

**PRACTICA EMPRESARIAL COMO AUXILIAR DE INGENIERÍA PARA EL
SEGUIMIENTO DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN EN LA EMPRESA
PAIS S.A.S**

LIZETH KARINA VANEGAS ORTEGA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
2020**

**PRACTICA EMPRESARIAL COMO AUXILIAR DE INGENIERÍA PARA EL
SEGUIMIENTO DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN EN LA EMPRESA
PAÍS S.A.S**

LIZETH KARINA VANEGAS ORTEGA

Proyecto de grado para optar al título de Ingeniero Civil

Director de Proyecto

HOMER ARMADO BUELVAS MOYA

MSc. en Ingeniería Estructural

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2020

DEDICATORIA

Principalmente a Dios, que además de ser mi gran alimento diario es a quién le debo todo, y me permitió escalar hasta esta parte del Monte Everest que es mi vida, siempre mantendré su palabra en mi corazón, “Si puedes creer, al que cree todo le es posible” *Marcos 9:23.*

A mis padres, siempre son el motor en mis propósitos, mi cima es tan alta como mi sueño de verlos felices y hacerlos sentir orgullosos, su apoyo y amor incondicional, sus preocupaciones, sus regaños son lo que me llevaron a lo que soy hoy, los amo infinitamente.

A mis hermanitos y mi ahijada, Juancho, que siempre está al pendiente de todos; Estebitan, llenando nuestra vida de esperanza y Daniela, mi tierna princesa; cada uno con su amor fraternal siempre sonriendo y dándome la mejor energía, y a pesar de los duros momentos siempre unidos, ustedes son mi luz.

A mi Angel en esta tierra, la persona que me ha enseñado a amar, siempre dándome lo mejor de él y yo aprendiendo a dar lo mejor de mí, tu paciencia, comprensión y transparencia han fijado los cimientos de este sentimiento que desprende de mí, aportaste de forma única a mi crecimiento académico y personal, Leo tu compañía es mi mayor regalo.

A ti mi Dani, que eres mi conciencia, te lo he dicho, el amor se manifiesta de diferentes maneras, para mí uno de los más sinceros y duraderos es el de la amistad, gracias por obligarte ese primer día de clase a trabajar juntos y el resto de los días a soportarme, siempre peharemos juntos las batallas y disfrutaremos de las victorias.

A ti mi Abuelita bella, que desde el cielo siempre me cuidaste, sentí tu presencia en cada paso, sé cuánto anhelabas verme convertida en lo que soy hoy. Te amé, te amo y te amaré siempre.

A mis padrinos Luz Nelly y Libardo, siempre siendo unos segundos padres, apoyándome en este proceso, y a toda mi familia, mi abuelo, mis tíos y primos, llevo una parte de cada uno en mi corazón, Los amo.

LIZETH KARINA VANEGAS ORTEGA

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Industrial de Santander, mi alma mater, por abrirme las puertas al mundo del saber y a la construcción como profesional integral, comprometida con el desarrollo y criterio para actuar responsablemente ante la sociedad.

Al Ing. MSc. Homer Armado Buelvas Moya, por su tiempo y dedicación, y estar siempre pendiente de los avances, mediante sus aportes invaluable y sugerencias.

A la Constructora PAIS S.A.S, el Ing. Isduar Páez y su grupo de trabajo, por la oportunidad de realizar esta propuesta de trabajo, son quienes hacen parte de mis cimientos como profesional.

A la UIS sede Barbosa, incubadora de este proceso, especialmente a las docentes Sandra Fontecha y Marcela Galeano, quienes siempre confiaron en mí, y me hicieron saber de lo que podía ser capaz, con sus oportunos consejos y lecciones de vida.

A mis amigos dentro y fuera de la Universidad, quienes hicieron parte del proceso de inicio a fin, y a aquellos que encontré por el camino: Daniel, Aleja, Hantcs, Johana, Carolina, las bebecitas, mis amiguiños y los bebes, de las cosas más valiosas que me regaló la Universidad fue coincidir con amigos como ustedes.

Y cada una de las personas que de una u otra manera hicieron parte de este proceso que a pesar de las dificultades amé.

LIZETH KARINA VANEGAS ORTEGA

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	14
1. MARCO DE REFERENCIA.....	16
1.1 PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN.....	16
1.2 GESTIÓN DE COSTOS DEL PROYECTO.....	16
1.3 PRESUPUESTO DE OBRA.....	17
1.4 PROGRAMACIÓN O CRONOGRAMA DE OBRA.....	18
1.5 CONTROL Y SEGUIMIENTO DE OBRA.....	19
1.6 TÉCNICA DEL VALOR GANADO (EVM).....	19
1.7 VALOR PRESENTE/PRESUPUESTADO (PV)	22
1.8 VALOR GANADO (EV)	22
1.9 COSTO REAL (AC)	22
1.10 CONSTRUCTORA PAIS S.A.S	23
2. SEGUIMIENTO DEL PROYECTO PARQUE PRINCIPAL DE PAUNA.....	24
2.1 CRONOGRAMA	24
2.3 TOMA DE MEDIDAS	25
2.4 PEDIDO DE MATERIAL	25
2.5 BITÁCORA DE OBRA	25
2.6 SABANA DE PRESUPUESTO ACTUALIZADO / ACTA DE COBRO.....	26
3. ESTADO EN COSTOS Y TIEMPO DEL PROYECTO PARQUE PRINCIPAL DE PAUNA	27
3.1 VALOR PRESENTE (PV) DEL PROYECTO PAUNA	27
3.2 COSTO ACTUAL (AC) DEL PROYECTO PAUNA	28
3.3 VALOR GANADO (EV) DEL PROYECTO PAUNA.....	29
3.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	29
4. SEGUIMIENTO A OTROS PROYECTOS	33

