



**PROPUESTA PARA MEJORAR EL CUMPLIMIENTO DE LA ENTREGA DE LOS  
PROYECTOS DE OBRAS CIVILES EN LA EMPRESA CONSTRUCCIONES  
COMPRESORES Y EQUIPOS S.A.S.**

**ELIANA PALENCIA MOLINA  
ESTEBAN GARCIA GUERRERO**

**UNIVERSIDAD DEL SINÚ  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CARTAGENA DE INDIAS D.T. Y C.  
2018**

**PROPUESTA PARA MEJORAR EL CUMPLIMIENTO DE LA ENTREGA DE LOS  
PROYECTOS DE OBRAS CIVILES EN LA EMPRESA CONSTRUCCIONES  
COMPRESORES Y EQUIPOS S.A.S.**

**ELIANA PALENCIA MOLINA  
ESTEBAN GARCIA GUERRERO**

**Trabajo de grado para optar por el título de  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**Asesor disciplinar  
ANDY CABARCAS SIERRA  
LIZZANY CASTILLO VALDELAMAR**

**Asesor metodológico  
GERMAN HERERA VIDAL**

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

**2018**

## **ACTA DE CALIFICACION Y APROBACION**

**Nota de aceptación:**

---

---

---

---

---

**Director de Escuela**

---

**Director de Investigaciones**

---

**Firma del jurado**

---

**Firma del jurado**

**Cartagena de Indias, 20 de octubre de 2018**

**Director**

**OSCAR ANGEL ALVAREZ**

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 PARA MEJORAR EL CUMPLIMIENTO DE LA ENTREGA DE LOS PROYECTOS DE OBRAS CIVILES EN LA EMPRESA CONSTRUCCIONES COMPRESORES Y EQUIPOS S.A.S.”, elaborada por los estudiantes Eliana Palencia Molina de cedula de ciudadanía 1.129.512.349 de Barranquilla, Esteban Garcia Guerrero de cedula de ciudadanía 1.002.197.346 de Cartagena, presentado como requisito para optar al título de Ingeniería Industrial.

Cordialmente,

---

**Andy Cabarcas Sierra**

**Lizzany Castillo Valdelamar**

**Asesor del trabajo de grado**

**Cartagena de Indias, 20 de octubre de 2018**

**Director**

**OSCAR ANGEL ALVAREZ**

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 PARA MEJORAR EL CUMPLIMIENTO DE LA ENTREGA DE LOS PROYECTOS DE OBRAS CIVILES EN LA EMPRESA CONSTRUCCIONES COMPRESORES Y EQUIPOS S.A.S.”, elaborada por los estudiantes Eliana Palencia Molina cedula de ciudadanía 1.129.512349 de Barranquilla, Esteban Garcia Guerrero de cedula de ciudadanía 1.002.197.346 de Cartagena,

---

**Eliana Palencia**

---

**Esteban Garcia**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a Dios por permitir alcanzar este logro, por guiarnos en este camino de ser profesionales para poder ofrecer nuestros conocimientos a la sociedad con principios y valores. A nuestros seres queridos, por brindarnos el apoyo que siempre necesitamos, que siempre nos motivaron para seguir adelante. A nuestros docentes, por instruirnos no solo académicamente sino también mostrándonos el camino para saber ejercer nuestra profesión en el entorno laboral. A nuestros amigos y compañeros por su comprensión en todas las actividades académicas. A nuestros estimados asesores metodológicos y disciplinares Ingeniero German Herrera, Ingeniero Andy Cabarcas Sierra e Ingeniera Lizzany Castillo Valdelamar por brindarnos su conocimiento y el tiempo dedicado al desarrollo de nuestro proyecto y brindarnos las herramientas necesarias para la culminación de este.

