicar herramientas de gestión visual de manera uniforme en proyectos de construcción tanto horizontales como verticales. Esto responde a la necesidad de estandarización en la industria de la construcción dado que sus características principales son la complejidad y la variabilidad.

2) Una de las contribuciones más significativas del Modelo Bidimensional de Gestión Visual es la inclusión de elementos pertenecientes a la cadena de suministro. Comúnmente estas áreas no se abordan en modelos de gestión visual tradicionales, sin embargo, es necesario que sean consideradas con miras a la sostenibilidad y el cuidado del medio ambiente.

3) Se trata de que, ante la implementación del modelo propuesto, se haga evidente que la filosofía *Lean* puede transformar los procesos administrativos y los relacionados con la construcción. El eje del diseño del modelo es la mejora continua, la optimización de recursos y la reducción de desperdicios. En este capítulo, se demostró el potencial del Modelo como herramienta estratégica para el sector vivienda en México.

Capítulo 5

Análisis e interpretación de los resultados de aplicación del Modelo

En este capítulo se presentan los resultados derivados de la aplicación del Modelo Bidimensional de Gestión Visual en diversas empresas promotoras constructoras de vivienda en México. Este análisis parte del contexto descrito en el capítulo 4, donde se hicieron evidentes algunas áreas de oportunidad para implementar la metodología *Lean Construction*. Se analizan tanto los resultados cualitativos como cuantitativos, obtenidos mediante estudios de caso realizados en seis ciudades del país.

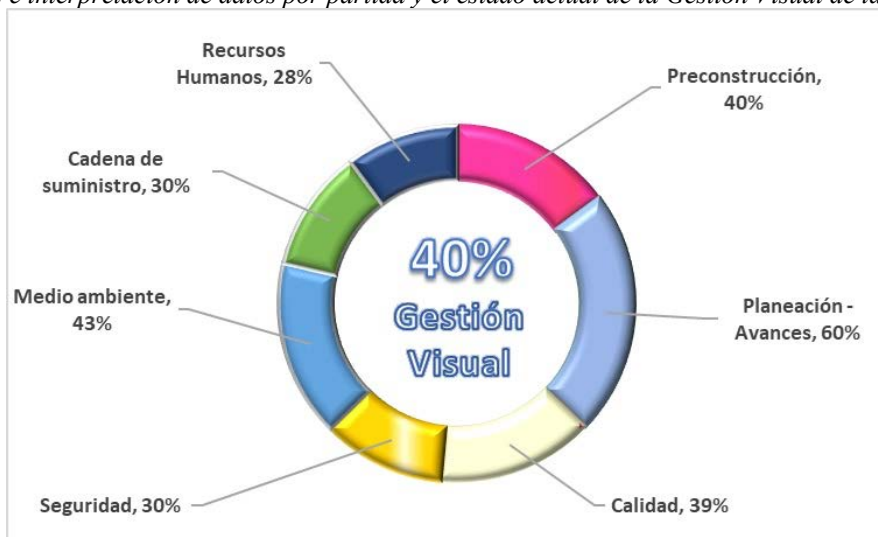
El objetivo central es interpretar la eficacia de la Gestión Visual en cada empresa. La metodología se basa en comparar las respuestas de las encuestas aplicadas con auditorías visuales en campo (caminatas tipo Gemba). El contraste de esta información permite identificar diferencias entre lo percibido y lo implementado realmente en obra. Se trata de ofrecer una visión clara del estado actual de la Gestión Visual en la industria de la construcción en México.

5.1 Resultados cualitativos y cuantitativos de la implementación del proyecto

El análisis e interpretación de los datos se basó en la tabla previamente mencionada en el apartado final del Capítulo 4, específicamente en las columnas de "Cantidad base" y "Cantidad encuesta", las cuales definen el estado actual de la Gestión Visual según las respuestas afirmativas obtenidas en la encuesta aplicada en sitio. Estos datos permiten la creación de gráficos por partidas y el establecimiento del porcentaje actual de implementación de la Gestión Visual. La interpretación de los datos puede observarse en la Gráfica 16 (Análisis e interpretación de datos por partida y el estado actual de la Gestión Visual de la encuesta), que presenta un análisis por partida y el estado actual de la Gestión Visual, utilizando una gráfica tipo anillo para representar la obra y la empresa.

Gráfica 16

Análisis e interpretación de datos por partida y el estado actual de la Gestión Visual de la encuesta



Fuente: Elaboración propia.

5.1.1 Estado actual y comprobación en campo del control de Gestión Visual en Puebla

El análisis e interpretación del estado actual en la ciudad de Puebla se aplicó a 10 empresas mediante la metodología de estudios de caso realizados en sitio, es decir, en obra. Cuatro de estas empresas tienen presencia a nivel nacional. En cuanto a sus procesos constructivos, cinco utilizan block multiperforado de arcilla, tres emplean moldes para concreto armado, una utiliza block hueco diseñado a medida y la última construye con muros de block hueco.

El análisis de Gestión Visual en los diez estudios de caso se realizó mediante una encuesta en la ciudad de Puebla, de las respuestas por las empresas de acuerdo con el formato tipo tabla por partidas y subpartidas del registro y clasificación de datos; el formato permite conocer las particularidades de cada empresa en cada obra, así como identificar y comparar cuáles empresas tienen un mayor o menor avance en la aplicación del control con Gestión Visual en sus diferentes partidas. De manera porcentual, se puede identificar el impacto relativo de cada empresa, tal y como puede observarse en la Tabla 13 (Análisis e interpretación de datos en 10 estudios de caso en la ciudad de Puebla).

Tabla 13
Análisis e interpretación de datos de diez estudios de caso por encuesta en la ciudad de Puebla
Casos de estudio ENCUESTA para determinar el estado actual del control con Gestión Visual en la ciudad de Puebla .

Aplicada con 10 encuestas en el sitio .

Ubicada en: Puebla, México		1P	2P	3P	4P	5P	6P	7P	8P	9P	10P	TOTAL PROMEDIO
No.	Descripción	% Efic.	% Efic.	% Efic.	% Efic.	% Efic.	% Efic.	% Efic.	% Efic.	% Efic.	% Efic.	% Eficiencia
1	Etapas de Preconstrucción	0.00%	0.00%	0.00%	20.00%	60.00%	40.00%	20.00%	0.00%	20.00%	0.00%	16.00%
2	Etapas de Tiempo (Planeación -flujo)	57.14%	42.86%	57.14%	57.14%	85.71%	42.86%	14.29%	28.57%	71.43%	71.43%	52.86%
2.1	Planeación	33.33%	66.67%	33.33%	66.67%	100.00%	33.33%	0.00%	33.33%	66.67%	100.00%	53.33%
2.2	Flujo	100.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%	50.00%	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	65.00%
2.3	Avances	100.00%	100.00%	100.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	0.00%	80.00%
2.4	Bim	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
3	Etapas de Calidad	33.33%	11.11%	44.44%	55.56%	44.44%	66.67%	11.11%	11.11%	33.33%	33.33%	34.44%
3.1	Indicadores de Calidad	20.00%	20.00%	80.00%	60.00%	40.00%	60.00%	0.00%	0.00%	20.00%	40.00%	34.00%
3.2	Control de calidad	100.00%	0.00%	0.00%	50.00%	50.00%	50.00%	50.00%	50.00%	50.00%	0.00%	40.00%
3.3	Almacen	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	10.00%
3.4	Prototipos	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	50.00%
4	Etapas de Seguridad	25.00%	25.00%	25.00%	25.00%	50.00%	25.00%	25.00%	25.00%	25.00%	0.00%	25.00%
4.1	Seguridad	33.33%	33.33%	33.33%	33.33%	33.33%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	16.67%
4.2	Indicadores de Seguridad	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	0.00%	50.00%
5	Etapas de Medio Ambiente	25.00%	0.00%	25.00%	75.00%	25.00%	50.00%	25.00%	25.00%	25.00%	25.00%	30.00%
5.1	Conservación del medio ambiente.	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
5.2	Prevención ambiental	50.00%	0.00%	50.00%	100.00%	0.00%	50.00%	50.00%	50.00%	50.00%	50.00%	45.00%
5.3	Mitigación ambiental	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	30.00%
6	Etapas de Cadena de Suministro	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	20.00%
7	Etapas de Recursos Humanos	75.00%	0.00%	75.00%	25.00%	25.00%	25.00%	0.00%	25.00%	25.00%	25.00%	30.00%
TOTALES		35.29%	14.71%	38.24%	44.12%	41.45%	50.00%	47.06%	17.65%	35.29%	32.35%	32.94%

Fuente: Elaboración propia.

La empresa 6 presenta el mayor valor porcentual con un 50%, en contraste con el menor valor, 14.71%, observado en la empresa 2. Además, el 75% de las empresas en el estado de Puebla desconocen la metodología *Lean Construction* y la Gestión Visual.

La desviación estándar fue de 11.65% y la desviación promedio de 8.56%. Lamentablemente, no existe una cultura de conservación del medio ambiente, ni se aplica la metodología BIM

(Building Information Modeling), que permite un trabajo colaborativo en formato digital para el diseño, construcción y mantenimiento de proyectos.

El segundo proceso dentro del estudio de casos consistió en realizar una auditoría visual en campo para verificar que las respuestas de la encuesta se reflejaran de manera tangible en la obra. Es decir, se buscó comprobar que la información estuviera representada visualmente a través de herramientas y metodologías como imágenes, gráficas, indicadores, señales y controles, lo cual se verificó mediante una caminata tipo Gemba.

Verificar visualmente en el sitio que la implementación de la Gestión Visual coincida con las respuestas de la encuesta, es decir, que las respuestas reflejen lo que se aplica en la obra. Desafortunadamente, lo que las empresas creen que están haciendo, de acuerdo con las respuestas de la encuesta, difiere de su implementación real en el sitio.

De acuerdo con la caminata, verificamos de manera puntual cada una de las aplicaciones de las partidas de Gestión Visual en la obra. Esta información se recolectó en forma visual, una síntesis puede encontrarse en la Tabla 14 (Análisis e Interpretación de resultados de datos en diez estudios de caso aplicado por auditoria visual en la ciudad de Puebla).

Tabla 14

Análisis e Interpretación de resultados de datos en diez estudios de caso aplicado por auditoria visual en la ciudad de Puebla

Caso de estudio para determinar el estado actual con AUDITORIA DE Gestión Visual en la ciudad de Puebla

Aplicada con 32 encuestas en el sitio .

Ubicada México		1P	2P	3P	4P	5P	6P	7P	8P	9P	10P	TOTAL PROMEDIO
No.	Descripción	% Audi.	% Audi.	% Audi.	% Audi.	% Audi.	% Audi.	% Audi.	% Audi.	% Audi.	% Audi.	% Auditoria Visual
1	Etapas de Preconstrucción	0.00%	0.00%	0.00%	50.00%	50.00%	50.00%	25.00%	0.00%	25.00%	0.00%	20.00%
2	Etapas de Tiempo (Planeación -flujo)	33.33%	22.22%	22.22%	22.22%	33.33%	33.33%	11.11%	22.22%	22.22%	44.44%	26.67%
2.1	Planeación	33.33%	33.33%	0.00%	33.33%	33.33%	33.33%	0.00%	0.00%	33.33%	66.67%	26.67%
2.2	Flujo	0.00%	50.00%	50.00%	50.00%	100.00%	50.00%	0.00%	50.00%	50.00%	50.00%	45.00%
2.3	Avances	66.67%	0.00%	33.33%	0.00%	0.00%	33.33%	33.33%	33.33%	0.00%	33.33%	23.33%
2.4	Bim	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
3	Etapas de Calidad	0.00%	0.00%	9.09%	18.18%	27.27%	27.27%	18.18%	18.18%	18.18%	18.18%	15.45%
3.1	Indicadores de Calidad	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
3.2	Control de calidad	0.00%	0.00%	33.33%	33.33%	33.33%	33.33%	33.33%	33.33%	33.33%	33.33%	26.67%
3.3	Almacen	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	33.33%	33.33%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	6.67%
3.4	Prototipos	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	70.00%
4	Etapas de Seguridad	0.00%	9.09%	9.09%	9.09%	36.36%	27.27%	18.18%	9.09%	18.18%	0.00%	13.64%
4.1	Seguridad	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
4.2	Indicadores de Seguridad	0.00%	16.67%	16.67%	16.67%	66.67%	50.00%	33.33%	16.67%	33.33%	0.00%	25.00%
5	Etapas de Medio Ambiente	25.00%	12.50%	12.50%	37.50%	25.00%	25.00%	12.50%	12.50%	12.50%	12.50%	18.75%
5.1	Conservación del medio ambiente.	0.00%	0.00%	33.33%	66.67%	33.33%	0.00%	33.33%	33.33%	33.33%	33.33%	26.67%
5.2	Prevención ambiental	33.33%	33.33%	0.00%	33.33%	33.33%	33.33%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	16.67%
5.3	Mitigación ambiental	50.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	50.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	10.00%
6	Etapas de Cadena de Suministro	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
7	Etapas de Recursos Humanos	60.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	20.00%	8.00%
TOTALES		15.09%	7.55%	9.43%	18.87%	26.42%	24.53%	13.21%	11.32%	15.09%	15.09%	25.94%

Fuente: Propia.

Los resultados de acuerdo con la Tabla 14 nos indica una clara tendencia a la baja de gestión visual, con respecto a las respuestas de la encuesta de los 10 estudios de caso aplicados como

prueba piloto. Lo que indica que la gestión visual en el sitio es menor que el considerado en la encuesta; resultado de 10 estudios de caso aplicado por auditoria visual en la ciudad de Puebla como se observa en la Tabla 15 (Análisis comparativo de 10 estudios de caso aplicado en una encuesta vs auditoria visual en la ciudad de Puebla).

Tabla 15
Análisis comparativo de datos de diez estudios de caso aplicado en una encuesta vs auditoria visual en la ciudad de Puebla

**Comparativa de encuesta vs auditoria visual de Gestión Visual
en la ciudad de Puebla**

Aplicada con 10 encuestas en el sitio y verificada en la Obra
Ubicada en : Puebla, México

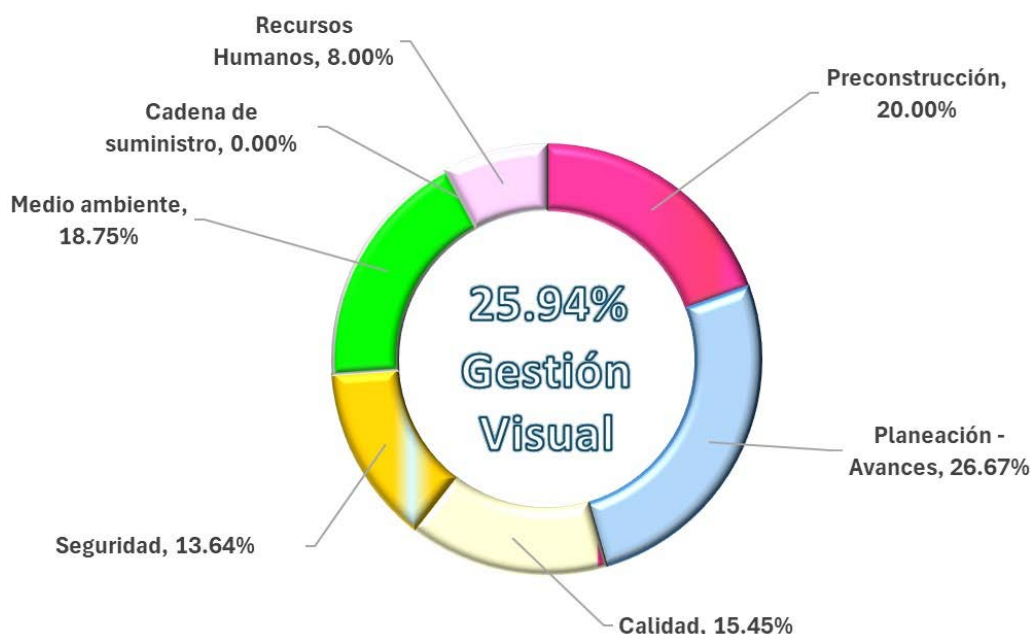
No.	Descripción	% Respuesta Encuesta	% Auditoria Visual	% Diferencias
1	Etapas de Preconstrucción	16.00%	20.00%	4.00%
2	Etapas de Tiempo (Planeación -flujo)	52.86%	26.67%	-26.19%
2.1	Planeación	53.33%	26.67%	-26.67%
2.2	Flujo	65.00%	45.00%	-20.00%
2.3	Avances	80.00%	23.33%	-56.67%
2.4	Bim	0.00%	0.00%	0.00%
3	Etapas de Calidad	34.44%	15.45%	-18.99%
3.1	Indicadores de Calidad	34.00%	0.00%	-34.00%
3.2	Control de calidad	40.00%	26.67%	-13.33%
3.3	Almacen	10.00%	6.67%	-3.33%
3.4	Prototipos	50.00%	70.00%	20.00%
4	Etapas de Seguridad	25.00%	13.64%	-11.36%
4.1	Seguridad	16.67%	0.00%	-16.67%
4.2	Indicadores de Seguridad	50.00%	25.00%	-25.00%
5	Etapas de Medio Ambiente	30.00%	18.75%	-11.25%
5.1	Conservación del medio ambiente.	0.00%	26.67%	26.67%
5.2	Prevención ambiental	45.00%	16.67%	-28.33%
5.3	Mitigación ambiental	30.00%	10.00%	-20.00%
6	Etapas de Cadena de Suministro	20.00%	0.00%	-20.00%
7	Etapas de Recursos Humanos	30.00%	8.00%	-22.00%
TOTALES		32.94%	25.94%	-7.00%

Fuente: Elaboración Propia.

La empresa 5 en ambos casos se posicionó como líder entre las empresas promotoras constructoras de la ciudad de Puebla en el control de obra con Gestión Visual, destacando en las áreas de pre construcción, tiempo y seguridad. En contraste, la empresa 2 mostró la menor Gestión Visual, debido a la falta de aplicación de control en las áreas de medio ambiente, cadena de suministro y recursos humanos.

Los resultados en general para la ciudad de Puebla en forma gráfica los podemos representar en forma de anillo, donde podemos identificar el mayor y menor control en Gestión Visual considerando los 10 estudios de caso aplicados, podemos visualizar que el estado actual en la ciudad de Puebla fue de 25.94% de Gestión Visual, tal y como puede apreciarse en la Gráfica 17 (Estado actual de gestión visual aplicado con diez estudios de caso por auditoria visual en la ciudad de Puebla).

Gráfica 17
Estado actual de gestión visual aplicado con diez estudios de caso por auditoria visual en la ciudad de Puebla



Fuente: Propia.

- El resumen de la gestión visual más relevante en la ciudad de Puebla:

Solo el 10% de las empresas encuestadas en Puebla conoce la metodología *Lean*. El 30% de las empresas conoce o implementa herramientas de Gestión Visual sin conocer su base teórica.

En la partida de Preconstrucción: El 40% de las empresas identifica sus bases administrativas, como misión, visión, estrategias y valores

En la partida de Tiempo: El 70% de las empresas implementa una programación diaria, semanal, así como el programa maestro. Desafortunadamente, ninguna de las empresas ha implementado BIM.

En la partida de Calidad: El 80% de las empresas verifica la calidad de sus procesos constructivos. El 60% de las empresas implementa plantillas o dispositivos en sus procesos constructivos.

En Seguridad: El 60% de las empresas planifica visualmente las señales preventivas, los riesgos de accidentes, las zonas seguras y el equipo de seguridad, entre otros. Solo el 20% de las empresas está implementando visualmente rutas peatonales y vehiculares.

En Medio Ambiente: Ninguna empresa identifica la máxima racionalidad en el proceso de decisión relativo a la conservación, defensa, protección y mejora del medio ambiente. El 60% de las empresas implementa e identifica el reciclaje en sus procesos constructivos.

En la partida de Cadena de Suministros: El 30% de las empresas implementa de forma gráfica un listado de proveedores, destajistas y subcontratistas, así como su calificación y desempeño.

En Recursos Humanos: El 10% de las empresas implementa de forma gráfica estrategias para motivar al personal de obra y su reconocimiento personal. El 30% de las empresas implementa de forma gráfica indicadores de rotación de personal, capacitación y desempeño del personal.

5.1.2 Estado actual y comprobación en campo de Gestión Visual en la Ciudad de México

El análisis e interpretación del estado actual de la Ciudad de México se aplicó a dos empresas utilizando la metodología de estudios de caso, realizada en el sitio. Ambas empresas tienen presencia nacional y distintos procesos constructivos en forma vertical. Una de ellas construye una torre tipo rascacielos de 7 niveles de sótano de concreto armado y 25 niveles de estructura metálica. La otra empresa está a cargo de la construcción de dos torres de seis niveles, cada una con seis departamentos por nivel y tres niveles de sótano.

Los dos estudios de caso en su análisis de Gestión Visual se realizaron de la misma manera que en el estado de Puebla, utilizando una encuesta en la Ciudad de México. Se obtuvieron los siguientes resultados, de acuerdo con el formato tipo tabla por partidas y subpartidas del registro y clasificación de datos. Este formato permite identificar y comparar cuál de las empresas tiene un mayor avance en la aplicación del control de Gestión Visual en sus diferentes partidas. Porcentualmente, podemos identificar la empresa con mayor impacto, tal y como puede apreciarse en la Tabla 16 (Análisis e Interpretación de dos estudios de caso por encuesta en la ciudad de México (CDMX)).

Tabla 16

Análisis e Interpretación de datos de dos estudios de caso por encuesta en la ciudad de México (CDMX)

Caso de estudio para determinar el estado actual con Encuesta Gestión Visual en la ciudad de México

Aplicada con 2 encuestas en el sitio y verificada en la Obra:		Ciudad de México		
Ubicada en:	Ciudad de México	EMPRESA1MX	EMPRESA2MX	SUMAS PROMEDIO
No.	Descripción	% Eficiencia	% Eficiencia	% Eficiencia
1	Etapas de Preconstrucción	40.00%	20.00%	30.00%
2	Etapas de Tiempo (Planeación -flujo)	14.29%	42.86%	28.57%
2.1	Planeación	0.00%	33.33%	16.67%
2.2	Flujo	0.00%	50.00%	25.00%
2.3	Avances	100.00%	100.00%	100.00%
2.4	Bim	0.00%	0.00%	0.00%
3	Etapas de Calidad	0.00%	22.22%	11.11%
3.1	Indicadores de Calidad	0.00%	20.00%	10.00%
3.2	Control de calidad	0.00%	50.00%	25.00%
3.3	Almacen	0.00%	0.00%	0.00%
3.4	Prototipos	0.00%	0.00%	0.00%
4	Etapas de Seguridad	25.00%	25.00%	25.00%
4.1	Seguridad	33.33%	0.00%	16.67%
4.2	Indicadores de Seguridad	0.00%	100.00%	50.00%
5	Etapas de Medio Ambiente	50.00%	25.00%	37.50%
5.1	Conservación del medio ambiente.	0.00%	0.00%	0.00%
5.2	Prevención ambiental	50.00%	50.00%	50.00%
5.3	Mitigación ambiental	100.00%	0.00%	50.00%
6	Etapas de Cadena de Suministro	0.00%	0.00%	0.00%
7	Etapas de Recursos Humanos	25.00%	0.00%	12.50%
TOTALES		22.22%	25.00%	22.06%

Fuente: propia

La empresa 2 logró un mayor valor porcentual del 25%, en comparación con el menor valor del 22%. Cabe mencionar que ambas se encontraban en el proceso de construcción de los sótanos. Las empresas conocen la metodología *Lean Construction* y la Gestión Visual en un 50%, pero no tienen una aplicación práctica en la obra. La desviación estándar es del 1.96% y la desviación promedio fue del 1.39%. Desafortunadamente, existe poca cultura de conservación del medio ambiente, y se reitera la nula aplicación de la metodología BIM (Building Information Modeling), que implica un trabajo colaborativo del proyecto en formato digital para el diseño, la construcción y el mantenimiento.

De manera similar a lo realizado en la ciudad de Puebla, la segunda etapa del proceso dentro de los estudios de caso consistió en llevar a cabo una auditoría visual en campo para verificar que las respuestas de la encuesta se reflejaran de forma visual en la obra. Es decir, se comprobó que la información estuviera representada mediante herramientas y metodologías visuales, como imágenes, gráficas, indicadores, señales y controles, lo cual fue validado mediante una caminata tipo Gemba. Verificar visualmente lo que las empresas creen que están haciendo, de acuerdo con las respuestas de la encuesta, difiere de su implementación real en el sitio.

De acuerdo con la caminata, verificamos de manera puntual cada una de las aplicaciones de las partidas de Gestión Visual en la obra. La información que se recolectó puede encontrarse en la Tabla 17 (Análisis e Interpretación de 2 estudios de caso de auditoría visual en la ciudad de México (CDMX)).

Tabla 17

Análisis e Interpretación de datos de dos estudios de caso de auditoría visual en la ciudad de México (CDMX)

Caso de estudio para determinar el estado actual con AUDITORIA DE Gestión Visual en la ciudad de México

Aplicada con 2 encuestas en el sitio y verificada en la Obra:

Ciudad de México

Ubicada en: **Ciudad de México**

No.	Descripción	EMPRESA1MX	EMPRESA2MX	SUMAS PROMEDIO
		% Auditoría Visual	% Auditoría Visual	% Auditoría Visual
1	Etapas de Preconstrucción	0.00%	0.00%	0.00%
2	Etapas de Tiempo (Planeación -flujo)	11.11%	0.00%	5.56%
2.1	Planeación	0.00%	0.00%	0.00%
2.2	Flujo	50.00%	0.00%	25.00%
2.3	Avances	0.00%	0.00%	0.00%
2.4	Bim	0.00%	0.00%	0.00%
3	Etapas de Calidad	0.00%	9.09%	4.55%
3.1	Indicadores de Calidad	0.00%	0.00%	0.00%
3.2	Control de calidad	0.00%	33.33%	16.67%
3.3	Almacén	0.00%	0.00%	0.00%
3.4	Prototipos	0.00%	0.00%	0.00%
4	Etapas de Seguridad	9.09%	9.09%	9.09%
4.1	Seguridad	0.00%	0.00%	0.00%
4.2	Indicadores de Seguridad	16.67%	16.67%	16.67%
5	Etapas de Medio Ambiente	25.00%	12.50%	18.75%
5.1	Conservación del medio ambiente.	33.33%	33.33%	33.33%
5.2	Prevención ambiental	33.33%	0.00%	16.67%
5.3	Mitigación ambiental	0.00%	0.00%	0.00%
6	Etapas de Cadena de Suministro	0.00%	0.00%	0.00%
7	Etapas de Recursos Humanos	20.00%	0.00%	10.00%
TOTALES		9.43%	5.66%	6.85%

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de acuerdo con la Tabla 17 nos indica una clara tendencia a la baja de gestión visual, con respecto a las respuestas de la encuesta del estudio de caso. Lo que indica que la gestión visual en el sitio es menor que el considerado en la encuesta. En la auditoria visual la empresa 1 se posicionó como la líder entre las empresas promotoras constructoras en la CDMX en el control de obra con Gestión Visual, a diferencia de los estudios de caso por encuesta, destacándose por su mayor Gestión Visual en las partidas de tiempo, seguridad, medio ambiente y recursos humanos; tal y como puede apreciarse en la Tabla 18 (Análisis comparativo de datos de dos estudios de caso aplicado en una encuesta vs auditoria visual en la ciudad de México.)

Tabla 18
Análisis comparativo de datos de dos estudios de caso aplicado en una encuesta vs auditoria visual en la ciudad de México.

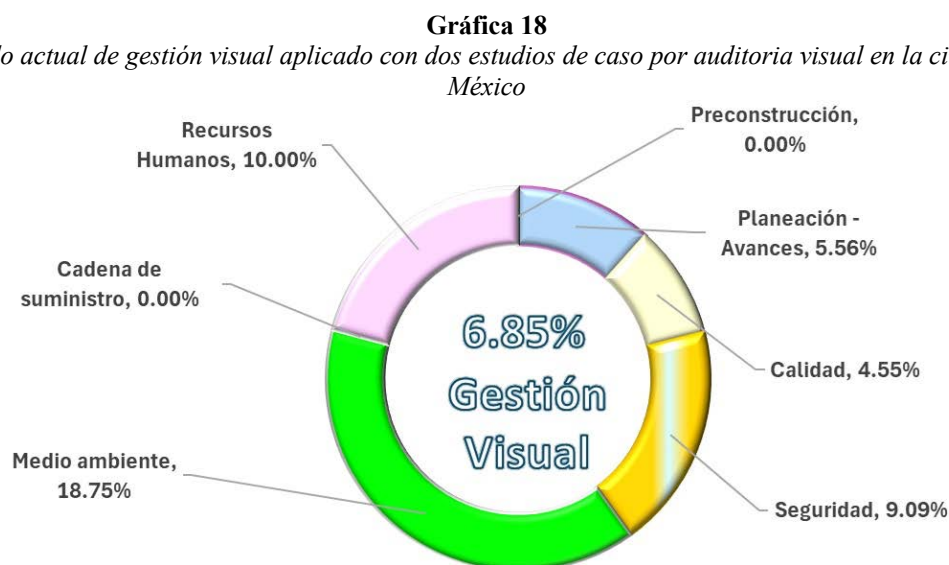
**Comparativa de encuesta vs auditoria visual de Gestión Visual
en la ciudad de México**

Aplicada con 2 encuestas en el sitio y verificada en la Obra
Ubicada en : CDMX, México

No.	Descripción	% Respuesta Encuesta	% Auditoria Visual	% Diferencias
1	Etapas de Preconstrucción	30.00%	0.00%	-30.00%
2	Etapas de Tiempo (Planeación -flujo)	28.57%	5.56%	-23.02%
2.1	Planeación	16.67%	0.00%	0.00%
2.2	Flujo	25.00%	25.00%	25.00%
2.3	Avances	100.00%	0.00%	0.00%
2.4	Bim	0.00%	0.00%	0.00%
3	Etapas de Calidad	11.11%	4.55%	-6.57%
3.1	Indicadores de Calidad	10.00%	0.00%	-10.00%
3.2	Control de calidad	25.00%	16.67%	-8.33%
3.3	Almacén	0.00%	0.00%	0.00%
3.4	Prototipos	0.00%	0.00%	0.00%
4	Etapas de Seguridad	25.00%	9.09%	-15.91%
4.1	Seguridad	16.67%	0.00%	-16.67%
4.2	Indicadores de Seguridad	50.00%	16.67%	-33.33%
5	Etapas de Medio Ambiente	37.50%	18.75%	-18.75%
5.1	Conservación del medio ambiente.	0.00%	0.00%	0.00%
5.2	Prevención ambiental	50.00%	33.33%	-16.67%
5.3	Mitigación ambiental	50.00%	10.00%	-40.00%
6	Etapas de Cadena de Suministro	0.00%	0.00%	0.00%
7	Etapas de Recursos Humanos	12.50%	10.00%	-2.50%
TOTALES		22.06%	6.85%	-15.21%

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados en general para la ciudad de México en forma gráfica los podemos representar en forma de anillo, donde podemos identificar el mayor y menor control en Gestión Visual considerando los dos estudios de caso aplicados, podemos visualizar que el estado actual de en la ciudad de México fue de 6.85% de Gestión Visual, tal y como puede apreciarse en la Gráfica 18 (Estado actual de gestión visual aplicado con dos estudios de caso por auditoria visual en la ciudad de México.).



Fuente: Elaboración Propia.

-El resumen de la gestión visual más relevante en la ciudad de México:

Las dos empresas encuestadas en la CDMX conocen la metodología *Lean*.

Las dos empresas no conocen las herramientas de Gestión Visual y la aplican parcialmente sin saberlo.

Preconstrucción: Las empresas identifican parcialmente sus bases administrativas, como misión, visión, estrategias y valores.

Tiempo: Una empresa implementa el programa maestro. El 100% integra en herramientas visuales el comparativo entre el avance físico y el estimado cobrado. Desafortunadamente, ninguna de las empresas tiene implementado BIM.

Calidad: Una empresa verifica la calidad en sus procesos constructivos.

Seguridad: El 100% implementa visualmente rutas peatonales y vehiculares.

Medio Ambiente: El 100% implementa e identifica el reciclaje en sus procesos constructivos. El 50% implementa visualmente medidas para disminuir los materiales contaminantes. Además, implementa gráficamente acciones para mitigar el daño ambiental.

Cadena de Suministros: Ninguna empresa implementa gráficamente el listado de proveedores, destajistas, subcontratistas, su calificación y desempeño.

Recursos Humanos: Ninguna empresa implementa gráficamente cómo ubicar al personal en la obra.

5.1.3 Estado actual y comprobación en campo de Gestión Visual en Monterrey

El análisis e interpretación del estado actual de la ciudad de Monterrey se aplicó a siete empresas utilizando la metodología de estudios de caso en sitio, es decir, en obra. Cinco de estas empresas tienen presencia nacional, y sus diferentes procesos constructivos son los siguientes: seis construyen viviendas horizontales utilizando block debido a las altas temperaturas de frío y calor, mientras que una realiza construcciones verticales de concreto armado.

Los siete estudios de caso, en su análisis de Gestión Visual, incluyeron una encuesta en la ciudad de Monterrey, cuyos resultados se presentan en un formato tipo tabla, organizado por partidas y subpartidas del registro y clasificación de datos. Este formato permite a las diferentes empresas identificar y comparar cuál tiene un mayor avance en la aplicación del control mediante la Gestión Visual en sus diversas partidas. Porcentualmente, podemos identificar las empresas con mayor y menor impacto, tal y como puede apreciarse en la Tabla 19 (Análisis e interpretación de datos en siete estudios de caso en la ciudad de Monterrey).

Tabla 19
Análisis e Interpretación de datos en siete estudios de caso en la ciudad de Monterrey.
Casos de estudio para determinar el estado actual con ENCUESTA DE Gestión Visual de la Ciudad de Monterrey .

Aplicada con 7 encuestas en el sitio y verificada en la Obra : Monterrey, Nuevo Leon.

Ubicada en: Monterrey, Nuevo Leon- México		1M	2M	3M	4M	5M	6M	7M	TOTAL PROMEDIO
No.	Descripción	% Efic.	% Efic.	% Efic.	% Efic.	% Efic.	% Efic.	% Efic.	% Eficiencia
1	Etapas de Preconstrucción	100.00%	100.00%	0.00%	100.00%	0.00%	100.00%	100.00%	71.43%
2	Etapas de Tiempo (Planeación -flujo)	85.71%	57.14%	71.43%	71.43%	71.43%	71.43%	57.14%	69.39%
2.1	Planeación	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	66.67%	66.67%	90.48%
2.2	Flujo	100.00%	0.00%	50.00%	50.00%	50.00%	100.00%	50.00%	57.14%
2.3	Avances	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2.4	Bim	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
3	Etapas de Calidad	44.44%	22.22%	55.56%	44.44%	55.56%	77.78%	33.33%	47.62%
3.1	Indicadores de Calidad	60.00%	40.00%	40.00%	40.00%	80.00%	100.00%	40.00%	57.14%
3.2	Control de calidad	50.00%	0.00%	100.00%	50.00%	50.00%	0.00%	50.00%	42.86%
3.3	Almacen	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	14.29%
3.4	Prototipos	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	0.00%	100.00%	0.00%	42.86%
4	Etapas de Seguridad	0.00%	25.00%	0.00%	25.00%	0.00%	100.00%	25.00%	25.00%
4.1	Seguridad	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	14.29%
4.2	Indicadores de Seguridad	0.00%	100.00%	0.00%	100.00%	0.00%	100.00%	100.00%	57.14%
5	Etapas de Medio Ambiente	75.00%	100.00%	50.00%	0.00%	25.00%	50.00%	100.00%	57.14%
5.1	Conservación del medio ambiente.	100.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	57.14%
5.2	Prevención ambiental	100.00%	100.00%	50.00%	0.00%	50.00%	0.00%	100.00%	57.14%
5.3	Mitigación ambiental	0.00%	100.00%	100.00%	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	57.14%
6	Etapas de Cadena de Suministro	100.00%	0.00%	100.00%	0.00%	100.00%	0.00%	100.00%	57.14%
7	Etapas de Recursos Humanos	75.00%	25.00%	0.00%	50.00%	75.00%	0.00%	50.00%	39.29%
TOTALES		68.59%	47.05%	39.57%	41.55%	46.71%	57.03%	66.50%	53.36%

Fuente: Elaboración propia.

La empresa uno presenta un mayor valor porcentual con 68.59%, en contraste con el 39.57% que se refleja en la empresa 3, la cual tiene el menor porcentaje. La mayoría de las empresas en la ciudad de Monterrey, un 71.43%, desconocen la metodología *Lean Construction* y la Gestión Visual. La desviación estándar es del 8.28% y la desviación promedio fue del 6.20%. Desafortunadamente, no hay aplicación de la metodología BIM (Building Information Modeling), que consiste en el modelado de información para la construcción y representa un trabajo colaborativo del proyecto en forma digital para el diseño, construcción y mantenimiento.

Las empresas uno se posiciono como líder entre las promotoras constructoras en la ciudad de Monterrey en el control de obra con Gestión Visual, destacándose por una mayor implementación de Gestión Visual en las partidas de preconstrucción, tiempo, calidad, medio ambiente y cadena de suministro. En contraste, la empresa 3 mostró la menor Gestión Visual, evidenciando una falta de aplicación de control en seguridad y recursos humanos.

Como una segunda etapa del proceso de estudios de caso se verifico visualmente en el sitio, que la implementación de la Gestión Visual coincida con las respuestas de la encuesta, es decir, que las respuestas reflejen lo aplicado en el lugar. Desafortunadamente, lo que las empresas creen que están haciendo de acuerdo con las respuestas de la encuesta difiere de su implementación real en la obra.

De acuerdo con la caminata, verificamos de manera puntual cada una de las aplicaciones de las partidas de Gestión Visual en la obra, tal y como puede apreciarse en la Tabla 20 (Análisis e interpretación de datos en siete estudios de caso en la ciudad de Monterrey)

Tabla 20
Análisis e Interpretación de datos de siete estudios de caso de auditoria visual en la ciudad de Monterrey
Casos de estudio para determinar el estado actual con AUDITORIA DE Gestión Visual de la Ciudad de Monterrey .

Aplicada con 7 encuestas en el sitio y verificada en la Obra : Monterrey, Nuevo Leon.

Ubicada en:	1M	2M	3M	4M	5M	6M	7M	SUMAS PROMEDIO
Descripción	% Aud.	% Aud.	% Aud.	% Aud.	% Aud.	% Aud.	% Aud.	% Auditoria Visual
Etapas de Preconstrucción	50.00%	25.00%	0.00%	75.00%	0.00%	0.00%	25.00%	25.00%
Etapas de Tiempo (Planeación -flujo)	66.67%	22.22%	66.67%	0.00%	77.78%	33.33%	55.56%	46.03%
Planeación	100.00%	33.33%	100.00%	0.00%	66.67%	66.67%	100.00%	66.67%
Flujo	50.00%	50.00%	50.00%	0.00%	100.00%	50.00%	50.00%	50.00%
Avances	66.67%	0.00%	66.67%	0.00%	100.00%	0.00%	33.33%	38.10%
Bim	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Etapas de Calidad	36.36%	9.09%	36.36%	18.18%	9.09%	18.18%	18.18%	20.78%
Indicadores de Calidad	33.33%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	4.76%
Control de calidad	33.33%	33.33%	33.33%	33.33%	33.33%	33.33%	33.33%	33.33%
Almacen	33.33%	0.00%	66.67%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	14.29%
Prototipos	100.00%	0.00%	100.00%	100.00%	0.00%	100.00%	100.00%	71.43%
Etapas de Seguridad	27.27%	9.09%	9.09%	18.18%	18.18%	63.64%	27.27%	24.68%
Seguridad	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	40.00%	0.00%	5.71%
Indicadores de Seguridad	50.00%	16.67%	16.67%	33.33%	33.33%	83.33%	50.00%	40.48%
Etapas de Medio Ambiente	25.00%	12.50%	25.00%	12.50%	12.50%	25.00%	12.50%	17.86%
Conservación del medio ambiente.	66.67%	33.33%	33.33%	33.33%	33.33%	33.33%	33.33%	38.10%
Prevención ambiental	0.00%	0.00%	33.33%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	4.76%
Mitigación ambiental	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	50.00%	0.00%	7.14%
Etapas de Cadena de Suministro	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Etapas de Recursos Humanos	60.00%	20.00%	0.00%	20.00%	20.00%	0.00%	20.00%	6.67%
TOTALES	37.74%	13.21%	24.53%	16.98%	22.64%	26.42%	24.53%	39.29%

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados, de acuerdo con la Tabla 20, muestran una clara tendencia a la baja en la gestión visual en comparación con las respuestas de la encuesta del estudio de caso. Esto sugiere que la implementación de la gestión visual en el sitio es menor de lo que se había considerado en la encuesta.

Esto permitió determinar de forma directa las aplicaciones de Gestión Visual, utilizando una tabla comparativa de las respuestas de la encuesta frente a la auditoría visual en la obra, como puede apreciarse en la Tabla 21 (Análisis comparativo de datos de siete estudios de caso aplicado en una encuesta vs auditoría visual en la ciudad de Monterrey).

Tabla 21
Análisis comparativo de datos de siete estudios de caso aplicado en una encuesta vs auditoría visual en la ciudad de Monterrey

Comparativa de encuesta vs auditoría visual de Gestión Visual en la ciudad de Monterrey

Aplicada con 7 encuestas en el sitio y verificada en la Obra

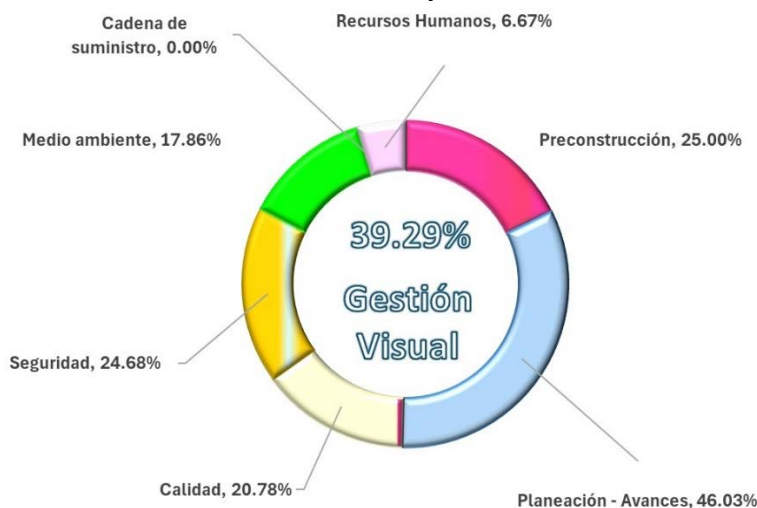
Ubicada en: Monterrey, México

No.	Descripción	% Respuesta Encuesta	% Auditoría Visual	% Diferencias
1	Etapas de Preconstrucción	71.43%	25.00%	-46.43%
2	Etapas de Tiempo (Planeación -flujo)	69.39%	46.03%	-23.36%
2.1	Planeación	90.48%	66.67%	-23.81%
2.2	Flujo	57.14%	50.00%	-7.14%
2.3	Avances	100.00%	38.10%	-61.90%
2.4	Bim	0.00%	0.00%	0.00%
3	Etapas de Calidad	47.62%	20.78%	-26.84%
3.1	Indicadores de Calidad	57.14%	4.76%	-52.38%
3.2	Control de calidad	42.86%	33.33%	-9.52%
3.3	Almacen	14.29%	14.29%	0.00%
3.4	Prototipos	42.86%	71.43%	28.57%
4	Etapas de Seguridad	25.00%	24.68%	-0.32%
4.1	Seguridad	14.29%	5.71%	-8.57%
4.2	Indicadores de Seguridad	57.14%	40.48%	-16.67%
5	Etapas de Medio Ambiente	57.14%	17.86%	-39.29%
5.1	Conservación del medio ambiente.	57.14%	38.10%	-19.05%
5.2	Prevención ambiental	57.14%	4.76%	-52.38%
5.3	Mitigación ambiental	57.14%	7.14%	-50.00%
6	Etapas de Cadena de Suministro	57.14%	0.00%	-57.14%
7	Etapas de Recursos Humanos	39.29%	6.67%	-32.62%
TOTALES		53.36%	39.29%	-14.08%

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados en general para la ciudad de Monterrey en forma gráfica los podemos representar en una gráfica en forma de anillo, donde podemos identificar el mayor y menor control en Gestión Visual considerando los siete estudios de caso aplicados, podemos visualizar que el estado actual en la ciudad de Monterrey fue de 39.29 % de Gestión Visual, tal y como puede apreciarse en la Gráfica 19 (Estado actual de gestión visual aplicado con siete estudios de caso por auditoria visual en la ciudad de Monterrey).

