



**PROPUESTA DE MEJORA EN EL PROCESO DE GESTIÓN DEL PROYECTO  
OBRAS CIVILES EN SECO EN LA EMPRESA PERBAR CONSTRUCCIONES Y  
REMODELACIONES S.A.S.**

**LUIS JOSÉ CARMONA VILLALBA  
YANIFER HERNÁNDEZ SANES**

**UNIVERSIDAD DEL SINÚ  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CARTAGENA DE INDIAS D.T. Y C.**

**2017**



**PROPUESTA DE MEJORA EN EL PROCESO DE GESTIÓN DEL PROYECTO  
OBRAS CIVILES EN SECO EN LA EMPRESA PERBAR CONSTRUCCIONES Y  
REMODELACIONES S.A.S.**

**LUIS JOSÉ CARMONA VILLALBA  
YANIFER HERNÁNDEZ SANES**

**Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Industrial**

**Asesor disciplinar  
YUNELLIS BURGOS**

**Asesor metodológico  
GERMAN HERRERA**

**UNIVERSIDAD DEL SINÚ  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CARTAGENA DE INDIAS D.T. y C.**

**2017**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

Director de Escuela

---

Director de Investigación

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

Cartagena de Indias, 28 de Octubre del 2017

Cartagena de Indias, 28 de Octubre del 2017

Director

**RAFAEL LINERO MEJÍA**

Director de la Escuela de Ingeniería Industrial

Universidad del Sinú

Cordial saludo.

La presente comunicación con el fin de manifestar mi conocimiento y aprobación del trabajo de grado titulado, Propuesta de mejora en el proceso de Gestión del Proyecto obras civiles en seco en la empresa PERBAR Construcciones y Remodelaciones SAS por los estudiantes Yanifer Hernandez Sanez con C.C 1'047.394.294 de Cartagena de Indias D.T , C y Luis José Carmona Villalba con C.C 1'051.822.498 de San Juan Nepomuceno (Bol) presentado como requisito para optar al título de Ingeniería Industrial

Cordialmente,

---

**Yunellis Burgos**

Asesor del Trabajo de Grado

Cartagena de Indias, 28 de Octubre del 2017

Director

**RAFAEL LINERO MEJÍA**

Director de la Escuela de Ingeniería Industrial

Universidad del Sinú

Cordial saludo,

Por medio de la presente se hace entrega oficial del trabajo de grado para optar al título de Ingeniería Industrial titulado, Propuesta de mejora en el proceso de Gestión del Proyecto obras civiles en seco en la empresa PERBAR Construcciones y Remodelaciones SAS realizado por los estudiantes Yanifer Hernandez Sanez con C.C 1'047.394.294 de Cartagena de Indias D.T , C y Luis José Carmona Villalba con C.C 1'051.822.498 de San Juan Nepomuceno (Bol).

---

Yanifer Hernandez Sanez

Investigador

---

Luis José Carmona Villalba

Investigador

## **AGRADECIMIENTOS**

Primeramente a Dios por darnos la sabiduría, fuerza y fe para lograr culminar este proyecto.

A nuestros padres y hermanos por confiar en nosotros y dar cada día una voz de aliento para culminar con otra etapa de nuestras vidas, a nuestra familia por la comprensión y apoyo.

A nuestra tutora Yunellis Burgos Pereira quien nos acompañó con paciencia y dedicación cada día durante el proceso.

Al profesor German Herrera Vidal por los consejos y Nuestros amigos más cercanos por el apoyo brindado.

Para la culminación de este proyecto tuvo factores que facilitaron nuestra labor por el cual agradecemos a la institución por abrir estos espacios de interacción donde los estudiantes puedan demostrar sus capacidades.

Y por último a el señor Gerardo Pérez Barrios gerente de la empresa PERBAR, por darnos los espacios, la oportunidad de trabajar, y tener confianza en nosotros.

## TABLA DE CONTENIDO

Pág.

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>11</b>
<b>1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>15</b>
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	15
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	25
1.3 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	25
<b>2. JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>26</b>
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	<b>27</b>
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	27
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	27
<b>4. MARCO REFERENCIAL</b> .....	<b>28</b>
4.1 ANTECEDENTES .....	28
4.2 MARCO TEÓRICO.....	31
4.2.1 PROYECTO .....	31
4.2.2 <i>Gestión de Proyectos</i> .....	34
4.2.2.1 <i>FASES DE LA GESTIÓN DE PROYECTOS</i> .....	34
4.2.3 <i>PERT</i> .....	36
4.2.4 <i>MRP planeación de requerimiento de materiales</i> .....	38
4.2.5 <i>La administración de compras</i> .....	39
4.2.3.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE COMPRAS .....	41
4.2.3.2. PLANEACIÓN DEL PROCESO DE COMPRAS .....	42
4.2.5. <i>WINQSB</i> .....	44
4.3 MARCO CONCEPTUAL .....	45
<b>5. DISEÑO METODOLÓGICO</b> .....	<b>47</b>

5.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	47
5.2 POBLACIÓN Y MUESTRA .....	47
5.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN .....	47
5.3.1 Herramientas utilizadas en las mediciones.....	48
5.3.1.1 ENCUESTAS.....	48
5.3.1.2 LISTAS DE CHEQUEO (CHEKS-LIST) .....	48
5.4 TÉCNICAS DE ANALISIS DE LOS RESULTADOS .....	48
<b>6. CARACTERIZACION DE LA EMPRESA.....</b>	<b>49</b>
6.1 UBICACIÓN DE LA EMPRESA .....	49
6.2 RESEÑA HISTÓRICA .....	49
6.3 MISIÓN.....	50
6.4 VISIÓN .....	50
6.5 PRODUCTOS O SERVICIOS .....	50
6.6 CLIENTES .....	51
6.7 MATERIAS PRIMAS .....	51
6.8 PROVEEDORES.....	54
6.9 DIAGRAMA DE FLUJO DE ACTIVIDADES .....	54
<b>7. PROGRAMACIÓN DE LAS ACTIVIDADES, MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL ANÁLISIS DE REDES PERT.....</b>	<b>56</b>
7.1 LOS PRINCIPIOS BÁSICOS DEL MÉTODO PERT .....	57
7.1.1 Tabla de precedencias.....	58
7.1.2 Tipos de precedencias de las actividades .....	58
7.2 REPRESENTACIÓN DEL PROCESO TRAVÉS DE UN DIAGRAMA DE PERT .....	59
7.3 ACTIVIDADES PLANEADAS PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO DE OBRAS CIVILES EN SECO.....	60
7.4 TABLA DE PRECEDENCIAS .....	61
7.4.1 Análisis de Duraciones: Tiempos “TO, TM, TP”.....	62
7.5 GRAFICO PERT .....	63

7.6 APLICACIÓN DEL SOFTWARE WINQSB PARA OPTIMIZAR TIEMPO Y COSTO DEL PROYECTO.....	66
<b>8. ORGANIZAR EL PROCESO DE GESTIÓN DE COMPRA DE LOS MATERIALES PRIORITARIOS.....</b>	<b>69</b>
8.1 ÁRBOL DE PRODUCTO .....	70
8.2 PROGRAMACION DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIONES EN SECO.....	71
8.3 COMPARACIÓN DE RESULTADOS EN TIEMPOS DE ENTREGA POR PROYECTO .....	74
<b>9. DISEÑO DEL PLAN DE MEJORA.....</b>	<b>76</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>79</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>81</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>83</b>
<b>ANEXOS</b>	

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 1. Relación de proyectos anteriores de PERBAR.....</b>	<b>18</b>
<b>Tabla 2. Relación de costos por retraso de proyectos.....</b>	<b>20</b>
<b>Tabla 3. Características evaluadas en los métodos.....</b>	<b>22</b>
<b>Tabla 4. Proveedores de Perbar.....</b>	<b>54</b>
<b>Tabla 5. Relación de actividades ejecutadas.....</b>	<b>60</b>
<b>Tabla 6. Tabla de procedencias.....</b>	<b>61</b>
<b>Tabla 7. Tabla de actividades y tiempos.....</b>	<b>63</b>
<b>Tabla 8. Tabla de procedencias y tiempos del programa WINQSB.....</b>	<b>67</b>
<b>Tabla 9. Tabla de resultados WINQSB.....</b>	<b>67</b>
<b>Tabla 10. Tabla de materiales prioritarios según ruta crítica.....</b>	<b>69</b>
<b>Tabla 11. Planeación de requerimiento de materiales;Error! Marcador no definido.</b>	
<b>Tabla 12. Resumen de pedido a proveedores.....</b>	<b>73</b>
<b>Tabla 13. Comparación con proyecto anterior.....</b>	<b>75</b>
<b>Tabla 14. Resultados al aplicar la metodología PERT.....</b>	<b>75</b>
<b>Tabla 15. Diseño del plan de mejora.....</b>	<b>76</b>

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1 Relación entre tiempos estimados y de cumplimiento por proyectos</b> .....	19
<b>Figura 2. Gráfico de Pareto. Causas de retraso de proyectos.</b> .....	21
<b>Figura 3. Gráfico de Pareto de los métodos</b> .....	23
<b>Figura 4 Diagrama causa y Efecto de retraso entrega proyectos</b> .....	24
<b>Figura 5. Ubicación de la empresa.</b> .....	49
<b>Figura 6. Materias Primas utilizadas en el área de obras civiles en seco</b> .....	53
<b>Figura 7. Diagrama de flujo de las actividades de obras civiles en seco</b> ¡Error! Marcador no definido.	
<b>Figura 8. Nudo inicial</b> .....	58
<b>Figura 9. Precedencias lineales</b> .....	58
<b>Figura 10. Precedencias de divergencia</b> .....	59
<b>Figura 11. Precedencias de convergencia</b> .....	59
<b>Figura 12. Diagrama de red PERT</b> .....	64
<b>Figura 13. Cálculo de los tiempos early y last</b> .....	65
<b>Figura 14. Ruta crítica</b> .....	66
<b>Figura 15. Ruta crítica del programa WINQSB</b> .....	67
<b>Figura 16. Árbol de estructura de Producto.</b> .....	71

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad la tendencia organizacional de las empresas por lograr estándares con mayor calidad, competitividad, agilidad de gestión y rigor organizacional mundial, las impulsa a gestionar sus actividades por medio de dirección de proyectos para así lograr el cumplimiento de sus objetivos, mediante el desarrollo de software y productos en búsqueda de la mejoría continua.

El hecho es que actualmente las organizaciones optan más por proyectos que por operaciones para mejorar sus rendimientos (Shenhar & Dvir, 2007), el éxito del proyecto depende del cumplimiento en los tiempos, optimización de recursos, administración del riesgo y calidad en el producto o servicio final.

Las empresas exitosas tienen dos características principales: cuentan con una buena planeación estratégica para definir el rumbo de los objetivos y poseen la capacidad de ejecución, es decir, llevan estos términos a la realidad de una forma eficiente, cumplen con el tiempo estimado y el presupuesto establecido. Con el propósito de alcanzar superioridad y mantenimiento en el mercado con calidad en los servicios ofertados y acogimiento en los clientes, representado en alto grado de satisfacción.

Es así como para la empresa PERBAR CONSTRUCCIONES Y REMODELACIONES S.A.S dedicada a la ejecución de trabajos en seco, acabados de obras civiles, remodelación y mantenimiento de edificaciones constituye un reto constante la gestión de sus proyectos, ya que la construcción de sus procesos y establecimiento de proyectos es asumido de forma empírica sin contar con una planeación coordinada de estos y no cuentan con herramientas de programación para optimizar sus proyectos; lo que se evidencia en atrasos en la entrega de los proyectos lo que genera insatisfacción en sus clientes.

Por lo anterior en presente trabajo tiene como objetivo Diseñar una propuesta de mejora en el proceso de gestión del proyecto Obras civiles en seco en la empresa PERBAR CONSTRUCCIONES Y REMODELACIONES S.A.S. que permitan minimizar los costos, reducir la incertidumbre en la planificación del proceso de compras e incrementar la satisfacción de los clientes, que le permita a la compañía extender a todas sus áreas de servicio.

Metodológicamente este trabajo es sustentada en una investigación de tipo descriptivo y método prospectivo, para la cual fue necesaria en primera instancia describir la situación actual de la empresa mediante la utilización de una encuesta y lista de chequeo, cuyos datos obtenidos fueron analizados con diagrama de Pareto y causa - efecto que ilustra la problemática de la empresa , seguido de una revisión de fundamentos teóricos relacionados con la gestión de proyectos, planificación de proyectos, programación de la producción, programación de compras, plan de requerimiento de materiales, herramienta PERT y soporte informático WINQSB.

Como segunda instancia en la investigación para el desarrollo de los objetivos se realizó caracterización de la empresa a través de un diagrama de flujo, Programar las actividades del proyecto, con la aplicación del análisis de redes PERT, se elaboró un plan de requerimiento de materiales, para organización del proceso de gestión de compra y por último se diseñó un plan de mejora en proceso de gestión de proyectos basado en los resultados obtenidos para generar conclusiones y recomendaciones.

Del trabajo realizado se concluye que se lograron los objetivos propuestos evidenciado en la programación de actividades y aplicación del análisis de redes PERT a través del soporte informático WINQSB, con el cual se alcanzó establecer una ruta crítica, que permitió identificar el tiempo de terminación del proyecto bajo estudio en 16 días. Y se elaboró un plan de requerimiento de materiales que le

permite organización y optimización de recursos a la empresa PERBAR Construcciones y Remodelaciones SAS. Por último se recomienda implementar el plan de mejora propuesto en esta investigación ya que les permitirá disminuir el porcentaje de incumplimientos que en la actualidad presenta la empresa y así evitar enfrentar problemas financieros graves que podrían llevarlos a la quiebra dado que no contarían con una buena credibilidad en el mercado de la construcción en la ciudad de Cartagena.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El sector de la construcción en Colombia en los últimos años ha sido una de las actividades productivas más dinámicas al registrar un crecimiento promedio de 7.9%, lo que se ha traducido como un aumento en la participación economía del país. La buena dinámica del sector se explica por la actividad de edificaciones que muestra una notable reactivación al pasar de una tasa de 0.5% en 2015 a 8.1% en 2016, convirtiéndose en el cuarto sector con mayor crecimiento<sup>1</sup>.

Para el 2017 se espera que el sector de edificaciones repunte en el frente residencial y el no residencial dado que las necesidades de inversión, vivienda y desarrollo urbano que requieren las regiones es alta y se espera que en el segundo periodo de los alcaldes se empiecen a ejecutar obras.

El gobierno colombiano seguirá con el impulso proyectos de obra pública como el programa vías para la equidad por 4 billones, el dragado del Rio Magdalena por 2,5 billones y aeropuertos por más de 2 billones. Para ese año se esperan proyectos que despeguen la ejecución de 20 de los 31 proyectos del programa de cuarta generación (4G) de concesiones, sin embargo, se debe tener presente que el gran impulso de este programa se verá con mayor fuerza desde el 2018 cuanto estén todos los proyectos en ejecución. Con todos estos proyectos el 2017 podría convertirse en el año en el cual el sector de la construcción recupere el excelente

---

<sup>1</sup> ASOCIACIÓN DE INDUSTRIALES DE COLOMBIA “ANDI”. Colombia: Balance 2016 y Perspectivas 2017. Diciembre 2016. [Citado en: 28 Junio 2017]. Disponible en Internet: <http://www.andi.com.co/Documents/Documentos%202016/ANDI-Balance%202016-Perspectivas2017.pdf>.

comportamiento que presentó en el periodo 2010-2014 y continúe como un motor del crecimiento nacional<sup>2</sup>.

Por su parte la ciudad de Cartagena registró una variación acumulada de 2,6%, y continuó la tendencia creciente que ha venido presente desde 2009. La ola de conjuntos residenciales ya salió del perímetro urbano y se está concentrado en zonas aledañas de la ciudad. En la zona norte es donde mejor se aprecia el éxito de la construcción.

Según el informe seccional de Camacol Bolívar, en los estratos 5 y 6 se construye el 80% del total de los proyectos de edificación de la ciudad. La Zona Norte se proyecta como el sector de desarrollo urbanístico actual para los estratos altos. Los condominios aquí son hechos en armonía con el paisaje. En los tres últimos años se han aprobado más licencias de construcción para esta zona que en cualquier otro año. El desarrollo de esta zona inicio con las construcciones que se realizaron en el Corredor de La Boquilla ofrecio proyectos de líneas en la playa como los Morros, Altabeira y Brisas del Mar, Condominio Karibana entre otros.