## TABLA DE CONTENIDO

|  | Pág.       |
|--|------------|
| <b>AGRADECIMIENTOS.....</b>                | <b>VI</b>  |
| <b>TABLA DE CONTENIDO.....</b>             | <b>VII</b> |
| <b>LISTA DE TABLAS .....</b>               | <b>X</b>   |
| <b>LISTA DE ILUSTRACIONES.....</b>         | <b>XI</b>  |
| <b>INTRODUCCIÓN .....</b>                  | <b>12</b>  |
| <b>1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>  | <b>15</b>  |
| <b>1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....</b>  | <b>15</b>  |
| <b>1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....</b>  | <b>17</b>  |
| <b>1.3. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....</b> | <b>18</b>  |
| 1.3.1. Delimitación Espacial.....          | 18         |
| 1.3.2. Delimitación temporal .....         | 18         |
| <b>2. JUSTIFICACIÓN.....</b>               | <b>19</b>  |
| <b>3. OBJETIVOS.....</b>                   | <b>22</b>  |
| <b>3.1. OBJETIVO GENERAL.....</b>          | <b>22</b>  |
| <b>3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</b>      | <b>22</b>  |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>4. MARCO REFERENCIAL .....</b>                        | <b>23</b> |
| <b>4.1. ANTECEDENTES .....</b>                           | <b>23</b> |
| <b>4.2. MARCO TEÓRICO .....</b>                          | <b>25</b> |
| 4.2.1 Lean Manufacturing .....                           | 26        |
| 4.2.2. Lean Construction.....                            | 28        |
| 4.2.3 Programación de los proyectos .....                | 32        |
| 4.2.5 Planificación y programación de proyectos .....    | 33        |
| 4.2.6. Último Planificador (Last Planner System).....    | 33        |
| 4.2.7. Técnicas de programación .....                    | 34        |
| <b>4.3. MARCO CONCEPTUAL.....</b>                        | <b>36</b> |
| <b>4.4. MARCO LEGAL.....</b>                             | <b>39</b> |
| <b>5. DISEÑO METODOLÓGICO.....</b>                       | <b>44</b> |
| <b>5.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....</b>                   | <b>44</b> |
| <b>5.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....</b>                     | <b>44</b> |
| <b>5.3. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN .....</b> | <b>45</b> |
| 5.3.1 Fuentes primarias .....                            | 45        |
| 5.3.2 Fuentes secundarias .....                          | 45        |
| <b>5.4. TÉCNICAS DE ANALISIS DE LOS RESULTADOS .....</b> | <b>45</b> |
| <b>5.5. METODOLOGÍA .....</b>                            | <b>46</b> |



|  |           |
|--|-----------|
| <b>6. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA CONSTRUCCIONES COMPRESORES Y EQUIPOS S.A.S.....</b>   | <b>48</b> |
| <b>6.1. CARACTERIZACIÓN DE LA EMPRESA CONSTRUCCIONES COMPRESORES Y EQUIPOS S.A.S. ....</b> | <b>48</b> |
| 6.1.1. Reseña Histórica .....  | 48        |
| 6.1.2 Servicios .....  | 49        |
| 6.1.3 Clientes.....  | 51        |
| 6.2. DIAGNOSTICO ACTUAL .....  | 51        |
| <b>7. ANALISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....</b>  | <b>56</b> |
| <b>8. PROGRAMACION DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO .....</b>                               | <b>61</b> |
| <b>8.1 Parámetros .....</b>  | <b>61</b> |
| 8.1.1 Actividades .....  | 61        |
| 8.1.2 Tareas .....   | 61        |
| <b>8.2 Variables .....</b>   | <b>64</b> |
| <b>8.3 Programación actual.....</b>  | <b>64</b> |
| <b>9. PLAN DE MEJORA EN EL PROCESO DE GESTIÓN DE PROYECTOS .....</b>                       | <b>71</b> |
| <b>8.1 OTROS ASPECTOS A CONSIDERAR .....</b>   | <b>72</b> |
| <b>CONCLUSIONES .....</b>  | <b>80</b> |
| <b>ANEXOS .....</b>  | <b>87</b> |

## LISTA DE TABLAS

|  | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| Tabla 1. Casos de aplicación de plan maestro de producción. .... | 23          |
| Tabla 2. Fases para el desarrollo del proyecto. ....             | 46          |
| Tabla 3. Clientes. ....  | 51          |
| Tabla 4. Cumplimiento de entrega de los proyectos. ....          | 54          |
| Tabla 5. Tabla de variable. ....                                 | 64          |

