



TRABAJO DE GRADO

PLANTEAMIENTO DE METODOLOGÍA PARA EL MONITOREO Y CONTROL EN LA FASE DE CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA TENIENDO EN CUENTA LA GUÍA PMBOK SEXTA EDICIÓN - CASO DE ESTUDIO: PROYECTO CENTRO EDUCATIVO RURAL CER EL CARMEN, UBICADO EN ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE REMEDIOS – ANTIOQUIA.

DAVID DANIEL RODRÍGUEZ MADERO
CARLOS ANDREY SEPULVEDA BLANCO

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE OBRAS
BOGOTÁ D.C, MAYO 2021

TRABAJO DE GRADO

PLANTEAMIENTO DE METODOLOGÍA PARA EL MONITOREO Y CONTROL EN LA FASE DE CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA TENIENDO EN CUENTA LA GUÍA PMBOK SEXTA EDICIÓN - CASO DE ESTUDIO: PROYECTO CENTRO EDUCATIVO RURAL CER EL CARMEN, UBICADO EN ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE REMEDIOS – ANTIOQUIA.

DAVID DANIEL RODRÍGUEZ MADERO

CARLOS ANDREY SEPULVEDA BLANCO

Trabajo de grado presentado para optar al título de Especialista en Gerencia de Obras

Docente

JAVIER VALENCIA SIERRA

MSC. GESTIÓN, DIRECCIÓN Y DISEÑO DE PROYECTOS

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN SEGURIDAD UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA

BOGOTÁ D.C

AÑO 2021



Atribución-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0)

This is a human-readable summary of (and not a substitute for) the [license](#). [Advertencia](#).

Usted es libre de:

Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

Adaptar — remezclar, transformar y construir a partir del material

La licenciente no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

Bajo los siguientes términos:



Atribución — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciente.



NoComercial — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).

No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia](#).

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.es>

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
ABSTRACT	3
Introducción	4
1. Generalidades	5
1.1. Línea de Investigación	5
1.2. Planteamiento del Problema	5
1.2.1. Antecedentes del problema	8
1.2.2. Pregunta de investigación	9
1.2.3. Variables del problema	10
1.3. Justificación	10
1.4. Hipótesis	11
1.5. Objetivos	11
1.5.1. Objetivo general	11
1.5.2. Objetivos específicos	11
2. Marcos de referencia	14
2.1. Marco conceptual	14
2.1.1 PMI:	14
2.1.2 PMBOK:	14
2.1.3 Procesos de monitoreo y control:	15
2.1.4 Dirección de proyectos:	16
2.1.5 Gestión del alcance:	16
2.1.7 Gestión de los costos:	18
2.1.8 Gestión de la calidad:	19
2.1.9 Gestión de recursos:	19
2.2. Marco teórico	20
2.3. Marco jurídico	23
2.4. Marco geográfico	24
2.5. Estado del arte	26

3. Metodología	29
3.1. Fases del trabajo de grado	29
3.2. Instrumentos o herramientas utilizadas	30
3.3. Población y muestra	30
3.4. Alcances y limitaciones	30
4. Productos a entregar	31
5. Resultados esperados e impactos	32
6. Recolección de información del proyecto, identificación y contextualización	33
6.1 Inventario de variables que intervienen en los proyectos de Construcción	35
7. Diagnóstico	37
8. GUÍA METODOLÓGICA PARA EL DESARROLLO DE LA OBRA A PARTIR DEL GRUPO DE PROCESOS DE MONITOREO Y CONTROL	39
8.1 REVISION DOCUMENTAL	39
8.2 MONITOREAR Y CONTROLAR EL TRABAJO DEL PROYECTO	40
8.3 REALIZAR EL CONTROL INTEGRADO DE CAMBIOS	43
8.4 VALIDAR EL ALCANCE	44
8.5 CONTROLAR EL CRONOGRAMA	46
8.6 CONTROLAR LOS COSTOS	49
8.6.1. Valor Ganado	50
8.6.2. Análisis De Tendencias	51
8.7 CONTROLAR LA CALIDAD	52
8.8 INFORME DE DESEMPEÑO	54
8.9 LECCIONES APRENDIDAS	56
9. CONCLUSIONES	57
10. BIBLIOGRAFÍA	59

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
ILUSTRACIÓN 1 PRODUCTO INTERNO BRUTO (TRIMESTRAL) MILES DE MILLONES DE PESOS.....	8
ILUSTRACIÓN 2 GRUPO DE PROCESOS, CONTROL Y MONITOREO.....	15
ILUSTRACIÓN 3 PROCESOS GESTIÓN DEL ALCANCE.....	17
ILUSTRACIÓN 4 ENTRADAS, HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS Y SALIDAS	18
ILUSTRACIÓN 5 GESTIONAR LA CALIDAD: ENTRADAS, HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS, Y SALIDAS.	19
ILUSTRACIÓN 6 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL MUNICIPIO DE REMEDIOS ANTIOQUIA, SITIO DEL CASO DE ESTUDIO.....	25
ILUSTRACIÓN 7 DIVISIÓN POLÍTICA DEL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA	25
ILUSTRACIÓN 8 - VARIABLES EN PROYECTOS CONSTRUCCIÓN.....	37
ILUSTRACIÓN 9 - GRÁFICO 5-2 MONITOREAR Y CONTROLAR EL TRABAJO DEL EQUIPO	43
ILUSTRACIÓN 10 - REALIZAR EL CONTROL INTEGRADO DE CAMBIOS	44
ILUSTRACIÓN 11 - EDT PROYECTO CER EL CARMEN.....	45
ILUSTRACIÓN 12 - CONTROLAR EL CRONOGRAMA	47
ILUSTRACIÓN 13 - CRONOGRAMA INICIAL PROYECTO CER EL CARMEN	48
ILUSTRACIÓN 14 - CONTROLAR LOS COSTOS	50
ILUSTRACIÓN 15 - CURVA S PROYECTO CER EL CARMEN	51
ILUSTRACIÓN 16 - CONTROLAR LA CALIDAD.....	53

LISTA DE TABLAS

	Pág.
TABLA 1 VARIABLES DEL PROBLEMA.....	10
TABLA 2 CRONOGRAMA TRABAJO DE GRADO.....	12
TABLA 3 PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO.	13
TABLA 4 - PRESUPUESTOS OBRAS SECTOR	33
TABLA 5 - COMPARATIVO ANÁLISIS PRECIOS UNITARIOS	34
TABLA 6 - INVENTARIO DE VARIABLES	36
TABLA 7 - RESUMEN CONTRATO DE OBRA SPDT-282-2020	39
TABLA 8 - RESUMEN CÁLCULOS Y ANÁLISIS DE VALOR GANADO S/PMBOK 6TA ED.	52
TABLA 9 - MODELO INFORME DESEMPEÑO.....	55
TABLA 10 - MATRIZ DE LECCIONES APRENDIDAS.....	56

ABSTRACT

The development of this degree project is intended to provide the methodological resources to address the execution of construction projects within the framework of the monitoring and control process of the PMBOK 6th edition guide.

Carrying out a rigorous control and monitoring of the construction stage of the project, allows us to materialize the expectations and achieve the expected goals, that is why the present degree project proposes through this group of processes to identify the areas in which the development plan of the construction project requires changes (Project Management Institute, 2017), analyzing the causes and formulating corrective actions.

According to the foregoing, it can be deduced that the benefit granted through this group of processes lies in the fact that the performance of the project is measurable and is regularly analyzed in order to correct the variations that produce undesirable results during the development of the project. "(Ritz, 1994)

INTRODUCCIÓN

El desarrollo del presente trabajo de grado tiene la finalidad de suministrar los recursos metodológicos para abordar la ejecución de proyectos de construcción dentro del marco del proceso de monitoreo y control de la guía PMBOK 6ta edición.

Realizar un control y monitoreo riguroso de la etapa constructiva del proyecto, nos permite materializar las expectativas y alcanzar las metas esperadas, es por esto que el presente trabajo de grado propone mediante este grupo de procesos identificar las áreas en las que el plan de desarrollo del proyecto de construcción requiere cambios (Project Management Institute, 2017), analizando las causas y formulando acciones correctivas.

Conforme a lo anterior, se deduce que el beneficio concedido mediante este grupo de procesos radica en que el desempeño del proyecto es medible y se analiza regularmente a fin de corregir las variaciones que producen resultados indeseables el desarrollo del proyecto ". (Ritz, 1994).

1. GENERALIDADES

1.1. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de grado está enfocado en la línea de investigación de la Gestión Gerencial e integral de proyectos, en el marco del mejoramiento del proceso de construcción de las organizaciones.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Colombia es recurrente encontrar en el sector de la construcción fallas de diferente índole que en muchas ocasiones parten desde la concepción de los proyectos y que generan inconvenientes a nivel de alcance, tiempo y costos durante la etapa de ejecución de las obras. (Romero-Cortés, 2019)

Según el documento “Los factores que afectan el buen desarrollo de las obras en el país” de la cámara colombiana de la infraestructura uno de los puntos principales que afectan la buena ejecución de las obras en Colombia es la falta de claridad en la planeación como los procesos de ejecución de las mismas”.

La falta de aplicación de procesos de monitoreo y control en la etapa de construcción de las obras en lo referente a las tres líneas base de las mismas alcance, tiempo y costos, incrementan las probabilidades de incurrir en sobrecostos y retrasos que no se tenían previstos en el plan de Dirección del proyecto. (Paromik Ray, 2020)

Para nombrar algunos casos de obras en las que son evidentes los impactos en el plazo, alcance y costos de los proyectos de construcción en el país, nos permitimos enunciar los siguientes casos:

Institución Educativa San Félix (Salamina – Caldas)

Durante el año 2017 se suscribió un contrato para la construcción de un colegio con capacidad para 350 alumnos, localizado en la vereda San Félix – Salamina (norte del Departamento de Caldas), contrato suscrito entre la Gobernación de Caldas, el Ministerio de Educación y el municipio. El plazo estipulado para la construcción de este edificio era de 12 meses.

El presupuesto para la ejecución de este proyecto era de alrededor de \$3,912 millones de pesos COP, de los cuales se contaba con el aporte de diferentes partes, el 30% del presupuesto de la obra fue contribuido por el municipio y el Departamento (500 millones y 600 millones respectivamente); el 70% restante fue aportado por parte del Ministerio de Educación, específicamente el FFIE (Fondo de Financiamiento de la Infraestructura Educativa). Lo sorprendente en este caso es que con corte a abril de 2020 la inversión en el colegio de San Félix era por \$4 mil 68 millones y aún no había sido entregada. (F. Rodríguez, 2018)

Colegio Ciudad de Chengdú (antes Bolonia) en Usme

El colegio Ciudad Chengdú es uno de los colegios que hacen parte de la concesión por 10 años de 13 colegios aprobados por el concejo de Bogotá durante el año 2018 con una inversión de 13 mil 800 millones de pesos COP.

En el caso particular de este proyecto, se presentaron inconvenientes con el alcance inicial para su ejecución debido a que se tuvo que modificar el proceso de cimentación diseñado inicialmente por un proceso constructivo manual, a fin de garantizar la estabilidad del terreno, situación que generó que la obra necesitará la inyección de mayores recursos y plazos a los planeados inicialmente.

El plazo inicial del proyecto contemplaba su entrega en el mes de diciembre de 2019, sin embargo, según cifras de la Secretaria de Educación de Bogotá y con corte a enero de 2020 esta obra registraba un avance de obra del 35% y se proyectaba su terminación a finales del presente año. (Ana M. Cuevas, 2020)

Colegio Nuestra Señora del Rosario de Málaga.

Esta obra inició a finales del año 2019 y contaba con una inversión cercana a los 7 mil millones de pesos, se evidenció durante los primeros 3 meses de inició una buena ejecución de obra, sin embargo, iniciando el año 2020, de un momento a otro los trabajos se paralizaron, los obreros desaparecieron y la obra quedó abandonada.

Con corte al mes de agosto de 2020, el personero de Málaga accionó una tutela ejecutada por una juez de la República en la que ordena se reactive la construcción del proyecto toda vez que se suscribió un contrato (número 1380-37-2016 del 12 de octubre 2018) para la nueva sede de la institución Nuestra Señora del Rosario, de la misma manera, la juez ordena que la Contraloría de la República y la Procuraduría General de la Nación, den continuidad a las investigaciones pertinentes sobre las irregularidades u omisiones en que se haya incurrido por contratistas y contratantes en lo que a la ejecución del contrato se refiere, a fin de que se aclaren las causas y los responsables involucrados durante la estructuración y realización del proyecto.

Situación que induce a concluir que por falta de un control riguroso de los procesos de la obra desde el inicio de la construcción y la posible ejecución de actos de corrupción, se generaron perdidas millonarias en detrimento de los recursos del Estado. (Chicamocha, 2020)

1.2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

De acuerdo a información suministrada por del DANE, en la tabla siguiente, se pueden observar los valores a precios corrientes del PIB total nacional y del relativo al sector de la construcción, para el período 2010-2019 por trimestres

Ilustración 1 Producto interno bruto (trimestral) miles de millones de pesos

Concepto	2010				2011				2012				2013				2014			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Construcción	5.978	6.619	7.212	9.202	6.429	7.476	8.918	10.846	8.333	9.766	9.575	12.182	9.469	11.379	12.700	14.444	11.890	12.825	14.791	16.062
PIB Total	127.089	130.202	137.147	148.749	142.475	146.932	157.586	171.124	158.862	160.394	166.585	180.042	165.717	171.651	181.730	194.530	182.022	182.259	192.709	205.913
Part. Construcción en el PIB total	4,7%	5,1%	5,3%	6,2%	4,5%	5,1%	5,7%	6,3%	5,2%	6,1%	5,7%	6,8%	5,7%	6,6%	7,0%	7,4%	6,5%	7,0%	7,7%	7,8%

Concepto	2015				2016				2017 ^{pr}				2018 ^{pr}				2019 ^{pr}		
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III
Construcción	12.491	14.245	14.537	16.768	13.612	15.151	17.201	18.362	14.145	15.420	16.414	18.498	14.272	14.921	16.536	17.490	14.647	16.091	16.600
PIB Total	188.880	190.165	206.186	219.461	202.829	205.634	219.219	236.100	217.511	218.734	233.675	250.274	231.142	234.191	248.773	264.270	247.422	252.246	267.255
Part. Construcción en el PIB total	6,6%	7,5%	7,1%	7,6%	6,7%	7,4%	7,8%	7,8%	6,5%	7,0%	7,0%	7,4%	6,2%	6,4%	6,6%	6,6%	5,9%	6,4%	6,2%

Fuente: DANE, Cuentas nacionales. Preliminar, provisional. Actualizado el 14 de noviembre de 2019

Los datos anteriores arrojan que el sector de la construcción participó con una tasa trimestral promedio del 6.5% en el PIB total nacional a precios corrientes, siendo para los primeros 5 años (2010-2014) del 6.1% en promedio y para los últimos 5 años del 6.9%, lo que denota la gran importancia del sector construcción en el PBI del país.

