

ARTÍCULO DE PUBLICACIÓN

PRODUCTIVIDAD DE LAS EMPRESAS CONSTRUCTORAS QUE OPERAN EN LA CIUDAD DE HUANCAYO BAJO EL ANÁLISIS DE LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION: ESTUDIO DE CASOS

Dr. José Luis León Untiveros
Mg. Carmen Beatriz Soto Bogado

INTRODUCCIÓN

El presente Trabajo tiene como objeto de investigación a las empresas constructoras que operan actualmente en la ciudad de Huancayo y sus respectivas prácticas de gestión en el desarrollo de sus obras civiles.

Este trabajo está enmarcado dentro de la línea de investigación de: Gerencia e Ingeniería de la Construcción y aborda el campo de investigación de: Lean Construction y Productividad en la Construcción

METODOLOGÍA

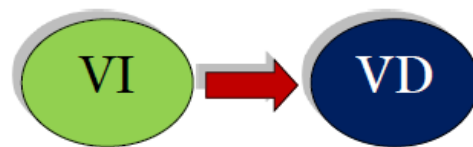
Tipo de Investigación

Hernández (2006) afirma que para llevar a cabo una buena investigación es necesario ejercer el rigor científico, es decir, seguir un método científico. De acuerdo a lo descrito, la presente investigación desarrolla el método científico.

El diseño básico de esta investigación es No Experimental – Transeccional – No correlacional. Ejecutó una metodología desarrollando un análisis cuantitativo. Es no experimental, debido a que no se harán pruebas, dado que las variables no fueron manipuladas. Es Transeccional porque el objeto de estudio se analizó en un periodo determinado de tiempo. Es Explicativo Correlacional porque trató de encontrar evidencias de cómo la variable independiente:

Aplicación de la Filosofía Lean Construction
Repercute en la variable dependiente:
Productividad de la mano de obra, en las Obras Civiles realizadas por Empresas Constructoras que operan en Huancayo

Este diseño se puede graficar de la siguiente manera



Donde:

VI: aplicación de la filosofía Lean Construction

VD: Productividad de las empresas constructoras que operan en Huancayo

El análisis se hace mediante la elaboración de Fichas de Cotejo. La población de estudio fueron obras de impacto del sector construcción en la ciudad de Huancayo, a las cuales se tuvo acceso y manejo de la información.

Cortéz (2004) afirma que “los estudios exploratorios se efectúan, normalmente, cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes. [...], o bien, si deseamos indagar sobre temas y áreas desde nuevas perspectivas o ampliarlas.”

De acuerdo a lo descrito anteriormente, la novedad en la ciudad de Huancayo sobre estudios de la relación de Lean Construction y la Productividad, la presente investigación es exploratoria.

Población

Oseda (2015) comenta que en una investigación la población está dada por el conjunto de sujetos al

que puede ser generalizado los resultados del trabajo. En tal sentido, la población de estudio está comprendida por todas las obras civiles de los años 2017 y 2018, con la condición que se encuentren en la ciudad de Huancayo.

Muestreo

Hernández (2014) afirma que “la muestra no probabilística o dirigida Subgrupo de la población en la que la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de las características de la investigación”. Niño (2011) comenta que “en el muestreo por conveniencia se aplica el criterio de qué muestra es la más conveniente para el caso”.

Por ser de suma importancia para el presente trabajo de estudio la determinación del tamaño de la muestra, se determina que se usará un muestreo no aleatorio no estratificado de carácter no probabilístico. Es decir, se usa un muestreo no probabilístico, por conveniencia.

Esta decisión se sustenta en las siguientes razones:

- Lo más importante para acceder a la información requerida, es contar con la autorización de parte de las empresas que ejecutan la obra. En tal sentido, sólo se trabajará con aquellas que nos garanticen esta facilidad en el acceso.
- La población total es muy grande. En este sentido, se debe alinear el objetivo de cumplir con analizar la relación de las variables de estudio y la realidad en el cumplimiento de las fechas programadas para alcanzar los entregables del presente trabajo de investigación.

