

**“Monitoreo a bajo costo del rendimiento de la construcción mediante la herramienta Time-Lapse: Caso de estudio en Barranquilla / Low cost construction performance monitoring using the Time-Lapse tool: Case study in Barranquilla”**

**Ayala, Claudia; Murillo, Michel; Rojas Millán, Rafael Humberto; Leal López; Rubén Hernán; Cervantes, Jania & Coll, Sergio**

**Resumen.** El constante monitoreo en sitio de las diversas actividades realizadas durante la ejecución de una construcción puede ayudar a identificar oportunamente cualquier inconsistencia o problema del proyecto, suministrando así la información necesaria para que el personal a cargo logre realizar el control de una manera mucho más fácil y ágil; minimizando por consiguiente las posibilidades de retrasos debido a la solución de problemas técnicos o corrección de errores. Tradicionalmente, el control de las obras durante su etapa de construcción se ha venido realizando de forma manual tipo visual, reduciendo así el alcance de posibles detecciones y registro de inconsistencias de manera oportuna. Sin embargo, actualmente existen herramientas sistematizadas que facilitan esta labor. Una de ellas es la denominada Time-Lapse, la cual resulta de muy bajo costo, al ser altamente accesible a las personas que portan en sus bolsillos un teléfono celular. Con esta herramienta se pueden obtener imágenes fijas, fotografías en tiempo real y secuencias de vídeo para documentar cualquier construcción en su totalidad. En este trabajo se presentan los resultados de la implementación de esta herramienta para el control de una construcción llevada a cabo en la Ciudad de Barranquilla durante todas sus etapas.

**Palabras clave.** Construcción, rendimiento, monitoreo, Time-Lapse.

**Abstract.** The constant on-site monitoring of the various activities performed during the execution of a construction can help to identify opportunely any inconsistency or problem of the project, providing the necessary information so that the personnel in charge manage to carry out the control in an easier and agile way; thus minimizing the potential for delays due to the solution of technical problems or correction of errors. Traditionally, the control of the works during its construction phase has been carried out manually by visual type, thus reducing the scope of possible detections and recording inconsistencies in a timely manner. However, there are currently systematized tools that facilitate this work. One of them is the so-called Time-Lapse, which is very inexpensive, being highly accessible to people who carry in their pockets a cell phone. With this tool, you can obtain still images, real-time photographs and video sequences to document any construction in its entirety. This paper presents the results of the implementation of this tool for the control of a construction carried out in the City of Barranquilla during all its stages.

**Key words.** Construction, performance, monitoring, Time-Lapse.

## **1. Introducción**

La industria de la construcción se enfrenta permanentemente al reto de aumentar la productividad a través de la optimización de recursos y la interacción de los mismos, situación que ha sido abordada desde diferentes perspectivas utilizando estrategias computacionales y manuales. Este reto también exige al sector de la construcción, la implementación de nuevas tecnologías de información y herramientas digitales como estrategia efectiva para la captura de datos confiables que contribuyan en mejorar indicadores de productividad, seguridad y calidad.

En las construcciones de obras civiles actualmente se busca que el resultado de estas sea un producto de calidad, eficiente y económico, motivo por el cual es importante estudiar los procesos generados en el tiempo de ejecución. Con el auge de las tecnologías y la infinidad de herramientas a disposición de la comunidad o gremios del área de la construcción, la cual empiezan a implementar instrumentos tecnológicos y metodologías en la producción de obras civiles a fin de garantizar un resultado óptimo y perdurable.

Dentro de estas metodologías se encuentra Lean Construction que aparece como una alternativa para reducir las actividades que no generan valor al producto, aumentar su valor, reducir la variabilidad y el tiempo de ciclo, hacer enfoque a todos los procesos, verificar la transparencia, generar un balance positivo y presentar un mejoramiento continuo en la productividad de las obras de ingeniería civil (Echeverry y Giraldo, 2013).