Las cifras estadísticas de algunos estudios realizados a proyectos que presentan inconvenientes en su desarrollo y que repercuten en el tiempo y presupuesto para su finalización, permiten hacerse una idea de la problemática y arrojan una luz sobre las fuentes de los inconvenientes a través de la percepción de los interesados (Danezis, 2020).

Durante el año 2019 el Fondo de Financiamiento de la Infraestructura Educativa de Colombia, realizó una evaluación de los proyectos que había en ese momento en el país, encontrando que más de 360 de estos proyectos estaban en riesgo “medio-

alto” y “alto” a la hora de hablar de ejecución, con retrasos del más del 20%, cifras alarmantes que nos dan un panorama de los problemas en que incurren las obras de construcción, específicamente en el sector educativo al cual pertenece nuestro caso de estudio para la aplicación de la metodología .

Según cifras del FFIE luego de evaluar durante el año 2019, 424 de los 531 proyectos de infraestructura educativa que se estaban ejecutando en ese momento en 235 municipios, sus conclusiones indicaron que 369 proyectos, que corresponde al 70% del total, presentaron una situación de nivel de riesgo medio – alto y alto en su ejecución, según datos obtenidos por la entidad y publicados en su página web.

Con la información anterior, se puede inferir de la importancia del sector construcción para la economía del país y de la necesidad de la aplicación de una metodología que permita conducir a desarrollar los proyectos del sector construcción de la manera más eficiente, para abordar los niveles de riesgo tan alto en la ejecución de los mismos.

1.2.2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Se pueden disminuir los problemas a nivel de alcance, costos y tiempo en proyectos de infraestructura educativa, a través de una guía metodológica basada en los procesos de control y monitoreo de la guía PMBOK sexta edición? - en lo particular al caso de estudio: proyecto centro educativo rural CER el Carmen, ubicado en zona rural del municipio de Remedios – Antioquia.

1.2.3. VARIABLES DEL PROBLEMA

Tabla 1 Variables del problema

VARIABLES	DESGLOSE DE VARIABLES
ALCANCE	<ul style="list-style-type: none">✓ Validación del alcance✓ Control del alcance
TIEMPO	<ul style="list-style-type: none">✓ Planificación del cronograma✓ Secuencia de actividades✓ Seguimiento al cronograma
COSTO	<ul style="list-style-type: none">✓ Estimación de costos✓ Control de costos

Fuente propia

1.3. JUSTIFICACIÓN

La aplicación de los lineamientos de la guía PMBOK® 6ed se ha llevado a cabo en el ámbito organizacional de las empresas como criterio para lograr buenas prácticas relacionadas con la gestión, la administración y la dirección de proyectos mediante la implementación de técnicas y herramientas, es así que el presente trabajo de grado pretende establecer una metodología aplicable al sector construcción para la implementación de los procesos de monitoreo y control de esta guía, garantizando de esta manera optimización de los recursos y la calidad del producto a entregar.

Por lo anterior, se considera importante para las partes interesadas generar un documento de referencia donde se establezcan los fundamentos, conceptos y mejores prácticas de la gerencia de obras bajo la guía PMBOK y de esta manera obtener una adecuada gestión del alcance, costo y tiempo.

El caso de referencia sobre el cual se planteará la metodología anteriormente mencionada será el proyecto centro educativo rural CER el Carmen, ubicado en zona rural del municipio de Remedios – Antioquia.

1.4. HIPÓTESIS

Optimización de los recursos y tiempos en proyectos de infraestructura educativa, en lo particular al caso de estudio centro educativo rural CER el Carmen, ubicado en zona rural del municipio de Remedios – Antioquia”, mediante una metodología basada en la aplicación de técnicas y herramientas para el control de proyectos de la guía PMBOK 6ED. procesos de control y monitoreo.

1.5.OBJETIVOS

1.5.1. OBJETIVO GENERAL

Elaborar una guía metodológica para la aplicación de los procesos de control y monitoreo de la guía PMBOK en la ejecución de proyectos de infraestructura educativa, caso de estudio: construcción del proyecto centro educativo rural CER el Carmen, ubicado en zona rural del municipio de Remedios – Antioquia

1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Determinar factores que influyen en el incumplimiento del plazo, alcance y costos de las obras civiles.
- ✓ Analizar el proceso constructivo del proyecto con la finalidad de generar los parámetros de control y monitoreo de la obra.
- ✓ Clasificar áreas de conocimiento de la guía PMBOK® 6 ED que se van a emplear en el proyecto.
- ✓ Generar la guía metodológica para el control y monitoreo de proyectos de infraestructura educativa con características similares al caso de estudio.

1.6. CRONOGRAMA

En el presente numeral se da alcance a lo correspondiente al cronograma de trabajo para la realización del proyecto de grado, mediante el desarrollo cronológico de seis fases de ejecución, las cuales se pueden detallar en la figura relacionada a continuación:

Tabla 2 Cronograma Trabajo de Grado

Año	2020												2021				
	septiemb	octubre	noviembre	diciembre	enero	febrero	marzo	abril	mayo								
	s1	s2	s3	s4	s1	s2	s3	s4	s1	s2	s3	s4	s1	s2	s3	s4	
PROYECTO DE GRADO																	
GUÍA METODOLÓGICA DE GESTIÓN DE PROYECTOS PARA EL MONITOREO Y CONTROL DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA TENIENDO EN CUENTA LA GUÍA PIMBOK SEXTA EDICIÓN - CASO DE ESTUDIO: PROYECTO CENTRO EDUCATIVO RURAL CER EL CARMEN, UBICADO EN ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE REMEDIOS – ANTIOQUIA.																	
CRONOGRAMA DEL PROYECTO DE GRADO																	
1 Fase 1																	
1.1. Definición tema anteproyecto																	
1.2. Recolección de información, fuentes bibliográficas																	
2 Fase 2																	
2.1. Planteamiento del problema, justificación e hipótesis																	
2.2. Objetivos, cronograma y presupuesto proyecto de grado																	
2.3. Marcos de referencia (conceptual, teorico, jurídico)																	
3 Fase 3																	
3.1. Selección de variables de alto riesgo																	
3.2. Definición de Ruta Crítica																	
4 Fase 4																	
4.1. Estructuración de la metodología																	
5 Fase 5																	
5.1. Resultados esperados : guía metodológica																	
6 Capítulo 6																	
6.1. Bibliografía																	

Fuente propia

1.7. PRESUPUESTO

Tabla 3 Presupuesto para la elaboración del trabajo de grado.

PRESUPUESTO TRABAJO DE GRADO					
A.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Cantidad	Vlr. Mensual	Vlr. Parcial
	HONORARIOS				
	Profesional 1	Hora	196	30,000.00	5,880,000.00
	Profesional 2	Hora	196	30,000.00	5,880,000.00
	Asesor	Hora	75	80,000.00	6,000,000.00
	TOTAL GASTOS HONORARIOS (A)				17,760,000.00
B.	OTROS GASTOS DIRECTOS	UNIDAD	Vlr. UNITARIO	CANTIDAD	Vlr. Parcial
	GASTOS COMUNES	Gl	\$ 100,000.00	7	\$ 700,000.00
	PAPELERIA Y EDICIÓN INFORMES	mes	\$ 100,000.00	7	\$ 700,000.00
	EQUIPOS DE COMPUTO	und	\$ 429,589.04	2	\$ 859,178.08
	INTERNET	und	\$ 60,000.00	2	\$ 120,000.00
	TRANSPORTES PERSONAL	mes	\$ 100,000.00	7	\$ 700,000.00
	TOTAL OTROS GASTOS DIRECTOS (B)				3,079,178.08
	TOTAL GASTOS DIRECTOS (A+B)				20,839,178.08

Fuente propia

2. MARCOS DE REFERENCIA

A continuación se presentan marcos sobre los cuales se pueden clarificar conceptos que se abordan en el desarrollo de la investigación y que nos permite profundizar sobre la problemática tratada.

2.1. MARCO CONCEPTUAL

2.1.1 PMI:

Ocampo en el 2015 menciona que el Project Management Institute (PMI) es una institución que establece los estándares de las mejores y adecuadas prácticas para la gerencia de los proyectos, es reconocida internacionalmente como una de las primordiales autoridades en esta disciplina, destacando los conocimientos y herramientas de formulación, evaluación y lineación estratégica de los proyectos de la organización, el PMI desarrollo el libro Project Management Book of Knowledge (PMBOK) que establece el conjunto de herramientas de buenas prácticas que toda gerencia de proyectos debe conocer y asimismo aplicar en sus proyectos.

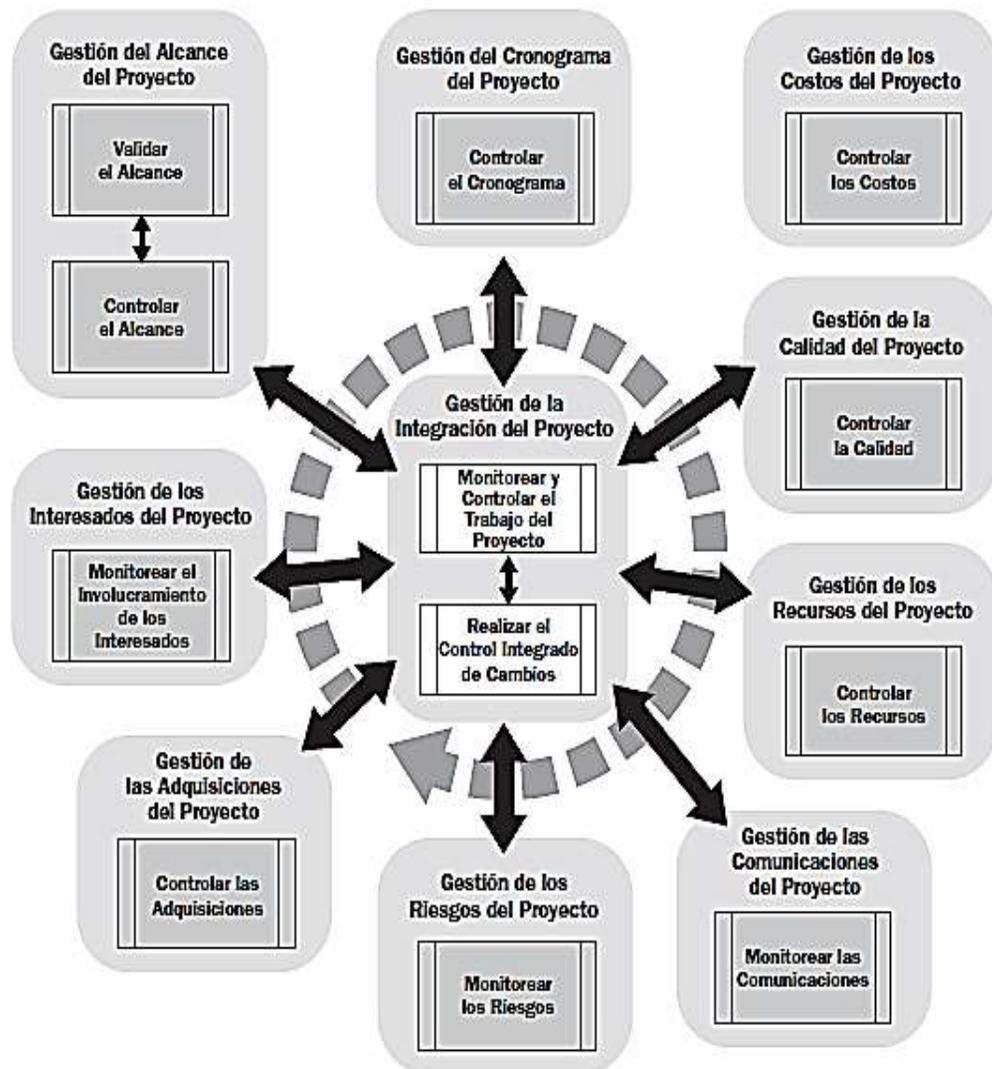
2.1.2 PMBOK:

El Project Management Body Of Knowledge (PMBOK) sexta edición, es una colección de los procesos y áreas del saber aceptadas como las mejores y adecuadas practicas dentro de la gestión de proyectos, es un estándar reconocido internacionalmente que brinda los fundamentos de la gestión de proyectos que se pueden aplicar a un amplio espectro de proyectos, esta guía no es una metodología sino un fundamento para que los negocios tengan su propia metodología en dirección de proyectos, además, esta guía, define: procesos, herramientas y documentos de dirección de proyectos e información sobre cómo se deben dirigir los mismos. (PMI, 2017, citado en Daguberto 2019)

2.1.3 PROCESOS DE MONITOREO Y CONTROL:

Los procesos de monitoreo y control de la guía PMBOK están basados en una metodología para hacer seguimiento, análisis y evaluación del desempeño de un proyecto, con la finalidad de anticipar posibles problemas en el desarrollo de las actividades y generar métodos para mejorar las tendencias del mismo.

Ilustración 2 Grupo de procesos, Control y Monitoreo



Fuente: Guía PMBOK 6ta edición – página 614

2.1.4 Dirección de proyectos:

Ameijide en el 2016 dice que La dirección y/o gestión de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas necesarias para las actividades del proyecto y su cumplimiento adecuado de los requisitos del mismo. La dirección de proyectos se caracteriza por la integración de una serie de procesos como: inicio, planificación, ejecución, seguimiento y control, y cierre. Además, dentro de la dirección del proyecto se denota la identificación de requisitos, necesidades, inquietudes y expectativas de los interesados, así como el alcance, calidad, tiempo, presupuesto, recursos y riesgos.