## LISTA DE ILUSTRACIONES

|  | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| Ilustración 1.Imagen satelital.....  | 48          |
| Ilustración 2.Indicador de gestión de satisfacción del cliente de la empresa<br>construcciones compresores y equipos. .... | 53          |
| Ilustración 3.Matriz de caracterización del proyecto.....  | 55          |
| Ilustración 4.Diagrama de análisis Ishikawa.....   | 56          |
| Ilustración 5.Pareto de los factores de cumplimiento de acuerdo al check list 6Ms. ....                                    | 58          |
| Ilustración 6.Identificación del problema en el astro del proyecto cce 034.....  | 59          |
| Ilustración 7.Project inicial con atrasos. ....  | 64          |
| Ilustración 8.Curva "s" de avance físico planeado vs ejecutado con atrasos. ....   | 66          |
| Ilustración 9.Project mejorado del proyecto CCE034 patio sitio Contecar. ....  | 68          |
| Ilustración 10.Curva "s" de avance físico planeado vs ejecuta do mejorada.....   | 69          |
| Ilustración 11.Registro de lista de chequeo o monitoreo al trabajo diario. ....  | 73          |
| Ilustración 12.Actividades del nuevo procedimiento propuesto.....  | 76          |

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación se refiere al estudio de la metodología del Lean Construction y la forma de hacer posible que ésta sea aplicada en las empresas dedicadas a la prestación de servicio en obras civiles, específicamente en la empresa Construcciones compresores y equipos S.A.S. Para ello es necesario verificar la situación actual de los proyectos en los que ha participado la empresa y analizar las diversas variables que deben ser tenidas en cuenta para realizar propuestas de mejora, con ello la optimización de recursos invertidos en los proyectos a realizar en un futuro.

Dentro del amplio campo de proyectos de obras civiles, hay una gran variedad de estos, desde los ejecutados en una familia hasta los megaproyectos para una gran infraestructura. Sin pretender menospreciar la magnitud o importancia que le puedan dar las personas a cada uno de ellos, pero la programación y cumplimiento de estos puede generar conformidades de acuerdo a todas las partes interesadas. Siendo importante recordar que proyecto se define como “una actividad grupal temporal para producir un producto, servicio, o resultado, que es único.” (La Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos) También se conoce como “una serie de actividades planeadas de manera consecutivas para llegar a un logro o a una meta”.

Si se suma lo anteriormente expuesto a que cuando una empresa desarrolla proyectos busca tener “un sistema sólido pero económico de mejora continua que tienda a establecer y sostener ambientes de calidad y seguridad, pero incrementando simultáneamente los niveles de productividad y satisfacción de los clientes” (López Silva, 2013).

Para entrar en detalle dependiendo de la satisfacción del cliente genera el tiempo de vida de una empresa y más aun teniendo en cuenta que el mercado al ser tan competitivo puede dificultar el incremento de las ganancias de las empresas y quien dé cumplimiento a las necesidades pautadas por el cliente, en el presente trabajo de grado busca enfocarse en estudio de las entregas de los trabajos contratados particularmente

en la empresa el sector de en la empresa Construcciones compresores y equipos S.A.S, organización que tiene como actividad industrial ofrecer servicios de obra civil, alquiler de equipos, y mantenimiento metalmecánico para aquellas empresas que tengan esa necesidad.

Construcciones compresores y equipos S.A.S tiene una participación en la industria local desde hace más de quince años durante los cuales ha conseguido adjudicaciones de grandes proyectos en empresas consideradas muy importantes para el desarrollo industrial de la región.

En el desarrollo de los proyectos ejecutados por esta empresa se han presentado casos de incumplimiento en las fechas de entrega pactadas en la adjudicación de los mismos.

La característica principal de la metodología del Lean Construction es que se enfocan en mejorar paulatinamente una situación problemática en algún proceso, durante la ejecución de los proyectos. Esto se da gracias a la articulación de las distintas herramientas con las que cuenta y la oportunidad para la aplicación en el mundo real. Sin embargo, durante la investigación de campo uno de los inconvenientes presentados fue que la empresa se encuentra conformada por una estructura de tipo familiar.