Por otra parte la herramienta Time-Lapse forma parte de la metodología Lean Construction y pretende registrar y analizar los procesos constructivos mediante la toma de fotografías y videos, durante las diferentes etapas de un proyecto de construcción, logrando así hacer una recopilación de todo el trabajo que se realiza en las obras civiles, para así hacer un detallado de las falencias que se pueden presentar y de esta manera proponer una mejora para evitar pérdidas en los tiempos y costos.

Con esta técnica, se recopilan imágenes de lapso de tiempo desde diferentes ángulos a través de una cámara fija, con el fin de documentar el progreso de trabajo (WIP, por sus siglas en inglés). Estas imágenes se comparan entre sí o con un BIM (modelación de información del edificio) 4D que representa el estado esperado del progreso de la construcción, de acuerdo con la planificación previamente realizada (Yang et al, 2015). En el presente trabajo se muestra además de la aplicación de la metodología Time Lapse, el análisis de los impactos de la productividad en una obra, por medio de la inspección de las actividades realizadas midiendo variables como el tiempo, con el fin de analizar los lapsos de ejecución y pretender optimizar dichos procesos constructivos.

---

## **2. Antecedentes**

La técnica “Time-Lapse” es una herramienta útil para el mejoramiento de la productividad en proyectos de construcción, pues reproduce en un tiempo menor lo sucedido en una obra en un periodo captado en tiempo real. Esta técnica permite captar

detalles de las operaciones de obra como son: desempeño de equipos, impacto del clima, causas de accidentes, causas de pérdidas de materiales, trabajo no contributivo, entre otros. (Contreras, 2012).

La construcción es considerada un sector de gran importancia para el progreso económico de un país, por tal razón los desarrolladores de proyectos civiles tienen la necesidad de buscar diferentes alternativas para reducir tiempos y costos, con el fin de aumentar la productividad.

La aplicación de la metodología Time-Lapse ha sido implementada en muchos proyectos de ingeniería en un contexto nacional y mundial en términos generales con el fin de analizar los procesos de estas. A nivel nacional, Echeverry y Giraldo aplicaron esta herramienta en una obra de construcción en la ciudad de Bogotá, logrando así la caracterización de los procesos constructivos de ésta, y así mismo la realización de propuestas de mejoramiento, al identificar las actividades que producían reducción en el rendimiento (Echeverry y Giraldo, 2012).

Otra aplicación de esta herramienta en obras civiles a nivel nacional, fue liderada por Céspedes, quien logra establecer unas recomendaciones para el aumento de la productividad durante un proceso constructivo, a partir del seguimiento en intervalos de tiempo cortos de todos los agentes involucrados. La metodología que aquí se propone consiste en la recolección de información, simulación con el software arena y generación de recomendaciones (Céspedes, 2010).

Otro líder en el área a nivel nacional es la empresa Fotomanager, la cual realiza el registro de seguimientos realizados a proyectos de construcción día a día en diferentes obras llevadas a cabo por diversas empresas importantes en todo el país (Fotomanager, 2017).

---

### **3. Metodología**

#### **3.1. Descripción del proyecto**

Se realizó el seguimiento a una obra durante su etapa de construcción, mediante la implementación de la herramienta Time-Lapse. El proyecto estaba ubicado en la ciudad de Barranquilla (Colombia) y consistía en un edificio de uso residencial, con 10 unidades y 3 pisos en total. Por motivos de confidencialidad, no se expone mayor información del proyecto.

Para el desarrollo de este trabajo se tuvieron en cuenta dos técnicas de recolección de información: la suministrada por el personal responsable, y por supuesto la expuesta por la recopilación de registros fotográficos.

### 3.2. Diagnóstico realizado

A Continuación, se mostrarán los hallazgos encontrados en donde se evidencian los contratiempos presentados durante cada una de las etapas del proyecto, a través de la técnica implementada para el seguimiento de la obra:

#### 3.2.1. Etapa de cimentación

Al iniciar las labores de excavación para la cimentación del edificio, se encontró material rocoso difícil de extraer razón por la cual esta tarea demandó mayor tiempo del planificado así como también un incremento en sus costos.