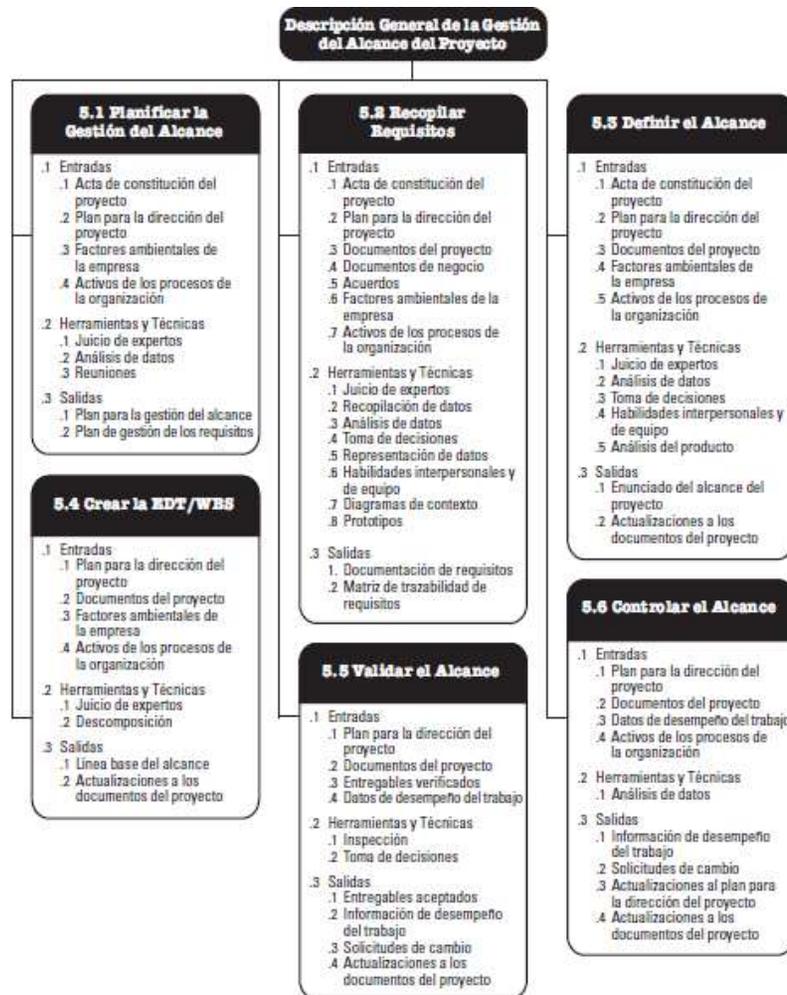
2.1.5 Gestión del alcance:

Rodríguez y Díaz en el 2018 mencionan que La gestión de alcance está orientada a determinar, documentar y gestionar las necesidades y los requisitos de los interesados con el fin de alcanzar los objetivos del proyecto y los requisitos del PMBOK, este último, propone herramientas como entrevistas, grupos focales, talleres, etc., para identificar las necesidades a tener en cuenta a trabajar en pro de los objetivos mismos del proyecto.

Dentro de la Gestión del Alcance del Proyecto se incluye seis procesos que aseguran que el proyecto o servicio incluya todo el trabajo necesario para que el mismo sea exitoso. El primer proceso es el de planificación de la gestión de alcance, en donde se crea el plan para la gestión, documentando como se va a definir, validar y controlar el alcance del proyecto; el segundo, es la recopilación de los requisitos, donde se gestionan las necesidades y requisitos de los interesados para cumplir con los objetivos propuestos en el proyecto; el tercero, es la definición del alcance, orientado al desarrollo de la descripción detallada del proyecto y su producto; el cuarto, se dirige a la creación de la EDT, es decir, la estructura de desglose del trabajo WBS, donde se subdivide los entregables y el trabajo del proyecto en componentes más fáciles de manejar: el quinto proceso es la validación del alcance, en donde se formaliza la aceptación de entregables completos del

proyecto y el sexto proceso es el control del alcance; denotándose el monitoreo del estado del proceso y se su línea base del alcance del producto. (PMI, 2013 citado en Mendoza Gáfaró, Rojas y Villamizar, 2016).

Ilustración 3 Procesos Gestión del Alcance



Fuente: Guía PMBOK 6ta edición – página 130

2.1.6 Gestión del cronograma:

Gómez en el 2019 menciona que Incluye los procesos que aseguran la definición y realización de las actividades, su secuencia y temporización del proyecto, además,

permea los ajustan y los límites de tiempo establecidos para el proyecto. Para esta gestión se denotan procesos como: planificación de la gestión de cronograma, definición de actividades, realización de la secuencia de actividades, estimación de la duración de las actividades, desarrollo del cronograma y control del mismo, este último aplicado a la propuesta metodológica y compuesto por técnicas y salidas que se visualizan en la siguiente imagen:

Ilustración 4 Entradas, herramientas y técnicas y salidas



Fuente: Guía PMBOK 6ta edición – página 222

2.1.7 Gestión de los costos:

La gestión de costos de proyectos se encamina a los procesos relacionados con la planificación, estimación, presupuesto, financiación, obtención, gestión y control de cada uno de los costos que se evidencie dentro del proyecto y su presupuesto aprobado (PMI, 2013, citado en Fernzandes, Garrido y Perdomo, 2015)

2.1.8 Gestión de la calidad:

Rodríguez y Díaz en el 2018 mencionan que La gestión de calidad audita los requerimientos de calidad así como los resultados de las mediciones de control de calidad con el fin de garantizar la utilización de las normas de calidad del proyecto, PMBOK propone herramienta de gestión y control de calidad como las auditorías de calidad y los análisis de procesos para llevar un adecuado control del mismo.

Ilustración 5 Gestionar la calidad: Entradas, Herramientas y técnicas, y salidas.



Fuente: Guía PMBOK 6ta edición – página 288

2.1.9 Gestión de recursos:

En esta gestión se evidencia dos grandes grupos de recursos: los materiales y los humanos. Esta gestión estima los recursos que serán necesarios para cada actividad, así como su adquisición, desarrollo y dirección; teniendo en cuenta su planificación, estimación, adquisición, desarrollo, dirección y control. (Gómez, 2019)

Guevara, Bello, García y Abuchar en el 2017 indican que en cuanto a la gestión de

los recursos humanos del proyecto, se denota la gestión de la cantidad de miembros del equipo según lo requiera el proyecto, para esto se identifican y documentan los roles de cada miembro y se busca mejorar las competencias y habilidades de los mismos para mejorar así, el desempeño del proyecto, realizando retroalimentaciones constantes para promover la evolución de la ejecución del proyecto.

2.2. MARCO TEÓRICO

El concepto de sostenibilidad, según, Porras (2017), ha adquirido una gran relevancia y/o importancia en las últimas décadas en distintas áreas, organizaciones, naciones, proyectos y las personas, las cuales tienen el compromiso de reinventar nuevas alternativas que permitan el desarrollo sostenible, por lo cual, se ha evidenciado progresivamente el adoptar medidas desde el ámbito político y el ámbito económico para re-pensar la manera en la que se realizan las actividades comerciales y así, orientar el interés económico hacia un equilibrio en cuanto al factor económico, ambiental y social.

Teniendo en cuenta lo anterior, Porras (2017), agrega que se hace necesario revisar los estándares de gestión de proyectos y las guías de los fundamentos de la gestión de los mismos, para lo cual se ha evidenciado que estos no han tenido actualizaciones para incorporar los elementos necesarios en pro de la sostenibilidad para migrar de la triple restricción alcance-tiempo- costo al concepto de triple resultado, denotándose así, la necesidad de explorar los elementos de la guía de fundamentos de la Gestión de Proyectos PMBOK y su extensión a la construcción, ya que esto permite realizar adecuados diagnósticos de la integración y el adelanto de las diversas investigaciones que funcionan de base en la evolución hacia la sostenibilidad en la gestión de los proyectos; Rincon y Novoa (2013) refieren que usar los procesos descritos por el PMI en el PMBOK garantizan la ejecución exitosa y optima de los proyectos.

En consecuencia, Project Management Institute: PMI, 2013, Chain, 2014 citados en Albert, Muñoz, Márquez Y Despaigne, (2018), aluden que la guía del PMBOK, por sus siglas en inglés: Project Management Body of Knowledge, es una norma reconocida para la gerencia de los proyectos, que permite y promueve el conjunto de fundamentos de la dirección de proyectos reconocidos como buenas prácticas, además, Project Management Institute, 2013, p. 34 citado en Marmolejo, (2017) define que la gobernabilidad del proyecto incluye la toma de decisiones, definición de roles y responsabilidades necesarias para delimitar el éxito del proyecto, así como la eficacia de quien dirige el mismo, teniendo en cuenta que el equipo del

proyecto incluye al director y a todos los individuos que actúan en conjunto en la realización del mismo con el fin de alcanzar los objetivos propuestos

En la industria de la arquitectura, ingeniería y construcción (AIC), como menciona Fulford y Standing, 2014, citados en Herrera, Muñoz-La Rivera, Vargas y Antio (2017) la gestión de proyectos representa un desafío particular en comparación con otras áreas debido a la temporalidad de las mismas, lo marcadas y separadas que se tornan sus diversas áreas dentro de los procesos y otros factores que se pueden tornar difícil de controlar, es por esto que se hace evidente las etapas de pre- diseño, diseño, ejecución en terreno y monitoreo-control de cada una de ellas.

Así, la guía PMBOK es caracterizada por poseer un conjunto de buenas prácticas reconocidas y aplicadas por los profesionales en todo el mundo en la gestión de proyectos para la exitosa gestión de los mismos. Estas buenas practicas permean todo el ciclo del proyecto que se realice, en esta guía se encuentra los cinco grupos de procesos para la dirección de los proyectos como sigue: (1) grupo de procesos de inicio; (2) grupo de proceso de planificación; (3) grupo de procesos de ejecución; (4) grupo de procesos de monitoreo y control; y (5) grupo de procesos de cierre; por último, establece las 10 áreas de conocimiento: (A) .integración, (B) alcance, (C) cronograma, (D) costos, (E) calidad, (F) recursos, (H) comunicaciones, (I) riesgos, (J) adquisiciones, e (K) interesados.

Teniendo en cuenta las áreas de conocimiento nombradas previamente, según el PMI, 2013 citados en Herrera, Muñoz-La Rivera, Vargas y Antio en el 2017, es importante profundizar en algunos aspectos, empezando por: El alcance del proyecto, este se refiere a los procesos necesarios para asegurar que el proyecto disponga de todo el trabajo requerido, incorporando procesos como la recopilación, definición del alcance, creación de estructura de desglose de trabajo (EDT), para validar y controlar el alcance. La gestión de tiempo, incluye los procesos requeridos para lograr la conclusión del proyecto a tiempo, definiendo las actividades, recursos y duración de cada una de ellas dentro del programa de control para disminuir la

probabilidad de error. La administración de los costos hace alusión a los procesos de planificación, estimación, preparación de presupuesto y control de los costos, permitiendo que el proyecto se desenvuelva dentro del presupuesto aprobado y no generando extras. La gestión de calidad está orientada a las actividades de la organización que determinan las políticas, objetivos y responsabilidades, satisfaciendo las necesidades por las cuales se decidió emprender el proyecto.

La gestión de riesgos son los procesos en relación con la planificación, identificación y análisis de los riesgos así como el seguimiento y control de los mismos dentro del proyecto. La comunicación está orientada como un proceso necesario en la generación, recogida, distribución, almacenamiento, recuperación y destino final de la información del proyecto así como su tiempo y forma. La administración de los recursos humanos (RRHH) incluye la organización y dirección del equipo de proyecto así como la identificación y análisis de la gestión de cada uno de los interesados del proyecto. La gestión de adquisiciones indica la compra y adquisición de productos, servicios o resultados necesarios para realizar el trabajo dentro del proyecto, por último la integración apunta a las actividades necesarias para identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los procesos dentro de los grupos de proyecto.

Merquida & Antonia, 2014, Mas & Mesquida, 2013, PMI, 2017 citados en Damian Y Dávila, (2019), aluden qué, estimando estos procesos, la estructura del PMBOK, identifica cada una de las áreas de conocimiento y sus conjuntos de procesos relacionados dentro de los proyectos. Considerándose un estándar internacional con propósito único de evolucionar y adaptar la gestión ágil de los proyectos teniendo en cuenta su naturaleza dinámica que se evidencia en la actualidad, esto, como lo refirió Hernández y Bravo en el 2020.

2.3. MARCO JURÍDICO

- NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC–4595: Ingeniería civil y arquitectura, planeamiento y diseño de instalaciones y ambientes escolares.
- NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC–4596: Señalización para instalaciones y ambientes escolares.
- NSR–10: Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente.
- LEY 80 DE 1993: por la cual se expide el Estatuto General de Contratación de la Administración Pública.
- LEY 1150 DE 2007: Por medio de la cual se introducen medidas para la eficiencia y la transparencia en la Ley 80 de 1993 y se dictan otras disposiciones generales sobre la contratación con Recursos Públicos.

2.4. MARCO GEOGRÁFICO

Aunque el objetivo del trabajo de grado es generar una metodología para proyectos de infraestructura en general, el caso de estudio es la construcción del Centro Educativo Rural CER, el cual se ubica en el departamento de Antioquia, puntualmente en la zona rural del municipio de Remedios, vereda el Carmen.

Ilustración 6 Ubicación geográfica del Municipio de Remedios Antioquia, Sitio del caso de estudio.



Fuente: Wikipedia

Ilustración 7 División Política del Departamento de Antioquia



Fuente: Pliego de condiciones de la licitación pública LP-SPDT-001-2020

2.5. ESTADO DEL ARTE

Desde los inicios de los tiempos, según Arias en el 2010, la humanidad ha venido trabajando en lo que es la administración de proyectos, con el paso del tiempo, la idea de la importancia de gestionar los proyectos cada vez cobraba más fuerza debido a la cantidad de proyectos e ideas en torno a los mismos que iban surgiendo, además de los constantes cambios en la materia de negocios que implicaba la búsqueda de la satisfacción del cliente, la demanda de los nuevos productos, los mercados globalizados y el aumento de la competencia que sin duda marco el aumento progresivo de la inclinación hacia la administración de proyectos y con ello el aumento de los retos en esta materia, los cuales se centraron en lograr el alcance de las expectativas y objetivos de los clientes a través de la entrega de los proyectos a tiempo y dentro del presupuesto estipulado, logrando así, asertivamente una comunicación durante el manejo del proyecto así como la adecuada gestión de los recursos y los riesgos.