Gráfica 19
Estado actual de gestión visual aplicado con siete estudios de caso por auditoria visual en la ciudad de Monterrey



Fuente: Elaboración Propia

- El resumen de la gestión visual más relevante en la ciudad de Monterrey:

El 57.14% de las empresas encuestadas en Monterrey conocen la metodología *Lean*; el 85.71% conoce o implementa herramientas de Gestión Visual.

Preconstrucción: El 71.43% de las empresas identifican sus bases administrativas como misión, visión, estrategias y valores.

Tiempo: El 70% implementa el Last Planner System , ninguna de las empresas tiene implementado BIM.

Calidad: El 28.57% de las empresas está comenzando a integrar procesos estandarizados; el 100.00% verifica la calidad en sus procesos constructivos y el 85.71% utiliza escantillones o dispositivos en sus procesos constructivos.

Seguridad: El 28.57% de las empresas identifica los riesgos en la obra de forma visual.

Medio Ambiente: El 71.43% implementa e identifica el reciclaje en sus procesos constructivos, implementa de forma gráfica cómo mitigar el daño ambiental.

Cadena de Suministros: El 57.14% implementa de forma gráfica el listado de proveedores, destajistas, subcontratistas, así como su calificación y desempeño.

Recursos Humanos: El 57.14% implementa de forma gráfica cómo ubicar al personal en la obra.

5.1.4 Estado actual y comprobación en campo de Gestión Visual en Michoacán

El análisis e interpretación del estado actual en la ciudad de Michoacán se aplicó a una empresa, debido a su impacto en la CANADEVI, utilizando la metodología de estudios de caso realizados en el sitio. Su proceso constructivo se basa en el uso de block multiperforado de arcilla.

El estudio de caso sobre Gestión Visual se llevó a cabo mediante una encuesta en la ciudad de Michoacán, obteniendo los siguientes resultados, presentados en un formato de tabla por partidas y subpartidas del registro y clasificación de datos. Este formato permite conocer las diferentes empresas involucradas en cada obra, así como identificar y comparar cuál de ellas tiene un mayor avance en la aplicación del control de Gestión Visual en sus distintas partidas. Porcentualmente, podemos identificar las empresas con mayor y menor impacto, como puede apreciarse en la Tabla 22 (Análisis e interpretación de datos de un estudio de caso con encuesta en la ciudad de Michoacán).

Tabla 22

Análisis e Interpretación de datos con un estudio de caso con encuesta en la ciudad de Michoacán.

**Caso de estudio para determinar el estado actual
con ENCUESTA de Gestión Visual en la ciudad de
Zamora. Michoacan.**

Aplicada con una encuesta en el sitio y verificada en la Obra :

Ubicada en: **Zamora, Michoacán**

No.	Descripción	% Eficiencia
1	Etapas de Preconstrucción	100.00%
2	Etapas de Tiempo (Planeación -flujo)	57.14%
2.1	Planeación	66.67%
2.2	Flujo	50.00%
2.3	Avances	100.00%
2.4	Bim	0.00%
3	Etapas de Calidad	22.22%
3.1	Indicadores de Calidad	20.00%
3.2	Control de calidad	50.00%
3.3	Almacen	0.00%
3.4	Prototipos	0.00%
4	Etapas de Seguridad	25.00%
4.1	Seguridad	0.00%
4.2	Indicadores de Seguridad	100.00%
5	Etapas de Medio Ambiente	75.00%
5.1	Conservación del medio ambiente.	0.00%
5.2	Prevención ambiental	100.00%
5.3	Mitigación ambiental	100.00%
6	Etapas de Cadena de Suministro	0.00%
7	Etapas de Recursos Humanos	50.00%
TOTALES		50.00%

Fuente: Elaboración Propia

La empresa presenta un valor porcentual del 50.00% determinado con una encuesta, y aunque conocen la metodología *Lean Construction* y la Gestión Visual, su aplicación es parcial. Además, no existe ninguna aplicación de la metodología BIM (Building Information Modeling), que es un trabajo colaborativo del proyecto en formato digital para el diseño, construcción y mantenimiento.

La empresa es líder entre las promotoras constructoras en la ciudad de Michoacán, destacándose por su mayor Gestión Visual en las partidas de preconstrucción, tiempo, medio ambiente y recursos humanos. En contraste, las áreas en las que presenta una falta de aplicación de control son calidad, seguridad y cadena de suministros.

Como parte del proceso del estudio de casos, se complementó la encuesta con una caminata en el sitio, tipo Gemba, para verificar visualmente en la obra las respuestas de la encuesta.

Es necesario verificar visualmente en el sitio que la implementación de la Gestión Visual coincida con las respuestas de la encuesta, es decir, que las respuestas reflejen lo que realmente se aplica en el lugar. Desafortunadamente, lo que se cree que se está haciendo, según las respuestas de la encuesta, difiere de la implementación real en la obra.

De acuerdo con la caminata, verificamos de manera puntual cada una de las aplicaciones de las partidas de Gestión Visual en la obra, lo que permitió determinar de forma precisa las aplicaciones de Gestión Visual en sitio, como puede apreciarse en la Tabla 23 (Análisis e interpretación de datos de un estudio de caso con auditoria visual en la ciudad de Michoacán).

Tabla 23

Análisis e Interpretación de un estudio de caso de auditoría visual en la ciudad de Michoacán.

**Caso de estudio para determinar el estado actual con
AUDITORIA DE Gestión Visual en la ciudad de
Zamora, Michoacan.**

Aplicada con 2 encuestas en el sitio y verificada en la Obra: Ubicada en : Ciudad de México		Ciudad de México
No.	Descripción	MI
1	Etapas de Preconstrucción	50.00%
2	Etapas de Tiempo (Planeación -flujo)	66.67%
2.1	Planeación	100.00%
2.2	Flujo	50.00%
2.3	Avances	66.67%
2.4	Bim	0.00%
3	Etapas de Calidad	36.36%
3.1	Indicadores de Calidad	33.33%
3.2	Control de calidad	33.33%
3.3	Almacen	33.33%
3.4	Prototipos	100.00%
4	Etapas de Seguridad	27.27%
4.1	Seguridad	0.00%
4.2	Indicadores de Seguridad	50.00%
5	Etapas de Medio Ambiente	25.00%
5.1	Conservación del medio ambiente.	66.67%
5.2	Prevención ambiental	0.00%
5.3	Mitigación ambiental	0.00%
6	Etapas de Cadena de Suministro	0.00%
7	Etapas de Recursos Humanos	60.00%
TOTALES		37.50%

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados, de acuerdo con la Tabla 23, muestran una clara tendencia a la baja en la gestión visual en comparación con las respuestas de la encuesta del estudio de caso. Esto indica que la gestión visual en el sitio es menor de lo que se reflejó en la encuesta.

Si comparamos las respuestas de la encuesta con la auditoría visual en obra, puede apreciarse una tendencia hacia la baja de resultados, como se muestra en la Tabla 24 (Análisis comparativo de datos de un estudio de caso aplicado en una encuesta vs auditoría visual en la ciudad de Michoacán)

Tabla 24

Análisis comparativo de datos de un estudio de caso aplicado en una encuesta vs auditoría visual en la ciudad de Michoacán

Comparativa de encuesta vs auditoría visual de Gestión Visual en la ciudad de Michoacan

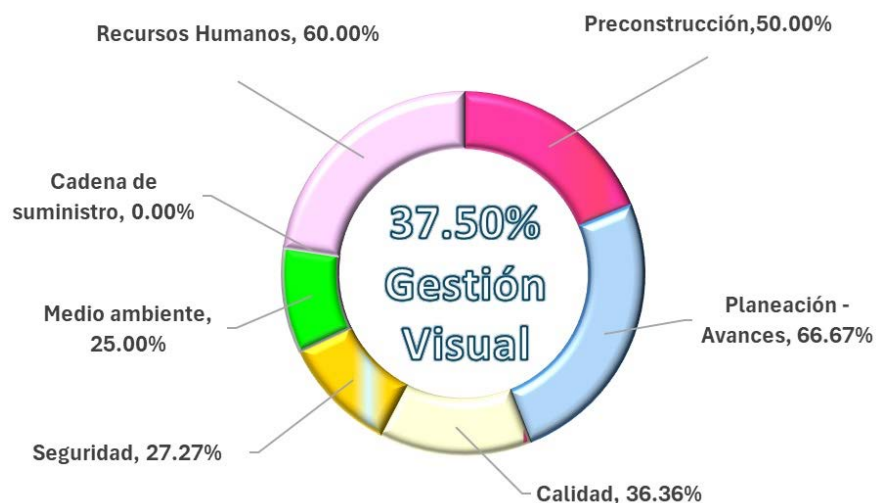
Aplicada con 1 encuestas en el sitio y verificada en la Obra Ubicada en: Michoacan, México		Ciudad de Zamora, Michoacan		
No.	Descripción	% Respuesta Encuesta	% Auditoría Visual	% Diferencias
1	Etapas de Preconstrucción	100.00%	50.00%	-50.00%
2	Etapas de Tiempo (Planeación-flujo)	57.14%	66.67%	9.52%
2.1	Planeación	66.67%	100.00%	33.33%
2.2	Flujo	50.00%	50.00%	0.00%
2.3	Avances	100.00%	66.67%	-33.33%
2.4	Bim	0.00%	0.00%	0.00%
3	Etapas de Calidad	22.22%	36.36%	14.14%
3.1	Indicadores de Calidad	20.00%	33.33%	13.33%
3.2	Control de calidad	50.00%	33.33%	-16.67%
3.3	Almacen	0.00%	33.33%	33.33%
3.4	Prototipos	0.00%	100.00%	100.00%
4	Etapas de Seguridad	25.00%	27.27%	2.27%
4.1	Seguridad	0.00%	0.00%	0.00%
4.2	Indicadores de Seguridad	100.00%	50.00%	-50.00%
5	Etapas de Medio Ambiente	75.00%	25.00%	-50.00%
5.1	Conservación del medio ambiente.	0.00%	66.67%	66.67%
5.2	Prevención ambiental	100.00%	0.00%	-100.00%
5.3	Mitigación ambiental	100.00%	0.00%	-100.00%
6	Etapas de Cadena de Suministro	0.00%	0.00%	0.00%
7	Etapas de Recursos Humanos	50.00%	60.00%	10.00%
TOTALES		50.00%	37.50%	-12.50%

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados en general para la ciudad de Michoacán los podemos representar en una gráfica en forma de anillo, donde podemos identificar el mayor y menor control en Gestión

Visual considerando los siete estudios de caso aplicados. Podemos visualizar que el estado actual en la ciudad de Michoacán fue de 37.50 % de Gestión Visual, tal y como puede apreciarse en la Gráfica 20 (Estado actual de gestión visual aplicado con un estudio de caso por auditoria visual en la ciudad de Michoacán).

Gráfica 20
Estado actual de gestión visual aplicado con un estudio de caso por auditoria visual en la ciudad de Michoacán



Fuente: Elaboración Propia

-El resumen de la gestión visual más relevante en la ciudad de Michoacán:

La empresa conoce la metodología *Lean*, conoce o implementa herramientas de Gestión Visual.

Preconstrucción: La empresa identifica sus bases administrativas, como misión, visión, estrategias y valores.

Tiempo: La empresa implementa el programa maestro, una programación semanal, e integra en sus procesos la planeación diaria. También presenta de forma visual el comparativo entre el avance físico, el programado y el estimado cobrado. No tiene implementado apoyos con la metodología BIM.

Calidad: La empresa verifica la calidad de sus procesos constructivos. Además, implementa escantillones o dispositivos en sus procesos constructivos.

Seguridad: La empresa está implementando un tablero de días sin accidentes.

Medio Ambiente: La empresa implementa e identifica el reciclaje en sus procesos constructivos y presenta gráficamente cómo mitigar el daño ambiental.

Recursos Humanos: La empresa implementa gráficamente cómo motivar al personal de obra y su reconocimiento.

5.1.5 Estado actual y comprobación en campo de Gestión Visual en Querétaro

El análisis e interpretación del estado actual de la ciudad de Querétaro se aplicó a seis empresas utilizando la metodología de estudios de caso realizada en sitio. Tres de estas empresas tienen presencia nacional, y sus diferentes procesos constructivos son: dos construyen con block multiperforado de arcilla y cuatro con block hueco diseñado a la medida.

Los seis estudios de caso, en su análisis de Gestión Visual, se aplicaron con una encuesta en la ciudad de Querétaro, obteniendo los siguientes resultados conforme al formato tipo tabla, que organiza las partidas y subpartidas del registro y clasificación de datos. Este formato permite conocer las diferentes empresas para cada obra y también identificar y comparar cuál de ellas tiene un mayor avance en la aplicación del control con Gestión Visual en sus distintas partidas. Porcentualmente, podemos identificar las empresas con mayor y menor impacto; tal y como puede apreciarse en la Tabla 25 (Análisis e interpretación de datos de seis estudios de caso con encuesta en la ciudad de Querétaro).

Tabla 25

Análisis e Interpretación de seis estudios de caso con encuesta en la ciudad de Querétaro

Casos de estudio para determinar el estado actual con ENCUESTA DE Gestión Visual de la Ciudad de Querétaro.

Aplicada con 6 encuestas en el sitio y verificada en la Obra:

		Ciudad de Querétaro						
Ubicada en : Queretaro, México		EMPRESA1Q	EMPRESA2Q	EMPRESA3Q	EMPRESA4Q	EMPRESA5Q	EMPRESA6Q	SUMAS PROMEDIO
No.	Descripción	% Efic.	% Efic.	% Efic.	% Efic.	% Efic.	% Efic.	% Eficiencia
1	Etapas de Preconstrucción	0%	100%	60%	100%	40%	20%	53.33%
2	Etapas de Tiempo (Planeación -flujo)	14%	43%	71%	71%	86%	71%	59.52%
2.1	Planeación	33%	67%	67%	100%	100%	67%	72.22%
2.2	Flujo	0%	50%	100%	100%	100%	50%	66.67%
2.3	Avances	0%	0%	100%	0%	100%	100%	50.00%
2.4	Bim	0%	0%	0%	0%	0%	100%	16.67%
3	Etapas de Calidad	11%	44%	56%	33%	44%	44%	38.89%
3.1	Indicadores de Calidad	20%	40%	60%	20%	60%	40%	40.00%
3.2	Control de calidad	0%	50%	50%	50%	50%	50%	41.67%
3.3	Almacen	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.00%
3.4	Prototipos	0%	100%	100%	100%	0%	100%	66.67%
4	Etapas de Seguridad	25%	50%	50%	50%	100%	100%	62.50%
4.1	Seguridad	33%	33%	33%	33%	100%	100%	55.56%
4.2	Indicadores de Seguridad	0%	100%	100%	100%	100%	100%	83.33%
5	Etapas de Medio Ambiente	50%	25%	50%	50%	75%	100%	58.33%
5.1	Conservación del medio ambiente.	0%	0%	0%	0%	200%	200%	66.67%
5.2	Prevención ambiental	100%	50%	50%	50%	50%	50%	58.33%
5.3	Mitigación ambiental	0%	0%	100%	100%	0%	100%	50.00%
6	Etapas de Cadena de Suministro	0%	0%	100%	0%	0%	100%	33.33%
7	Etapas de Recursos Humanos	50%	25%	0%	50%	25%	50%	33.33%
TOTALES		21%	47%	53%	56%	59%	61.76%	49.51%

Fuente: Elaboración Propia.

La empresa 6 tiene un mayor valor porcentual del 62 %, a diferencia del menor, que es del 21 %, reflejado en la empresa 1. Solo una empresa conoce la metodología *Lean Construction*, mientras que cinco empresas aplican la Gestión Visual. La desviación estándar es del 15.05 % y la desviación promedio fue del 10.46 %. Desafortunadamente, no hay aplicación de la metodología BIM (Building Information Modeling), que implica un trabajo colaborativo del proyecto de forma digital para el diseño, construcción y mantenimiento.

La empresa 6 se posiciona como líder entre las promotoras constructoras en la ciudad de Querétaro en el control de obra con Gestión Visual, destacándose en la Gestión Visual de las partidas de preconstrucción, tiempo, seguridad, medio ambiente y recursos humanos. Por el contrario, la empresa 1 mostró una menor Gestión Visual, evidenciando una falta de control en calidad, cadena de suministros y recursos humanos.

Del análisis de los seis estudios de caso en la ciudad de Querétaro, el resultado promedio calculado fue del 49.51% en relación con el estado actual del control mediante Gestión Visual, definido según las respuestas afirmativas de la encuesta aplicada en el sitio. Como parte del proceso de estudio de casos en Querétaro, se complementó la encuesta con una caminata en el lugar, tipo Gemba, para verificar visualmente en la obra las respuestas obtenidas en la encuesta.

Es necesario verificar visualmente en el sitio que la implementación de la Gestión Visual coincida con las respuestas de la encuesta, es decir, que las respuestas reflejen lo que realmente se aplica en el lugar. Desafortunadamente, lo que las empresas creen que están haciendo, de acuerdo con las respuestas de la encuesta, difiere de su implementación real en la obra.

A través de la caminata, verificamos de manera puntual cada una de las aplicaciones de las partidas de Gestión Visual en la obra, lo que nos permitió determinar directamente las aplicaciones de Gestión Visual, tal y como puede apreciarse en la Tabla 26 (Análisis e Interpretación de datos de seis estudios de caso de auditoría visual en la ciudad de Querétaro).

Tabla 26

Análisis e Interpretación de datos de seis estudios de caso de auditoría visual en la ciudad de Querétaro

Casos de estudio para determinar el estado actual con AUDITORIA DE Gestión Visual de la Ciudad de QUERETARO

Aplicada con 6 encuestas en el sitio y verificada en la Obra:

Monterrey, Nuevo Leon.

Ubicada en : Queretaro, México		EMPRESA1Q	EMPRESA2Q	EMPRESA3Q	EMPRESA4Q	EMPRESA5Q	EMPRESA6Q	SUMAS PROMEDIO
No.	Descripción	% Audi.	% Audi.	% Audi.	% Audi.	% Audi.	% Audi.	% Auditoria Visual
1	Etapas de Preconstrucción	0.00%	25.00%	25.00%	50.00%	0.00%	25.00%	20.83%
2	Etapas de Tiempo (Planeación -flujo)	11.11%	11.11%	11.11%	33.33%	22.22%	22.22%	18.52%
2.1	Planeación	0.00%	0.00%	0.00%	66.67%	66.67%	33.33%	27.78%
2.2	Flujo	0.00%	50.00%	50.00%	0.00%	0.00%	50.00%	25.00%
2.3	Avances	33.33%	0.00%	0.00%	33.33%	0.00%	0.00%	11.11%
2.4	Bim	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
3	Etapas de Calidad	18.18%	9.09%	18.18%	27.27%	9.09%	27.27%	18.18%
3.1	Indicadores de Calidad	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
3.2	Control de calidad	0.00%	0.00%	0.00%	33.33%	33.33%	33.33%	16.67%
3.3	Almacen	33.33%	0.00%	33.33%	33.33%	0.00%	66.67%	27.78%
3.4	Prototipos	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	0.00%	0.00%	66.67%
4	Etapas de Seguridad	9.09%	9.09%	9.09%	9.09%	27.27%	18.18%	13.64%
4.1	Seguridad	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
4.2	Indicadores de Seguridad	16.67%	16.67%	16.67%	16.67%	50.00%	33.33%	25.00%
5	Etapas de Medio Ambiente	12.50%	12.50%	12.50%	12.50%	12.50%	12.50%	12.50%
5.1	Conservación del medio ambiente.	33.33%	33.33%	33.33%	33.33%	33.33%	33.33%	33.33%
5.2	Prevención ambiental	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
5.3	Mitigación ambiental	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
6	Etapas de Cadena de Suministro	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
7	Etapas de Recursos Humanos	0.00%	0.00%	0.00%	20.00%	0.00%	20.00%	6.67%
TOTALES		9.43%	9.43%	11.32%	20.75%	13.21%	18.87%	22.92%

Fuente: Elaboración Propia.

Se elaboró una tabla comparativa que contrasta las respuestas de la encuesta con la auditoría visual en obra, como puede apreciarse en la Tabla 27 (Análisis comparativo de datos de seis estudios de caso aplicado en una encuesta vs auditoría visual en la ciudad de Querétaro).

Tabla 27

Análisis comparativo de datos de seis estudios de caso aplicado en una encuesta vs auditoria visual en la ciudad de Querétaro

Comparativa de encuesta vs auditoria visual de Gestión Visual en la ciudad de Querétaro.

Aplicada con 6 encuestas en el sitio y verificada en la Obra

Ubicada en: Querétaro, México

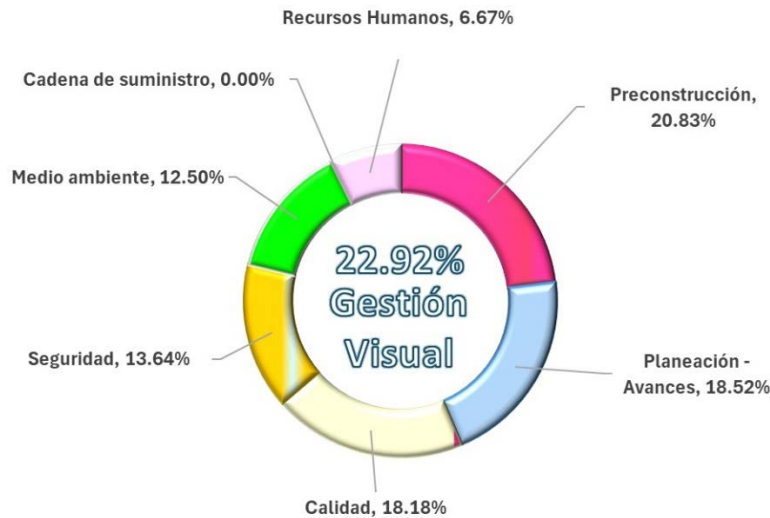
No.	Descripción	% Respuesta Encuesta	% Auditoria Visual	% Diferencias
1	Etapas de Preconstrucción	53.33%	20.83%	-32.50%
2	Etapas de Tiempo (Planeación -flujo)	59.52%	18.52%	-41.01%
2.1	Planeación	72.22%	27.78%	-44.44%
2.2	Flujo	66.67%	25.00%	-41.67%
2.3	Avances	50.00%	11.11%	-38.89%
2.4	Bim	16.67%	0.00%	-16.67%
3	Etapas de Calidad	38.89%	18.18%	-20.71%
3.1	Indicadores de Calidad	40.00%	0.00%	-40.00%
3.2	Control de calidad	41.67%	16.67%	-25.00%
3.3	Almacen	0.00%	27.78%	27.78%
3.4	Prototipos	66.67%	66.67%	0.00%
4	Etapas de Seguridad	62.50%	13.64%	-48.86%
4.1	Seguridad	55.56%	0.00%	-55.56%
4.2	Indicadores de Seguridad	83.33%	25.00%	-58.33%
5	Etapas de Medio Ambiente	58.33%	12.50%	-45.83%
5.1	Conservación del medio ambiente.	66.67%	33.33%	-33.33%
5.2	Prevención ambiental	58.33%	0.00%	-58.33%
5.3	Mitigación ambiental	50.00%	0.00%	-50.00%
6	Etapas de Cadena de Suministro	33.33%	0.00%	-33.33%
7	Etapas de Recursos Humanos	33.33%	6.67%	-26.67%
TOTALES		49.51%	22.92%	-26.59%

Fuente: Elaboración Propia.

Los resultados generales para la ciudad de Querétaro se pueden representar gráficamente en forma de anillo, lo que permite identificar el mayor y menor control en Gestión Visual por etapas y subpartidas. Podemos visualizar que el estado actual en la ciudad de Querétaro fue de 22.92 % de Gestión Visual, tal y como puede apreciarse en la Gráfica 21 (Estado actual de gestión visual aplicado con seis estudios de caso por auditoria visual en la ciudad de Querétaro).

Gráfica 21

Estado actual de gestión visual aplicado con seis estudios de caso por auditoría visual en la ciudad de Querétaro



Fuente: Elaboración propia.

- El resumen de la gestión visual más relevante en la ciudad de Querétaro:

Solo el 10% de las empresas encuestadas en Querétaro conocen la metodología *Lean*, el 30% conoce o implementa herramientas de Gestión Visual.

Preconstrucción: El 67% de las empresas identifican sus bases administrativas, como misión, visión, estrategias y valores.

Tiempo: El 83% implementa el programa maestro, una programación semanal, el 100% de las empresas integran la planeación diaria en sus procesos, ninguna de las empresas tiene implementada la metodología BIM.

Calidad: Ninguna empresa soluciona problemas desde su causa raíz. El 33% están implementando estrategias para reducir los tipos de desperdicio. El 83% verifica la calidad en sus procesos constructivos y está implementando su plan de mejora continua.

Seguridad: El 83% identifica visualmente los riesgos en la obra y planifica visualmente las señales preventivas, los riesgos de accidentes, las zonas seguras y el equipo de seguridad, entre otros. El 50% está implementando visualmente rutas peatonales y vehiculares.

Medio Ambiente: El 83% implementa e identifica el reciclaje en sus procesos constructivos, además de manera gráfica cómo mitigar el daño ambiental. Dos empresas implementan de forma visual estrategias para disminuir los materiales contaminantes.

Cadena de Suministros: El 33% implementa de forma gráfica un listado de proveedores, destajistas y subcontratistas, junto con su calificación y desempeño.

Recursos Humanos: El 67% implementa de forma gráfica estrategias para motivar al personal de obra y reconocer su labor.

5.1.6 Estado actual y comprobación en campo de la Gestión Visual en Guadalajara

Del análisis e interpretación del estado actual de la ciudad de Guadalajara, se aplicó la metodología de estudios de caso a seis empresas. Dos de ellas tienen presencia nacional y sus diferentes procesos constructivos son: tres (3) utilizan block multiperforado de arcilla, mientras que tres (3) emplean estructuras verticales de concreto armado.

Los seis estudios de caso en su análisis de Gestión Visual se aplicaron mediante una encuesta en la ciudad de Guadalajara, obteniendo los siguientes resultados, conforme al formato tipo tabla por partidas y subpartidas del registro y clasificación de datos. Este formato permite conocer las diferentes empresas involucradas en cada obra, así como identificar y comparar cuál empresa tiene un mayor avance en la aplicación del control con Gestión Visual en sus diferentes partidas, tal y como puede apreciarse en la Tabla 28 (Análisis e interpretación de datos de seis estudios de caso con encuesta en la ciudad de Guadalajara).

Tabla 28
Análisis e Interpretación de seis estudios de caso con encuesta en la ciudad de Guadalajara
Casos de estudio para determinar el estado actual con Gestión Visual de la Ciudad de Guadalajara.

Aplicada con 6 encuestas en el sitio y verificada en la Obra Ubicada en: Guadalajara, México		Guadalajara						
No.	Descripción	EMPRESA1G	EMPRESA2G	EMPRESA3G	EMPRESA4G	EMPRESA5G	EMPRESA6G	SUMAS PROMEDIO
		% Efic.	% Efic.	% Efic.	% Efic.	% Efic.	% Efic.	% Eficiencia
1	Etapas de Preconstrucción	40.00%	0.00%	60.00%	20.00%	0.00%	100.00%	36.67%
2	Etapas de Tiempo (Planeación -flujo)	57.14%	42.86%	42.86%	42.86%	100.00%	57.14%	57.14%
2.1	Planeación	66.67%	66.67%	66.67%	66.67%	100.00%	100.00%	77.78%
2.2	Flujo	50.00%	50.00%	50.00%	50.00%	100.00%	50.00%	58.33%
2.3	Avances	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	33.33%
2.4	Bim	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	16.67%
3	Etapas de Calidad	55.56%	11.11%	22.22%	22.22%	77.78%	33.33%	37.04%
3.1	Indicadores de Calidad	60.00%	0.00%	20.00%	0.00%	100.00%	40.00%	36.67%
3.2	Control de calidad	100.00%	50.00%	50.00%	100.00%	50.00%	50.00%	66.67%
3.3	Almacen	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
3.4	Prototipos	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	16.67%
4	Etapas de Seguridad	100.00%	50.00%	25.00%	0.00%	75.00%	75.00%	54.17%
4.1	Seguridad	100.00%	33.33%	0.00%	0.00%	66.67%	66.67%	44.44%
4.2	Indicadores de Seguridad	100.00%	100.00%	100.00%	0.00%	100.00%	100.00%	83.33%
5	Etapas de Medio Ambiente	100.00%	75.00%	50.00%	25.00%	75.00%	100.00%	70.83%
5.1	Conservación del medio ambiente.	100.00%	100.00%	100.00%	0.00%	100.00%	100.00%	83.33%
5.2	Prevención ambiental	100.00%	100.00%	50.00%	50.00%	100.00%	100.00%	83.33%
5.3	Mitigación ambiental	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	33.33%
6	Etapas de Cadena de Suministro	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	33.33%
7	Etapas de Recursos Humanos	50.00%	0.00%	50.00%	0.00%	50.00%	50.00%	33.33%
TOTALES		64.71%	26.47%	38.24%	20.59%	67.65%	61.76%	46.57%

Fuente: Elaboración propia.

La empresa 5 tiene un mayor valor porcentual del 67.65%, en contraste con el 20.59% que se refleja en la empresa 4. Tres empresas conocen la metodología *Lean Construction* y cinco empresas aplican la Gestión Visual. La desviación estándar es del 20.75% y la desviación media promedio fue del 18.14%. Desafortunadamente, no hay aplicación de la metodología

BIM (Building Information Modeling), que implica un trabajo colaborativo del proyecto en forma digital para el diseño, construcción y mantenimiento.

La empresa 5 se posiciona como la líder de las empresas promotoras constructoras en la ciudad de Guadalajara en el control de obra mediante Gestión Visual, destacándose por su mayor implementación de esta metodología en las partidas de tiempo, seguridad y medio ambiente. En contraste, la empresa 4 presenta la menor Gestión Visual, evidenciando una falta de control en tiempo, calidad y cadena de suministros.

Del análisis de los seis estudios de caso en la ciudad de Guadalajara, el resultado promedio calculado fue del 46.57% en relación con el estado actual del control mediante Gestión Visual, definido según las respuestas afirmativas de la encuesta aplicada en el sitio. Como parte del proceso de estudio de casos en Guadalajara, se complementó la encuesta con una caminata en el lugar, tipo Gemba, para verificar visualmente en la obra las respuestas obtenidas.

Es necesario verificar visualmente en el sitio que la implementación de la Gestión Visual coincida con las respuestas de la encuesta, es decir, que las respuestas reflejen lo que realmente se aplica en el lugar. Desafortunadamente, lo que las empresas creen que están haciendo, de acuerdo con las respuestas de la encuesta, difiere de su implementación real en la obra.

Se elaboró una tabla comparativa que contrasta las respuestas de la encuesta con la auditoría visual en la obra, tal y como puede apreciarse en la Tabla 29 (Análisis e interpretación de datos en seis estudios de caso en la ciudad de Guadalajara).

Tabla 29
Análisis e Interpretación de datos de seis estudios de caso de auditoria visual en la ciudad de Guadalajara.
Casos de estudio para determinar el estado actual con AUDITORIA DE Gestión Visual de la
Ciudad de GUADALAJARA

Aplicada con 6 encuestas en el sitio y verificada en la Obra
Ubicada en: Guadalajara, México

No.	Descripción	EMPRESA1G	EMPRESA2G	EMPRESA3G	EMPRESA4G	EMPRESA5G	EMPRESA6G	SUMAS PROMEDIO
		% Audi.	% Audi.	% Audi.	% Audi.	% Audi.	% Audi.	% Auditoria Visual
1	Etapas de Preconstrucción	50.00%	50.00%	25.00%	25.00%	0.00%	25.00%	29.17%
2	Etapas de Tiempo (Planeación -flujo)	22.22%	22.22%	11.11%	11.11%	22.22%	22.22%	18.52%
2.1	Planeación	66.67%	33.33%	0.00%	0.00%	66.67%	0.00%	27.78%
2.2	Flujo	0.00%	0.00%	50.00%	50.00%	0.00%	50.00%	25.00%
2.3	Avances	0.00%	33.33%	0.00%	0.00%	0.00%	33.33%	11.11%
2.4	Bim	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
3	Etapas de Calidad	27.27%	9.09%	18.18%	9.09%	9.09%	9.09%	13.64%
3.1	Indicadores de Calidad	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
3.2	Control de calidad	33.33%	33.33%	33.33%	33.33%	33.33%	33.33%	33.33%
3.3	Almacen	33.33%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	5.56%
3.4	Prototipos	100.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	33.33%
4	Etapas de Seguridad	45.45%	9.09%	9.09%	9.09%	36.36%	45.45%	25.76%
4.1	Seguridad	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
4.2	Indicadores de Seguridad	83.33%	16.67%	16.67%	16.67%	66.67%	83.33%	47.22%
5	Etapas de Medio Ambiente	25.00%	12.50%	12.50%	0.00%	25.00%	12.50%	14.58%
5.1	Conservación del medio ambiente.	33.33%	33.33%	33.33%	0.00%	33.33%	33.33%	27.78%
5.2	Prevención ambiental	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	33.33%	0.00%	5.56%
5.3	Mitigación ambiental	50.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	8.33%
6	Etapas de Cadena de Suministro	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
7	Etapas de Recursos Humanos	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	20.00%	3.33%
TOTALES		26.42%	13.21%	11.32%	7.55%	16.98%	20.75%	26.56%

Fuente: Elaboración propia.

Se elaboró una tabla comparativa que contrasta las respuestas de la encuesta con la auditoría visual en obra, como puede apreciarse en la Tabla 30 (Análisis comparativo de datos de seis estudios de caso aplicado en una encuesta vs auditoria visual en la ciudad de Guadalajara).

Tabla 30

Análisis comparativo de datos de seis estudios de caso aplicado en una encuesta vs auditoria visual en la ciudad de Guadalajara

Comparativa de encuesta vs auditoria visual de Gestión Visual en la ciudad de Guadalajara

Aplicada con 6 encuestas en el sitio y verificada en la Obra

Ubicada en: Guadalajara, México

No.	Descripción	% Respuesta Encuesta	% Auditoria Visual	% Diferencias
1	Etapas de Preconstrucción	36.67%	29.17%	-7.50%
2	Etapas de Tiempo (Planeación -flujo)	57.14%	18.52%	-38.62%
2.1	Planeación	77.78%	27.78%	-50.00%
2.2	Flujo	58.33%	25.00%	-33.33%
2.3	Avances	33.33%	11.11%	-22.22%
2.4	Bim	16.67%	0.00%	-16.67%
3	Etapas de Calidad	37.04%	13.64%	-23.40%
3.1	Indicadores de Calidad	36.67%	0.00%	-36.67%
3.2	Control de calidad	66.67%	33.33%	-33.33%
3.3	Almacen	0.00%	5.56%	5.56%
3.4	Prototipos	16.67%	33.33%	16.67%
4	Etapas de Seguridad	54.17%	25.76%	-28.41%
4.1	Seguridad	44.44%	0.00%	-44.44%
4.2	Indicadores de Seguridad	83.33%	47.22%	-36.11%
5	Etapas de Medio Ambiente	70.83%	14.58%	-56.25%
5.1	Conservación del medio ambiente.	83.33%	27.78%	-55.56%
5.2	Prevención ambiental	83.33%	5.56%	-77.78%
5.3	Mitigación ambiental	33.33%	8.33%	-25.00%
6	Etapas de Cadena de Suministro	33.33%	0.00%	-33.33%
7	Etapas de Recursos Humanos	33.33%	3.33%	-30.00%
TOTALES		46.57%	26.56%	-20.01%

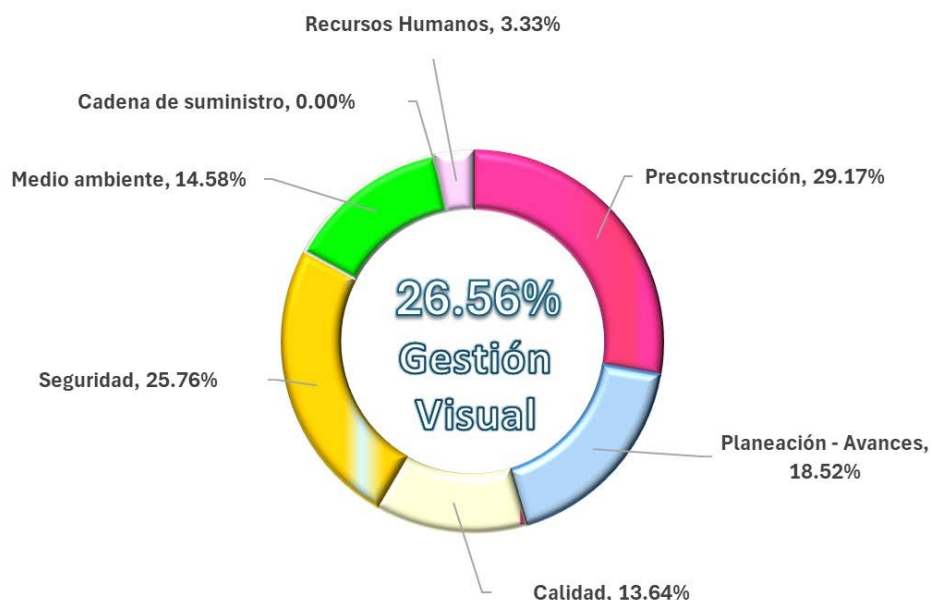
Fuente: Elaboración propia.

Los resultados generales para la ciudad de Guadalajara se pueden representar gráficamente en forma de anillo, lo que permite identificar el mayor y menor control en Gestión Visual por etapas y subpartidas. Podemos visualizar que el estado actual en la ciudad de Guadalajara fue de 26.56 % de Gestión Visual, tal y como puede apreciarse en la Gráfica 22 (Estado actual de gestion visual aplicado con seis estudios de caso por auditoria visual en la ciudad

de Guadalajara).

Gráfica 22

Estado actual de gestión visual aplicado con seis estudios de caso por auditoría visual en la ciudad de Guadalajara



Fuente: Elaboración propia.

- El resumen de la gestión visual más relevante en la ciudad de Guadalajara:

Solo tres empresas encuestadas en Guadalajara conocen la metodología *Lean*; cinco empresas conocen o implementan herramientas de Gestión Visual.

Preconstrucción: el 67% de las empresas (cuatro) identifican sus bases administrativas como misión, visión, estrategias y valores.

Tiempo: el 100% implementa el programa maestro, el 83% de las empresas implementa una programación semanal, el 100% de las empresas presenta de forma visual el comparativo entre el avance físico, y el programado.

Calidad: Dos empresas solucionan problemas desde su causa raíz, el 50% está implementando medidas para disminuir los tipos de desperdicio. El 66.67% verifica la calidad en sus procesos constructivos y su plan de mejora continua.

Seguridad: el 50% identifica los riesgos en la obra de forma visual. El 83.33% planifica visualmente las señales preventivas, los riesgos de accidentes, las zonas seguras y el equipo de seguridad, entre otros. El 66.67% está implementando visualmente rutas peatonales y vehiculares.

Medio Ambiente: cuatro empresas identifican la máxima racionalidad en el proceso de decisión relacionado con la conservación, defensa, protección y mejora del medio ambiente. El 100% implementa e identifica el reciclaje en sus procesos constructivos. Cinco empresas implementan visualmente estrategias para disminuir los materiales contaminantes.

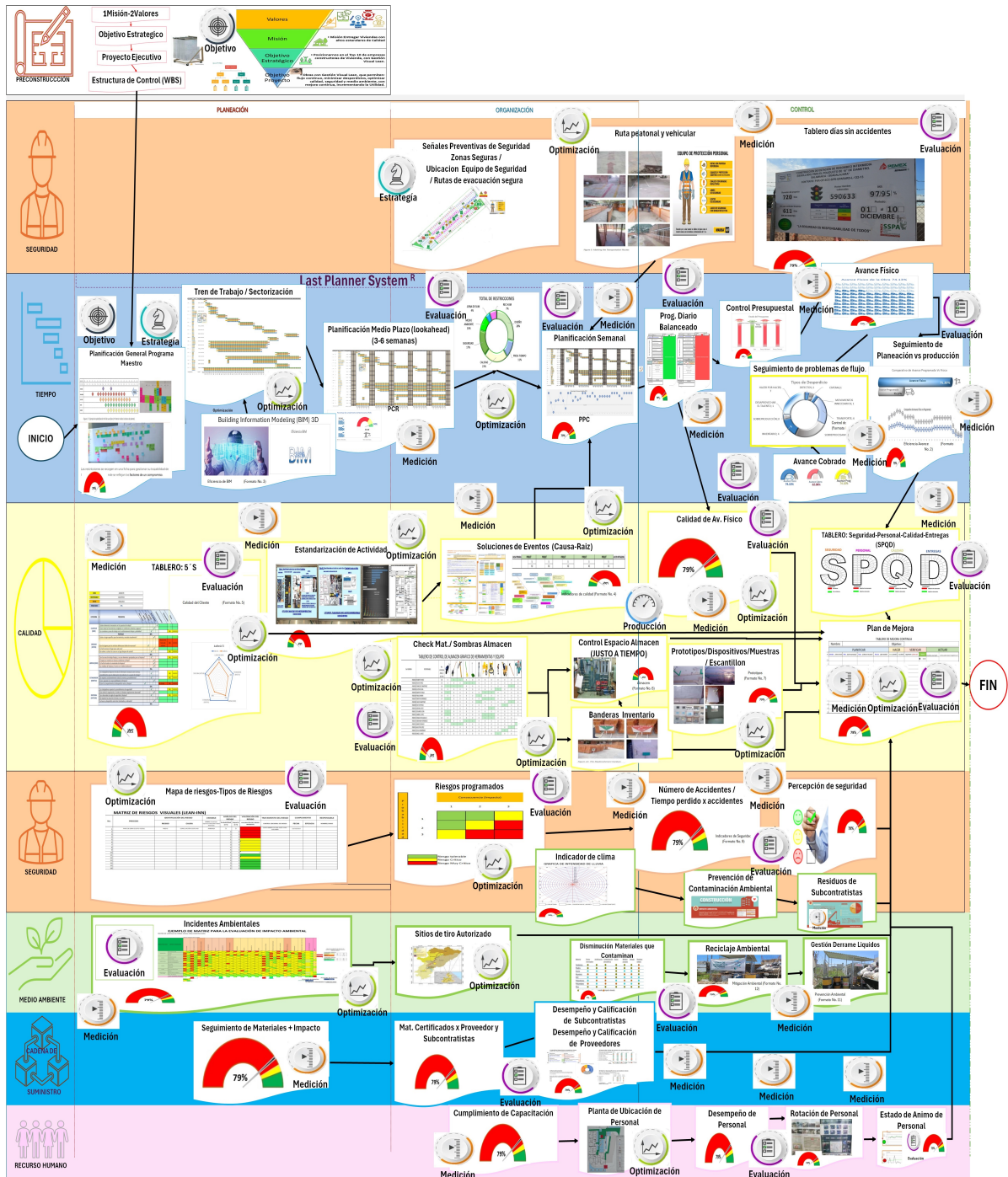
Cadena de Suministros: el 33% implementa en forma gráfica un listado de proveedores, destajistas, subcontratistas, así como su calificación y desempeño.

Recursos Humanos: el 33% implementa gráficamente el indicador de rotación de personal, capacitación y desempeño del personal.