Además, se encontraron a lo largo del sótano dos rocas con la misma tipología las cuales interferían con las zanjas que se deberán hacer para la instalación de tuberías de aguas pluviales del parqueadero, contribuyendo al mismo retraso.



Figura 1. Material rocoso encontrado en el sótano y parqueadero del edificio.

#### 3.2.2. Etapa de Estructura

Algunos de los contratiempos sufridos durante esta segunda etapa fueron: el voladizo perteneciente a uno de los balcones de las casas presentó un desplazamiento vertical, el cual causó agrietamiento en la parte superior del mismo (figura 2), así como también una de las vigas dintel al interior de una casa se deflectó (figura 3).



Figura 2. Desplazamiento vertical del voladizo de un balcón.



Figura 3. Deflexión en viga dintel.

Por otro lado, una de las escaleras internas de un apartamento resultó construida por fuera del área de los límites de la casa y su zona de descanso cuenta con una altura libre de apenas 1,20 mt de la viga perteneciente a la planta superior de la edificación (figura 4).



Figura 4. Escaleras salidas del área limitante.

Otro de los errores cometidos fue la discontinuidad en los dimensionamientos y horizontalidad de una vigueta, así como también la exposición al aire libre del acero de refuerzo debido a la insuficiencia de material al momento del vaciado de concreto, una falla muy común en los procesos constructivos (figura 5).



Figura 5. Acero de refuerzo expuesto.

### 3.2.3. Etapa de Instalaciones

Uno de los errores ocurridos dentro de la etapa de instalaciones domésticas ocurrió al momento de no dejar embebidas las tuberías hidrosanitarias al vaciar el concreto, generando la necesidad de romper una losa de concreto para poder insertar la tubería de aguas negras bajantes de una de las viviendas, no solo afectando su acero de refuerzo sino además dejándolo a la intemperie (figura 6).



Figura 6. Exposición del refuerzo de la losa.

Posteriormente, al realizar la prueba de presión hidrostática y la prueba de estancamiento en las tuberías, se evidenció que una de estas tuberías presentaba fuga, lo cual tuvo que ser corregido, todo esto ocasionando retrasos en la obra.

### 3.3. Análisis de Resultados

Tal como se pudo evidenciar, gracias a la técnica de Time-Lapse implementada en el proyecto materia de esta investigación, se identificaron una serie de variables críticas en el éxito del mismo, las cuales a su vez generaron impactos en diferentes ámbitos.

A nivel social la valorización de la zona, la migración y el desarrollo son algunos de los impactos que generó esta construcción. Generalmente al realizarse este tipo de obras, en el sector donde se ejecuta ocurre no solo un cambio en su imagen a nivel físico, sino además trae consigo el flujo de mayor número de habitantes en la zona.

Indiscutiblemente otro factor social inherente a este proyecto fue la generación de empleo durante la ejecución de esta obra, favoreciendo así al desarrollo de la comunidad.

En materia económica al interior del proyecto, un impacto negativo corresponde a todos los sobrecostos generados debido a los numerosos retrasos ocasionados a lo largo de la construcción de dicha obra, traducidos en mayor tiempo de ejecución de las actividades, mayor costos en mano de obra, transporte de materiales, alquiler de herramientas, entre otros.

Lo mencionado anteriormente es clave fundamental para entender que el factor tiempo es sin duda alguna el agente con mayor repercusión en cualquier tipo de proyecto. Se comprobó una vez más que debido al insuficiente control en las obras, las demoras, errores y retrasos ocasionados son sinónimos de sobrecostos, los cuales afectan directamente la economía de los proyectos.

---

#### **4. Conclusiones**

La industria de la construcción presenta grandes deficiencias tanto en productividad como en seguridad, porque a diferencia de los demás procesos industriales, la construcción es una industria en la que difícilmente se han involucrado las herramientas para mejorar rendimientos, eficiencias y tiempos de ejecución.

De acuerdo con el análisis que se hizo a lo largo de este trabajo, se pudo evidenciar que el tiempo es una de las variables críticas en el desarrollo de una obra de construcción. De ahí la importancia de tener un constante control sobre el rendimiento de las actividades que se lleven a cabo durante su ejecución.