Teniendo en cuenta lo anterior, Arias, agrega que se habla de la institución, Project Management Institute (PMI), quien hace un gran aporte en el campo de la gestión de proyectos por medio de la creación del estándar PMBOK y su certificación PMP, como opción de capacitación en la administración de los proyectos. El Instituto para la Administración de proyectos (PMI) Project Management Institute- por sus siglas en inglés) ha representado una organización que desde el año 1969 ha trabajado en el impulso a nivel mundial de la administración de proyectos, realizando diversas aportaciones donde se pueden encontrar: el PMBOK, la certificación PMP, CAPM, PMI-RMP, PMI-SP y PgMP, congresos anuales sobre administración de proyectos, creación de estándares OPM3 (Programa, Portafolio y Madurez Organizacional) y la educación continua a los profesionales de administración de proyectos; distinguiéndose a nivel mundial por ser un referente de disciplina de la administración de proyectos. Jurado y Pardo (2013) refieren que la PMBOK como guía de buenas prácticas en la gestión de los proyectos, ha sido reconocida por el sector empresarial y académico por su alto nivel de detalle en sus procedimientos y

documentación que describe. En 1996, como lo mencionan Ferrero y Osorio (2003) el Project Management Institute, PMI, asociación profesional estadounidense, publicó el Project Management Body Knowledge Guide (PMBOK Guide), el cual ha sido traducido desde 1998 al castellano por la Asociación Española de Ingeniería de Proyectos AEIPRO con el título de Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos, en dicha publicación se describe la gestión de proyectos como la aplicación de los conocimientos, aptitudes, herramientas y técnicas a las actividades de proyectos dirigidos a satisfacer o colmar necesidades y expectativas de las organizaciones y clientes mediante los proyectos.

Así, dentro de la dirección de los proyectos, Ferrero y Osorio (2003) aluden que se definía, además, el marco general por el cual se debía regir los proyectos, destacando los siguientes elementos: (1) fases del proyecto y ciclo de vida del proyecto como la secuencia lógica diseñada para garantizar el producto del proyecto, (2) entidades involucradas (stakeholders), es decir las personas y entidades involucradas en la ejecución del proyecto, (3) influencia de los modelos de organización, indica los aspectos que influyen en el proyecto como el sistema de organización, el estilo y cultura organizacional y la misma organización, (4) Aptitudes clave de la dirección general así como los conocimientos en la materia de dirección general como el liderazgo, comunicación, negociación, resolución de problemas, influencia sobre la organización, y por último (5) las Influencias socioeconómicas donde se destaca las normas y reglamentos, internacionalización e influencias culturales.

Asimismo, al hablar de proyectos, es importante mencionar que estos están determinados por: un tiempo definido, desde su inicio hasta su fin (aunque no siempre sea exacto el mismo), una serie de tareas y actividades, y un enfoque en el triángulo de la administración de proyectos, este corresponde a los tres puntos centrales de tiempo, costo y alcance. EL PMBOK como cita Arias (2010) según la PMBOK del 2008, define el concepto de proyecto como: el esfuerzo temporal

llevado a cabo para crear un producto, servicio o resultado. Además, se hace necesario mencionar los ciclos asociados a los proyectos resumidos en cinco procesos de desarrollo según la guía PMBOK: el primero de estos es el inicio, en donde se establecen objetivos, justificación, restricciones y presupuesto; el segundo, es la planeación, donde se crean las estrategias para llevar a cabo el proyecto; el tercer ciclo hace referencia a la ejecución del plan acordado; el cuarto, indica el control entre lo planeado y lo que realmente se está ejecutando; y por último, el quinto ciclo, que refiere el adecuado cierre bien sea contractual o administrativo.

Por último, la guía PMBOK, como comenta Sánchez y Solarte (2010) se ha estructurado por medio de tres secciones, la primera de ellas comprende el marco conceptual donde se definen conceptos como proyecto, subproyecto, portafolio, habilidades, conocimientos, ciclo de vida y sus características como los stakeholders interesados en el proyecto y las influencias de las organizaciones ejecutoras en la gestión etc., la segunda sección especifica los procesos usados por el equipo de gestión como la iniciación, planificación, ejecución, seguimiento y control, y cierre, por último la tercera sección organiza las nueve áreas de conocimiento los 44 procesos de dirección de las gestiones de: integración, alcance, tiempo, costos, calidad, recursos humanos, comunicaciones, riesgos y adquisiciones.

3. METODOLOGÍA

Para el desarrollo del presente trabajo se tiene como referencia la Guía PMBOK 6th edición con el fin de dar alcance a los objetivos propuestos, así como brindar una metodología para la correcta aplicación de los procesos de control y monitoreo en la etapa de ejecución de la obra centro educativo rural en el municipio de remedios, Antioquia.

3.1. FASES DEL TRABAJO DE GRADO

- ✓ Fase 1: Recolección de información del proyecto, identificación y contextualización, se elaborará un listado y/o inventario de las variables que intervienen en la ejecución de los proyectos de construcción.
- ✓ Fase 2: Realizar un diagnóstico del proyecto en el cual se identifique el alcance del mismo, el plazo de ejecución y los recursos requeridos para su desarrollo.
- ✓ Fase 3: Seleccionar las variables de alto riesgo, que incidan en la ejecución del proyecto a fin de estimar la ruta crítica del mismo.
- ✓ Fase 4: Estructuración de la metodología según la guía PMBOK sexta edición, para proyectos de infraestructura educativa - caso de estudio: proyecto centro educativo rural CER el Carmen, ubicado en zona rural del municipio de Remedios – Antioquia, bajo los procesos de monitoreo y control, macro procesos: gestión del alcance, gestión del cronograma y gestión de costos del proyecto.
- ✓ Fase 5: Diseño y validación de la guía metodológica con base al resultado de los puntos descritos anteriormente, se elaborará un modelo para la ejecución de proyectos en el sector, generando la información en un documento donde

se representa la desviación de la información, la representación de los retrasos frente a lo actual y lo esperado.

3.2. INSTRUMENTOS O HERRAMIENTAS UTILIZADAS

Con la finalidad de generar un documento organizacional se implementará el paquete office, el cual es utilizado como el software para la administración del proyecto, en el desarrollo del plan de trabajo, asignación de recursos, tareas, seguimiento al progreso del proyecto, administrar presupuesto y analizar las situaciones inherentes al desarrollo de la obra objeto de estudio del presente trabajo de grado.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

La metodología de trabajo tiene como fin orientar la ejecución de proyectos de infraestructura educativa pública en el país hacia la mejora de sus procesos de construcción, optimizando los recursos tiempo y costo - caso de estudio: proyecto centro educativo rural CER el Carmen, ubicado en zona rural del municipio de remedios – Antioquia.

3.4. ALCANCES Y LIMITACIONES

El alcance del presente trabajo consiste en establecer una guía metodológica practica para la ejecución de una obra de construcción, que contemple como mínimo los estándares para la gestión del alcance, costo y cronograma; lo anterior, teniendo en cuenta los procesos de control y monitoreo establecidos en la “Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (PMBOK 6th)”.

Las limitaciones para nuestro proyecto de grado van implícitas en la recolección de información para la aplicación de la metodología, en virtud a que no se va a participar directamente en el proyecto que se toma como referencia, situación que limita el entendimiento en el desarrollo de la obra.

4. PRODUCTOS A ENTREGAR

El grupo de procesos de monitoreo y control del PMBOK nos permite hacer seguimiento, analizar y regular el desarrollo del proyecto, acciones que nos llevan a obtener los mejores resultados para las partes interesadas; finalizada la aplicación de la metodología en mención, esperamos obtener de allí los siguientes productos:

- ✓ Guía metodológica para la construcción de proyectos de infraestructura bajo los procesos de monitoreo y control de la guía PMBOK.
- ✓ Informe de desempeño del proyecto.
- ✓ Actualizaciones o mejoras para el plan para la dirección del proyecto.
- ✓ Listado de lecciones aprendidas

5. RESULTADOS ESPERADOS E IMPACTOS

Con la información suministrada en el presente trabajo, se espera dar cumplimiento a cada uno de los objetivos planteados de forma favorable, así como dar respuesta a la pregunta de investigación planteada mediante la formulación de la metodología que tiene como base la guía PMBOK sexta edición.

Con la aplicación del documento final esperamos mitigar la problemática presentada en las obras respecto al tiempo, alcance y costo, teniendo en cuenta los procesos de control y monitoreo.

Esperamos de la misma manera que el trabajo de grado sea implementado como guía metodológica para la optimización de los procesos constructivos del sector construcción, específicamente en las obras de infraestructura educativa.

6. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DEL PROYECTO, IDENTIFICACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

Para nuestro caso de estudio, el análisis económico de los valores relacionados en el presupuesto del contrato, se realizó con base en la información generada de obras similares ejecutadas en el mismo sector que fueron previamente contratadas por el municipio de Remedios.

En dicho análisis económico se tuvo en cuenta los Precios Unitarios (APU) costos directos, indirectos de Administración, utilidades e impuestos; así como también el análisis del transporte de materiales al punto donde se requiere desarrollar la obra.

Tabla 4 - Presupuestos obras sector

LP - SPDT - 006 - 2019	Licitación obra pública	Liquidado	ANTIOQUIA - ALCALDÍA MUNICIPIO DE REMEDIOS	CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN LA VEREDA SANTA MARTA DEL MUNICIPIO DE REMEDIOS DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA	Antioquia: Remedios	\$ 414.925.130,00
LP - SPDT - 013 - 2019	Licitación obra pública	Celebrado	ANTIOQUIA - ALCALDÍA MUNICIPIO DE REMEDIOS	CONSTRUCCIÓN DEL CENTRO EDUCATIVO RURAL C.E.R. LAS DELICIAS UBICADA EN ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE REMEDIOS ANTIOQUIA, INCLUYE MATERIALES, TRANSPORTE Y MANO DE OBRA	Antioquia: Remedios	\$ 435.858.673,00
LP - SPDT - 008 - 2019	Licitación obra pública	Terminado Anormalmente después de Convocado	ANTIOQUIA - ALCALDÍA MUNICIPIO DE REMEDIOS	MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA FISICA DE LA SEDE RIONEGRITO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA IGNACIO YEPES YEPES EN EL MUNICIPIO DE REMEDIOS	Antioquia: Remedios	\$ 624.050.097,00
LP - SPDT - 009 - 2018	Licitación obra pública	Liquidado	ANTIOQUIA - ALCALDÍA MUNICIPIO DE REMEDIOS	CONSTRUCCIÓN DEL CENTRO EDUCATIVO RURAL CABUYAL - LA HONDA UBICADA EN ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE REMEDIOS	Antioquia: Remedios	\$ 358.425.336,00
LP - SPDT - 002 - 2019	Licitación obra pública	Celebrado	ANTIOQUIA - ALCALDÍA MUNICIPIO DE REMEDIOS	TERMINACIÓN Y OBRAS COMPLEMENTARIAS DE LA INFRAESTRUCTURA FISICA DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA RURAL LA CRUZADA - SEDE COLEGIO LA CRUZADA, EN EL MUNICIPIO DE REMEDIOS, ANTIOQUIA	Antioquia: Remedios	\$ 1.395.114.909,00

Fuente: Acta de Constitución proyecto CER el Carmen

En los proyectos de construcción y según la guía PMBOK 6TA Edición la estimación de costos es el proceso mediante el cual se realiza un acercamiento a los recursos fundamentales para la ejecución de un proyecto y se pueden estimar de diferentes técnicas contempladas en la guía, como lo son estimación análoga, paramétrica, ascendente y de tres puntos diferenciadas principalmente en el nivel de detalle.

Para el presente trabajo se realiza el análisis al presupuesto del proyecto colegio CER del Carmen mediante la estimación análoga, basada está en la comparación con otros proyectos y para el caso de estudio con las bases de datos más actualizadas para el departamento de Antioquia como lo son los Apus de Camacol encontrados en la publicación de “Camacol Antioquia, Sistema de Análisis Unitarios (SAU), Edificaciones. Módulo 1 del 2019.” En la cual se enlistan las actividades requeridas más comunes para la construcción de edificaciones. Así mismo, se utiliza como base de comparación los Apus de la gobernación de Antioquia y la base de datos de Invias 2020-2.

Tabla 5 - Comparativo análisis precios unitarios

"CONSTRUCCIÓN DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA RURAL CER EL CARMEN UBICADA EN ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE REMEDIOS - ANTOQUIA, INCLUYE MATERIALES, TRANSPORTE Y MANO DE OBRA"								
ITEM 1	ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	VR UNITARIO	VR UNITARIO COMPARATIVO	VALOR TOTAL CONTRATISTA	VR TOTAL COMPARATIVO	REFERENCIA
2	ESTRUCTURA							
2,02	Construcción de ZAPATAS en concreto de 21 Mpa. Incluye suministro, transporte e instalación del concreto, mano de obra, vibrado, formaleta, curado y protección. Incluye acarreo interno. No incluye refuerzo, según diseño.	M3	5,64	939.995	689.202	5.297.344	3.883.990	630.4 INVIAS 2020-2
2,03	Construcción de VIGAS DE FUNDACIÓN en concreto de 21 Mpa. Incluye suministro, transporte y colocación del concreto, mano de obra, formaleta completa, vibrado, protección, curado y todos los demás elementos necesarios para su correcta construcción. No incluye acero de refuerzo.	M3	12,19	956.956	689.202	11.665.777	8.401.717	630.4 INVIAS 2020-2
2,05	Construcción de COLUMNAS en concreto de 21 MPa de 0.30x0.30, acabado a la vista. Incluye suministro, transporte y colocación del concreto, formaleta en súper "T" de 10mm., arrias biseladas, desmoldante, fluidificante para mezclas de concreto, vibrado, protección, curado y todos los demás elementos necesarios para su correcta construcción según diseño. El acero de refuerzo se pagará en su respectivo ítem. En el vaciado se deben dejar los fierros para el amarre de la mampostería no estructural, por ningún motivo se pagarán anclajes.	M3	6,55	991.854	674.053	6.498.626	4.416.395	CAMACOL 064010
2,07	Suministro, transporte e instalación de ACERO DE REFUERZO FIGURADO KG FY= 420 Mpa-60000 PSI, conigado(vigas y columnas). Incluye transporte con descarga, transporte interno, alambre de amarre, certificados y todos los elementos necesarios para su correcta instalación, según diseño y recomendaciones estructurales.	KG	5600	5.795	6.198	32.452.000	34.708.800	640.1 INVIAS 2020-2
2,09	Concreto de 21 Mpa. Para dinteles. Incluye suministro, transporte y colocación del concreto, mano de obra, ladrillo, vibrado, protección, curado y todos los demás elementos necesarios para su correcta construcción. No incluye acero de refuerzo.	ML	40	53.274	51.897	2.130.945	2.075.880	CAMACOL 004017
2,12	Construcción de cuneta, longitud de desarrollo de 40 cm, en concreto 21 Mpa, acabado a la vista. Incluye suministro, transporte y colocación del concreto, formaleta fluidificante para mezclas de concreto, vibrado y protección.	ml	101,57	74.380	69.565	7.555.828	7.065.717	671.2 INVIAS 2020-2