Para poder incluir nuevos contenidos o un cambio a la forma de ejecución de los proyectos se debe realizar una revisión exhaustiva por parte del equipo executor que se encuentra encabezado por: el gerente general, director de obra, el programador y los ingenieros civiles, deben realizar un ajuste a los contenidos propuestos y siempre con miras a la mejora; además que se debe cumplir con unos requisitos específicos, a saber: la actualización de los las buenas prácticas y técnicas para potenciar el desarrollo y que se evidencien mejoras en las utilidades de la empresa.

Con respecto a lo expuesto con anterioridad, la empresa brinda espacios para la capacitación y mejora de habilidades y técnicas de sus colaboradores, esto se

convierte en una oportunidad para que participen y puedan enriquecer el hacer (la práctica) con saber (teorías y técnicas) con la ayuda de una guía específicamente en la metodología Lean Construction.

Para poder aplicar esta metodología es necesario realizar un estudio y determinar los puntos clave que la empresa utiliza en la ejecución de los proyectos y las que debe aprender a manejar desde sus colaboradores. La investigación se realizó a través de la aplicación de encuestas, talleres y entrevistas a los mismos y el resultado de estas herramientas mostrará los pasos a seguir de la investigación.

La investigación de este tema se hizo por el interés de profundizar en conocimientos para los mismos investigadores y por otro lado dar herramientas de mejoras en los procesos planificación y ejecución de la empresa Construcciones compresores y equipos S.A.S. Para ello es necesario realizar unos estudios y análisis con los que se definan los pasos a seguir.

En primera instancia, en el desarrollo del presente proyecto se aplicó un análisis de Pareto con respecto a los últimos proyectos ejecutados por la empresa teniendo en cuenta los tiempos de entrega y los inconvenientes o contratiempos generados en los proyectos.

En segunda instancia, se realizaron entrevistas y encuestas con las que se pueda medir el grado de cumplimiento y las herramientas utilizadas en la empresa para la planificación, programación y ejecución. Por último, mostrar el resultado de las entrevistas, y encuestas desarrolladas y aplicadas durante el curso de la investigación, el contenido de tales resultados generará ayuda para ofrecer nuevas formas, técnicas para los colaboradores de la empresa con la que las actividades de la empresa y los indicadores de entrega. Además, se muestran las evidencias de toda la información ejecutada para el futuro desarrollo de otras investigaciones.

# 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

## 1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La actividad constructora en Colombia se divide en dos grandes ramas: la de la edificación, que primordialmente se dedica a soluciones de vivienda; y la de las obras civiles de infraestructura. Estas últimas, a su vez, se desagregan en públicas y privadas. Adicionalmente, es importante considerar las empresas que se relacionan en forma indirecta con la construcción, tales como las de fabricación de porcelana sanitaria, las ladrilleras, las cementeras, las de terminados en madera, las de pinturas, las de acero, etc. (Restrepo año 2017)

El comportamiento del sector de la construcción presenta ciclos de expansión y contracción relacionados directamente, entre otros factores, con la demanda del producto, las tasas de interés del mercado financiero, la disponibilidad de recursos financieros, y las políticas que pone en ejecución el gobierno de turno, las que generalmente responden al estímulo para la generación de empleo. (Restrepo, Construdata)

La industria de la construcción juega un papel importante en el desarrollo de un país, tanto en su cultura como en el ámbito económico, ya que, a través de la construcción, se satisfacen las necesidades de infraestructura de la mayoría de las actividades económicas y sociales de una nación. (Definición de industria de construcción, 2017)

La industria de la construcción se puede dividir en dos grandes grupos: diseño y ejecución. Dando lugar a un gran grupo de profesionales, como arquitectos, ingenieros civiles, ingenieros de construcción y constructores civiles. También entran en esta clasificación los dibujantes técnicos, técnicos de nivel superior o universidad en construcción. (construccion, 2017)

Un ejemplo simple, como es el caso de la construcción de una casa, el arquitecto diseña la obra, el ingeniero civil calcula las mediciones y realiza la evaluación necesaria y el constructor civil lo construye, siendo este último quien toma la mayor parte del tiempo en el campo. En cualquier momento, si surgen dificultades, los profesionales ya nombrados se reúnen para planificar y buscar las soluciones más beneficiosas. (Definición de industria de construcción, 2017)

Pero uno de los objetivos de cada empresa es lograr que no se le presenten dificultades puesto que esto normalmente se traduce en retrasos y sobre costos para las operaciones que realizan.