5.2 Resultados

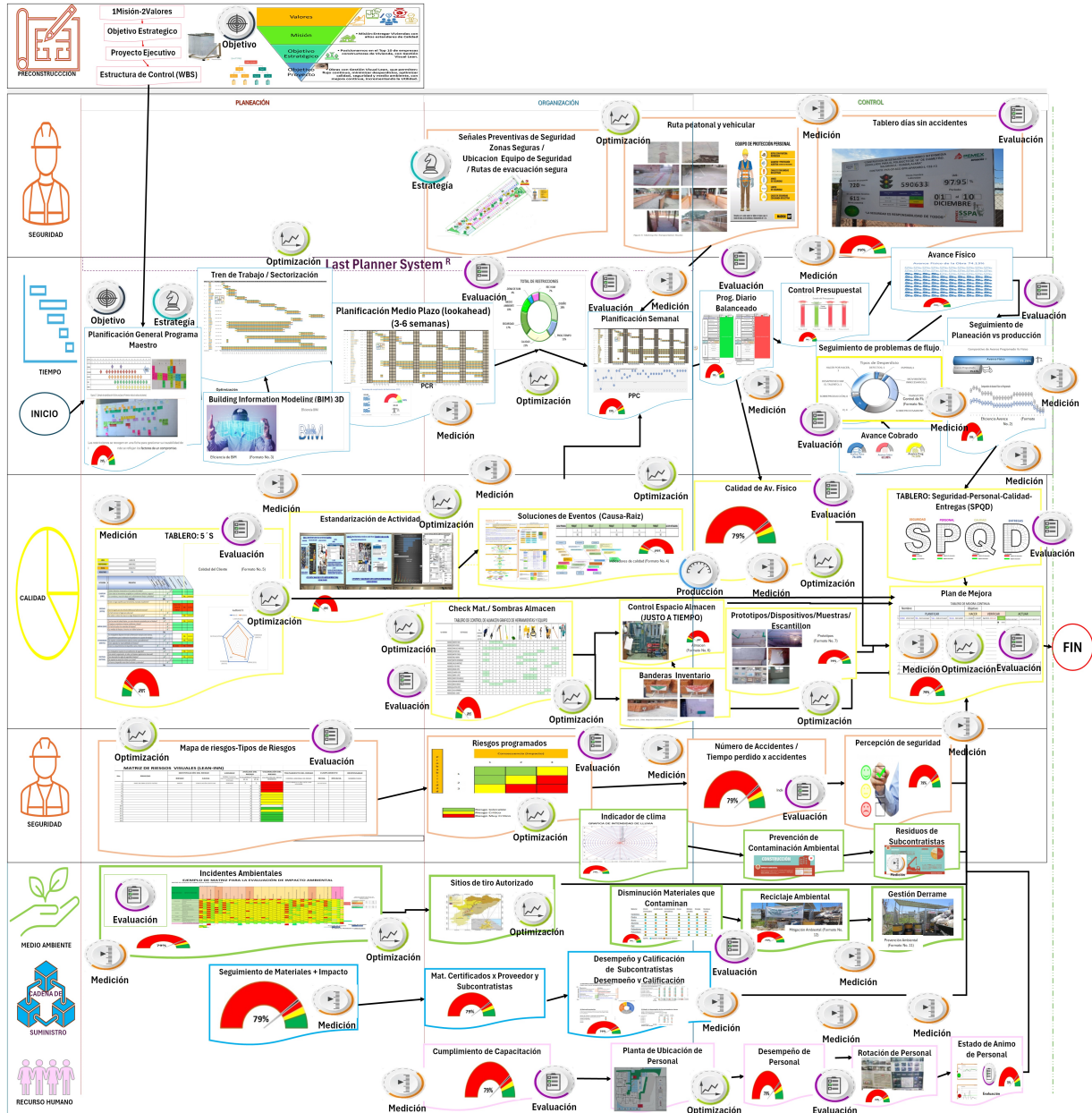
Como resultado del estudio de casos en diversas ciudades del país sobre el Modelo Bidimensional de Gestión Visual, y tras su análisis y retroalimentación por parte de varias empresas promotoras constructoras de vivienda. Se diseñó el Primer Modelo Bidimensional de Gestión Visual. El objetivo de este modelo es facilitar la identificación de los procesos de manera más sencilla y visual. A continuación se presenta el Modelo Bidimensional de Gestión Visual, cómo puede apreciarse en la Figura 23:

Figura 23
Modelo Bidimensional de Gestión Visual, México (Opción 1)



Fuente: Elaboración propia.

Figura 24
Modelo Bidimensional de Gestión Visual Uno, México (Opción 2).



Fuente: Elaboración propia.

Los resultados se basan en la aplicación de la metodología de estudio de casos múltiples en seis ciudades, se utilizó el Modelo Bidimensional de Gestión Visual. A través de las respuestas de las encuestas, se determinó una métrica nacional de 16.86% con auditoria visual de Gestión Visual a nivel país.

La discusión de la diferencia -26.89% refleja la cultura mexicana de considerar idealmente resultados que al comparar con la gestión visual en obra difieren. No porque traten de engañar si no de impresionar al entrevistador, lo cual se replicó en forma general en todo el país. Parece un escudo del responsable de obra de exagerar los resultados tratando de quedar bien y lograr el mayor puntaje posible, como una oportunidad de crecer profesionalmente.

Los estudios de caso múltiple aplicados en empresas promotoras constructoras en México indica que el país está rezagado en comparación con otros países en cuanto al control mediante Gestión Visual de la metodología *Lean Construction*. Lo que representa una señal de alerta y motivo de preocupación para la industria de la construcción de vivienda en México y para el sector de la construcción en general.

El 16.86% promedio a nivel país de aplicación de gestión visual de acuerdo con el modelo representa un reto para aplicarlo puntualmente en otros países y medir el grado real de rezago en la práctica de Gestión Visual con *Lean Construction*.

Estas nuevas metodologías prácticas probadas en otros países con éxito ya son una práctica común en otras naciones durante más de una década.

Sin embargo, de acuerdo con el análisis y desarrollo de esta investigación, es preocupante que más del 40% de las empresas encuestadas en México desconozcan estas metodologías. Esto representa una alarma para la industria de la construcción debido a la falta de interés en integrar nuevas y mejores prácticas que ya se aplican a nivel global.

Los investigadores debemos colaborar más estrechamente con la industria privada para revertir esta tendencia y, además, integrar estas prácticas de forma inmediata en la formación de los estudiantes en el campo de la construcción.

La mayor aplicación de la Gestión Visual *Lean* en México por auditoria visual se observó en la ciudad de Monterrey, con un 37.74%, como puede apreciarse en la figura 45 (Casos de

estudio de Gestión Visual por empresa y ciudad en México) lo que refleja que la construcción en el norte del país presenta un mayor avance tecnológico en los procesos constructivos y mejores prácticas, influenciada por la proximidad con nuestros vecinos de América del Norte (EE. UU. y Canadá).

Figura 25
Casos de estudio de Gestión Visual por empresa y ciudad en México.
 Casos de estudio de Gestión Visual resultados de la encuesta

Ciudad	PUEBLA										CDMX		MONTERREY							Micho	QUERÉTARO						GUADALAJARA						PROMEDIO
Empresa	1P	2P	3P	4P	5P	6P	7P	8P	9P	10P	1MX	2MX	1M	2M	3M	4M	5M	6M	7M	1MI	1Q	2Q	3Q	4Q	5Q	6Q	1G	2G	3G	4G	5G	6G	43.76%
% G.V.	35%	14.71%	38%	44%	41%	50%	47%	18%	35%	32%	22%	25%	68.53%	47%	40%	42%	47%	57%	66%	53%	21%	47%	53%	56%	53%	62%	65%	26%	38%	21%	68%	62%	

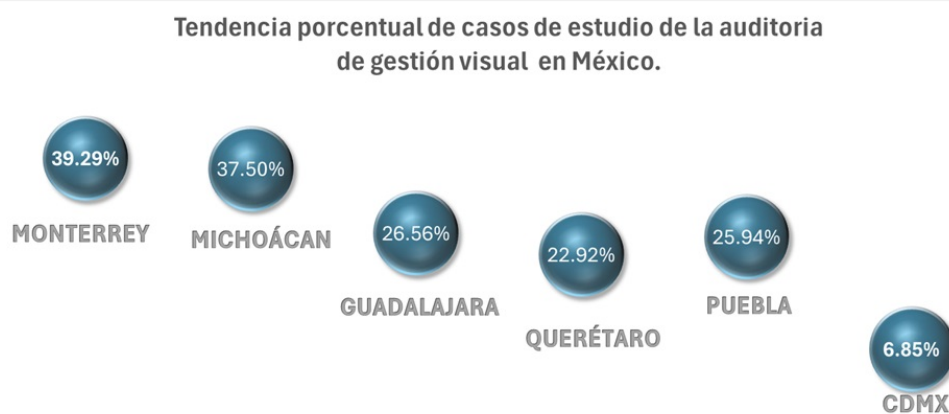
Casos de estudio de Gestión Visual por auditoria visual en sitio resultados reales.

Ciudad	PUEBLA										CDMX		MONTERREY							Micho	QUERÉTARO						GUADALAJARA						PROMEDIO
Empresa	1P	2P	3P	4P	5P	6P	7P	8P	9P	10P	1MX	2MX	1M	2M	3M	4M	5M	6M	7M	1MI	1Q	2Q	3Q	4Q	5Q	6Q	1G	2G	3G	4G	5G	6G	16.86%
% G.V.	15%	7.55%	9%	19%	26%	25%	13%	11%	15%	15%	9%	6%	37.74%	13%	25%	17%	23%	26%	25%	23%	9%	9%	11%	21%	13%	19%	26%	13%	11%	8%	17%	21%	

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con el estudio de casos múltiples realizado en sitio con una encuesta, como se puede observar en la figura 25 el promedio de aplicación de la Gestión Visual en México fue del 16.86%, un porcentaje inferior al 20%, lo que indica una baja implementación de esta práctica en el país. La empresa con el mayor porcentaje fue de Monterrey, con un 37.74%, menos del 40.00% del modelo de gestión visual. En contraste, el menor porcentaje registrado fue de 7.55%, correspondiente a la empresa "2P" de la ciudad de Puebla.

Gráfica 22
Comparativa de casos de Gestión Visual en México por ciudad.



Fuente: Elaboración propia.

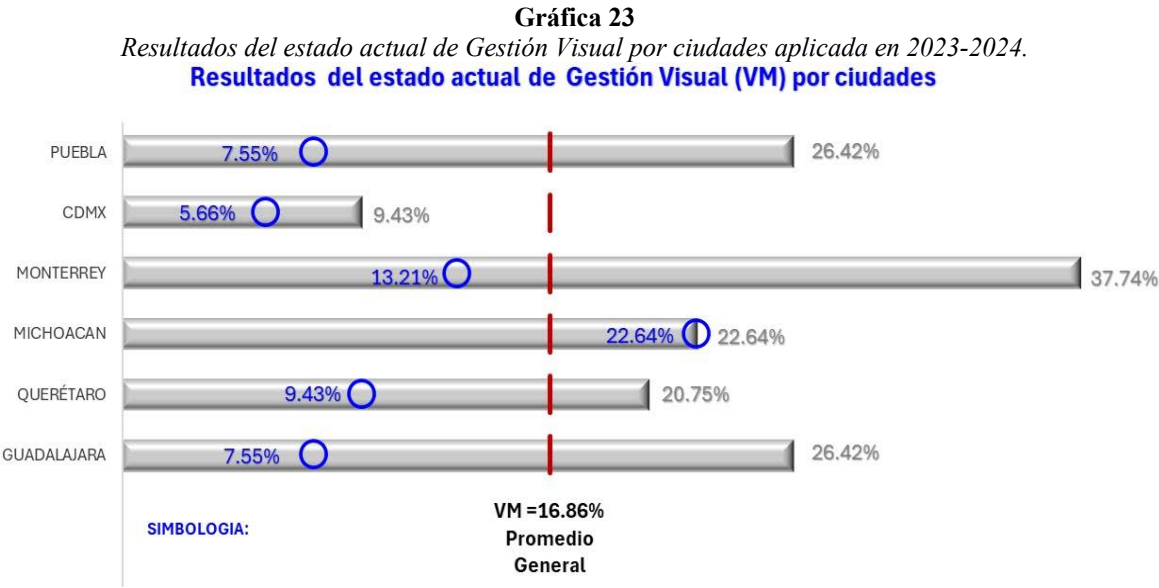
De la figura 46, el análisis de resultados por ciudad en el estudio de casos múltiples resultado de la auditoria visual aplicada determinó que la Ciudad de México tuvo el menor impacto con 12.50%, mientras que en Querétaro fue de 22.92%. La ciudad de Monterrey tiene el mayor impacto con 39.29% liderando la gestión visual a nivel país, estos resultados reflejan la baja implementación de gestión visual aplicada en México.

Los resultados tuvieron una resistencia o negativa a participar en algunas ciudades, o bien, que la empresa de seguridad no permitía el acceso a las obras para invitar a las personas clave a participar. El temor a robos generó desconfianza, evidenciado por la participación de solo dos empresas en la Ciudad de México y una en Michoacán.

Las diferencias entre las empresas de cada ciudad en cuanto al impacto de la Gestión Visual fueron amplias; la mayor diferencia fue del 26.79% entre ciudad de México y la ciudad de Monterrey.

Es importante señalar que las ciudades del norte del país muestran un mayor desarrollo en la aplicación de la Gestión Visual. La primera ciudad es Monterrey, con un 37.74%, liderando la industria promotora y constructora de vivienda en el país. En segundo lugar, se encuentran

Guadalajara y Puebla, con 26.42%, lo que representa una variación porcentual del 11.32%. Estas ciudades son las que han logrado un mayor avance y desarrollo en la implementación de la Gestión Visual en las empresas promotoras constructoras de vivienda. Michoacán ocupa el tercer lugar, con un fuerte desarrollo en la construcción de vivienda en el perímetro de la ciudad y Querétaro pronostica una tendencia a mejorar sus resultados en la aplicación de la Gestión Visual, alcanzando un porcentaje del 20.75%, como se puede observar en la Figura 47 (Resultados del estado actual de Gestión Visual por ciudades aplicada en 2023-2024).



Fuente: Elaboración propia.

De la figura 47. Se observa que la ciudad de Michoacán fue un caso atípico, ya que solo participó una empresa debido a la inseguridad en el estado. Por lo tanto, su resultado refleja un único porcentaje de aplicación de Gestión Visual del 22.64%.

En contraste, la ciudad de Puebla tuvo una mayor participación, con 10 empresas; Monterrey, con 7; y Querétaro y Guadalajara, con 6 empresas cada una.

Monterrey presenta un comportamiento constante, con una menor desviación estándar del 7.77% en sus resultados de aplicación de Gestión Visual. Esto la posiciona como la ciudad con los resultados porcentuales más homogéneos en la aplicación de control mediante

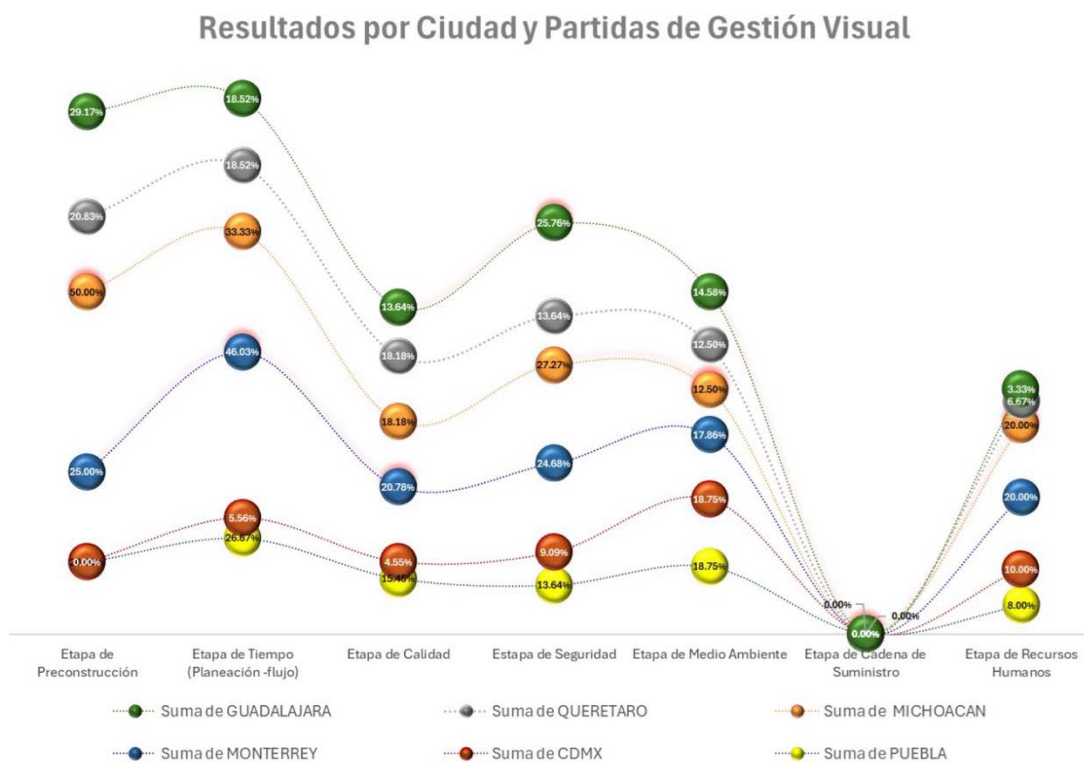
Gestión Visual, además de que cinco de sus siete empresas superan el promedio (dos empresas no cumplen los requisitos).

Los resultados del estudio de casos múltiples, aplicado por partida, deben determinar, a través de su análisis, resultados específicos, como la ciudad con mayor y menor porcentaje en preconstrucción, así como en tiempo, calidad, seguridad, medio ambiente, cadena de suministros y recursos humanos, de acuerdo con los datos obtenidos de la auditoria visual.

Como resultado del análisis y desarrollo de la investigación a partir de estudios de casos en siete ciudades sobre Gestión Visual, se presenta un resumen por partida que destaca cada ciudad en diferentes rubros. Por ejemplo, la ciudad que mostró un mayor desarrollo en las distintas etapas de Gestión Visual fue Monterrey, la cual obtuvo el mayor porcentaje en la partida de planeación, destacando la implementación del *Last Planner System* (LPS) y de calidad, dos pilares fundamentales de la metodología *Lean Construction*, a pesar de que en un proyecto existen otras partidas por gestionar.

Gráfica 23

Resultados de estudios de caso por partida y ciudad de Gestión Visual.



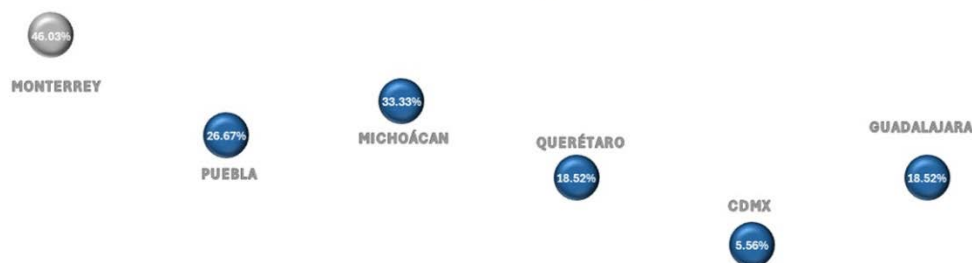
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los datos cruzados por ciudad de la figura 48, en la partida de planeación, programación y balanceo del flujo, así como en los avances programados, avance físico y avance para pago, la ciudad líder fue Monterrey, con un 46.03%. Las empresas promotoras constructoras de vivienda en Monterrey son más competitivas y han logrado un mayor desarrollo en la metodología *Lean Construction*.

La mayoría de ellas tienen presencia a nivel nacional, aunque en otras ciudades no se ha alcanzado el mismo nivel de desarrollo que en Monterrey. La mayoría de las ciudades, con excepción de la CDMX, superan el 22.50%.

En la figura 49 (Resultados de estudios de caso de Gestión Visual aplicado en planeación y avances por ciudad) podemos resaltar la tendencia de los resultados de la partida Tiempo (planeación y avances) donde se considera como base lean construction; que es la planeación con metodología Last Planner System. Algunas empresas tienen la idea que implementando LPS ya son empresas lean construction.

Gráfica 24
Resultados de estudios de caso de Gestión Visual aplicado en planeación y avances por ciudad
Gestión visual en Planeación y Avance por Ciudad



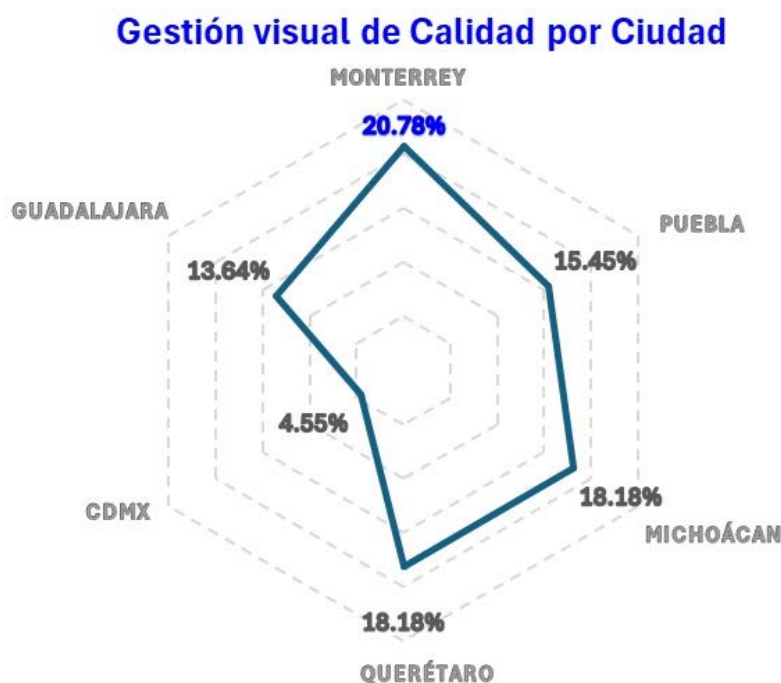
Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la base de control de gestión de la calidad de los trabajos, que incluye la estandarización de actividades y la implementación de las cinco eses (5S). Esto indica un reto para incrementar su control y buscar la mejora continua, que es el corazón de la metodología *Lean Construction*.

De acuerdo con los datos cruzados, la ciudad de México es el de menor impacto 4.55%, Puebla y Querétaro están por abajo del promedio del promedio, mientras que las demás se

encuentran por arriba de este porcentaje, lo cual es un parámetro que necesita trabajarse para mejorar la calidad de la obra, siempre buscando la mejora continua. Monterrey se mantiene como líder en calidad, como se observa en la siguiente gráfica:

Gráfica 25
Resultados de estudios de caso de Gestión Visual aplicado a calidad por ciudad.



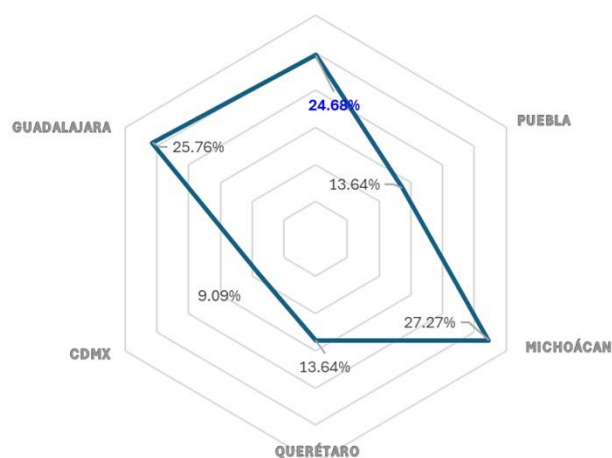
Fuente: Elaboración propia.

La seguridad en las obras civiles de la mayoría de las ciudades de México necesita una reestructuración para garantizar la seguridad del personal en obra. Además, cuidar la integridad del personal es una de las premisas principales de la metodología *Lean*.

La industria de la construcción en México y en el mundo ha descuidado el tema de la seguridad en las obras civiles. En México, el riesgo laboral en seguridad social se clasifica como la industria más peligrosa, con un factor de riesgo de 7.55875%. Según la OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional), los cuatro tipos de accidentes fatales son: 1) caídas, 2) objetos que caen sobre las personas, 3) electrocuciones y 4) quedar atrapado en/entre objetos.

La ciudad de Zamora, Michoacán, debido a sus características de inseguridad, ha implementado el mayor porcentaje de Gestión Visual en seguridad, alcanzando un 27.27%, como se observa en lo siguiente:

Gráfica 26
Resultados de estudios de caso de Gestión Visual aplicado en seguridad por ciudad.
Gestión visual de Seguridad por Ciudad



Fuente: Elaboración propia.

Actualmente, el medio ambiente enfrenta serias inclemencias naturales, como el aumento en la intensidad de las lluvias, los incendios y la creciente deforestación de bosques. Esto nos compromete a buscar soluciones y a mitigar estos problemas, considerando su impacto en nuestras investigaciones. Por lo tanto, en esta investigación se incluyó una partida dedicada a la conservación y mitigación del medio ambiente. La ciudad que mostró un mayor desarrollo de Gestión Visual en este ámbito fue Puebla y CDMX con un 18.75%, tal y como se observa en la figura 52 (Resultados de estudios de caso de Gestión Visual aplicado al medio ambiente por ciudad).

Gráfica 27

Resultados de estudios de caso de Gestión Visual aplicado al medio ambiente por ciudad.

Gestión visual en Medio Ambiente por ciudad



Fuente: Elaboración propia.

En la partida de cadena de suministro normalmente no se considera su desarrollo por parte del contratista general. El cual se reflejó en el proceso de estudios de caso por caminata visual en obra, donde se comprobó que no se aplica en ninguna ciudad por parte de las empresas promotoras constructoras de vivienda, es decir, sin resultados visuales. Lo que permitió detectar una laguna de conocimiento por desarrollar; los subcontratistas y proveedores son parte fundamental de la metodología *Lean Construction*.

En la base de la metodología *Lean Construction*, uno de los fundamentos teóricos es la premisa de empoderar al trabajador y estabilizar su permanencia en el empleo, capacitándolo para lograr un mayor desarrollo profesional.

En esta investigación, la ciudad que mostró el mayor desarrollo en la gestión de recursos humanos fue Querétaro y Monterrey con un 20.00% de Gestión Visual, liderando a las promotoras constructoras de vivienda del país, tal y como se observa en la figura 54 (Resultados de estudios de caso de Gestión Visual aplicado a recursos humanos por ciudad).

Gráfica 28

Resultados de estudios de caso de Gestión Visual aplicado a recursos humanos por ciudad.
Gestión visual de Recursos Humanos por ciudad



Fuente: Elaboración propia.

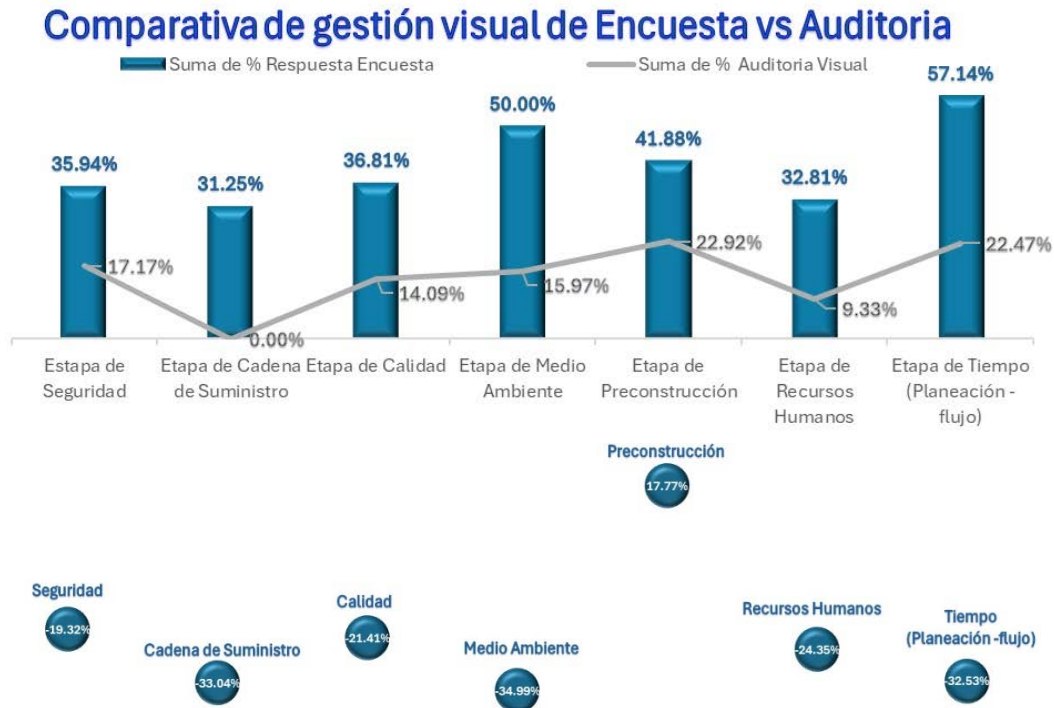
En el desarrollo de la investigación, como parte del cruce de información obtenido de las respuestas de encuesta, se llevó a cabo una visita "Gemba" caminata visual como auditoría en obra, con el objetivo de verificar en sitio que las respuestas reflejaran la implementación real aplicada de Gestión Visual, la cual determino el desarrollo de esta investigación.

Se planteó a las empresas este cruce de información para confirmar si las respuestas coincidían con la realidad implementada. Los resultados, tanto cuantitativos como cualitativos, muestran que lo que las empresas creen que hacen (según sus respuestas en la encuesta) no coincide con lo implementado en obra como se observó en la Figura 45 (Casos de estudio de Gestión Visual por empresa y ciudad en México).

La diferencia es considerable, con variaciones desde el 17.77% hasta el 34.99%. Las partidas con menor discrepancia en la implementación de la Gestión Visual fue seguridad y preconstrucción, lo cual se observa en la Figura 55. (Resultado de comparar los estudios de caso de Gestión Visual aplicado con encuesta y la auditoria visual tipo "Gemba" por partidas).

Gráfica 29

Resultado de comparar los estudios de caso de Gestión Visual aplicado con encuesta y la auditoria visual tipo “Gemba” por partidas.



Fuente: Elaboración propia.

Una discusión entre el gremio de la construcción es un error común pensar que, al implementar el LPS, se está aplicando toda la metodología *Lean Construction*; esto es falso, aun cuando la gran mayoría de promotores constructores lo creen como algo real. Existen otras etapas fundamentales, como el formato A3, minimizar desperdicios o mermas y la mejora continua, entre otras.

5.3 Conclusiones del Capítulo

1) El Modelo Bidimensional de Gestión Visual se aplicó con 32 estudio de casos múltiples, los resultados plasmados fueron considerados de acuerdo a la caminata “Gemba” en sitio de la aplicación visual real en obra.

2) El Modelo Bidimensional de Gestión Visual Uno se aplicó en seis ciudades como parte de un estudio de casos múltiples, logrando resultados que permiten comparar el desarrollo de la

Gestión Visual en cada ciudad y partida del sector de las empresas promotoras constructoras del país.

3) El enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo) facilitó la replicabilidad del Modelo Bidimensional de Gestión Visual Uno, con resultados específicos que indican que la ciudad con el mayor desarrollo en la implementación de la Gestión Visual fue Monterrey. Los resultados en campo permitieron detectar las mejores prácticas aplicadas en Gestión Visual.

4) La investigación cumplió su objetivo de aplicar el Modelo Bidimensional de Gestión Visual Uno, obteniendo resultados del análisis por estudios de caso en siete partidas: preconstrucción, tiempo, calidad, seguridad, medio ambiente, cadena de suministro y recursos humanos; y en seis ciudades: Puebla, CDMX, Monterrey, Michoacán, Querétaro y Guadalajara, enfocándose en empresas promotoras constructoras de vivienda.

5) A nivel México el estado actual de la Gestión Visual fue de 16.86% diez y seis, punto ochenta y seis de acuerdo con los estudios de caso aplicados en diferentes ciudades y empresas.

Capítulo 6

Retroalimentación y Validación del Modelo Bidimensional de Gestión Visual a través de *Focus Group*

6.1 Recapitulación de etapas 1 y 2.

En la primera etapa, se logró diseñar la versión inicial del Modelo Bidimensional de Gestión Visual, que integró el análisis bibliométrico y la gestión administrativa vertical de cualquier proyecto. En el eje horizontal, se incorporó una versión simplificada y adaptada del *PMBOK*, complementada con las mejores prácticas en informes de control gerencial, alineadas con la filosofía de *Lean Construction*.

La segunda etapa consistió en aplicar un estudio de casos múltiples mediante una encuesta a 32 empresas en seis ciudades, obteniendo resultados por empresa, ciudad y a nivel nacional. Además, se verificaron las respuestas de la encuesta mediante un recorrido en obra, con el fin de detectar visualmente lo que la empresa considera que realiza en comparación con la ejecución real en campo, a través de una auditoría visual tipo caminata Gemba.

6.2 Planteamiento general de la etapa 3.

Este capítulo aborda la tercera etapa del desarrollo del Modelo Bidimensional de Gestión Visual Versión Uno, complementado con imágenes para su retroalimentación por parte de responsables de obra con un promedio de 15 años de experiencia en distintas empresas y ciudades. La metodología consistió en marcar visualmente con una "X" los conceptos en el Modelo Bidimensional de Gestión Visual Versión Uno que carecen de aplicación práctica en obra. Siguiendo la filosofía *Lean* de simplificación visual, el modelo permite identificar de un vistazo los conceptos que, según el criterio constructivo, no tienen utilidad práctica.

Este primer acercamiento no pretende ser el modelo ideal; sin embargo, el análisis de estudios de caso en México indica que el conocimiento de la metodología *Lean Construction* se encuentra por debajo del 20%. Por lo tanto, en concordancia con nuestra línea de investigación, el Modelo Bidimensional de Gestión Visual busca cumplir con las bases metodológicas de la filosofía *Lean Construction*.

Para lograr este propósito, analizamos y evaluamos diversas metodologías para validar que el modelo cumpla con los principios de *Lean Construction*. Se decidió aplicar la metodología de *focus group*, reuniendo a expertos en construcción y en *Lean Construction* de España y México, seleccionados por sus características académicas y la relevancia de su experiencia para el alcance de esta investigación.

6.2.1 Integración y Adecuación del Modelo Bidimensional de Gestión Visual

En el Modelo Bidimensional de Gestión Visual Versión Uno, y con base en la experiencia adquirida a través del análisis de estudios de caso en diversas empresas y ciudades, se observó que el tiempo del responsable de obra es un recurso limitado en el campo. Por ello, se implementó un método para reducir el tiempo necesario en la retroalimentación por parte de expertos en construcción, enfocándose en identificar los conceptos sin aplicación práctica.

La Gestión Visual permite, con solo observar el modelo, identificar claramente qué conceptos no aplican según el criterio de los constructores. La forma más sencilla de hacerlo fue marcar con una “X” aquellos conceptos no aplicables, reflejando así el estado actual por empresa, ciudad y país, lo que permitió agilizar el proceso de retroalimentación: véase la Figura 26 como un ejemplo de la marca “X” que identifica los conceptos no aplicados en obra y la cantidad de empresas involucradas.

Figura 26

Ejemplo de tache “X” que identifica el concepto no aplicado en obra y la cantidad de empresas



Fuente: Elaboración propia.

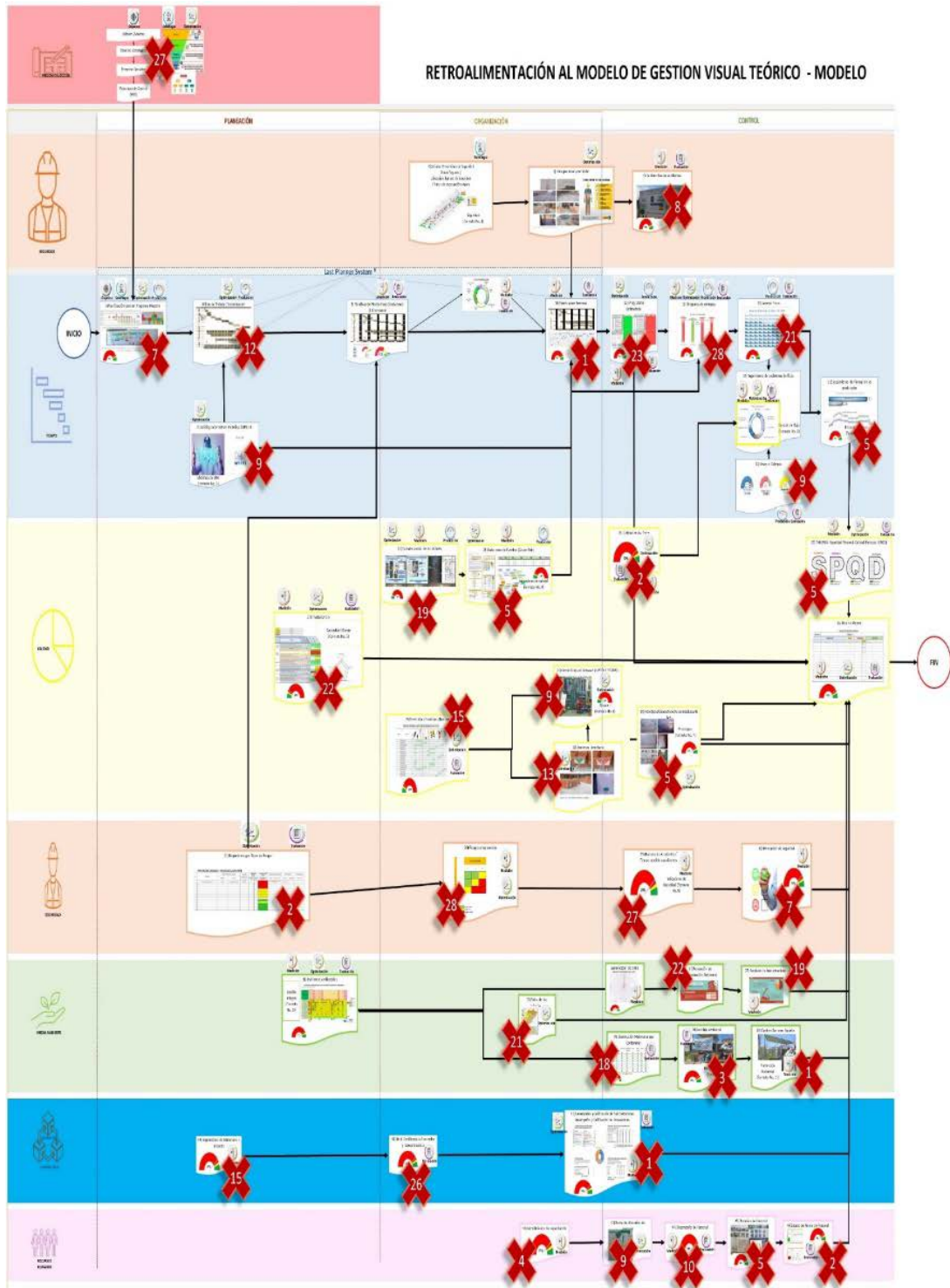
6.2.2 Ajuste y Diseño del Modelo Bidimensional de Gestión Visual con Imágenes

El Modelo Bidimensional de Gestión Visual en su Versión Uno fue diseñado y ajustado para optimizar el tiempo de respuesta, integrando imágenes y una señal visual (una "X") según las respuestas obtenidas en entrevistas con los responsables de obra. Esta metodología fue implementada en las 32 empresas participantes y en las seis ciudades donde se aplicaron los estudios de caso.

El uso de cruces en el Modelo Bidimensional de Gestión Visual, diferenciadas por empresa y ciudad, permite determinar criterios basados en la experiencia en el proceso constructivo.

Figura 27

Ejemplo del Modelo Bidimensional de Gestión Visual uno aplicado por expertos constructores.



Fuente: Elaboración propia.

6.2.3 Proceso de Recolección de Datos

El Modelo Bidimensional de Gestión Visual en su Versión uno fue diseñado para optimizar los tiempos de respuesta en las encuestas, que se realizaron de manera presencial siguiendo el protocolo establecido a continuación.

Protocolo aplicado en el sitio de obra de la investigación:

1. Designación de un responsable por parte de la empresa para atender la retroalimentación de la investigación.
2. Aplicación de la encuesta, en la cual se marcaron con cruces (taches “X”) los conceptos en el Modelo Bidimensional de Gestión Visual que no tienen aplicación práctica. La encuesta incluyó imágenes y se llevó a cabo con la **asistencia** directa del investigador para resolver dudas. (Tiempo estimado: 15 minutos).

6.2.4 Registro y Clasificación de Datos

Una vez completada la encuesta y marcadas las respuestas en el Modelo Bidimensional de Gestión Visual Versión Uno, se pueden observar de forma rápida y sencilla, mediante Gestión Visual, los conceptos sin aplicación práctica para cada empresa y ciudad. Se utilizó el mismo diseño para analizar los datos por ciudad, sumando las respuestas de cada empresa para identificar la incidencia por ciudad y verificar sus directrices específicas según los conceptos señalados y representados visualmente.

6.3 Análisis e Interpretación de los Datos

El análisis e interpretación de datos se realizó por empresa y por ciudad, así como un análisis general detallado para identificar las tendencias en cada ciudad y en México en conjunto. Esto permite comparar resultados mediante métricas cuantitativas por ciudad y observar sus respectivas tendencias en categorías como tiempo-planificación, calidad, seguridad, medio ambiente, cadena de suministro y recursos humanos, según la experiencia de los constructores-promotores de vivienda. Además, el proceso se presenta en imágenes conceptuales, señalando visualmente los elementos que no aplican.

6.3.1 Estado Actual de la Gestión Visual en Puebla

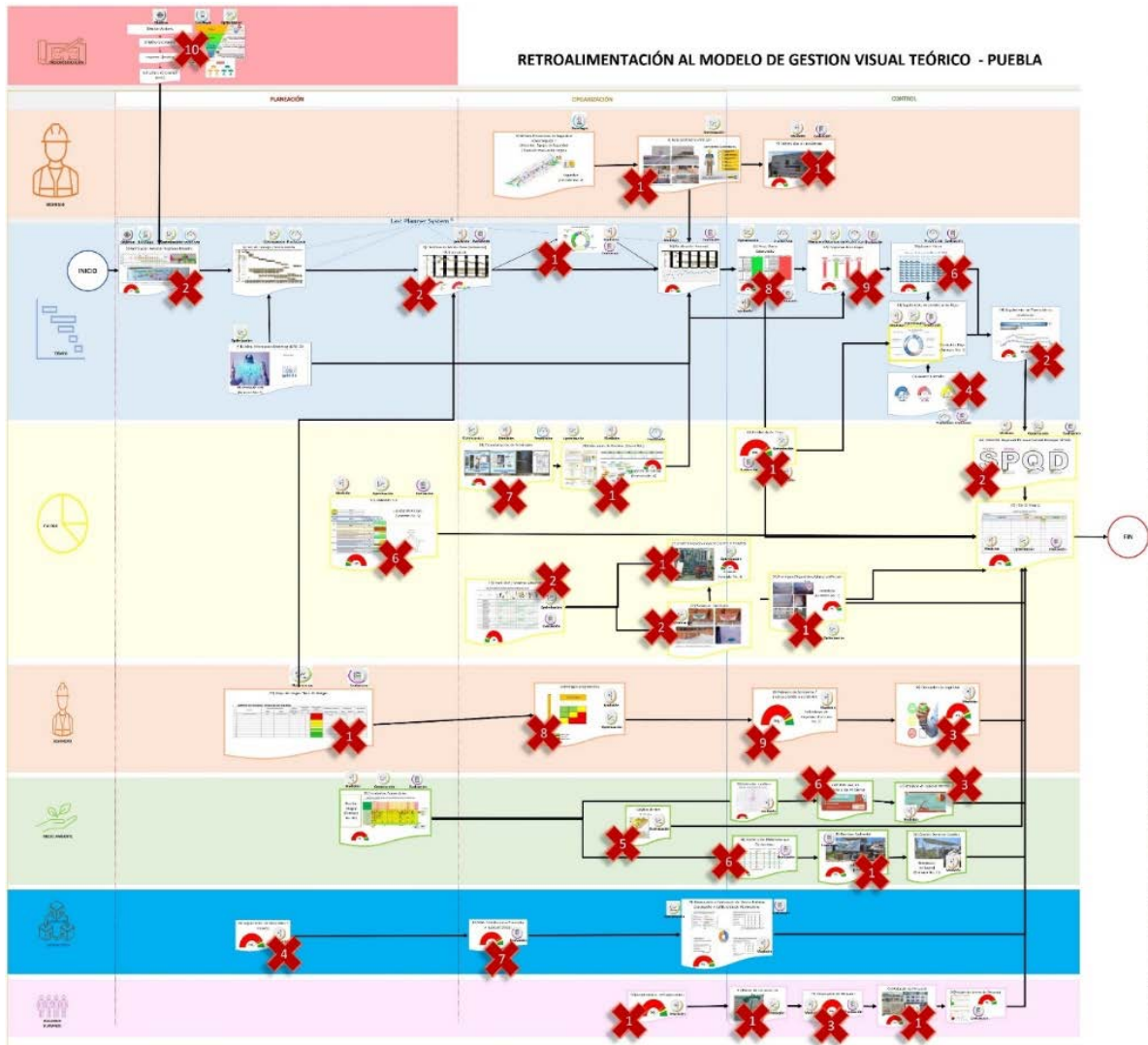
Los estudios de caso analizados mediante una encuesta personal a diez empresas en el estado de Puebla nos permiten comprender la interpretación del Modelo Bidimensional de Gestión Visual Versión Uno, presentado en forma de imágenes, desde la perspectiva de los promotores constructores de vivienda.