3 MAMPOSTERÍA								
3.01	Construcción de MAMPOSTERÍA EN LADRILLO A LA VISTA, DE 15x 20 x 40 cm. ESPESOR. Incluye el suministro y transporte del ladrillo, el mortero de pega 1:4 espesor Máx=0.01 m y todos los demás elementos necesarios para su correcta construcción y funcionamiento.	M2	229,72	79.308	70.381	18.218.926	16.148.101	GOBIERNO DE CAMACOL
4 RECUBRIMIENTO DE MUROS Y CIELO F								
4.01	Colocación de REVOQUE con mortero 1:4 EN MUROS. Incluye suministro y transporte de los materiales, tijas, ranuras, flejes y todos los demás elementos necesarios para su correcta construcción.	M2	165,02	30.000	21.230	4.950.730	3.503.460	
5 PISOS Y ENCHAPES								
5.01	Construcción de PISO EN BALDOSA BLANCA DE GRANO CREMA No 1-2 DE 30 x 30 cm., de primera calidad aprobada por la interventoría que cumpla norma NYC 2848. Incluye concreto de pega y revelación 1:3:2 de cemento, arena de concreto, agregado de 3/8" a 1/2", lechada del mismo color de la baldosa, desbancada, pulido, brida y encerada en el sitio con cera polimérica, protección de muros, puertas y desagües. Cague, transporte y botada de material sobrante (cachaza) en botaderas oficiales. La interventoría entregará el diseño en tapetes o franjas combinando los	M2	218,01	152.321	86.230	33.207.501	18.799.054	GOBERNACION DE ANTIOQUIA
5.04	Colocación de PISO EN CONCRETO de 210kg cm2/ espesor de 8cm incluye suministro y transporte de los materiales.	M2	229,78	80.763	72.208	18.557.662	16.581.911	GOBERNACION DE ANTIOQUIA
6 INSTALACIONES SANITARIA E HIDRAULICA								
6.08	Suministro e instalación de caja de piso (0.40x0.40) metros y profundidad variable. Incluye excavación, botada de material sobrante, concreto, mortero, bloques de concreto, herraje tipo, tapé y demás elementos necesarios para su correcta instalación.	UN	5,00	341.887	229.256	1.709.434	1.146.280	CAMACOL
8 MUEBLES Y APARATOS SANITARIOS								
8.01	Instalación de SANITARIO INTEGRAL (Ino Aruacer o equivalente) color BLANCO, bajo consumo 6lt, diseño de dos piezas, taza redonda, incluye el suministro y transporte del sanitario, sifón esmaltado, grifería antirrot, anillo abierto, abombos, válvula de regulación metálica con manguera flexible, brida de fijación, tapé roscado y todos los demás elementos necesarios para su correcta instalación y funcionamiento.	UN	2,00	355.628	265.727	711.257	531.454	10.12 GOBERNACION DE ANTIOQUIA
8.02	Suministro e instalación de sanitario integral para discapacitados (Inea Smart o equivalente) color blanco, bajo consumo 6 lt, diseño de una pieza, taza redonda. Incluye el suministro y transporte del sanitario, sifón esmaltado, grifería antirrot, anillo abierto, Abombos, válvula de regulación metálica con manguera flexible, tapé roscado y todos los elementos necesarios para su correcta instalación y funcionamiento.	UN	2,00	401.111	386.679	1.692.222	773.316	10.15 GOBERNACION DE ANTIOQUIA
VALOR TOTAL ITEMS REPRESENTATIVOS						144.888.242	118.086.124	

Fuente: propia

El análisis anterior se realiza con el fin de determinar si la propuesta económica escogida por la entidad es la más acertada teniendo en cuenta los precios actuales del mercado.

6.1 INVENTARIO DE VARIABLES QUE INTERVIENEN EN LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN

Con la finalidad de contextualizar al lector sobre las variables que impactan en mayor medida por su implementación o la falta de esta en el desarrollo de una obra de construcción, nos permitimos realizar un listado con las más frecuentes y que se enuncian en la tabla siguiente:

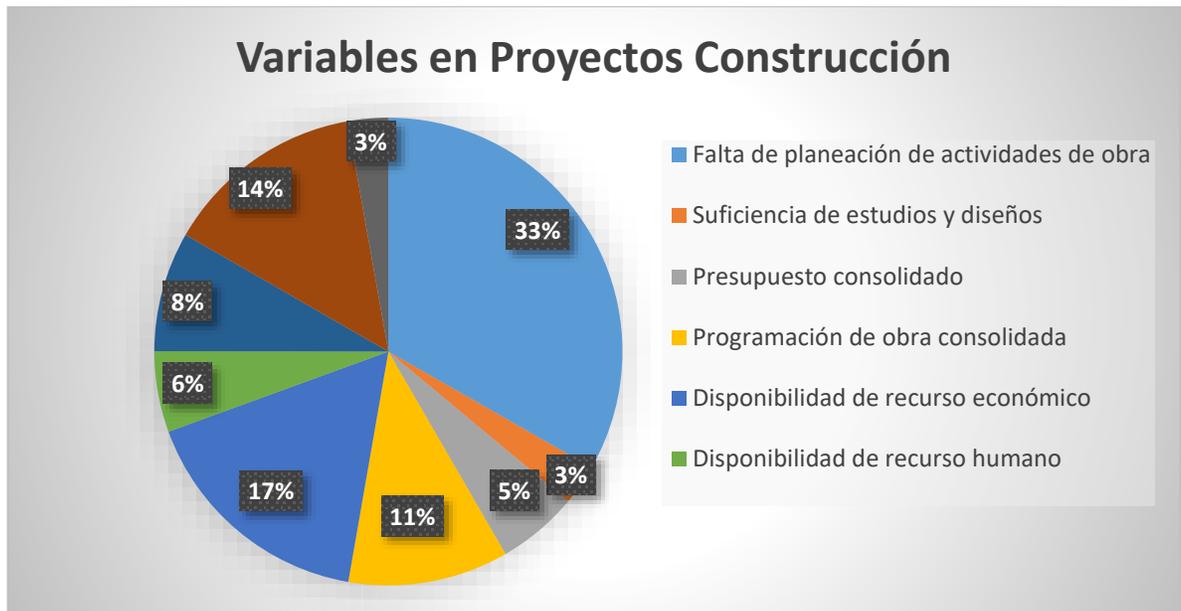
Tabla 6 - Inventario de variables

Tipo de variable	Impacto en obra
Falta de planeación de actividades de obra	Alto
Suficiencia de estudios y diseños	Alto
Presupuesto consolidado	Alto
Programación de obra consolidada	Alto
Disponibilidad de recurso económico	Alto
Disponibilidad de recurso humano	Alto
Disponibilidad de materiales para construcción	Alto
Condiciones climáticas	Medio
Adquisición de Predios	Alto
Deficiencia en gestión social con las comunidades	Medio

Fuente: propia

Para tener una perspectiva más amplia de la experiencia de profesionales que trabajan en el sector de la construcción, nos permitimos desarrollar una encuesta la cual fue diligenciada por 40 personas que hacen parte del programa de posgrado Gerencia de Obras de la Universidad Católica de Colombia, a continuación se presentan los resultados en el siguiente gráfico:

Ilustración 8 - Variables en Proyectos Construcción



Fuente: propia

7. DIAGNÓSTICO

El municipio de Remedios, ubicado en el departamento de Antioquia se ha visto afectado por la presencia del conflicto armado; siendo la política, la pobreza, la debilidad social y la falta de oportunidades de los ciudadanos parte de las causas principales.

Durante el acuerdo de paz firmado con las fuerzas armadas revolucionarias de Colombia (FARC) se dio prioridad a trece municipios del bajo cauca, norte y nordeste de Antioquia teniendo en cuenta que fueron las regiones más afectadas por el conflicto armado y con el fin de mejorar la calidad de vida de sus habitantes a través de programas de intervención durante los próximos 10 años.

En diciembre del 2018 en Medellín, Antioquia se firmó el Plan de Acción para la Transformación Regional (PATR) vista como herramienta participativa que busca proporcionar las bases para atender las necesidades de los 13 municipios

incluyendo el municipio de Remedios y realizando un pacto municipal en el cual se entregaron propuestas de acuerdo a sus carencias.

El PATR parte de 8 puntos desarrollados participativamente y que responden a las condiciones del territorio y sus necesidades:

1. Ordenamiento Social de la propiedad rural y uso del suelo.
2. Infraestructura y adecuación de tierras
3. Salud rural.
4. Educación rural y primera infancia.
5. Vivienda rural.
6. Reactivación económica y producción agropecuaria
7. Sistema para la garantía progresiva del derecho a la alimentación
8. Reconciliación, convivencia y construcción.

Adicionalmente y teniendo en cuenta una visita realizada por la secretaría de planeación y desarrollo, el municipio carece de infraestructura educativa y el colegio CER el Carmen se encuentra en un gran estado de deterioro por tanto no es un espacio idóneo para la formación escolar de los 55 estudiantes que hacen parte de la institución.

Teniendo en cuenta lo anterior el municipio de Remedios, Antioquia se ve en la necesidad de ejecutar acciones dadas a mejorar las condiciones de vida y educación de sus habitantes, por tanto, se presenta el proyecto con objeto “construcción centro educativo rural CER el Carmen, ubicado en el municipio de Remedios-Antioquia”.

Tabla 7 - Resumen contrato de obra SPDT-282-2020

CONTRATO DE OBRA	
CONTRATO N.º:	SPDT-282-2020
OBJETO:	“CONSTRUCCION CENTRO EDUCATIVO RURAL CER EL CARMEN. UBICADO EN EL MUNICIPIO DE REMEDIOS-ANTIOQUIA”
VALOR TOTAL DEL CONTRATO:	\$ 507,389,232
CONTRATISTA:	OBRA + ARQ. S.A.S.
PLAZO DE EJECUCION:	4 MESES APARTIR DEL ACTA DE INICIO

Fuente: propia

8. GUÍA METODOLÓGICA PARA LA EJECUCIÓN DE LA OBRA A PARTIR DEL GRUPO DE PROCESOS DE MONITOREO Y CONTROL

La guía metodológica que se propone en el presente Trabajo constituye un instrumento para garantizar la gestión adecuada del desarrollo de la etapa constructiva de los proyectos de infraestructura educativa, bajo el conjunto de buenas prácticas de la Guía PMBOK. La guía esta compuesta por los siguientes parámetros.

8.1 REVISION DOCUMENTAL

Como parte de la metodología planteada, es fundamental realizar una revisión documental de la información que está suministrando el ente contratante, como herramienta para ampliar la visión del proyecto que se quiere ejecutar y determinar si hace falta algo o en su defecto es susceptible a mejoras; es relevante revisar la

documentación técnica, administrativa y legal del proyecto a fin de conocer y analizar las características del mismo y de esta manera tener claridad del punto de partida de la fase de construcción de la obra (líneas base alcance, cronograma, presupuesto).

La revisión documental del proyecto de construcción debe contar como mínimo con los siguientes aspectos:

- ✓ Objetivos
- ✓ Alcance
- ✓ Documentos recibidos
- ✓ Contrato construcción y sus anexos
- ✓ Estado de trámites y licencias
- ✓ Revisión de especificaciones
- ✓ Planos recibidos de acuerdo a especialidad
- ✓ Levantamiento topográfico
- ✓ Presupuesto
- ✓ Programación de obra
- ✓ Conclusiones y recomendaciones:

Con la finalidad de compilar la información citada anteriormente, nos permitimos sugerir implementar el **Anexo: Informe de Revisión de Documentos** que se adjunta con el presente Trabajo de Grado.

8.2 MONITOREAR Y CONTROLAR EL TRABAJO DEL PROYECTO

Este proceso hace referencia a aquellas actividades de seguimiento y revisión que permiten comprender el estado actual del proyecto, de tal manera que se puede inferir si los objetivos planteados en el Plan para la Dirección del Proyecto se han cumplido o no. Es importante mencionar que se desarrolla a medida que la obra es ejecutada y se alimenta de las conclusiones que se generan en el mismo proceso.

El Director del proyecto es el encargado de este proceso y es quien efectuará el análisis de acuerdo a la información que sustraiga de su equipo de trabajo, el cual a su vez se ve reflejada en informes tales como los de programación, presupuesto, SST, ambientales y demás, información consignada de forma semanal y mensual. El monitoreo se encarga de recopilar, medir y evaluar las medidas y tendencias que permitan efectuar mejoras a lo largo del proceso, tareas que permiten conocer la salud del proyecto y determinar las labores que requieren mayor atención.

El Control por su parte se encarga de la determinación de actividades preventivas y correctivas o la modificación de los planes de acción para saber si han sido efectivas para resolver algún problema de desempeño.

Es así que el proceso de monitorear y controlar el trabajo del proyecto abarca lo siguiente:

- ✓ Comparar el desempeño real del proyecto respecto al plan para la dirección del mismo.
- ✓ Evaluar desempeño para determinar acción correctiva o preventiva.
- ✓ Verificar estado de riesgos individuales del proyecto
- ✓ Mantener una base de información completa relativa a los productos del proyecto y su documentación.
- ✓ Proporcionar soportes del informe de estado del proyecto, es decir los registros.
- ✓ Proporcionar pronósticos relativos al cronograma y costo actual del proyecto.
- ✓ Monitorear cambios aprobados cuando estos se producen
- ✓ Asegurar que el proyecto se mantenga alineado a lo estipulado de acuerdo a las necesidades de los interesados.