Teniendo en cuenta lo relacionado anteriormente el sector de la construcción ha tenido un significativo crecimiento lo que ocasiona que aumente la competitividad entre las empresas de este sector para poder adjudicar y ganarse los proyectos y sean mayores las exigencias en los requisitos por parte del cliente para poder autorizar el inicio de una obra, la empresa Construcciones Compresores Y Equipos se encuentra ubicada en la ciudad de Cartagena, más específicamente en el barrio Bellavista Cra 57B N° 5ª-07 colindante con la zona industrial de Mamonal, esta empresa desde el año 2016 ha venido presentando atrasos en los tiempos de entrega de los proyectos de obras civiles, los cuales no se ejecutan según la programación inicial. Lo que genera pérdidas significativas en las utilidades y la disminución en la satisfacción del cliente. Desde inicio de 2018 se encuentra en la ejecución de una obra llamada CCE 034 patios sitio 17 Contecar, que presenta más de 45 días de atrasos en la fecha pactada de entrega con el contratante, lo que ha conllevado a un número significativo de quejas y reclamos por parte del cliente y aumento en los costos y gastos presupuestado inicialmente para la culminación del proyecto.

Para el diagnóstico e identificación del problema en la empresa Construcciones Compresores Y Equipos, se llevaron a cabo varias visitas de campo a las instalaciones, igual que entrevistas estructuradas con el gerente, director, coordinador de proyectos ingeniero residente, también se aplicó una lista de chequeo al personal operativo y



líderes de procesos donde se evalúan aspectos como método que utilizan, mano de obra, medición, maquinaria, materia prima y medio ambiente.

Donde se pudo detectar que la causa principal del incumpliendo a los clientes es la falta de conocimiento de una un método o herramienta de programación que permita realizar seguimiento al plan maestro inicial de la ejecución del proyecto. También surgen otras causas secundarias, como:

- Maquinaria Averiada: Los equipos en ocasiones se averían cuando se está realizando actividades lo que genera demoras en la culminación de las actividades asignada.
- Falta de información oportuna por parte del ingeniero residente: El ingeniero residente quien es el encargado de la obra no envía un informe diario de avance.
- Falta de conocimiento de herramienta planificación de la producción: La empresa cuenta con Microsoft Project, pero esta herramienta solo la utiliza el director de obra.

Dado lo anterior el problema genera a la empresa una serie de consecuencias tal como se describen a continuación:

- Quejas de los clientes: Manifiestan inconformidad porque no se cumple con lo pactado inicialmente.
- Pérdida de clientes actuales y prospectos: Debido a la calificación que le dan a en tiempos contractuales es negativa, no recomiendan a la empresa cuando se requieran referencias para nuevos trabajos.
- Perdidas en las utilidades: Debido a que para poder cumplir al cliente y evitar sanciones por los incumpliendo con el plazo contractual la empresa se ve obligada manejar turnos lo que genera horas extras o más maquinarias no contempladas inicialmente en el costo del proyecto.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cómo diseñar propuesta para la mejora en el cumplimiento de la entrega de los proyectos de obras civiles en la empresa Construcciones Compresores y Equipos S.A.S.?

### **1.3. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA**

**1.3.1. Delimitación Espacial.** El presente proyecto se trabajará en La empresa se encuentra ubicada en el barrio Bellavista carrera 57b No. 5ª 07, Cartagena, Bolívar. Es una empresa que tiene como actividad industrial ofrecer servicios de Demoliciones, ingeniería civil, eléctrica y mecánica, alquiler de maquinarias y equipos, mantenimiento y montajes de estructuras.

**1.3.2. Delimitación temporal.** El presente proyecto se abordará con un análisis de los proyectos ejecutados del 01 de noviembre de 2016 a febrero 2018.

La delimitación temporal es abordada en los proyectos ejecutados y activos a la fecha con especial atención al proyecto CCE 034 Patios de contenedores Contecar mediante la utilización de la herramienta Last planner” y “Sistema Pull”.

