

PROJECT, DESIGN AND MANAGEMENT

ISSN: 2683-1597



Cómo citar este artículo:

Vivanco León, R. C. (2020). PMBOK y el análisis de valor en la construcción. *Project, Design and Management*, 2(1), 71-86. doi: 10.35992/pdm.v2i1.411

EL PMBOK Y EL ANÁLISIS DE VALOR EN LA CONSTRUCCIÓN

Ricardo Cristóbal Vivanco León

Vivanco Construcciones (Ecuador)

rvivancoleon69@gmail.com · <https://orcid.org/0000-0002-9350-5328>

Resumen La construcción en la economía ecuatoriana aporta con 8.39 % del PIB, siendo el cuarto sector en contribución a la producción del país. Las actividades y rubros que se utilizan son los mismos que se han manejado en décadas pasadas, sin generar algún tipo de mejoramiento o reingeniería de los procesos que en la actualidad se aplican en otros países. Los costos directos en la construcción de proyectos no han cambiado y poco se han desarrollado aplicando las actuales metodologías existentes. El Análisis de Valor en la Construcción promueve su mejoramiento e innovación, tanto en los materiales como en los procesos, lo cual genera ahorros sustanciales en los proyectos, manteniendo los niveles óptimos de calidad. El PMBOK, herramienta del PMI que tiene su extensión en la construcción, determina los estándares que los profesionales deben tener para la dirección de los proyectos constructivos, aplicando conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas para cumplir con los requisitos del proyecto. Ambas metodologías deben suplirse para mejorar los costos y rendimientos de los proyectos sin afectar su calidad. El objetivo de este artículo es determinar como el PMBOK y el Análisis de Valor en la Construcción se complementan para mejorar y optimizar la planificación y ejecución de proyectos. Entre los resultados se destaca que el Análisis de Valor en la Construcción es una herramienta que debe aplicar el PMBOK para optimizar los costos y tiempos en la ejecución de proyectos, mejorando los procesos que el PMBOK aplica.

Palabras clave: PMBOK, Valor, Costos, Beneficio.

PMBOK AND VALUE ANALYSIS IN CONSTRUCTION

Abstract. Construction in the Ecuadorian economy accounts for 8.39% of the GDP, being the fourth sector in contribution to the country's production. The activities and items used are the same as those that have been

managed in past decades, without generating any type of improvement or reengineering of the processes that are currently applied in other countries. The direct costs in the construction of projects have not changed and little has been developed by applying the current existing methodologies. The Value Analysis in Construction promotes its improvement and innovation, both in materials and processes, which generates substantial savings in the projects, maintaining optimal levels of quality. The PMBOK, a PMI tool that has its extension in construction, determines the standards that professionals must have for the management of construction projects, applying knowledge, skills, tools and techniques to meet project requirements. Both methodologies must be supplied to improve the costs and performance of the projects without affecting their quality. PMBOK and Construction Value Analysis must be mutually complementary to improve and optimize project planning and execution. The objective of this article is to determine how PMBOK and Construction Value Analysis complement each other to improve and optimize project planning and execution. Among the results, it stands out that the Analysis of Construction Value is a tool that the PMBOK must apply to optimize costs and time in the execution of projects, improving the processes that the PMBOK applies.

Keywords: PMBOK, Value, Cost, Profit.

Introducción

Desde el año 2000, las empresas del Ecuador en construcción se enfocaron en tener sistemas de calidad en las actividades que se realizan en dicha empresa, debiendo especificar los pasos a realizar, que materiales se van a utilizar y cuál es el proceso que debe seguir. En el transcurso de los años, estos sistemas de calidad han incorporado mayores estándares por cumplir, promoviendo estudios minuciosos de cada actividad, determinando la existencia de desperdicios tanto en tiempo como en materiales, razón para implementar Análisis de Valor de las actividades. De esta manera el Análisis de Valor es una herramienta de mejoramiento continuo que genera en los sistemas de calidad una mejora sustancial en la disminución de costos.

En lo referente a las empresas constructoras, estas tienen implementado su propio método constructivo de cada actividad/rubro, la cual ha sido mejorada en el transcurso del tiempo gracias a la experiencia adquirida. De acuerdo con Subramani, Jabasingh, Jayalakshmi (2014) *Analysis of Cost Controlling In Construction Industries by Earned Value Method Using Primavera*, el Análisis de Valor permite minimizar los costos de estos procesos, en la mayoría de los proyectos de construcción hay exceso de costos y de tiempo debido a múltiples factores, utilizando el Método de Valor Ganado, que es una técnica de evaluación de desempeño en la industria de la ingeniería, dan los primeros indicios de rendimiento en el proyecto para resaltar la necesidad de una acción correctiva según sea el caso. De acuerdo con Bar (2012) el 60% de la innovación de las empresas constructoras no es planificada y pueden mejorar su competitividad a través de la optimización de costes y gestión de la innovación como un proceso empresarial.

Cada proyecto que se va a ejecutar, siempre se analiza desde el punto de vista del servicio que va a prestar, el proyecto debe cumplir con los objetivos para el cual fue planificado, pero, no se analiza cómo se puede optimizar los costos cuando se ejecuten los mismos.