De lo anterior, la documentación, las herramientas y técnicas para poder efectuar un buen control y monitoreo se mencionan en las tablas siguientes:

Tabla 8 – Documentos inherentes al desarrollo del proyecto

Documentos del proyecto	Registro supuestos
	Base estimaciones
	Pronosticos costos
	Registro incidentes
	Registro lecciones aprendidas
	Lista de Hitos
	Informes Calidad
	Registro Riesgos
	Informe Riesgos
	Pronosticos cronograma

Fuente propia

Tabla 9 – Herramientas y técnicas del proceso

Herramientas y Técnicas	Juicio de expertos capacitados en :	Análisis de valor ganado
		Interpretación y contextualización de datos
		Técnicas para estimar duración y costos
		Análisis de tendencias
		Conocimientos técnicos
		Gestión de riesgos
		Gestión de contratos
	Análisis de Datos	Análisis de alternativas
		Análisis de costo-beneficio
		Análisis de valor ganado
		Análisis de causa raíz
		Análisis de tendencias
	Toma de Decisiones	Análisis de variación
		Votación
	Reuniones	Actas de reunión y compromisos

A continuación, nos permitimos enunciar las entradas y salidas de este proceso de acuerdo a la guía PMBOK:

Ilustración 9 - Gráfico 5-2 Monitorear y controlar el trabajo del equipo

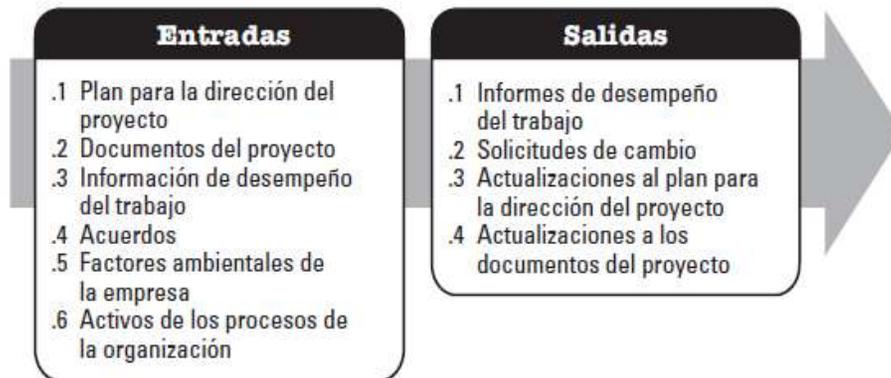


Gráfico 5-2. Monitorear y Controlar el Trabajo del Proyecto: Entradas y Salidas

Fuente: Guía PMBOK 6ta edición – página 615

8.3 REALIZAR EL CONTROL INTEGRADO DE CAMBIOS

En este proceso se realiza una revisión de las solicitudes de cambio que se presentan a medida que se desarrolla un proyecto, se verifica y se determina la razonabilidad de las solicitudes de cambio abordando los riesgos inherentes para el proyecto.

Es importante resaltar que se debe destacar como soporte la afectación presupuestal y a la programación del proyecto, de la misma manera este soporte deberá ir firmado por las partes como formalización de los cambios aprobados para posteriormente materializarlos.

A continuación, nos permitimos enunciar las entradas y salidas de este proceso de acuerdo a la guía PMBOK:

Ilustración 10 - Realizar el control integrado de cambios

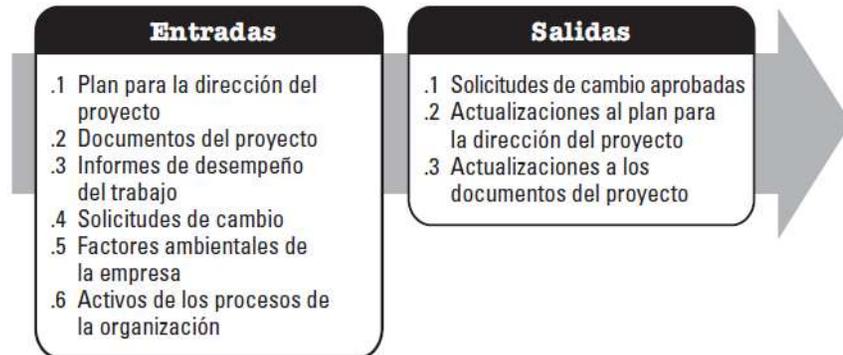


Gráfico 5-3. Realizar el Control Integrado de Cambios: Entradas y Salidas

Fuente: Guía PMBOK 6ta edición – página 616

8.4 VALIDAR EL ALCANCE

De acuerdo al PMBOK 6ta Edición, el propósito de este proceso es controlar y monitorear el alcance del proyecto y la gestión del cambio, con la finalidad de mantener la línea base.

Ilustración 11 - Controlar el alcance

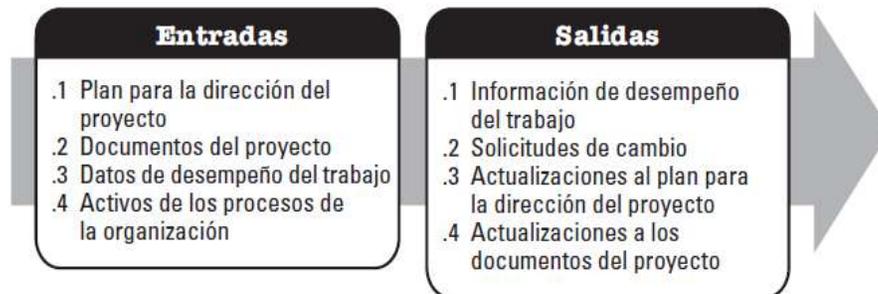


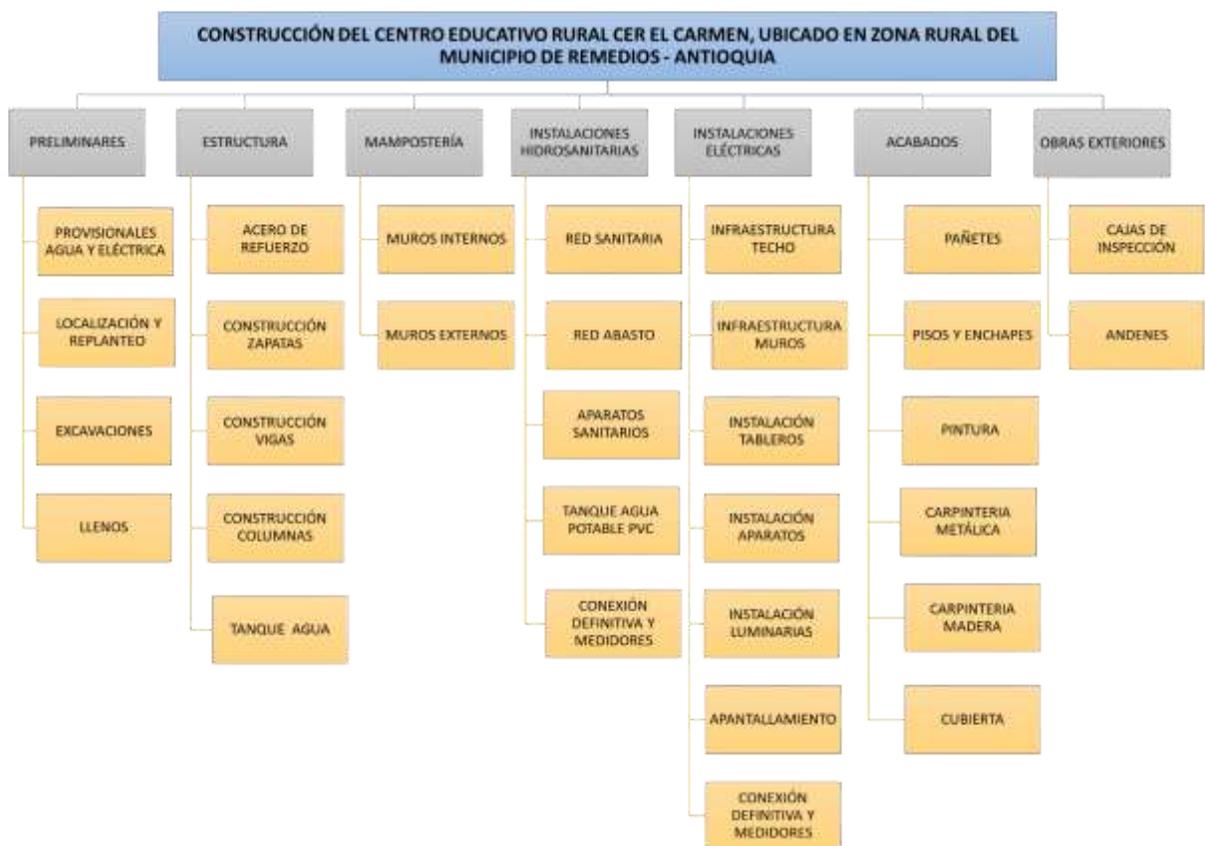
Gráfico 5-5. Controlar el Alcance: Entradas y Salidas

Fuente: Guía PMBOK 6ta edición – página 619

De acuerdo al PMBOK en el área de aplicación o extensión para la construcción,

para la correcta gestión del proyecto, se debe abordar completamente el alcance del proyecto por cuanto es necesario definir la descomposición del mismo, identificando las actividades requeridas por el equipo del proyecto para completar los entregables estipulados, dejando por sentado la estructura de desglose del trabajo (WBS). De esta manera se estructuran cuáles son los entregables y se define lo que debe entregarse para lograr los objetivos del proyecto. Para nuestro caso de estudio el EDT planteado es el siguiente:

Ilustración 12 - EDT proyecto CER el Carmen



Fuente: propia

El control y monitoreo del alcance garantiza que el proyecto se entregué dentro del presupuesto y cronograma previsto, por cuanto es necesario garantizar ciertas condiciones para lograr las expectativas:

- ✓ Formalizar aceptación de los entregables del proyecto que se va a construir.
- ✓ Desarrollo del plan para la dirección, especificaciones, presupuesto y cronograma.
- ✓ Realizar control de avance de las actividades y de los hitos correspondientes.
- ✓ Realizar seguimiento y control de las cantidades de obra de acuerdo a la línea base para evitar desviaciones.
- ✓ Revisar informes de desempeño para determinar afectaciones al alcance del proyecto.
- ✓ Realizar un proceso controlado y documentado de la gestión del cambio.

Como modelo para realizar el monitoreo y control del alcance de las actividades a desarrollar en una obra de construcción, sugerimos se delimiten las obras a desarrollar, para esto nos permitimos generar el anexo “Matriz de calidad de Obra y Criterios de Aceptación” que se anexa al presente documento.

8.5 CONTROLAR EL CRONOGRAMA

Este proceso tiene como objeto monitorear el cronograma del proyecto de acuerdo a la línea base del mismo, con la finalidad de contar con un dato real del avance actual y así generar alertas en los momentos justos de tal manera que se realicen planes de acción a tiempo, garantizando la ejecución de las actividades en los tiempos previstos.

A continuación, nos permitimos enunciar las entradas y salidas de este proceso de acuerdo a la guía PMBOK:



Gráfico 5-6. Controlar el Cronograma: Entradas y Salidas

Fuente: Guía PMBOK 6ta edición – página 621

Es relevante realizar seguimiento a la tendencia de la curva de progreso y generar un plan de gestión de la misma asegurándose de lo que se medirá y monitoreará para los cálculos de progreso real, de la misma manera es necesario describir cómo se gestionarán los cambios en las curvas de progreso.

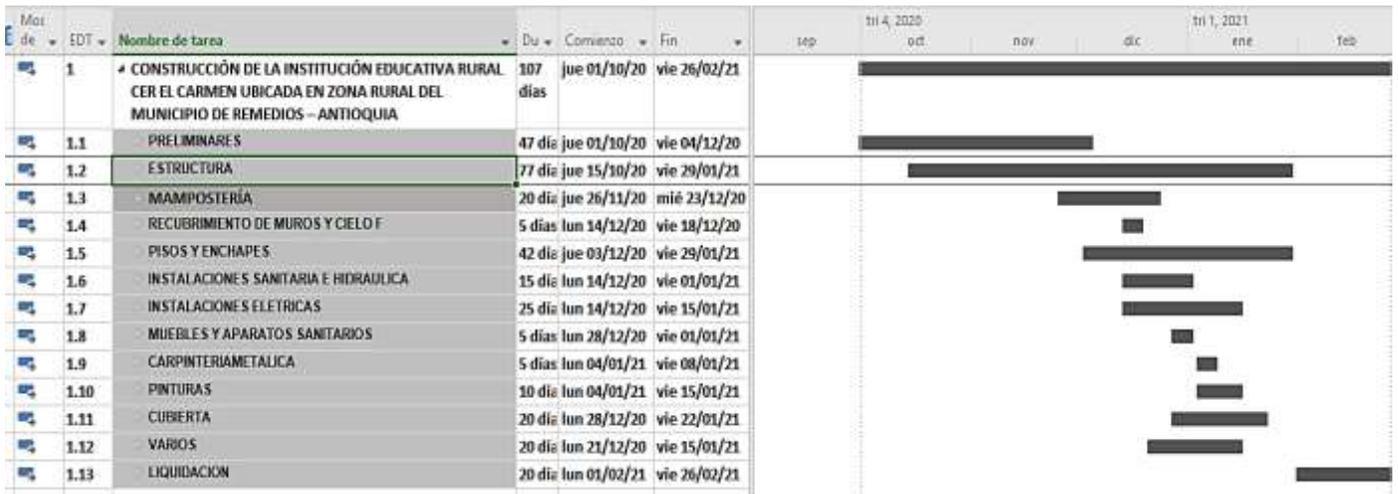
Con la finalidad de llevar un proceso de control y monitoreo eficiente, es importante aclarar los métodos de medición del progreso de las curva de avance implementados para determinar cómo se mide el progreso de una actividad. Los criterios de medición del progreso preestablecidos se utilizan para evitar conflictos entre las partes interesadas al evaluar el progreso del proyecto.

Línea base del cronograma

De acuerdo a los términos implementados por la Guía PMBOK la línea base de programación hace referencia a la versión aprobada del modelo de programación, el cual a su vez se mide contra el contrato y las fechas de los hitos del cronograma.

A continuación nos permitimos relacionar el **Anexo. Cronograma del proyecto del caso de estudio** (en Project), el cual consta apenas de 107 días, lo que se considera suficiente después de validar las actividades a ejecutar para una institución educativa en una zona rural y de las dimensiones técnicas propuestas.