5. CONCLUSIONES35
BIBLIOGRAFÍA.....37

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Parque principal de Pauna en el periodo de abandono.	24
Figura 2. Parque principal de Pauna culminado el proyecto de adecuación y puesta en funcionamiento.	25
Figura 3. Análisis del valor ganado de tres cortes de obra del proyecto Pauna.....	32

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Porcentajes del Valor presupuestado (%PV) en el proyecto del Parque Principal de Pauna.	28
Tabla 2. Resumen análisis de costos del proyecto	29
Tabla 3. Variaciones e indicadores.....	31
Tabla 4. Resumen general análisis de variaciones e indicadores.....	32

LISTA DE ANEXOS

Ver documentos adjuntos en el CD y pueden visualizarlos en la base de datos de la Biblioteca UIS

Anexo A Socialización con acompañamiento de la Gobernación de Boyacá

Anexo B. Replanteo e Inicio de obra

Anexo C. Excavaciones para tubería eléctrica y sumideros.

Anexo D. Avance Adoquín

Anexo E. Limpieza y Pañetes del Agora

Anexo F. Termina puesta de Adoquín

Anexo G. Acabados y pintura

Anexo H. Formatos

RESUMEN

Título: Practica empresarial como auxiliar de ingeniería para el seguimiento de proyectos de construcción en la empresa Pais S.A.S *

Autor: Lizeth Karina Vanegas Ortega **

Palabras Clave: Control y seguimiento de proyectos, EVM, Valor Ganado, Rentabilidad, medidas de control.

Descripción

El control de costos en los proyectos de construcción se ha convertido en una necesidad primordial de las diferentes entidades privadas generada por las grandes cantidades de recursos financieros que se implementan para poder ejecutar y llevar a cabalidad los proyectos. Por lo anterior, las empresas de construcción deberían tomar la iniciativa de crear un plan eficiente de control y seguimiento en la ejecución de sus proyectos con el objetivo de poder controlar el desvío, la posible mala utilización de recursos, los sobrecostos en obra y retrasos en años de los proyectos, así como tomar las medidas correctivas en el proceso. El presente trabajo describe la práctica empresarial como auxiliar ingeniería al apoyo del seguimiento de proyectos de construcción de la empresa PAIS S.A.S, haciendo uso de gráficas y de las variaciones obtenidas de la muestra de la aplicación rápida de la técnica del valor ganado (EVM) como una herramienta de alerta en la ejecución de proyectos. Se programa un análisis de los costos, actas de obro y presupuesto con el fin de tomar decisiones tempranas y oportunas para el mejoramiento y con el objetivo de garantizar la rentabilidad esperada, en este caso, como caso aplicativo con la obra de Adecuación y puesta en funcionamiento de la planta superior del Parque principal de Pauna, Boyacá.

* Proyecto de Grado

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Ing. MSc. Homer Armado Buelvas Moya

ABSTRACT

Title: Business practice as an engineering assistant for the monitoring of construction projects in the company Pais S.A.S *

Author: Lizeth Karina Vanegas Ortega **

Key Words: Control and monitoring of projects, EVM, Earned Value, Profitability, control measures

Description

Cost control in construction projects has become in a primary need of the different private entities in Colombia cause of the large amounts of financial resources that are implemented to fully execute and carry out the projects. Therefore, construction companies should take the initiative to create an efficient control and monitoring plan in the execution of their projects in order to control the diversion, the possible misuse of resources, cost overruns and delays in construction years of the projects, as well as taking corrective action in the process. The present work describes the business practice as an engineering assistant to support to the monitoring of construction projects of the company PAIS S.A.S, making use of some graphs and the variations obtained from the sample of the rapid application of the earned value technique (EVM) as an alert tool in the execution of their construction projects. An analysis of the costs, work records and budget is scheduled in order to make early and timely decisions for improvement and in order to guarantee the expected profitability, in this case, as an application case with the project of Adaptation and putting in operation of the upper floor of the main Park of Pauna, Boyacá.

* Proyecto de Grado

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Ing. MSc. Homer Armado Buelvas Moya

INTRODUCCIÓN

La construcción de obras de infraestructura de tipo público o privado de cualquier país juega un papel importante en su desarrollo y en el continuo mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes. En Colombia, todos los años se generan proyectos de tipo privado con el fin de contribuir a estos objetivos de desarrollo y calidad, sin embargo, actualmente se presentan problemas en los proyectos de nuestro país vinculados con el retraso en años (cronogramas) y se relaciona principalmente a deficiencias administrativas, corrupción, calidad insuficiente del trabajo, incumplimiento de fechas de entregas, desperdicio de recursos y sobrecostos en el presupuesto original¹.