La caracterización de los conceptos que no son viables para implementar en obra, según su experiencia, se relaciona principalmente con la idiosincrasia mexicana. Esto incluye la tendencia del personal a rechazar la participación en trabajos en equipo, la estandarización de procesos y el intercambio de mejores prácticas, habilidades y competencias.

Se observa una resistencia al cambio y a salir de la zona de confort; por ejemplo, en la implementación de la metodología 5S en obra, ninguna empresa la ha desarrollado al 100%. Véase la figura 58 para conocer el estado actual de los conceptos sin aplicación práctica en obra, según los constructores en el Modelo Bidimensional de Gestión Visual en la ciudad de Puebla.

Figura 28

Estado actual de conceptos sin aplicación práctica en obra según constructores en el Modelo Bidimensional de Gestión Visual uno en la ciudad de Puebla



Fuente: Elaboración propia.

En el estado de Puebla, el análisis y desarrollo de la investigación nos permiten identificar una tendencia baja en el desarrollo de métricas de calidad. Cabe mencionar que, según las encuestas realizadas en campo, otra área que no se puede aplicar en obra es la partida de preconstrucción. Esta categoría incluye el sustento administrativo de la empresa, como la misión, visión, políticas internas y objetivos estratégicos. De acuerdo con el sondeo realizado entre diez empresas, todas rechazaron la implementación de esta partida, lo cual genera una

divergencia entre la realidad de la empresa y su objetivo de obtener únicamente una utilidad en obra.

Llama la atención que el 70% de las empresas no lleven a cabo una revisión rápida diaria (programación diaria) de los objetivos o métricas alcanzadas. Este proceso es importante para identificar qué problemas requieren una solución inmediata y cuáles pueden resolverse en ese momento mediante un recorrido tipo Gemba, en un tiempo no mayor a 30 minutos. Los resultados se presentan en forma de tabla, donde se indica con el número uno cuáles prácticas se aplican en la construcción. Véase la figura 28 para la retroalimentación sobre las mejores prácticas en el Modelo Bidimensional, según los expertos constructores en la ciudad de Puebla.

Tabla 31

Retroalimentación de mejores prácticas en el Modelo Bidimensional por expertos constructores en la ciudad de Puebla

**RETROALIMENTACIÓN DE MEJORES PRÁCTICAS EN MODELO DE GESTIÓN
BIDIMENSIONAL POR EXPERTOS CONSTRUCTORES - EN LA CIUDAD DE PUEBLA**

Aplicada con 10 estudios de caso en el sitio y verificada en la Obra

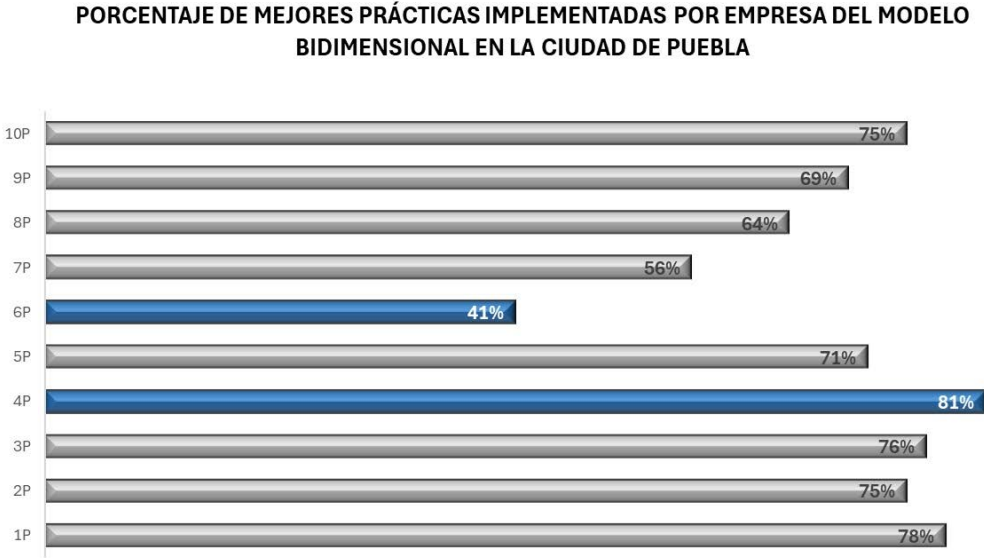
Ubicada en: Puebla	Empresas:											
Medida/metodología/procedimiento	1P	2P	3P	4P	5P	6P	7P	8P	9P	10P	# PROM.	% PROM.
	% R	% R	% R	% R	% R	% R	% R	% R	% R	% R	Suma Aprob.	% Aprob.
Misión, Visión, Metas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0.00%
Objetivo estratégico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0.00%
Proyecto ejecutivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0.00%
WBS-WBO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0.00%
Planificación General/Maestro	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	8	80.00%
Programa sectorizado / tren de trabajo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100.00%
Planificación Medio Plazo (lookahead) (3-6 semanas) (PCR)	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	8	80.00%
Planificación Semanal (PPC)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100.00%
Prog. Diario Balanceado	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	30.00%
Control Presupuestal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
Seguimiento de problemas de flujo. (Despedidos)	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	8	80.00%
Avance Físico	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	5	50.00%
Avance Planeación vs Producción (Avance Físico)	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	7	70.00%
Avance Planeado-Físico-Cobrado	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	7	70.00%
Building Information Modeling (BIM)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100.00%
Estandarización de Actividades				1					1	1	3.00	30.00%
Soluciones de Eventos (Causa-Raíz)	1	1	1	1	1			1	1	1	8.00	80.00%
Tipo de Desperdicio	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10.00	100.00%
Calidad de Av. Físico	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10.00	100.00%
Plan de Mejora	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10.00	100.00%
TABLERO: 5 'S				1		1			1	1	4.00	40.00%
TABLERO: Seguridad-Personal-Calidad-Entregas	1		1	1	1		1	1			6.00	60.00%
Check Mat. / Sombras Almacén	1	1	1	1	1			1			6.00	60.00%
Control Espacio Almacén	1	1	1	1	1	1		1	1	1	9.00	90.00%
Banderas Inventario	1	1	1	1	1				1	1	7.00	70.00%
Prototipos/Dispositivos/Muestras/Escantillon	1	1	1	1	1		1		1	1	8.00	80.00%
Mapa de riesgos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9.00	90.00%
Tipos de Riesgos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10.00	100.00%
Tablero días sin accidentes	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10.00	100.00%
Señales Preventivas de Seguridad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9.00	90.00%
Número de Accidentes/Tiempo perdido											-	0.00%
Zonas Seguras	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10.00	100.00%
Ubicación Equipo de Seguridad	1		1	1	1	1	1	1	1	1	9.00	90.00%
Equipo de protección personal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10.00	100.00%
Riesgos Programados		1									1.00	10.00%
Rutas de evacuación segura	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10.00	100.00%
Ruta peatonal y vehicular	1		1	1	1	1	1	1	1	1	9.00	90.00%
Percepción de seguridad	1	1	1	1	1			1	1		7.00	70.00%
Indicador de clima	1	1	1	1	1		1	1	1	1	9.00	90.00%
Incidentes Ambientales	1	1	1	1	1		1	1	1	1	9.00	90.00%
Reciclaje Ambiental	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10.00	100.00%
Disminución Materiales que Contaminan	1	1	1	1	1		1	1	1	1	9.00	90.00%
Prevención de Contaminación Ambiental		1		1						1	3.00	30.00%
Residuos de Subcontratistas		1		1						1	3.00	30.00%
Sitios de tiro Autorizado	1	1	1							1	4.00	40.00%
Tablero de Mat. Y líquidos Contaminantes		1		1		1	1	1		1	6.00	60.00%
Gestión Derrame Líquidos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10.00	100.00%
Seguimiento de Materiales + Impacto	1		1	1	1					1	5.00	50.00%
Calificación de Proveedores	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10.00	100.00%
Desempeño de Subcontratistas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10.00	100.00%
Mat. Certificados x Proved/Subcontratistas					1					1	2.00	20.00%
Calificación de de Subcontratistas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10.00	100.00%
Planta de Ubicación de Personal	1	1	1	1				1		1	6.00	60.00%
Ausentismo de Personal	1	1	1	1	1		1	1	1	1	9.00	90.00%
Incapacidad	1	1	1	1	1		1	1	1	1	9.00	90.00%
Estado de Animo de Personal	1		1	1	1		1	1	1	1	8.00	80.00%
Rotación de Personal	1	1	1	1	1			1	1	1	8.00	80.00%
Cumplimiento de Capacitación	1	1	1	1	1			1	1	1	8.00	80.00%
Desempeño de Personal	1	1	1	1	1					1	6.00	60.00%
TOTALES	46	44	45	48	42	24	33	38	41	44	405.00	68.64%

Fuente: Elaboración propia.

Destaca que, en el ámbito de la seguridad, la implementación de un tablero que indique el número de días sin accidentes no es percibida como una aplicación visual práctica. Esto evidencia que la seguridad no es considerada importante tanto para la empresa como para el estado. Además, se observa que la planificación de riesgos programados no se aplica en las obras de las empresas poblanas.

En la entidad poblana, la empresa 4P presenta el mayor porcentaje de aplicación práctica visual según el Modelo Bidimensional de Gestión Visual, alcanzando un 80.00%. Esta empresa lidera en la ciudad de Puebla entre las promotoras constructoras de vivienda. Véase la Tabla 31, que muestra el porcentaje de mejores prácticas implementadas por empresa en el Modelo Bidimensional, según los expertos constructores en la ciudad de Puebla.

Gráfica 30
Porcentaje de mejores prácticas implementadas por empresa en el Modelo Bidimensional por expertos constructores en la ciudad de Puebla.



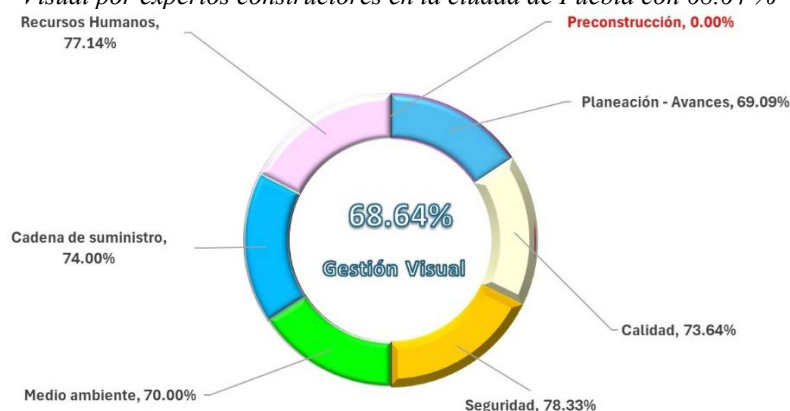
Fuente: Elaboración propia.

Por el contrario, la empresa 6P presenta la menor aplicación visual de acuerdo con el Modelo Bidimensional, con un porcentaje del 41%. Esto implica una desviación estándar entre las empresas de 12.23% y una desviación promedio de 8.98%.

El porcentaje promedio de aplicación del Modelo Bidimensional de Gestión Visual en la ciudad de Puebla, de acuerdo con los diez estudios de caso realizados, es del 68.64%. Esta cifra posiciona a Puebla como la ciudad con la menor aplicación promedio de Gestión Visual en el país, principalmente debido a la participación de cinco empresas (50%) que muestran una menor aplicación de estas prácticas. Además, se observa una baja implementación del *Last Planner System* en el control de Gestión Visual y avances. Véase la Gráfica. 31, que presenta la gráfica porcentual de las mejores prácticas implementadas por partida en el Modelo Bidimensional de Gestión Visual, según los expertos constructores en la ciudad de Puebla, con un promedio del 68.64%.

Gráfica 31

Gráfica Porcentual de mejores prácticas implementadas por partida en el Modelo Bidimensional de Gestión Visual por expertos constructores en la ciudad de Puebla con 68.64 %



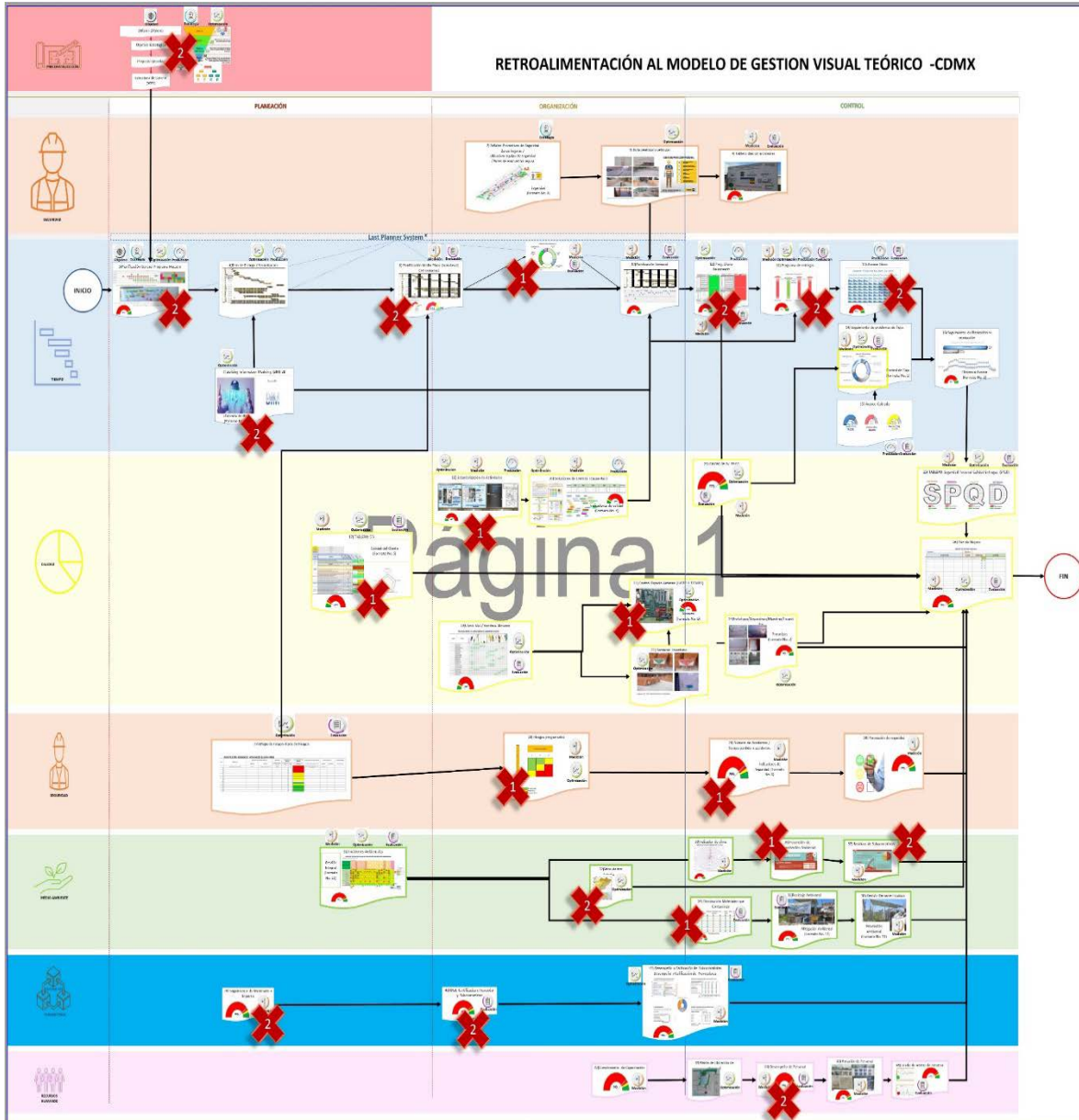
Fuente: Elaboración propia.

6.3.2 Estado Actual de la Gestión Visual en la Ciudad de México

En la Ciudad de México, los resultados de los dos estudios de caso analizados mediante encuestas personales permiten interpretar visualmente el Modelo Bidimensional de Gestión Visual. Los resultados obtenidos, presentados de manera visual, ilustran el estado actual de los conceptos sin aplicación práctica en obra, de acuerdo con lo observado por los constructores. Véase la Figura 29 para más detalles sobre el estado actual de estos conceptos en el Modelo Bidimensional de Gestión Visual en la Ciudad de México.

Figura 29

Estado actual de conceptos sin aplicación práctica en obra según constructores en el Modelo Bidimensional de Gestión Visual uno en la ciudad de México



Fuente: Elaboración propia.

La Ciudad de México se destaca por su estricta seguridad en las instalaciones de obra, con empresas subcontratadas exclusivamente para este propósito. El análisis y desarrollo de la investigación ponen de manifiesto la falta de implementación de la partida de preconstrucción, la cual incluye el sustento administrativo de la empresa, como su misión, visión, políticas internas y objetivos estratégicos. Además, se observa una tendencia baja en el desarrollo de métricas relacionadas con el programa diario balanceado y el control

presupuestal. En lo que respecta al medio ambiente, los conceptos que no se aplican incluyen la gestión de residuos de subcontratistas y el sitio de tiro autorizado, lo cual se convirtió en un problema durante la pandemia. Véase la Tabla 32 para más información sobre la retroalimentación de mejores prácticas en el Modelo Bidimensional, según los expertos constructores en la Ciudad de México.

Tabla 32

Retroalimentación de mejores prácticas en el Modelo Bidimensional por expertos constructores en la ciudad de México

RETROALIMENTACIÓN DE MEJORES PRÁCTICAS EN MODELO DE GESTIÓN BIDIMENSIONAL POR EXPERTOS CONSTRUCTORES - CIUDAD DE MÉXICO

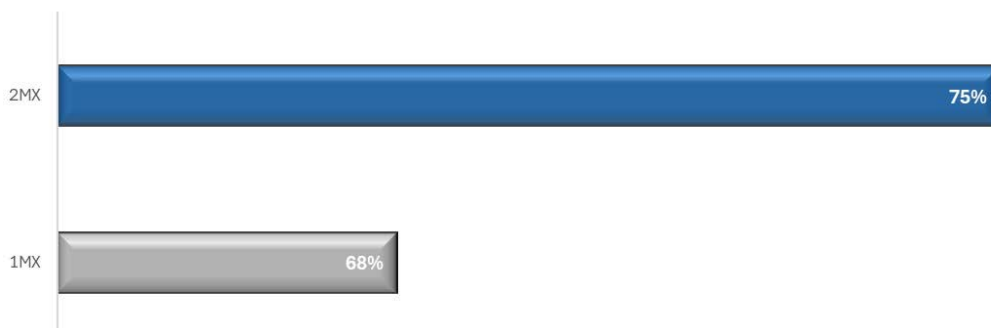
Aplicada con 2 estudios de caso en el sitio y verificada en la Obra

EMPRESAS:	1MX	2MX	# PROM.	%PROM.
Medida/metodología/procedimiento	% R	% R	Suma Aprob	% Aprob.
Misión, Visión, Metas	0	0	-	0.00%
Objetivo estratégico	0	0	-	0.00%
Proyecto ejecutivo	0	0	-	0.00%
WBS-WBO	0	0	-	0.00%
Planificación General/Maestro	1	1	2	100.00%
Programa sectorizado / tren de trabajo	1	1	2	100.00%
Planificación Medio Plazo (lookahead) (3-6 semanas) (PCR)	1	1	2	100.00%
Planificación Semanal (PPC)	1	1	2	100.00%
Prog. Diario Balanceado	0	0	0	0.00%
Control Presupuestal	0	0	0	0.00%
Seguimiento de problemas de flujo.(Despedicios)	1	1	2	100.00%
Avance Físico	0	0	-	0.00%
Avance Planeación vs Producción (Avance Físico)	0	1	1	50.00%
Avance Planeado-Físico-Cobrado	1	1	2	100.00%
Building Information Modeling (BIM)			-	0.00%
Estandarización de Actividades		1	1.00	50.00%
Soluciones de Eventos (Causa-Raíz)	1	1	2.00	100.00%
Tipo de Desperdicio	1	1	2.00	100.00%
Calidad de Av. Físico	1	1	2.00	100.00%
Plan de Mejora	1	1	2.00	100.00%
TABLERO: 5 'S		1	1.00	50.00%
TABLERO: Seguridad-Personal-Calidad-Entregas	1	1	2.00	100.00%
Check Mat./ Sombras Almacén		1	1.00	50.00%
Control Espacio Almacén	1	1	2.00	100.00%
Banderas Inventario	1	1	2.00	100.00%
Prototipos/Dispositivos/Muestras/Escantillon	1	1	2.00	100.00%
Mapa de riesgos	1	1	2.00	100.00%
Tipos de Riesgos	1	1	2.00	100.00%
Tablero días sin accidentes	1	1	2.00	100.00%
Señales Preventivas de Seguridad	1	1	2.00	100.00%
Número de Accidentes/Tiempo perdido	1		1.00	50.00%
Zonas Seguras	1	1	2.00	100.00%
Ubicación Equipo de Seguridad	1	1	2.00	100.00%
Equipo de protección personal	1	1	2.00	100.00%
Riesgos Programados	1		1.00	50.00%
Rutas de evacuación segura	1	1	2.00	100.00%
Ruta peatonal y vehicular	1	1	2.00	100.00%
Percepción de seguridad	1	1	2.00	100.00%
Indicador de clima	1	1	2.00	100.00%
Incidentes Ambientales	1	1	2.00	100.00%
Reciclaje Ambiental	1	1	2.00	100.00%
Disminución Materiales que Contaminan	1	1	2.00	100.00%
Prevención de Contaminación Ambiental		1	1.00	50.00%
Residuos de Subcontratistas			-	0.00%
Sitios de tiro Autorizado			-	0.00%
Tablero de Mat. Y líquidos Contaminantes		1	1.00	50.00%
Gestión Derrame Líquidos	1	1	2.00	100.00%
Seguimiento de Materiales + Impacto			-	0.00%
Calificación de Proveedores	1	1	2.00	100.00%
Desempeño de Subcontratistas	1	1	2.00	100.00%
Mat. Certificados x Proved/ Subcontratistas			-	0.00%
Calificación de de Subcontratistas	1	1	2.00	100.00%
Planta de Ubicación de Personal	1	1	2.00	100.00%
Ausentismo de Personal	1	1	2.00	100.00%
Incapacidad	1	1	2.00	100.00%
Estado de Animo de Personal	1	1	2.00	100.00%
Rotación de Personal	1	1	2.00	100.00%
Cumplimiento de Capacitación	1	1	2.00	100.00%
Desempeño de Personal			-	0.00%
TOTALES	40	44	84.00	71.19%

Fuente: Elaboración propia.

En la partida de cadena de suministros, los conceptos que no se aplicaron incluyen el seguimiento de materiales con mayor impacto económico y la certificación de materiales por parte de subcontratistas. El resultado del análisis en la Ciudad de México es evidente, ya que solo participaron dos empresas. Véase la Gráfica 32 para conocer el porcentaje de mejores prácticas implementadas por empresa en el Modelo Bidimensional, según los expertos constructores en la Ciudad de México.

Gráfica 32
Porcentaje de mejores prácticas implementadas por empresa en el Modelo Bidimensional por expertos constructores en la ciudad de México.
**PORCENTAJE DE MEJORES PRÁCTICAS IMPLEMENTADAS POR EMPRESA DEL
 MODELO BIDIMENSIONAL EN LA CIUDAD DE MÉXICO**



Fuente: Elaboración propia.

La empresa 2MX obtuvo un porcentaje de aplicación del 75%, mientras que la empresa con menor aplicación alcanzó un 68%. Destaca que la empresa 4P, de la ciudad de Puebla, tuvo el mayor porcentaje de aplicación visual de acuerdo con el Modelo Bidimensional. Estas variaciones porcentuales implican una desviación estándar de 4.79% entre las empresas y una desviación promedio de 3.39%, debido a la participación de solo dos empresas y a una diferencia porcentual del 6% entre ambas.

El porcentaje promedio de aplicación en la Ciudad de México, según los dos estudios de caso aplicados, en la implementación práctica del Modelo Bidimensional de Gestión Visual, es del 71.19%. En la partida relacionada con el tiempo, donde se aplica el *Last Planner System*, el porcentaje fue inferior al 60%, lo que indica una menor planificación en la ciudad. En cuanto al mayor porcentaje por partida, se registró un 91.67% en seguridad, por razones

evidentes. Véase la gráfica porcentual de las mejores prácticas implementadas por partida en el Modelo Bidimensional de Gestión Visual por expertos constructores en la Ciudad de México (Gráfica 33), que muestra un promedio del 71.19%.



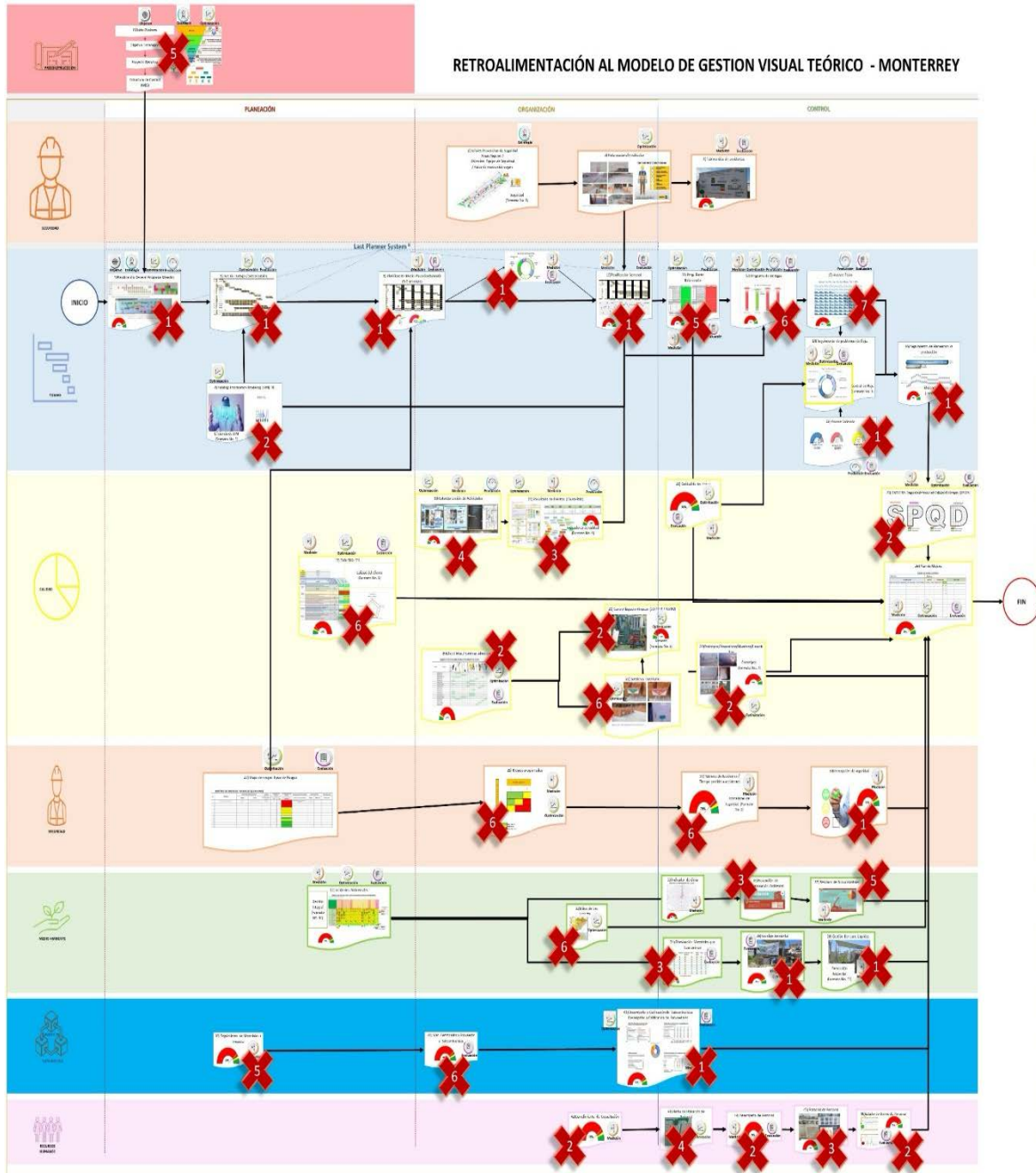
Fuente: Elaboración propia.

6.3.3 Estado Actual de la Gestión Visual en Monterrey

En la ciudad de Monterrey, ubicada en la parte norte del país, se aplicaron siete estudios de caso mediante encuestas personales, y los resultados del Modelo Bidimensional de Gestión Visual uno fue representado visualmente. Véase (Figura 30) el estado actual de los conceptos sin aplicación práctica en obra según constructores en el Modelo Bidimensional de Gestión Visual Versión Uno en la ciudad de Monterrey.

Figura 30

Estado actual de conceptos sin aplicación práctica en obra según constructores en el Modelo Bidimensional de Gestión Visual Versión Uno en la ciudad de Monterrey



Fuente: Elaboración propia.

La ciudad de Monterrey obtuvo el mejor resultado según las respuestas de la encuesta aplicada en los estudios de caso. El análisis y desarrollo de la investigación nos permiten señalar, de manera similar a lo observado en las dos ciudades anteriores, la falta de implementación de la partida de preconstrucción. Esta partida incluye el sustento

administrativo de la empresa, como misión, visión, políticas internas y objetivos estratégicos. Se observó también una tendencia baja en el desarrollo de métricas relacionadas con el flujo balanceado en los conceptos del programa diario balanceado, el control presupuestal y el avance físico. Ver Tabla 33 sobre la retroalimentación de mejores prácticas en el Modelo Bidimensional por expertos constructores en la ciudad de Monterrey.

Tabla 33
Retroalimentación de mejores prácticas en el Modelo Bidimensional por expertos constructores en la ciudad de Monterrey

**RETROALIMENTACIÓN DE MEJORES PRÁCTICAS EN MODELO DE GESTIÓN
BIDIMENSIONAL POR EXPERTOS CONSTRUCTORES - CIUDAD DE MONTERREY**

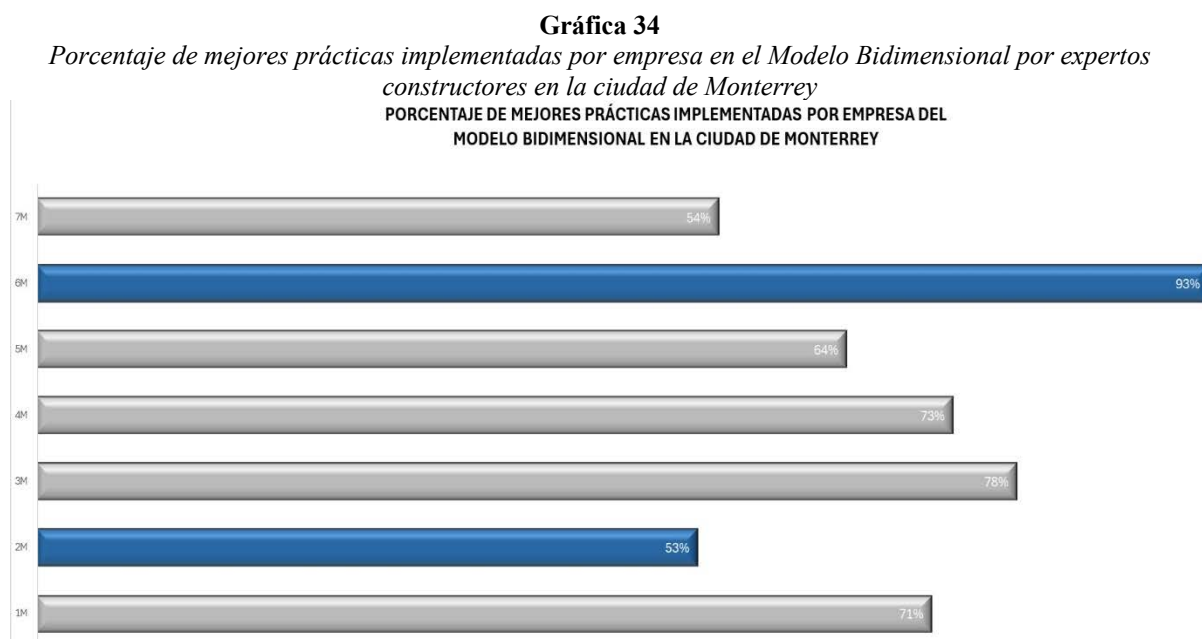
Aplicada con 7 estudios de caso en el sitio y verificada en la Obra

EMPRESAS:	1M	2M	3M	4M	5M	6M	7M	# PROM.	% PROM.
Medida/metodología/procedimiento	% R	% R	% R	% R	% R	% R	% R	Suma Aprob.	% Aprob.
Misión, Visión, Metas	0	0	0	0	0	0	0	-	0.00%
Objetivo estratégico	0	0	0	0	0	0	0	-	0.00%
Proyecto ejecutivo	0	0	0	0	0	0	0	-	0.00%
WBS-WBO	0	0	0	0	0	0	0	-	0.00%
Planificación General/Maestro	1	1	1	1	0	1	1	6	85.71%
Programa sectorizado / tren de trabajo	1	1	1	1	0	1	1	6	85.71%
Planificación Medio Plazo (lookahead) (3-6 semanas) (PCR)	1	1	1	1	0	1	1	6	85.71%
Planificación Semanal (PPC)	1	1	1	1	0	1	1	6	85.71%
Prog. Diario Balanceado	0	0	0	0	0	1	0	1	14.29%
Control Presupuestal	0	0	0	0	0	1	0	1	14.29%
Seguimiento de problemas de flujo.(Despedicios)	1	1	1	1	1	1	1	7	100.00%
Avance Físico	0	0	0	0	0	1	1	2	28.57%
Avance Planeación vs Producción (Avance Físico)	1	0	1	1	1	1	1	6	85.71%
Avance Planeado-Físico-Cobrado	1	1	1	1	1	1	1	7	100.00%
Building Information Modeling (BIM)		1	1	1	1	1		5	71.43%
Estandarización de Actividades	1		1	1	1	1		5.00	71.43%
Soluciones de Eventos (Causa-Raíz)	1		1	1	1	1		5.00	71.43%
Tipo de Desperdicio	1	1	1	1	1	1	1	7.00	100.00%
Calidad de Av. Físico	1	1	1	1	1	1	1	7.00	100.00%
Plan de Mejora	1	1	1	1	1	1	1	7.00	100.00%
TABLERO: 5 'S	1		1			1		3.00	42.86%
TABLERO: Seguridad-Personal-Calidad-Entregas	1		1	1	1	1		5.00	71.43%
Check Mat./ Sombras Almacén			1			1		2.00	28.57%
Control Espacio Almacén	1		1	1	1	1		5.00	71.43%
Banderas Inventario			1	1	1	1		4.00	57.14%
Prototipos/Dispositivos/Muestras/Escantillon	1		1	1	1	1		5.00	71.43%
Mapa de riesgos	1	1	1	1	1	1	1	7.00	100.00%
Tipos de Riesgos	1	1	1	1	1	1	1	7.00	100.00%
Tablero días sin accidentes	1	1	1	1	1	1	1	7.00	100.00%
Señales Preventivas de Seguridad	1	1	1	1	1	1	1	7.00	100.00%
Número de Accidentes/Tiempo perdido						1		1.00	14.29%
Zonas Seguras	1	1	1	1	1	1	1	7.00	100.00%
Ubicación Equipo de Seguridad	1	1	1	1	1	1	1	7.00	100.00%
Equipo de protección personal	1	1	1	1	1	1	1	7.00	100.00%
Riesgos Programados						1		1.00	14.29%
Rutas de evacuación segura	1	1	1	1	1	1	1	7.00	100.00%
Ruta peatonal y vehicular	1	1	1	1	1	1	1	7.00	100.00%
Percepción de seguridad	1		1	1	1	1	1	6.00	85.71%
Indicador de clima	1	1	1	1	1	1	1	7.00	100.00%
Incidentes Ambientales	1	1	1	1	1	1	1	7.00	100.00%
Reciclaje Ambiental	1	1	1	1	1	1	1	7.00	100.00%
Disminución Materiales que Contaminan	1	1	1	1	1	1	1	7.00	100.00%
Prevención de Contaminación Ambiental	1	1	1	1	1	1		5.00	71.43%
Residuos de Subcontratistas		1				1		2.00	28.57%
Sitios de tiro Autorizado		1				1		2.00	28.57%
Tablero de Mat. Y líquidos Contaminantes	1	1	1	1	1	1		6.00	85.71%
Gestión Derrame Líquidos	1	1	1	1	1	1	1	7.00	100.00%
Seguimiento de Materiales + Impacto						1		1.00	14.29%
Calificación de Proveedores	1	1	1	1	1	1	1	7.00	100.00%
Desempeño de Subcontratistas	1	1	1	1	1	1	1	7.00	100.00%
Mat. Certificados x Proved/Subcontratistas						1		1.00	14.29%
Calificación de Subcontratistas	1	1	1	1	1	1	1	7.00	100.00%
Planta de Ubicación de Personal			1	1	1	1		4.00	57.14%
Ausentismo de Personal	1		1	1	1	1	1	6.00	85.71%
Incapacidad	1		1	1	1	1	1	6.00	85.71%
Estado de Animo de Personal	1		1	1	1	1	1	6.00	85.71%
Rotación de Personal	1		1	1		1	1	5.00	71.43%
Cumplimiento de Capacitación	1		1	1	1	1		5.00	71.43%
Desempeño de Personal	1		1		1	1		4.00	57.14%
TOTALES	42	31	46	43	38	55	32	287.00	69.49%

Fuente: Elaboración propia.

En la partida de seguridad, los conceptos no aplicados incluyeron el tablero de días sin accidentes y la falta de planificación de riesgos programados. En la partida de cadena de suministros, los conceptos no implementados fueron el seguimiento de materiales de mayor impacto económico y la certificación de materiales por parte de los subcontratistas.

El resultado con mayor impacto en la ciudad de Monterrey fue la empresa 6M, que lidera la implementación de Gestión Visual con un 93% según el marco del Modelo Bidimensional de Gestión Visual. Por otro lado, la empresa 2M obtuvo el menor porcentaje, con un 53% (ver Gráfica 34: Porcentaje de mejores prácticas implementadas por empresa en el Modelo Bidimensional por expertos constructores en la ciudad de Monterrey).



Fuente: Elaboración propia.

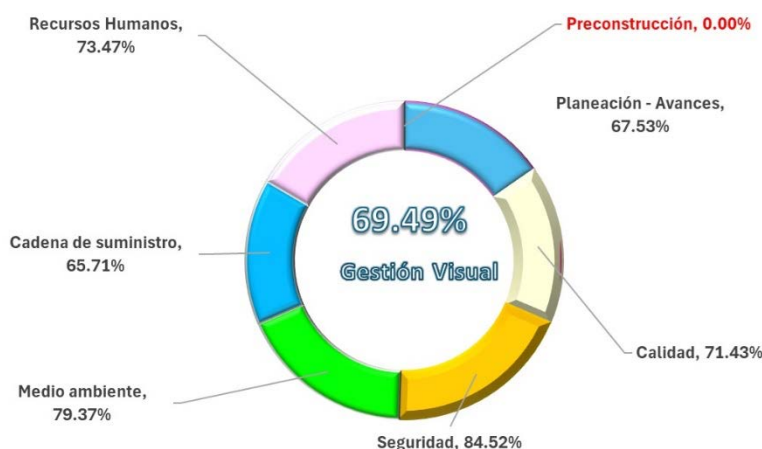
De acuerdo con los resultados de la aplicación del Modelo Bidimensional de Gestión Visual en la ciudad de Monterrey, se registró una desviación estándar del 14.11% y una desviación promedio del 10.65%, en función de la participación de las empresas.

El porcentaje de aplicación promedio del Modelo Bidimensional de Gestión Visual en la ciudad de Monterrey, basado en siete estudios de caso, es del 69.49%. En la partida de

tiempo, donde se aplica el *Last Planner System*, el porcentaje fue inferior, alcanzando el 67.53%. El mayor porcentaje se registró en la partida de seguridad, con un 84.52% (ver Gráfica 35), que muestra la gráfica porcentual de las mejores prácticas implementadas por partida en el Modelo Bidimensional de Gestión Visual por expertos constructores en la ciudad de Monterrey, con un promedio del 69.49%.

Gráfica 35

Gráfica Porcentual de mejores prácticas implementadas por partida en el Modelo Bidimensional de Gestión Visual por expertos constructores en la ciudad de Monterrey con 69.49%



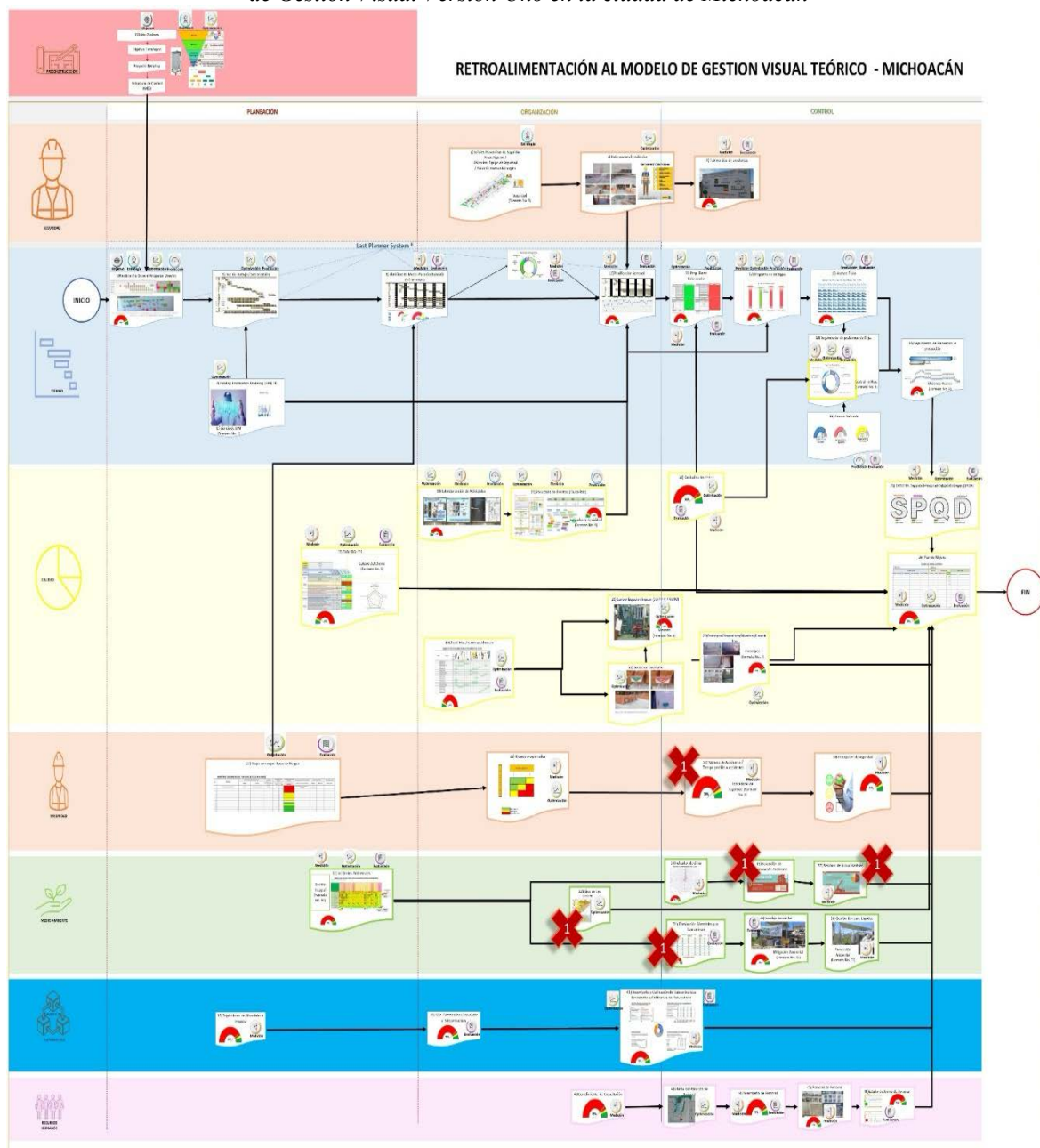
Fuente: Elaboración propia.