Ilustración 14 - Cronograma inicial proyecto CER el Carmen



Fuente: propia

De acuerdo a lo establecido por el PMBOK y con la finalidad de realizar el control y seguimiento del cronograma del proyecto, se extrae lo siguiente que se considera de gran importancia para lograr cumplir con los logros esperados en la línea base del cronograma:

- ✓ Realizar el seguimiento del estado de cada una de las actividades del proyecto, con la finalidad de actualizar constantemente el progreso y gestionar los cambios en la línea base.
- ✓ Mantener el respaldo de las curvas de avance, tales como registros del sitio y los informes de progreso diarios / semanales.
- ✓ Las actualizaciones de programación se producen con una frecuencia predeterminada, como se describe en el plan de gestión de programación.
- ✓ Efectuar la evaluación del progreso real del proyecto (ejecutado) en

comparación con lo la línea de base (proyectado) a fin de generar medidas preventivas o correctivas.

- ✓ Las fechas reales de inicio y finalización de las actividades del proyecto forman la base para los cálculos de progreso real y documentan la información del cronograma según lo construido.
- ✓ Monitorear constantemente el progreso de las actividades que conforman la ruta crítica, lo anterior en virtud a que, si eventualmente se presentan problemas con la ruta crítica de una obra, se provocarían retrasos en el proyecto.

8.6 CONTROLAR LOS COSTOS

El proceso de controlar los costos se basa en el monitoreo constante del estado de los proyectos, así mismo es el encargado de actualizar los costos. Este proceso nos brinda las técnicas y herramientas necesarias para reconocer de forma temprana la variación de ser el caso y poder tomar acciones al respecto con el fin de mitigar el riesgo de costos.

En el siguiente gráfico se relacionan las entradas, herramientas, técnicas y salidas según la Guía PMBOK 6th edición.

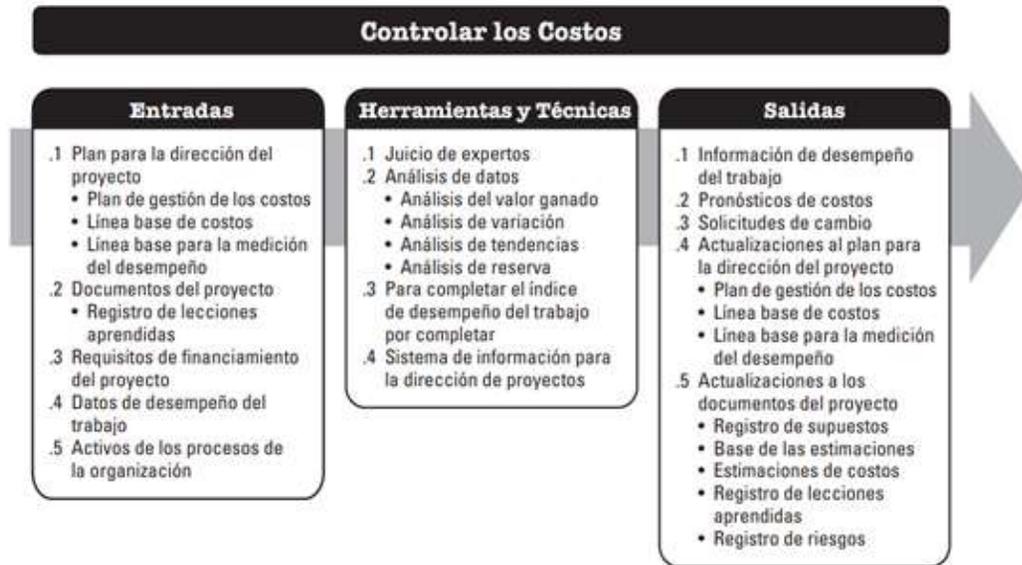


Gráfico 7-10. Controlar los Costos: Entradas, Herramientas y Técnicas, y Salidas

Fuente: Guía PMBOK 6ta edición – página 257

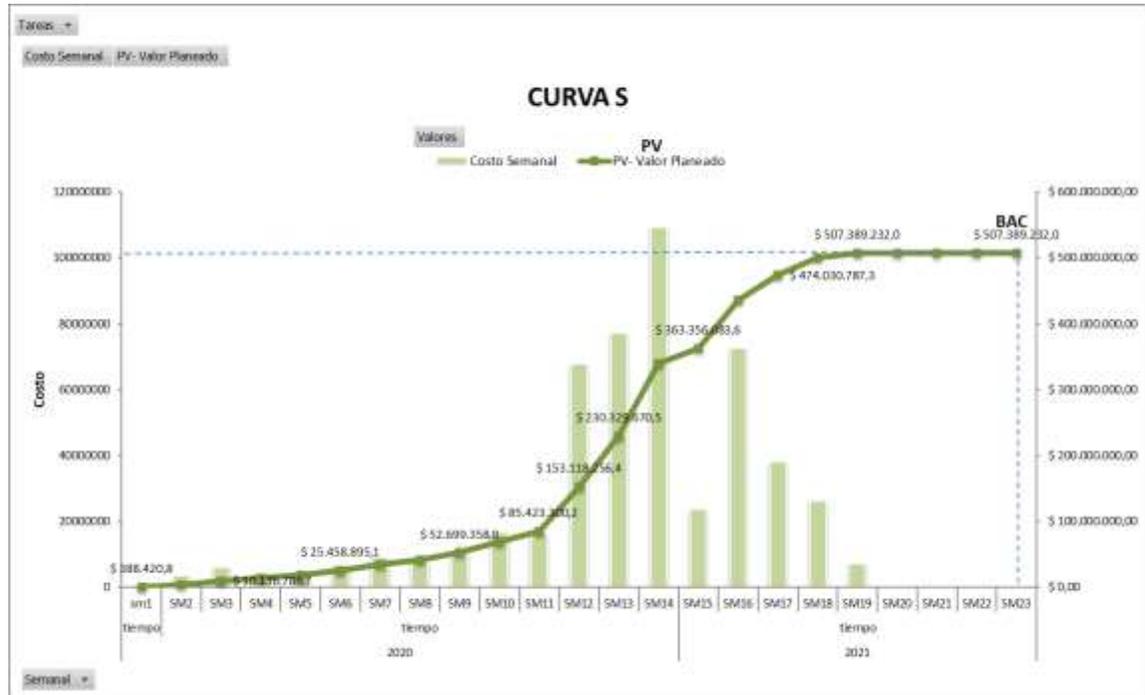
8.6.1. Valor Ganado

Teniendo en cuenta lo anterior y según la CONSTRUCTION EXTENSION to the PMBOK Guide el análisis de valor ganado es una de las técnicas y herramientas integradas que brindan visibilidad para una gestión proactiva y está basado en la comparación de la línea base teniendo en cuenta en la ejecución real y el costo. El análisis de valor ganado se controla y monitorea a partir de 3 variables: Valor Ganado, Valor Planificado y Costo Real y se puede realizar por periodos semanales o mensuales con valores acumulados.

Como técnica de control de costos del proyecto y análisis de datos se entrega formulado el documento para análisis de valor ganado con el fin de poder tener una comparación y medición de desempeño permanente respecto a la línea base del proyecto.

El siguiente grafico muestra la curva S del proyecto en la cual se evidencia el valor programado contractualmente del proyecto centro educativo rural CER el Carmen, ubicado en zona rural del municipio de Remedios – Antioquia.

Ilustración 16 - Curva S proyecto CER el Carmen



Fuente: propia

8.6.2. Análisis De Tendencias

Según la guía PMBOK 6th edición el análisis de tendencias estudia el desempeño de los proyectos durante su ejecución, con el fin de precisar si se encuentra en estado de deterioro o mejora. El análisis de gráficos es una técnica valiosa para determinar el trabajo en fechas estimadas y realizar una comparación con desempeños futuros, de la misma forma se pueden desarrollar pronósticos de la estimación a la conclusión, esto requiere realizar proyecciones futuras de los eventos sobre el proyecto, teniendo como base el desempeño según su ejecución.

En la Tabla 10 se relacionan las variables y técnicas necesarias para el análisis de tendencias con sus respectivas formulas:

Tabla 10 - Resumen cálculos y análisis de valor ganado s/PMBOK 6ta ed.

NOMBRE	DEFINICION	FORMULAS
BAC - Presupuesto hasta la conclusión	Valor del trabajo planificado total.	
PV - Valor Planificado	Valor que se planea ejecutar hasta cierto punto, normalmente fecha de corte o terminacion.	
AC - Costo Real	Costo real del trabajo terminado en un punto especifico. normalmente se evidencia en los cortes.	
EV - Valor Ganado	Valor planificado de todos los trabajos terminados en un punto especifico	
CV - Variación del Costo.	Es la diferencia entre costos presupuestados y reales para determinar la eficiencia de los proyectos	$CV=EV-AC$
SV - Variación del Cronograma	diferencia del trabajo planificado y ejecutado en un punto especifico	$SV=EV-PV$
CPI - Indice de Desempeño del Costo	Mide la eficacia financiera de un proyecto. Si es superior a 1 esta sobrecosteadado	$CPI=EV/AC$
SPI - Indice de Desempeño del Cronograma	indice de eficiencia del cronograma, si es superior a 1 sera mas dificil de completar.	$SPI=EV/PV$
EAC - Estimación a la Conclusión.	pronostico, costo previsto para completar todo el trabajo de ser superior al inicialmente presupuestado	$EAC=BAC/CPI$
TCPI - Indice de desempeño del trabajo por completar	Indice de rendimiento con relación a los costos, costo planeado del trabajo por ejecutar.	$TCPI=(BAC-EV)/(BAC-AC)$ $TCPI=(BAC-EV)/(EAC-AC)$
ETC - Estimación hasta la conclusión.	costo previsto para terminar el trabajo faltante.	$ETC= EAC-AC$

Fuente: propia

8.7 CONTROLAR LA CALIDAD

Este proceso hace referencia al seguimiento a lo largo del proyecto de la ejecución de las actividades desde la gestión de la calidad, su objetivo se centra en garantizar que los resultados esperados se materialicen dentro de los requerimientos,

garantías y especificaciones previstas.

En el siguiente gráfico se relacionan las entrada y salidas según la Guía PMBOK 6th edición.

Ilustración 17 - Controlar la calidad



Gráfico 5-8. Controlar la Calidad: Entradas y Salidas

Fuente: Guía PMBOK 6ta edición – página 624

Para efectos del monitoreo y control de una obra de construcción, como es nuestro caso de estudio, la verificación de la calidad debe hacer parte integral del cronograma general de construcción, estableciendo pautas de control para asegurarse que se están realizando las tareas de forma correcta y se están verificando los requisitos para cumplir con los criterios establecidos.

El control de calidad implica lo siguiente:

- ✓ Determinar y aplicar los criterios de aceptación para monitorear el logro de resultados específicos del proyecto e identificar el cumplimiento de los requisitos y el desempeño insatisfactorio.
- ✓ Identificar técnicas para eliminar las causas de desempeño insatisfactorio, lo que incluye identificar fallas por parte de la planificación y el aseguramiento

de la calidad.

- ✓ Contar con la información documentada del control de calidad que compile todos los resultados obtenidos de este control y sea un insumo importante para validar el proyecto.

Los elementos y actividades que hacen parte del proceso de obra que no cumplen con los estándares establecidos deben ser objeto de estudio por medio de un informe que debe ser divulgado a los interesados a fin de generar acciones correctivas para llevar el trabajo a las tolerancias permitidas.

Con la finalidad de efectuar un proceso de control y monitoreo de la calidad de un proyecto de manera consensuada es pertinente sustentar un documento base tipo manual de interrelación, donde se haga claridad de los procedimientos y se especifique la participación de las partes interesadas.

Para realizar un control de calidad del proceso de construcción de la obra, se sugiere implementar una matriz para el control de calidad y que relacione los criterios para aceptación de las actividades a desarrollarse a lo largo de la ejecución de la obra, es necesario que las partes interesadas conozcan el contenido de esta la matriz en mención, como modelo de lo anterior se adjunta el **Anexo. Matriz de calidad de Obra y Criterios de Aceptación**

8.8 INFORME DE DESEMPEÑO

Este informe tiene como fin ofrecer las indicaciones básicas al personal encargado del control para detectar posibles desviaciones en el avance de la obra que puedan afectar el cronograma y el recurso del proyecto tal y como se describe en el numeral 8.5 proceso control de costos del proyecto, a continuación nos permitimos adjuntar el formato propuesto para este informe ejecutivo

Tabla 11 - Modelo Informe Desempeño

LOGO	INFORME DE DESEMPEÑO				Código:		
					Versión:		
FECHA DE INFORME:		INFORME N°:	1	PERÍODO DEL			
		ETAPA:	Construcción	AL			
N° Y AÑO DE CONVENIO:		N y AÑO DEL CONTRATO		SPDT-282-2020			
DEPARTAMENTO:	ANTIOQUIA	MUNICIPIO:		REMEDIOS			
1. INFORMACIÓN GENERAL							
NOMBRE DEL PROYECTO	*CONSTRUCCION CENTRO EDUCATIVO RURAL CER EL CARMEN. UBICADO EN EL MUNICIPIO DE REMEDIOS-ANTIOQUIA*			N° DE BENEFICIARIOS:			
CONTRATO DE OBRA							
CONTRATANTE:	MUNICIPIO DE REMEDIOS, ANTIOQUIA						
CONTRATISTA	OBRA + ARQ. S.A.S.						
PLAZO CONSTRUCCIÓN:	4 MESES	BAC:	\$	507,389,232.00			
PLAZO TOTAL INICIAL:	4 MESES	AC - VALOR ACTUAL	\$	-			
FECHA DE INICIO:		EV- VALOR GANADO	\$	-			
*FECHA DE TERMINACIÓN N°		PV- VALOR PLANEADO	\$	388,420.80			
2. PORCENTAJE DE AVANCE FÍSICO Y EJECUCIÓN PRESUPUESTAL			3. ANALISIS DE VARIANZAS				
	PV	AC	Avance/Atraso	CV	SV	CPI	SPI
2.1 AVANCE FÍSICO (%)	0.08%	0.00%	0.08%	\$ -	-\$ 388,420.80	# IDIV/0!	0
2.2 AVANCE - EJECUCIÓN PRESUPUESTO (\$)	\$ 388,420.80	\$ -					
DIFERENCIA (+) ADELANTO (-) ATRASO (en \$)	\$ -388,421						
				<i>si el valor es = o mayor que 0 el desarrollo es bueno</i>	<i>si el valor es = o menor que 0 el desarrollo es malo</i>	<i>si el valor es = o mayor que 1 el desarrollo es bueno</i>	<i>si el valor es = o menor que 1 el desarrollo es malo</i>
CURVAS							

Fuente: propia

Como se puede apreciar en la tabla anterior, el formato relaciona el control del avance de la obra bajo los componentes programación y presupuesto, permitiendo a su vez obtener un panorama del alcance de la obra, la periodicidad de su presentación a los interesados debe ir amarrada del grado de complejidad del proyecto, generalmente es una herramienta utilizada en reuniones de obra para mostrar indicadores. **Anexo: Modelo Informe de Desempeño del proyecto**

8.9 LECCIONES APRENDIDAS

Las lecciones aprendidas hacen parte de las salidas del proceso Gestionar el Conocimiento del Proyecto según la guía PMBOK 6th edición, esta figura como salida en una etapa temprana de los proyectos, sin embargo, en su desarrollo se convertirá en salida de otros procesos durante la ejecución del proyecto.