Se espera que este trabajo sirva para incentivar al gremio de la construcción a tener un mayor y constante monitoreo en la productividad, empleando este tipo de herramientas tecnológicas a bajo costo para el seguimiento de obras como lo es el Time-Lapse, acompañado de un plan de acción eficiente, pero fundamentalmente precedido de una excelente planificación, que disminuya la probabilidad de presentar imprevistos en la obra y por consiguiente retrasos convertidos finalmente en sobrecostos para el proyecto.

Con este estudio de caso se logró además, probar que la herramienta Time-Lapse permite la identificación de la causa raíz de ciertos problemas frecuentes en los procesos constructivos, lo cual es pieza clave para poder plantear en un futuro un mejor plan de acción que permitan dar soluciones, a través de medidas preventivas y correctivas, debidamente implementadas en el desarrollo del proyecto de construcción.

---

#### **Referencias bibliográficas**

Céspedes, J (2010). Mejoramiento de la productividad en la construcción: Time-Lapse y simulación digital como herramienta de análisis. Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia.

Contreras, J. (2012). Aplicación de la herramienta Time-Lapse para la identificación y reducción de pérdidas en edificaciones con estructura en concreto. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.

Cruz, M. (2015). Análisis de mejoramiento de los capítulos PMI a través de la metodología Lean en el sector de la construcción. Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia.

Echeverry, J & Giraldo, M (2012). Mejoramiento de procesos constructivos de una edificación a partir de la simulación digital y videos Time-Lapse. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.

Fox M., Coley D., Goodhew S., De Wilde P. (2015). Time-lapse thermography for building defect detection. *Energy and Buildings* 92, 95–106.

Martin-Brualla R., Gallup D., M. Seitz S. (2015). *ACM Transactions on Graphics*, Vol. 34, No. 4, Article 62.

Piñeres G.; Mejía A. (2013). Plataformas tecnológicas aplicadas al monitoreo climático. *Prospectiva*, 78-87.

Yang J., Park M., Vela P., Golparvar-Fard M. (2015). Construction performance monitoring via still images, time-lapse photos, and video streams: Now, tomorrow, and the future. *Advanced Engineering Informatics* 29, 211–224.

---

## **Autores**

***Dra. Claudia Ayala R<sup>1\*</sup>, MI. Michel Murillo A<sup>2</sup>, Dr. Rafael Humberto Rojas Millán<sup>3</sup>, M.A. Rubén Hernán Leal López<sup>4</sup>, Jania Cervantes V<sup>5</sup>, Sergio Coll C<sup>6</sup>.***

*<sup>1</sup>Ingeniero Civil, Magister en Administración de Proyectos, PhD (c) en Proyectos, Departamento de Civil y Ambiental, Universidad de la Costa.*

*<sup>2</sup>Ingeniero Civil, Magister en Ingeniería, Departamento de Civil y Ambiental, Universidad de la Costa.*

*<sup>3</sup>Ingeniero Industrial, Magister de Diseño y Gestión de Proyectos, PhD en Proyectos, Universidad de la Costa.*

*<sup>4</sup>Licenciado en Negocios Internacionales, Maestro en Administración, Universidad Autónoma de Nuevo León.*

*<sup>5</sup>Estudiante de Ingeniería Civil, Universidad de la Costa.*

*<sup>6</sup>Estudiante de Ingeniería Civil, Universidad de la Costa.*

***Universidad de la Costa, CUC***

*Cl. 58 #66, Barranquilla, Atlántico, Colombia*

*+57 7 3362200*

*[cayala@cuc.edu.co](mailto:cayala@cuc.edu.co); [mmurillo4@cuc.edu.co](mailto:mmurillo4@cuc.edu.co); [rrojas@cuc.edu.co](mailto:rrojas@cuc.edu.co); [rubenh.leal@gmail.com](mailto:rubenh.leal@gmail.com); [cervant10@cuc.edu.co](mailto:cervant10@cuc.edu.co); [scoll2@cuc.edu.co](mailto:scoll2@cuc.edu.co).*