Para evitar retrasos en los proyectos de infraestructura se ve la necesidad de realizar un seguimiento y control específico a los procesos constructivos y los costos que ellos contraen, con el fin de generar seguridad y confianza del trabajo realizado, además de evitar demoras que pueden ser controladas previamente.

Empresas privadas dedicadas a la construcción no son indiferentes a este problema de sobrecostos en obra, por eso es importante la búsqueda de alternativas efectivas, como técnicas que detecten este fenómeno y permitan la mejora de esta problemática. La Constructora PAIS S.A.S. es una empresa de construcción que actualmente resalta por cumplimiento total, en calidad de trabajo y eficiente control sobre sus proyectos, contando con profesionales de calidad que están vinculados a la construcción de importantes proyectos relacionados con entidades públicas y

¹ MEMON, A. H., & RAHMAN, I. A. SEM-PLS analysis of inhibiting factors of cost performance for large construction projects in Malaysia: Perspective of clients and consultants. The scientific world journal, 2014, 165158. <https://bibliotecavirtual.uis.edu.co:2236/10.1155/2014/165158>

privadas, buscando siempre mejorar la prestación de sus servicios, velando por ofrecer una solución integral al cliente.

En el presente trabajo se describe el desarrollo de la práctica empresarial en el cargo de auxiliar de ingeniería, en la cual se realizó el apoyo en las etapas de gestión de algunas de las obras a cargo de la Constructora PAIS S.A.S., además de centrarse en el apoyo a la construcción del proyecto de adecuación del Parque Principal de Pauna. Se realizó una muestra de la aplicación rápida de la técnica de valor ganado (Earn Value Method EVM), analizando la relación entre el estado del presupuesto ejecutado (Earn Value - EV) respecto al que se planeó inicialmente (Plan Value - PV), generando que la empresa cuente con una herramienta de alerta para el control de sus proyectos y que le permitirá identificar los sobrecostos y tomar decisiones tempranas. Un objetivo de la empresa es evitar que sus proyectos pierdan la rentabilidad esperada.

1. MARCO DE REFERENCIA

1.1 PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN

Un proyecto de construcción es un esfuerzo mancomunado temporal que se realiza con el fin de obtener un producto, servicio o resultado que mejore la calidad de vida de un grupo de personas, incluye un conjunto de estudios previos y documentos de ejecución para su realización. Los estudios previos permiten al proyecto de construcción establecer los documentos escritos, planos, ideas, permisos, presupuestos, cálculos y fases que terminarán de darle forma de cómo se debe realizar una obra de arquitectura o ingeniería. Los proyectos de este tipo deben abarcar tanto los aspectos globales como los más detallados y debe tener al final una valoración y debe ser claro a la hora de interpretarlo, para que un facultativo distinto al autor puede llevar a cabo su ejecución².

1.2 GESTIÓN DE COSTOS DEL PROYECTO

La Gestión de los Costos del Proyecto incluye los procesos relacionados con planificar, estimar, presupuestar, financiar, gestionar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado³.

² CARO V. Javier Plan of control and follow-up in the execution of civil works of big surfaces. 2016, Bogota: Universidad Militar Nueva Granada

³ PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK®)-Quinta edición- GlobalSTANDAED -año 2013-Pag 141-226

1.3 PRESUPUESTO DE OBRA

Es el valor monetario que se basa en la estimación económica de los recursos humanos y materiales que se requieren para desarrollar las actividades de obra y que en conjunto representaría el costo total del proyecto o presupuesto de obra.

En resumen, un presupuesto de obra está conformado por cuatro partes fundamentales:

1. Costos directos: Corresponden a los insumos, materiales, información adquirida, recurso humano dedicado únicamente a la obra o contrato que se presupuesta⁴.
2. Costos de Administración: No están incluidos en los costos directos y son variables al lugar donde se esté ejecutando la obra, son gastos administrativos de una obra indirectos “directos”, ya que coexisten solamente en relación a la existencia de la obra, generalmente se representa como un porcentaje del costo directo⁵.
3. Los imprevistos: Son aquellos costos directos o indirectos que pudieran presentarse en el desarrollo de la obra, y que no fueron presupuestados. Este rubro no cubre costos previsibles que se pueden haber olvidado presupuestar, sino de verdaderos problemas a resolver en el proyecto⁶
4. La Utilidad: Es el porcentaje de ganancia que se calcula en función de la rentabilidad del patrimonio (Precio de venta menos costos totales) en relación con el dinero invertido (Activos menos deuda). En las obras civiles, servicios técnicos

⁴ GERENCIE. Economía y Finanzas, El A.I.U. [en línea] [citado 20 de Noviembre 2019] disponible en: <https://www.gerencie.com/el-a-i-u.html>

⁵ Ibíd

⁶ Ibíd.

y consultoría se ha definido que la utilidad se calcula como un porcentaje del costo Directo⁷.