En tal sentido, los investigadores determinaron una muestra de 2 unidades de estudio.



FIGURA: Población, Muestreo, Muestra

FUENTE: Cotrina, J. (2017). Aplicación del Lean Construction para optimizar la productividad en una obra de ampliación del pabellón educativo en

Ñaña – Lurigancho – Lima 2017

Muestra

Tal como se detalló, la muestra determinada para el presente trabajo de investigación es el estudio de 2 obras civiles, que a continuación se pasa a detallar las características principales:

Unidad de Estudio 1:

Proyecto “Mejoramiento del sistema vial local del Asentamiento Humano Justicia Paz y Vida del distrito de El Tambo - Huancayo Junín”.

La ubicación del terreno para el Proyecto del Estudio es el siguiente:

- Distrito: El Tambo
- Provincia: Huancayo
- Región: Junín

Los linderos del terreno del Proyecto comprenden los siguientes:

- Por el Norte: Av. Independencia
- Por el Sur: Cooperativa Víctor Raúl Haya de la Torre
- Por el Este: Av. Huancavelica
- Por el Oeste: Urbanización agua de las Vírgenes

La superficie total del terreno para el Proyecto es el comprendido entre los linderos descritos y que arroja una superficie Aproximada de 86,999.47 m².

Se procede a mencionar otras características de este proyecto:

- Modalidad de Ejecución: a suma alzada
- Plazo de Ejecución: 223 días
- Fecha de inicio de obra: 02 octubre de 2017
- Fecha estimada de terminación: 13 mayo de 2018

Unidad de Estudio 2:

Proyecto “Mejoramiento vial del Jr. Santos Chocano entre los tramos: Jr. Huamachuco y Los Incas, distrito de Pilcomayo – Huancayo – Junín”

Se procede a mencionar las características de este proyecto:

- Código SNIP: 224174
- Costo: S/. 1'651 912.05

- Modalidad: Administración Directa
- Tiempo de ejecución: 6 meses
- Aportes:
 - Municipalidad de Huancayo: S/. 1'022 620.97
 - Municipalidad de Pilcomayo: S/. 629 291.08
- Lugar: Jr. José Santos Chocano
- Distrito : Pilcomayo
- Provincia: Huancayo
- Departamento: Junín
- Área:5,721.19 m2

Técnica de Recolección de Datos

Bernal (2010) comenta que “la observación, como técnica de investigación científica, es un proceso riguroso que permite conocer, de forma directa, el objeto de estudio para luego describir y analizar situaciones sobre la realidad estudiada”. En tal sentido, la observación es la técnica de recolección de datos ideal planteada en la presente investigación.

Instrumentos de recolección de datos

Hernández (2010) comenta que “un instrumento de medición es el recurso que utiliza el investigador para registrar información o datos sobre las variables que tiene en mente”.

En esta investigación se necesitó saber: los tiempos en tareas específicas, evaluación y carta de balance; nivel general de actividades, evaluación y carta de balance; Porcentaje de plan cumplido; y, listado de Restricciones. Para esto, se necesitó el diseño de fichas de evaluación.

Ficha

Niño (2011) afirma que “las fichas son un medio de registro de información muy práctico, aprovechable tanto en la técnica documental, como también en las otras técnicas de recolección de datos”.

En concordancia con lo expresado en el párrafo anterior, la ficha técnica se constituye como el instrumento ideal lograr las mediciones comentadas anteriormente.

En tal sentido; se usó el modelo de fichas técnicas elaboradas por Cotrina, J. (2017) en el trabajo de investigación titulado “Aplicación del Lean Construction para optimizar la productividad en una obra de ampliación del pabellón educativo en

Ñaña – Lurigancho – Lima 2017” desarrollado por el investigador para obtener su título profesional de ingeniero civil, en la universidad César Vallejo

Método de Análisis de Datos

Para el procesamiento cuantitativo de los datos, se usó el programa SPSS versión 2016 para hallar los estadísticos descriptivos tales como la media, mediana, moda, desviación estándar, coeficiente de variabilidad (\pm), rango, mínimo, máximo, cuenta, etc.