Otra tendencia en el mejoramiento de la construcción es por la disminución de los desperdicios generados en cada proyecto, que se debe principalmente a la implementación de nuevas leyes de protección ambiental, lo que obliga a las empresas a buscar alternativas que se puedan realizar en los proyectos, provocando en algunos casos el incremento de los costos para cumplir las exigencias solicitadas (como ejemplo vemos varios desperdicios de asbesto que sus costos de eliminación son sumamente altos).

Tabla 1

Costos tarifas Empresa Pública Metropolitana de Gestión Integral de Residuos Sólidos

SERVICIO	UNIDAD MEDIDA	DETARIFA \$ (SIN IVA)
Disposición de residuos sólidos comunes asimilables a domésticos en la Estación de Transferencia Norte	Tonelada	26,43
Disposición de residuos sólidos comunes asimilables a domésticos en la Estación de Transferencia Sur	Tonelada	27,57
Disposición final de residuos sólidos comunes asimilables a domésticos en el Relleno Sanitario.	Tonelada	19,94
Disposición final de residuos sólidos comunes asimilables a domésticos en el Relleno Sanitario de desechos sólidos provenientes del GAD Rumiñahui	Tonelada	21,59
Disposición final de residuos sólidos comunes asimilables a Domésticos en el Relleno Sanitario de desechos no provenientes de Distrito Metropolitano de Quito, DMQ	Tonelada	18,74
Disposición de Escombros Horario Diurno	m3	0,57
Disposición de Escombros Horario Nocturno	m3	0,57
Disposición de Escombros provenientes del proyecto Metro de Quito Horario Diurno	m3	1,13
Disposición de Escombros provenientes del proyecto Metro de Quito Horario Nocturno	m3	1,45
Recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos sanitarios (Infecciosos, Biológicos y Cortopunzantes)	Kilogramo	1,50
Tratamiento y disposición final de residuos sanitarios (Infecciosos, Biológicos y Corto punzantes) (No incluye transporte)	Kilogramo	1,35

Nota: Fuente: Empresa Pública Metropolitana de Gestión Integral de Residuos Sólidos de Quito

La mayoría de estos cambios se producen cuando existen problemas en su ejecución, lo que obliga a innovar maneras de hacer las cosas, reutilizando los materiales y generando valor a cada una de las actividades.

El Project Management Institute (PMI), tiene la Guía de los fundamentos de la Dirección de Proyectos que indica que la gestión de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas para cumplir con los requisitos del proyecto. El PMI desarrolla los Estándares para los Profesionales en dirección de proyectos conocido como *Guide to the Project Management Body of Knowledge* (PMBOK).

El objetivo del presente artículo es ver las similitudes y diferencias que existen entre el PMBOK y el Análisis de Valor en la Construcción, como se pueden utilizar estas guías y en que beneficia al proyecto para su correcta ejecución.

Método

¿Qué es el Análisis de Valor? de acuerdo con Calzeta (2012, p. 11) “Es un sistema que una empresa puede emplear de manera organizada, para mejorar el valor de sus productos o servicios y así obtener una reducción en costos como fin último”

En relación con el Análisis de valor en la Construcción, se debe cuantificar las variaciones de costo que no generan valor en los rubros, respetando que metodología utilizaremos para su análisis, manteniendo los siguientes lineamientos:

1. Se identificarán cuantitativamente las actividades de los rubros que generan costos y gastos directos e indirectos en proyectos, siendo costos todas las actividades, materiales, equipos, que intervienen en la elaboración del producto, y gasto corresponde a todos los demás elementos que no son costos. (Horngren, Datar, Rajan, 2012)

En la planificación de un proyecto, la parte más importante para satisfacer esta necesidad es evaluar el presupuesto que se tiene para poder ejecutarlo. En segunda instancia se debe evaluar si la actividad es costo o gasto directo o indirecto, basada en los conceptos de costos contables.

En la contabilidad de costos de proyectos, el criterio que tenga el contador y el ingeniero en costos sobre los conceptos de costo, gasto, directo o indirecto, permite realizar adecuadamente el Análisis de Valor en la Construcción. En este caso, lo primordial es preparar y realizar una actualización de conocimientos al ingeniero de costos, para que pueda compaginar la información contable con la técnica, y que tenga una visión clara de los conceptos y cómo se los utilizará en la preparación del presupuesto.

Posteriormente, con base en el conocimiento adquirido, preparar la discriminación de las actividades en función de sus costos y así poder tener en primera instancia cuales son los procesos, materiales, equipos y mano de obra que no generan valor al proyecto en sí.

2. Cambiar, crear o modificar estos elementos que generan gastos y costos indirectos y minimizarlos o transformarlos en costos directos, en función de la afectación del costo total de cada proyecto.

Costos y gastos indirectos se refieren a todos los egresos económicos que se deben realizar en el proyecto que no intervienen directamente en la fabricación de los rubros, por ejemplo, gastos indirectos son:

- En material: insumos de oficina, tóner de impresoras, papel de impresión en oficinas centrales, elementos de aseo, pagos de luz, agua, teléfono, impresoras, computadoras, escáner, etc.
- En mano de obra tenemos: pago de secretaria, mensajero, chofer de oficina, recepcionista, gerente general, gerente financiero, contador general, empleados del departamento de contabilidad, todo empleado que realice funciones laborales en la oficina que no interviene directamente en la construcción del proyecto.
- Equipos: Autos, camiones, motonetas, muebles, escritorios, sillones que se utilizan en oficina central, no del proyecto.