El formato de presupuesto que se maneja en los proyectos públicos en Colombia, varía principalmente según la región, por ejemplo, en el departamento de Boyacá, la gobernación maneja un modelo que involucra el código de la actividad, descripción, la unidad de medida, la cantidad total para ejecutar en la obra, el valor unitario de cada actividad, % distancia que es el incremento por distancia y está regido por la resolución de los precios de Boyacá para obras civiles, haciendo referencia al transporte, y el Valor total de la actividad que se aplica lo anterior. Cuando se hace la sumatoria ponderada de esos valores totales de cada actividad, se le agrega el porcentaje del Administración Imprevistos y Utilidad AIU. Este conjunto de elementos representan e identifican el presupuesto de la obra en ejecución, particularmente para esta práctica resalta el presupuesto del parque principal Pauna (ver Anexo 1 hoja PRESUPUESTO).

1.4 PROGRAMACIÓN O CRONOGRAMA DE OBRA

El cronograma de obra incluye el proceso lógico de analizar secuencias de actividades y plazos necesarios para finalizar las actividades individuales con los recursos estimados⁸.

El beneficio clave de un cronograma de obra consiste en incorporar las actividades, duraciones, recursos, y relaciones lógicas, permitiendo la visualización de fechas de inicio y finalización estimadas para cada actividad contemplada en el presupuesto de obra. Observándose el costo generado en cada fecha y el acumulado en cada

⁷ Ibíd.

⁸ PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Op. Cit.

periodo, pudiendo contemplar así la financiación y el flujo de caja requerido para el desarrollo del proyecto⁹.

1.5 CONTROL Y SEGUIMIENTO DE OBRA

Este proceso consiste en monitorear el estado del proyecto tanto en presupuesto como en el cronograma y se realiza a la par con la ejecución de la obra, siendo así una herramienta oportuna para la toma de decisiones que permitan garantizar el tiempo programado, la rentabilidad esperada y cumplimiento en cada proyecto¹⁰.

1.6 TÉCNICA DEL VALOR GANADO (EVM)

En el 2005, el Project Management Institute (PMI) publicó el estándar del Método del “valor ganado” o la “Técnica del valor ganado EVM” como practica para la dirección de proyectos, consistente en un método para determinar, registrar y comparar los costos del proyecto de manera evolutiva y como una función del tiempo¹¹, respondiendo a la pregunta principal: ¿Cuánto valor ha acumulado el trabajo realizado en el proyecto hasta un momento específico? Con el fin de comparar los valores de costo y presupuestados¹².

El EVM permite analizar el estado real del proyecto junto con resultados esperados mediante la comparación del costo actual (Actual Cost – AC), valor planeado o presupuesto original (Present Value – PV) y los valores ejecutados o ganados (Earn

⁹ RIVERA. P Carlos. F. Guía De aplicación del método del valor ganado como sistema integral de control, seguimiento y supervisión de obras

¹⁰ PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Op. Cit.

¹¹ HERNÁNDEZ, SÁNCHEZ, José Miguel. Gerencia de proyectos con Project 2010, Ecoe Ediciones, 2012. ProQuest Ebook Central[en línea] [citado 27 de septiembre 2019] disponible <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bibliouissp/detail.action?docID=3199146>.

¹² BRICEÑO L., Pedro. Administración y Dirección de Proyectos. Un enfoque Integrado. McGraw-Hill. Segunda Edición. Santiago – Chile. 1996

Value – EV). Al medir el rendimiento o avance de proyecto continuamente se tiene una herramienta de alerta que permite tomar decisiones tempranas, evitando así que el proyecto pierda la rentabilidad esperada¹³.

En la búsqueda bibliográfica referente al control de proyectos mediante EVM, se encuentra que existen diferentes tipologías para medir el trabajo realizado. El tipo de valor ganado a medir se debe seleccionar durante la planificación del proyecto y es la base para la medición del desempeño durante la ejecución y el control del proyecto, tal como lo describe el PMI.

“Las técnicas de Valor Ganado deben seleccionarse en función de los atributos clave del trabajo, principalmente 1) la duración del esfuerzo y 2) la tangibilidad de su producto. El rendimiento laboral se mide periódicamente, como semanal o mensual. La técnica EV seleccionada para medir el rendimiento del esfuerzo discreto dependerá de su duración y del número de períodos de medición que abarque”¹⁴.

Algunas de las técnicas más comunes se describen en los párrafos siguientes.

- **Fórmula fija:** La idea con esta técnica es que se utilicen porcentajes de ejecución a una actividad y que esta solo se da por terminada cuando se complete con dicho porcentaje; ejemplo típico de fórmula fija es la técnica 50/50. Con este método, el 50% del trabajo se acredita como completo para el período de medición en el que comienza el trabajo, independientemente de cuánto trabajo se haya realizado realmente. El 50% restante se acredita cuando se completa el trabajo. Otras variaciones del método de fórmula fija incluyen 25/75

¹³ *Ibíd.*

¹⁴ PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, Practice Standard for Earned Value Management, Chapter 2, Newtown Square. 2005

y 0/100. Las técnicas de fórmula fija se utilizan con mayor eficacia en tareas pequeñas de corta duración¹⁵.