Las lecciones aprendidas se registran en base al conocimiento y experiencias vividas durante el desarrollo de los procesos utilizados para el ciclo de vida de un proyecto y todos quienes estén involucrados en los mismos, también estarán involucrados en capturar las lecciones aprendidas.

La siguiente matriz se realiza según las recomendaciones de la guía PMBOK 6th edición para el registro de las lecciones aprendidas.

Tabla 12 - Matriz de lecciones aprendidas

MATRIZ DE LECCIONES APRENDIDAS			
NOMBRE DEL PROYECTO:			
FECHA		CODIGO DE PROYECTO	
INVOLUCRADO		CATEGORIA	
DESCRIPCION DEL PROBLEMA			
RIESGO/OPORTUNIDAD		ACCIONES PROPUESTAS/IMPLEMENTADAS	
DESCRIPCION DEL IMPACTO EN EL ALCANCE DEL PROYECTO			
LECCION APRENDIDA.			

Fuente propia.

9. CONCLUSIONES

Realizada la guía metodológica vemos que se pueden disminuir los problemas a nivel de alcance, costos y tiempo en proyectos de infraestructura educativa, en virtud a que por medio de las prácticas del PMBOK se pueden minimizar los errores en los procesos de ejecución de obra, toda vez que la Gerencia y administración de obras implica desarrollar procesos y técnicas en el marco de los compromisos adquiridos, con los estándares de calidad y la normatividad legal vigente.

En la actualidad el proyecto centro educativo rural CER el Carmen, ubicado en zona rural del municipio de Remedios – Antioquia escogido como caso de estudio, se encuentra suspendido por motivo de las restricciones para movilidad implementadas por la Gobernación de Antioquia en la prevención del Covid-19 (para el mes de mayo de 2021 la ocupación de camas UCI en el Departamento de Antioquia se encontraba por encima del 90% - datos tomados de la página web Gobernación de Antioquia) lo que ha generado desabastecimiento en materiales de primera mano tales como el acero. Por lo anterior, los entregables del presente trabajo de grado se enfocaron en la metodología para el monitoreo y control de los proyectos de construcción de este tipo y no en el análisis de una obra en particular.

Estudiado el tipo de obra que se requiere para la construcción de infraestructura educativa del caso de estudio, inferimos que realizar una matriz de calidad para controlar las diferentes actividades que se realizan para lograr la construcción de este tipo de obras es una buena herramienta para delimitar el alcance, a fin de disminuir errores y/o malas prácticas constructivas.

Se pudo corroborar que la falta de planeación para la ejecución de actividades de obra es una de las causas que genera mayor impacto negativo en el cronograma de los mismos, la falta de delimitación del alcance de cada etapa de obra y la no preparación de las herramientas requeridas para el control de la ejecución.

La guía metodología propuesta en el presente trabajo, sigue los lineamientos para las buenas prácticas presentados por la guía PMBOK 6ta edición, haciendo énfasis en los procesos de control y monitoreo en la etapa de ejecución de los proyectos principalmente sobre la triada (alcance, tiempo y costo), teniendo en cuenta las entradas y salidas de cada uno de estos.

Con base en lo anterior y luego de estudiar cada uno de los procesos, desarrollamos 3 formatos los cuales se anexan al presente documento, informe de revisión de documentos, matriz de calidad e informe de desempeño, para implementar en el proyecto centro educativo CER del Carmen y demás proyectos de infraestructura educativa que cumplan con la caracterización y tipología del caso de estudio. Estos formatos permiten evaluar con anticipación los posibles cambios en alcance, costo y tiempo y así mismo tomar las decisiones pertinentes que favorezcan la ejecución de las obras.

10. BIBLIOGRAFÍA

ALBERT, Maria. MUÑOZ, Salvador. MARQUEZ, Clara. DESPAIGNE, Yidssian. Procedimiento para la planificación estratégica con enfoque de proyecto. En: Folletos gerenciales. Vol.; XXII (Dic 2018) Disponible en: <http://search.ebscohost.com.ucatolica.basesdedatosezproxy.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=134256930&lang=es&site=ehost-live>

AMEIJIDE GARCÍA, Laura. Gestión de proyectos según el PMI. 2016, trabajo de grado (ingeniería técnica de informática de Gestión), Universidad Oberta de Catlalyunya. Disponible en: <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/45590/7/lameijideTFC0116memoria.pdf>

ARIAS CHAVES, Michael. Marco conceptual de la administración de proyectos revista de ciencias económicas. Disponible en: <http://eds.a.ebscohost.com.ucatolica.basesdedatosezproxy.com/eds/detail/detail?vid=0&sid=1fd1b21b-bd5c-4d5d-a5e8-f55874b4489d%40sdc-v-sessmgr02&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=edsdoj.920369ae333c4bacbeed2dc97bd587ee&db=edsdoj>

CHICAMOCHA, NEWS. Colegio Nuestra Señora del Rosario de Málaga, agosto de 2020. [En línea] Disponible: <http://www.chicamochanews.net/2020/08/por-orden-judicial-antes-de-15-dias.html>

DAGUBERTO VILLANUEVA, Bach. Eric. Análisis de casos: formulación de proyectos según los procesos pmbok sexta edición en elaboradores de proyectos – 2019. Lima, 2019, Trabajo de grado (Mestro en Docencia Superior) Universidad Ricardo Palma, Disponible en: <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/2537>

DAMIAN, D. Y DÁVILA, A. Análisis comparativo de la complejidad cognitiva de la gestión de proyecto en el desarrollo de software en la ISO/IEC 29110-5-1-2 y la guía de los fundamentos para la dirección de proyectos del PMI. Tomado de Internet: (<http://eds.a.ebscohost.com.ucatolica.basesdedatosezproxy.com/eds/detail/detail?vid=21&sid=9b5fef8c-776a-44b2-96b9-d2654950ab7e%40sessionmgr4008&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d>)

Danezis. (2021). Determination of Effective Delay-Avoidance Practices in Construction Projects. *Scopus*, 1.

FERNANDEZ, Kenia. GARRIDO, Ariannys. RAMINEZ, Yosvani. Y PERDOMO, Isamira. PMBOK y prince 2, similitudes y diferencias. En: Revista Científica. Vol., 23. (Abr 2015). P. 111-123 Disponible en:

<https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/revcie/article/view/9711/11033>

FERRERO, Gabriel. OSORIO, De loma. De los proyectos de cooperación a los procesos de desarrollo: hacia una gestión orientada al proceso. Valencia, 2003. Trabajo de grado (Tesis doctoral), Universidad Politecnica de valencia, España. Disponible en: <https://search-proquest-com.ucatolica.basesdedatosezproxy.com/docview/305045756/F952F2C2F9E94042PQ/1?accountid=45660>

GÓMEZ MÍNGUEZ, Juan. Definición de una combinación metodológica de prince2® y pmbok® y aplicación a la gestión de un proyecto de naturaleza predictiva. 2019. Trabajo de grado (Ingeniería informática), Universidad Oberta de Catalunya, Gestión de proyectos. Disponible en: <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/handle/10609/89705>

GUEVARA, Jesús. BELLO, Nelson. GARCÍA, Oscar. ABUCHAR, Alexander. Aproximación pmbok a la estructura de la gestión de proyectos. En: Tecnología, Investigación y Academia. Vol., 5. (Jun 2017) p.111-120 Disponible en: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/tia/article/view/9640/pdf>

HERNÁNDEZ CRUZ, L, M. Y BRAVO DÍAZ, B. Diseño de un procedimiento para la gestión ágil de proyectos de desarrollo de software alineados a la guía del PMBOK. Disponible en: <http://web.a.ebscohost.com.ucatolica.basesdedatosezproxy.com/ehost/viewarticle/render?data=dGJyMPPp44rp2%2fdV0%2bnjjsfk5le46bVLsaqyT7ek63nn5Kx95uXxjL6nr0evpq1KrquOK%2bouE20sLNJnsbLPvLo34bx1%2bGM5%2bXsgeKzq0y0qbdlsa6vPurX7H%2b72%2fE%2b4ti7ebfeplzf3btZzJzfhruvs0iwrq9Mr5zkh%2fDj34y73POE6urjkPIA&vid=9&sid=3e6d95a6-c703-45f9-8ad8-8da53ad238c7@sdv-sessmgr01>

HERRERA, Rodrigo. MUÑOZ, Felipe., VARGAS Claudio. Y ANTIO, Madelinne. Uso e impacto de los modelos ND como herramienta para la dirección de proyectos en la industria de la arquitectura, ingeniería y construcción. En: Información Tecnológica. Vol, 28. (2017). P 169-177. Disponible en: <http://search.ebscohost.com.ucatolica.basesdedatosezproxy.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=124602644&lang=es&site=ehost-live>

JURADO, José luis. PARDO Calvache. CÉSAR Jesús. La gestión de proyectos software, una prospectiva en la aplicación de estrategias en la ingeniería colaborativa. project management software, a prospective on the application of strategies in collaborative engineering. LÁMPSAKOS. Vol., 9 (Jun 2012) p, 26-33 Disponible en: <http://search.ebscohost.com.ucatolica.basesdedatosezproxy.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=95420203&lang=es&site=ehost-live>

MARMOLEJO, David. GOBERNABILIDAD DE PROYECTO: Las relaciones entre el equipo del proyecto y los vendedores según el PMBOK®. Revista Daena (International Journal of Good Conscience). Vol., 12 (dic 2017); p. 256-271. Disponible en: <http://search.ebscohost.com.ucatolica.basesdedatosezproxy.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=127319757&lang=es&site=ehost-live>

MENDOZA GÁFARO, Richard. ROJAS, Mauricio y VILLAMIZAR, Luis. Gestión de alcance en proyectos de desarrollo de videojuegos. Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada. Vol., 1. (Oct 2015); p 19-25. Disponible en: http://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/RCTA/article/view/2531

OCAMPO, Paula. Formulación de una metodología de planificación estratégica en el área productiva bajo los lineamientos del PMI. Bogotá, 2015. Trabajo de grado (Especialización en Gerencia Integral de Proyectos). Universidad Militar Nueva Granada. Facultad de Ingeniería. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10654/6304>.

PAROMIK RAY, D. K. (2020). Time Cost Optimization Using Genetic Algorithm of a Construction Project. En P. Ray, *Time Cost Optimization Using Genetic Algorithm of a Construction Project* (págs. 909-927). Bhubaneswar, India: Springer Nature Singapore Pte Ltd.

PORRAS, Nelly. Una mirada a la sostenibilidad en la gestión de proyectos a look at sustainability in project management. En: Revista Daena (International Journal of Good Conscience). Vol., 12 (Dic 2017); p. 328-344. Disponible en: <http://search.ebscohost.com.ucatolica.basesdedatosezproxy.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=127319761&lang=es&site=ehost-live>

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, I. (2017). *GUIA DEL PMBOK 6 Ed.* Newton Square, Pennsylvania: Global Standard.

RINCÓN RUBIANO, H, D. Y NOVA, SANDOVAL, J. “Percepción de la gestión de proyectos dentro de la empresa redes y montajes hidráulicos S.A.S. Trabajo de grado. Bogotá D.C.: Universidad católica, 2013” Tomado de Internet: ([https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2147/1/Gesti%*c3*%*b3*n_proyectos_empresa_Redes_y_Montajes_Hidr%*c3*%*a1*ulicos.pdf](https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2147/1/Gesti%c3%b3n_proyectos_empresa_Redes_y_Montajes_Hidr%c3%a1ulicos.pdf))

RITZ, G. J. (1994). Total Construction Project Management. En *Total Construction Project Management* (págs. 241-242). Boston: Mac Graw Hill.

RODRÍGUEZ, Eva Y DIAZ, Emilio. Integración de metodologías ágiles en la gestión del alcance y otras áreas de conocimiento de la dirección de proyectos. XXII

Congreso Internacional de Dirección e Ingeniería de Proyectos. (Jul 2018). Disponible en: <http://dspace.aepro.com/xmlui/handle/123456789/1573>

RODRÍGUEZ FERNANDO, Institución Educativa San Félix (Salamina – Caldas), (2018). [En línea]. Disponible: <https://www.lapatria.com/educacion/toma-forma-el-colegio-de-san-felix-salamina-427464>

ROMERO-CORTÉS, J. M.-S.-J.-T.-J. (2019). lean and bim implementation in colombia; interactions and lessons learned. *scopus*, 1117 y 1118.

SÁNCHEZ, Luis. SOLARTE, Leonardo. El cuerpo de conocimientos del project management institute-PMBOK® guide, y las especificidades de la gestión de proyectos: una revisión. Tomado de Internet: <http://eds.a.ebscohost.com.ucatolica.basesdedatosezproxy.com/eds/detail/detail?vid=0&sid=258e22b9-3aeb-4641-b3f9-a547036b6a25%40sessionmgr4007&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=edssci.S0121.50512010000200008&db=edssci>

SECRETARIA DE EDUCACIÓN DE BOGOTÁ, Colegio Ciudad de Chengdú (antes Bolonia) en Usme, 28 de enero 2020. [En línea]. Disponible: https://www.educacionbogota.edu.co/portal_institucional/node/7281

RAMIREZ, Bibiana. Las necesidades apremiantes de la Antioquia del posconflicto. (En Línea). 5 de julio de 2019. Disponible: <https://verdadabierta.com/las-necesidades-apremiantes-de-la-antioquia-del-posconflicto/>

Departamento Nacional de Planeación. Ficha de caracterización, municipio de Remedios, Antioquia. (En Línea). Disponible: https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Desarrollo%20Territorial/Fichas%20Caracterizacion%20Territorial/Antioquia_Remedios%20ficha.pdf