6.3.4 Estado actual de Gestión Visual en Michoacán

En la ciudad de Zamora, Michoacán, se llevó a cabo un único estudio de caso debido a la alta seguridad implementada en el estado. El análisis se realizó mediante una encuesta personal y la interpretación del Modelo Bidimensional de Gestión Visual a través de imágenes. Los resultados, considerando la limitación de diferentes empresas y obras, permiten ilustrar la aplicación práctica en una de las empresas líderes en promoción de vivienda en la entidad. El responsable de la obra, con una maestría, indicó que solo considera cinco conceptos — imágenes— que, según su experiencia, son difíciles de implementar en el sitio (véase la

Figura 31 que representa el estado actual de conceptos sin aplicación práctica en obra según constructores en el Modelo Bidimensional de Gestión Visual en la ciudad de Michoacán.)

Figura 31
Estado actual de conceptos sin aplicación práctica en obra según constructores en el Modelo Bidimensional de Gestión Visual Versión Uno en la ciudad de Michoacán



Fuente: Elaboración propia.

La empresa de Michoacán prácticamente aprobó el Modelo Bidimensional de Gestión Visual; sin embargo, en la partida de seguridad, no está de acuerdo con la implementación del concepto que mide el número de accidentes en relación con el tiempo perdido debido a estos. En cuanto a la partida de medio ambiente, menciona que, durante la pandemia y actualmente, el Ayuntamiento determina los lugares autorizados para el vertido de materiales. Además, no ha implementado un tablero que relacione los materiales contaminantes. Véase la Tabla 34 que representa la retroalimentación de mejores prácticas en el Modelo Bidimensional por expertos constructores en la ciudad de México.

Tabla 34

Retroalimentación de mejores prácticas en el Modelo Bidimensional por expertos constructores en la ciudad de Michoacán

**VALIDACIÓN DE ACTIVIDADES DEL MODELO DE GESTIÓN
BIDIMENSIONAL POR EXPERTOS CONSTRUCTORES - CIUDAD
DE ZAMORA, MICHOACÁN**

Aplicada con 1 estudio de caso en el sitio y verificada en la Obra

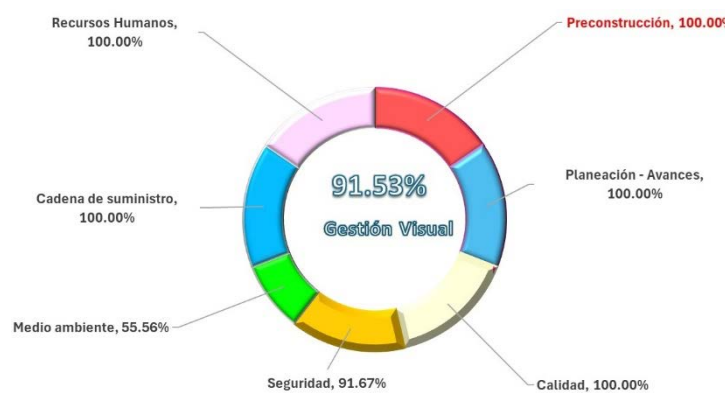
	1MI	# PROM.	%PROM.
Medida/metodología/procedimiento	% R	Suma Aprob	% Aprob.
Misión, Visión, Metas	1	1	100.00%
Objetivo estratégico	1	1	100.00%
Proyecto ejecutivo	1	1	100.00%
WBS-WBO	1	1	100.00%
Planificación General/Maestro	1	1	100.00%
Programa sectorizado / tren de trabajo	1	1	100.00%
Planificación Medio Plazo (lookahead) (3-6 semanas) (PCR)	1	1	100.00%
Planificación Semanal (PPC)	1	1	100.00%
Prog. Diario Balanceado	1	1	100.00%
Control Presupuestal	1	1	100.00%
Seguimiento de problemas de flujo.(Despedicios)	1	1	100.00%
Avance Físico	1	1	100.00%
Avance Planeación vs Producción (Avance Físico)	1	1	100.00%
Avance Planeado-Físico-Cobrado	1	1	100.00%
Building Information Modeling (BIM)	1	1	100.00%
Estandarización de Actividades	1	1.00	100.00%
Soluciones de Eventos (Causa-Raiz)	1	1.00	100.00%
Tipo de Desperdicio	1	1.00	100.00%
Calidad de Av. Físico	1	1.00	100.00%
Plan de Mejora	1	1.00	100.00%
TABLERO: 5'S	1	1.00	100.00%
TABLERO: Seguridad-Personal-Calidad-Entregas	1	1.00	100.00%
Check Mat./ Sombras Almacen	1	1.00	100.00%
Control Espacio Almacen	1	1.00	100.00%
Banderas Inventario	1	1.00	100.00%
Prototipos/Dispositivos/Muestras/Escantillon	1	1.00	100.00%
Mapa de riesgos	1	1.00	100.00%
Tipos de Riesgos	1	1.00	100.00%
Tablero días sin accidentes	1	1.00	100.00%
Señales Preventivas de Seguridad	1	1.00	100.00%
Número de Accidentes/Tiempo perdido		-	0.00%
Zonas Seguras	1	1.00	100.00%
Ubicación Equipo de Seguridad	1	1.00	100.00%
Equipo de protección personal	1	1.00	100.00%
Riesgos Programados	1	1.00	100.00%
Rutas de evacuación segura	1	1.00	100.00%
Ruta peatonal y vehicular	1	1.00	100.00%
Percepción de seguridad	1	1.00	100.00%
Indicador de clima	1	1.00	100.00%
Incidentes Ambientales	1	1.00	100.00%
Reciclaje Ambiental	1	1.00	100.00%
Disminución Materiales que Contaminan	1	1.00	100.00%
Prevención de Contaminación Ambiental		-	0.00%
Residuos de Subcontratistas		-	0.00%
Sitios de tiro Autorizado		-	0.00%
Tablero de Mat. Y líquidos Contaminantes		-	0.00%
Gestión Derrame Líquidos	1	1.00	100.00%
Seguimiento de Materiales + Impacto	1	1.00	100.00%
Calificación de Proveedores	1	1.00	100.00%
Desempeño de Subcontratistas	1	1.00	100.00%
Mat. Certificados x Proved/Subcontratistas	1	1.00	100.00%
Calificación de de Subcontratistas	1	1.00	100.00%
Planta de Ubicación de Personal	1	1.00	100.00%
Ausentismo de Personal	1	1.00	100.00%
Incapacidad	1	1.00	100.00%
Estado de Animo de Personal	1	1.00	100.00%
Rotación de Personal	1	1.00	100.00%
Cumplimiento de Capacitación	1	1.00	100.00%
Desempeño de Personal	1	1.00	100.00%
TOTALES	54	54.00	91.53%

Fuente: Elaboración propia.

La empresa obtuvo un porcentaje de aplicación del 91.53%, el más alto de todos los estudios de caso, lo que refleja un gran interés y conocimiento en la metodología *Lean Construction*. Cabe destacar que, según su criterio, es posible implementar más del 90% del Modelo Bidimensional de Gestión Visual, tal y como se refleja en la Gráfica 36 (Gráfica porcentual de mejores prácticas implementadas por partida en el Modelo Bidimensional de Gestión Visual por expertos constructores en la ciudad de Michoacán, con un 91.53%).

Gráfica 36

Gráfica Porcentual de mejores prácticas implementadas por partida en el Modelo Bidimensional de Gestión Visual por expertos constructores en la ciudad de Michoacán con 91.53 %.



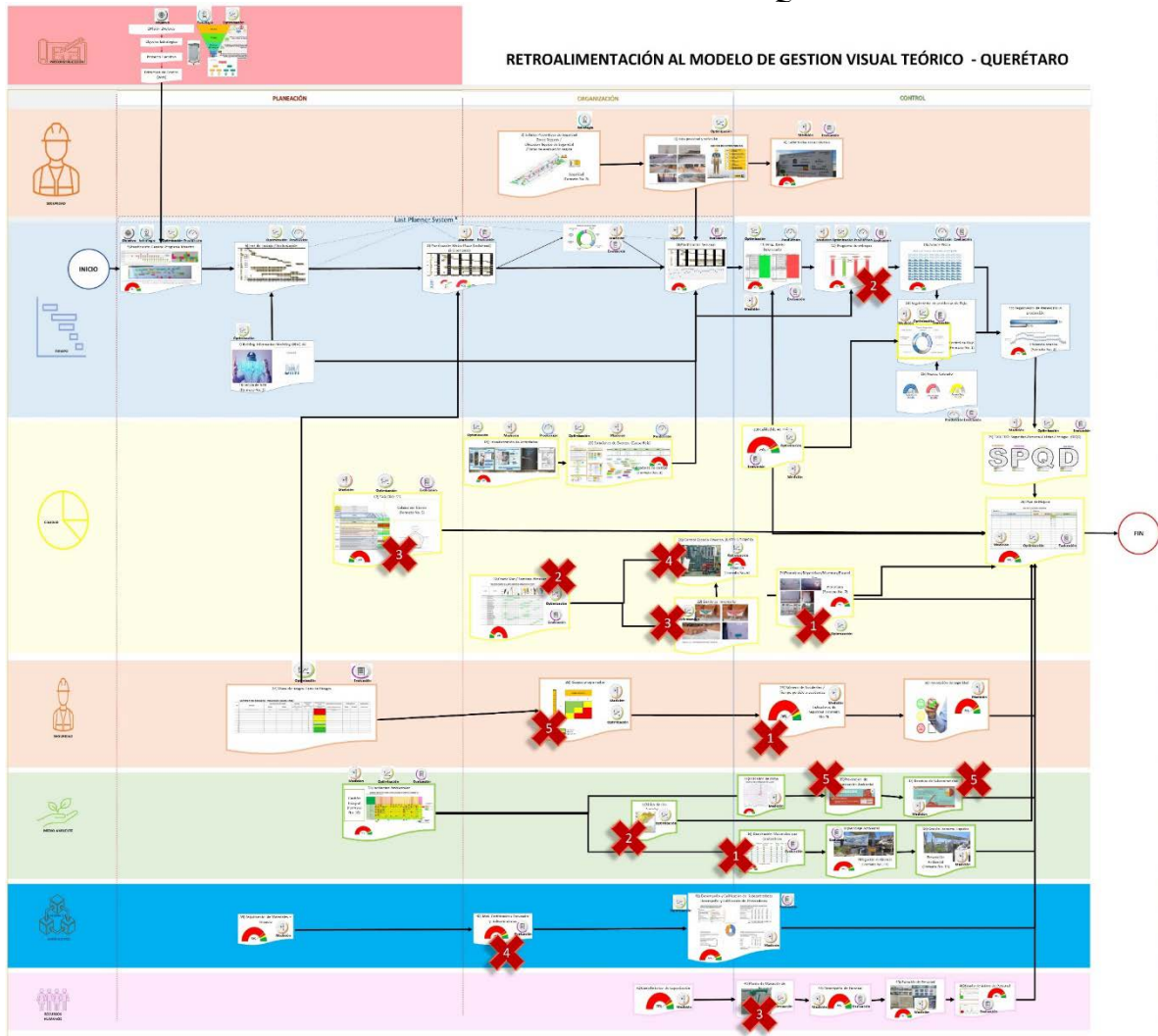
Fuente: Elaboración propia.

6.3.5 Estado actual de la Gestión Visual en Querétaro

En la ciudad de Querétaro se realizaron seis estudios de caso. El análisis, basado en una encuesta personal, permitió comprender la interpretación del Modelo Bidimensional de Gestión Visual mediante imágenes.

Figura 32

Estado actual de conceptos sin aplicación práctica en obra según constructores en el Modelo Bidimensional de Gestión Visual Versión Uno en la ciudad de Querétaro.



Fuente: Elaboración propia.

En el estado de Querétaro, el análisis y desarrollo de la investigación revelan una tendencia a la baja en la partida de calidad, particularmente en conceptos básicos como la metodología 5S. Esto ha dejado la gestión del almacén sin implementar, afectando elementos como el tablero de herramientas, sombras, banderas de inventario y prototipos (escantillones). Además, se observan deficiencias en las partidas de seguridad y medio ambiente.

En la partida de preconstrucción, a diferencia de otras ciudades, la apreciación del modelo fue positiva, destacando la posibilidad de su implementación. Esta partida incluye el sustento

administrativo de la empresa, como la misión, visión, políticas internas y objetivos estratégicos.

El Modelo Bidimensional de Gestión Visual con imágenes refleja de manera positiva la implementación de la partida de tiempo y planificación, destacando la participación fundamental del *Last Planner System* conforme a la metodología *Lean Construction*. El desarrollo de infraestructura en Querétaro actúa como un detonante en la región, evidenciando un crecimiento tanto vertical como horizontal en el sector de vivienda. Esto sugiere una alta competencia y, por ende, una mayor aceptación del modelo en comparación con otras entidades.

En la partida de seguridad, los conceptos de riesgos programados y la métrica de número de accidentes en relación con el tiempo perdido por accidentes no se consideran adecuados para su implementación. Los resultados, presentados en forma de tabla, indican con un número uno los conceptos que se aplican en la práctica constructiva. Véase la Tabla 35 que representa la retroalimentación de mejores prácticas en el Modelo Bidimensional por expertos constructores en la ciudad de Querétaro.

Tabla 35

Retroalimentación de mejores prácticas en el Modelo Bidimensional por expertos constructores en la ciudad de Querétaro.

**RETROALIMENTACIÓN DE MEJORES PRÁCTICAS EN MODELO DE GESTIÓN
BIDIMENSIONAL POR EXPERTOS CONSTRUCTORES - CIUDAD DE QUERÉTARO**

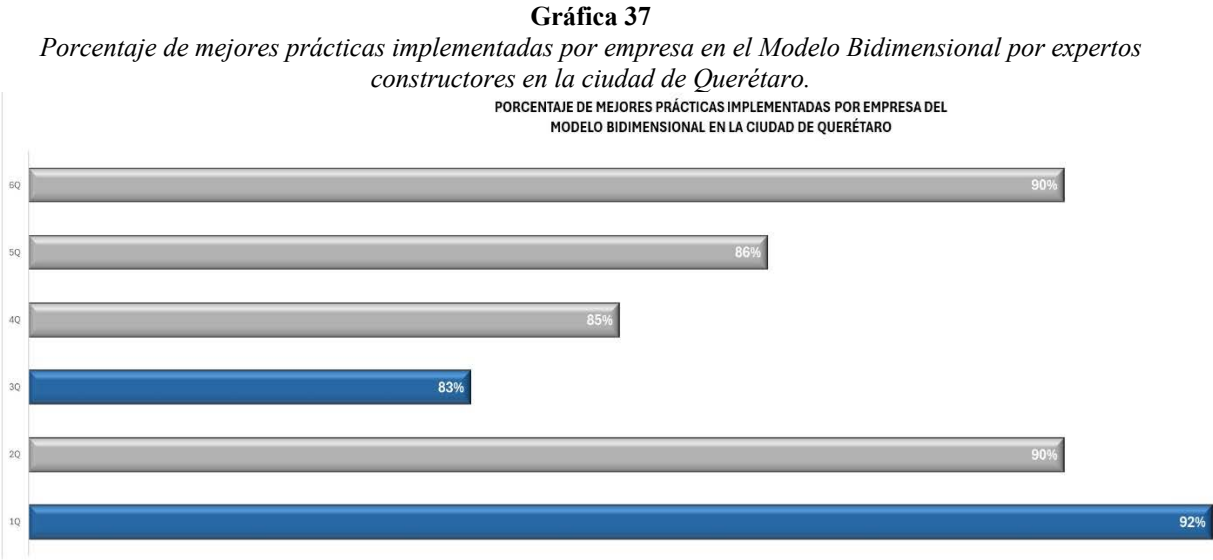
Aplicada con 6 estudios de caso en el sitio y verificada en la Obra

	1Q	2Q	3Q	4Q	5Q	6Q	# PROM.	%PROM.
Medida/metodología/procedimiento	% R	% R	% R	% R	% R	% R	Suma Aprob.	% Aprob.
Misión, Visión, Metas	1	1	1	1	1	1	6	100.00%
Objetivo estratégico	1	1	1	1	1	1	6	100.00%
Proyecto ejecutivo	1	1	1	1	1	1	6	100.00%
WBS-WBO	1	1	1	1	1	1	6	100.00%
Planificación General/Maestro	1	1	1	1	1	1	6	100.00%
Programa sectorizado / tren de trabajo	1	1	1	1	1	1	6	100.00%
Planificación Medio Plazo (lookahead) (3-6 semanas) (PCR)	1	1	1	1	1	1	6	100.00%
Planificación Semanal (PPC)	1	1	1	1	1	1	6	100.00%
Prog. Diario Balanceado	1	1	1	1	1	1	6	100.00%
Control Presupuestal	1	1	1		1		4	66.67%
Seguimiento de problemas de flujo.(Despedicios)	1	1	1	1	1	1	6	100.00%
Avance Físico	1	1	1	1	1	1	6	100.00%
Avance Planeación vs Producción (Avance Físico)	1	1	1	1	1	1	6	100.00%
Avance Planeado-Físico-Cobrado	1	1	1	1	1	1	6	100.00%
Building Information Modeling (BIM)	1	1	1	1	1	1	6	100.00%
Estandarización de Actividades	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Soluciones de Eventos (Causa-Raíz)	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Tipo de Desperdicio	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Calidad de Av. Físico	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Plan de Mejora	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
TABLERO: 5° S	1			1	1		3.00	50.00%
TABLERO: Seguridad-Personal-Calidad-Entregas	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Check Mat./ Sombras Almacen	1					1	2.00	33.33%
Control Espacio Almacen	1	1				1	3.00	50.00%
Banderas Inventario	1	1				1	3.00	50.00%
Prototipos/Dispositivos/Muestras/Escantillon	1	1		1	1	1	5.00	83.33%
Mapa de riesgos	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Tipos de Riesgos	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Tablero días sin accidentes	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Señales Preventivas de Seguridad	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Número de Accidentes/Tiempo perdido		1	1	1	1	1	5.00	83.33%
Zonas Seguras	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Ubicación Equipo de Seguridad	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Equipo de protección personal	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Riesgos Programados	1						1.00	16.67%
Rutas de evacuación segura	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Ruta peatonal y vehicular	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Percepción de seguridad	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Indicador de clima	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Incidentes Ambientales	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Reciclaje Ambiental	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Disminución Materiales que Contaminan	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Prevención de Contaminación Ambiental							-	0.00%
Residuos de Subcontratistas							-	0.00%
Sitios de tiro Autorizado		1	1	1	1	1	5.00	83.33%
Tablero de Mat. Y Líquidos Contaminantes		1	1	1	1	1	5.00	83.33%
Gestión Derrame Líquidos	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Seguimiento de Materiales + Impacto	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Calificación de Proveedores	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Desempeño de Subcontratistas	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Mat. Certificados x Proved/Subcontratistas	1	1					2.00	33.33%
Calificación de de Subcontratistas	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Planta de Ubicación de Personal	1					1	2.00	33.33%
Ausentismo de Personal	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Incapacidad	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Estado de Animo de Personal	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Rotación de Personal	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Cumplimiento de Capacitación	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Desempeño de Personal	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
TOTALES	54	53	49	50	51	53	310.00	87.57%

Fuente: Elaboración propia,

En el área de medio ambiente, las seis empresas no consideran implementar la prevención de contaminación ambiental. De manera similar, los residuos de los subcontratistas no se perciben como una aplicación visual práctica. Asimismo, en la cadena de suministro, el concepto de materiales certificados por subcontratistas no se implementa. En la partida de recursos humanos, el concepto de la planta de ubicación de personal tampoco se aplica en la obra.

En la ciudad de Querétaro, la empresa 1P presenta el mayor porcentaje de aplicación práctica visual según el Modelo Bidimensional de Gestión Visual, con un 92%, destacándose como líder entre las empresas promotoras constructoras de vivienda en la Gráfica 37: Porcentaje de mejores prácticas implementadas por empresa en el Modelo Bidimensional, según expertos constructores en la ciudad de Querétaro.

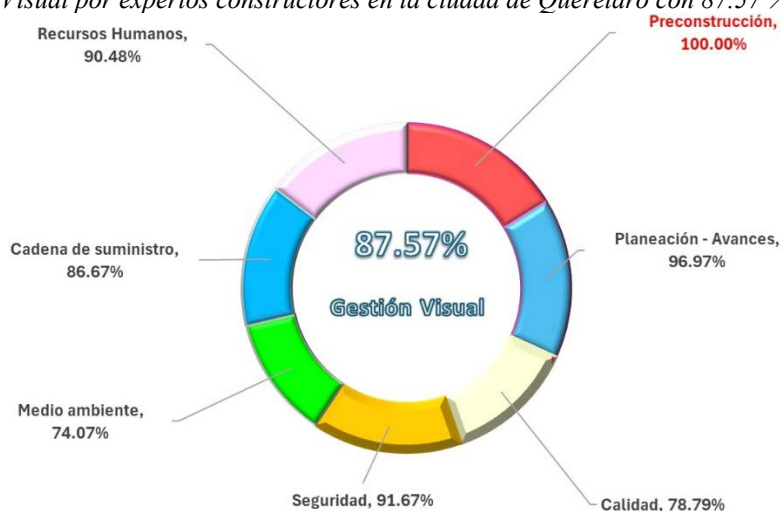


Fuente: Elaboración propia.

La empresa con menor aplicación visual según el Modelo Bidimensional fue la empresa 3Q, con un porcentaje de 83%. Esto implica una desviación estándar entre empresas inferior al 3.33% y una desviación promedio de 2.82%.

El porcentaje promedio de aplicación del Modelo Bidimensional de Gestión Visual en la ciudad de Querétaro, basado en seis estudios de caso, es del 87.57%. La partida con mayor porcentaje de Gestión Visual fue preconstrucción, alcanzando el 100%, mientras que la partida con menor aplicación fue medio ambiente, con un 74.07%. Ver Gráfica 38: porcentual de mejores prácticas implementadas por partida en el Modelo Bidimensional de Gestión Visual por expertos constructores en la ciudad de Querétaro, con un promedio de 87.57%.

Gráfica 38
Gráfica Porcentual de mejores prácticas implementadas por partida en el Modelo Bidimensional de Gestión Visual por expertos constructores en la ciudad de Querétaro con 87.57 %.



Fuente: Elaboración propia.

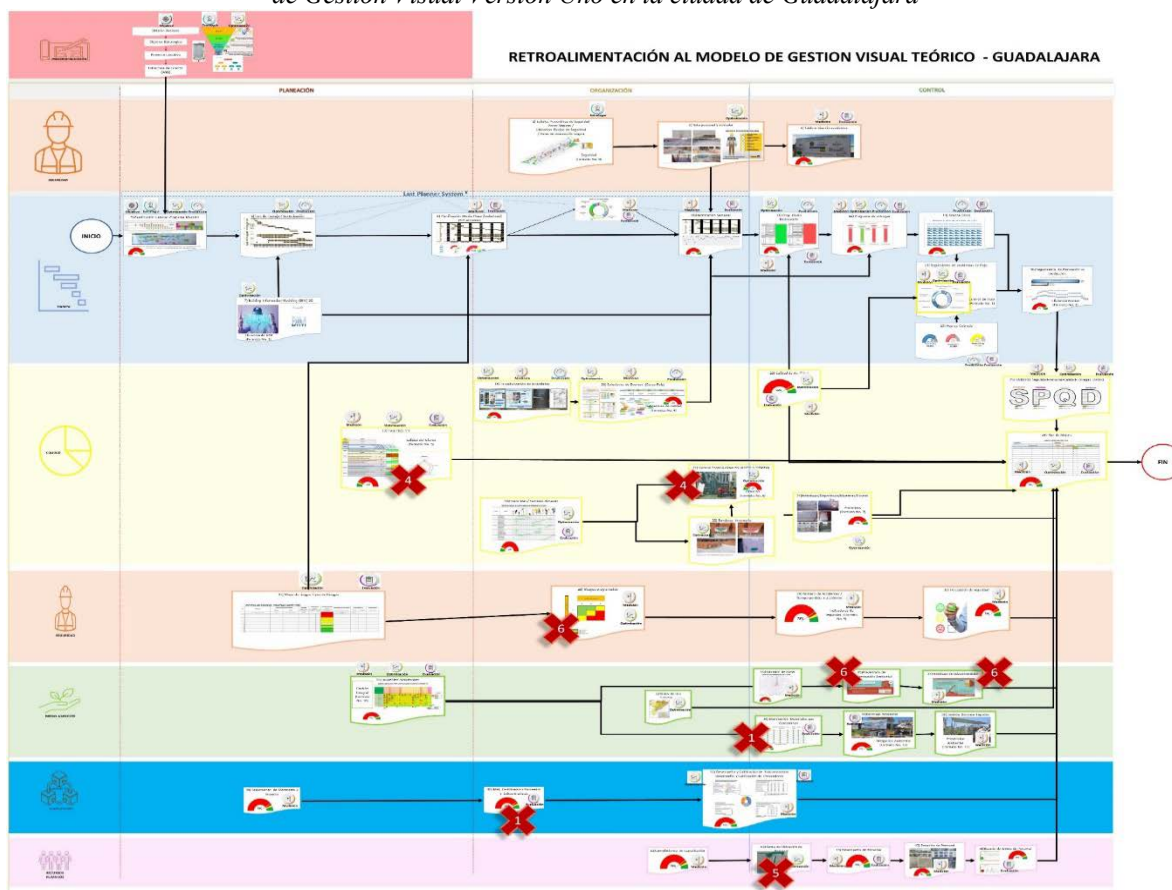
6.3.6 Estado actual de Gestión Visual en Guadalajara

En la ciudad de Guadalajara, se analizaron seis estudios de caso de empresas promotoras constructoras de vivienda, utilizando una encuesta personal en sitio. Esto nos permitió conocer la interpretación del Modelo Bidimensional de Gestión Visual, representado mediante imágenes.

Los conceptos que no son posibles de implementar en obra, según la experiencia en construcción, incluyen en la partida de calidad el concepto de la metodología 5S, así como

el concepto de sombras en almacén para la ubicación de herramientas y el control del inventario, tal y como puede apreciarse en la Figura 33 sobre e Estado actual de conceptos sin aplicación práctica en obra según constructores en el Modelo Bidimensional de Gestión Visual Versión Uno en la ciudad de Guadalajara.

Figura 33
Estado actual de conceptos sin aplicación práctica en obra según constructores en el Modelo Bidimensional de Gestión Visual Versión Uno en la ciudad de Guadalajara



Fuente: Elaboración propia.

En la ciudad de Guadalajara, el análisis y desarrollo de la investigación nos permite identificar una tendencia a la baja en el desarrollo de métricas en la partida de medio ambiente. Según las encuestas realizadas en campo, otra partida que no se puede aplicar en obra es la de cadena de suministro, específicamente el concepto de materiales certificados por subcontratistas. En la tabla, los resultados se representan con un número uno, indicando las mejores prácticas implementadas en el proceso constructivo.

Tabla 36

Retroalimentación de mejores prácticas en el Modelo Bidimensional por expertos constructores en la ciudad de Guadalajara.

**RETROALIMENTACIÓN DE MEJORES PRÁCTICAS EN MODELO DE GESTIÓN BIDIMENSIONAL
POR EXPERTOS CONSTRUCTORES - CIUDAD DE GUADALAJARA**

EMPRESAS:	1G	2G	3G	4G	5G	6G	# PROM.	%PROM.
Medida/metodología/procedimiento	% R	% R	% R	% R	% R	% R	Suma Aprob.	% Aprob.
Misión, Visión, Metas	1	1	1	1	1	1	6	100.00%
Objetivo estratégico	1	1	1	1	1	1	6	100.00%
Proyecto ejecutivo	1	1	1	1	1	1	6	100.00%
WBS- WBO	1	1	1	1	1	1	6	100.00%
Planificación General/Maestro	1	1	1	1	1	1	6	100.00%
Programa sectorizado / tren de trabajo	1	1	1	1	1	1	6	100.00%
Planificación Medio Plazo (lookahead) (3-6 semanas) (PCR)	1	1	1	1	1	1	6	100.00%
Planificación Semanal (PPC)	1	1	1	1	1	1	6	100.00%
Prog. Diario Balanceado	1	1	1	1	1	1	6	100.00%
Control Presupuestal	1	1	1	1	1	1	6	100.00%
Seguimiento de problemas de flujo.(Despedicios)	1	1	1	1	1	1	6	100.00%
Avance Físico	1	1	1	1	1	1	6	100.00%
Avance Planeación vs Producción (Avance Físico)	1	1	1	1	1	1	6	100.00%
Avance Planeado-Físico-Cobrado	1	1	1	1	1	1	6	100.00%
Building Information Modeling (BIM)	1	1	1	1	1	1	6	100.00%
Estandarización de Actividades	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Soluciones de Eventos (Causa-Raíz)	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Tipo de Desperdicio	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Calidad de Av. Físico	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Plan de Mejora	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
TABLERO: S' S	1				1		2.00	33.33%
TABLERO: Seguridad-Personal-Calidad-Entregas	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Check Mat/ Sombras Almacén	1				1		2.00	33.33%
Control Espacio Almacén	1				1		2.00	33.33%
Banderas Inventario	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Prototipos/Dispositivos/Muestras/Escantillon	1	1	1	1	1	1	5.00	83.33%
Mapa de riesgos	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Tipos de Riesgos	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Tablero días sin accidentes	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Señales Preventivas de Seguridad	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Número de Accidentes/Tiempo perdido	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Zonas Seguras	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Ubicación Equipo de Seguridad	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Equipo de protección personal	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Riesgos Programados			1				1.00	16.67%
Rutas de evacuación segura	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Ruta peatonal y vehicular	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Percepción de seguridad	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Indicador de clima	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Incidentes Ambientales	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Reciclaje Ambiental	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Disminución Materiales que Contaminan	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Prevención de Contaminación Ambiental							-	0.00%
Residuos de Subcontratistas							-	0.00%
Sitios de tiro Autorizado	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Tablero de Mat. Y Líquidos Contaminantes		1	1	1	1	1	5.00	83.33%
Gestión Derrame Líquidos	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Seguimiento de Materiales + Impacto	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Calificación de Proveedores	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Desempeño de Subcontratistas	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Mat. Certificados x Proved/ Subcontratistas		1	1	1	1	1	5.00	83.33%
Calificación de Subcontratistas	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Planta de Ubicación de Personal					1		1.00	16.67%
Ausentismo de Personal	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Incapacidad	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Estado de Ánimo de Personal	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Rotación de Personal	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Cumplimiento de Capacitación	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
Desempeño de Personal	1	1	1	1	1	1	6.00	100.00%
TOTALES	53	53	52	52	56	51	317.00	89.55%

Fuente: Elaboración propia.

En la partida de seguridad, no se considera viable la implementación de riesgos programados.

En la partida de medio ambiente, los conceptos de prevención de contaminación ambiental y

de residuos de subcontratistas no se implementan. En recursos humanos, el concepto no implementado es la planta de ubicación de personal.

En la ciudad de Guadalajara, la empresa 5G tiene el mayor porcentaje de aplicación práctica visual conforme al Modelo Bidimensional de Gestión Visual, con un 95%, liderando entre las empresas promotoras constructoras de vivienda de todas las ciudades:

Gráfica 39
Porcentaje de mejores prácticas implementadas por empresa en el Modelo Bidimensional por expertos constructores en la ciudad de Guadalajara.



Fuente: Elaboración propia.

La empresa con menor aplicación visual, de acuerdo con el Modelo Bidimensional, fue la empresa 6G, con un porcentaje de 86%. Esto implica una desviación estándar entre empresas de 2.92% y una desviación promedio de 1.98%, siendo menor en comparación con las demás ciudades.

El porcentaje de aplicación promedio en la ciudad de Guadalajara, según los seis estudios de caso aplicados, muestra un resultado del 89.55% en la implementación práctica del Modelo Bidimensional de Gestión Visual. Esta es la ciudad con el mayor porcentaje en la partida de tiempo y planeación del país, con un 100% de implementación del *Last Planner System* en el control de Gestión Visual y avances.

Gráfica 40

Gráfica Porcentual de mejores prácticas implementadas por partida en el Modelo Bidimensional de Gestión Visual por expertos constructores en la ciudad de Guadalajara con 89.55 %.



Fuente: Elaboración propia.

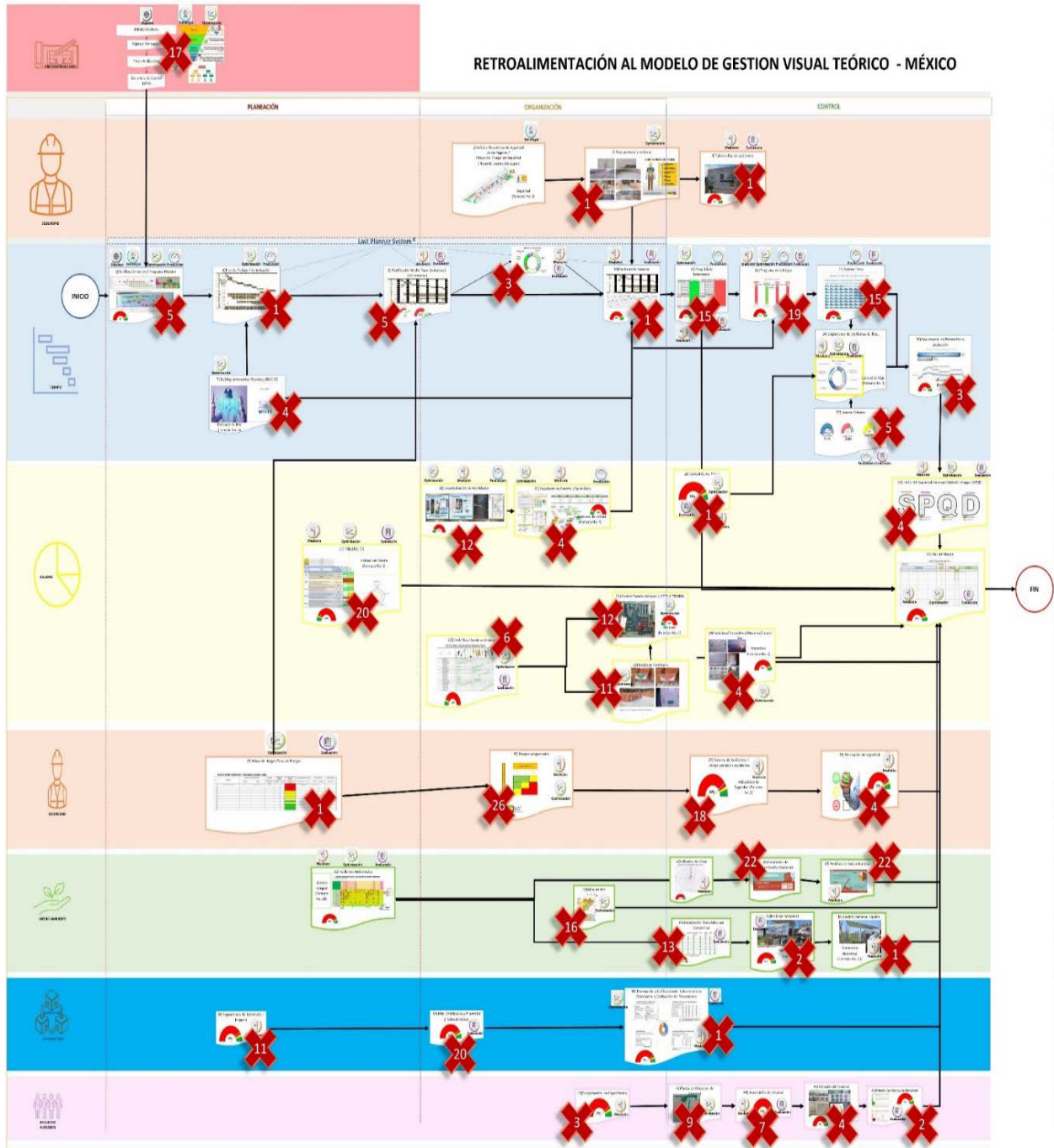
6.4 Resultados del Modelo Bidimensional de Gestión Visual Versión Uno

Los resultados del Modelo Bidimensional de Gestión Visual, aplicados a través de estudios de caso en 32 obras de seis ciudades representativas de México, correspondientes a empresas promotoras constructoras de vivienda, fueron analizados mediante una encuesta personal en sitio, utilizando imágenes. Esto nos permitió conocer la interpretación de la aplicación práctica del modelo según el criterio de expertos constructores de vivienda.

Los conceptos marcados con una "X" y un número en su centro indican el número de empresas que no aplican ese concepto, representado en forma de imagen de acuerdo con el Modelo Bidimensional de Gestión Visual Versión Uno, véase la Figura 34 Estado actual de conceptos sin aplicación práctica en obra según constructores en el Modelo Bidimensional de Gestión Visual Versión Uno en México.

Figura 34

Estado actual del número de empresas que consideran conceptos sin aplicación práctica en obra, según constructores en el Modelo Bidimensional de Gestión Visual Versión Uno en México



Fuente: Elaboración propia.

Los conceptos que tienen aplicación práctica de acuerdo con el criterio de constructores como retroalimentación al Modelo Bidimensional de Gestión Visual son:

2) Señales preventivas de seguridad: zonas seguras, ubicación de equipos de seguridad y rutas de evacuación segura, en la parte de organización inicial de la obra, dentro de la partida de seguridad.

14) Seguimiento de problemas de flujo (tipos de desperdicios), en la parte de control de ejecución de obra, dentro de la partida de tiempo.

26) Plan de mejora (mejora continua), en la parte de control de ejecución de obra, dentro de la partida de calidad.

31) Incidentes ambientales (tablero visual), en la parte de control de ejecución de obra, dentro de la partida de medio ambiente.

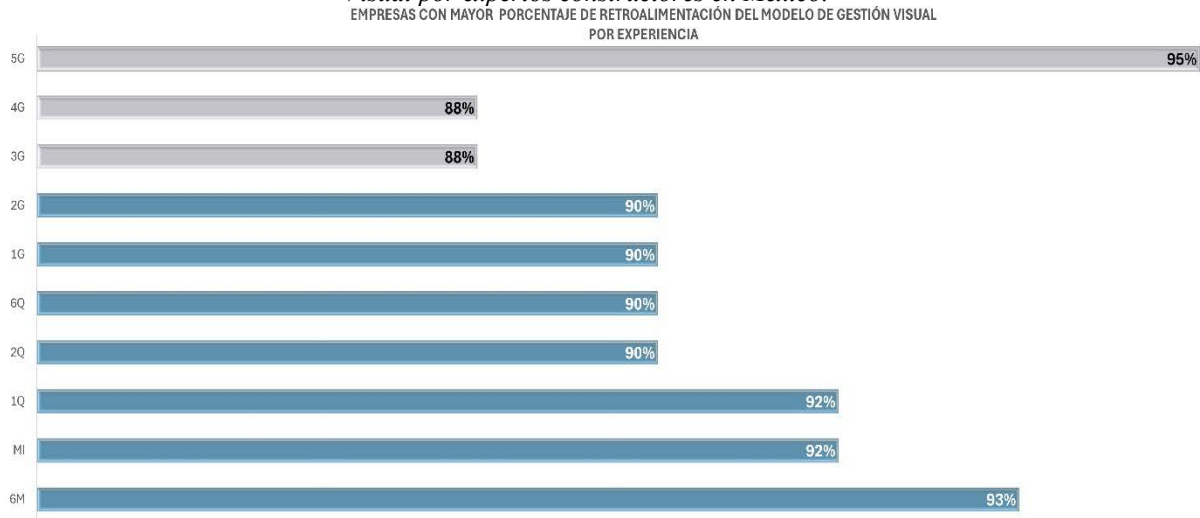
33) Indicador de clima (gráfica de intensidad de lluvia), en la parte de organización de obra, dentro de la partida de medio ambiente.

Los resultados representan la base metodológica de *Lean Construction*: flujo balanceado con control de desperdicios, buscando la excelencia mediante la aplicación de la mejora continua. Adicionalmente, el Modelo Bidimensional de Gestión Visual incrementa la seguridad del personal, complementando el núcleo de la metodología *Lean*, que considera primordial el cuidado de las personas. Asimismo, se incorporó e implementó el cuidado del medio ambiente dentro del Modelo Bidimensional de Gestión Visual, destacando la gestión de incidentes ambientales con un tablero especial para la construcción y la gráfica de clima, lo que tuvo una buena aceptación e impactó positivamente en el contexto real de las empresas promotoras constructoras de vivienda en México.

De los 32 estudios de caso, la empresa con el mayor porcentaje de implementación, según la experiencia de los constructores, en el Modelo Bidimensional de Gestión Visual fue la empresa 5G en la ciudad de Guadalajara, con un 91%. Véase la Gráfica 41 Mejores prácticas implementadas por empresa en el Modelo Bidimensional de Gestión Visual por expertos constructores en México.

Gráfica 41

Empresas con mayor porcentaje de mejores prácticas implementadas en el Modelo Bidimensional de Gestión Visual por expertos constructores en México.



Fuente: Elaboración propia.

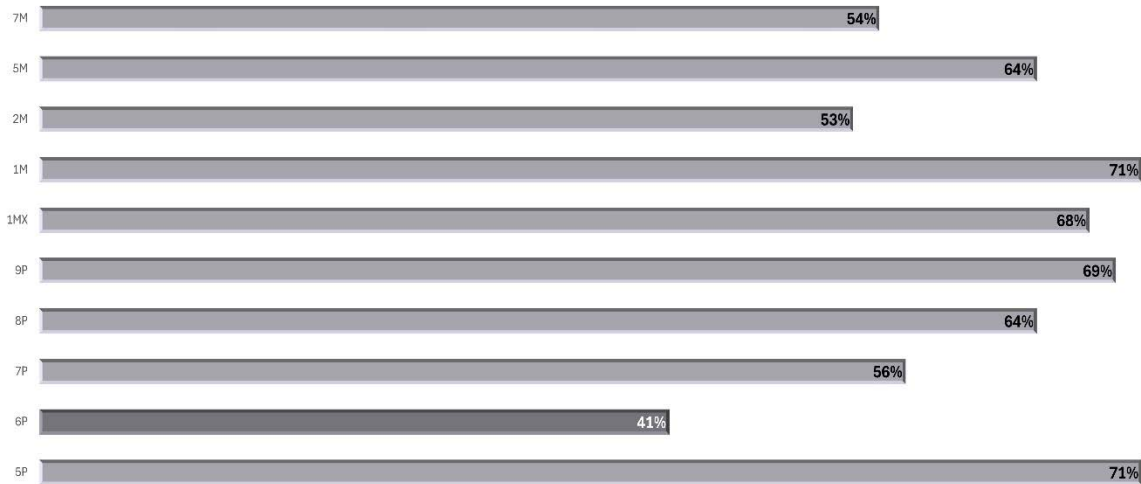
El menor porcentaje de implementación fue de la empresa 6P, con un 41.00% en la ciudad de Puebla. De los 32 estudios de caso, se observa que la franja menos estrecha correspondió a la empresa 6M de Monterrey, mientras que las ciudades de Michoacán, Querétaro y Guadalajara (con un total de 14 empresas) tienen un porcentaje superior al 82%, lo que indica que estas ciudades comparten un criterio similar respecto a las mejores prácticas aplicadas.

Desde el punto de vista de las partidas, las áreas con menor aplicación práctica, según los constructores, fueron preconstrucción y conceptual. En particular, los conceptos con menor implementación fueron control presupuestal, tablero de días sin accidentes, y materiales certificados por proveedores y subcontratistas. Además, los conceptos que no tienen aplicación práctica son prevención de contaminación ambiental, riesgos programados y residuos de subcontratistas. Ver Gráfica 42 sobre las mejores prácticas implementadas por conceptos del Modelo Bidimensional de Gestión Visual, de acuerdo con la retroalimentación de expertos constructores en México.