Cuando se analiza los costos y gastos indirectos, que son necesarios para el buen manejo del proyecto, son percibidos como “mal gasto”, que provocan egresos económicos innecesarios, producen incrementos en los presupuestos del proyecto sin considerar que pueden disminuir las utilidades y peor aún, no obtener proyectos por presupuestos elevados. En varios proyectos es preferible tener oficinas en el proyecto, basándose en los siguientes parámetros:

- Disminuir el costo o gasto por transmisión de información entre las oficinas centrales y la oficina del proyecto.
- Disminuir equipos que se necesitan para llevar y traer información y datos para el avance del proyecto.
- Manejo de cronogramas, programas, planes y gestiones entre el proyecto y los departamentos de mando de una manera más adecuada.
- Minimizar el uso de personal en proyecto y oficina que puedan realizar de manera técnica el trabajo indirecto, por ejemplo, el uso de personal en limpieza, que solo se utiliza en un solo punto y no en dos.
- Equipos de seguridad y salud ocupacional que son obligatorios en las instancias legales de cada país, pero en un solo punto de ejecución.
- Aplicación de sistemas de manejo ambiental entre el proyecto y la administración central del mismo.
- Disminución de combustibles, lubricantes, gastos de movilización de todos los departamentos que no trabajan directamente en la fabricación física del proyecto, como ejemplo tenemos departamento financiero, contable.
- En el manejo de recursos humanos, se requiere proporcionar la alimentación a los equipos de trabajo del proyecto como del área administrativa, para esto se puede mejorar con la instalación de un comedor central para todos, que permita manejar la alimentación con la disminución de los tiempos de traslado y gastos que esto conlleva. Además de costos sombra que son parte de los indirectos inmersos como son luz, agua etcétera.

En el transcurso de la evaluación general de los costos y gastos indirectos, se deben concertar y discriminar claramente en función de los conceptos, cuáles y donde debemos ubicar cada una de los desembolsos y su relación con el presupuesto.

3. Analizar, reformular o innovar procesos de los costos y gastos directos de cada actividad para disminuir el costo directo del rubro.

Innovar, crear, cambiar o modificar las actividades, materiales por otras que generen valor en el proceso. Valor es un concepto muy amplio, pero dirimido en la construcción, son elementos que permanecerán en el proyecto, en el tiempo que se utilizan para crear el proyecto y que son necesariamente manejados para la construcción. En varios proyectos, con base a la experiencia adquirida, se han utilizado procesos de manera repetitiva sin buscar modificaciones en la misma para genera valor. Ejemplos sobre esto tenemos enlucidos de paredes, construcción de vías adoquinadas, construcción de pozos de revisión de alcantarillado, y se pueden clasificar los costos directos de acuerdo con su función, estos pueden ser materiales, mano de obra y equipo.

En los materiales, existen varios tipos que se pueden utilizar para realizar el mismo rubro. Por ejemplo, la fabricación del hormigón es conocido como la mezcla de cemento, ripio, arena y agua, se utiliza medios mecánicos para su fabricación, pero si queremos darle color al hormigón, la mayor parte de constructores pintan el hormigón cada vez que es necesario, como ejemplo tenemos la señalización de bordillos y aceras. Otras maneras fáciles y duraderas es colocar tintes en la fabricación del hormigón, dando el tono necesario. Aparentemente, el costo inicial se verá incrementado por el tinte, más en el transcurso de la vida útil, al no utilizar pintura adicional, los costos de reposición disminuyen dando como resultado final el incremento de valor en el producto final. En este sentido, el tener varios tipos de materiales que se pueden utilizar en función del criterio que genera el ingeniero de costos y estudios conjuntamente, provoca un incremento sustancial en la generación de valor en las construcciones.

En lo referente a mano de obra, para realizar una actividad que pertenece al rubro, es necesario la utilización de costos de mano de obra directa que no genera valor, por ejemplo, la utilización de personal en el proyecto para transportar el insumo o material prima, no interviene en la creación de valor de ese rubro, por el contrario, se paga por transportar materia prima sin que se haya todavía elaborado el producto. Esto es, realizar actividades que no generan valor, pero sí se tiene el gasto de mano de obra sin todavía realizar la elaboración del rubro en las planillas correspondientes al presupuesto.

En equipos, se analiza algo similar, el transportar al proyecto, genera gastos directos, que se tienen que desembolsar y todavía no son parte de la cadena de valor del producto final. Como ejemplo se importa maquinaria de otro país, ensamblarlo y ponerlo en marcha, generan gastos que todavía no están recuperándose en su producción.

En la influencia que generan los costos y gastos directos de equipo, está el utilizar maquinaria por pocas horas en el transcurso del día. Es en muchas ocasiones desperdicio de maquinaria el tenerlas funcionando dos horas diarias, con una manejo del 20% de capacidad, lo cual no permite ser recuperable la inversión realizada y peor aún que se pueda generar utilidad en la misma. Son estas faltas de planificación, las que no se realizan en la programación del proyecto, con equipos que no tienen versatilidad y que pasan poco tiempo en la producción.

4. Determinar los rendimientos de cada actividad y su influencia directa en cada rubro, para poder preparar los cronogramas y redes gráficas de la ejecución de cada proyecto.