Considerandos Éticos

Los autores de este trabajo de investigación, en todo momento, actuaron respetando los principios establecidos en el Código de Ética de la Universidad Peruana Del Centro. Es así que, si hubiere algún error involuntario, manifiestan la voluntad de presentar las satisfacciones del caso y proceder a subsanar la falta en el acto.

RESULTADOS

Para el desarrollo de esta investigación se seleccionó las obras civiles a estudiar (Obra N° 1 y Obra N° 2). Luego se determinó la actividad que fue motivo de estudio (mano de obra) en la cual se realizaron la toma de mediciones para la evaluación de la productividad.

Seguidamente, se elaboraron los formatos usados con el fin de recolectar de información en la obra. Estas consideran las variables específicas que identifican las características de la variable general; y los tipos de trabajo ejecutados por los trabajadores de obra.

La metodología de medición se desarrolló recorriendo el total de la obra y observarla desde un punto estático (simple observación). De esta forma, cada vez que se encuentre o visualice un trabajador, se deberá anotar en los formatos si es que está realizando alguna de las categorías de trabajo TP (Trabajo Productivo), DA (Detención Autorizada), TC (Trabajo Contributorio) o TNC (Trabajo No Contributorio), y dentro de la última categoría, es necesario especificar la clasificación del mismo de acuerdo con las actividades que se hayan considerado, indicando también la causa que generan las actividades que no agregan valor (TNC).

Obra N° 1: “Mejoramiento de las Condiciones Físicas, Teóricas y Operativas de la Municipalidad Distrital de El Tambo. Moderna Construcción del Nuevo Palacio Municipal”

Características Generales:

- Ubicación: Región Junín, Provincia Huancayo, Distrito El Tambo
- Dirección: Intersección de la Av. Mariscal Castilla cuadra 15 con el Jr. Bolognesi
- Plazo de ejecución: Según el Plan de Ejecución la Etapa 2, se estableció un tiempo de ejecución para la componente de Estructura de 240 días, luego de la finalización de la Etapa I (semisótano y sótano)
- Número de Pisos: Sótano, semisótano y 13 pisos
- Sistema Estructural: A porticado y Placas
- Presupuesto Total (II Etapa): S/ 2, 087,074.12
- Entidad Ejecutora: Municipalidad distrital de El Tambo

Consideraciones Generales:

Las anotaciones hechas en este proyecto se realizaron en mayo y junio del año de análisis; para las siguientes actividades:

- Encofrado y Desencofrado: Se usó del Anexo 1. En las actividades de encofrado de vigas, columnas y placas; se registraron datos de 05 cuadrillas (un operario carpintero y un ayudante en carpintería)
- Acero: Para el caso de la cuadrilla de acero (01 oficial, 01 ayudante) encargados de habilitar y colocar acero a elementos estructurales de vigas columnas y placas; los datos se registraron en función al Anexo 1.
- Concreto: Poca observación según el Anexo 1, ésta no estaba programada durante el tiempo de observación. Se planeó un vaciado masivo para todos los elementos estructurales del 4to piso.

Se observó que para el vaciado de algún elemento estructural (concreto), las cuadrillas de encofrado desarrollaban este trabajo. Esto quiere decir que esta actividad lo desarrollaban 12 trabajadores (05 operarios y 07 ayudantes).

En el Anexo 2 se muestra el historial de observaciones de lo cual se extrajo la siguiente información.