Cartagena se proyecta a trabajar en las grandes obras de infraestructura. Por lo tanto no se puede olvidar los efectos indirectos de la actividad de estas construcciones sobre otros sectores que forman parte de su cadena de valor, dado que se estima que alrededor del 54% de la inversión se destina a la compra de insumos (bienes y servicios). De aprovecharse toda esta inversión vía encadenamiento, habrá un efecto multiplicador indirecto en la economía, vía el empleo y consumo intermedio que generan las cadenas proveedores de insumos

---

<sup>2</sup>SLIM, Carlos. Carta de Odebrecht para salvar contrato del Rio Magdalena. En: El tiempo. [En línea]. 18 de octubre de 2016 [Citado en: 12 Julio 2017]. Disponible en Internet: <http://www.eltiempo.com/economia/sectores/opcion-de-odebrecht-para-salvar-contrato-del-rio-magdalena-32376>.

a la construcción en sectores como minerales no metálicos, metalurgia y metalmecánica, caucho y plástico, maquinaria y suministro eléctrico, sustancias y productos químicos y textiles manufacturados, entre otros (Arenas, J. 2009).

Para lograr altos grados de competitividad y rentabilidad las deben contar con sus procesos definidos y estructurados, que le permiten alcanzar buen sostenimiento en el mercado con calidad y efectividad para lograr así la satisfacción del cliente y el cumplimiento de sus objetivos.

La empresa PERBAR CONSTRUCCIONES Y REMODELACIONES S.A.S es una firma que nace bajo la necesidad de formarse como persona jurídica para la ejecución de trabajos en seco, acabados de obras civiles, remodelación y mantenimiento de edificaciones. Debido a la fuerte competencia en este sector y a las características de la industria de la construcción, la planeación del proyecto y el proceso de gestión de compras de bienes y servicios se convierten un proceso clave de apoyo a la estrategia del negocio para el servicio oportuno y eficaz que debe prestar. Para realizar el diagnóstico del problema en la empresa se hizo uso principalmente de una encuesta, con la utilización de procedimientos estandarizados de interrogación con intención de obtener mediciones cuantitativas de una gran variedad de características objetivas y subjetivas de la población. Con el objetivo de ampliar el conocimiento del problema a investigar, eliminar lo superfluo y centrar la información obtenida con delimitación de posibles variables intervinientes. La compañía realiza trabajos en seco, acabados de obras civiles, remodelación y mantenimiento de edificaciones, para el presente estudio se tomó como caso el proyecto de obras civiles en seco, en el sub proyecto de instalación de drywall para divisiones con una altura máxima de 2,4 metros, con el fin de concentrar las actividades en un solo proyecto y evitar la sobreinformación, la escogencia del proyecto a intervenir se basa en la petición del gerente de la empresa por ser este el más contratado en los últimos meses y en los que mayores atrasos se han presentados.

En las visitas realizadas a la empresa PERBAR Construcciones y remodelaciones SAS. Se aplicó un cuestionario a la gerencia con el fin de conocer las generalidades de la empresa y a su vez relacionar aspectos que directamente podrían preocupar de manera general con respecto a los proyectos realizados (Ver anexo A). Así mismo se aplicó una lista de chequeo con la herramienta 6M de manufactura (Ver anexo B) para diagnosticar detalladamente el problema y en qué áreas se puede mejorar. Después de realizadas visitas de campo y entrevista al gerente de la empresa con relación al estado de la gestión del proyecto obras civiles en seco de la compañía se identificó que no se cuentan con herramientas o mecanismos para lograr una eficiente planificación y programación de los proyectos, evidenciado en la entrega inoportuna de las obras contratadas, debido a diversas causas relacionadas con las operaciones de planeación, programación y gestión de compras.

En la Tabla 1, se muestra la relación de proyectos anteriores en los últimos meses, como se puede evidenciar se contrataron 5 proyectos de obra para realizar en un tiempo de entrega promedio de 51.4 días y con un tiempo real de cumplimiento promedio de 63.4 días, con un tiempo de demora de 11.8 días en promedio. Lo que denota claramente que en cada uno de los proyectos siempre los tiempos de cumplimiento sobrepasan a los tiempos estimados de entrega, esto pone en evidencia que a pesar de que la empresa cuenta con las herramientas y personal calificado para programar los proyectos, no se cumple a cabalidad el objetivo de entrega de obras a tiempo. Lo que trae como consecuencias aumentos en los costos directos e insatisfacción de los clientes. (Ver Figura 1)

**Tabla 1. Relación de proyectos anteriores de PERBAR**

Proyecto		M <sup>2</sup> por proyecto	Tiempo estimado de entrega (días)	Tiempo cumplimiento	Tiempo de demora
Proyecto 1	Reforma del Hospital E.S.E	2.400	30	45	15
Proyecto 2	Torre bahía	10.500	75	90	15
Proyecto 3	Club de golf karibana	4.500	45	52	7
Proyecto 4	Torre 1 karibana	10.800	90	105	15
Proyecto 5	Hotel Conrad Cartagena	1.000	17	25	7

Fuente: Información suministrada por la gerencia de la empresa.

**Figura 1 Relación entre tiempos estimados y de cumplimiento por proyectos**



Fuente: Elaboración propia

En este mismo sentido se puede observar en la tabla 2 que la empresa pierde mucho dinero por los retrasos en la obras que ejecuta, es así como se puede apreciar que la mayor perdida la muestra en el proyecto 2 Torre bahía en el cual el costo total por entregar la obra con retraso ascendió \$21,000.000, este sobrecosto se da dado que la empresa que contrata acuerda un costo de \$550 por metro cuadrado como multa por incumplimiento de fecha y a esto se le suma los costos de operarios por día adicional en el mismo trabajo.

Esta es una de las variables que hace este proyecto viable y de alto impacto en la empresa pues, si logra minimizar los tiempos de retraso en la entrega de las obras así sea en un porcentaje pequeño se impacta positivamente en las utilidades de la empresa PERBAR Construcciones y Remodelaciones S.A.S, pues por cada día de retraso la empresa pierde \$640.000 en promedio. De allí que la gerencia de la empresa propiciará todos los espacios e información pertinente para que se logre ayudarlos en mejorar la situación, y contribuir de esta manera al mejoramiento de clientes y en especial el sector productivo como uno de los objetos misionales de la Universidad del SINU.

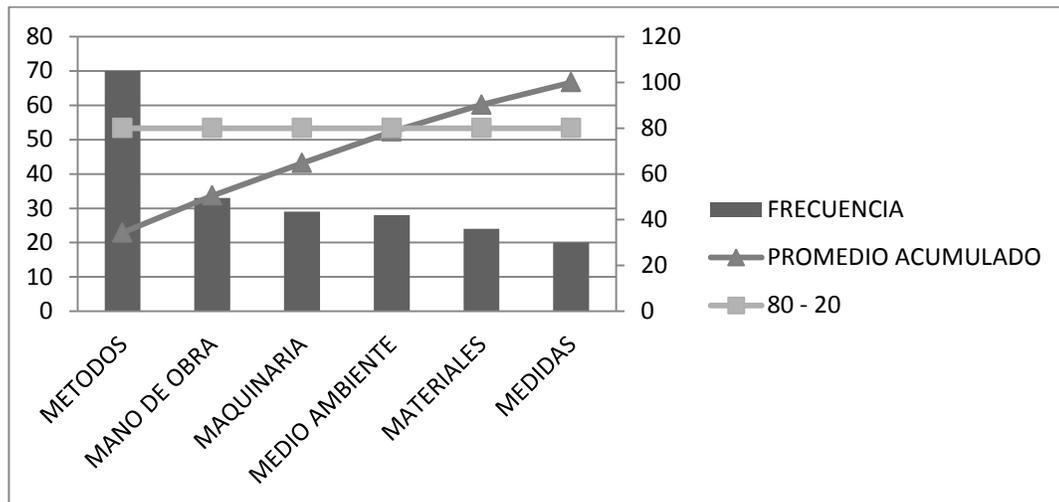
**Tabla 2. Relación de costos por retraso de proyectos**

COSTOS ASOCIADOS A CADA PROYECTO			Número de trabajadores Por proyecto		Costos por día trabajador		Valor de multa en retraso por cada proyecto M2	Total costos por retraso
No de Proyecto	Cliente	Tiempo de demora en días	Ayudante	Oficial	Ayudante	Oficial		
Por día					60000	85000	550	
Proyecto 1	Reforma del Hospital E.S.E	15	6	6	360000	510000	1320000	14370000
Proyecto 2	Torre bahía	15	7	7	420000	595000	5775000	21000000
Proyecto 3	Club de golf karibana	7	5	5	300000	425000	2475000	7550000
Proyecto 4	Torre 1 karibana	15	6	6	360000	510000	5940000	18990000
Proyecto 5	Hotel Conrad	7	3	3	180000	255000	550000	3595000

*Fuente: Información suministrada por la gerencia de la empresa*

Para poder conocer qué ocasiona los retrasos, se aplicó una lista de chequeo de 6M de manufactura (Ver anexo B) cuya herramienta permitió realizar un análisis de la situación a través de un diagrama de Pareto y un diagrama causa y efecto (Ver Figura 2 y 4). Para poder realizar el diagrama de Pareto se tomaron los datos y análisis de incumplimiento obtenidos de la lista de chequeo. Como se puede ver en la Figura 1 los métodos representan en mayor porcentaje de incumplimiento de un 70%, lo que muestra que en este punto hay que centrar los esfuerzos para buscar soluciones que puedan evitar los atrasos.

**Figura 2. Gráfico de Pareto. Causas de retraso de proyectos.**



Fuente: Información suministrada por la gerencia de la empresa.

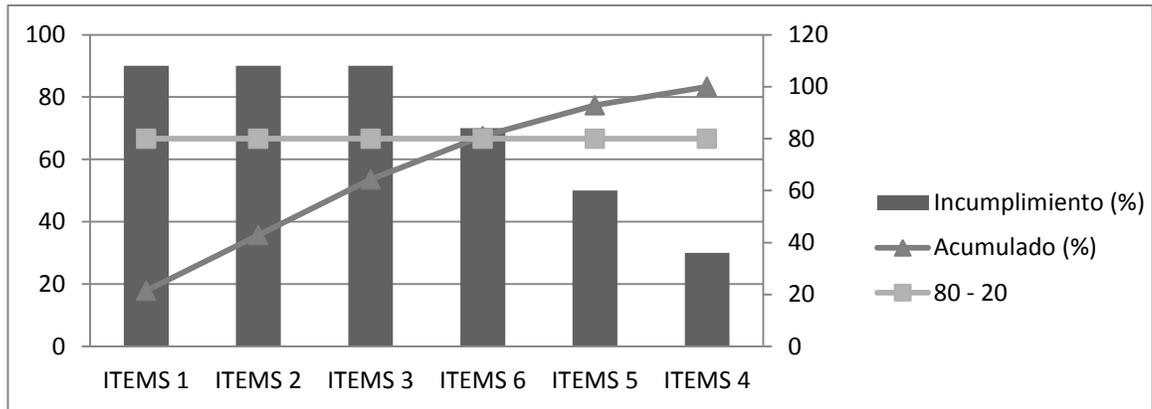
En Consideración de lo anteriormente descrito y los resultados arrojados por el diagrama de Pareto anterior se concluye que el aspecto en el que se va a enfocar el trabajo es en los métodos, por lo tanto se analizarán las características evaluadas en la lista de chequeo (Ver Anexo B). En la tabla 3 se describen exactamente las características anteriormente mencionadas y con base a ella se analizará cada punto con un diagrama de Pareto de incumplimientos (Ver Figura 3) pero específicamente en los métodos.

**Tabla 3. Características evaluadas en los métodos**

<b>Característica Núm.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Incumplimiento (%)</b>	<b>% Total</b>	<b>Acumulado (%)</b>
<b>ITEMS 1</b>	¿Cuenta con herramientas y programas especializados para planear y programar las actividades de cada proyecto?	90	21,42857143	21,42857143
<b>ITEMS 2</b>	¿Cuenta con un plan de compras establecido y dirigido?	90	21,42857143	42,85714286
<b>ITEMS 3</b>	¿Las programaciones realizadas en proyectos tienen rigor en cuanto a los tiempos optimista, pesimista de ejecución y la probabilidad de termínalos en fechas establecidas?	90	21,4285714	64,28571429
<b>ITEMS 4</b>	¿Cuándo se establece la programación de las obras priman los tiempos reales?	30	7,142857143	71,425642
<b>ITEMS 5</b>	¿Se tiene seguimiento de los pedidos?	50	11,9047619	83,3304039
<b>ITEMS 6</b>	¿Hay asignado un jefe de compras?	70	16,66666667	100
<b>Total</b>		420	100%	

Fuente: Información suministrada por la gerencia de la empresa.

**Figura 3. Gráfico de Pareto de los métodos**



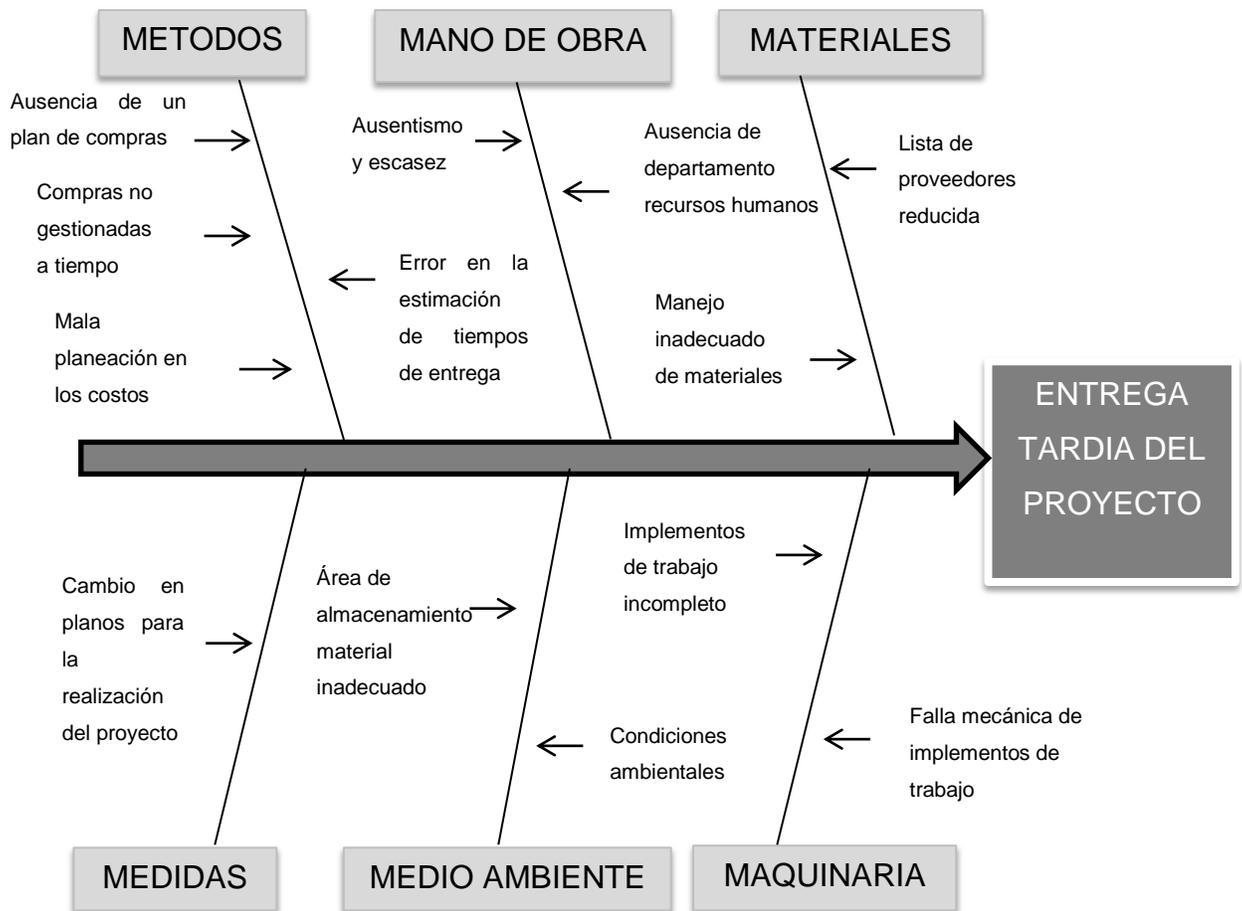
Fuente: Información suministrada por la gerencia de la empresa.

De acuerdo a lo arrojado por el diagrama de Pareto de los incumplimientos específicamente en los métodos, se puede notar que las características que se encuentran entre los pocos vitales son la deficiencia de herramientas y programas especializados para planear y programar las actividades de cada proyecto, de esta forma no se prevén actividades derivadas de cada proyecto a tiempo, así mismo la empresa carece de un plan de compras establecido y dirigido, sin un director específico de compras por lo cual estas funciones las asume el gerente sin un plan de compras específico que permita la ineficiencia, optimización y gestión a tiempo de los productos y respecto a las programaciones realizadas en proyectos no tienen rigor en cuanto a los tiempos optimista, pesimista de ejecución y la probabilidad de terminarlos en fechas establecidas por lo que la empresa no realiza programaciones que permitan evaluar las probabilidades de tiempo en la que terminara el proyecto y lo hace a la pericia del ingeniero y gerente de la empresa lo cual causa insatisfacción de los clientes al momento de no finalizar en proyecto en el tiempo estimado.