- **Hito ponderado:** Esta técnica plantea dividir el trabajo a completar en segmentos, cada uno de los cuales termina con un hito observable; luego asigna un valor al logro de cada hito. La técnica de hito ponderado es más adecuada para tareas de mayor duración que tienen resultados intermedios y tangibles¹⁶.
- **Porcentaje completo:** Esta es de las técnicas comúnmente más usadas, donde en un periodo de medición se hacen apreciaciones del porcentaje del trabajo completado, que se usan para el progreso acumulado realizado contra el plan para cada tarea, sin embargo, si hay indicadores objetivos que pueden usarse para llegar al porcentaje completado, indicando por ejemplo, el número de unidades de producto completado dividido por el número total de unidades a completar.¹⁷
- **Esfuerzo distribuido:** Si una tarea tiene una relación directa y de apoyo con otra tarea que tiene su propio EV, el valor de la tarea de apoyo puede determinarse en función del EV de la actividad base de referencia o distribuirse a este.¹⁸
- **Nivel de esfuerzo (LOE):** Algunas actividades del proyecto no producen resultados tangibles que puedan medirse objetivamente, estas actividades consumen recursos del proyecto y deben incluirse en la planificación y medición de EVM. Se asigna un valor planificado a cada tarea LOE para cada período de medición, este valor planificado se acredita automáticamente como el valor ganado al final del período de medición. Esta técnica debe usarse solo cuando la

¹⁵ *Ibíd.*

¹⁶ *Ibíd.*

¹⁷ *Ibíd.*

¹⁸ *Ibíd.*

tarea no se presta a una técnica que realmente mide el progreso del trabajo físico.¹⁹

1.7 VALOR PRESENTE/PRESUPUESTADO (PV)

El valor presupuestado (Present Value - PV), está basado en el flujo de caja acumulado estimado del proyecto, el cual, se elabora como parte del presupuesto durante el desarrollo del plan de gestión del proyecto y debe entenderse como una variable que se incrementa a lo largo del tiempo²⁰.

1.8 VALOR GANADO (EV)

Es la medida del trabajo realizado en términos de presupuesto autorizado para dicho trabajo, se utiliza a menudo para calcular el porcentaje completado de un proyecto²¹.

El análisis de Valor Ganado (Earn Value – EV) en proyectos indica qué cantidad del presupuesto debería haberse gastado, en función de la cantidad de trabajo realizado hasta el momento y el costo previsto para la tarea, la asignación o el recurso.²²

1.9 COSTO REAL (AC)

El costo real (Actual Costo - AC) es el rubro económico incurrido por el trabajo llevado a cabo en una actividad durante un período de tiempo específico. Es el costo total en el que se ha incurrido para llevar a cabo el trabajo medido por el EV. El AC no tiene

¹⁹ *Ibíd.*

²⁰ RIVERA. P Carlos. F Op. Cit.

²¹ PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE Op. Cit.

²² HERNÁNDEZ, SÁNCHEZ, José Miguel Op. Cit.

límite superior; se medirán todos los costos en los que se incurra para obtener el EV.

23

1.10 CONSTRUCTORA PAIS S.A.S

CONSTRUCTORA PAIS S.A.S es una empresa creada en 2016, dedicada al diseño, asesoría y construcción de obras públicas y privadas. Se caracteriza por el Cumplimiento Total, brindando soluciones integrales en la industria constructora a nivel nacional y especialmente en la zona del occidente de Boyacá, realiza obras con calidad, celeridad y cumplimiento con sus clientes, trabajadores, contratistas y proveedores; Da prioridad al ser humano y a su desarrollo integral, apoyándose con profesionales de calidad que están vinculados a la construcción de importantes proyectos relacionados con entidades públicas y privadas, busca siempre mejorar la prestación de sus servicios, velando por ofrecer una solución integral al cliente.

²³ PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE Op. Cit.

2. SEGUIMIENTO DEL PROYECTO PARQUE PRINCIPAL DE PAUNA

Se realiza una revisión de los próximos contratos de obra a ejecutar por parte de la empresa PAIS S.A.S. y se selecciona como eje principal de la práctica, el proyecto “Adecuación y puesta en funcionamiento de la planta superior de parque principal de Pauna” presupuestado en \$757.656.334,00 (COP). El programa del parque Pauna inició a mediados del 2015 con un presupuesto de \$2.120.129.071,00 (COP) y cuyo contrato era de única fase, sin embargo debido a errores en su proyección preliminar, en tan solo 2 meses de ejecución se abandonó por casi cuatro (4) años la obra (ver Figura 1), dejando la superficie a la intemperie y a media ejecución. Sin embargo, hasta marzo del 2019 surgió este nuevo proyecto suscrito mediante convenio interadministrativo con la Gobernación de Boyacá, que tenía como fin embellecer el espacio que empezó a ser reestructurado en la pasada administración (2012-2015) (Ver Figura 2).

Figura 1. Parque principal de Pauna en el periodo de abandono.



2.1 CRONOGRAMA

Teniendo como base el presupuesto inicial del proyecto, se realiza primera visita de obra, con ésta se procede a recoger información del proceso constructivo de la misma, para luego armar el cronograma con ayuda del residente de obra.

Figura 2. Parque principal de Pauna culminado el proyecto de adecuación y puesta en funcionamiento.



2.3 TOMA DE MEDIDAS

Durante la ejecución de la obra se realizaron siete (7) visitas a la misma, en las cuales se tomaban medidas mediante cinta métrica con el fin de recopilar información del avance físico de la obra.