En el Gráfico siguiente se indican los porcentajes de actividad de las categorías de trabajo, en la cual se determinaron de la siguiente manera:

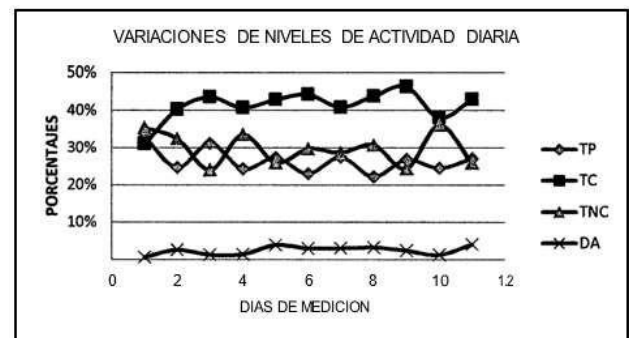
actividades no productivas en 30%, actividades productivas en 27%, actividades contributorias en 41%; y actividades de detenciones autorizadas en 2%. Esto se muestra a continuación:



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Las categorías de actividad por partidas observadas son: Encofrado y desencofrado, acero y concreto. Se logró observar los porcentajes de las actividades TP, TC, TNC y DA de manera sencilla. La actividad de concreto es la menos productiva, a diferencia de las otras con TNP = 33%. Esto se da dado que esta actividad se ha desarrollado forma tradicional (usando una mezcladora); y como se sabe, esto requiere de muchas personas que desarrollan actividades de apoyo (mezcla, transporte de material).

En el Gráfico que se muestra a continuación, se presenta la variabilidad en el tiempo de la del proyecto. La productividad es baja en este proyecto dado que en la mayoría de mediciones los TC y TCN están por encima de porcentajes de TC.

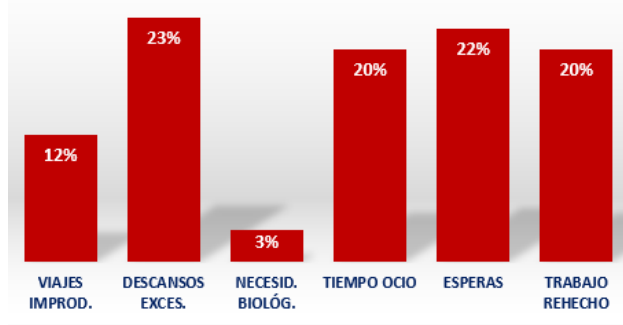


FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Los valores representativos de TNC se encuentran en el siguiente Gráfico. De acuerdo a esto, la actividad que no agrega mayor valor

y que tiene una mayor frecuencia es la de Descansos excesivos (23%).

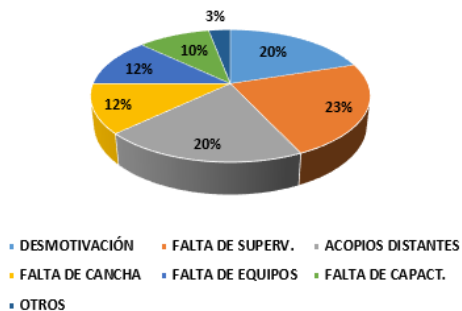
ACTIVIDADES QUE NO AGREGAN VALOR (TNC)



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

En el siguiente gráfico se muestra las causas que generan pérdidas en la productividad en la obra del Palacio Municipal el Tambo, observando que la más influyente es Acopios distantes de materiales y equipos (23%). Esta actividad (que no agrega valor) es realizada por el personal que toma descansos excesivos dado que no hay materiales a disposición cerca de la obra.