Como también se puede analizar en el diagrama de causa y efecto (Ver figura 4) uno de los factores que más afectan las fechas de entrega son los métodos y las causas relacionadas con el atraso en la entrega de los proyectos que enfocan a

programación y planeación general de proyecto entre ellas las compras no gestionadas a tiempo, ausencia plan de compras, mala planeación de los costos y error en el tiempo estimado de entrega del proyecto lo que repercute negativamente en los objetivos de la empresa y aunque la empresa cuenta con personal capaz de realizar programaciones estos lo hacen de manera muy general siempre con prioridad a las fechas requeridas por el cliente para ganar las licitaciones sin tener en cuenta el tiempo real y los múltiples factores que puedan intervenir.

**Figura 4 Diagrama causa y Efecto de retraso entrega proyectos**



Fuente: Información suministrada por la gerencia de la empresa.

Dado lo anterior en el presente proyecto de trabajo de grado surge la necesidad de diseñar una propuesta de mejora en el proceso de gestión del proyecto obras civiles en seco en la empresa PERBAR CONSTRUCCIONES Y REMODELACIONES S.A.S. que permitan minimizar los costos, reducir la incertidumbre en la planificación del proceso de compras e incrementar la satisfacción de los clientes.

## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cómo diseñar una mejora en el proceso de gestión del proyecto obras civiles en seco en la empresa PERBAR CONSTRUCCIONES Y REMODELACIONES S.A.S., que permitan minimizar los costos, reducir la incertidumbre en la planificación del proceso de compras e incrementar la satisfacción de los clientes?

## **1.3 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA**

La investigación está delimitada por tres aspectos fundamentales como lo son el espacio, el tiempo y la población a la que se llegara con la investigación.

La investigación se realiza en el barrio Villa Estrella, calle La Habana, Manzana 2 Lote 11 en la ciudad de Cartagena - Bolívar, lugar donde opera la empresa PERBAR CONSTRUCCIONES Y REMODELACIONES S.A.S. El tiempo estimado para la realización del presente anteproyecto es de 4 meses (Julio – Octubre). La población a tener en cuenta son los empleados del área administrativa y operativa de la Empresa PERBAR CONSTRUCCIONES Y REMODELACIONES S.A.S.

## 2. JUSTIFICACIÓN

El fin concreto de la gestión de proyectos consiste en la aplicación de conocimientos, metodologías, técnicas y herramientas para la definición, planificación y realización de actividades con el objeto de transformar objetivos o ideas en realidades (ALVAREZ, L. 2016). Cada empresa debe establecer unas políticas de gestión y marcarse unos objetivos a medianos y largo plazo para así implantarse en el entorno empresarial. Es de allí que La Gestión de Proyectos es importante porque facilita el logro de los objetivos estratégicos y para ejecutar de manera organizada y bajo una metodología establecida, inversiones significativas por medio de un esfuerzo temporal que permita alcanzar resultados globales para impactar los diferentes niveles de la compañía, con resultados exitosos<sup>3</sup>.

La elaboración de este proyecto permite aplicar los conocimientos adquiridos en el transcurso de nuestra formación académica, además que la compañía se sienta satisfecha con lo propuesto y se logre optimizar el proceso enfocados en el proyecto obras civiles en seco y así completar una gestión de proyectos eficaz.

Socialmente se pretende proporcionar un estudio que facilite información de base a otros estudiantes y empresas, para la optimización de sus procesos que les brinde herramientas para lograr altos grados de satisfacción en los clientes al recibir servicios de calidad, al mismo tiempo el impacto positivo que genera la implementación de este sistema permite entrega de proyectos a tiempo y aumenta la imagen y confianza que se deposita en la compañía.

---

<sup>3</sup>UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA. Metodología de dirección de proyectos. [En línea]. 2013. [Citado en: 12 Julio 2017]. Disponible en Internet: <http://www.ucc.edu.co/administrativos/Paginas/Gestion-de-Proyectos.aspx>

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. OBJETIVO GENERAL**

Diseñar una propuesta de mejora en el proceso de gestión del proyecto Obras civiles en seco en la empresa PERBAR CONSTRUCCIONES Y REMODELACIONES S.A.S. que permitan minimizar los costos, reducir la incertidumbre en la planificación del proceso de compras e incrementar la satisfacción de los clientes.

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Describir la situación actual del proyecto obras civiles en seco a partir de la identificación de los recursos y caracterización del proceso, mediante la utilización de diagrama de flujo.
- Programar las actividades del proyecto, mediante la aplicación del análisis de redes PERT a través del soporte informático WINQSB, con el fin de reevaluar las rutas, actividades críticas y el tiempo total de terminación del mismo.
- Organizar el proceso de gestión de compra de los materiales prioritarios o críticos en cada una de las actividades por medio de la elaboración de un plan de requerimiento de materiales.
- Diseñar un plan de mejora en proceso de gestión de proyectos, con base a los resultados obtenidos, que permita servir de base para una eficiente planeación y control de los proyectos y a su vez la incrementar el nivel de satisfacción de los clientes.

## 4. MARCO REFERENCIAL

### 4.1 ANTECEDENTES

En la empresa PERBAR S.AS hasta la fecha no se ha realizado estudio alguno sobre el departamento de compras, sin embargo, se han tomado varias investigaciones realizadas concernientes al mejoramiento del proceso de gestión de proyectos de diferentes sectores de la industria.

La revisión de las experiencias investigativas a nivel internacional se basan en la aplicación de modelos de gestión de proyectos como lo aborda en Chile el ingeniero de proyectos Hidalgo Ramírez, Pedro en 2013 en su estudio Modelo de gestión y administración de proyectos operacionales (HIDALGO, P. 2013). para la obtención de título de magíster concluye con la implementación de la nueva estructura organizacional, los proyectos han logrado un cumplimiento de las metas tanto en seguridad y presupuesto, con leves desviaciones en el plazo, menores a las evidenciadas bajo la estructura anterior soportada por un contratista PCM. Esta metodología mejora considerablemente el control de las obras, pues la supervisión directa por parte del Owner Team ha permitido anticiparse a las desviaciones y tomar acciones efectivas en pos del cumplimiento de las metas del proyecto, con un seguimiento exhaustivo sobre la gestión del contratista. A diferencia de un contratista del tipo PCM quién resuelve de forma más lenta las desviaciones, se establecen medidas que muchas veces no consideran mayormente los excesivos costos que esto pudiese representar y los costos de la organización propuesta muestran mejoría para la ejecución de una cartera de proyectos respecto a la estructura empleada en el pasado, lo cual evidencia claros ahorros para la gestión futura.

A si mismo Morillo, Daniel, magister en gestión de proyectos en construcción En su estudio Planificación estratégica y gestión de proyectos de rehabilitación vial

para la alcaldía de Maracaibo (2013) para la Alcaldía de Maracaibo- Venezuela plantea proponer una planificación estratégica dirigida a la gestión de los proyectos de rehabilitación vial ejecutados por la Alcaldía de Maracaibo; y concluyó que dentro de la Alcaldía de Maracaibo, no se aplica ninguna metodología en específico para la gestión de los proyectos de rehabilitación vial, según una administración profesional como la planteada por el Project Management Institute (PMI) y su guía del PMBOK. Por lo tanto, se propuso la implantación de lineamientos que ayudasen a optimizar esta gestión por cuanto se estableció una planificación estratégica, que dio lugar a un plan para la gestión de los proyectos, de rehabilitaciones viales ejecutados por la Alcaldía de Maracaibo, producto de las estrategias detectadas por el análisis FODA. (MORILLLO, D. 2013)

Para el año 2010. En su estudio para optar título académico de Magíster Scientiarum en Ingeniería Industrial Diseño de un modelo de gestión para la administración y control de los proyectos en desarrollo de la empresa IMPSA CARIBE, C.A. Bastardo, Francisco Diseña un modelo de gestión para la administración y control de los proyectos en desarrollo de la empresa IMPSA CARIBE, C.A. basado en la metodología del PMBOK del (PMI) Project Management Institute. En el desarrollo de su del trabajo se revisó los procesos y mecanismos de aseguramiento de la calidad, los recursos y los programas o cronogramas de los proyectos en desarrollo de la Empresa IMPSA CARIBE, C.A. Y concluyo que el Modelo de Gestión desarrollado, permite mejorar sistema de Medición, Control, Evaluación y Seguimiento de cada Proyecto, así como poder determinar oportunamente, posibles desviaciones con la finalidad de corregirlas a tiempo. La implantación o implementación del Modelo de Gestión desarrollado podrá contribuir a mejorar la eficiencia del área de planificación, tanto del punto de vista del cumplimiento de las metas como en la satisfacción del cliente, en virtud de poder dar respuestas oportunas y efectivas. (BASTARDO, F. 2013)

Por otro lado es importante documentar investigaciones basadas en la utilización de sistemas de diseño en la administración de procesos es así como en el Salvador en la revisión titulada Diseño de una guía de aplicación del software WINQSB, para el desarrollo de herramientas cuantitativas de la Ingeniería Industrial, realizada por los estudiantes para optar al título de ingeniero industrial Henríquez Aguilar ME, Hernández Ramírez WE, en 2010 concluyen que WINQSB es una herramienta que brinda la posibilidad de desarrollar temas específicos de un total de 13 materias que son impartidas para la carrera de Ingeniería Industrial, lo cual es de gran importancia para el aprendizaje de los estudiantes, pues de esa manera se facilita la resolución y análisis de una gran cantidad de problemas relacionados con la planeación de la producción, el control de la calidad y la toma de decisiones cuantitativas de la administración, Si bien existen en el mercado una gran cantidad de paquetes informáticos con características similares al WINQSB, es de considerar que este es gratis, de fácil uso y es una poderosa herramienta para el análisis de problemas cuantitativos de la Ingeniería Industrial. Y recomiendan que la mejor manera de promover el uso de este software, es mediante una materia específica en donde se promueva el uso de tecnologías informáticas, por lo tanto basados en nuestra experiencia y después de la investigación realizada se recomienda que esta guía sea incorporada en el programa de la materia llamada “Manejo de Software para Microcomputadora” pues esta cumple con las características necesarias para ser utilizada con tal fin. (Henríquez, M. y Hernández, W. 2010)

En Colombia En el año 2009 Lozada Martínez Anyeline y Martínez Vela diana Lisseth en su estudio Diseño y plan de implementación del Modelo de Gestión de Proyectos dirigido a SOLUZIONA LTDA – Bogotá bajo esquema PMI evidenciaron que la dirección de proyectos es una técnica administrativa que aplicada al estándar o norma mundial expedida por el PMI, puede contribuir a mejorar la gestión de proyectos con una metodología universal y Se propuso como solución a

la problemática expuesta en el diagnóstico, un manual de gestión de proyectos bajo esquema PMI, con esto se cumple uno de los objetivos específicos propuestos al inicio de la investigación, de la misma manera se desarrolló la guía para establecer las EDT (estructura de Desglose de Trabajo). (LOZADA, A. 2009)

En cuanto a las investigaciones sobre la planeación de requerimientos de materiales a nivel nacional se destaca el artículo elaborado por Pérez, Daysi y SALZAR, Andrea, para la obtención de su título de ingeniero empresarial, titulado Diseño de un MRP planeación de requerimientos de materiales para la empresa CEDAL S.A. en el área de producción ( 2007 ) en el cual se concluyó que Los sistemas de Planificación de necesidades de materiales (MRP, materials requirements planning), es un método sencillo y fácil de comprender para el problema de la determinación del número de piezas, componentes y materiales necesarios para producir el artículo final, también proporciona el programa de tiempo que especifica ¿Cuándo hay que pedir o producir? Para cada uno de los materiales o piezas. Es interesante resaltar que mediante esta técnica se consigue coordinar conjuntamente las actividades de las distintas áreas de la empresa, lo cual está de acuerdo con la concepción sistémica de la misma y es la mejor forma de conseguir beneficios sustanciales en la aplicación del MRP. (PEREZ, D.2007)

## **4.2 MARCO TEÓRICO**

### **4.2.1 Proyecto**

De acuerdo con la Norma Internacional ISO 10006, el proyecto se puede definir como aquel proceso único, que consiste en un conjunto de actividades coordinadas y controladas con fechas de inicio y finalización, llevadas a cabo para lograr un objetivo conforme con requisitos específicos y requerimientos específicos, que incluye las limitaciones de tiempo, coste y recursos.

Los proyectos tienen las siguientes características:

- Es un proceso único constituido por subprocesos y actividades coordinadas con objeto de realizar uno o más productos.
- Son de naturaleza temporal caracterizándose por tener fechas de comienzo y terminación determinadas.
- Precisan de una cantidad de recursos determinada y de una estructura organizacional con roles y responsabilidades predefinidos para realizar los productos antes mencionados de acuerdo a ciertos requisitos (calidad, plazos, costes).
- Al tratarse de un proceso único, mayor relevancia de los riesgos. Dado que el producto o servicio no existe en el momento de iniciarse el proyecto ya que se desarrolla a medida que éste se ejecuta, lo único verdaderamente fijo es el cliente y sus necesidades, donde deba estar el producto del proyecto subordinado a estas necesidades.

#### ***4.2.1.1 Procesos para la Ejecución de un Proyecto<sup>6</sup>***

Una vez que los Proyectos son parte del plan de inversiones de una compañía y deben avanzar en su etapa de ejecución, es necesario coordinar la realización de cinco procesos de forma paralela: Iniciación Terminación de todos los estudios aprobados y necesarios para iniciar la ejecución del proyecto.

Los roles de cada equipo son dinámicos según la fase en la cual se encuentre el proyecto, por tanto los responsables de cada proceso en la cadena también varían. De esta manera, resulta vital definir una estructura organizacional óptima que permita enfrentar estos procesos a lo largo de la vida del proyecto.

#### **4.2.1.2 Sistema de producción por proyectos**

Basado en que "un proyecto es una actividad cíclica y única para tomar decisiones, por lo que el conocimiento de las bases de la ciencia de ingeniería y administración, la habilidad matemática y la experimentación, se conjugan para poder transformar los recursos naturales en sistemas y mecanismos que satisfagan las necesidades humanas" (CORZO, M. 1979)

El sistema de producción por proyectos, corre, por decirlo así, a través de una serie de fases. Generalmente, una fase a seguir dentro de un proyecto, no se lleva a cabo hasta que la fase anterior a ésta queda resuelta. A menudo, particularmente si un proyecto es largo, gran parte del personal que trabaja en su desarrollo, lo hace al asesorar determinada fase, así como la otra parte, permanece en supervisión de todas las fases que cubre el proyecto. A quienes ejecutan esta supervisión se puede llamar gerencia de producción por proyectos. (ASIMOV, M. 1970)

La producción por proyectos es un proceso difícil y amerita un esfuerzo conjunto. El progreso administrativo, a este respecto, consiste en hacer de esta técnica una actividad sistemática, apoyada en datos objetivos, en posibilidades reales, en estudios técnicos, etc. La sistematización de este método administrativo coincide con la clasificación de las funciones que son bien conocidas; planeación, organización, integración, dirección y control.

Para dominar estos puntos anteriormente mencionados, en un sistema de producción por proyectos, se deben conocer las diferentes técnicas de representación gráfica, desde la metodología de Gantt, hasta el estudio de redes dispersas, tales como el sistema CPM (Critical Path Method) y el PERT (Program Evaluation and Review Technique), ambos aportan elementos administrativos

necesarios para formar un método crítico, al utilizar el control de los tiempos de ejecución y los costos de operaciones, en búsqueda que el proyecto, sea ejecutado en el menor tiempo y al menor costo posible.

#### **4.2.2 Gestión de Proyectos**

La International Project Management Association (IPMA) define la gestión de proyectos como la disciplina que consiste en “la planificación, organización, seguimiento y control de todos los aspectos de un proyecto, así como la motivación de todos aquéllos implicados *en el mismo, para alcanzar los objetivos del proyecto de una forma segura y satisfacer las especificaciones definidas de plazo, coste y rendimiento/desempeño. Ello también incluye el conjunto de tareas de liderazgo, organización y dirección técnica del proyecto, necesarias para su correcto desarrollo.*” (Project Management, 2016)

##### **4.2.2.1 Fases de la Gestión de Proyectos**

A la hora de gestionar un proyecto, hay que tener en cuenta que este tiene varias fases, las cuales siempre son las mismas, y son cuatro<sup>4</sup>:

**Planificación:** La planificación es la primera fase en la gestión de un proyecto, y es previa al desarrollo de este. En esta fase has de definir cuáles serán las actividades que se tendrán que hacer, estimar la duración del proyecto. También has de indicar cuáles serán los recursos necesarios para poder llevar a cabo con éxito el proyecto.