Al planificar un proyecto, en lo referente al tiempo que se necesita para su construcción, no se utilizan rendimientos reales para su análisis ni tampoco herramientas tecnológicas que se puedan manejar para su medición. Se planifican en “supuestos” que alguien alguna vez estudió y determinó esos valores sin analizar los procesos que se usaron en la fabricación del rubro, se dedicaron a contabilizar totales de tiempos en la construcción del rubro y con cálculos de la media, determinaron el tiempo necesario por equipo de trabajo en la unidad del rubro ejecutado. Al final, no se hace un estudio pormenorizado de “cómo” se deben hacer las actividades, con qué grupo de trabajo, que habilidades deben tener los trabajadores, cuales son las especificaciones del puesto de trabajo, cual es la curva de aprendizaje a utilizar y cuál es el tiempo necesario para ejecutar la actividad. Tampoco se analiza cuáles son los requerimientos en el caso de falta de personal o actividades no programadas en su ejecución. Todo esto refleja una falta de planificación y en consecuencia incremento de holguras en los tiempos y costos extraordinarios del proyecto.

En referencia a los equipos que también tienen influencia en el costo por su relación con el tiempo, no se analiza los costos en función de los procesos y rendimientos de la actividad, son valores que el fabricante o algún profesional realizó bajo ciertas características “ideales” que en la construcción de cada proyecto no son iguales. Por ejemplo, los rendimientos de maquinaria de excavación en suelos arcillosos pueden ser mucho más alto que en suelos rocosos, pero si la roca es suave puede ser mayor rendimiento que en una arcilla saturada de humedad (resbalosa), lo cual cambian totalmente las condiciones de costos y gastos.

Al aplicar conocimientos generales de rendimientos, no se toma en cuenta que en el transcurso del tiempo, se generan incrementos o decrementos de los rendimientos en función de varios factores: La curva de aprendizaje del puesto de trabajo mejora los rendimientos con el tiempo, y algo muy peculiar es que cuando ya están dentro de los estándares previstos, el último día laboral generalmente viernes, generan mayores rendimientos que un día lunes, o también influyen los sentimientos en la generación de mayores rendimientos, como ejemplo se ve que en fechas de navidad o año nuevo hay incremento de los rendimientos laborales, la gente entra en un entorno de alegría y tranquilidad, caso contrario, en los primeros días del año disminuyen.

Con los equipos, aparte de ser manipulados directamente por el estado emocional que se encuentra el operario, los equipos en primavera, otoño o verano tienen mucho mayor rendimiento que en invierno, por las condiciones climáticas que afectan, además de componentes subrogantes del tipo de trabajo que hacen, como ejemplo no es lo mismo realizar hormigón en invierno que en primavera, pues la temperatura del hormigón fresco debe estar entre los 14 y 22 grados centígrados para su fabricación, manipuleo e instalación, lo cual en primavera sí se puede tener, pero en invierno se debe calentar el agua, proteger los agregados de bajas temperaturas y aclimatar los equipos para que no se pierda la “transmitancia” térmica del hormigón, al igual que la mano de obra, no tendrá en ningún momento el mismo rendimiento en invierno que en verano, otoño o primavera.

Otros elementos que afectan directamente en el rendimiento son la edad de las personas y de los equipos. Las edades comprendidas entre 20 a 50 años mantienen el mismo rendimiento en condiciones ideales y dependiendo de la actividad, mayores de esta edad, generan disminución de rendimientos y son menos cuidadosos en su ejecución, lo que generan pérdidas de tiempo y por ende de costos. Factores como el sexo, también son

influenciados en ciertas actividades, como ejemplo para proyectos con actividades de esfuerzo físico, se necesitan mayor cantidad de personas de sexo femenino para equiparar el rendimiento del grupo de trabajo del sexo masculino (transporte de sacos de cemento).

Sobre los equipos, determinar sus rendimientos sin hacer un análisis del comportamiento de las máquinas con respecto a su mantenimiento, retorno de inversión y número de horas que deben estar trabajando para no incurrir en gastos innecesarios. Como ejemplo, la utilización de equipos de pavimentación, el punto crítico en su utilización depende de la planta de asfalto, pues si es de muy baja productividad, los equipos de instalación y compactación disminuyen su rendimiento. Al tener tan bajos rendimientos, no se podrán equiparar los costos a los gastos y se tendrán pérdidas.

Siempre existirán maneras innovadoras que puedan generar un incremento de los rendimientos, disminución de los tiempos muertos, disminución de los gastos, costos y por ende un incremento de las utilidades del proyecto que pueden generar como alternativa la reinversión en el mismo, para posicionarle y disminuir los costos. Como ejemplo, tenemos que los ahorros que se generan en la fabricación de los enlucidos en edificios pueden ser reutilizados en otros rubros que posicionen de mejor manera el proyecto, como ejemplo la mejora en ascensores que tengan un mayor costo de fabricación, pero disminuyan sus costos de mantenimiento y traslado, que al final son recompensados con mayores ventas de futuros proyectos y utilidades técnicamente calculadas.

Con base a estos ejemplos, se deben tomar en cuenta que el cálculo de los rendimientos si afectan directamente a los precios unitarios y por ende al presupuesto del proyecto.