CAUSAS DE PÉRDIDA DE PRODUCTIVIDAD



Obra N° 1: "Gráfica Caribet SCRL"

Características Generales:

Ubicación:

- Región: Junín,
- Provincia: Huancayo,
- Distrito: Huancayo
- Dirección: Jr. Arequipa N° 311
- Plazo de ejecución: De acuerdo a la Programación la duración del proyecto es de 4 meses.
- Número de Pisos: 04 Pisos, 01 ascensor
- Sistema Estructural: Albañilería confinada
- Presupuesto Total: El presupuesto establecido para este proyecto asciende a S/ 250,000
- Contratista: Constructora Hermanos Cusi

Consideraciones Generales:

Las observaciones en este proyecto se desarrollaron en los meses de mayo y junio del año de análisis; para las siguientes actividades:

- Encofrado y Desencofrado: En este proyecto no se tuvo determinado, de forma clara, las cuadrillas de encofrado. Esto fue porque todos los días se dieron variaciones en lo que a la conformación de éstas se refiere. La media fue de 6 a 8 encofradores entre operarios y ayudantes. La variabilidad de las cuadrillas era porque las actividades eran muy diferentes y los operarios eran distribuidos a mejor disposición del jefe de obra. Los registros de estos datos se muestran en el anexo 2.
- Acero: En contadas ocasiones, la observación se realizada hasta a 02 cuadrillas a más. Sin embargo, por lo general, las observaciones se realizaron a una cuadrilla de acero (01 operario, 01 ayudante). Los datos se registraron en el Anexo 2

Las actividades de muros de albañilería y concreto (incluyendo las de encofrado y acero estructural) se muestran en el registro general de todo el proyecto. Esto se aprecia en el Anexo.3.

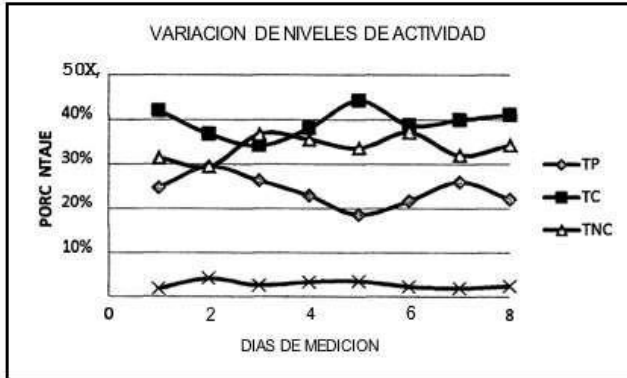
Este proyecto tiene actividades productivas en un nivel de 23%; el nivel de actividades que no generan valor, es decir trabajo no productivo, es de 34%. Esto se aprecia en el gráfico siguiente.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Las mediciones se realizaron a las siguientes partidas: encofrado y desencofrado, fierretería, muros de albañilería y concreto. Se observó que la mayoría los valores de TP están debajo de los porcentajes de TNP.

La variación en el tiempo de las actividades TP, TC y TNC se muestran en el gráfico siguiente. Se puede observar que en el día 2 los valores de TNC y TP son iguales. En los demás días, los valores de TP se encuentran por debajo de los porcentajes de TNC.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

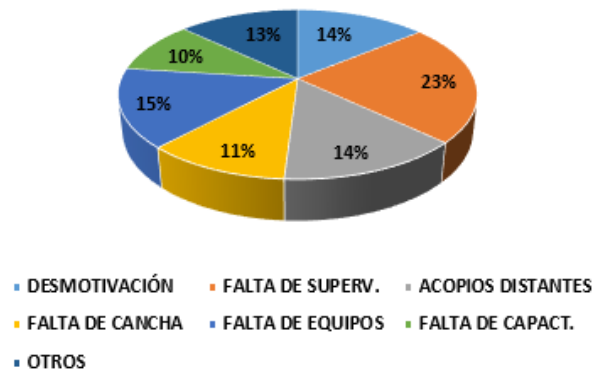
En cuanto a las actividades que no agregan valor (TNC) se muestran en el gráfico siguiente; siendo la actividad de Tiempo ocio (27%) la que se presenta con mayor frecuencia



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Las principales dos causas de pérdida de productividad observadas en la Obra N° 2, son: falta de supervisión al personal de obra (23%) y falta de equipos y materiales para ejecutar los procesos constructivos (15%). La falta de capacitación, planificación logística adecuada e incentivo al trabajador serían los principales motivos de este contexto.