---

<sup>4</sup> WORKMETER. Gestión de proyectos: concepto, beneficios y fases. [En línea]. 17 septiembre 2015. [Citado en: 28 Julio 2017]. Disponible en Internet: <https://es.workmeter.com/blog/gestion-de-proyectos-concepto-beneficios-y-fases>

**Programación:** Esta es la segunda fase de la gestión de proyectos, y consiste en crear el calendario de ejecución del proyecto, para indicar en qué fechas se hará cada parte del este, que incluya la fecha de inicio y la de fin. Esta fase junto a la de planificación, son previas al inicio del proyecto.

**Seguimiento y control:** Esta fase es la única fase de toda la gestión que se hace durante el proyecto. Consiste en seguir y controlar su ejecución. Es decir, obtener datos de la evolución y tomar las medidas correctas en caso de que hubiese algún inconveniente. La flexibilidad y la capacidad de reacción son fundamentales para una buena gestión de proyecto. Hay que tener en cuenta, que por mucho que planifique un proyecto siempre habrá que introducir cambios para resolver una incidencia, facilitar el trabajo de los hombres y mujeres involucrados, etc. La capacidad de adaptación y de gestión del cambio son dos factores importantes si se quiere tener éxito.

**Análisis y evolución:** Esta es la cuarta y última fase de la gestión de proyectos, la cual sucede ya después de haber terminado el proyecto. En esta lo que se hace es medir las diferencias entre lo que se había previsto durante la fase de planificación, y lo que realmente ha sucedido, normalmente se suele medir sobretodo el presupuesto planeado y el coste real. Esta fase es importante también porque permite observar los errores que se han cometido durante todo el proceso, y aprender de la experiencia para los proyectos futuros.

#### ***4.2.2.2 Elementos de la gestión de proyectos***

Los elementos que pueden definir el contexto de los procesos de gestión son:

**El entorno donde opera la empresa:** definido por un conjunto de variables que describe la situación socioeconómica. La descripción puede comprender valores absolutos, tendencias, e interpretaciones o correlaciones ante variables. El

entorno puede ser previsible, sistemático o predecible o bien inesperado, conforme a la velocidad de cambio, complejidad de las relaciones entre variables, y la estructura competitiva, cooperativa o regulada de la empresa con respecto al entorno.

**Los objetivos de la empresa**, donde se incluyen las aspiraciones de las personas y grupos, los objetivos intermedios derivados de los supuestos iniciales, y los requisitos legales relativos a fiscalidad, seguridad, y calidad de productos.

**Los planes estratégicos de la empresa**, que determinan las reglas de decisión durante el proceso de gestión. La estrategia es un compromiso entre óptimos locales o globales, a corto o largo plazo. La estrategia se implementa mediante un conjunto de reglas entrelazadas con el objetivo de reforzar el mensaje transmitido.

**La estructura organizativa de la empresa**, determinada por la relación entre unidades. La relación comprende líneas de jerarquía (organizaciones centralizadas, descentralizadas o matriciales) y el grado de interacción (unidades autónomas o integradas) o el grado de coordinación (unidades en líneas jerárquicas).

**Los grupos de personas que participan en las actividades de la empresa**, caracterizados por aptitudes (formación, capacidad física) y actitudes (resistencia al cambio, motivación), que resultan en creatividad y productividad. El estudio de los métodos.

#### **4.2.3 PERT**

El PERT/CPM fue diseñado para proporcionar diversos elementos útiles de información para los administradores del proyecto. Primero, el PERT/CPM expone la "ruta crítica" de un proyecto. Estas son las actividades que limitan la duración

del proyecto. Es decir, para lograr que el proyecto se realice pronto, las actividades de la ruta crítica deben realizarse pronto. Por otra parte, si una actividad de la ruta crítica se retarda, el proyecto como un todo se retarda en la misma cantidad. Las actividades que no están en la ruta crítica tienen una cierta cantidad de holgura; esto es, pueden empezarse más tarde, y permitir que el proyecto como un todo se mantenga en programa. El PERT/CPM identifica estas actividades y la cantidad de tiempo disponible para retardos. (ROJAS, T. 2009)

El WINQSB resuelve los problemas de planeación de proyectos, por el método de ruta crítica y la técnica de evaluación y revisión. Así mismo realiza análisis de choque, análisis de costos, análisis de probabilidad y simulación

El PERT/CPM también considera los recursos necesarios para completar las actividades. En muchos proyectos, las limitaciones en mano de obra y equipos hacen que la programación sea difícil. El PERT/CPM identifica los instantes del proyecto en que estas restricciones causarán problemas y de acuerdo a la flexibilidad permitida por los tiempos de holgura de las actividades no críticas, permite que el gerente manipule ciertas actividades para aliviar estos problemas, además, PERT/CPM proporciona una herramienta para controlar y monitorear el progreso del proyecto. Cada actividad tiene su propio papel en éste y su importancia en la terminación del proyecto se manifiesta inmediatamente para el director del mismo. Las actividades de la ruta crítica, permiten por consiguiente, recibir la mayor parte de la atención, debido a que la terminación del proyecto, depende fuertemente de ellas. Las actividades no críticas se manipularan y remplazaran en respuesta a la disponibilidad de recursos<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup> TEORÍA I SISTEMAS D ORGANITZACION, "Técnicas para la función de Planificación". [en línea]. 2007-2008. [Citado el 12 abril de 2017]. Disponible en:<http://ocw.ub.edu/documentacio/teoria-i-sistemes-dinformacio/fixers/tema-3/CPM-PERT.pdf>

#### **4.2.4 MRP planeación de requerimiento de materiales**

El MRP llamado simplemente MRP o Planificación de necesidades de Materiales, es un sistema de planificación de la producción y de gestión de stocks que responde a las preguntas

¿Qué? ¿Cuánto? ¿Cuándo?

El Objetivo del MRP es brindar un enfoque más efectivo, sensible y disciplinado a determinar los requerimientos de materiales de la empresa.

Es una metodología que requiere conocer la demanda independiente de los productos finales de la empresa para calcular de forma rápida y precisa la demanda dependiente generada por el requerimiento de los productos. MRP también proporciona un programa para producir o pedir la materia prima. El sistema MRP requiere de información, tanto del proceso productivo como de la demanda de los productos, por lo que se utiliza un software especializado para el procesamiento de la información. La fiabilidad del sistema MRP dependerá exclusivamente de la fiabilidad de los datos proporcionados. (RIVERA, J. 2014)

##### **4.2.5.1 Establecer Modelo de MRP**

Está determinado por un programa definido en un horizonte de tiempo que tiene la capacidad de combinar el plan maestro de producción con la programación escalonada de tareas en el tiempo. De esta manera indica en qué momento se debe ordenar un insumo o artículo de materia prima a algún proveedor de no existir alguno de estos en inventario, o también se debe iniciar el proceso de

producción de un artículo en específico para satisfacer la demanda que muestra el mercado en un horizonte de tiempo dado. (REVOLLO, I. 2009)

Los planes de requerimiento de material van a indicar el momento en que debe ordenarse un artículo, lo anterior se presenta al no existir el artículo en el inventario o al momento debe iniciar la producción de un producto específico para satisfacer la demanda del producto terminado en una fecha determinada.

Los sistemas MRP utilizan cuatro piezas de información para determinar que material debe ser ordenado y en qué momento:

El plan maestro de producción (MPS), el cual describe el momento indicado que cada producto debe programarse para ser manufacturado

La lista de materiales, que relaciona de forma exacta las partes de los materiales requeridos para fabricar cada producto

Tiempos de ciclo de producción y necesidades de materiales en cada etapa del tiempo de ciclo de producción.

Tiempos principales del proveedor. (ÁLVAREZ, C. 2010)

#### **4.2.5 La administración de compras**

Harold, Koontz y heinz, Weihrich afirman que “La administración es el proceso de diseñar y mantener un entorno en el que, al trabajar en grupos, los individuos cumplen eficientemente objetivos... ” (KOONTZ, H y WEIHRICH, H. 2004) Adicionalmente deben tener clara la relación entre la eficiencia y eficacia a desarrollar en cada proceso, así como las personas que componen la organización especialmente las relacionadas con el desarrollo de las actividades específicas de compras.

El acto de comprar es uno de los más antiguos de la humanidad, evidenciándose desde la edad de piedra con el intercambio una cosa con otra (o mejor conocido como trueque), por lo que nacen las compras y las ventas. Cabe resaltar que el Proceso de compra-consumo serie de pasos que se dan y de decisiones escalonadas que toma el consumidor o usuario desde que siente deseo de satisfacer una necesidad hasta el momento en que adquiere y usa o consume un producto. Por lo tanto comprar supone el proceso de localización y selección de proveedores, adquisición de productos (materias primas, componentes o artículos terminados), luego de negociaciones sobre el precio y condiciones de pago, así como el acompañamiento de dicho proceso para garantizar su cumplimiento de las condiciones pactadas; y, en términos de mercadotecnia, comprar es adquirir por un precio en dinero algún bien, derecho o mercancía. (BENAQUE, J. 2000)

Consecuentemente una empresa que decide comprar materiales en lugar de fabricarlos o integrar verticalmente debe administrar una función de compras. Por lo anterior se puede definir a la administración de compras como la tarea del departamento que está enfocada al costo del inventario y la transportación, la disponibilidad del insumo y la calidad de los proveedores. (BENAQUE, J. 2006) Por lo tanto, contiene en su ejecución las bases el proceso administrativo de planeación, organización, dirección y control, por medio de los cuales administra un gerente.

En cualquier organización, las compras son una actividad altamente calificada y especializada. La cual debe ser analítica y racional para lograr los objetivos de una acertada gestión de adquisiciones que se resume en adquirir productos o servicios en la cantidad, calidad, precio, momento, sitio y proveedor justo o adecuado, busca la máxima rentabilidad para la empresa y motiva al proveedor para que desee realizar más negocios con su cliente. (MONTTOYA, A. 2010)

#### **4.2.3.1. Descripción del proceso de compras**

No existe un proceso único y exclusivo en los manuales de compras que se pueda adoptar en forma universal en todas las empresas. Cada organización supone un proceso estructurado al tener pequeñas variaciones de acuerdo al tamaño de la organización y sus necesidades.

Montoya en 2002 define en proceso de compras en 9 pasos:

- Detectar la necesidad Primero detectan las necesidades de los clientes internos, con esto se realiza una petición al área de compras de lo que se requiere. El área elige una de las cotizaciones, con la que se pasa a realizar la solicitud de pedido.
- Planear negociación con proveedores Se hacen un estudio de proveedores donde le envían al área que realizó la solicitud las diferentes posibilidades a escoger.
- Elección de proveedor: el área elige una de las cotizaciones de los diferentes proveedores, con la que se pasa a realizar la solicitud de pedido.
- Realizar pedido: se realiza el pedido al área de compras, después de haber sido aprobada por los directivos del área.
- Orden de compra: se realiza el pedido al proveedor elegido, para que este pueda prestar el servicio o entregar el bien solicitado.
- Entrega de pedido Se realiza la entrega del bien o servicio solicitado al área respectiva.
- Verificación de pedido Se realiza la verificación de la entrega del producto o que el servicio fue entregado de la manera adecuada.
- Pago a proveedores Si todo está bien con la entrega del bien o servicio la

organización debe proceder a realizar el pago respectivo.

#### **4.2.3.2. Planeación del proceso de compras<sup>6</sup>**

En los últimos años, las organizaciones han comenzado a reconocer el papel clave del proceso de abastecimiento, sobre todo debido al impacto que tiene en el funcionamiento de la organización, en sus costos y en el cumplimiento de sus objetivos. La planificación de las compras ayudará a conseguir los objetivos estratégicos de la institución, conseguir precios más competitivos, efectuar compras oportunas y aumentar la productividad de la organización. Además, una adecuada planificación sirve para guiar, controlar y transparentar los gastos, aspecto clave para las instituciones del sector público.

Para contar con un buen proceso de abastecimiento, se debe desarrollar un plan o visión estratégico de las adquisiciones, el que debiera incluir: Un análisis de los bienes o servicios “esenciales” de la organización. Una estimación de la demanda proyectada. Una evaluación de cómo se realizará la adquisición y del desempeño de los proveedores.

Planificar las compras significa definir qué necesita la organización, cuánto y para cuándo lo necesita, dentro de un período de tiempo determinado. Además en la planificación se identifican los proveedores potenciales de cada compra y una estimación de sus principales parámetros, tales como precio, plazos de entrega, calidad, etc.

---

<sup>6</sup> MINISTERIO DE HACIENDA. Gobierno De Chile. Guías Prácticas: Planeación de compras. [en línea]. 2016 [Citado el 12 abril de 2017]. Disponible en: <http://portales.mineduc.cl/usuarios/pcompras/File/2011/ACREDITACION/GulaPrActica3PlanificaciOndeCompra.pdf>

La planificación de las compras puede ser entendida como un proceso de tres etapas:

- **Levantamiento del plan de requerimientos**

Para planificar las compras, en primer lugar, es necesario saber qué se va a necesitar durante el próximo período. Al estimar los requerimientos futuros con base a la información histórica hay que tener cuidado de tener en cuenta los stocks de productos, identificar las cantidades disponibles de ellos, con el fin de no considerarlos en las compras del año en curso.

- **Programación de las compras**

Con la información recogida y sistematizada en la etapa de levantamiento de requerimientos se deberá definir el mecanismo que se utilizará para adquirir los bienes y servicios que se espera adquirir. Se debe identificar los potenciales proveedores, lo que se asocia a la modalidad de compra que se usara (ej. convenio marco, licitación pública, trato directo, etc.). Es importante llevar un registro de los proveedores, donde se los evalúe para de este modo, contar con información relevante a la hora de adjudicar nuevas compras.

- **Control y seguimiento de la ejecución del plan**

El seguimiento del Plan de Compras es tan relevante como su elaboración. Permite guiar, controlar y transparentar las compras y los gastos mientras que éstas se ejecutan, lo que permite tomar medidas correctivas oportunamente. Se recomienda que, al menos con una frecuencia trimestral se analicen los avances y resultados, los cuales permiten identificar: Compras realizadas de acuerdo al plan. Compras no realizadas de acuerdo al plan. Compras realizadas, pero con modificaciones (ej. mayor presupuesto o plazo que lo estimado). Otras compras realizadas no previstas en el plan y las causas que originan las desviaciones respecto al plan.

#### 4.2.5. WINQSB

WINQSB (Windows Quantitative Systems Base o Sistemas Cuantitativos Base Windows) es un sistema interactivo de ayuda a la toma de decisiones que contiene herramientas muy útiles para resolver distintos tipos de problemas en el campo de la investigación operativa. El sistema está formado por distintos módulos, uno para cada tipo de modelo o problema.

WINQSB está dividido en 19 módulos:

1. Análisis de muestreo de aceptación (Acceptance Sampling Analysis)
2. Planeación agregada (Aggregate Planning)
3. Análisis de decisiones (Decision Analysis)
4. Programación dinámica (Dynamic Programming)
5. Diseño y localización de plantas (Facility Location and Layout)
6. Pronósticos (Forecasting)
7. Programación por objetivos (Goal Programming)
8. Teoría y sistemas de inventarios (Inventory Theory and System)
9. Programación de jornadas de trabajo (Job Scheduling) “Diseño de una guía de aplicación del software Winqsb, para el desarrollo de herramientas cuantitativas de la Ingeniería Industrial” 2010 40
10. Programación lineal y entera (Linear and integer programming)
11. Procesos de Markov
12. Planeación de Requerimiento de Materiales
13. Modelación de redes (Network Modeling)
14. Programación no lineal (Nonlinear Programming)
15. PERT y CPM (PERT\_CPM)
16. Programación cuadrática (Quadratic Programming)
17. Cartas de control de calidad (Quality Control Chart)
18. Sistemas de cola (Queuing Analysis)

19. Simulación de sistemas de cola (Queuing Analysis Simulation)

### 4.3 MARCO CONCEPTUAL

**Abastecimiento:** Proveer los materiales necesarios, supliendo las necesidades de todos los departamentos, para el logro de los objetivos. (Mc Graw. H. 2007)

**Adquisición:** compra de materiales (materias primas o insumos), para ser incorporados en la cadena de producción.

**Cadena de suministros:** es aquella que incluye todas las acciones y actividades relacionadas con la adquisición de materiales, transformación de bienes y productos y entrega al consumidor final. (CRUZ, L. 2007)

**Compras:** adquisición u obtención de algo a cambio de un precio<sup>7</sup>.

**Cotización:** documento que manejan los proveedores para establecer las condiciones de entrega, pago, calidad, garantía, etc., de los materiales que se les han solicitados previamente.

**Gestor de proyectos:** persona con responsabilidad sobre el proyecto y sus resultados y autoridad suficiente para desarrollarlo.

---

<sup>7</sup> OCÉANO UNO, Diccionario enciclopédico, Bogotá: Grupo editorial Océano, 1992. 1089 p.

**Orden de compra:** Documento que maneja el departamento de compras y puede variar en su forma y extensión. Al momento de ser firmado por el vendedor y comprador se convierte en un contrato de compra venta.