El mayor de los problemas que tienen los proyectos según Espejo, Véliz (2013) es que no se está logrando la eficiencia y eficacia planeada en ámbito de los proyectos, y es peor si hablamos de proyectos de construcción, la mayor parte de los problemas que se encuentran en su ejecución está dada por la falta de planificación.

En el año 2003, el *Project Management Institute* (PMI) publica por primera vez *Construction Extension to the PMBOK Guide Third Edition*. En su primera edición, da los primeros pasos para implantar una Metodología en el sector de la Construcción, realizando una segunda edición en el año 2007 y la tercera edición que fue publicada en septiembre del 2016. La extensión de la guía del PMBOK en la construcción busca mejorar la eficiencia y efectividad de la gestión de la construcción. Las empresas centran sus esfuerzos en la gestión y ejecución de proyectos, buscando en sitio mejores prácticas para realizar la actividad.

Para utilizar esta metodología hay que partir del concepto básico, que “procedimientos” se debe seguir para la realización de un propósito, en el caso de la construcción, la determinación del plan estratégico que dé el mejor camino para la realización del proyecto. En otras palabras, crear un procedimiento para poder identificar, cuantificar, re-estructurar, innovar y calcular las actividades y rubros de un proyecto constructivo que mejore sustancialmente presupuestos y tiempos de ejecución de los mismos.

La guía del PMBOK es una forma de realizar la ejecución de un proyecto, pero no es de uso estrictamente obligatorio, como su nombre lo indica, es una guía que se debe aplicar con buen criterio. La extensión del PMBOK para la construcción, *Construction*

Extension to the PMBOK Guide (2016), siendo una herramienta del PMBOK, enfoca directamente en la construcción los siguientes parámetros a seguir:

- Registros de proyectos para la estimación de costos y presupuestos.
- Gestión de Salud ocupacional y seguridad enfocada a procesos que se deben seguir para evitar accidentes de trabajo.
- Gestión Ambiental sobre lineamientos para el cumplimiento de leyes referente al medio ambiente.
- Gestión de control de calidad incluida inspecciones.
- Administración de contratos, gestión financiera enfocada a la administración y control de los recursos económicos.
- Gestión de subcontratistas y proveedores.
- Orden de cambios y gestión de reclamación que son pasos a seguir para disminuir o eliminar los reclamos o quejas de la construcción.

La tecnología influye directamente en la comunicación en los proyectos, en la capacidad constructiva, en el control y avance del proyecto, para desarrollar crecimiento en el mercado. Para que un proyecto tenga éxito según el PMBOK el equipo del proyecto debe:

- Determinar los procesos adecuados para alcanzar los objetivos del proyecto.
- Tener una comunicación adecuada en el equipo del proyecto.
- Cumplir con requisitos para satisfacer necesidades y expectativas de los clientes.
- Cumplir el alcance, cronograma, presupuesto, calidad, recursos y riesgo para obtener el resultado previsto.

La guía del PMBOK describe exclusivamente los procesos que deben seguir la dirección y ejecución de proyectos, agrupándoles en 5 categorías conocidos como grupos de Procesos de la Dirección de proyectos o grupo de procesos:

- Grupo de proceso de inicio, que definen los procesos que se necesitan para iniciar el proyecto.
- Grupo de planificación, definen los procesos necesarios para cumplir con el alcance, objetivos y curso de acción para elaborar el proyecto.
- Grupo de ejecución, procesos que se deben realizar para ejecutar la planificación del proyecto, cumpliendo con todos los requerimientos y especificaciones.
- Grupos de monitoreo y control, procesos para revisar, rastrear y regular el progreso y desempeño del proyecto identificando las áreas que requieren ajustes y cambios correspondientes.
- Grupo de procesos de cierre, procesos para finalizar todas las actividades de los grupos y del proyecto.

Los procesos identificados en la guía PMBOK se agrupan en 10 áreas de conocimiento diferenciadas en conjuntos de conceptos, términos y actividades, que son:

La ingeniería del Valor en la Extensión de la construcción de la PMBOK, en la gestión de planificación, se utiliza antes de finalizar el diseño para garantizar el mejor valor para el propietario, en la cual se puede explorar posibles ventajas competitivas en Constructividad con grupos de trabajo para “satisfacer las necesidades funcionales de los usuarios”. Se deben incluir el cronograma para definir recursos, carga de costos y rendimientos en el tiempo, teniendo un plan de medición del progreso real tanto en cantidades físicas como en tiempo. Se centraliza el análisis de valor en las necesidades del usuario mas no se aplica en los presupuestos.

En la gestión de ejecución del proyecto, tiene como objetivo el reducir los costos y duración del proyecto, con solicitudes de cambio integrado para mejoras en el proyecto, identificando que conjunto de alternativas alcanza los objetivos. El análisis de costos del ciclo de vida, la ingeniería de valor y constructividad, se planifica en el alcance del proyecto para comparar las alternativas de ejecución dando la mayor seguridad a todos los interesados minimizando el impacto social, ambiental, tiempo y costo. Se aplica ya en la ejecución directa del proyecto, buscando alternativas in situ.

La guía del PMBOK, permite identificar cuales conjuntos de alternativas alcanzan los objetivos y requisitos del proyecto minimizando el impacto social, ambiental tiempo y costo, incluyendo logística, materiales, transporte, maquinaria, mano de obra y todos los elementos involucrados en la ejecución del proyecto. La gestión del cronograma conlleva el análisis complejo de todos los involucrados en el proyecto, propietario, contratista, subcontratistas, proveedores, fiscalizadores, equipos, adquisición de materiales, duración que debe ser cumplida a cabalidad, horarios de trabajo, rendimientos, monitoreo de todos los involucrados para plasmar a satisfacción los proyectos.