2.4 PEDIDO DE MATERIAL

Se realizó apoyo a la gestión de los materiales en obra, mediante al apoyo a la solicitud de requerimientos de materiales usando el procedimiento y formato planteado por la empresa. Se debía enviar un correo adjuntando, el formato y numero de pedido, así como el nombre de la obra como asunto dirigido al área de contabilidad para que esta realizara el pago correspondiente. Cabe resaltar que estos procesos significaban demoras previsible en obra.

2.5 BITÁCORA DE OBRA

La bitácora de obra es el documento histórico y cronológico que contiene los sucesos más importantes en obra. La Constructora PAÍS S.A. maneja un formato previamente

establecido y en comunicación diaria con el residente de obra se complementaba el libro de la bitácora de obra. Se completaba con la información relevante día a día en obra, de llegada de pedidos, realización de actividades y verificando su relación con el avance que se tenía hasta la fecha.

2.6 SABANA DE PRESUPUESTO ACTUALIZADO / ACTA DE COBRO

Es el documento contractual que contiene la información técnica ejecutada de manera cuantitativa para relacionar con sus valores presupuestales y realizar el respectivo cobro. Para realizar las actas de cobro, se realizaron tres (3) documentos en el plazo del contrato. Este documento contenía las cantidades programadas y las que se iban ejecutando en periodos variables. En el periodo de ejecución aproximado superior de un mes se realizaron las actas 1 y 2. Mientras el acta tres (3) comprendió un periodo de aproximadamente los últimos dos meses de ejecución de la obra. Sin embargo, debido a que el proyecto estaba contratado con recursos gubernamentales, los procesos de pago se prolongaban hasta 30 días adicionales para revisión de la respectiva acta de cobro.

3. ESTADO EN COSTOS Y TIEMPO DEL PROYECTO PARQUE PRINCIPAL DE PAUNA

Se elaboró un formato de memorias de cálculo para que mes a mes se fuese consignando la información de ejecución, del material que iba siendo despachado para la obra, del personal que ésta requería, los desembolsos que fue realizando la unidad de contabilidad para la obra, así como se registró el pago de los subcontratos realizados (Mano de obra civil y mano de obra eléctrica).

3.1 VALOR PRESENTE (PV) DEL PROYECTO PAUNA

Por medio del cronograma que se planteó, según la duración de cada actividad y el tiempo (plazo y fecha) en el cuál ésta debería ejecutarse, se estimó un porcentaje de ejecución de cada una de las actividades contempladas para cada periodo y a esto se le denominó PV. En la Tabla 1 se ilustra los porcentajes que se contemplaron para cada periodo. En el anexo 8 se planteó en las hojas “PRESUPUESTO” y “PDT” que el contratista pueda complementar la información del PV, programando para que en las hojas CORTE_1, CORTE_2 y CORTE_3 del mismo anexo se pueda visualizar este valor del PV detallado, en la Tabla 2. Se puede apreciar de general este valor para cada corte de obra.

Tabla 1. Porcentajes del Valor presupuestado (%PV) en el proyecto del Parque Principal de Pauna.

% VALOR PRESUPUESTADO (PV)					
ITEM	ACTIVIDAD	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
1,00	PLAZOLETAS PARQUE PRINCIPAL	26%	58%	15%	0%
2,00	ESTRUCTURA NIVEL SUPERIOR Y GRADERIAS	0%	0%	78%	22%
3,00	INSTALACIONES ELÉCTRICOS	11%	19%	66%	5%

3.2 COSTO ACTUAL (AC) DEL PROYECTO PAUNA

El medir el AC de un proyecto se vuelve complejo si no se cuenta con ningún sistema de control de costos, sin embargo, en el desarrollo de la práctica se tenía comunicación directa con el residente de obra y así se extraía información del material que llegaba continuamente a la obra, la empresa proveedora llevaba una factura de cantidades, y de esta manera se hacía más sencillo el control de las cantidades de cada material que ingresaba a la obra.

Una vez al mes se pasaba un listado del material que llegaba a la obra y se llevaba al área de contabilidad solicitando el costo incluido el transporte por cada material, luego se dispuso a ver que material y que cantidad del mismo e iba para completar cada actividad, además se solicitaba el pago que se hacía de nómina para tener en cuenta la mano de obra. En el anexo 8 hojas Inventario_Material y Mano_de_Obra, se planteó que el contratista pueda complementar la información de los materiales y recursos humanos para la obra, en la hojas CORTE_1, CORTE_2 y CORTE_3 se dispuso en la tabla del valor ganado una columna para que se agregue información del AC.

3.3 VALOR GANADO (EV) DEL PROYECTO PAUNA

Para medir el EV del proyecto Parque Principal de Pauna, se optó por la técnica del porcentaje completado, ya que se contaba con la información dentro de presupuesto de las cantidades tangibles en la mayoría de las actividades.

Las visitas a la obra permitieron que se midiera el porcentaje de avance, y así se lograra determinar las cantidades debidamente ejecutadas en cada periodo. En los anexos del 1 al 7 se puede evidenciar el avance de algunas de las actividades durante las visitas a obra.