**Presupuesto:** Exposición de planes y resultados esperados, expresados en términos numéricos: programa “convertido en números”.

**Proceso:** es un conjunto de actividades o eventos que se realizan o suceden (alternativa o simultáneamente) con un determinado fin. (SANZ, E. 2016).

**Proveedor:** persona o empresa que prestan servicio de abastecimiento de bienes y / o servicios.

**Suministro:** materiales para incorporar en la fabricación de productos y / o en la prestación de servicios. Con el tiempo planeado para cada uno, y se colocan en una red que muestra las conexiones de cada evento con los demás. (Acosta, A. 2010)

**Productividad:** Medida del rendimiento que influye la eficacia y la eficiencia. Capacidad o grado de producción por unidad de trabajo, superficie de tierra cultivada, equipo industrial, etc. Relación entre lo producido y los medios empleados, tales como mano de obra, materiales, energía, etc.

**Requisición:** Documento interno que maneja una empresa para indicar las necesidades que tiene de materia prima o cualquier otro material.

## 5. DISEÑO METODOLÓGICO

### 5.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación está basada en dos tipos de métodos de investigación, que son; el descriptivo que consiste en describir las características más importantes sus limitaciones y los puntos críticos, describir y evaluar sus particularidades. Y el método propositivo, una vez que se tome la información descrita (BERNAL, C. 2010), se realiza una propuesta de mejora de desempeño para superar las problemáticas actuales que presenta el departamento de compras de la empresa PERBAR CONSTRUCCIONES Y REMODELACIONES S.A.S.

### 5.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

Para el presente estudio la población estará conformada por todos los empleados de la empresa. Es decir que nuestra muestra son los 23 empleados

### 5.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

La información requerida para el desarrollo del presente estudio se obtendrá de los empleados del área administrativa y operativa de la Empresa a través de entrevistas y observación en el proceso.

- **Fuentes primarias:** En esta fuente se aplicaran entrevistas a todos los empleados al igual que se le realizara un check list al proceso de compras actual.
- **Fuente secundaria:** En esta fuente se realizara una revisión en textos, artículos, bases de datos científicas entre otras herramientas físicas y electrónicas.

### **5.3.1 Herramientas utilizadas en las mediciones**

#### **5.3.1.1 Encuestas**

Es una técnica primaria para la obtención de información, la encuesta proporciona dos características básicas que distinguen al resto de los métodos de captura de la información, ya que puede obtener información por escrita o verbal y utiliza la población objeto de estudio. La encuesta está basada en un conjunto de preguntas coherentes redactas con el fin de obtener la información requerida, pueden estar dirigidas a personas o empresas en este último caso los encuestados son colaboradores calificados quienes opinan en calidad de representantes. (ABASCAL, E. y GRANDE, E. 2005)

#### **5.3.1.2 Listas de chequeo (cheks-list)**

Se entiende por lista de chequeo (cheks-list) a un listado de preguntas, en forma de cuestionario que sirve para verificar el grado de cumplimiento de determinadas reglas establecidas a priori con un fin determinado. (GARCÍA, D. 2009)

### **5.4 TÉCNICAS DE ANALISIS DE LOS RESULTADOS**

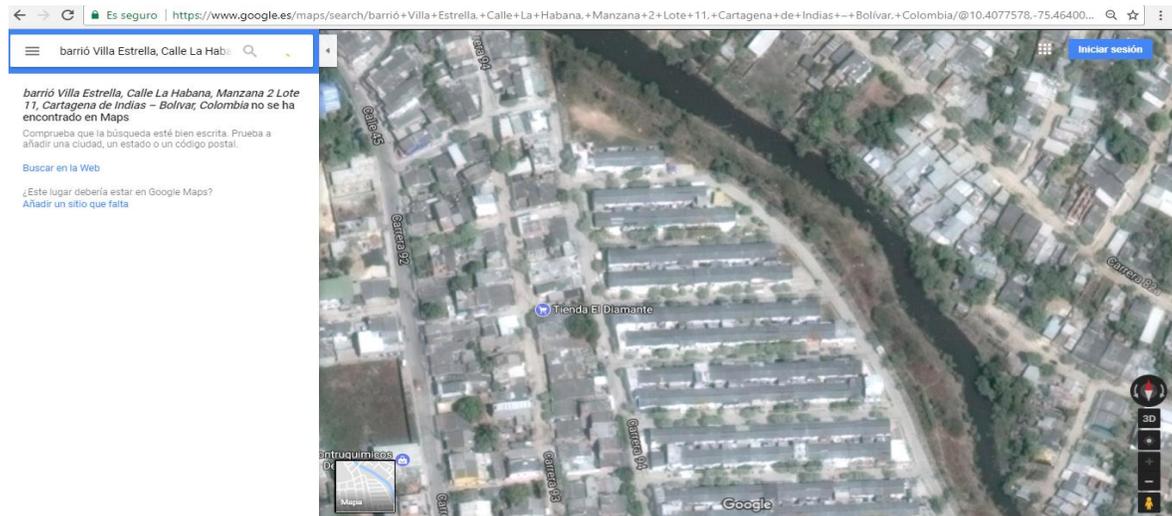
El procesamiento de los resultados se procesara por medio de análisis gráfico y analizaran datos con el programa WINQSB.

## 6. CARACTERIZACION DE LA EMPRESA.

### 6.1 UBICACIÓN DE LA EMPRESA

PERBAR Construcciones Y Remodelaciones S.A.S. Se encuentra ubicada en el barrio Villa Estrella, Calle La Habana, Manzana 2 Lote 11, Ciudad de Cartagena de Indias – Bolívar, Colombia.

**Figura 5. Ubicación de la empresa.**



Fuente: Google maps

### 6.2 RESEÑA HISTÓRICA

Para el año 2014 Gerardo Pérez Barrios constituye PERBAR CONSTRUCCIONES Y REMODELACIONES S.A.S. Bajo la necesidad de formarse como persona jurídica para la ejecución de Contratos ya que antes ejecutaba obras como persona natural, con el nombre de PERBAR la empresa

toma una estructura legal lo cual toma credibilidad con los clientes y participa en nuevos contratos dándole estabilidad a la compañía y a la vez mantenerse el en sector de la construcción a lo largo de estos 3 años.

Condominio karibana llega a hacer un mega proyecto en la ciudad de Cartagena el cual PERBAR licita como contratista con resultados de calidad y Satisfacción del cliente en las obras realizadas.

Gracias a estos resultados se abren nuevas puertas con nuevos clientes potenciales que le permite a PERBAR mantenerse en el sector. Hoy en día la compañía cuenta 23 trabajadores los cuales pasaron de un trabajo informal a un empleo de calidad con garantía de seguridad social y trabajo seguro.

### **6.3 MISIÓN**

Somos una empresa dedicada a la construcción y remodelación de obras civiles que trabajamos con el objetivo de brindar a nuestros clientes calidad, servicio y cumplimiento a la vanguardia de nuevas tendencias de la mano de un personal calificado comprometido con nuestros valores con una amplia experiencia, plena dedicación y disponibilidad.

### **6.4 VISIÓN**

Nuestro reto al 2022 es consolidar nuestra presencia a nivel local y regional fomentar el continuo crecimiento de nuestros servicios y así alcanzar un papel relevante en nuestro campo.

### **6.5 PRODUCTOS O SERVICIOS**

Los productos y servicios que la empresa ofrece al mercado son obras civiles en

general, acabados en interiores y exteriores, enchapes en cerámica, mármol y porcelanato.

## **6.6 CLIENTES**

La empresa cuenta con una larga lista de clientes de donde se destacan algunos potenciales como los siguientes:

Constructora Megaterra  
Condominio Karibana SAS  
Hotel Conrad  
Hotel Karibana Conrad  
Torre Bahía  
Club de golf Karibana

## **6.7 MATERIAS PRIMAS**

La materia prima utilizada por la empresa relacionada con el servicio de obras civiles en seco principalmente son las siguientes:

### ***Insumos:***

Drywall: Consiste en una placa de yeso laminado entre dos capas de cartón, es un material de construcción utilizado para la ejecución de tabiques interiores y revestimientos de techos y paredes.

Masilla: es un material de relleno que se utiliza para dotar a la superficie de una correcta y perfecta plenitud, usado en trabajos de construcción o reparación como sellante o relleno.

Pintura: es un producto fluido que, aplicado sobre una superficie en capas relativamente delgadas, se transforma al cabo del tiempo en una capa sólida que se adhiere a dicha superficie, de tal forma que recubre, protege y decora el elemento sobre el que se ha aplicado.

Estructura metálica: también llamados Los perfiles para Drywall, garantizan edificaciones sólidas, resistentes y seguras. Se usan para construir muros, techos, entresijos y fachadas, pero también para proteger y decorar diferentes estructuras.

Lijas: es una herramienta que consiste en un soporte de papel sobre el cual se adhiere algún material abrasivo, como polvo de vidrio o esmeril. Se usa para quitar pequeños fragmentos de material de las superficies para dejar sus caras lisas; se usa a modo de preparación para pintar o barnizar y pulir hasta eliminar ciertas capas de material en las superficies.

Tornillos: a un elemento mecánico utilizado en la fijación temporal de piezas entre sí, mediante una fuerza de torsión ejercida en su cabeza.

Cinta malla: Es una banda de malla autoadhesiva, Se utiliza en el tratamiento de juntas para las placas de Drywall.

### ***Herramientas:***

Brochas: es un instrumento consistente en un conjunto de cerdas unidas a un mango que se utiliza para pintar, barnizar, perfilar, retocar o limpiar cualquier tipo de superficie.

Rodillos: es un instrumento que se utiliza para pintar paredes y otras superficies.

Espátulas: una hoja de metal ancha, fina y flexible y se utiliza para limpiar, alisar, rascar (la pintura, por ejemplo), levantar incrustaciones y aplicar masilla.

Sierra: herramienta dotada de una hoja metálica que permite realizar cortes. Esta hoja posee pequeños dientes metálicos afilados a lo largo del borde cortante. Las sierras pueden ser manuales o eléctricas.

Caladora: (sierra de vaivén) es un tipo de sierra utilizada para cortar curvas arbitrarias, como diseños de plantilla u otras formas

Wipes: toalla utilizada para la limpieza.

Taladro: es una máquina herramienta con la que se mecanizan la mayoría de los agujeros. Tienen dos movimientos: El de rotación de la broca que le imprime el motor eléctrico de la máquina a través de una transmisión por poleas y engranajes, y el de avance de penetración de la broca, que puede realizarse de forma manual sensitiva o de forma automática, si incorpora transmisión para hacerlo.

### Figura 6. Materias Primas utilizadas en el área de obras civiles en seco



Fuente: Gerente de la empresa

## 6.8 PROVEEDORES

Las materias primas, equipos y elementos protección personal se obtienen de proveedores que principalmente se encuentran ubicados en la ciudad de Cartagena.

**Tabla 4. Proveedores de PERBAR**

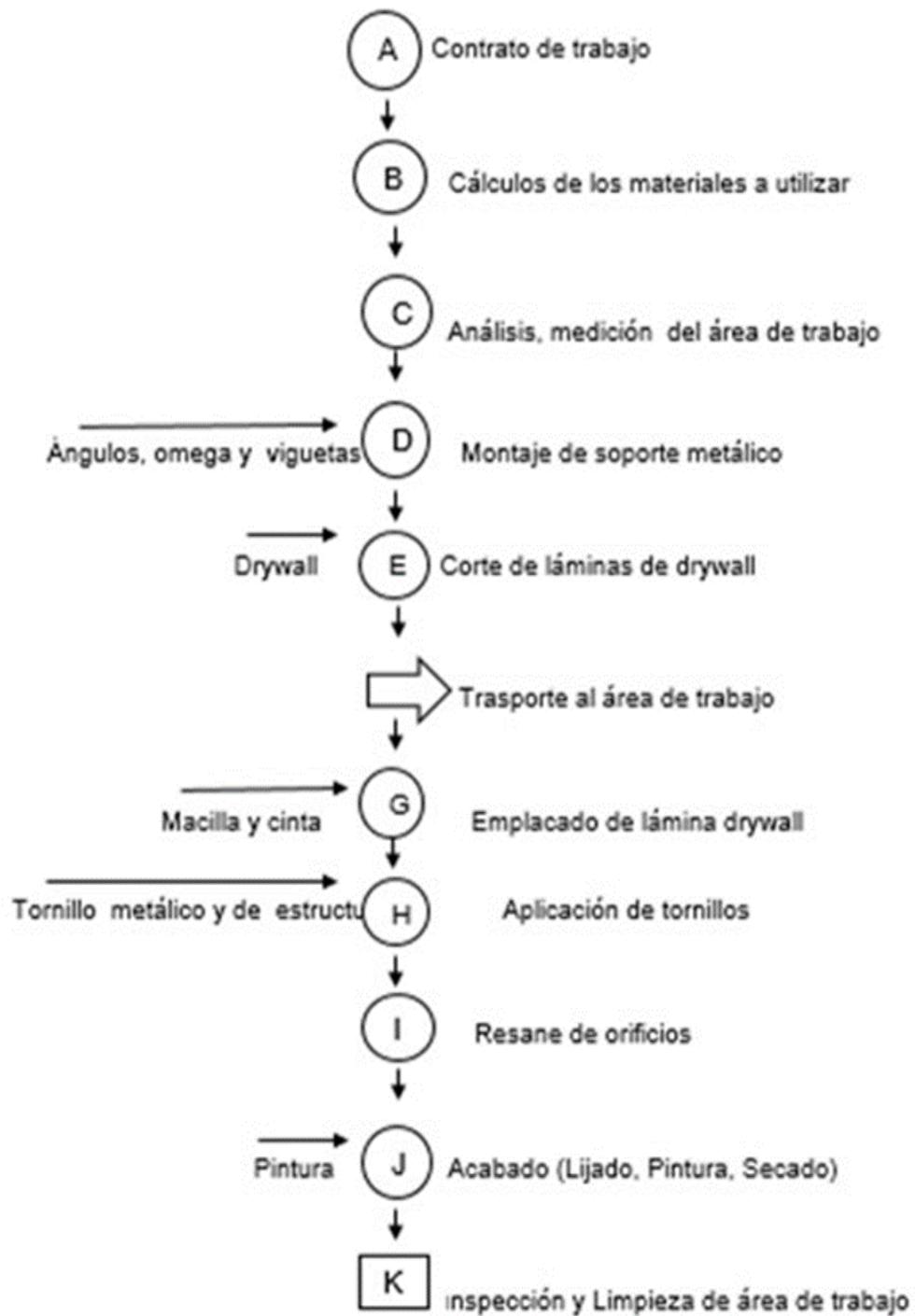
Proveedor de Equipo y EPP	Homecare
Proveedor Materias Primas	Argos Zica Ladrillera San Bernardo Estonia - Suministro de mármol

Fuente: Gerente de la empresa.

## 6.9 DIAGRAMA DE FLUJO DE ACTIVIDADES

En la figura número 7 se puede observar todas las actividades que se realizan para la elaboración del proyecto obras civiles en seco que inicia desde el contrato para realizar el trabajo hasta la inspección del trabajo terminado.

Figura 7. Diagrama de flujo de las actividades de obras civiles en seco



Fuente: Elaboración propia

## **7. PROGRAMACIÓN DE LAS ACTIVIDADES, MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL ANÁLISIS DE REDES PERT.**

Es un instrumento al servicio de la toma de decisiones que permite la planificación, ejecución y control de proyectos que requieren la coordinación de un gran número de actividades entre las que existen relaciones de precedencia y que se han de realizar en un tiempo limitado y con unos medios también limitados.

El método PERT ha de partir de las decisiones de planificación donde el proyecto en cuestión viene dado y lo que se ha de estudiar es la forma más económica de llevarlo a cabo. Se utiliza para controlar la ejecución de proyectos con gran número de actividades desconocidas que implican investigación, desarrollo y pruebas. Además, el PERT es un instrumento de programación temporal que requiere:

- Relacionar el conjunto de actividades que se ha de realizar.
- Estimar el tiempo que requiere cada una de ellas.
- Determinar el orden en el que han de realizarse las actividades, es decir, determinar las precedencias existentes entre ellas.

Una de las aportaciones del método es que obliga a identificar las actividades que integran el proyecto, resalta las dependencias y condicionamientos existentes entre ellas, así como sus duraciones.

Fases en el planeamiento del método PERT:

- Identifique las actividades y duración específica
- Determine la secuencia apropiada de las actividades
- Construya un diagrama de red
- Determine el tiempo requerido para cada actividad

- Determine la trayectoria crítica.

## **7.1 LOS PRINCIPIOS BÁSICOS DEL MÉTODO PERT**

Parte de la descomposición del proyecto en actividades. Es decir, de realizar una lista de todas las tareas que son necesarias para poder llevar el proyecto a buen término.

Se entiende por Actividad como la ejecución de una tarea que exige para su realización el uso de recursos.