Gráfica 42

Empresas con menor porcentaje de mejores prácticas implementadas en el Modelo Bidimensional de Gestión Visual por expertos constructores en México

EMPRESAS CON MENOR PORCENTAJE DE RETROALIMENTACIÓN DEL MODELO DE GESTIÓN VISUAL
POR EXPERIENCIA

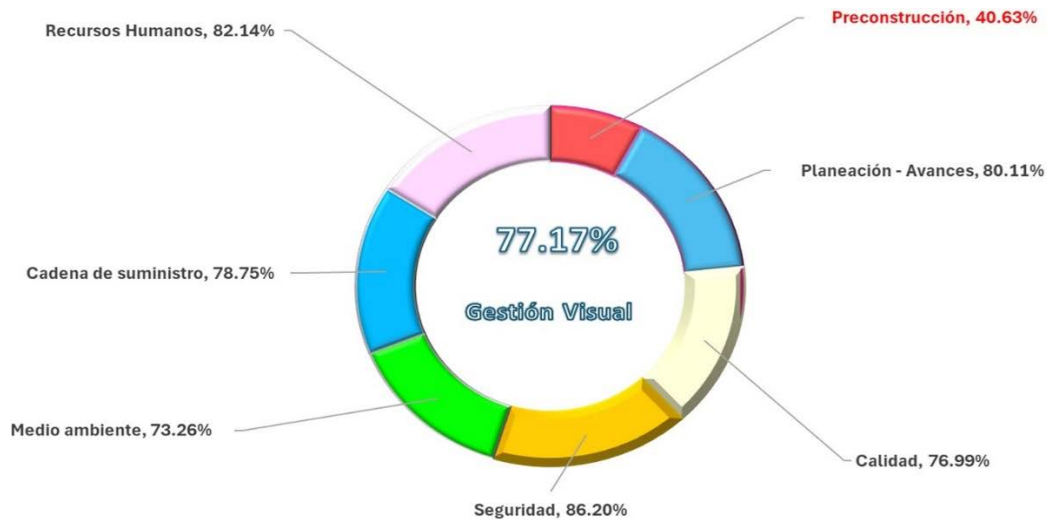


Fuente: Elaboración propia.

El resultado del Modelo Bidimensional de Gestión Visual Versión Uno, basado en la experiencia de los constructores de los 32 estudios de caso aplicados mediante una encuesta, muestra un porcentaje del 77.17% en México, tal y como puede apreciarse en la Gráfica 43 sobre las mejores prácticas implementadas por conceptos del Modelo Bidimensional de Gestión Visual, de acuerdo con la retroalimentación de expertos constructores en México.

Gráfica 43

Grafica del estado actual de las mejores prácticas implementadas del Modelo Bidimensional de Gestión Visual Versión Uno de expertos constructores en México- julio 2024.



Fuente: Elaboración propia.

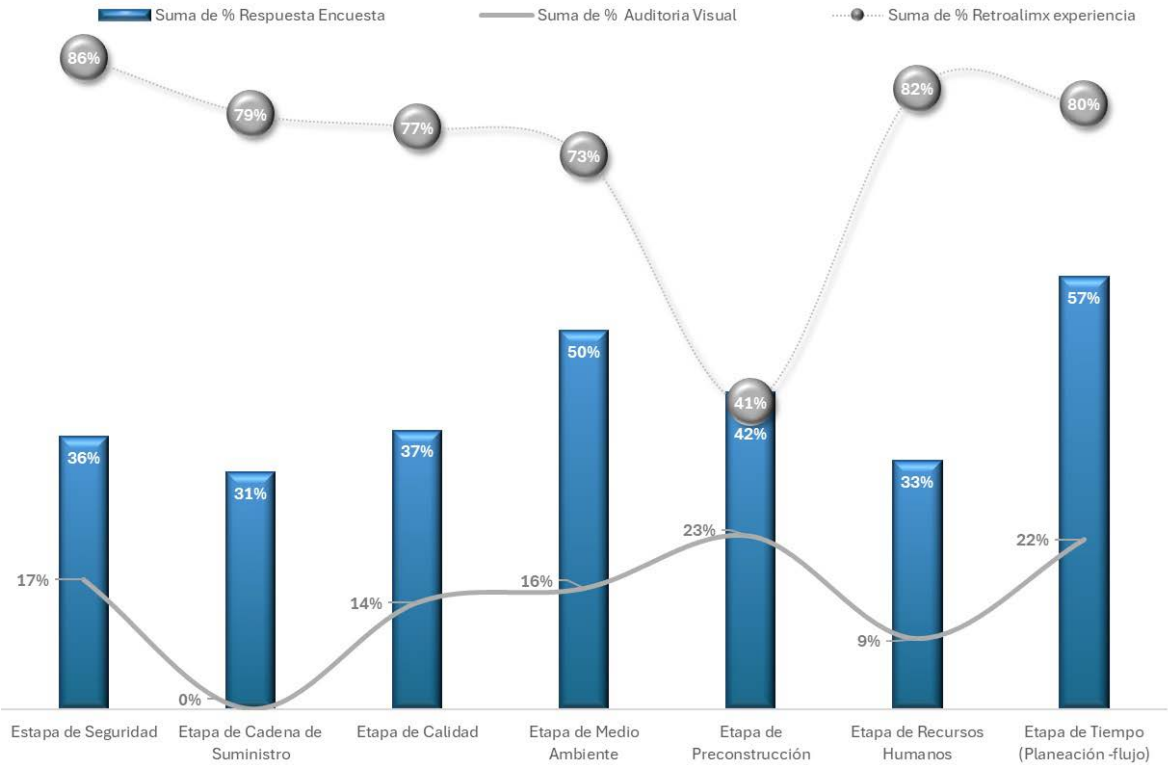
El resultado del Modelo Bidimensional de Gestión Visual Versión Uno destaca la seguridad como una partida clave en las empresas promotoras constructoras, reflejando una cultura de prevención para el personal, con un alto porcentaje de aceptación del 86.20%. Esto indica una fuerte tendencia hacia mejores condiciones en obra para el personal, cumpliendo con una de las bases filosóficas de *Lean Construction*: cuidar el recurso humano. Además, se confirma que el segundo porcentaje más alto corresponde a la partida de recursos humanos, con un 82.14%. Siguiendo la misma tendencia de *Lean Construction*, el Modelo Bidimensional de Gestión Visual también refleja el cuidado del flujo del dinero a través de la partida de tiempo y planificación. El resultado del Modelo Bidimensional de Gestión Visual refleja la cultura de *Lean Construction* de acuerdo con el diseño uno.

Los resultados del Modelo Bidimensional de Gestión Visual Versión Uno se dividieron en tres etapas: la primera, basada en las respuestas de la encuesta; la segunda, una auditoría visual (Gemba); y la tercera en este capítulo, una retroalimentación por experiencia. La primera etapa revela un desconocimiento de *Lean Construction* y su Gestión Visual, según los porcentajes obtenidos. La segunda etapa muestra que no se ha implementado la Gestión

Visual de la forma que se pensaba inicialmente. La tercera etapa presenta el Modelo Bidimensional de Gestión Visual ideal, según la experiencia en construcción, aunque cabe destacar que no se están considerando los elementos fundamentales de *Lean Construction* y Gestión Visual.

Gráfica 44

Comparativa de respuestas de encuesta, auditoría visual y retroalimentación al modelo de acuerdo con el criterio de constructores del Modelo Bidimensional de Gestión Visual Versión Uno en México- julio 2024.



Fuente: Elaboración propia.

La etapa de preconstrucción, según los 32 estudios de caso en sus tres etapas, no se considera importante debido a las características particulares de cada empresa (misión, visión, políticas, objetivos estratégicos, etc.).

La etapa de seguridad, en la tercera etapa, representa el mayor porcentaje de implementación de acuerdo con la experiencia de los constructores, con un 86%. Existe una congruencia en

la metodología *Lean Construction*, ya que la diferencia porcentual entre la encuesta y la retroalimentación en la etapa de Tiempo (donde se considera el *Last Planner System* para la planeación y el control del flujo) es menor.

Asimismo, se observa una tendencia en el modelo ideal hacia el cuidado y la mitigación del impacto ambiental, principalmente debido a los cambios ambientales que han generado incertidumbre a nivel mundial. El Modelo Bidimensional de Gestión Visual Versión Uno cumple con todas las partidas, obteniendo un porcentaje superior al 70%, con excepción de la etapa de preconstrucción, conforme a la retroalimentación. Esto ha logrado la aceptación del diseño del Modelo Bidimensional de Gestión Visual por parte de los promotores constructores de vivienda en México.

6.5 Validación del modelo de Gestión Visual mediante *focus group*

El diseño del Modelo Bidimensional de Gestión Visual se sustenta en las opiniones de diversos investigadores y expertos a nivel mundial en la metodología *Lean Construction*, específicamente en la Gestión Visual, la dirección de proyectos, el control gerencial de obra y la administración del tiempo en el proceso constructivo. Por ello, es esencial que el proceso de estudios de caso, en sus tres etapas (encuesta, auditoría visual y retroalimentación por experiencia ideal), mantenga su base teórica.

El proceso de campo de los estudios de caso podría proponer, en función de la experiencia en procesos constructivos, la eliminación de elementos fundamentales dentro de *Lean Construction*. Para evitar estos posibles sesgos, es necesario contar con la validación de un grupo de expertos teóricos-prácticos. En este sentido, se propuso la formación de un grupo de gestión, o *focus group*, que es el método más adecuado para investigaciones en campo en el ámbito de la ingeniería (Bhandari, 2021).

El fundamento epistemológico cualitativo de un grupo de gestión se basa en el carácter constructivo de defender el conocimiento, destacando que este es una producción humana (Varela-Ruiz y Hamui-Sutton, 2013).

En la revisión de investigaciones en el campo de la ingeniería y la gestión de la construcción (CEM), según Bhandari (2021), se considera la recopilación y el análisis de opiniones como un método alternativo. El grupo focal es una de estas herramientas, utilizada para obtener opiniones sobre un tema específico, empleando diferentes procesos y controles (como técnicas de recopilación de datos, análisis de datos, anonimato, entre otros). Esto se hace con el fin de evitar sesgos cognitivos y sociales que puedan comprometer la validez y confiabilidad de los resultados.

El proceso de grupo de gestión virtual, según Dos Santos (2020), se adaptó durante la pandemia y la postpandemia, ajustando los formularios de consentimiento, guiones y guías de entrevistas para pasar a un formato de reunión virtual en el ámbito médico para la recopilación de datos cualitativos. Se enviaron invitaciones individuales con acceso a una sala de espera para validar la identidad de los participantes, y luego se les pidió cambiar su nombre para garantizar la confidencialidad. De esta manera, se lograron recopilar datos aceptables para análisis cualitativos, basados en preguntas apropiadas de acuerdo con los objetivos establecidos por el facilitador.

Según el facilitador, la principal preocupación fue la calidad de las opiniones recopiladas virtualmente; sin embargo, el resultado fue que los participantes se mostraron más relajados en línea y más dispuestos a compartir sus vivencias. Los problemas anticipados incluyeron dificultades técnicas y logísticas con las plataformas virtuales (Dos Santos, 2020).

Por otro lado, las ventajas identificadas por Dos Santos (2020) fueron una mayor participación debido a la flexibilidad, ya que los participantes podían estar en la comodidad de sus hogares sin necesidad de desplazarse, lo que permitió sesiones fuera de los horarios convencionales y eliminó los retos geográficos. Entre las desventajas, se incluyó la falta de conocimientos tecnológicos por parte de algunos participantes y los problemas con la funcionalidad de las plataformas de enlace. A pesar de estas dificultades, los grupos virtuales resultaron viables y generaron datos valiosos, lo que los convierte en un método importante dentro del CEM.

En el ámbito comercial de marketing, el objetivo de la técnica de investigación de grupos focales es resolver un problema según las percepciones de los informantes en una dinámica grupal (Tena, 2018).

Bhandari (2020) propone una orientación para la comunidad CEM sobre cómo diseñar e interpretar críticamente los controles de recopilación de datos en la investigación de opiniones, los cuales se resumen en tres aspectos: 1) Control de la opinión de expertos para evitar sesgos; 2) Restricciones típicas que impactan el uso de controles; 3) Un marco para la toma de decisiones que permita seleccionar el diseño de investigación más riguroso, equilibrando sus limitaciones.

Según Beck et al. (1986), los grupos de enfoque se utilizan para resolver problemas en formato grupal cara a cara, siendo administrados por uno o más facilitadores. El facilitador tiene la tarea de gestionar las opiniones a través de preguntas organizadas (Barbour y Kitzinger, 1998). Los grupos focales, ya sean presenciales o virtuales, deben considerar un grupo representativo con las siguientes características: 1) Características sociales deseadas; 2) Rango de experiencia; 3) Datos demográficos; 4) Facilitador; y 5) Registro de datos. (Burrows y Kendall, 1997; Kruger, 2014; Richardson y Rabiee, 2001). Diversas investigaciones en el ámbito CEM han utilizado esta técnica. Es importante señalar que tanto los estudios cuantitativos como cualitativos del CEM rara vez reconocen un posible sesgo.

Un grupo de gestión debe cumplir con ciertas condiciones: debe ser un grupo técnico; la interacción de los panelistas debe ser indirecta; no debe haber un consenso predefinido ni anonimato ni rondas iterativas. Además, deben considerar la estructura del protocolo de investigación, las comunicaciones, los instrumentos de recolección de datos y la gestión de interacciones grupales (Bhandari, 2020). Este mismo autor señala que un *focus group* debe ser compuesto únicamente por un grupo de expertos cuya finalidad sea resolver un problema.

6.5.1 Protocolo de Investigación del *focus group*

En esta investigación, se establecen los siguientes procesos como parte del protocolo de investigación:

1. El grupo de panelistas estará compuesto por expertos que cumplan las siguientes características:
 - o a) Expertos en gestión de la construcción.
 - o b) Conocimiento de la metodología *Lean Construction*.
 - o c) Más de 15 años de experiencia.
 - o d) Hispanoparlantes.
2. El grupo estará conformado por nueve panelistas (tres de España, dos de Chile, dos de Colombia y dos de México).
3. El facilitador será el investigador responsable.
4. Las reuniones se realizarán de manera virtual debido a la ubicación geográfica de los participantes.
5. Los panelistas podrán interactuar durante las reuniones virtuales, con el objetivo de conocerse y fomentar una retroalimentación abierta, minimizando posibles sesgos asociados.
6. El objetivo principal será revisar el Modelo Bidimensional de Gestión Visual, desarrollado a partir de 32 estudios de caso en seis ciudades de México, para validar su contexto teórico dentro de la metodología *Lean Construction*.

6.5.2 Comunicaciones del *Focus Group*

1. La comunicación inicial se realizó de forma virtual, enviando una invitación para participar a través de correo electrónico.
2. Una vez aceptada su participación, se envió por correo electrónico el Modelo Bidimensional de Gestión Visual, en formato de matriz base con todas las partidas y conceptos, junto con los resultados de los 32 estudios de caso por concepto, de la siguiente manera:

- o Respuestas de la encuesta en línea, presentadas en forma porcentual.
 - o Auditoría visual en campo para verificar la implementación en el sitio.
 - o Retroalimentación directa sobre el Modelo Bidimensional de Gestión Visual, acompañada de imágenes que ilustran el criterio de expertos constructores, y que señalan aspectos que no tienen aplicación práctica visual en la industria de la construcción de vivienda en México, para su análisis y estudio.
3. Posteriormente, se organizó una reunión virtual con la participación de los nueve panelistas.
 4. En la reunión virtual, y antes de abordar el enfoque del Modelo Bidimensional de Gestión Visual, se estableció una dinámica de participación libre, en la que los panelistas emitieron sus observaciones, las cuales fueron coordinadas por el investigador, actuando como facilitador.
 5. Los resultados se obtuvieron por consenso y mayoría, basados en los argumentos presentados por los panelistas, con el apoyo del facilitador. No se excluyó ninguna opinión, y se otorgó el mismo peso a las intervenciones de cada uno, tal como fue expresado por el facilitador. Esto permitió que los panelistas se sintieran libres de exponer sus ideas y argumentos sin restricciones.

6.5.3 Instrumento de Recolección de Datos

1) Se compartió el contenido del Modelo Bidimensional de Gestión Visual en formato Excel, en una matriz que presenta concepto por concepto. En ella se muestran los resultados porcentuales de las tres etapas de los 32 estudios de caso: encuesta, auditoría visual y retroalimentación por concepto. Estos resultados deben considerarse de acuerdo con la filosofía *Lean Construction*, independientemente del criterio del análisis de los estudios de caso, y teniendo en cuenta qué elementos podrían integrarse en otros.

Tabla 38

*Respuesta de encuesta, auditoria visual y retroalimentación del Modelo Bidimensional de Gestión Visual
Versión Uno de los 32 estudios de caso en México - Julio 2024*

**CONSOLIDADO DE RESPUESTAS DE ENCUESTA -AUDITORIA
VISUAL - RETROALIMENTACIÓN DEL MODELO BIDIMENSIONAL
DE GESTIÓN VISUAL DE LOS 32 ESTUDIOS DE CASO EN
MÉXICO**

Generales de las empresas		1) ENCUESTA		2) AUDITORIA		3) RETROALIM.		
No P.	MODELO BIDIMENSIONAL DE GESTIÓN VISUAL	No.C	Suma Empresas	Resp. %Mod	Suma Empresas	% Audit	Suma Empresas	% Aprob.
3	1) Misión, Visión, Metas y valores	1	30	100.00%	19	63.33%	19	63.33%
	2) Objetivos Estrategicos	2	19	63.33%	1	3.33%	14	43.75%
	3) Proyecto Ejecutivo (Constructivo)	3	19	63.33%	0	0.00%	13	40.63%
	4) Estructura de Desglose de Tareas (EDT/WBS)	4	19	63.33%	9	30.00%	13	40.63%
4	11)Planificación General (Plan Maestro)	5	25	83.33%	17	56.67%	13	40.63%
	12) Planificación por Fases	6	23	76.67%	9	30.00%	29	90.63%
5	14) Planificación a Medio Plazo ("Lookahead") (4-8 semanas)	7	12	40.00%	5	16.67%	31	96.88%
6	15) Planificación Semanal	8	23	76.67%	19	63.33%	29	90.63%
7	16) Planificación Diaria	9	19	63.33%	3	10.00%	31	96.88%
	17) Avance Real vs. Presupuesto	10	18	60.00%	5	16.67%	17	53.13%
8	19) Avance Programado vs. Avance Real	11	24	80.00%	13	43.33%	12	37.50%
9	20) Avance Programado-Avance Real- Presupuesto	12	16	53.33%	3	10.00%	30	93.75%
10	21) Modelo BIM	13	3	10.00%	0	0.00%	19	59.38%
11	22) Estandarización de Actividades	14	13	43.33%	0	0.00%	27	84.38%
12	23) A3 Soluciones de Eventos (Causa-Raiz)	15	8	26.67%	0	0.00%	29	90.63%
13	18) Identificación y Eliminación de Perdidas	16	11	36.67%	1	3.33%	28	87.50%
14	28) Control de Producción (Avance Físico)	17	26	86.67%	26	86.67%	22	68.75%
15	30) Kaizen "Mejora Incremental".	18	16	53.33%	0	0.00%	28	87.50%
16	21) 5 S	19	3	10.00%	0	0.00%	32	100.00%
17	29) TABLERO de control : Seguridad-Personal-Calidad-Entregas	20	1	3.33%	0	0.00%	32	100.00%
	24) Check Mat./ Sombras Almacen	21	3	10.00%	8	26.67%	32	100.00%
18	25) Control Espacio de Almacén (JIT)	22	3	10.00%	3	10.00%	14	43.75%
	26) Indicador (señalética de Inventario)	23	3	10.00%	0	0.00%	26	81.25%
19	27) Prototipo de estandarización constructiva	24	20	66.67%	19	63.33%	14	43.75%
20	31) Mapa de Riesgos	25	11	36.67%	1	3.33%	22	68.75%
	32) Riesgos Programados	26	11	36.67%	0	0.00%	23	71.88%
	10) Tablero días sin accident Y 33) Número de Accidentes / tiempo perdido x accid.	27	11	36.67%	1	3.33%	26	81.25%
	34) Percepción de seguridad	28	11	36.67%	0	0.00%	31	96.88%
	35) Tipos de Riesgos	29	11	36.67%	0	0.00%	32	100.00%
21	10) Tablero dias sin accident.	30	6	20.00%	1	3.33%	32	100.00%
22	5) Señales Preventivas de Seguridad	31	19	63.33%	29	96.67%	31	96.88%
	6) Zonas Seguras	32	18	60.00%	5	16.67%	13	40.63%
	7) Ubicacion Equipo de Seguridad	33	17	56.67%	4	13.33%	32	100.00%
23	8) Rutas de evacuación segura (5 S)	34	12	40.00%	9	30.00%	31	96.88%
	9) Ruta peatonal y vehicular (5 S)	35	12	40.00%	14	46.67%	32	100.00%
24	36) Incidentes Ambientales	36	9	30.00%	0	0.00%	6	18.75%
25	42) Reciclaje Ambiental	37	25	83.33%	28	93.33%	32	100.00%
	43) Gestión Derrame Líquidos	38	22	73.33%	2	6.67%	31	96.88%
26	39) Disminución Materiales que Contaminan	39	13	43.33%	6	20.00%	28	87.50%
26	40) Prevención de Contaminación Ambiental	40	12	40.00%	0	0.00%	31	96.88%
	41) Residuos de Subcontratistas	41	12	40.00%	0	0.00%	31	96.88%
27	37) Sitios de tiro Autorizado	42	17	56.67%	4	13.33%	32	100.00%
	38) Gráfica de Climatología	43	16	53.33%	0	0.00%	31	96.88%
28	44) Seguimiento de Materiales + Impacto	44	10	33.33%	0	0.00%	9	28.13%
	45) Mat. Certificados x Subcontratistas	45	10	33.33%	0	0.00%	5	15.63%
	46) Calificación de Proveedores	46	10	33.33%	0	0.00%	17	53.13%
	47) Desempeño de Subcontratistas	47	11	36.67%	0	0.00%	23	71.88%
	48) Calificación de de Subcontratistas	48	11	36.67%	0	0.00%	32	100.00%
29	49) Cumplimiento de Capacitación	49	11	36.67%	1	3.33%	19	59.38%
	50) Planta de Ubicación de Personal	50	11	36.67%	10	33.33%	32	100.00%
30	53) Estado de Animo de Personal	51	9	30.00%	0	0.00%	32	100.00%
31	51) Desempeño de Personal	52	5	16.67%	1	3.33%	11	34.38%
32	52) Rotación de Personal	53	10	33.33%	1	3.33%	32	100.00%
Sumas			720	42.45%	277	16.33%	1,293	50.00%

Fuente: Elaboración propia.

2) El facilitador gestionó la matriz del modelo de acuerdo con el consenso de las respuestas. Se trabajó en tiempo real con la plataforma, ajustando el modelo de Gestión Visual en ese momento y logrando las siguientes observaciones.

Tabla 39
Observaciones del Focus Group para el Modelo Bidimensional de Gestión Visual Versión Uno de los 32 estudios de caso en México - Julio 2024.

Generales de las empresas		OBSERVACIONES	
No. P.	MODELO BIDIMENSIONAL DE GESTIÓN VISUAL	No. C.	CONSIDERACIONES ESPECIALES "FOCUS GROUP"
3	1) Misión, Visión, Metas y valores	1	Visualmente en oficinas centrales
	2) Objetivos Estratégicos	2	se confirma, no es práctico en obra
	3) Proyecto Ejecutivo (Constructivo)	3	se confirma, no es práctico en obra
	4) Estructura de Desglose de Tareas (EDT/WBS)	4	Básico para ctoI de obra (No para VM)
4	11) Planificación General (Plan Maestro)	5	Base del Last planner System
	12) Planificación por Fases	6	Trenes de trabajo horizontal / fases vertical
5	14) Planificación a Medio Plazo ("Lookahead") (4-8 semanas)	7	Base del Last planner System
6	15) Planificación Semanal	8	Base del Last planner System
7	16) Planificación Diaria	9	Base del Last planner System
	17) Avance Real vs. Presupuesto	10	Es la base para conocer el proceso de seguimiento de la Obra
8	19) Avance Programado vs. Avance Real	11	Comparativa Visual básica
9	20) Avance Programado-Avance Real- Presupuesto Cobrado	12	Flujo actual del proceso
10	13) Modelo BIM	13	Desafortunadamente no se aplica en obra como herramienta Práctica
11	22) Estandarización de Actividades	14	Base para sistematizar
12	23) A3 Soluciones de Eventos (Causa-Raíz)	15	Metodología base de lean construction
13	18) Identificación y Eliminación de Pérdidas	16	Metodología base de lean construction
14	28) Control de Producción (Avance Físico)	17	Metodología base de lean construction-mejora continua calidad
15	30) Kaizen "Mejora Incremental".	18	Metodología base de lean construction
16	21) 5 S	19	Su zona de confort limita al personal para implementar
17	29) TABLERO de control : Seguridad-Personal-Calidad-Entregas	20	Es redundante con otras htas, no es práctico en obra.
18	24) Check Mat./ Sombras Almacén	21	El 50% aprox. de empresas subcontratan y no controlan el almacén
	25) Control Espacio de Almacén (JIT)	22	El 50% aprox. de empresas promotoras constructoras, subcontratan y no controlan el almacén
	26) Indicador (señalética de Inventario)	23	El 50% aprox. de empresas promotoras constructoras, subcontratan y no controlan el almacén
19	27) Prototipo de estandarización constructiva	24	Metodología base de lean construction (estandarizar procesos)
20	31) Mapa de Riesgos	25	Es de vital importancia generarlo en obra
	32) Riesgos Programados	26	No se implementa en obras, tradicionalmente están of. CtoI
	10) Tablero días sin accident Y 33) Número de Accidentes / tiempo perdido x accid.	27	Métrica o KPI de personal para incidencia
21	34) Percepción de seguridad	28	No es práctico en obra
	35) Tipos de Riesgos	29	No es práctico en obra
	10) Tablero días sin accident/ UNIR CON 33) Eliminar	30	Este proceso se considera en el tablero sin accidentes
22	5) Señales Preventivas de Seguridad	31	Incrementa la seguridad (Personal)
	6) Zonas Seguras	32	Incrementa la seguridad (Personal)
	7) Ubicación Equipo de Seguridad	33	Incrementa la prevención en seguridad
23	8) Rutas de evacuación segura (5 S)	34	Metodología base de lean construction (Considerado en 5's)
	9) Ruta peatonal y vehicular (5 S)	35	Metodología base de lean construction (Considerado en 5's)
24	36) Incidentes Ambientales	36	No es práctico en obra
25	42) Reciclaje Ambiental	37	Base de lean construction
	43) Gestión Derrame Líquidos	38	Es fundamental en medio ambiente/considerar en VM
26	39) Disminución Materiales que Contaminan	39	No se implementa en obras
	40) Prevención de Contaminación Ambiental	40	Es fundamental en medio ambiente/considerar en VM
27	41) Residuos de Subcontratistas	41	No se implementa en obras
	37) Sitios de tiro Autorizado	42	Fue importante en pandemia /actualmente está autorizado por el estado
28	38) Gráfica de Climatología	43	Debido al cambio climático se propone considerar en VM
	44) Seguimiento de Materiales + Impacto	44	No es práctico en obra (integrarlo en un solo concepto)
29	45) Mat. Certificados x Subcontratistas	45	
	46) Calificación de Proveedores	46	
30	47) Desempeño de Subcontratistas	47	Métrica o KPI I para incidencia
	48) Calificación de de Subcontratistas	48	Métrica o KPI I para incidencia
31	49) Cumplimiento de Capacitación	49	Métrica o KPI I para incidencia
	50) Planta de Ubicación de Personal	50	Métrica o KPI I para incidencia
32	53) Estado de Animo de Personal	51	Es un parametro cualitativo, difícil de dar seguimiento
	51) Desempeño de Personal	52	Métrica o KPI I para incidencia
	52) Rotación de Personal	53	Es un parametro difícil de dar seguimiento

Fuente: Elaboración Propia.

Posteriormente a la revisión, se eliminaron por consenso general, en tiempo real, los conceptos que no se implementan según la experiencia de los constructores y que no son parte fundamental de la metodología *Lean Construction*, quedando de la siguiente manera.

Tabla 40
Revisión de Focus Group para consensar el Modelo Bidimensional de Gestión Visual Versión Uno en México, Julio 2024

REVISIÓN DE FOCUS GROUP DEL MODELO BIDIMENSIONAL DE GESTIÓN VISUAL UNO DE LOS ESTUDIOS DE CASO EN MÉXICO			
Generales de las empresas		REVISIÓN	
No.P.	MODELO BIDIMENSIONAL DE GESTIÓN VISUAL	No.C	"FOCUS GROUP"
3	1) Misión, Visión, Metas y valores	1	SE ELIMINA POR CONSENSO
	2) Objetivos Estratégicos	2	SE ELIMINA POR CONSENSO
	3) Proyecto Ejecutivo (Constructivo)	3	SE ELIMINA POR CONSENSO
	4) Estructura de Desglose de Tareas (EDT/WBS)	4	SE ELIMINA POR CONSENSO
4	11) Planificación General (Plan Maestro)	5	LPS
	12) Planificación por Fases	6	MEJORES PRÁCTICAS
5	14) Planificación a Medio Plazo ("Lookahead") (4-8 semanas)	7	LPS
6	15) Planificación Semanal	8	LPS
7	16) Planificación Diaria	9	LPS
8	17) Avance Real vs. Presupuesto	10	MEJORES PRÁCTICAS
	19) Avance Programado vs. Avance Real	11	MEJORES PRÁCTICAS
9	20) Avance Programado-Avance Real- Presupuesto Cobrado	12	MEJORES PRÁCTICAS
10	13) Modelo BIM	13	SE ELIMINA (BIM)
11	22) Estandarización de Actividades	14	BASE LEAN
12	23) A3 Soluciones de Eventos (Causa-Raíz)	15	BASE LEAN
13	18) Identificación y Eliminación de Pérdidas	16	BASE LEAN
14	28) Control de Producción (Avance Físico)	17	MEJORES PRÁCTICAS
15	30) Kaizen "Mejora Incremental".	18	BASE LEAN
16	21) 5 S	19	BASE LEAN
17	29) TABLERO de control : Seguridad-Personal-Calidad-Entregas	20	SE ELIMINA ES REDUNDANTE CON OTRAS
18	24) Check Mat./ Sombras Almacén	21	CTOL INVENTARIO (ALMACEN) SE ELIMINA
	25) Control Espacio de Almacén (JIT)	22	CTOL INVENTARIO (ALMACEN) SE ELIMINA
19	26) Indicador (señalética de Inventario)	23	CTOL INVENTARIO (ALMACEN) SE ELIMINA
	27) Prototipo de estandarización constructiva	24	MEJORES PRÁCTICAS CONST-LEAN
20	31) Mapa de Riesgos	25	MEJORES PRÁCTICAS
	32) Riesgos Programados	26	SE ELIMINA
21	10) Tablero días sin accident Y 33) Número de Accidentes / tiempo perdido x accid.	27	MEJORES PRÁCTICAS CONST-LEAN
	34) Percepción de seguridad	28	SE ELIMINA
22	35) Tipos de Riesgos	29	SE ELIMINA
	10) Tablero días sin accident/ UNIR CON 33) Eliminar	30	ELIMINADO INCLUIDO EN TABLERO DÍAS SIN ACCIDENTES (10)
23	5) Señales Preventivas de Seguridad	31	MEJORES PRÁCTICAS
	6) Zonas Seguras	32	MEJORES PRÁCTICAS CONST-LEAN
24	7) Ubicación Equipo de Seguridad	33	MEJORES PRÁCTICAS CONST-LEAN
	8) Rutas de evacuación segura (5 S)	34	ELIMINADO INCLUIDO EN 5'S
25	9) Ruta peatonal y vehicular (5 S)	35	ELIMINADO INCLUIDO EN 5'S
	36) Incidentes Ambientales	36	SE ELIMINA
26	42) Reciclaje Ambiental	37	MEJORES PRÁCTICAS
	43) Gestión Derrame Líquidos	38	MEJORES PRÁCTICAS (INTEGRAR EN UN CONCEPTO)
27	39) Disminución Materiales que Contaminan	39	
	40) Prevención de Contaminación Ambiental	40	
28	41) Residuos de Subcontratistas	41	
29	37) Sitios de tiro Autorizado	42	MEJORES PRÁCTICAS (INTEGRAR EN UN CONCEPTO)
	38) Gráfica de Climatología	43	
30	44) Seguimiento de Materiales + Impacto	44	
	45) Mat. Certificados x Subcontratistas	45	
31	46) Calificación de Proveedores	46	MEJORES PRÁCTICAS
	47) Desempeño de Subcontratistas	47	MEJORES PRÁCTICAS
32	48) Calificación de Subcontratistas	48	MEJORES PRÁCTICAS
	49) Cumplimiento de Capacitación	49	MEJORES PRÁCTICAS
33	50) Planta de Ubicación de Personal	50	MEJORES PRÁCTICAS
	53) Estado de Animo de Personal	51	SE ELIMINA
34	51) Desempeño de Personal	52	MEJORES PRÁCTICAS
	52) Rotación de Personal	53	SE ELIMINA
SE ELIMINARON (18 CONCEPTOS)			

Fuente: Elaboración Propia.

A partir de las observaciones y la revisión, se depuró el Modelo Bidimensional de Gestión Visual para empresas promotoras constructoras de vivienda en México, eliminando 18 de los 32 conceptos. El resultado final, basado en los 32 estudios de caso realizados en diferentes ciudades, incluye un análisis de una encuesta, la información cruzada con una auditoría visual y una retroalimentación sobre el modelo ideal de Gestión Visual. Este modelo, validado mediante la metodología *focus group*, consta de 27 conceptos, respetando los principios de la metodología *Lean Construction*.

Tabla 41
Modelo Bidimensional de Gestión Visual validado por focus group en México - Julio 2024

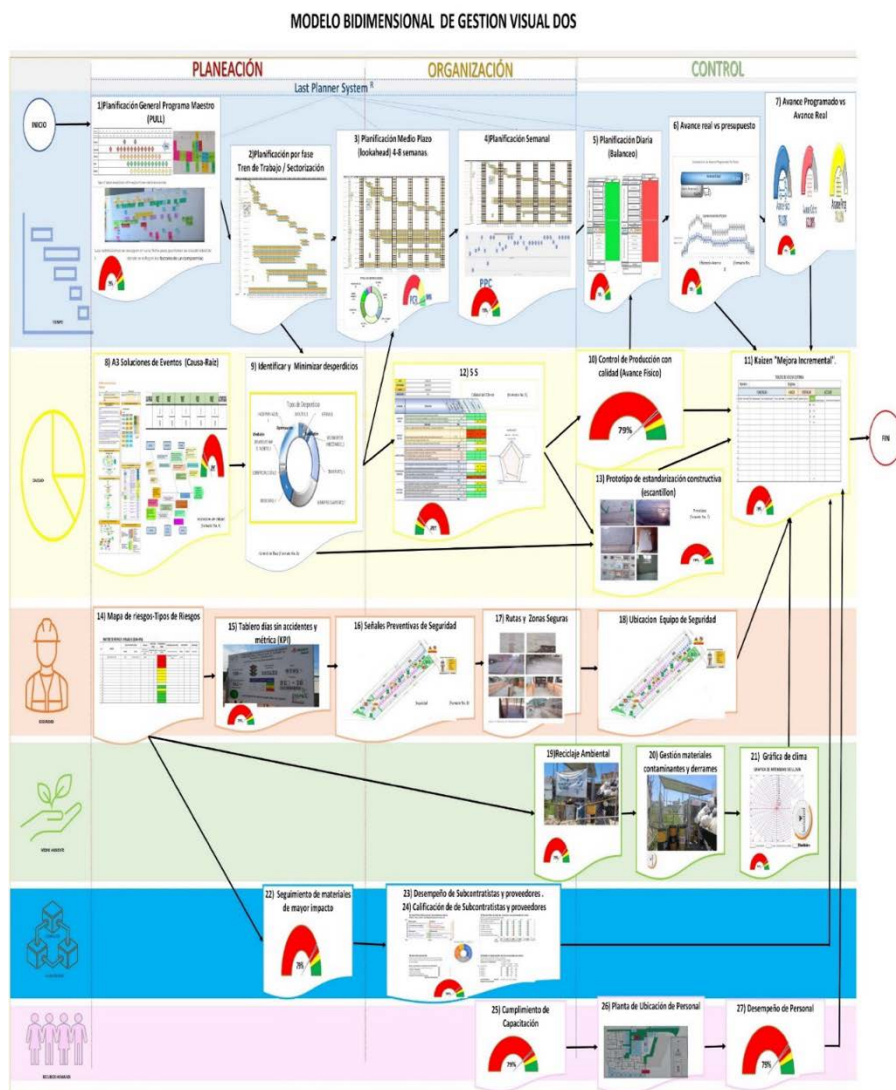
MODELO BIDIMENSIONAL DE GESTIÓN VISUAL VALIDADO CON METODOLOGÍA "FOCUS GROUP"		
DESCRIPCIÓN		
No C.	MODELO BIDIMENSIONAL VM FINAL	"FOCUS GROUP" VALIDACIÓN
1	1) Planificación General (Plan Maestro)	OK
2	2) Planificación por Fases	OK
3	3) Planificación a Medio Plazo ("Lookahead") (4-8 semanas)	OK
4	4) Planificación Semanal	OK
5	5) Planificación Diaria	OK
6	6) Avance Real vs. Presupuesto	OK
8	7) Avance del Presupuesto Programado-Avance Real- Cobrado	OK
1	8) A3 Soluciones de Eventos (Causa-Raíz)	OK
2	9) Identificar y Minimizar desperdicios	OK
3	10) Control de Producción con calidad (Avance Físico)	OK
4	11) Kaizen "Mejora Incremental".	OK
5	12) 5 S	OK
7	13) Prototipo de estandarización constructiva (escantillon)	OK
1	14) Mapa de Riesgos	OK
2	15) Tablero días sin accidentes y métrica KPI	OK
3	16) Señales Preventivas de Seguridad	OK
4	17) Rutas y Zonas Seguras	OK
5	18) Ubicación Equipo de Seguridad	OK
1	19) Reciclaje Ambiental	OK
2	20) Gestión materiales contaminantes y derrames	OK
3	21) Gráfica de clima	OK
1	22) Seguimiento de materiales de mayor impacto;	OK
2	23) Desempeño de Subcontratistas y proveedores	OK
3	24) Calificación de de Subcontratistas y proveedores	OK
1	25) Cumplimiento de Capacitación	OK
2	26) Planta de Ubicación de Personal	OK
3	27) Desempeño de Personal	OK

Fuente: Elaboración propia.

6.6 Modelo Bidimensional de Gestión Visual en México

El Modelo Bidimensional de Gestión Visual en México, resultado de los 32 estudios de caso realizados en diferentes ciudades y validado mediante la metodología *focus group*, se presenta a continuación en forma visual, utilizando un diagrama con imágenes.

Figura 36
Modelo Bidimensional de Gestión Visual Versión Dos en México - Julio 2024.



Fuente: Elaboración propia.

6.7 Recomendaciones prácticas

Las recomendaciones prácticas del Modelo Bidimensional de Gestión Visual en México deben ser aplicables al sector de promotoras y constructoras de vivienda. Esto implica analizar los procesos, indicadores, dispositivos, modelos, metodologías, señales, controles y herramientas que actualmente se aplican en la Gestión Visual a nivel mundial, con el objetivo de diseñar un modelo de Gestión Visual metodológicamente aplicable y replicable.

Según Medina (2024), director de operaciones de Toyota, el objetivo de la Gestión Visual es: “Lograr que el lugar de trabajo sea capaz de mostrar cuál es la situación actual, el flujo y la secuencia de trabajo, sin necesidad de explicación complementaria por parte del personal” (Jorge Medina, R&U Operations Director; en la web de Toyota).

El análisis, diseño y creación del Modelo Bidimensional de Gestión Visual en el proceso constructivo de obra permite gestionar visualmente sin necesidad de explicaciones adicionales:

- 1) El estado actual de la obra y la planificación del flujo del proceso constructivo, según el Modelo Bidimensional de Gestión Visual, están sustentados en la partida de tiempo, que incluye cinco conceptos basados en la metodología del *Last Planner System*.
- 2) La secuencia de ejecución de la construcción está representada por los conceptos 6 y 7, los cuales reflejan de un vistazo los avances programados, reales y cobrados.
- 3) El Modelo Bidimensional de Gestión Visual permite estandarizar y sistematizar el proceso constructivo en tres fases, según la Gestión Visual del proceso constructivo:

Planeación: Participan las partidas de tiempo, calidad, seguridad y cadena de suministros.

Organización: Participan las partidas de tiempo, calidad, seguridad, medio ambiente, cadena de suministros y recursos humanos.

Control de obra: Participan las partidas de tiempo, calidad, seguridad, medio ambiente, cadena de suministros y recursos humanos.

4) En su dimensión vertical, el Modelo Bidimensional de Gestión Visual permite integrar partidas y conceptos validados tanto por la experiencia constructiva como por la metodología *Lean Construction*. Con 27 conceptos, se visualizan tiempos del proceso, flujo continuo, avances de proceso, calidad y mejora continua, además de la seguridad del personal y de la obra. También implementa el cuidado del medio ambiente, involucra a la cadena de suministros y empodera al recurso humano, el activo más importante para las empresas promotoras constructoras.

5) El Modelo Bidimensional de Gestión Visual puede implementarse en las fases de producción de la obra, ya sea de forma vertical por sectorización o de forma horizontal por trenes de trabajo.

6) El diseño y análisis del Modelo Bidimensional de Gestión Visual permite identificar métricas o KPI's según la metodología *Lean Construction* de la siguiente manera:

En la partida de tiempo: PCR, PPC y desviación de avances.

En calidad: Solución de problemas A3, tipos de desperdicios, % de implementación de las 5S y % de calidad de producción.

En seguridad: % de riesgos y días sin accidentes.

En medio ambiente: % de reciclaje y gráfico de clima.

En cadena de suministros: % de desempeño y % de calificación de subcontratos y proveedores.

En recursos humanos: % de capacitación y desempeño del personal.

De acuerdo con el análisis de los 32 estudios de caso en 6 ciudades representativas, se observó que las ciudades del norte tienen un mayor avance. La implementación en su mayoría considera el *Last Planner System* y sus avances. Este Modelo Bidimensional de Gestión Visual agrega valor, permitiendo incrementar la eficiencia en calidad, optimizando la

seguridad, el medio ambiente, la cadena de suministro y los recursos humanos, lo que amplía la Gestión Visual para las empresas promotoras constructoras de vivienda.

6.8 Conclusiones

1) En el Modelo Bidimensional de Gestión Visual, dentro de los 32 estudios de caso realizados en seis ciudades, se llevó a cabo un análisis de retroalimentación por parte de los responsables de la obra, con el objetivo de identificar el modelo ideal según su experiencia en la construcción. Este proceso permitió desarrollar el Modelo Bidimensional de Gestión Visual ideal, integrando la experiencia de los constructores y detectando que algunas bases metodológicas de *Lean Construction* no fueron consideradas en su retroalimentación.

2) Los resultados cuantitativos y cualitativos del Modelo Bidimensional de Gestión Visual, según los constructores, delimitaron algunos procesos, indicadores, dispositivos, modelos, metodologías, señales, controles y herramientas que no estaban siendo contemplados. Por ello, se implementó la metodología de *focus group* para validar el modelo, asegurando que se mantuviera la coherencia y el enfoque de la filosofía *Lean Construction*.

3) El objetivo del *focus group* fue validar el Modelo Bidimensional de Gestión Visual. Su análisis cumplió con este cometido al depurar el modelo, considerando las bases de *Lean Construction* y logrando su viabilidad con 27 conceptos distribuidos en siete partidas. Esto resultó en la creación del Modelo Bidimensional de Gestión Visual para empresas promotoras constructoras de vivienda.

4) Concluimos que la metodología de análisis de estudios de caso permite obtener datos reales aplicados en sitio, es decir en obra, logrando obtener resultados particulares y generales que cruzando información permiten resultados con métricas tangibles y medibles de una propuesta de modelo bidimensional de gestión visual aplicado en obras para empresas promotoras constructoras de vivienda.