La herramienta más utilizada en el cronograma es el método de la ruta crítica (CPM), que obliga a todos los involucrados a cumplir en las fechas indicadas so pena de incumplimiento de plazos, y demoras en el término del proyecto. En el uso del método CPM, se pueden evaluar económicamente los recursos necesarios para cada actividad, el porcentaje de avance en cada rubro y su acumulación de costos en las actividades. Hay que tener en cuenta holguras de tiempo producidas por varios factores entre ellos las condiciones climáticas, las regulaciones ambientales, restricciones públicas y/o privadas, impactos sociales, permisos, aprobaciones, derechos.

La estructura de los puestos de trabajo debe cubrir el alcance del proyecto incluidos todos los requisitos necesarios para cumplir con el tiempo y costo, integrando a todos los involucrados en el proceso. Mientras más detallado es el desglose y mayores sean los componentes, pueden llegar a un nivel inmanejable, en especial si se desea cuantificar en horas, minutos las actividades.

Al igual en los recursos como son materiales, equipos, se debe llevar un nivel de detalle no muy minucioso que puede ocasionar gastos de control muy altos e innecesarios y pérdida de tiempo y dinero.

Estimaciones de la duración de un proyecto depende de la disponibilidad de los recursos económicos, cuando el flujo de efectivo es representativo, por ejemplo el uso de hormigón que es relativamente costoso y su planificación depende del flujo de caja

existente. Debe haber una clara secuencia de las actividades incluidas todas las acciones propias y externas del proyecto con un desglose de la estructura del trabajo, tomando en consideración factores externos como son actividades de subcontratistas, mantenimiento de equipos, festividades, clima, cambios, etcétera.

El tener holguras de tiempo de los rubros en ejecución, permite que se pueden mover las actividades al inicio la fecha prevista, al medio de la actividad (no recomendable por su alto costo en parar y volver a empezar) o al final de la actividad, esto con el objeto de poder minimizar la cantidad de obreros en fechas.

Como ejemplo se analiza la provisión y colocación de puertas de aluminio y la colocación y provisión de ventanas de aluminio. Si la primera actividad tiene 15 días laborales de ejecución con 3 días de holgura calculada en la red Pert – CPM y en las mismas fechas se realiza la segunda actividad que tengan duración de 3 días y holgura de 2 días, es posible modificar el inicio de cada actividad con el objetivo de disminuir la cantidad de obreros y equipos en dichas fechas:

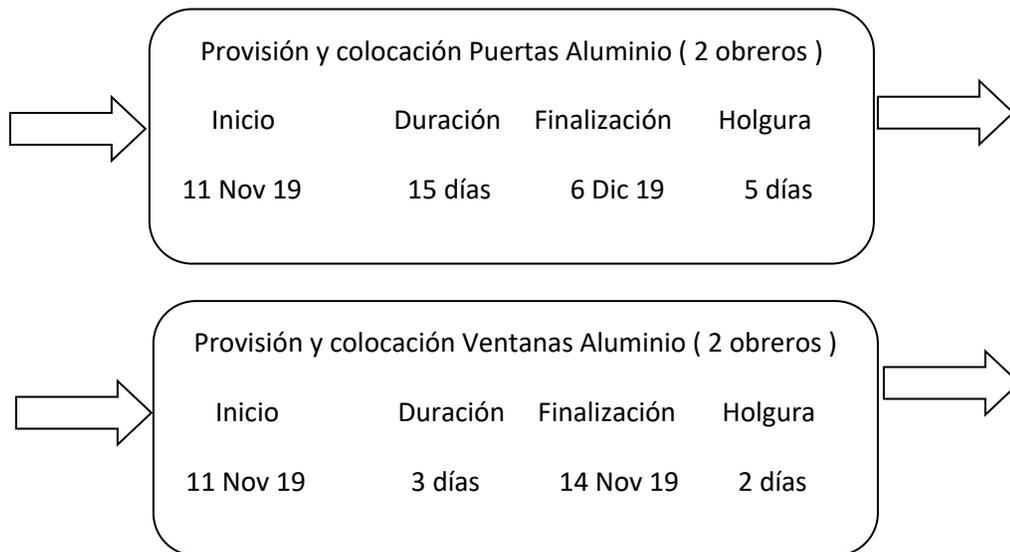


Figura 1. Análisis inicial de holguras en cronogramas.