CAUSAS DE PÉRDIDA DE PRODUCTIVIDAD



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las conclusiones del presente trabajo es que logró determinar el nivel de productividad, en el análisis de la mano de obra de las obras civiles de estudio, aplicando la filosofía de Lean Construction; a saber:

- Obra N° 1: Trabajo Productivo 27%, Trabajo Contributorio 41%, Trabajo No Contributorio 30% y las Detenciones Autorizadas es de 2%
- Obra N° 2: Trabajo Productivo 23%, Trabajo Contributorio 40%, Trabajo No Contributorio 34% y las Detenciones Autorizadas es de 3%

Las recomendaciones del presente trabajo son:

- Capacitar a las empresas constructoras, y al personal en general, sobre teorías modernas de gestión de procesos constructivos, tales como Lean Construction, dado que los niveles de Trabajos Productivos medidos en este trabajo de investigación están muy por debajo de lo establecido (65%)
- El uso de Cartas Balance como herramientas para detectar problemas de retrasos y otros; así como instrumento para el diagnóstico de problemas que impactan en la productividad de las obras.
- Para proyectos similares a los analizados, se recomienda tener especial cuidado con los encofrados, para evitar los pandeos y minimizar las rababas, o en caso eliminarlas lo antes posible.
- Para proyectos similares a los analizados, se recomienda establecer que la partida de vaciado del concreto elimine las salpicaduras al concluir de colocar el

concreto para evitar que se endurezca y después sea mucho más difícil de retirar.

BIBLIOGRAFÍA DE REFERENCIA

1. Alarcón, L. (2008). Guía para la implementación del sistema del último planificador. Santiago: GEPUC, Pontificia Universidad Católica de Chile.
2. Bernal, C. (2010). Metodología de la Investigación: administración, economía, humanidades y ciencias sociales. Colombia: Pearson Educación, 2010. ISBN: 9789586991292.
3. Botero, L. (2006). Construcción sin pérdidas, análisis de procesos y filosofía lean construction. Segunda edición, Colombia: Editorial Legis.
4. Botero, L. (2004). Guía de mejoramiento continuo para la productividad en la construcción de proyectos de vivienda (Lean construction como estrategia de mejoramiento). Revista universidad EAFIT Vol 40 n° 136.
5. Cortéz C., Manuel E. y Iglesias L., Miriam. 2004. Generalidades sobre Metodología de la Investigación. Ciudad del Carmen : Universidad Autónoma del Carmen
6. Chiaventato, I. (2006). Introducción a la Teoría General de la Administración. Mexico: McGraw Hill.
7. Drucker, P. (1993). Managing for results. USA: Harvard Bussines Review.
8. Herman, B. (2000). Lean Project Delivery System. Lean construction institute, California.
9. Hernandez, R. (2006). Metodología de Investigación Científica. Cuarta edición. McGraw-Hill Interamericana. México.
10. Koskela, L. (1992). Application of the new production philosophy to construction. Technical report #72. Stanford: Stanford University.
11. Niño R., Víctor M. (2011). Metodología de la Investigación: Diseño y Ejecución. Bogotá; Colombia : Ediciones de la U, 2011. ISBN: 9789588675947.
12. Oseda G., Dulio, y otros. (2015). Metodología de la Investigación. Huancayo : Editorial Pirámide, 2015. ISBN N° 568479854256.
13. Porter, M. (1985). Competitive advantage. New York: Free Press. Skoyles, E. (1982). Waste and the estimator. Chartered Institute of Building. England.
14. Soibelman, L. (2000). Material de Desperdicio en la Industria de la Construcción: Incidencia y Control. Cuadernos FICA. México.
15. Vasquez, J. (2005). Aplicación del Lean Design en proyectos de edificación. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
16. Virtanen, T. (2000). Commitment and the study of organizational climate and culture. Thousand Oaks, California: Handbook of organizational culture & climate.