Un evento o suceso: acontecimiento que indica el principio o fin de una actividad o conjunto de actividades. No consume tiempo ni recursos.

El método utiliza una estructura de grafo para la representación gráfica de las actividades o tareas de un proyecto, sus tiempos de comienzo y finalización y las dependencias entre las distintas actividades. El grafo PERT está formado por flechas y nodos.

- Las actividades del proyecto se representan por flechas (aristas o arcos del grafo), y la punta indica el sentido de avance del proyecto.
- Los eventos, estados o situaciones se representan por círculos (vértices o nodos del grafo).

Cada flecha ha de tener un nodo de origen y otro de destino. A efectos de facilitar la representación del grafo PERT, suele ser útil representar los grafos parciales que se deducen de la tabla de precedencias. (NIEBEL, B. FREIVALDS, A., y OSUNA, M. 2004)

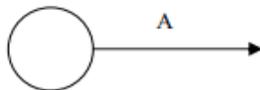
### 7.1.1 Tabla de precedencias

Una vez descompuesto el proyecto en actividades, la fase siguiente del PERT consiste en establecer las “precedencias” o “prioridades” existentes entre las diferentes actividades, donde cada actividad que constituye un proyecto debe ejecutarse según un cierto orden. Las precedencias se representan en el grafico por medio de flechas que indican que una actividad precede a otra y la relación de precedencia entre las actividades se especifica al utilizar los eventos.

### 7.1.2 Tipos de precedencias de las actividades

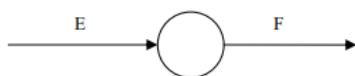
- **Nudo inicial:** De él deben partir todas las actividades que no tienen precedente. En este caso, sólo hay una actividad sin precedente y por tanto se dibujara

**Figura 8. Nudo inicial**



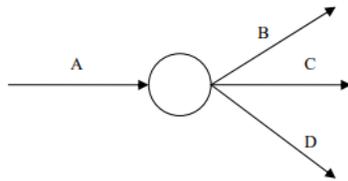
- **Precedencias lineales:** Corresponden a los casos en los que hay una única actividad que precede y una única actividad que procede. Por ejemplo,

**Figura 9. Precedencias lineales**



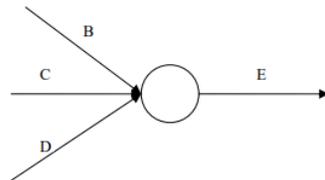
- **Precedencias de divergencia:** Corresponden a los casos en los que hay una actividad que precede y varias actividades que proceden.

**Figura 10. Precedencias de divergencia**



- **Precedencias de convergencia:** Corresponden a los casos en los que hay varias actividades que preceden y una única actividad que procede. (CAÑAZACA, Y; SEGURA J; HERRERA M. 2005)

**Figura 11. Precedencias de convergencia**



## 7.2 REPRESENTACIÓN DEL PROCESO TRAVÉS DE UN DIAGRAMA DE PERT

Basados en las múltiples bondades de este método, se convierte en una herramienta clave y de ayuda para el desarrollo de esta investigación, pues con ello se podrá dar al gerente de la empresa una herramienta que le permita tomar decisiones sobre cómo manejar el tema de las rutas críticas y tomar medidas que lo ayuden al mejoramiento de los tiempos de entrega en la ejecución de los proyectos.

Para el desarrollo de este punto dentro de la investigación que se adelanta en la empresa se comenzara a listar cada una de las etapas que plantea el método como se verá a continuación:

Para esto se tomara un proyecto de 1000 metros cuadrado.

### 7.3 ACTIVIDADES PLANEADAS PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO DE OBRAS CIVILES EN SECO

En la tabla número 5, se presenta una relación de las actividades más relevantes que fueron planeadas para el proyecto de obras civiles en seco de la empresa PERBAR construcciones y remodelaciones S.A.S.

**Tabla 5. Relación de actividades ejecutadas**

<i>Actividad</i>	<i>Descripción</i>
A	Contrato de trabajo
B	Cálculos de los materiales a utilizar en el proyecto
C	Análisis, medición del área de trabajo
D	Montaje de soporte metálico para estructura
E	Corte de láminas de drywall
F	Trasporte al área de trabajo
G	Emplacado de lámina drywall
H	Aplicación de tornillos
I	Resane de orificios
J	Acabado (Lijado, Pintura, Secado)
K	Inspección y Limpieza de área de trabajo

Fuente: Elaboración propia.

## 7.4 TABLA DE PRECEDENCIAS

Una vez se tenga la relación de todas las actividades se procederá a realizar una relación de precedencia entre cada una, Es decir, aquellas tareas que necesariamente se tienen que haber terminado antes de poder empezar cada tarea. En esta fase se realizó una reunión con el personal involucrado en la operación en presencia del gerente de la empresa, se observaba que los propios empleados muchas veces no tenían claro que actividades eran clave realizar con antelación a otra y muchas veces decían que se hacían simultáneamente sin darle prioridad a las que verdaderamente lo requerían y era allí donde concluyeron que radicaba gran parte del problema para los incumplimiento en la fechas de las entregas.

Terminado este proceso se pudo concertar entre todo el equipo bajo nuestra orientación la precedencia correcta de las actividades consignadas en la siguiente tabla en la que se indicó en la columna de la izquierda cada una de las tareas y en la columna de la derecha las tareas que la preceden. Ver tabla 6.

**Tabla 6. Tabla de precedencias**

	<b>Actividad</b>	<b>Precedencia</b>
A	Contrato de trabajo	-
B	Cálculos del materiales a utilizar en el proyecto	A
C	Análisis, medición del área de trabajo	A
D	Montaje de soporte metálico para estructura	B,C
E	Corte de láminas de drywall	D
F	Trasporte al área de trabajo	E
G	Emplacado de lámina drywall	F
H	Aplicación de tornillos	G
I	Resane de orificios	H
J	Acabado (Lijado, Pintura, Secado)	I
K	Inspección y Limpieza de área de trabajo	J

Fuente: Gerente de la empresa.

#### 7.4.1 Análisis de Duraciones: Tiempos “TO, TM, TP”:

La duración de una actividad no puede fijarse, con exactitud. Dependerá de las prioridades que el directivo asigne a cada uno de los acontecimientos que intervienen.

Tiempo optimista TO: Tiempo mínimo en que podría ejecutarse la actividad, si no surgiera ningún contratiempo.

Tiempo normal TM: Tiempo que se empleará en ejecutar la actividad y en circunstancias normales.

Tiempo pesimista TP: Tiempo máximo de ejecución de la actividad, si las circunstancias son muy desfavorables.

Al utilizar estas estimaciones se puede determinar un tiempo medio que se simbolizará como (TE) y que recogerá el valor promedio de las tres estimaciones con una ponderación determinada. (BRITO, Roberto. 2004) Ver Ecuación 1.

Ecuación 1. Formula de tiempo

$$te = \frac{Eo + 4Em + Ep}{6}$$

Esta fue una de las fases más largas dentro de la investigación que demoro más de dos semanas pues se decidió tomar un proyecto en su fase inicial, al tomar los tiempos de duración de cada actividad con un cronometro calibrado por funcionarios de la empresa, en casos en los que tocaba parar la medición por imprevistos que pasaban en la obra o los tiempos de receso y almuerzo, al volver

a comenzar labores se reiniciaba la medición, algunas aplazadas para el día siguiente. Con ayuda de un pc y la herramienta Excel se calculó los tiempos promedios los cuales permitieron generar la tabla 7.

**Tabla 7. Tabla de actividades y tiempos**

	Actividad	Precedencia	Tiempo optimista (horas)	Tiempo normal (horas)	Tiempo pesimista (horas)	$TE=(TP+4TM+TO)/6$
A	Contrato de trabajo	-	5 horas	8 horas	10 horas	7.8
B	Cálculos del materiales a utilizar en el proyecto	A	6 horas	8 horas	16 horas	9
C	Análisis, medición del área de trabajo	A	12 horas	16 horas	22 horas	16.3
D	Montaje de soporte metálico para estructura	B,C	16 horas	24 horas	32 horas	24
E	Corte de láminas de drywall	D	8 horas	16 horas	21 horas	15.5
F	Trasporte al área de trabajo	E	1 hora	2 horas	3 horas	2
G	Emplacado de lámina drywall	F	12 hora	16 horas	22 horas	16.3
H	Aplicación de tornillos	G	8 horas	14 horas	16 horas	13.3
I	Resane de orificios	H	10 horas	16 horas	24 horas	16
J	Acabado (Lijado, Pintura, Secado)	I	14 horas	20 horas	28 horas	20.3
K	Inspección y Limpieza de área de trabajo	J	1 hora	2 horas	3 horas	2

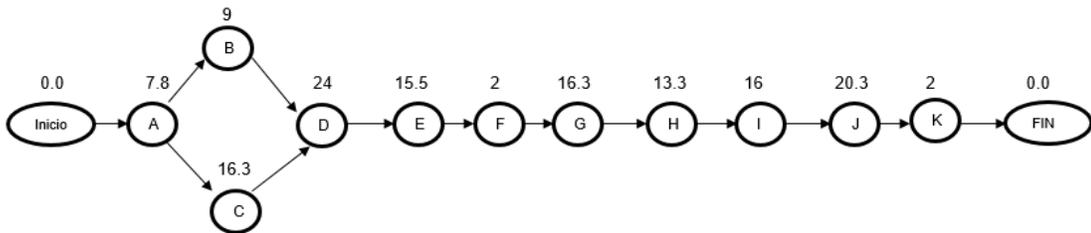
Fuente: Elaboración propia

## 7.5 GRAFICO PERT

Esta es una fase vital dentro del proceso, considerándose la parte más importante del método y la que consumió más tiempo, en esta fase del proyecto se tenía la

información necesaria que sería el insumo para la elaboración del grafico permitirá determinar la ruta crítica de actividades el grafico se realiza de izquierda a derecha. Se emplean nodos para denotar inicio y fin de las actividades, líneas rectas horizontales para representar las actividades e identificadas con la etiqueta en la parte superior y en la parte inferior. Ver Figura 12.

**Figura 12. Diagrama de red PERT**



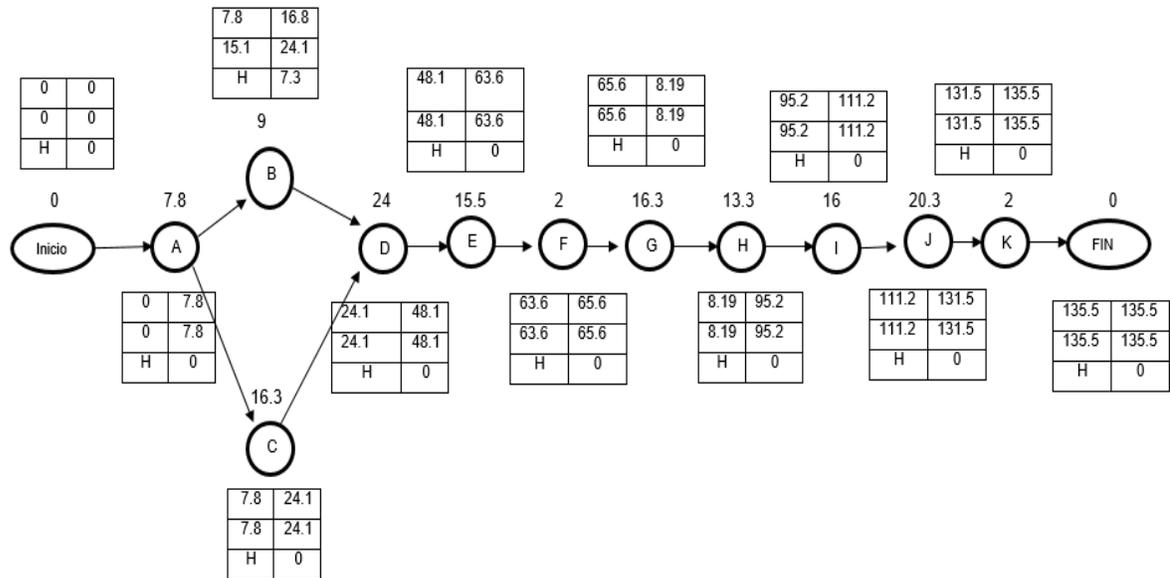
Fuente: Elaboración propia

Las duraciones previstas vienen dadas por las características de las diferentes tareas: hay tareas que llevan más o menos tiempo. Por el contrario, los tiempos early y last dependen de la relación entre las diferentes tareas.

- Tiempo early: tiempo mínimo necesario para alcanzar un nudo.
- Tiempo last: tiempo máximo que se puede tardar en alcanzar un nudo sin que el proyecto sufra un retraso.
- **Tiempos early:** se comienza por el nudo inicial, asignándole un tiempo early = 0. A partir de este nudo, el tiempo early de cada nudo será igual al tiempo early del nudo anterior (+) la duración de la actividad. Si hay varios nudos se toma el acumulado de mayor duración. Ver Figura 13.
- **Tiempos last:** se comienza por el nudo final, asignándole un tiempo last igual a su tiempo early. A partir de este nudo, el tiempo last de cada nudo será igual

al tiempo last del nudo posterior (-) la duración de la actividad precedente. Si hay varios nudos y actividades inmediatamente posteriores, se toma el valor mínimo entre los dos o más nudos. Ver Figura 13.

**Figura 13. Cálculo de los tiempos early y last**



Fuente: Elaboración propia

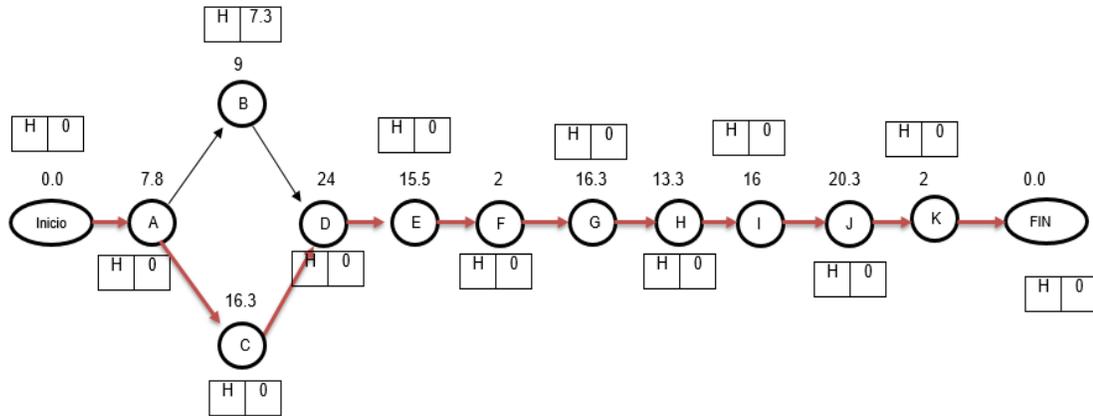
Al terminan de calcular los tiempos de ejecución, se procede a calcular los tiempos de holgura, se dice que hay holgura si en un nudo el tiempo early es inferior al tiempo last.

En caso de haber holgura significa que puede permitir un retraso sin que la duración total del proyecto se vea comprometida.

No hay holgura en un nudo si el tiempo early es igual al tiempo last.

La “RUTA CRÍTICA”. Esta ruta es trascendental porque indica todas las actividades donde es importante que no haya ningún retraso. Ver Figura 14.

**Figura 14.Ruta crítica**



Fuente: Elaboración propia

Una vez calculada la ruta crítica se sabe que la duración mínima para realizar el proyecto es de 135.5 horas, De la misma manera se sabe que las actividades críticas, aquellas que se deben destinar más recursos a controlar ya que un retraso de ellas retrasaran todo el proyecto, son: A,C,D,E,F,G,H,I,J y K.