Nota: Fuente: Elaboración propia (2020)

En el gráfico se visualiza como las 2 actividades del ejemplo inician la misma fecha y en los 3 primeros días se requiere 2 obreros para la provisión y colocación de puertas de aluminio y 2 obreros para la provisión y colocación de ventanas de aluminio, pero si realizamos un análisis de valor en esta actividad, podemos colocar las actividades de la siguiente manera:

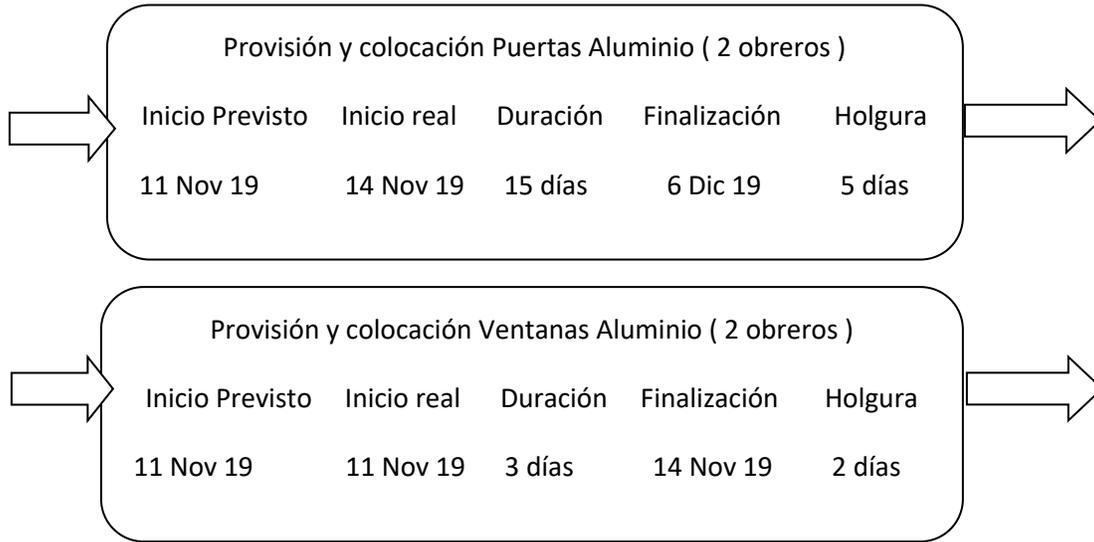


Figura 2. Análisis de Valor en cronogramas.

Nota: Fuente: Elaboración propia (2020)

Con este análisis de valor realizado solo en 2 rubros de un proyecto, la fecha inicial y final de las actividades no se han modificado, lo que si se ha modificado es la cantidad de personal que se necesita para su ejecución que al inicio son 4 obreros y ahora son 2 obreros. Un análisis más profundo del cronograma de todo el proyecto, llevaría a que todas las actividades estén en ruta crítica.

Resultados

En el PMBOK se establece todo un conjunto de procedimientos escritos para garantizar la ejecución del proyecto, mientras que el Análisis de Valor son procesos dentro de cualquier metodología que garantiza la disminución de costos y tiempo, innovando procesos, materiales en la construcción que generan resultados económicos favorables al proyecto.

En el PMBOK se indican que herramientas se utilizan para el manejo de tiempos en las actividades del proyecto incluidos subcontratistas, proveedores y demás participantes que son necesarios para la ejecución del proyecto, en el Análisis de Valor de la Construcción analiza las actividades de cada uno de los componentes del proyecto, verificando que parte de estas actividades generan valor a la actividad y como en su conjunto puede disminuir tiempos y costos utilizando las mismas herramientas del PMBOK.

El Análisis de Valor en la Construcción es independiente de cualquier metodología administrativa se utilice en la ejecución del proyecto, es una herramienta que se debe aplicar antes de iniciar su ejecución para optimizar los procesos tanto en materiales,

tiempos y rendimientos innovando de tal manera que genere resultados positivos al proyecto.

En el PMBOK se enuncia la utilización de cronogramas, rutas críticas, barras Gantt con el fin de llevar un control adecuado de tiempos y costos del proyecto; ahora con la utilización de sistemas como el MS Project, Visio, etcétera, hay un control adecuado de los proyectos en tiempo y costo, sin considerar un sin número de programas que existen para el control de los proyectos, mientras que el Análisis de Valor en la Construcción utiliza estas herramientas para optimizar las fechas de ejecución de las actividades, reutilizando las holguras, minimizando el uso de equipos y mano de obra.

En el PMBOK se realiza un control de todos los procesos que se necesitan para la ejecución del proyecto, incluidos gastos y costos indirectos del proyecto, mas no se indica una manera técnica para minimizar estos costos y gastos que son indispensables para su ejecución, en el Análisis Valor de la Construcción se verifica económicamente cuanto representa el implementar estas actividades necesarias pero que no generan valor en el proyecto, y se busca innovar el como se puede realizar dichas actividades utilizando otras maneras que minimicen recursos. Como ejemplo está la comunicación entre el proyecto y el área administrativa, la cual minimiza los recursos utilizando sistema de información integral que optimiza los tiempos y control de los costos y gastos del proyecto.

El Análisis de Valor en la Construcción permite verificar en su investigación si algún material tiene costos elevados para su utilización, y se puede encontrar materiales alternativos que cumplan con los mismos resultados técnicos, pero permitan minimizar los costos. Por ejemplo tenemos la utilización de morteros prefabricados que minimizan muchos costos de fabricación del mortero en obra, especialmente si el volumen de uso es elevado.

Discusión y conclusiones

Finalmente, las herramientas presentadas entre el PMBOK y el Análisis de Valor en la Construcción, permiten identificar las bases de acción de cada una, su aplicación en los proyectos y su complemento entre las dos. El Análisis de Valor en la Construcción es una herramienta que optimiza los costos que se generan en cualquier fase del proyecto, en cambio el PMBOK determina los estándares que los profesionales y personal del proyecto deben realizar para continuar eficaz y técnicamente el proyecto.