Tabla 2. Resumen análisis de costos del proyecto

CORTE	VALOR PRESENTE	VALOR GANADO	COSTO ACTUAL
1	\$78.075.719	\$99.384.694	\$65.398.760
2	\$164.294.794	\$74.994.390	\$66.125.540
3	\$340.442.051	\$408.433.481	\$219.159.450
TOTAL	\$582.812.565	\$582.812.565	\$350.683.750

La Tabla 2. Muestra los costos de PV, EV y AC, generados en el proyecto del Parque principal de Pauna, según cada corte de obra, calculados como se menciona en párrafos anteriores.

3.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Inicialmente se pactó con el contratista que el valor del contrato se pagaría: el 90% mediante actas parciales con previa presentación del acta o sabana para verificación de avance de obra por parte del interventor contratado por el Municipio y el supervisor designado y, el último pago correspondiente a mínimo el 10% del valor del contrato,

se cancelará previa firma del acta final de recibo a satisfacción y acta de liquidación por parte del interventor y de quien el alcalde designe para supervisor.

Debido a las demoras en los desembolsos y la corta duración de la obra, se convino previamente y se presentaron 3 cortes de obra, donde en el primer y segundo corte se contempló un mes de ejecución respectivamente, cobrando un 57,02% del valor total, y se fijó un tercer corte que cubriera los últimos 2 meses ejecución con el porcentaje restante del valor del contrato, por esto se evaluó la obra en estos tres cortes.

La técnica del análisis del valor ganado, requiere evaluar variaciones e índices de tendencia y realizar una interpretación de los datos para hacer estimaciones y tomar decisiones. En el anexo 8, en las hojas de CORTE 1, CORTE 2 y CORTE 3, se realizó un análisis de las diferentes variaciones del proyecto para cada corte de obra respectivamente. La Tabla 3 muestra las formulas usadas para el cálculo de las variaciones e indicadores tanto de cronograma como de costos, señalando cuando va bien o mal el proyecto.

Se debieron incluir durante la ejecución del contrato una actividad de No previstos, que contempla tres actividades, esto se presentó puesto que no se había propuesto una tubería adecuada para las redes eléctricas, y el terreno presento fallos que generaron la necesidad de hacer un relleno y configurar el terreno, es por esto que el %SV y SPI para estas actividades no aplicaría que no estuvieron contempladas en el presupuesto inicial.

Las variaciones de costo, (CV) nos permiten identificar si estamos por encima o por debajo del valor planificado hasta la fecha y en qué medida. En el corte 1, se puede evidenciar en la Figura 3, que el CA está casi a la par del PV, pero no superan el EV, es normal que al dar inicio a una obra se haga un desembolso inicial grande para suplir necesidades que permitan que la obra inicie, y mantenga un avance en la

ejecución aceptable, por lo tanto esta variación en costo es buena, ya que estamos por debajo del presupuesto (Ver Tabla 4.).

Tabla 3. Variaciones e indicadores

Variación de costo (CV)	CV=EV-AC	CV<0	¡MAL!
		CV>0	¡BIEN!
Índice de desempeño del presupuesto (CPI)	CPI=EV/AC	CPI<1	¡MAL!
		CPI>1	¡BIEN!
Valor relativo (CV%)	CV%=CV/EV	Porcentaje que nos indica cuán excedidos o por debajo de la línea base del presupuesto estamos	
Variación del cronograma (SV)	SV=EV-PV	SV<0	¡MAL!
		SV>0	¡BIEN!
Índice de desempeño del cronograma (SPI)	SPI=EV/PV	SPI<1	¡MAL!
		SPI>1	¡BIEN!
Valor relativo (SV%)	SV%=SV/PV	Porcentaje que nos indica cuánto atraso o por adelanto de llevamos con respecto al cronograma planeado.	

En el segundo corte se evidencia un atraso en la obra de aproximadamente un mes, el índice del desempeño del cronograma (%SV) mide el avance logrado en un proyecto en comparación con el avance planificado, el identificar esto ayudó a que se tomaran medidas tempranas para agilizar la obra y poder cumplir con el contrato (Ver Tabla 4.).

En el anexo 8, en la hoja CORTE_3 se realizó una tabla del análisis de variaciones detallando cada actividad presente en la obra, estas variaciones fueron calculadas para cada corte de obra, usando las fórmulas que se indican en la Tabla 3 y se puede

evidenciar que la actividad de instalaciones eléctricas fue una de las que más se retrasó en la obra, esto se debió a retrasos con los pedidos y problemas que se presentaron con la maquinaria.

Tabla 4. Resumen general análisis de variaciones e indicadores

CORTE	Variación de costo CV	Índice de desempeño del presupuesto CPI	Valor relativo CV%	Variación del cronograma SV	Índice de desempeño del cronograma SPI	Valor relativo %SV
1	\$33.985.934,00	1,52	34%	\$21.308.974,41	1,27	27%
2	\$8.868.850,00	1,13	12%	- \$89.300.404,37	MAL	-54%
3	\$189.274.029,00	1,86	46%	\$67.991.427,95	1,20	20%



Figura 3. Análisis del valor ganado de tres cortes de obra del proyecto Pauna.