## 7.6 APLICACIÓN DEL SOFTWARE WINQSB PARA OPTIMIZAR TIEMPO Y COSTO DEL PROYECTO.

Al tener todos estos resultados del punto anterior se procede realizaron los diferentes cálculos de ruta crítica, holgura total, duración del proyecto, aceleración de actividades; entre otros con el software. De esta manera se podrá comparar los resultados dados por el método del diagrama pert aplicándolos en el programa WINQSB, con la aplicación del Software WINQSB (Tabla 8 y 9) se realizan los cálculos con base a la posición entre actividades y precedencia entre módulos con un resultado 134.0 Horas de duración y una ruta crítica RC = A, C, D, E, F, G, H, I, J y K

**Tabla 8.** Tabla de precedencias y tiempos del programa WINQSB

Activity Number	Activity Name	Immediate Predecessor (list number/name, separated by ',')	Optimistic time (a)	Most likely time (m)	Pessimistic time (b)
1	A		5	8	10
2	B	A	6	8	16
3	C	A	12	16	22
4	D	B,C	16	24	32
5	E	D	8	16	21
6	F	E	1	2	3
7	G	F	12	16	22
8	H	G	8	14	16
9	I	H	10	16	24
10	J	I	14	20	28
11	K	J	1	2	3

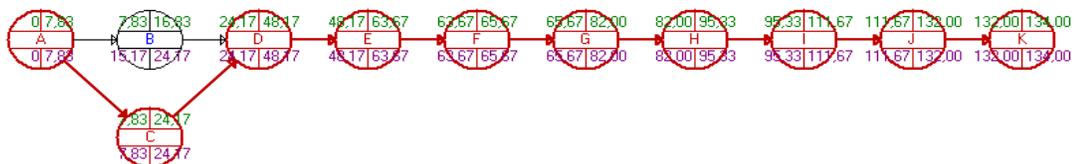
Fuente: WINQSB

**Tabla 9.** Tabla de resultados WINQSB

10-09-2017 21:47:09	Activity Name	On Critical Path	Activity Mean Time	Earliest Start	Earliest Finish	Latest Start	Latest Finish	Slack (LS-ES)	Activity Time Distribution	Standard Deviation
1	A	Yes	7,8333	0	7,8333	0	7,8333	0	3-Time estimate	0,8333
2	B	no	9	7,8333	16,8333	15,1667	24,1667	7,3333	3-Time estimate	1,6667
3	C	Yes	16,3333	7,8333	24,1667	7,8333	24,1667	0	3-Time estimate	1,6667
4	D	Yes	24	24,1667	48,1667	24,1667	48,1667	0	3-Time estimate	2,6667
5	E	Yes	15,5	48,1667	63,6667	48,1667	63,6667	0	3-Time estimate	2,1667
6	F	Yes	2	63,6667	65,6667	63,6667	65,6667	0	3-Time estimate	0,3333
7	G	Yes	16,3333	65,6667	82	65,6667	82	0	3-Time estimate	1,6667
8	H	Yes	13,3333	82	95,3333	82	95,3333	0	3-Time estimate	1,3333
9	I	Yes	16,3333	95,3333	111,6667	95,3333	111,6667	0	3-Time estimate	2,3333
10	J	Yes	20,3333	111,6667	132,0000	111,6667	132,0000	0	3-Time estimate	2,3333
11	K	Yes	2	132,0000	134,0000	132,0000	134,0000	0	3-Time estimate	0,3333
	Project Completion Time		=	134,00	Horas					
	Number of Critical Path(s)		=	1						

Fuente: WINQSB

**Figura 15.** Ruta crítica del programa WINQSB



Fuente: WINQSB

De acuerdo a la tabla 9, se puede analizar que la cuarta columna (Activity Mean Time) muestra la duración promedio de cada actividad y la actividad J muestra el mayor valor, mientras que las actividades K y F muestran igual valor. La última columna representa la desviación estándar para cada actividad. El tiempo de duración del proyecto son 134 horas, con 1 sola ruta crítica, en la tabla también se puede interpretar que los tiempos de holgura (Slack), para a la actividad B fueron de 7.333 lo que quiere decir que esta actividad que corresponde al cálculos de los materiales a utilizar en el proyecto tiene una holgura considerable y esto se explicada dado que según el software esta actividad no resulto critica, mientras que las demás actividades tiene valores de holgura de 0.

## 8. ORGANIZAR EL PROCESO DE GESTIÓN DE COMPRA DE LOS MATERIALES PRIORITARIOS

Después de haber elaborado el diagrama PERT, donde se muestra la ruta crítica del proyecto, con la cual se identifican los materiales críticos de cada actividad, tal como muestra la tabla 10.

Estos materiales son la base para comenzar a realizar el árbol de estructura del producto final y a su vez el plan de requerimiento de materiales.

**Tabla 10. Tabla de materiales prioritarios según ruta crítica.**

ACTIVIDADES	MATERIALES POR COMPRAR
Contrato de trabajo	
Cálculos del materiales a utilizar en el proyecto	
Análisis, medición del área de trabajo	
Montaje de soporte metálico para estructura	Ángulos metálicos, omega y vigueta
Corte de láminas de drywall	Drywall
Trasporte al área de trabajo	
Montaje y Emplacado de lámina drywall	Resina para emplacado y cinta
Aplicación de tornillos	Tornillos de láminas y tornillo de estructura
Resane de orificios	
Acabado (Lijado, Pintura, Secado)	Pintura
Inspección y Limpieza de área de trabajo	

Fuente: Elaboración propia

## 8.1 ÁRBOL DE PRODUCTO

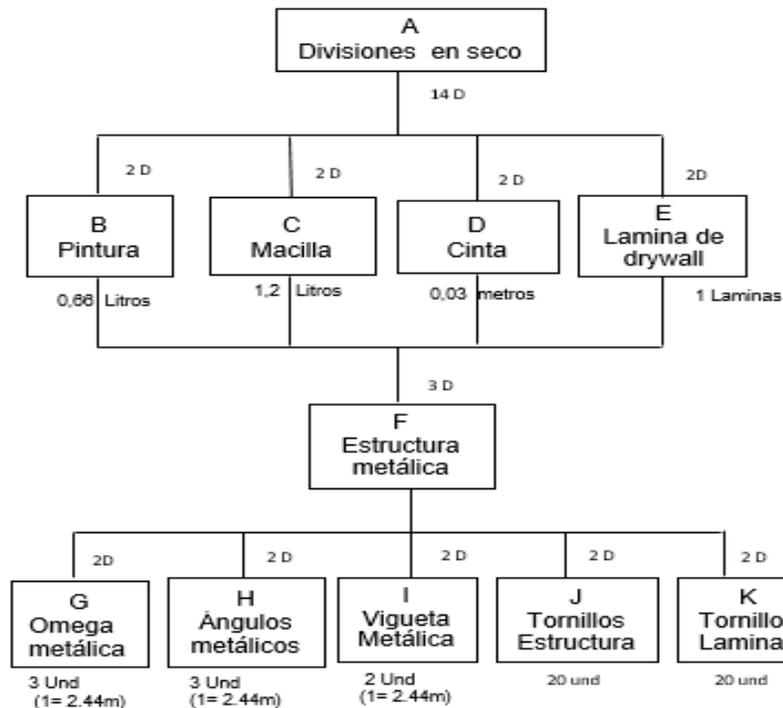
Una estructura de descomposición del producto (EDP o PBS por sus siglas en inglés) es una estructura jerárquica de los componentes que forman un entregable de un proyecto.

También puede llamarse árbol estructural del producto, diagrama esquemático o diagrama de flujo, muestra la creación del artículo o el proyecto como es este caso.

A continuación se describe el árbol estructural del producto divisiones en seco con organización y descripción de los diferentes subproductos y materiales de los mismos. (Ver Figura 16).

En esta figura 16. Se puede observar la estructura del producto divisiones en seco donde se identifican las materias primas a utilizar y se etiqueta con una letra para identificarlos en el momento que se realiza el MRP. En la elaboración del MRP, se coloca la cantidad de material utilizado con base a 3 metros cuadrados (m<sup>2</sup>) como unidad de fabricación y referencia para la realización del MRP y el tiempo que demora el proveedor en entrega de las materias primas.

**Figura 16. Árbol de estructura de Producto.**



*Fuente: Elaboración propia*

## **8.2 PROGRAMACION DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIONES EN SECO.**

Lo más importante del MRP es tener la herramienta apropiada que realice automáticamente el proceso y que sea flexible a cualquier cambio como de proveedor, de políticas, etc. Para el caso en particular de esta empresa no se cuenta con una herramienta informática ni manual para elaborar un MRP adecuado, es alcance de este trabajo elabórale una propuesta manual apoyados en la herramienta Excel, para el cual se debe tener en cuenta el stock de seguridad, el inventario disponible y otros ítems para la identificación del artículo (Código de Nivel, Identificación del artículo). Se realizó el cálculo para un proyecto que tiene como requerimiento 1000 metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de divisiones en seco con duración de 16 días, de todos los materiales para un caso en específico con

determinación de las necesidades brutas, las recepciones programadas si existían, el inventario disponible, los requerimientos netos y la solución de producción. En la tabla 11 se puede observar al detalle estas variables.

El tiempo óptimo para realizar el proyecto de las divisiones en seco es de 16 días. En el primer día del proyecto se realiza el requerimiento de los materiales utilizados para la elaboración de la estructura metálica que son los ángulos metálicos, las omegas metálicas, las viguetas metálicas , los tornillo de estructura y los tornillos de láminas. El proveedor dura dos días para entregar los materiales los cuales llegan el día tres donde se comenzara a armar la estructura la cual tiene una duración de dos días.

Un día antes de terminar la estructura metálica se debe hacer el pedido de las láminas de drywall basado en la cantidad que se tenga en el almacén esta llegaran dos días después de solicitarlas al proveedor.

El día siete del proyecto se hace el pedido de las cintas y la macilla el proveedor hace entrega del producto dos días después de su pedido y se comienza hacer el emplacado que dura tres días. El día nueve se requiere de pintura, en dos días es entregada y se comienza con la actividad de pintar las divisiones que tiene una duración de 3 días que completa los catorce días estimados para la terminación de las divisiones en seco.

**Tabla 11. Planeación de requerimiento de materiales**

		DIAS															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
A	Requerimientos Brutos																1000 m2
	Disponible del Periodo anterior																0
	Requerimientos Netos																1000m2
	solucion de produccion																1000m2
B	Requerimientos Brutos												11				
	Disponible del Periodo anterior												2				
	Requerimientos Netos											9					
	solucion de produccion										9						
C	Requerimientos Brutos								20								
	Disponible del Periodo anterior								3								
	Requerimientos Netos								17								
	solucion de produccion							17									
D	Requerimientos Brutos								10								
	Disponible del Periodo anterior								3								
	Requerimientos Netos								7								
	solucion de produccion							7									
E	Requerimientos Brutos						334										
	Disponible del Periodo anterior						10										
	Requerimientos Netos						324										
	solucion de produccion				324												
F	Requerimientos Brutos				1000m2												
	Disponible del Periodo anterior				0												
	Requerimientos Netos				1000m2												
	solucion de produccion			1000m2													
G	Requerimientos Brutos			1002													
	Disponible del Periodo anterior			20													
	Requerimientos Netos			982													
	solucion de produccion	982															
H	Requerimientos Brutos			1002													
	Disponible del Periodo anterior			40													
	Requerimientos Netos			962													
	solucion de produccion	962															
I	Requerimientos Brutos			668													
	Disponible del Periodo anterior			30													
	Requerimientos Netos			638													
	solucion de produccion	638															
J	Requerimientos Brutos			6680													
	Disponible del Periodo anterior			500													
	Requerimientos Netos			6180													
	solucion de produccion	6180															
K	Requerimientos Brutos			6680													
	Disponible del Periodo anterior			500													
	Requerimientos Netos			6180													
	solucion de produccion	6180															

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 12. Resumen de pedido a proveedores**

RESUMEN DE PEDIDO A PROVEEDORES																
DIAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
A																1000m2
B											9					
C							17									
D							7									
E				324												
F			1000 m2													
G	982															
H	962															
I	639															
J	6180															
K	6180															

Fuente: Elaboración propia

Con los datos arrojados por este plan de requerimientos de materiales MRP se tiene por parte de la gerencia una reducción en la incertidumbre en la planificación de las compras de materiales, dado que el dato de requerimiento neto y el inventario del periodo anterior permiten al tomador de decisiones saber las cantidades exactas a planificar para comprar en el próximo periodo de producción de manera que no se llegue al punto de quedar sin existencias para empezar el proceso de producción como pasa en la actualidad que no existía una fechas exactas ni cantidades establecidas a solicitar por periodo.

### **8.3 COMPARACIÓN DE RESULTADOS EN TIEMPOS DE ENTREGA POR PROYECTO**

Para comparar que tanto es la mejora que se lograría al utilizar las técnicas propuestas en esta investigación se quiso comparar un proyecto de los entregados en meses anteriores con características similar al estudiado en este capítulo para revisar las bondades de la propuesta.

Resultados de un proyecto similar entregado hace 5 meses.

**Tabla 13. Comparación con proyecto anterior**

Proyecto		M2 por proyecto	Tiempo estimado de entrega (días)	Tiempo cumplimiento	Tiempo de demora en días	Total costos por retraso
Proyecto 5	Hotel Conrad Cartagena	1.000	17	25	7	3.595.000

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 14. Resultados al aplicar la metodología PERT.**

Proyecto		M2 por proyecto	Tiempo estimado de entrega (días)	Tiempo cumplimiento	Tiempo de demora en días	Total costos por retraso
Proyecto 1	Reforma de la Empresa PERBAR	1.000	17	16,7	-0,3	0

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con las tablas 13 y 14, en la comparación de los dos proyectos se evidencia una mejora significativa en los tiempos de ejecución de los proyectos esto podría mejorar significativamente el nivel de servicio con los clientes y traería un ahorro significativo de 3.595.000 por un proyecto de 1000 M<sup>2</sup>.

Este cumplimiento se da en la medida en que los administradores del proyecto decidan hacer los controles necesarios para priorizar las actividades contenidas en la ruta crítica, al igual que se implemente el plan de requerimiento de materiales propuesto en esta investigación.

## 9. DISEÑO DEL PLAN DE MEJORA

Con base en los resultados obtenidos en la programación de actividades bajo la metodología PERT y el desarrollo de plan de requerimientos de materiales se podría sugerir un plan de mejora para la empresa PERBAR CONSTRUCCIONES el cual se podría resumir en el siguiente cuadro:

**Tabla 15. Diseño del plan de mejora**

Problema	Propuesta de solución	Fecha de la acción	Responsable	Recursos	Indicadores
Carencia de herramientas de planificación y programación de proyectos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Implementación de la metodología Pert. De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación.</li> <li>- Implementación de una herramienta informática (software-ERP) para programación de MRP</li> </ul>	2018-2	Gerente	Tecnológicos e informáticos y financieros.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- # de proyectos cumplidos semestre / # proyectos totales ejecutados en el mes.</li> <li>Meta: Mayor al 90%</li> </ul>
Tiempos de retraso en entrega de proyectos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disminuir tiempos Montaje de soporte metálico para estructura a través de capacitación a</li> </ul>	2018 -1	Supervisor de obra – Operarios	Humanos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- # de proyectos cumplidos semestre / # proyectos totales ejecutados en el mes.</li> </ul>

Problema	Propuesta de solución	Fecha de la acción	Responsable	Recursos	Indicadores
	<p>obreros.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Disminuir los tiempos de Acabado a través de mejora en método de trabajo.</li> </ul>				Meta: Mayor al 90%
Demoras en entregas de proveedores	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elaborar un proceso de selección y evaluación de proveedores.</li> </ul>	2018-1	Gerente	Humanos, tecnológicos e informáticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cantidad de órdenes recibidas completas y a tiempo / cantidad total de órdenes pedidas al mes</li> </ul> Meta: Mayor al 95%
Ciclo de aprobación de pedidos muy largos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Designar un responsable de compras.</li> <li>- Establecer un plan de compras semestral</li> </ul>	2018-1	Gerente	Humanos, tecnológicos e informáticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cantidad de órdenes recibidas completas y a tiempo / cantidad total de órdenes pedidas al mes</li> </ul> Meta: Mayor al 95%
Bajo nivel de satisfacción del cliente	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumentar los seguimientos a ejecución de los proyectos y</li> </ul>	2018- 2	Gerente – supervisores	Humanos, tecnológicos e informáticos-	<ul style="list-style-type: none"> <li>- # de clientes satisfechos x semestre / #</li> </ul>

Problema	Propuesta de solución	Fecha de la acción	Responsable	Recursos	Indicadores
	clientes. - Mayor control a las rutas críticas.			económicos	clientes totales ejecutados en el mes. Meta: Mayor al 95%

Fuente: Elaboración propia

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los hallazgos encontrados en esta investigación y todos los resultados que se lograron con cada uno de los procedimientos implementados en la empresa y con base al plan de mejoramiento propuesto por los autores de este trabajo, se procede a brindar las siguientes conclusiones y recomendaciones a la empresa.

La empresa PERBAR CONSTRUCCIONES a pesar no tener una estructura administrativa definida, se pudo describir la situación actual del proyecto obras civiles en seco a partir de la identificación de los recursos y caracterización del proceso, para esto fue primordial la utilización de diagramas de flujos que permitieron una comprensión del todo el proceso productivo.

Se logró Programar las actividades del proyecto, mediante la aplicación del análisis de redes PERT a través del soporte informático WINQSB, con el cual se alcanzó establecer una ruta crítica, que permitió identificar el tiempo de terminación del proyecto bajo estudio en 16 días.

Se logró organizar y establecer una lista de materiales de manera que se organizara un plan de requerimientos de materiales lo que permitió al gerente de la empresa establecer un plan de pedidos y a valorar los inventarios basados en los tiempos de entregas de proveedores.

Por último se pudo diseñar y establecer con base en los hallazgos encontrados un plan de mejora para el proceso de gestión de proyectos.