Ambos son parte del mismo proyecto, pero el Análisis de Valor es una herramienta que puede mejorar el rendimiento del PMBOK, incrementando sus resultados, mejorando los costos y tiempos aplicando la técnica del Análisis de Valor.

El Análisis de Valor en los proyectos de construcción determina cuales actividades que se realizan en el proyecto, son costos directos, costos indirectos, gastos directos y gastos indirectos, además determina si la cuantificación que se va a desembolsar, es la más adecuada para el proyecto, y si existen nuevas alternativas innovadoras o existentes que generen mejores beneficios en el proyecto.

Se ha demostrado que el Análisis de Valor puede reducir la cantidad de personal y equipos utilizando las holguras de la red Pert CPM, logrando modificar las fechas de inicio en cada rubro/ actividad con el fin de utilizar la menor cantidad de mano de obra y equipos en el proyecto, cumpliendo con los requerimientos, pero mejorando los costos.

El PMBOK refiere a la gestión que deben realizar los profesionales para sobrellevar adecuadamente el proyecto y el Análisis de Valor es la herramienta que se utiliza en el proyecto para mejorar la rentabilidad del proyecto.

Referencias

- Alemán, F. (2012). *Análisis y evolución de los costos de los principales insumos del Sector de la construcción en el Ecuador en el período 2004 – 2011*. Lisboa: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Ballard, G. (2008). *The Lean Project Delivery System: an update*. Lean Construction Institute Journal.
- Ballard, G., Howell, G. (1998). Shielding Production: an essential step in production control. *Journal of Construction Engineering and Management*, 124 (1). doi: 10.1061/(ASCE)0733-9364(1998)124:1(11)
- Bar, D. (2012). *El 60% de la innovación de las empresas constructoras es no planificada*. Retrieved from <https://www.interempresas.net/ObrasPublicas/Articulos/101082-El-60-por-ciento-de-la-innovacion-de-las-empresas-constructoras-es-no-planificada.html>.
- Calzeta, M. (2012). *Ingeniería de Valor, beneficios y oportunidades de incremento de valor en obras de Ingeniería Civil*. (Tesis doctoral) Civil Universidad Autónoma de México.
- Espejo, A., Véliz J. (2013). *Aplicación De La Extensión Para La Construcción De La Guía Del PMBOK - Tercera Edición, En La Gerencia De Proyecto De Una Presa De Relaves En La Unidad Operativa Arcata-Arequipa*. (Tesis doctoral). Pontificia Universidad católica del Perú.
- Florio, M., Finzi, U., Genco, M., Levarlet, F., Maffii, S., Tracogna, A. y Vignetti, S. (2003). *Guía del análisis Costes-Beneficios de los proyectos de Inversión*. Unidad responsable de la Evaluación DG Política Regional Comisión Europea.
- Haguiara, N. (1998). *Engenharia e análise de valor na manufatura e na construção civil*. (2 ed.). São Paulo: Ed. Blucher
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptitsta, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. Sexta Edición. Editorial McGraw Hill, Ciudad de México, México.
- Henderson, K. (2007). *Earned Shedule: ¿A Breakthrough Extension to Earned Value Theory? A Retrospective Analysis of the Real Project Data*, PMI Sidney Australia Chapter.
- Horngren, C., Datar, S., Rajan, M. (2012). *Contabilidad de Costos, Un enfoque Gerencial*. México: Pearson Educación de México S.A. de C.V.

- Kazaz, A., Ulubeyli, S., Er, B., Acikara, T. (2016). *Construction Materials-based Methodology for time-cost-quality Trade-off problems*. Creative Construction Conference 2016, CCC 2016, 25-28 June 2016.
- Koskela, L. (1992). *Application of the New Production Philosophy to Construction*. USA: Department of Civil Engineering, Stanford University, Stanford.
- Pons, F. (2014). *Introducción a Lean Construction*, Fundación Laboral de Construcción, Madrid – España.
- Project Management Institute Inc. (2016). *Construction Extension to the PMBOK Guide*. Pennsylvania, USA: Newtown Square.
- Suarez, M. (2008). *Encontrando al Kaizen: Un análisis teórico de la Mejora Continua*. México: Tecnológico de Monterrey.
- Subramani, T., Jabasingh, S., Jayalakshmi, J. (2014). *Analysis of Cost Controlling In Construction Industries by Earned Value Method Using Primavera*. Department of Civil Engineering, VMKV Engg. College, Vinayaka Missions University, Salem, India.
- Valderrama, F. (2010). Dos modelos de aplicación del método del valor ganado (EVM) para el sector de la construcción. In *XIV International Congress on Project Engineering*.
- Villegas, N. (2009). *Análisis de valor en la toma de decisiones aplicado a carreteras. Tesis doctoral*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya.
- Vivan, A., Huertas, F., Paliari, J. (2016). *Model for kaizen Project development for the construction industry*. Brasil: Universidad Federal de San Carlos.
- Wang, Y., Bai, S., Guo, Y. (2014). *Applied Research of Earned Value Theory in the Engineering Project Management*. School of Management Northwestern Polytechnical University.

Fecha de recepción: 28/01/2020

Fecha de revisión: 03/05/2020

Fecha de aceptación: 02/06/2020