5) Este modelo bidimensional de gestión visual de acuerdo con el desarrollo de esta investigación cumple su justificación teórica con la aportación de partidas adicionales de acuerdo con la dirección de proyectos a nivel mundial y las tres fases administrativas para integrar un modelo bidimensional, además una justificación metodológica con un aporte de

considerar todas las tendencias investigadas de gestión visual e informes de gerencia de proyecto reales aplicada a la construcción y su justificación práctica fue aplicar la metodología de estudios de caso en 32 empresas y 6 ciudades con tres etapas (encuesta, auditoria visual y por experiencia constructiva) y que fue validado el modelo con un focus group de expertos para integrar la metodología *Lean Construction*. De esta forma se logró integrar un modelo bidimensional de gestión visual sostenible con aplicación a empresas promotoras constructoras de vivienda que fácilmente se puede trasladar a otras especialidades de la construcción, es decir, replicable, transparente y fácil de implementar.

Capítulo 7

Conclusiones y Recomendaciones

Esta investigación está centrada en la gestión visual de la obra. El Modelo Bidimensional de Gestión Visual que se ha desarrollado integra cuatro funciones clave que guían su diseño:

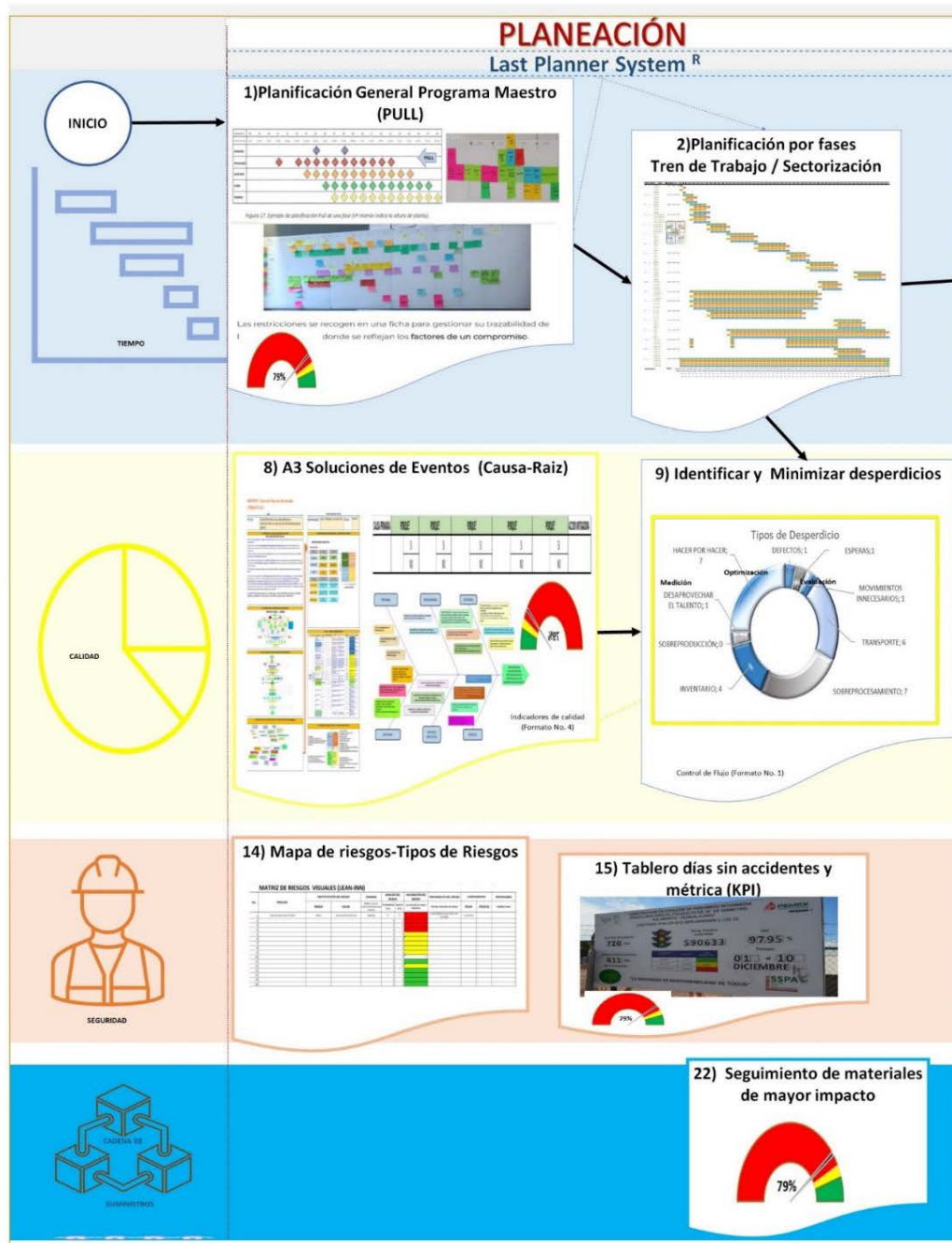
1. La revisión de investigaciones relevantes aplicadas a la gestión visual.
2. El proceso administrativo.
3. La incorporación de estándares internacionales en dirección de proyectos.
4. La consideración de la aplicación práctica en informes de gerencia de construcción.

La industria de la construcción de vivienda debe incorporar las mejores prácticas en sus procesos constructivos. Abarca aspectos clave como tiempo, calidad, seguridad, medio ambiente, cadena de suministros y recursos humanos. Esta investigación integra métricas con indicadores visuales que permiten detectar oportunamente restricciones y desperdicios, optimizar tiempos y conocer el estado actual del proyecto. Esto contribuye a mantener un flujo económico continuo y una secuencia de trabajo eficiente, con el objetivo final de incrementar la satisfacción del cliente.

En esta línea de investigación, se desarrolló un Modelo Bidimensional para gestionar la información mediante la Gestión Visual, basado en los principios de *Lean Construction*, aplicable a empresas promotoras y constructoras de viviendas en México, específicamente en el proceso constructivo. El diseño del modelo puede dividirse en tres etapas para su implementación, tal y como se ilustra en las siguientes Figuras 37, 38 y 39: Planeación, Organización y Control (Modelo VM).

En la etapa de **planeación** se consideran diversos aspectos clave. En cuanto a **tiempo**, se incluyen el Plan Maestro y la planificación por fases, que abarca el tren de trabajo y la sectorización. En el área de **calidad**, se aplican soluciones A3 para el análisis de causa-raíz y la identificación y minimización de desperdicios. En cuanto a **seguridad**, se implementan el mapeo de riesgos y el tablero de días sin accidentes. Finalmente, en la **cadena de suministro**, se realiza un seguimiento de los materiales de mayor impacto.

Figura 37
Modelo Bidimensional de Gestión Visual (Planeación) en México

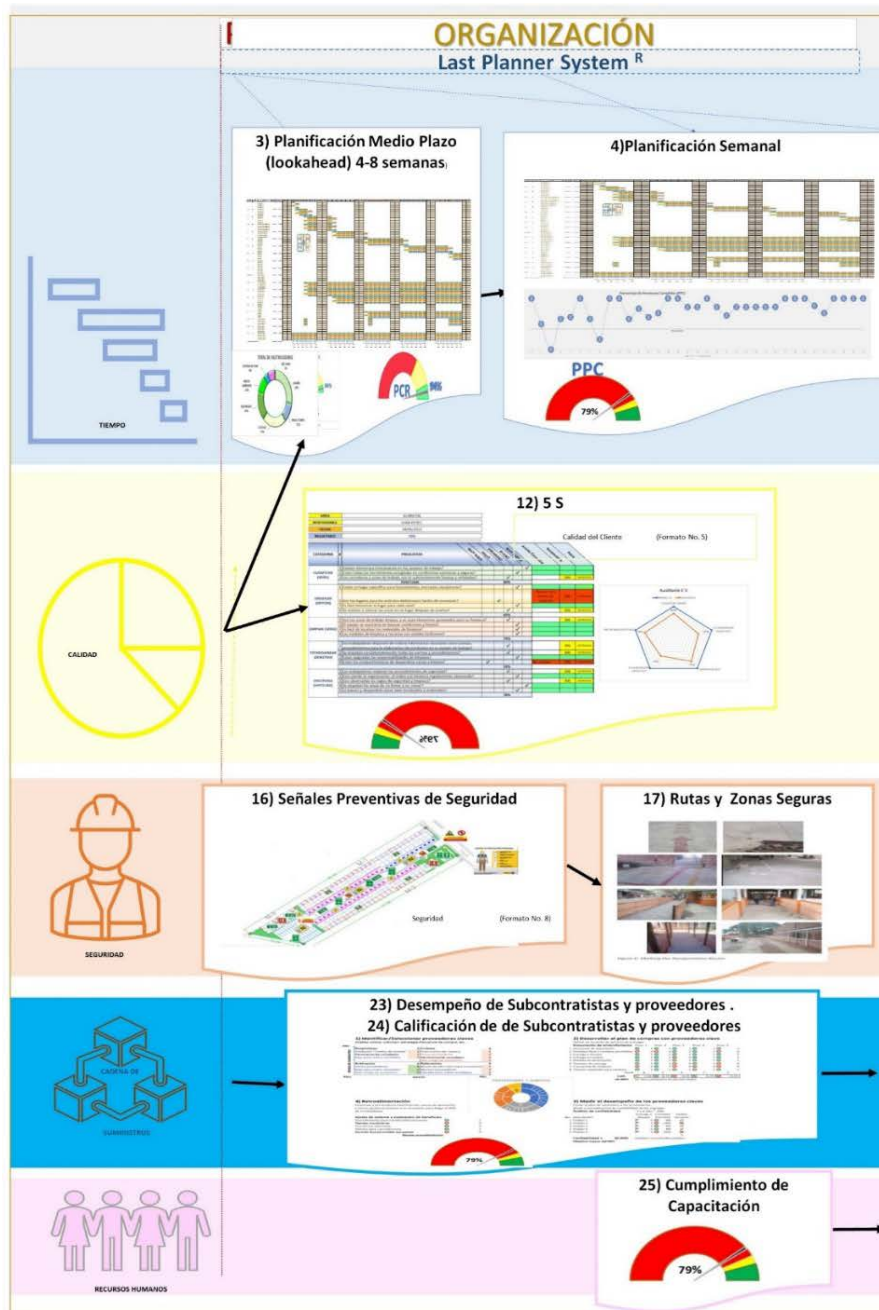


Fuente: Elaboración Propia.

En la etapa de **organización** se abordan diferentes áreas clave. En cuanto a **tiempo**, se aplican la planificación *look ahead* y la planificación semanal. En el ámbito de **calidad**, se

implementa la metodología 5S. Para garantizar la **seguridad**, se utilizan señales preventivas, mapeo de riesgos, así como la definición de rutas y zonas seguras. En la **cadena de suministro**, se evalúa el desempeño de los subcontratistas. Por último, en el área de **recursos humanos**, se asegura el cumplimiento de la capacitación.

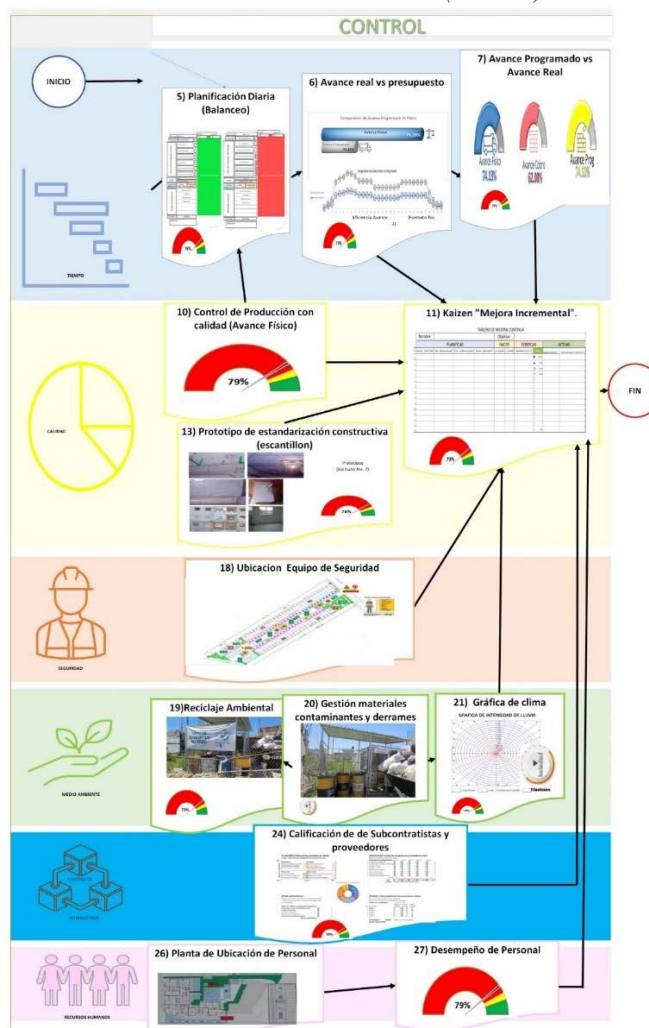
Figura 38
Modelo Bidimensional de Gestión Visual (Organización) en México



Fuente: Elaboración Propia

En la etapa de **control** se abordan varios aspectos importantes. En cuanto a **tiempo**, se incluyen la planificación diaria, el seguimiento del avance real versus el presupuesto y la comparativa de avances. En el área de **calidad**, se aplican el control de calidad del avance físico, la mejora continua y la creación de prototipos para la estandarización constructiva. En lo que respecta a **seguridad**, se consideran el reciclaje ambiental, la gestión de materiales contaminantes y derrames, y la elaboración de una gráfica de lluvia. En la **cadena de suministro**, se realiza la calificación de subcontratistas y proveedores. Finalmente, en el ámbito de **recursos humanos**, se elabora un plano de ubicación del personal y se evalúa su desempeño.

Figura 39
Modelo Bidimensional de Gestión Visual (Control) en México



Fuente: Elaboración Propia

Uno de los aspectos más importantes en el diseño del Modelo de Gestión Visual fue lograr que fuera bidimensional, lo que permite identificar las fases y partidas de cualquier proyecto de construcción. Este enfoque, basado en la metodología *Lean Construction*, facilita la medición del desempeño mediante ayudas visuales.

7.1 Cumplimiento de los objetivos

La Tabla 23 presenta los objetivos de esta investigación, junto con las metodologías empleadas para alcanzarlos y los capítulos donde se abordan. El primer objetivo analiza el estado del arte de la Gestión Visual en empresas promotoras constructoras de viviendas en México; se trata en el Capítulo 1. El segundo objetivo propone los indicadores estratégicos, tácticos y operativos de un Modelo de Gestión Visual; se aborda a profundidad en los Capítulos 2 y 3. El tercer objetivo aplica este modelo en estudios de caso en seis ciudades mexicanas, con los resultados expuestos en el Capítulo 4. Finalmente, el cuarto valida el modelo mediante la retroalimentación de expertos, abordado en el Capítulo 5 y 6.

Tabla 39
Capítulos en los que se dio cumplimiento a los objetivos de investigación

Objetivo	¿Como? Cumplimiento de objetivo	Capítulo
Analizar el estado del arte de la gestión visual aplicada en empresas promotoras constructoras de viviendas en México	La metodología aplicada en el análisis y diseño del estado del arte permitió alcanzar el objetivo considerando los modelos, herramientas, procesos, indicadores, dispositivos, metodologías, señales y controles propuestos por diferentes investigadores a nivel internacional. Esto incluyó la comparación, el cruce y la medición de dichos elementos, los cuales integran la gestión de la información de manera visual, aplicados específicamente en el sector de empresas promotoras y constructoras de viviendas	1
Proponer un modelo teórico que integre las funciones básicas de la gestión empresarial y la gestión de proyectos con indicadores visuales estratégicos, tácticos y operativos en empresas promotoras-	Se analizó, diseñó y desarrolló un Modelo de Gestión Visual teórico que integra las tres funciones básicas de la gestión de manera vertical, y las áreas de conocimiento de dirección de proyectos de forma horizontal, presentándolas visualmente en obra. Este Modelo Bidimensional implementa los indicadores visuales más importantes: estratégicos, como las funciones administrativas; tácticos, con partidas de dirección de proyectos a nivel internacional; y operativos, al considerar las mejores prácticas de gerencia de proyectos utilizadas por las empresas promotoras constructoras de vivienda. Su diseño es	2 y 3

Objetivo	¿Como? Cumplimiento de objetivo	Capítulo
constructoras de viviendas en México	factible, transparente y fácil de transmitir, lo que lo convierte en una herramienta sencilla y práctica para su aplicación en el sector de la construcción de viviendas	
Aplicar el modelo teórico a estudios de caso en cinco ciudades de México más representativas de promotoras constructoras de vivienda	Los resultados de la metodología de estudios de caso se aplicaron en 32 empresas de seis ciudades representativas de México utilizando el Modelo Bidimensional de Gestión Visual teórico para empresas promotoras y constructoras mexicanas. Se realizó una encuesta en línea sobre la propuesta del modelo, y las respuestas fueron verificadas mediante una auditoría visual <i>in situ</i> tipo Gemba. El desarrollo de esta metodología permitió obtener resultados cuantitativos y cualitativos importantes sobre el estado actual de la gestión visual a nivel de empresa, ciudad y, a nivel representativo del país, consolidando la información para identificar la gestión visual desde diversas perspectivas	4
Aplicar la retroalimentación de expertos para validar el Modelo de Gestión Visual en obras de empresas promotoras-constructoras de viviendas en México	Se aplicó la retroalimentación de expertos constructores en seis ciudades sobre el Modelo Bidimensional de Gestión Visual, utilizando imágenes para identificar las mejores prácticas aplicadas en la realidad de la construcción, como se presenta en el Capítulo 5. Posteriormente, se validó el Modelo Bidimensional de Gestión Visual mediante un grupo de expertos (<i>focus group</i>), cruzando la información obtenida de la encuesta, la auditoría visual y la experiencia de los constructores, con el fin de contrastar los datos, manteniendo la base metodológica de <i>Lean Construction</i>	5 y 6

Fuente: Elaboración Propia.

El resultado es un Modelo Bidimensional de Gestión Visual viable, transparente y fácil de replicar, que cumple con los requisitos universales de dirección de proyectos, control de gerencia de proyectos y la metodología *Lean Construction*. El diseño del modelo, durante su desarrollo, facilitó su consolidación al integrar los informes de control de gerencia de proyectos, los cuales permitieron reflejar la realidad de las obras en un Modelo de Gestión Visual.

7.2 Contribuciones de la Investigación

El Modelo Bidimensional de Gestión Visual, en su revisión bibliométrica y análisis del estado del arte, fue diseñado para aportar líneas de investigación aplicables a empresas promotoras y constructoras de vivienda. Esta investigación contribuye directamente al proceso constructivo en la industria de la construcción de viviendas en México. Los hallazgos obtenidos en el estudio de casos sugieren que este Modelo Bidimensional de Gestión Visual puede adaptarse como una herramienta general para otras especialidades de construcción, como puentes, presas, almacenes, bodegas y otras estructuras.

El Modelo Bidimensional de Gestión Visual tiene como aporte fundamental la consideración de un doble objetivo: ser fácil de aplicar de forma visual para presentar de un modo transparente los resultados. Este modelo utiliza las abscisas para representar las tres funciones de la gestión (planeación, organización y control) y las ordenadas para reflejar las áreas de conocimiento propuestas en la dirección de proyectos (tiempo, calidad, seguridad, medio ambiente, cadena de suministros y recursos humanos). De esta manera, ya sea en orientación vertical u horizontal, el modelo permite gestionar cualquier proyecto a nivel global.

El modelo propuesto pasó por diferentes etapas metodológicas basadas en estudios de caso. En la primera etapa, se aplicó una encuesta, cuyo hallazgo más relevante fue que, desde el punto de vista personal de los encargados de atender la línea de investigación, no siempre eran las personas idóneas para responder. Esto se debió a que algunos desconocían tanto la metodología *Lean Construction* como la Gestión Visual, e incluso el proceso de gestión de control interno de su propia empresa.

La segunda etapa consistió en la verificación visual en sitio. Los resultados obtenidos a través de la caminata Gemba revelaron discrepancias significativas: la realidad observada en las obras no coincidía con las respuestas dadas en las encuestas. En la tercera etapa, se presentó una propuesta preliminar del modelo de gestión visual, utilizando imágenes, para obtener retroalimentación de expertos en construcción sobre su aplicación práctica en situaciones reales. Esto generó un posible Modelo Bidimensional de Gestión Visual que resultó práctico,

pero requería validación para cumplir con los principios de la metodología *Lean Construction*.

Para garantizar la validez del modelo y minimizar sesgos, se integró un grupo de expertos internacionales bajo la metodología de *focus group*. Estos expertos contribuyeron a validar el Modelo Bidimensional de Gestión Visual final, el cual se diseñó considerando tanto los hallazgos de los estudios de caso como las diversas políticas organizacionales de control de las empresas, siguiendo la filosofía de *Lean Construction* de la siguiente manera. Primero las áreas de gestión administrativa se consideraron en forma espacial vertical aportando tres etapas:

1. Planeación. Es la etapa más importante al inicio de cualquier proyecto, ya que permite comprenderlo en profundidad y conformar un equipo de trabajo de alto rendimiento con una meta común: lograr un flujo continuo en el proceso y evitar desviaciones. Este enfoque busca resolver cuellos de botella o restricciones mediante una programación *pull* (de fin a inicio), en la que participan todos los especialistas involucrados. La meta es que todos los integrantes del proyecto comprendan el alcance, las actividades y los responsables. Además, esta etapa incluye la definición de cómo se llevará a cabo la construcción, ya sea por fases o mediante trenes de producción, dependiendo de si el proyecto corresponde a construcción vertical u horizontal.
2. Organización. Esta etapa corresponde a la gestión operativa previa al inicio de cualquier proyecto. En ella, es fundamental definir los objetivos o compromisos semanales en función del flujo continuo del proceso constructivo, lo que permite una comunicación eficiente y un desarrollo armónico y equilibrado del equipo de trabajo en sus diferentes áreas: técnica, administrativa y operativa. Todo esto se realiza con el objetivo de fomentar la mejora continua del proyecto.
3. Control. Durante esta etapa se gestiona el cumplimiento operativo del proceso constructivo del proyecto. Lo anterior se realiza a través de una planeación enfocada

a cumplir con compromisos cuyo seguimiento y monitoreo debe ser a partir de métricas del avance de los logros planteados en tiempo, presupuesto y cobro.

Segundo, se consideran las partidas adecuadas a la metodología Lean Construction y a los estándares internacionales de dirección de proyectos (*PMBOK*). Además, se incorporan algunas áreas no contempladas originalmente, adaptándolas a las mejores prácticas de control y gestión de proyectos. Estas se organizan de forma espacial y horizontal, divididas en seis etapas:

- 1) Tiempo: Incluye la gestión de la planeación en términos de tiempo, la organización del proceso constructivo y la etapa de control para monitorear el avance conforme a los plazos establecidos. Su objetivo es lograr un flujo continuo que permita finalizar el proyecto en tiempo y forma, promoviendo la mejora continua.
- 2) Calidad: Se enfoca en la calidad de la producción y el proceso, se aborda la solución de problemas desde su causa raíz e identificando oportunidades para minimizar desperdicios. Integra la metodología de las 5S y el uso de dispositivos para estandarizar, como escantillones, con el objetivo de alcanzar la calidad total dentro del esquema de mejora continua.
- 3) Seguridad: Se enfoca en los tipos de riesgos dentro del proyecto y el proceso constructivo, adiciona métricas e indicadores que acotan la seguridad de la obra como señalamiento preventivo, rutas y zonas seguras.
- 4) Medio ambiente: Esta partida, no contemplada en el *PMBOK*, aborda la gestión de procesos relacionados con el cuidado del medio ambiente. Incluye prácticas como el reciclaje, la gestión de derrames y materiales contaminantes, así como la implementación de métricas ambientales para monitorear su impacto.
- 5) Cadena de suministros: Esta partida, no contemplada en el *PMBOK*, gestiona el proceso de acompañamiento de la metodología Lean Construction, con el objetivo de

compartir y ampliar la visión con nuestros aliados comerciales, destajistas, subcontratistas y proveedores. Por ello, consideramos importante evaluar su desarrollo a lo largo del proceso de construcción, realizando un seguimiento de su desempeño y utilizando métricas de evaluación.

- 6) Recursos humanos: Gestiona el desarrollo, empoderamiento y seguimiento del recurso más importante de cualquier empresa: las personas. De acuerdo con la metodología Lean, son el corazón vital de la empresa, por lo que se considera fundamental realizar un seguimiento en cuanto a su capacitación, ubicación en la obra y desempeño.

Con el invaluable apoyo de las empresas participantes, se generó una sinergia ganar-ganar, con el objetivo de contribuir y aportar un informe del estado actual de implementación de Gestión Visual a la fecha del estudio para la empresa sin costo.

Una aportación cuantitativa parcial de la investigación de campo (estudios de caso), basada en una encuesta y verificación en sitio, consistió en conocer el estado actual de las empresas respecto al modelo de gestión visual propuesto. Esto incluyó el cálculo y la entrega del diagnóstico sobre el estado actual de la gestión visual en las empresas.

Otra aportación cualitativa en los estudios de caso fue proporcionar las fortalezas y oportunidades de las 32 empresas encuestadas, a través de una visita al sitio en forma de caminata Gemba. El propósito de esta visita fue obtener una perspectiva externa para ofrecer recomendaciones que contribuyan a la mejora continua de las empresas.

Otras contribuciones de esta investigación son las siguientes:

Relativas al diseño:

- El diseño del modelo ofrece dos dimensiones: primero, en forma vertical, la gestión administrativa; y segundo, en forma horizontal, las partidas de dirección de proyectos

a nivel internacional. Además, incluye partidas relevantes no consideradas anteriormente en otros modelos, así como conceptos de aplicación real en la gerencia y control de proyectos.

- El diseño del Modelo Bidimensional de Gestión Visual presenta de manera transparente y clara los indicadores visuales por etapa y fase de implementación, integrando el tiempo en el proceso constructivo.

Relativa a la aplicación práctica:

- La metodología de estudios de caso se aplicó en 32 obras de diferentes empresas promotoras constructoras de viviendas, se abarcaron diversos estratos económicos, tanto en viviendas horizontales como en departamentos verticales. Cuatro de los estudios de caso correspondían a la construcción de viviendas y edificios de hasta cuatro niveles, ambos de interés medio, utilizando distintos procesos constructivos, desde métodos artesanales hasta moldes de cimbra predimensionada por nivel. Todas las obras eran de nueva construcción. La contribución principal fue considerar, por primera vez, seis ciudades representativas de México para el diseño y análisis de la gestión visual con *Lean Construction* en proyectos de vivienda. Los resultados presentaron el estado actual de la gestión visual, expresado en forma porcentual, por ciudad.

Relativa a los resultados por ciudad:

- Los estudios de caso aportaron que Monterrey es la ciudad líder en la implementación de gestión visual, destacándose también por contar con la empresa que tiene la mayor métrica porcentual de gestión visual implementada.

Relativa a los resultados para el conjunto de México:

- Los resultados de los estudios de caso a nivel nacional aportaron una baja implementación de la gestión visual en las empresas promotoras constructoras de vivienda en general, con un porcentaje inferior al 20%.

Relativas al modelo validado con *Lean Construction* para México:

- El Modelo Bidimensional de Gestión Visual fue validado mediante la metodología de *focus group* para preservar las bases metodológicas de *Lean Construction*. Esta validación aportó una visión clara del modelo, destacando su facilidad de implementación y la capacidad de interpretar rápidamente los datos de forma visual, lo que permite conocer el estado actual de la obra, el flujo económico a lo largo del tiempo y la secuencia de los trabajos en el proceso constructivo.

El Modelo Bidimensional de Gestión Visual, de acuerdo con la filosofía de *Lean Construction*, puede ser representado conceptualmente mediante un diagrama tipo "casa" de gestión visual, siguiendo la filosofía adecuada del modelo propuesto. En este diagrama, la cimentación del modelo estará conformada por los pilares fundamentales de tiempo, calidad y seguridad. Las columnas estarán soportadas por dos aportaciones clave: el medio ambiente y la cadena de suministro, como elementos esenciales que permiten diferenciar el modelo. Finalmente, la losa representará el corazón de la metodología Lean: el recurso humano. Esto puede observarse en la Figura 40, que muestra el modelo conceptual de la gestión visual considerado para su implantación.

Figura 40
Modelo conceptual de la gestión visual considerado para su implantación

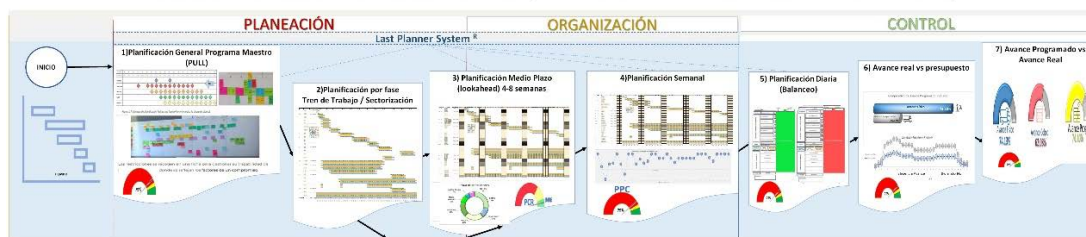


Fuente: Elaboración Propia.

Una aportación importante, derivada de los estudios de caso y el recorrido visual tipo Gemba en sitio, fue la detección de que el modelo también facilita la implementación por etapas del Modelo Bidimensional de Gestión Visual. Es decir, al alinearlos de forma horizontal, se puede gestionar por procesos en lugar de por resultados. La implementación puede iniciarse con la primera etapa, centrada en la partida de tiempo; la segunda etapa, en la partida de calidad; la tercera etapa, en seguridad; la cuarta etapa, en medio ambiente; la quinta etapa, recursos humanos y en la y la sexta y última etapa cadena de suministro. Cabe mencionar que, debido a las condiciones y la especialidad de cada obra, es posible implementar la partida más adecuada según la política de la empresa. En términos visuales, se puede observar la aportación de la implementación por etapas en la Figura 41, que ilustran las partidas de tiempo, calidad, seguridad, medio ambiente, cadena de suministro y recursos humanos.

Figura 41

Modelo Bidimensional de Gestión Visual considerado en todas sus etapas
MODELO BIDIMENSIONAL DE GESTION VISUAL DOS (IMPLEMENTACIÓN DE TABLERO TIEMPO -PRIMERA ETAPA)



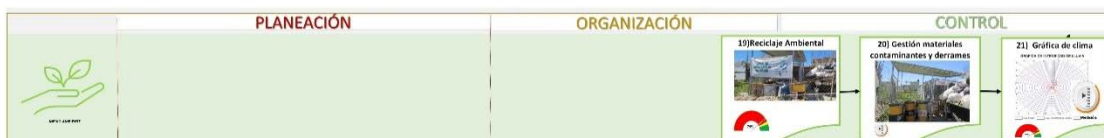
MODELO BIDIMENSIONAL DE GESTION VISUAL DOS (IMPLEMENTACIÓN DE TABLERO CALIDAD -SEGUNDA ETAPA)



MODELO BIDIMENSIONAL DE GESTION VISUAL DOS (IMPLEMENTACIÓN DE TABLERO DE SEGURIDAD -TERCERA ETAPA).



MODELO BIDIMENSIONAL DE GESTION VISUAL DOS (IMPLEMENTACIÓN DE TABLERO MEDIO AMBIENTE -CUARTA ETAPA)





Fuente: Elaboración Propia.

Se recomienda implementar las tres primeras etapas según las características observadas en los estudios de caso de las diferentes obras en México, y posteriormente ajustar las otras tres etapas de acuerdo con el proceso constructivo o la política de la empresa. Según lo observado, la mayoría de las empresas participantes están enfocadas en las partidas de tiempo y calidad.

La principal aportación de esta investigación es el desarrollo del diseño del Modelo Bidimensional de Gestión Visual, que incluye 27 herramientas visuales. Este modelo puede ser implementado o gestionado tanto por las áreas administrativas como por las fases de dirección de proyectos, con la opción de aplicar todo de forma general o particular, según la experiencia de los promotores constructores de vivienda.

La investigación aportó una visión estratégica del estado actual de la gestión visual en empresas promotoras constructoras de vivienda, de acuerdo con el modelo propuesto. Esto permite verificar la capacidad de la empresa para gestionar visualmente sus resultados y mejorar continuamente al medir sus avances. Se puede detectar que, según los estudios de caso, un 59.38% de las empresas han implementado el plan maestro. Otra aportación relevante es que el 62.50% de las empresas consideran el plan programado de forma semanal para gestionar sus resultados. Es decir, la empresa líder 1M aporta la integración de la metodología *Last Planner System*, sin considerar la parte contractual.

Las competencias de cada empresa y región son diferentes. Los resultados de esta investigación indican que se obtuvieron mejores desempeños en el norte del país, destacando la ciudad de Monterrey con el mayor promedio de implementación, 26.95%, seguida por la ciudad de Guadalajara con 18.87%. De acuerdo con la Figura 29, “Pirámide de objetivos organizacionales y jerarquía de objetivos” de Campero y Alarcón (2008), y como base para la Figura 42, “Etapas del diseño de clasificación dimensional en el tablero de mando integral (*Balanced Scorecard*)” de Kaplan y Norton (2004), se realizó un mapeo de estrategias que se complementan según el *Balanced Scorecard*. Este mapeo permite ampliar la visión y aterrizarla estratégicamente en objetivos, medidas, metas, iniciativas y presupuesto, como se muestra en la Figura No. 100, “Tablero de mando integral para el modelo de gestión visual”.

Figura 42
Tablero de Mando Integral para Gestión Visual
TABLERO DE MANDO INTEGRAL - GESTIÓN VISUAL

MAPEO DE ESTRATEGIAS		Balanced Scorecard			Plan de Acción	
		Objetivo	Medida	Meta	Iniciativa	Presupuesto
Perspectiva Interna	Gestión de Operación: Modelo de Gestión Visual	Acelerar el Desarrollo de Gestión Visual Lean	Tiempo	XX %	Implementación x consultor	\$XXXX
			Calidad	XX %	Implementación x consultor	\$XXXX
			Seguridad	XX %	Implementación x consultor	\$XXXX
			Medio Ambiente	X Meses	Implementación x consultor	\$XXXX
Perspectiva de Crecimiento y aprendizaje	Capital Humano: Cadena de Suministro y Fuerza laboral empoderada, Integrada, motivada, calificada y estable	Empoderar, capacitar y retener al personal	Cadena de Suministro	XX %	Implementación por consultor	\$XXXX
			Recursos humanos	XX %	Implementación por consultor	\$XXXX
TOTAL						\$XXXX

Fuente: Elaboración Propia.

7.3 Recomendaciones prácticas

La línea de investigación del Modelo Bidimensional de Gestión Visual identifica áreas de oportunidad no exploradas que pueden mejorar el sector de las empresas promotoras constructoras de vivienda mediante la implementación de este modelo. Esto incentivará a toda la industria a mejorar el desarrollo de sus empresas y la construcción de viviendas en México, transformando el entorno actual del proceso constructivo tradicional hacia un

proceso transparente y sistematizado de forma visual. Por lo tanto, las recomendaciones prácticas son las siguientes:

- Los promotores constructores de vivienda en México continúan buscando formas de incrementar sus ganancias mientras controlan los costos. Podrán aumentar sus utilidades si integran el Modelo Bidimensional de Gestión Visual en sus procesos constructivos, promoviendo la transparencia, el trabajo en equipo y el cuidado de la calidad, la seguridad y el medio ambiente.
- Implementar herramientas de gestión visual inmediatas, como el *Last Planner System*, en términos gráficos atractivos, con métricas de PCR y PPC, además de abordar desperdicios o mermas, la solución de problemas desde su causa raíz, un plan de mejora continua, la minimización de riesgos, y el control de desperdicios y subcontratos, entre otros. Estas herramientas permiten estandarizar y sistematizar los procesos en todas las obras de la empresa.
- Implementar herramientas prácticas básicas, como restricciones de acceso de seguridad, plantillas o prototipos, entre otras, que permitan estandarizar y sistematizar los procesos en todas las obras de la empresa.
- Homologación de las partidas y fases del proceso constructivo, logrando un modelo equilibrado que refleje un escenario de desempeño basado en indicadores visuales reales.

7.4 Limitaciones

El desarrollo del estudio, que incluyó la revisión bibliométrica, la encuesta, la auditoría visual y la experiencia constructiva del estudio de casos múltiples, permitió definir las métricas e imágenes visuales del Modelo Bidimensional de Gestión Visual. Sin embargo, estos resultados presentan una limitación muy importante: la investigación se ha realizado y aplicado en México. Por lo tanto, existe una laguna de conocimiento de la posible aplicación del modelo bidimensional de gestión visual en otros países:

- Para los países latinoamericanos creemos que es más fácil de implementar por su idiosincrasia más parecida a la mexicana. En cuanto a nuestros vecinos del norte Estados Unidos y Canadá se tendrá que probar y adecuar de acuerdo con sus prácticas profesionales en el ámbito de la industria de la construcción de vivienda vertical y horizontal. En el caso de la comunidad europea y asiática creemos que se tendrá que adecuar a sus costumbres y practicas operativas es decir a su industria de la construcción de viviendas vertical y horizontal.
- Es necesario identificar en cada país la normatividad para ajustar el modelo bidimensional de gestión visual el cual consideramos de acuerdo con la propuesta de Pareto que solo el 20%, se tendrá que ajustar debido a que se consideró las investigaciones y los avances de gestión visual de todos los países, las características de dirección de proyectos adecuadas a lean, las áreas administrativas de cualquier proyecto de ámbito internacional para la ejecución de obras de promotoras constructoras de vivienda en México con sus características particulares de gestión visual.
- Las limitaciones de implementar el modelo bidimensional de gestión visual pueden variar, en particular en Latinoamérica por ejemplo Perú, Chile, Brasil y Colombia será más fácil debido al conocimiento de la industria de la construcción con la metodología *Lean Construction* y Gestión Visual.
- En los demás países europeos, consideramos una aplicación por etapas horizontales, primero tiempo y calidad binomio indiscutible. Posteriormente seguridad y medio ambiente para terminar con recursos humanos y cadena de suministro.
- Para los países asiáticos debido a su cultura lean será fácilmente implementado.

Otra limitación es que el modelo bidimensional de gestión visual no se pueda implementar por falta de recursos económicos. En ese caso, hay que considerar que el modelo se puede implementar por áreas de gestión administrativa, es decir, se puede implementar la gestión visual por planeación, después la organización y al final el control. También se puede presupuestar de acuerdo con *balanced scorecard* y programar sus tiempos y montos de acuerdo con el flujo presupuestado.

Una limitación importante fue la resistencia de los promotores constructores a participar en los estudios de caso:

- En primer lugar, debido a barreras de seguridad (por la presencia de empresas de seguridad privada en los accesos).
- En segundo lugar, por la falta de una relación estrecha y colaborativa entre la Universidad y la iniciativa privada en México, lo que impide la implementación conjunta de líneas de investigación que generen un beneficio mutuo con aplicación práctica en la realidad operativa. Además, las cámaras de comercio a nivel estatal y nacional no están convencidas de que el ámbito académico pueda aportar soluciones tangibles en términos operativos.

Fue notable la limitación debido al desconocimiento de la metodología *Lean Construction* en las promotoras constructoras de vivienda a nivel nacional, a pesar de que ya se está implementando en otros países desde hace más de una década: Su aplicación a otros contextos internacionales del modelo bidimensional de gestión visual representa un gran reto en todas sus aristas: con las limitaciones económicas, de normatividad, socioculturales, idiosincrasia, diferentes procesos de construcción de cada país y otros. Lo que indica que se tendrá que ser específico para cada país filtrando partida y conceptos para hacer el análisis comparativo.

Otra limitación fue la perspectiva humana de los responsables en obra en México, quienes tendieron a crear escenarios mentales ideales fuera de la realidad operativa. Al contrastar estos escenarios con la realidad, se observó una desviación a la baja del 26.90%.

Otras limitaciones fueron de carácter geográfico, ya que el área limítrofe de las ciudades dificultó el traslado para cubrir posibles obras de un extremo a otro. Además el recurso humano fue otra limitación importante como informante clave del proceso.

7.5 Futuras líneas de investigación

El Modelo Bidimensional de Gestión Visual identificó diversas áreas de oportunidad que permitirán mejorar las condiciones en el sector de las empresas promotoras constructoras de vivienda. Las futuras líneas de investigación propuestas son:

- Las futuras e inmediatas líneas de investigación es hacer réplicas y validación del Modelo Bidimensional de Gestión Visual en diferentes países. Abren una brecha de posibilidades de investigación; primero, para saber cómo están en otros países en gestión visual y su validación; segundo, para poder comparar entre los diferentes

países, tercero buscar tendencias en los resultados; cuarta, para poder comparar con México en forma cualitativa y cuantitativa las fortalezas y debilidades de los diferentes países y sus culturas de gestión.

- Otra futura línea de investigación está relacionada con el capital humano, que hace este modelo para ser incluyente buscando la transparencia del personal y su participación como actor principal de la solución de problemas en forma operativa en todos los niveles.
- Otra propuesta es diseñar, analizar e implementar dispositivos tipo semáforo, conocidos en la metodología *Lean* como dispositivos tipo Andon, adaptados a las necesidades de la construcción (con diseño de uso rudo para obra). El objetivo de estos dispositivos es emitir señales visuales (rojo, amarillo y verde) y auditivas para generar alertas que identifiquen restricciones que impidan continuar el proceso constructivo a corto, mediano y largo plazo. Estas restricciones pueden estar relacionadas con aspectos como tiempo, calidad, seguridad, medio ambiente, cadena de suministro y recursos humanos, permitiendo retroalimentación para fomentar la mejora continua.
- También se sugiere crear o diseñar dispositivos prácticos visuales en obra para sistematizar procesos repetitivos y estandarizar procedimientos. Un ejemplo de esto son los escantillones rudos para puertas y ventanas, que ayudan a evitar variaciones y ajustes en las dimensiones. Existen muchas áreas en las que se puede sistematizar diversos procesos constructivos y de instalaciones en obra. Además, se podría mejorar la seguridad del personal mediante la implementación de señales visuales que contribuyan al orden, la estandarización y la sistematización de los procesos.
- Es necesario generar metodologías didácticas para la enseñanza de la gestión visual, con un enfoque paso a paso que integre una implementación teórica y práctica en el ámbito académico. Esto podría realizarse mediante maquetas o prototipos constructivos universales, que permitan integrar las fases administrativas y de gestión de proyectos. El objetivo es formar a los futuros ingenieros civiles en México y en el mundo en la aplicación de la gestión visual en proyectos de construcción.
- Otra futura línea de investigación es la adaptación del Modelo Bidimensional de gestión Visual a otras especialidades de la construcción: (1) a corto plazo, se podrían

implementar en naves industriales tradicionales y puentes; (2) a medio plazo, en infraestructura educativa, redes de drenaje, agua potable, gas, y redes carreteras y autopistas; y (3) a largo plazo, en proyectos como presas, aeropuertos, túneles, entre otros.

- Asimismo, se debe pensar en la implementación de un “software” en línea, en tiempo real y en la nube, que permita importar y exportar diferentes bases de datos para generar tableros gráficos atractivos en formato digital, accesibles desde dispositivos como laptops, tabletas y celulares. Este “software” incluirá métricas que proporcionen información sobre el estado actual de la obra, el flujo económico a lo largo del tiempo, la secuencia de los trabajos, así como diferenciadores visuales en áreas clave como calidad, seguridad, medio ambiente, cadena de suministros y recursos humanos, integrados de manera global por empresa. Los reportes visuales deberán poder escalarse a diferentes niveles, como centro de costo, empresa, país, ciudad, fraccionamiento, etapas, manzanas, lotes, prototipos, niveles y departamentos, para permitir una integración de resultados visuales en todos los niveles.
- Por último, se propone integrar la inteligencia artificial para sistematizar el Modelo de Gestión Visual mediante algoritmos que permitan leer cualquier programación de datos y presentarlos de manera visual, utilizando gráficas de métricas. Estos algoritmos interactuarían con *Lean Construction*, BIM y las partidas adecuadas del PMI, mostrando los procesos en tres dimensiones, desde el diseño, construcción, entrega y mantenimiento, todo dentro de la metodología *Lean Construction*. Este enfoque podría aplicarse a cualquier tipo de construcción en cualquier país.