Por todo lo anterior se puede concluir que se lograron los objetivos planteados al inicio de la investigación de acuerdo al alcance proyectado, lo anterior llena de satisfacción al equipo, dado que se logró proponer a la empresa un mejora la cual

se espera que el gerente logre implementar en el próximo año de acuerdo a su disponibilidad de recursos.

## RECOMENDACIONES

De acuerdo a los hallazgos encontrados en esta investigación y todos los resultados que se lograron con cada uno de los procedimientos implementados en la empresa y con base al plan de mejoramiento propuesto por los autores de este trabajo, se procede a brindar las siguientes recomendaciones a la empresa.

1. Implementar el plan de mejora propuesta en esta investigación para la gestión de proyectos ya que les permitirá disminuir el porcentaje de incumplimientos que en la actualidad presenta la empresa, es importante que atienda estas recomendaciones de lo contrario podría enfrentar problemas financieros graves que podrían llevarlos a la quiebra dado que no contarían con una buena credibilidad en el mercado de la construcción en la ciudad de Cartagena.
2. Se recomienda que la empresa debe empezar a elaborar la planeación de la cadena de abastecimiento, la cual involucra actividades como planeación de la demanda de los insumos que va amarradas a la demanda de nuevos proyectos; planeación de la producción; y programación detallada de operaciones.
3. Se recomienda que en un futuro, la empresa se haga partícipe del control y el desempeño de cada uno de los proveedores con los que se negocia, es difícil tener control de la situación si existen más actores involucrados que sirvan de intermediarios, en este caso muchos de los proveedores que tiene la empresa son subcontratado de otros proveedores lo que genera sobrecostos y demoras en los tiempos de entregas. Si la empresa tuviera esa relación directa, la gestión de materiales sería más efectiva, ya que se planearía sobre lo que realmente se acuerda con el proveedor directo.

Para futuros trabajos se recomendaría implementar el plan de mejora propuesto en esta investigación de manera que se pueda comparar resultados actuales con un escenario futuro, al igual que se propone a la empresa diseñar una herramienta informática que permita simular un sistema de Planificación de Requerimientos de Materiales (MRP), que controle el proceso de producción, las decisiones sobre inventarios, compras y producción. Sería conveniente aplicar los resultados aquí desarrollados en otros entornos productivos.

## BIBLIOGRAFIA

ABASCAL, Elena. GRANDE, Esteban Ildelfonso. Análisis de encuestas. Primera edición. Madrid, España: ESIC Editorial. 2005. 291 p. Isbn: 9788473564205.

ACOSTA GARAY, A. Diseño e implementacion del departamento de compras para Avaya Communication de Colombia SA (2010).

ÁLVAREZ BERNAL, Claudia. Planeación de la producción. En: Revista Virtual Pro, prolfonia editores. [En línea]. Septiembre, 2010. Número 104. [Citado el 12 abril de 2017]. Disponible en: <https://www.revistavirtualpro.com/revista/planeacion-de-la-produccion/1>

ASIMOV, M. Penguin modern management Readings. "*The Morphology of Design and the Feasibility Study*" Baltimore: Penguin Books Inc, 1970. 28 p.

ASOCIACIÓN DE INDUSTRIALES DE COLOMBIA "ANDI". Colombia: Balance 2016 y Perspectivas 2017. Fecha publicación [Citado en: 28 Junio 2017]. Disponible en Internet: <http://www.andi.com.co/Documents/Documentos%202016/ANDI-Balance%202016-Perspectivas2017.pdf>.

ALVAREZ ORTEGA, Laura. Gestión de proyectos: Semana 1 Documentación de estudio. [En línea]. Curso 2015 – 2016. [Citado en: 12 Julio 2017]. Disponible en Internet: <https://www.eoi.es/es/file/41957/download?token=PMFmfGff>

BASTARDO, Francisco. Diseño de un modelo de gestión para la administración y control de los proyectos en desarrollo de la empresa IMPSA caribe, CA. Trabajo

para optar al Título Académico de Magíster Scientiarum en Ingeniería Industrial. Puerto Ordaz – Venezuela: Universidad Nacional Experimental Politécnica Antonio José de Sucre. 2013. 80 p.

BENAQUE ROJAS, José Luis. Análisis de la Información de los Artículos Adquiridos por la Dirección de Compras para Controlar las Entradas y Salidas de los Productos. Tesis UNITEC. México D. F. 2000. 28 p.

BENAQUE ROJAS, José Luis. Administración de compras. [en línea]. 18 febrero 2006. [Citado el 12 abril de 2017]. Disponible en: <https://www.gestiopolis.com/administracion-de-compras/>

BRITO, Roberto. Aplicación de los métodos de ruta crítica Pert y Cpm para la optimización del tiempo y costo en la ejecución del proyecto “pavimentación de 10000m<sup>2</sup> de calles en la villa Vicente guerreo, Centla, Tabasco” a cargo de la gerencia de construcción de Pemex exploración y producción, región sur. Monografía de grado Maestría en Administración de la Construcción. Villahermosa. Instituto Tecnológico de la Construcción, A.C, 2004.

CAÑAZACA, Yesenia; SEGURA Juan; HERRERA Milca. Programación de proyecto el método pert. Cusco Perú.

CORZO, Miguel Ángel. Introducción a la Ingeniería de Proyectos. México: Editorial Limusa S. A, 1979. 225 p. ISBN 968-18-0459-7.

CRUZ MECINAS, Leonel. Compras un enfoque estratégico. Mexico. Mc Graw Hill. 2007. 2ª Ed.

GARCÍA, D. S. Diccionario de logística. (1ª ed.). México D. F: Marge Books Editorial. 2009. 381 p. ISBN: 9788492442034.

HENRÍQUEZ AGUILAR, Mónica y HERNÁNDEZ RAMIREZ, Walter. Diseño de una guía de aplicación del software WINQSB, para el desarrollo de herramientas cuantitativas de la Ingeniería Industrial. Trabajo de grado para optar al grado de Ingeniero Industrial. El Salvador: Universidad De El Salvador, Facultad Multidisciplinaria De Occidente. 2010. 287 p.

HIDALGO RAMIREZ, Pedro Daniel. Modelo de gestión y administración de proyectos operacionales. Tesis para optar al grado magíster en gestión y dirección de empresas. Santiago de Chile: Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. 2013. 82 p.

KOONTZ, Harold y WEHRICH, Heinz. Administración: Un Perspectiva Global, 12a. Edición. México D. F: McGraw-Hill Interamericana, 2004. 651 p. ISBN 978-607-15-0759-4

LOZADA MARTÍNEZ, Anyeline y MARTINEZ VELA, Diana Liseth. Diseño y Plan de Implementación del Modelo de Gestión de Proyectos dirigido a SOLUZIONA LTDA – Bogotá Bajo Esquema PMI. Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Administrador de Empresas. Bogotá D.C. – Colombia: Universidad de la Salle, Facultad de Administración de Empresas. 2009. 125 p.

MC GRAW HILL. Compras un enfoque estratégico. Mexico. 2007. 2ª Ed.162 p.

MINISTERIO DE HACIENDA. Gobierno De Chile. Guías Prácticas: Planeación de compras. [En línea]. 2016 [Citado el 12 abril de 2017]. Disponible en: <http://portales.mineduc.cl/usuarios/pcompras/File/2011/ACREDITACION/GulaPrActica3PlanificaciOndeCompra.pdf>

MONTOYA, Palacio Alberto. Administración en compras, Quien compra - Quien vende. (3°ed.) Bogotá D. C: EcoE Editores. 2010. 205 p

MORILLLO, Daniel. Planificación estratégica y gestión de proyectos de rehabilitación vial para la Alcaldía de Maracaibo. En: Revista Electrónica Científica Perspectiva. Año 2: N° 3. Enero-Junio 2013. 83-108 p.

MUNIER, N. J. J. M., MARÍN, I., MARÍN, R. J. I., PALMA, R. A., MATHUR, K., MATHUR, D.,... & JOHNSON, R. A. *PERT-CPM y técnicas relacionadas* (N° 65.01). Catalytic Construction Company, 1971. Tomado de la página web: <https://luiscastellanos.files.wordpress.com/2007/03/pertcpm-guia-practica-y-sencilla-luis-castellanos.pdf>

NIEBEL, B. W., FREIVALDS, A., y OSUNA, M. A. G. Métodos, estándares y diseño del trabajo. (12ª ed.) México: Alfaomega, 2004.

OCÉANO I. Diccionario enciclopédico, Bogotá: Grupo editorial Océano, 1992. 1089 p.

PANEQUE DE LA TORRE, Ángela. ¿Qué Es La Dirección y Gestión De Proyectos? [En línea]. 2016. [Citado en: 28 Julio 2017]. Disponible en Internet: <http://www.aepro.com/index.php/es/project-manag/820-que-es-la-direccion-y-gestion-de-proyectos>

PEREZ, Daysi y SALZAR, Andrea. Diseño de un MRP planeación de requerimientos de materiales para la empresa CEDAL S.A. en el área de producción. Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Empresarial. Bogotá D.C. – Colombia: 2007.103 p

PRODUCCIÓN. Trabajo de grado para obtener el título de ingeniero industrial. Bogotá D.C: Pontificia Universidad Javeriana, Facultad De Ingeniería. 2009. 128 p.

RIVERA POMA, Juan Manuel; et al. Diseño e implementación del sistema MRP en las pymes. En: Industrial Data., Julio-Diciembre. 2014. vol. 17, núm. 2. 48-55 p.

REVOLLO GAVIRIA Ignacio y SUAREZ, ALONSO Juan Diego. Propuesta para el Mejoramiento de la Producción en Alimentos SAS S.A. A Través de la Estructuración De Un Modelo De Planeación, Programación Y Control de la Producción. Trabajo de grado para obtener el título de ingeniero industrial. Bogotá D.C: Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ingeniería. 2009. 128 p.

ROJAS TELLEZ, Diana; ALFONSO MUÑOZ, Luis. WINQSB. Artículo Universidad Nacional Colombia: Facultad De Ciencias Económicas Bogotá D.C. 2009. 90 p.

SANZ, Emilio. Pero ¿Qué es un proceso? [en línea]. 2016. [Citado el 22 junio de 2017]. Disponible en: <http://sorprendemos.com/consultoresdocumentales/?p=1142>

TEORÍA I SISTEMAS D ORGANITZACION. Técnicas para la función de Planificación. [en línea]. 2007-2008. [Citado el 12 abril de 2017]. Disponible en:<http://ocw.ub.edu/documentacio/teoria-i-sistemes-dinformacio/fitxers/tema-3/CPM-PERT.pdf>

UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA. Metodología de dirección de proyectos. [En línea]. 2013. [Citado en: 12 Julio 2017]. Disponible en Internet: <http://www.ucc.edu.co/administrativos/Paginas/Gestion-de-Proyectos.aspx>

WORKMETER. Gestión de proyectos: concepto, beneficios y fases. [En línea]. 17 septiembre 2015. [Citado en: 28 Julio 2017]. Disponible en Internet: <https://es.workmeter.com/blog/gestion-de-proyectos-concepto-beneficios-y-fases>

## ANEXOS

### ANEXO A. Entrevista.

#### ENTREVISTA LA GERENTE DE LA EMPRESA PERBBAR CONTRUCCIONES Y REMODELACIONES SAS.

**Fecha:** 3 de julio 2017

1. ¿Cuál es la razón social de la empresa?

Rta\ PERBAR Construcciones y Remodelaciones SAS

2. ¿Cuántos años lleva en la industria?

Rta\ Llevamos 7 años en la industria.

3. ¿A qué se dedica la empresa?

Rta\ Nos dedicamos a la construcción remodelación y acabado de obras civiles en seco

4. ¿Cuáles son los problemas más frecuentes que se le presentan en cada proyecto?

Retrasos en la entrega de los proyectos, pérdidas económicas

5. ¿Qué estrategias han generado de mejoramiento para afrontar las perdidas?

Rta\ Hasta el momento no he podido establecer las causas que generan los retrasos y los trabajadores mal gastan el tiempo

6. ¿Cómo controlan la entrega de los proyectos? ¿Cuentan con algún software?

Rta\ No tengo un sistema para controlar la entrega de los proyectos, y constantemente presento fechas de entrega de los proyectos superiores a los acordados

7. ¿Cuentan con alguna herramienta para realizar un plan de Compras?

Rta\ No, en estos momentos realizo las compras, de lo que necesito para el nuevo proyecto, sin tener en cuenta los inventarios, lo que me ha generado acumulación de material

8. ¿Ha tenido quejas o reclamos por parte de los clientes al entregarle la obra?

Rta\ He tenido quejas no respecto a la calidad del producto, sino por los atrasos en la entrega de las obras, y además me ha tocado cancelar multas por incumplir los tiempos de entrega.

**ENTREVISTADO:** Gerardo Pérez Barrios

**ENTREVISTADORES:** Yanifer Hernández Sanes

Luis Carmona Villalba

## ANEXO B. Lista de chequeo.

LISTA DE CHEQUEO CON 6M DE MANUFACTURA										
Empresa: PERBAR SAS		Fecha: 5 de Julio 2017								
C: Cumple		NC: No cumple								
	Nº	CARACTERÍSTICA	C	N C	EVALUACIÓN				Total	Observaciones
					E	B	R	M		
M É T O D O S	1	¿Cuenta con herramientas y programas especializados para planear y programar las actividades de cada proyecto?		X				10		La empresa no realiza programaciones que permitan evaluar las probabilidades de terminar a tiempo y poner tener en cuenta los tiempos rigurosos y pesimistas.  En la actualidad la programación de las compras las realiza el gerente ya que no cuenta con una persona solo para programar los materiales.
	2	¿Cuenta con un plan de compras establecido y dirigido?		X				10		
	3	¿Las programaciones realizadas en proyectos tienen rigor en cuanto a los tiempos optimista, pesimista de ejecución y la probabilidad de terminarlos en fechas establecidas?		X				10		
	4	¿Cuándo se establece la programación de las obras priman los tiempos reales?	X			70				
	5	¿Se tiene seguimiento de los pedidos?	X				50			
	6	¿Hay asignado un jefe de compras?		X			30			
M A N	7	¿La contratación de la mano de obra cumple con los requisitos legales?	X		90					La empresa cumple con las contrataciones del

<b>O D E  O B R A</b>	<b>8</b>	¿Cuenta con el personal competente para realizar la planeación y programación de las obras?	<b>X</b>			<b>60</b>				personal, pero a su no cuenta con un departamento de recursos humanos, Esto hace que el personal sea contratado por el mismo gerente.
	<b>9</b>	¿Se tiene programaciones periódicas para hacer el control de entrada y salida del personal?	<b>X</b>			60				
	<b>10</b>	¿Tienen a su disposición el personal necesario para cubrir todas las actividades?	<b>X</b>		<b>80</b>					
	<b>11</b>	¿La fuerza de trabajo está capacitada para realizar el trabajo?	<b>X</b>		<b>80</b>					
	<b>12</b>	¿En la empresa hay personal encargado de la contratación de RH?		<b>X</b>			<b>30</b>			
<b>M A Q U I N A R I A</b>	<b>13</b>	¿Se cuenta con un almacén para los repuestos?	<b>X</b>			<b>60</b>				La empresa cuenta con una amplia variedad de equipos lo que les permite solucionar los problemas de manera oportuna y asistir las necesidades en las obras rápidamente.
	<b>14</b>	¿Los equipos han fallado durante la ejecución de las actividades?	<b>X</b>		<b>80</b>					
	<b>15</b>	¿Se realiza inventario de equipos y herramientas?	<b>X</b>			<b>75</b>				
	<b>16</b>	¿Se cumple con la frecuencia exacta de calibración?	<b>X</b>		<b>70</b>					
<b>M A T E R</b>	<b>17</b>	¿Los proveedores cumplen con las fechas de entrega?	<b>X</b>		<b>80</b>					Los proveedores están ubicados estratégicamente, lo que provoca una entrega oportuna y
	<b>18</b>	¿Se gestiona la buena administración de los materiales?	<b>X</b>			<b>75</b>				

I A L E S	19	¿La recepción de los materiales se hace de manera correcta?	X		80					eficiente de los materiales.
	20	¿Se gestiona una lista de proveedores?	X		70					
M E D I D A S	21	¿Se cumple con la frecuencia de calibración de los equipos de medición?	X		85					En la construcción algunos detalles en los planos siempre están sujetos a cambios, pero en cuanto a sus instrumentos siempre cumplen con las normas.
	22	¿Los planos establecidos no tienen cambios?	X		75					
	23	¿Se tiene control sobre las mediciones y especificaciones de los proyectos?	X		80					
M A M B I E N T E	24	¿En la programación se tiene en cuenta las condiciones meteorológicas?	X		80					Los aspectos ambientales siempre se tienen en cuenta a la hora de programar y la empresa tiene buenas políticas de responsabilidad con el medio ambiente.
	25	¿Se cuenta con los recursos para brindar los cuidados necesarios a los trabajadores?	X		90					
	26	¿Se hace una buena disposición del material restante?		X			45			