4. SEGUIMIENTO A OTROS PROYECTOS

Dentro del transcurso de la práctica se realizaron diferentes actividades, en función del cargo de auxiliar de Ingeniería, se citan las siguientes:

- Apoyo en la realización de cronogramas para la presentación de propuestas en los proyectos “ Construcción de Cubiertas para IE en las veredas Manote Bajo y Monte y Pinal del municipio de Pauna” y “Construcción Cubierta en la IE San Marcos, del municipio de Muzo”, en esta actividad se tuvo en cuenta el presupuesto y con base a este se estimó una duración para la realización de cada actividad, basándose en experiencias y recomendaciones que componía al proyecto, luego con la asesoría del ingeniero tutor se dio una secuencia lógica a las actividades y se pasaron a los software de Excel y Project.
- Apoyo en la realización de propuestas para diferentes proyectos como fueron: “Construcción Cubierta IE Caldas”, “Construcción pavimento rígido en la urbanización la orquídea”, “Plaza de mercado en Borbur” y varios proyectos para Guachetá, en esta actividad se seguían los lineamientos de los pliegos que se subían al SECOP por parte de cada municipio, se realizaron diagramas de Gantt, con lo requerimientos que pedían según el proyecto, ajustes al presupuesto, listados de materiales, y mano de obra que requería cada proyecto, según la selección del personal que requería la obra se recopilaba la información requerida para cada uno según la propuesta, realización de planes de calidad, llenado de anexos según la información de la empresa (cartas de Compromiso, Anticorrupción, Apoyo a la industria, paz y salvo, inhabilidades, Declaración de multas, etc.).
- Apoyo para la corrección de planos Arquitectónicos y localización en varios proyectos, bajo la supervisión del tutor e ingeniero responsable del diseño se hicieron correcciones que requerían algunos planos de proyectos a los cuales se

les estaba prestando el servicio de diseño, con ayuda del software AUTOCAD Vr2016.

- Apoyo en la corrección de memorias de cantidades de algunos proyectos, en diferentes obras que se estaban ejecutando se debieron hacer correcciones en las memorias de cantidades, mediante la guía del Ingeniero estructural.

5. CONCLUSIONES

Según el análisis aplicando la técnica del valor ganado en el proyecto, se pudo prever en el mes de Octubre, dos meses antes de culminar la obra un retraso de aproximadamente un mes, pronostico que se evaluó y se tomaron medidas ajustando las jornadas de trabajo, revisando las áreas donde se infiere estaba concentrado el retraso, se verifico que los pedidos que se estaban despachando a obra eran parte de la demora, como consecuencia de la crisis que atravesaba el país en ese momento, el Paro nacional dificultaba el transporte de material temprano a las obras, de tal forma que se tomaron medidas para lograr cumplir con el objetivo (entregar la obra en el plazo acordado y con los estándares de calidad planteados inicialmente), es así que resulta imperativo evidenciar la importancia de ejercer un control del proyecto y elementos de medición eficaces que ayuden a obtener el estado real del proyecto y unas proyecciones estimadas de continuar con la misma tendencia.

La necesidad del control en los proyectos, y lo útil de la EVM como herramienta, generó que la Constructora PAIS S.A.S, iniciará la búsqueda de un software que permita tener la información actualizada desde la planeación de la obra hasta el cierre de la misma y además admita integrar todos los departamentos tanto administrativos como operativos, para que este trabajo de control se pueda realizar en todos los proyectos su cargo.

Cabe resaltar que la implementación del EVM no es una garantía para que el proyecto se llegue al éxito, ya que solo es una herramienta, que es de gran utilidad si se usa de forma idónea por personal capacitado, para que analice la información y así se logren dar las proyecciones eficaces y se tomen las medidas correctivas.

Es de vital importancia reconocer los diversos procedimientos que se llevan a cabo en el desarrollo de un proyecto; así mismo, el uso de software que brinden un apoyo en el desarrollo de las etapas de una obra civil, temáticas de gestión, control y dirección de proyectos, diseño e interpretación de planos, contratación pública y análisis de variables financieras.

BIBLIOGRAFÍA

BRICEÑO L., Pedro. Administración y Dirección de Proyectos. Un enfoque Integrado. McGraw-Hill. Segunda Edición. Santiago – Chile. 1996

CARO V. Javier Plan of control and follow-up in the execution of civil works of big surfaces. 2016, Bogota: Universidad Militar Nueva Granada

GERENCIE. Economía y Finanzas, El A.I.U. [en línea] [citado 20 de Noviembre 2019] disponible en: <https://www.gerencie.com/el-a-i-u.html>

HERNÁNDEZ, SÁNCHEZ, José Miguel. Gerencia de proyectos con Project 2010, Ecoe Ediciones, 2012. ProQuest Ebook Central[en línea] [citado 27 de septiembre 2019] disponible <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bibliouissp/detail.action?docID=3199146>.

MEMON, A. H., & RAHMAN, I. A. SEM-PLS analysis of inhibiting factors of cost performance for large construction projects in Malaysia: Perspective of clients and consultants. The scientific world journal, 2014, 165158. <https://bibliotecavirtual.uis.edu.co:2236/10.1155/2014/165158>

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK®)-Quinta edición- GlobalSTANDAED - año 2013-Pag 141-226

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, Practice Standard for Earned Value Management, Chapter 2, Newtown Square. 2005

RIVERA. P Carlos. F. Guía De aplicación del método del valor ganado como sistema integral de control, seguimiento y supervisión de obras