Referencias Bibliográficas

- Aapaoja, A., & Haapasalo, H. (2014). The Challenges of Standardization of Products and Processes in Construction. In B. T. Kalsaas, L. Koskela, & T. A. Saurin (Eds.), *22nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction* (pp. 938–993). <http://iglc.net/Papers/Details/1067/pdf>
- Al-Sudairi, A. A., Diekmann, J. E., Songer, A. D., & Brown, H. M. (1999). Simulation of Construction Processes: Traditional Practices Versus Lean Principles. *7th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, 39–50. <http://iglc.net/Papers/Details/59/pdf>
- Areli Alvarez Arteaga. (2022). BIM + Lean: más necesarios que nunca. *Lean Construction México*, 0–9.
- Ballard, H. G. (2000). *THE LAST PLANNER SYSTEM OF PRODUCTION CONTROL* [A thesis submitted to the Faculty of Engineering of The University of Birmingham for the degree of DOCTOR OF PHILOSOPHY]. The University of Birmingham.
- Bamber, C., Sharp, J., & y Hides, M. (2000). “Desarrollo de sistemas de gestión hacia la fabricación integrada: una perspectiva de estudio de caso.” *Integrated Manufacturing Systems*, 11(7), 454–461.
- Barbosa, A. da S., & Costa, D. B. (2021). Productivity Monitoring of Construction Activities Using Digital Technologies: A Literature Review. *Proc. 29th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC)*, 707–716. <https://doi.org/10.24928/2021/0141>
- Barbour R, & Kitzinger J. (1998). “Desarrollo de investigaciones de grupos focales: Política, teoría y práctica.” SABIO.
- Barth, K. B., & Formoso, C. T. (2008). Improvement of Performance Measurement Systems Using Production Management Dashboards. In P. Tzortzopoulos & M. Kagioglou (Eds.), *16th Annual Conference of the International Group for Lean Construction* (pp. 769–780). <http://iglc.net/Papers/Details/547/pdf>
- Barth, K. B., Formoso, C. T., & Sterzi, M. P. (2019). Performance Measurement in Lean Production Systems: An Exploration on Requirements and Taxonomies. *Proc. 27th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC)*, 629–640. <https://doi.org/10.24928/2019/0266>
- Bascoul, A. M., & Tommelein, I. D. (2017). Visualizing daily on-site space use. *IGLC 2017 - Proceedings of the 25th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, 597–604. <https://doi.org/10.24928/2017/0258>
- Beck, T. y S. (1986). Uso de sesiones de grupos focales grupales antes de tomar decisiones. *Medicina de Carolina Del Norte.*, 47(2), 0.
- Bhandari, S., & Hallowell, M. R. (2021). Identifying and Controlling Biases in Expert-Opinion Research: Guidelines for Variations of Delphi, Nominal Group Technique, and Focus Groups. *Journal of Management in Engineering*, 37(3). [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000909](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000909)

- Bonache, J. (1999). *El estudio de casos como estrategia de construcción teórica: características, críticas y defensas*. (Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa, Ed.; Vol. 3).
- Bordin, M. F., Dall'Agnol, A., Dall'Agnol, A., Lantelme, E. M. V., & Costella, M. F. (2018). *Kaizen - Analysis of the Implementation of the A3 Reporting Tool in a Steel Structure Company*. 294–304. <https://doi.org/10.24928/2018/0265>
- Boyle, T. A. 'Scherrer-R. M. ', & 'Stuart, I. (2010). Learning to be lean: the influence of external information sources in lean improvements. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 22 (5), 587–603.
- Brady, D. A. (2014). *Using Visual Management To Improve Transparency in Planning and control in Construction*.
- Brady D.A. (2014). *Using Visual Management To Improve* [Doctor of Philosophy]. University of Salford, Manchester.
- Burrows D, & Kendall S. (1997). “Grupos focales: ¿Que son y cómo se pueden utilizar en la investigación de enfermería y atención médica?” . *Sociedad de Ciencia En Salud*, 3(1), 244–253.
- CANADEVI. (2022, January). *Cámara Nacional de Desarrollo de la Vivienda (CANADEVI)*. <https://Canadevi.Com.Mx/Vivienda.Html>. <https://canadevi.com.mx/vivienda.html>
- Caplan Stanley. (1990). *Uso de la metodología de grupos focales para el diseño ergonómico* (5th ed., Vol. 33).
- CEESCO. (2018). “*La evolución económica de los Países miembros de FIIC: 2017-2018.*” <https://www.cmic.org.mx/cmic/ceesco/2018>
- CEESCO*. (2021). *Análisis del Proyecto de Presupuesto de la Federación (PPEF) 2022*.
- CEESCO. (2021). *Situación y Perspectivas de la Industria de la Construcción 2021-2022*. <https://www.cmic.org.mx/ceesco/actividadproductiva/>
- CEESCO-CMIC. (2022). *Informe Nacional del Sector de la Construcción* .
- Chua, D. K. H., Kog, Y. C., & Loh, P. K. (1999). Critical success factors for different project objectives. *Journal of Construction Engineering and Management*, 125(3), 142–150. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(1999\)125:3\(142\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(1999)125:3(142))
- Collier/Evans. (2015). *Medir el desempeño en operaciones* . *Cengage Learning A05*, 5ta.
- Colorado Technical University. (18 C.E., March 21). *Updated Effective Goal Setting Tactics: How Students Can Set SMART Goals*. Colorado Technical University. www.coloradotech.edu/financial-aid/student-disclosures.
- Cristina Ayats. (2015). *LEAN: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN, Un cambio Necesario* (Editorial Circulo Rojo, Ed.; 1a ed.).

- De Marco, A. (2011). Project Management for Facility Constructions. In *Project Management for Facility Constructions*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-17092-8>
- Dickey, N. '. (2012, July 17). *Explaining the differences between one-way and two-way communication nad why two-way communication is important for the new communications network" Theories of Communication*. [Http:Natescommunication.Blogspot.Com/2012/07/Explaining Differences between One Way.Html](http://Natescommunication.Blogspot.Com/2012/07/Explaining%20Differences%20between%20One%20Way.Html).
- Dos Santos Marques, I. C., Theiss, L. M., Johnson, C. Y., McLin, E., Ruf, B. A., Vickers, S. M., Fouad, M. N., Scarinci, I. C., & Chu, D. I. (2021). Implementation of virtual focus groups for qualitative data collection in a global pandemic. *The American Journal of Surgery*, 221(5), 918–922. <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2020.10.009>
- Echavarria, J. (2015). *KPI's*.
- EXPOCIHAC- Infomarkets. (2022). *Perspectivas del sector de Vivienda en México en 2022*.
- Fernandes, N. B. de L. S., Valente, C. P., Saggin, A. de B., Brito, F. L., Mourão, C. A. M. do A., & Elias, S. J. B. (2016). Proposal for the Structure of a Standardization Manual for Lean Tools and Processes in a Construction Site. *24th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. <http://iglc.net/Papers/Details/1331/pdf>
- Formoso, C. T. , D. S. A. , P. J. A. (2002). An Exploratory Study on the Applicability of Process Transparency in Construction Sites. *Journal of Construction Research - World Scientific Publishing Company*, 3, 35–54.
- Galsworth, G. D. (1997). *Visual Systems: Harnessing the Power of Visual Workplace* (AMACOM, Ed.).
- Galsworth, G. D. (2005). *Visual Workplace: Visual Thinking* (Visual-Lean Enterprise Press, Ed.).
- Gao, S. P. S. (2014). *Lean Construction Management The Toyota Way*. Springer Science + Business Media Singapur.
- Gatti Bernadete A. (2012). *Grupo focal sobre investigación en ciencias sociales y humanidades* (Liber Livros, Ed.; Vol. 10).
- Greif, M. (1991). *The visual factory: building participation through shared information*. (I. Productivity, Ed.).
- Grupo Mexicano de Desarrollo s.a. de .c.v. (1998). *Informe de Control Gerencial GMD*.
- Gupta, A. P., Tommelein, I. D., & Blume, K. (2009). *Framework for Using A3s to Develop Shared Understanding on Projects People, Culture and Change* 545 *FRAMEWORK FOR USING A3S TO DEVELOP SHARED UNDERSTANDING ON PROJECTS*.
- Hiroyuky Hirano. (1995). *5 PILLARS OF THE VISUAL WORKPLACE- The Sourcebook for 5s Implementationn* (Productivity Pres, Ed.; English translation, Vol. 1).
- Ho y Cicmil. (1996). “Práctica japonesa de las 5S.” *The TQM Magazine*, 45–53.

- Hodge, G., Goforth Ross, K., J., & y Thoney, K. (2011). “Adaptación de los principios de producción ajustada a la industria textil”, Planificación y control de la producción. *Planificación y Control de La Producción*, 22(3), 237–247.
- Howell, G., & Ballard, G. (1998). Implementing Lean Construction: Understanding and Action. *6th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. <http://iglc.net/Papers/Details/46/pdf>
- IMAI., M. (1997). *GEMBA kaIZEN: A Commonsense, Low-Cost Approach to Management* (Mc Graw Hill, Ed.).
- IMSS. (2021). Ley del Instituto Mexicano del Seguro Social-IMSS. In <https://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/pdf/leyes/LSS.pdf>.
- INEGI. (2018). *INEGI*.
- INEGI. (2022). *INEGI - Cuéntame de México* . INEGI - Población.
- James P. Womack, D. T. J. D. R. (1990). *The Machine That Changed the World* (FREE PRESS, Ed.; 2007th ed.).
- “Jane Davison”, “Christine McLean” and “Samantha Warren.” (2012). Exploring the visual in organizations and management. *Emerald Group Publishing Limited 1746-5648*, 7(1), 5–15. <https://doi.org/DOI 10.1108/17465641211223528>
- Juan Felipe Pons, & Iván Rubio. (2019). *Lean construction y la planificación colaborativa -Metodología del last planner: Vol. 1a edición* (C. G. de la A. T. de España, Ed.; 1a ed.).
- Juan Felipe Pons, & Iván Rubio. (2021). *Lean construction-Las 10 claves del éxito para su implementación: Vol. 1a edición*. (Consejo General de la Arquitectura Técnica de España, Ed.; 1a ed.).
- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (2004). *MAPAS DE ESTRATEGIA*. www.bscol.com.
- Kobayashi, K., F. R., & y Gapp, R. (2008). “¿Estrategia de mejora empresarial o herramienta útil? Análisis de la aplicación del concepto 5S en Japón, Reino Unido y Estados Unidos”,. *Total Quality Management*, 19(3), 245–262.
- Koskela, L. (1992). *Aplicación de la Filosofía de la Nueva Producción a la Construcción. Informe Técnico #7*.
- Koskela, L. (2000). “Una exploración hacia una teoría de la producción y su aplicación a la construcción”. [Tesis Doctoral]. Centro de Investigación Técnica de Finlandia.
- Koskela, L., & Howell, G. (2001). Reforming Project Management: The Role of Planning, Execution and Controlling. In G. Ballard & D. Chua (Eds.), *9th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. <http://iglc.net/Papers/Details/147/pdf>
- Koskela, L., Tezel, A., & Tzortzopoulos, P. (2018). Why visual management? *IGLC 2018 - Proceedings of the 26th Annual Conference of the International Group for Lean Construction: Evolving Lean*

Construction Towards Mature Production Management Across Cultures and Frontiers, 1, 250–260.
<https://doi.org/10.24928/2018/0527>

Krueger, R. (2014). *Grupos focales: una guía práctica para la investigación aplicada*. (SABIO, Ed.).

Lean Academy de Toyota; Jorge Medina. (2022). *Visual Management: qué es y por qué es necesario*.
https://Blog.Toyota-Forklifts.Es/Visual-Management?_gl=1*1wak0wu*_ga*MTUyNjE3MjY4MC4xNjc1MTkyNDUy*_ga_393GCHVPN5*MTY3NjE0MzI3My41LjEuMTY3NjE0MzI5MC4wLjAuMA..*_ga_4R9EL54GDX*MTY3NjE0MzI3NC41LjAuMTY3NjE0MzI5MC4wLjAuMA..

LeanInn. (2021). Certificación Internacional Lean New Professional. In *Diplomado*.

Lee, N., & 'Kim, Y. (2008a). *A Conceptual Framework for Effective Communication in Construction Management: Information Processing and Visual Communication* (In Construction Research Congress 2018, Ed.).

Lee, N., & 'Kim, Y. (2008b). *A Conceptual Framework for Effective Communication in Construction Management: Information Processing and Visual Communication* (I. C. R. C. 2018, Ed.).

Liker, . J. (2004). *The Toyota Way: 14 Management principles from the World's greatest manufacturer* (McGraw-Hill, Ed.; 1a ed.).

Luna, Kevin. V. (2017). *INDICADORES DE DESEMPEÑO EN EMPRESAS PROMOTORAS CONSTRUCTORAS DE VIVIENDA: EL CASO DE MÉXICO* [TESIS DOCTORAL]. UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA.

Mahmood khalid. (2012). *Revisión del plan de estudios LIS mediante entrevistas de grupos focales de empleadores*. (Biblioteca Filosofía y Práctica., Ed.).

Mario Campero, & Luis Fernando Alarcón. (2018). *Administración_de_proyectos_civiles*.

Mastroianni, R., & y Abdelhamid, T. (2003). “El desafío: El ímpetu del cambio para la entrega de proyectos lean” (Actas de la 11.a Conferencia Anual del Grupo Internacional para la Construcción Lean, Ed.; pp. 22–24).

McKinsey and Company., Jonas Biörck, Jose Luis Blanco, Jan Mischke, Maria João Ribeirinho, David Rockhill, Erik Sjödin, & and Gernot Strube. (2020, May). How construction can emerge stronger after coronavirus. *This Article Was Written Collaboratively by the Global Leaders of the McKinsey Engineering, Construction and Building Materials Practice, a Group That Spans Different Regions and Segments McKinsey and Company.*, 1–8.

Merriam SB. (1998). *Investigación cualitativa y aplicaciones de estudios de casos en Educación*. (Jossey-Bass, Ed.).

Merrit Frederick, Ricketts Jonathan, & Loftin Kent. (2011). *Manual del Ingeniero Civil: Vol. 2 tomos* (McGraw Hill / Interamericana editores s.a de c.v., Ed.; Tercera edición). 2011.

- Mincks Williams, & Johnston Hal. (2021). *Gestión del lugar de trabajo de construcción* (Cengage Aprendizaje EMEA. Obtenido de <https://www.perlego.com/book/2774614/construction-jobsite-management-pdf> (Trabajo original publicado en 2021), Ed.; Vol. 64). <https://doi.org/10.1136/adc.64.6.798>
- Montes, M. V., Ponce, M. E., Falcón, R. M., & Ramírez-de-Arellano, A. (2017). Aproximación a la gestión económica integral de las obras por procesos productivos: Elaboración del modelo COP de control de costes de construcción. *Informes de La Construcción*, 69(548), 1–11. <https://doi.org/10.3989/ic.16.121>
- Murray, M. , & L. D. (2003). *Construction Reports*.
- Organization Constructing Excellence T 0845 605 55 56. (2004, October 28). Construcción ajustada. *Publicado Por Constructing Excellence*, 0–4.
- Paul G. Ranky. (2007). Eighteen “monozukuri-focused” assembly line design and visual factory management principles with DENSO industrial examples. *Emerald Group Publishing Limited [ISSN 0144-5154*, 27(1), 12–16. [https://doi.org/\[DOI 10.1108/01445150710724649\]](https://doi.org/[DOI 10.1108/01445150710724649])
- Ranky, P. (2007, December 16). Eighteen “monozukuri-focused” assembly line design and visual factory management principles with DENSO industrial examples. *Department of Industrial and Manufacturing Engineering and IT Departments, New Jersey Institute of Technology (NJIT/MERC), Multi-Lifecycle Engineering Research Center, Newark, New Jersey, USA*, 12–17. [https://doi.org/\[DOI 10.1108/01445150710724649\]](https://doi.org/[DOI 10.1108/01445150710724649])
- Richardson, C. A., & Rabiee, F. (2001). A Question of Access: An exploration of the factors that influence the health of young males aged 15 to 19 living in Corby and their use of health care services. *Health Education Journal*, 60(1), 3–16. <https://doi.org/10.1177/001789690106000102>
- RLOPySR. (2010). Reglamento de la Ley de Obra Públicas y Sevicios Relacionados con las mismas. In *Diario oficial de la Federación* (Reglamento; pp. 1–129). Cámara de Diputados del H. Congreso de la Union. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LOPSRM.pdf
- Robert K Yin. (2003). *Case study research: Design and methods* (Sage Publications, Ed.; Third).
- Rufilanchas, F. (2018, October). Más ágiles, veloces y adaptables. *Executive Excellence: La Revista de Liderazgo, La Gestión y La Toma de Decisiones* No.158, 29–29. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6703466>
- Samuelsson, P. (2006). *Medición integrada y evaluación del desempeño en grandes organizaciones: el caso de una empresa constructora sueca* [Economía y gestión de la edificación.]. Universidad Tecnológica de Chalmers.
- Santos, A. Formoso, & y Tookey JE. (2002). Expanding el significado de la estandarización dentro de los procesos de construcción. *La Revista TQM*, 25–33.

- Secretaria de Hacienda. (2019). ESTRATEGIA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL MODELADO DE INFORMACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN (MIC) EN MÉXICO. In *Subsecretaria de egresos - Unidad de inversiones* (pp. 0–25).
- Sir John Egan., M. R. I. G. S. B. M. A. P. A. M. S. N. M. P. D. J. D. G. D. W. (1998). *Egan Report Rethinking Construction*.
- Stake, R. E. (1995a). *The Art of Case Study Research*. (SAGE Publications, Ed.).
- Stake, R. E. (1995b). *The art of case study research* (Sage Publications, Ed.).
- Suárez-Barraza, M., & y Ramis-Pujol, J. (2012). “Un estudio exploratorio de las 5S: un estudio de casos múltiples de organizaciones multinacionales en México.” *Asian Journal on Quality*, 13(1), 77–99.
- Sussex.Gadde L.-E., & Håkansson H. (2001). West Sussex. In John Wiley & Sons Ltd (Ed.), *Supply Network Strategies*.
- Swanborn, P. (2010). *Case Study Research: What, Why and How?* SAGE Publications, Inc. <https://doi.org/10.4135/9781526485168>
- Tam VWY, Tam, C., Zeng SX, & Ng WCY. (2007). “Hacia la adopción de la prefabricación en la construcción.” *Edificación y Medio Ambiente*, 42, 3642–3654.
- Tena Parera Daniel. (2018). Metodos y técnicas de investigación en relaciones Públicas y Publicidad. *Questions Publicitarias* , 1(21), 33–36.
- Tezel A. (2011). *Visual Management: An Exploration of the concept and its implementation in Construction* [Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements of the Degree of Doctor of Philosophy.]. University of Salford.
- Tezel, A. and A. Z. (2016). Visual Management/ Visual Controls Implementation Pilot: 5S in Highways Construction and Maintenance. *Higways England*.
- Tezel, A., Koskela, L. J., Tzortzopoulos-Fazenda, P., Formoso, C. T., Alves, T., Neto, B., Viana, D., & Mota, B. (2010). PROCESS TRANSPARENCY ON CONSTRUCTION SITES: EXAMPLES FROM CONSTRUCTION COMPANIES IN BRAZIL. In K. Walsh & T. Alves (Eds.), *18th Annual Conference of the International Group for Lean Construction* (pp. 296–302). <http://iglc.net/Papers/Details/693/pdf>
- Tezel, A., Koskela, L., Tzortzopoulos, P., Koskenvesa, A., & Sahlstedt, S. (2011). An examination of visual management on finnish construction sites. *19th Annual Conference of the International Group for Lean Construction 2011, IGLC 2011*, 115–124.
- Tezel “Koskela L.J.” and “Tzortzopoulos P.,” B. A. ’. (2010). *Visual management in construction: Study report on Brazilian cases*.
- Valente’. C., Brandalise, F. ’, Pivatto, M. ’, & Formoso, C. ’. (2017). Guidelines for devising and assessing visual management systems in construction sites. *IGLC 2017 - Proceedings of the 25th Annual*

Conference of the International Group for Lean Construction, 695–702.
<https://doi.org/10.24928/2017/0095>

- VARELA-RUIZ, M., & ; HAMUI-SUTTON, A. (2013). “La técnica de grupos focales”,. *Investigación En Educación Médica*, 2(5), 55–60.
- Viana, D., Formoso, C., Wesz, J., & Tzortzopoulos, P. (2014). The Role of Visual Management in Collaborative Integrated Planning and Control for Engineer-to-Order Building Systems. In B. T. Kalsaas, L. Koskela, & T. A. Saurin (Eds.), *22nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction* (pp. 775–786). <http://iglc.net/Papers/Details/1074/pdf>
- Villarreal, O. , y L. J. (2010). Case study as a methodology of scientific research in business economics and management. An application of the internationalisation. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de La Empresa (IEDEE)*, 16(3), 31–52.
- Wood, J. T. '. (2009). *Communication in Our Lives* (Wadsworth/Thompson, Ed.; 5Th Edition).
- Xavier Coller. (2005). *Estudio de casos -Volumen 30 de Cuadernos Metodológicos* (Centro de Investigaciones Sociológicas, Ed.; Vol. 30).
- Yamal Chamoun. (2002). *Administración profesional de proyectos-La guía* (McGraw-Hill, Ed.; Primera edición).
- Zutshi, A., & y Sohal, A. (2005). “Sistema de gestión integrado: las experiencias de tres organizaciones australianas.” *Journal of Manufacturing Technology Management*, 16(2), 211–232.

Anexos. Modelo de cuestionario.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

BELÉN PICÓ SIRVENT, PRESIDENTA DEL COMITÉ DE ÉTICA EN
INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

HACE CONSTAR: que el Comité de Ética en Investigación de esta universidad, en sesión celebrada el 27 de febrero de 2024, tras evaluar el proyecto de investigación **"LA GESTIÓN VISUAL EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN: EL CASO DEL SECTOR INMOBILIARIO EN MÉXICO"** (P12_27-02-2024), cuyo investigador principal es el Dr. Eugenio Pellicer, ha decidido informarlo favorablemente.

MARIA
BELEN|PICO|
SIRVENT

Firmado digitalmente por MARIA BELEN|PICO| SIRVENT
Fecha: 2024.03.01 14:36:49 +01'00'

Fdo. Belén Picó Sirvent

Nota: Este CEI le recuerda que en caso de tratarse de un producto sanitario requerirá de la aprobación de la AEMPS y de un Comité de Ética de Investigación con Medicamentos.

Encuesta del estado actual de la Gestión Visual en empresas Promotoras Constructoras de Vivienda.

Estimados participantes,

Agradecemos su participación en esta encuesta sobre la aplicación de la gestión visual en empresas promotoras constructoras de vivienda en México, para conocer su estado actual e implementar un modelo de acuerdo con las características particulares de México en la industria de la construcción, con la metodología lean.

Nos comprometemos a cumplir la Ley federal de protección de datos personales en posesión de los particulares y sus reformas de México, para salvaguardar la privacidad y seguridad de su información. Además, el tratamiento, la comunicación y la cesión de los datos de carácter personal de todos los participantes se ajustará al cumplimiento del Reglamento UE 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo de 27 de abril de 2016 relativo a la protección de las personas físicas en cuanto al tratamiento de datos personales y la libre circulación de datos, siendo de obligado cumplimiento a partir del 25 de mayo del 2018 y a la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales.

Los datos e información recopilados en esta investigación tienen como único propósito fines científicos por parte de investigadores de la Universidad Politécnica de Valencia, el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey y la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Los datos personales son absolutamente confidenciales, tanto en cuanto a su uso académico como a la difusión pública de los mismos. Adicionalmente, este estudio ha sido supervisado por el Comité de Ética de la Universidad Politécnica de Valencia. Esta investigación no está financiada por ninguna institución pública ni privada.

No duden en contactarnos a los correos en caso de que tengan alguna duda sobre el cuestionario o el proyecto de investigación:

Email: fernando.lazcano@correo.buap.mx; fdlazher@doctor.upv.es
angeldaniel.garciamora@alumno.buap.mx; angel.garciamora@viep.com.mx

¡Muchas gracias por su colaboración!

Consentimiento Informado:

Sí, acepto participar

No, declino participar

Datos generales de la empresa:

Nombre comercial de la empresa (Opcional):

Número de empleados:

Antigüedad de la empresa:

Construcción de tipo de vivienda (puede elegir más de una):

Vertical

Horizontal

Porcentaje de obras construidas fuera de México (Internacionalización):

¿En qué estados realiza construcción de vivienda?

Datos del encuestado:

Cargo que ocupa:

Nivel académico:

Años de experiencia:

Aplicación de la Gestión Visual en la construcción de vivienda

General:

1. ¿Conoce la filosofía de Lean Construction “Construcción Ajustada”? Sí, No.
2. ¿Conoce o implementa las herramientas de gestión visual en su trabajo diario en la obra? Sí, No.

Preconstrucción

3. ¿El personal puede identificar visualmente la misión, visión, objetivos, estrategias y valores de la empresa, en la obra que se está desarrollando? Sí, No.

Tiempo

4. ¿El programa de obra se considera de forma visual, para que todo el personal de obra lo conozca? Sí, No.

5. ¿Visualmente identifican los problemas o cuellos de botella, para evitar retrasos en el tiempo, del flujo de proceso constructivo y su seguimiento? Sí, No.

6. ¿La gráfica del avance físico de obra, se encuentra visible para todo el personal? Sí, No.

7. ¿Utilizan herramientas visuales, para el comparativo del avance físico contra el programado para todo el personal? Sí, No.

8. ¿Utilizan herramientas visuales para comparar, lo estimado (pagado) contra el avance físico real para todo el personal? Sí, No.

9. ¿El Modelado de la Información para la Construcción (BIM), visualmente lo utiliza todo el personal? Sí, No.

Calidad

10. ¿La estandarización visual de procesos constructivos, son implementados por el personal en el desarrollo de su obra? Sí, No.

11. ¿Se alienta al personal en la obra, a resolver visualmente los problemas desde su causa-raíz?
Sí, No.

12. ¿Visualmente tienen implementado como identificar y minimizar los desperdicios, para que lo conozca todo el personal de obra? Sí, No.

13. ¿Visualmente la forma de verificar la calidad en todos sus procesos constructivos los conoce todo el personal para evitar retrabajos? Sí, No.

14. ¿La empresa en forma gráfica, tiene un plan de mejora continua que conoce todo el personal de obra? Sí, No.

15. ¿La implementación de la metodología de 5's en forma visual, la conoce todo el personal de la obra? Sí, No.

16. ¿La información visual de situación diaria de seguridad, personal, calidad y entregas, se encuentra en un lugar estratégico y está actualizado? Sí, No.

17. ¿Implementas sistemas visuales para controlar materiales, que se tienen en el inventario en la obra? Sí, No.

18. ¿Utilizas indicadores visuales tipo bandera u otro medio, que permiten la identificación e inventario de materiales en la obra? Sí, No.

19. ¿Implementas visualmente en obra prototipos, dispositivos, escantillones u otros medios, basado en su propia experiencia, que permiten estandarizar y sistematizar procesos, que comparten con todo el personal de obra? Sí, No.

Seguridad

20. ¿Gráficamente identificas los tipos de riesgos en la obra, que permite que lo conozca todo el personal? Sí, No.

21. ¿La empresa visualmente tiene implantado un tablero, que indica cuantos días sin accidentes han transcurrido durante el proceso de la obra? Sí, No.

22. ¿La empresa planifica visualmente las señales preventivas, señales de riesgos de accidentes en los procesos constructivos, zonas seguras en caso de sismo y la ubicación estratégica de los equipos de seguridad, que conoce todo el personal de obra? Sí, No.

23. ¿La empresa implementa visualmente las rutas de evacuación segura, rutas peatonales y vehiculares; además de evaluar la percepción de seguridad de todo el personal de obra? Sí, No.

Medio ambiente

24.- ¿Presentas Visualmente la gestión integral ambiental para todo el personal de obra? Sí, No.

25. ¿Visualmente la empresa identifica la prevención ambiental, el reciclaje y la disminución de materiales contaminantes, para que lo conozca todo el personal de obra? Sí, No.

26. ¿Gráficamente en obra mitiga el daño ambiental (sitios autorizados de tiro, minimizar los líquidos contaminantes y evitar tirarlos directamente al suelo), para que lo conozca todo el personal de obra? Sí, No.

Cadena de suministro

27. ¿La empresa visualmente considera la calificación de proveedores, destajistas, subcontratistas y su desempeño para conocimiento de todo el personal de obra? Sí, No.

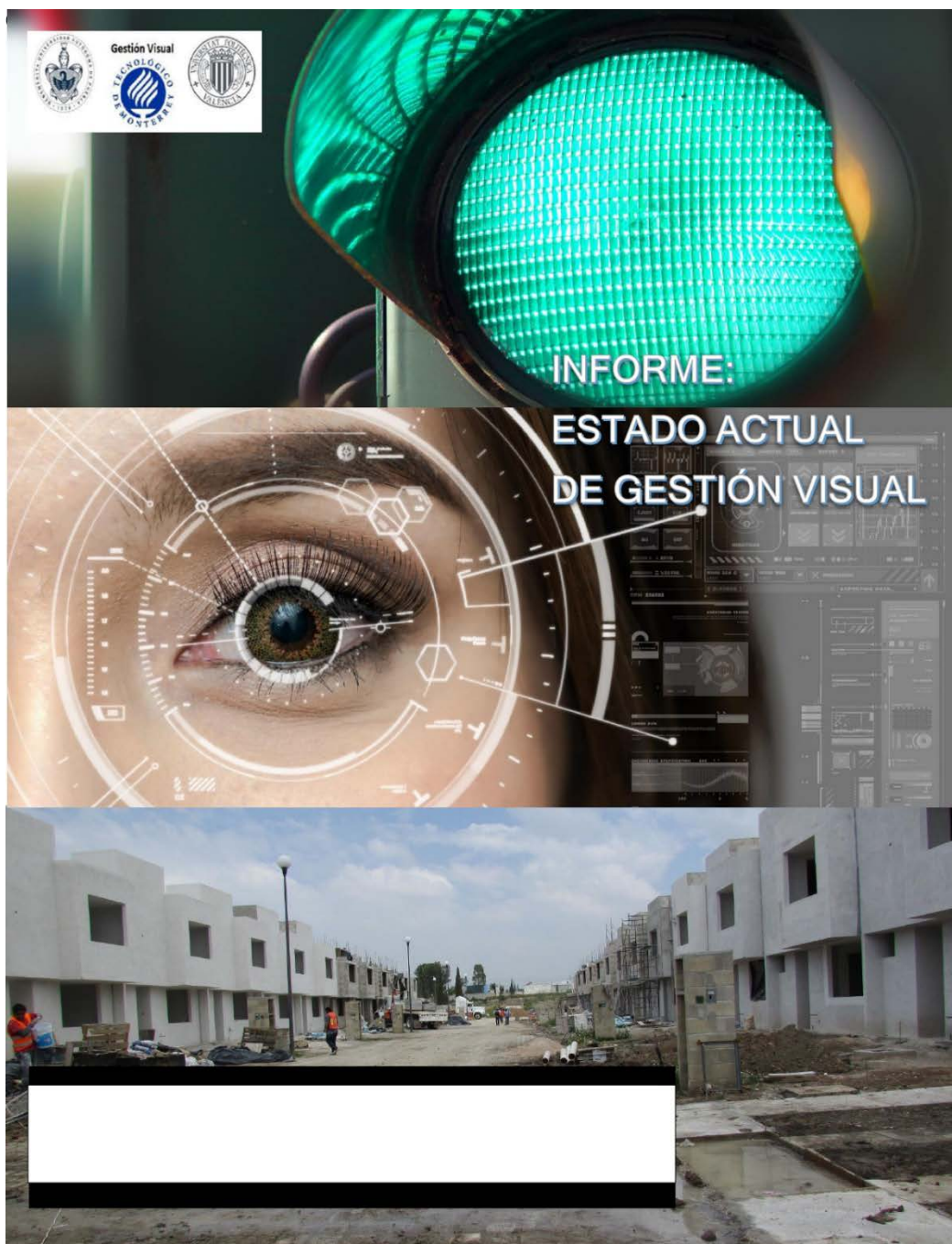
Recursos humanos

28. ¿Visualmente tiene implementado, como ubicar al personal en la obra y como motivarlo para evitar el ausentismo? Sí, No.

29. ¿Gráficamente tiene implementado, como identificar al personal con incapacidad y su estado de ánimo, que se comparte con todo el personal de obra? Sí, No.

30. ¿Implementa sistemas visuales, para determinar el indicador de rotación de personal, capacitación y desempeño del personal en un lugar visible? Sí, No.

Anexo Modelo de Informe tipo .



Informe: Estado actual de Gestión Visual



Introducción:

Este trabajo pretende hacer sinergia entre la parte académica - empresa, es parte de una línea de Investigación, a nivel doctorado de la Universidad Politécnica de Valencia, España.

Con el título "Gestión visual en empresas promotoras constructoras de vivienda caso: México" participan el Dr. Eugenio Pellicer Armiña de la Universidad Politécnica de Valencia, en la dirección de tesis, el Dr. Salvador García Rodríguez del Tecnológico de Monterrey, campus Monterrey, con la codirección, y el doctorando M. en I. Fernando D. Lazcano Hernández como responsable y líder del equipo de Investigación.

El **objetivo** de esta investigación reside en un modelo de gestión visual teórico general, sometido a la experiencia profesional de los expertos constructores de vivienda, a nivel nacional.

Se consideran 5 estados representativos: Puebla, Ciudad de México-Estado de México, Querétaro, Guadalajara, y Monterrey.

El desarrollo de esta investigación se divide en dos etapas:

La primera es la investigación de campo, con una encuesta y verificación en sitio, para conocer el **estado actual** en que se encuentran las empresas, con respecto al modelo de gestión visual propuesto, entregando el diagnóstico del estado actual de la gestión Visual de la empresa.

La segunda es proporcionar las fortalezas y oportunidades de la empresa encuestada, con el propósito de implementar el modelo de gestión visual en su empresa. Solicitando el acceso a sus datos base para diseñar el modelo, con el objetivo de adecuarlo a la industria de construcción de vivienda en México.

Con el invaluable apoyo de las empresas participantes, pretendemos generar una alianza ganar-ganar, la empresa tendrá sin costo, un modelo de control de gestión visual. Que permita estandarizar sus procesos, sistematizarlos en forma visual, logrando incrementar sus beneficios económicos y una mejor calidad de la entrega de viviendas. Disminuyendo sus costos de postventa, de esta manera lograremos una Industria de construcción de vivienda más competitiva, por el bien de nuestro país.



Gestión Visual



Estado actual de gestión visual

En septiembre, nos autorizaron levantar la encuesta del modelo de gestión visual en la obra del fraccionamiento

Puebla, Puebla, con una encuesta-entrevista con el residente de obra.

El modelo contempla diferentes etapas de acuerdo con la filosofía Lean Construction (construcción ágil), en forma bidimensional:

En la parte vertical, las etapas administrativas: planeación, organización, control y dirección.

En forma horizontal de acuerdo con la metodología del Project Management Institute (Instituto de Dirección de Proyectos) adaptado a los principios Lean: se consideró el Tiempo, Calidad, Seguridad, Medio ambiente, Cadena de suministro y Recursos humanos, en forma internacional.

Este modelo está acotado al proceso de construcción o producción, en obra verificamos visualmente las preguntas para ratificar los datos levantados.

Diagnostico:

En la entrevista con el residente, menciona desconocer la metodología Lean, así como la parte correspondiente a los conceptos de gestión visual, aun cuando lo está aplicando en diferentes procesos.

Proconstrucción

Esta línea de investigación en Preconstrucción, esta etapa considera: la misión, visión, políticas, objetivos y valores; las cuales especifican que se tienen, por el **Sistema de Gestión de Calidad ISO 9001** y se pueden localizar en las oficinas de ventas que están en obra.

Tiempo

El modelo considera la planeación del flujo del tiempo, considerando como mínimo: un plan maestro general, un programa de 4 a 8 semanas, un programa sectorizado o tren de trabajo semanal y un programa diario. El plan maestro si se tiene en la oficina de campo por partidas.

Se tiene una lista de verificación electrónica de avances diarios, donde se reporta en tiempo real y cualquier directivo lo puede consultar. Utilizan "check list" para verificación de avances físicos.

Mediante el sistema puede saber su avance físico contra lo estimado pagado.



Estado actual de gestión visual

Finalmente, no utilizan herramientas visuales BIM o modelos 3D para detectar problemas de instalaciones, cruce de tuberías o algún otro detalle y los cuales se detectan sobre la marcha de los procesos de construcción.

Calidad



En esta etapa primordial, donde repercute en la entrega de las viviendas en postventa, en el acta entrega recepción de la vivienda, normalmente se encuentran detalles que se tienen que resolver y que generan un costo adicional, afectando las garantías de entrega y rehaciendo trabajos.

Se visualiza una gran experiencia del personal en obra, que han desarrollado procesos de estandarización para cimbrado de losas, además se verificaron estandarizaciones visuales en obra por parte del residente. Al mismo tiempo cuentan con guías de los procedimientos constructivos que se pueden consultar electrónicamente.

No se encuentran metodologías para revisión de problemas desde su causa raíz, solo en reuniones de forma verbal en el trabajo del día a día. Tienen identificados su movimientos de material de forma efectiva, para reducir tiempos de espera.

Aplican listas de verificación electrónica para las verificaciones de calidad de sus procesos constructivos. Tienen una retroalimentación de sus procesos constructivos que comparten en la misma verificación como mejora continua.

Utilizan vales de salida para su control de inventario de almacén identificando el número de vivienda para un mejor control, la empresa fabrica su propio block, con agregados especiales y en diferentes medidas y colores, por lo que, conocen empíricamente como identificar sus materiales.

Utilizan escantillones, dinteles para puertas, reglas batimax, prefabricados como: registros eléctricos, moldes de cimbra metálica para registros sanitarios y tragaluces.

No implementan la metodología de las 5's, no tiene un control visual o tablero SQDP, en almacenes no utilizan sistemas visuales para el control del inventario.

Seguridad



En esta sección no se consideran los tipos de riesgos como pudieran ser fuertes vientos, lluvias o algún fenómeno natural.

Se observaron señalamientos de seguridad, rutas de evacuación, y puntos de reunión. Se tiene, marcada la zona de trabajos y maquinaria, delimitando la zona de trabajo. No se delimitan zonas de circulación peatonal, vehiculares, zonas de



Gestión Visual



Estado actual de gestión visual

carga y descarga. En la obra no encontramos tableros de días sin accidentes, ni tableros que indiquen el equipo de seguridad mínimo necesario para acceso del personal.

Medio Ambiente

En el cuidado al medio ambiente existe un nicho de oportunidad, por implementar debido al cambio climático, es importante considerar los cambios meteorológicos, que afectan la planeación del tiempo.

Se cuenta con un banco de tiro autorizado, no obstante, debido a la amplia superficie del fraccionamiento se tiene una zona de tiro de escombros, pero no se separan los desechos por tipo de reciclaje.

En obra existe una zona delimitada para realizar cambios de aceite que se consideran como líquidos contaminantes. También se tiene una zona para residuos peligrosos.

Cadena de suministro

Es una empresa que implemento su propio sistema de fabricación de block para sus proyectos, tienen la capacidad para realizar su propio concreto y bombearlo al área designada a colar.

En cuanto a proveedores se pueden calificar su desempeño o calidad en el sistema de gestión mediante un "conformidad y no conformidad" que posteriormente el departamento de compras genera el seguimiento de cuál fue la no conformidad emite una calificación.

De la misma forma no se visualiza una evaluación en cuanto la calidad en los diferentes frentes de trabajo, que permita observar diferencias en la calidad de la obra durante el proceso constructivo.

Recursos Humanos

Con respecto al insumo más importante para la empresa, el capital humano, no visualizamos la ubicación de las diferentes categorías, en los diferentes frentes de trabajo en la obra. Pero se puede localizar en el sistema de gestión, por el tamaño de la obra no se tienen muchos contratistas.

No tienen implementada la estimulación al personal, en forma visual para motivarlo a incrementar sus rendimientos y estandarizar sus procesos, para evitar la rotación de personal, como lo sería la mejor cuadrilla de albañilería, carpintería, de fierros, etc.

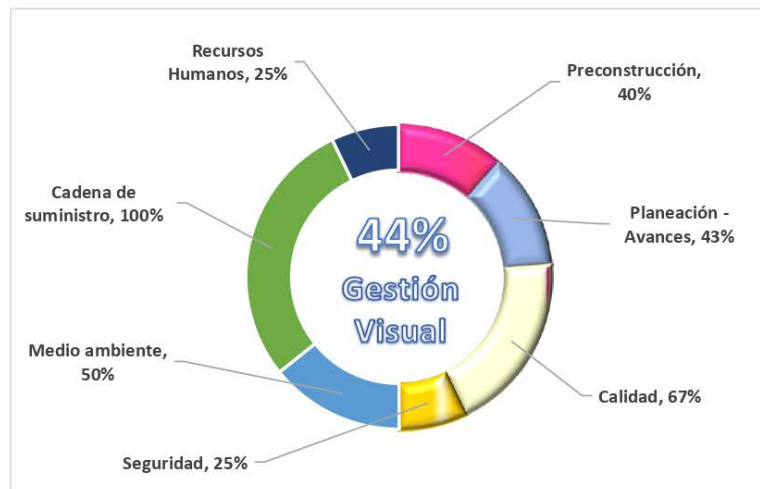
Es invaluable el apoyo de la empresa, en la capacitación del personal para seguridad y protección civil,



Estado actual de gestión visual

Diagnostico

De acuerdo con el modelo de investigación de gestión visual, el diagnóstico de la empresa fue del 44% de cumplimiento, de un porcentaje de 100%. En forma parcial los resultados por cada rubro se representan en la siguiente gráfica:





Gestión Visual



Estado actual de gestión visual

Del modelo de investigación de gestión visual, se presenta en forma de tabla las etapas encuestadas, para identificar las oportunidades, con el objetivo de puntualizar en las mismas y apoyar su gestión, se anexa tabla por etapas:

No.	Descripción	Puntaje	Cumplidos	% Eficiencia	Observaciones
0	Conocimiento-metodología Lean	2	0	0%	Desconocimiento del tema de Investigación
1	Etapas de Preconstrucción	5	2	40%	Visible en oficinas de venta en obra
2	Etapas de Tiempo (Planeación -flujo)	7	3	43%	
2.1	Planeación	3	1	33%	Plan maestro por partidas
2.2	Flujo	2	1	50%	Listas de verificación vía remota
2.3	Avances	1	1	100%	Cuenta con un sembrado del lugar donde va marcando su avance en porcentajes
2.4	Bim	1	0	0%	
3	Etapas de Calidad	9	6	67%	
3.1	Indicadores de Calidad	5	3	60%	Colocación de cimbras
3.2	Control de calidad	2	1	50%	Listas de verificación vía remota
3.3	Almacén	1	1	100%	
3.4	Prototipos	1	1	100%	Utilizan, escantillones, prefabricados, cimbras
4	Etapas de Seguridad	4	1	25%	
4.1	Seguridad	3	0	0%	
4.2	Indicadores de Seguridad	1	1	100%	Utilizan señalética de seguridad en obra y almacén
5	Etapas de Medio Ambiente	4	2	50%	
5.1	Conservación del medio ambiente	1	0	0%	
5.2	Prevención ambiental	2	1	50%	Cuentan con bancos de tiros y zona para escombros
5.3	Mitigación ambiental	1	1	100%	Cuentan con zonas para líquidos contaminantes
6	Etapas de Cadena de Suministro	1	1	100%	Elaboran su propio block, evalúan a sus proveedores mediante su sistema de Gestión de calidad.
7	Etapas de Recursos Humanos	4	1	25%	Por medio de su sistema de Gestión de calidad.
TOTALES		36	16	44%	



Gestión Visual



Estado actual de gestión visual

Fortalezas:

Es importante mencionar, que ya aplican la gestión visual sin conocer la metodología.

Existe una cultura de estandarizar los procesos con prefabricados como registros eléctricos, escantillones, block en sus 3 medidas, dinteles para puertas, reglas batimax.

La comunicación entre el equipo es directa y puntual, lo cual permite transmitir instrucciones que son ejecutadas en el mismo momento.

La empresa tiene una certificación ISO 9001

Oportunidades:

En el modelo de investigación de gestión visual, observamos nichos de oportunidad para implementar:

Capacitación general de la Filosofía Lean y gestión visual

Estructurar en forma visual la planeación semanal y gráficas visuales de avances

En seguridad incrementarla visualmente; en medio ambiente, cadena de suministro y recursos humanos, existe una gran oportunidad para incrementar la gestión visual, con un alto potencial de desarrollo de la empresa.