## 2. JUSTIFICACIÓN

La mayoría de las empresas tienen como ideal ser eficientes y productivas Flores y Castillo (2013) expresan:

En la actualidad se puede observar que las empresas e instituciones fijan el objetivo a una Administración por Procesos con el fin de poder tener control y monitoreo de la gestión que se realiza, lo cual permite implementar mejoras continuas. Esta metodología es de gran beneficio ya que ayuda a aumentar la productividad de la organización, manteniendo un orden estructurado con formatos. (p.6)

Para mantener ese control es necesario contratar personas capacitadas para ayudar en el desarrollo de la misma.

El presente proyecto busca mostrar herramientas que permitan mejorar los indicadores de entrega de los proyectos de obras civiles programados y ejecutados de la empresa Construcciones Compresores y Equipos S.A.S., tomando como base las diferentes herramientas que existen para llevar a cabo de manera adecuada la programación y ejecución referente a las temáticas proporcionadas en la escuela de ingeniera industrial.

El desarrollo de este proyecto está encaminado a la elaboración de un estudio que permita analizar los principales problemas de ejecución de los proyectos del proceso ejecución de obras civiles de esta empresa y así poder plantear una propuesta de mejora o posible solución a dicha problemática.

Se hace necesario hoy día la implementación de herramientas de producción que garanticen el cumplimiento en la ejecución de las actividades, mediante el seguimiento que dichas herramientas proporcionan a los administradores de proyectos y que permitan identificar aquellas actividades críticas; que ponen en riesgo el desarrollo del proyecto, pues sí no son ejecutadas en el tiempo óptimo, siendo estas el foco para la

toma de decisiones para que dichas actividades no se retrasen bajo ninguna circunstancia.

Es trascendental que la programación inicial al proyecto, coincida con lo cotizado y lo programado para la entrega, que se evidencie el compromiso con los requerimientos iniciales del cliente utilizando herramientas de la ingeniería que demuestren el desarrollo normal de las actividades, para que todas las áreas de la empresa, trabajen mancomunadamente en el desarrollo de la ejecución según lo planeado y en el control de los proyectos.

Las mejoras en la planeación y ejecución de los proyectos permitirán evidenciar las características que requieren el cliente, y tomar los tiempos reales de programación y entrega de las actividades a desarrollar, para evitar los imprevistos o retrasos el tiempo de entrega se realice de manera que no generen mudas y fallas en las entregas del servicio requerido por el cliente.

Además, analizar las particularidades vitales de los proyectos al verificar los recursos que hacen parte de este, evaluar la ruta crítica para conocer los puntos que pueden ser débiles al momento de un retraso, y generar planes de contingencia ante esa problemática que se pueda presentar.

El desarrollo de este proyecto, será un punto de partida de más investigaciones o implementación de sistemas Lean Construction en la planeación, programación y específicamente ejecución de las obras civiles y la finalidad de esto es entendida de la siguiente forma “es que no debe pasar un día sin que se haya hecho alguna clase de mejoramiento en algún lugar que se realicen actividades” (Masaaki Imai, 1992).

El beneficio a obtener para la empresa es lograr visualizar o encontrar una falla del proceso guiado y enfocado hacia el problema planteado, de acuerdo con una serie de técnicas y así identifique la falla de dicho problema. Lo cual lo mostrará como un agente con competencias diferenciadoras “con bases suficientemente sólidas que les

permitan incursionar exitosamente en un mundo que está cambiando de manera vertiginosa. (Ramírez, 2009)

### **3. OBJETIVOS**

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

Mejorar el cumplimiento de las actividades del proyecto de obras civiles de la empresa Construcciones Compresores y Equipos S.A.S., mediante la aplicación de herramientas Lean Construction.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Caracterizar la situación actual de los proyectos ejecutados de la empresa por medio del estudio de indicadores, que permita la identificación del proceso productivo, actividades relacionadas, recursos disponibles y cumplimientos.
- Examinar causas y fallas que generan los retrasos en la entrega de los proyectos de obra civiles de la empresa mediante diagrama de Ishikawa
- Definir las variables y parámetros requeridos para la programación de las actividades del proyecto de obras civiles de la empresa, por medio de la herramienta Microsoft Project
- Diseñar un plan de mejora en proceso de gestión de proyectos, mediante las herramientas “Last planner” y “Sistema Pull”, que permita servir de base para una eficiente planeación y control de los proyectos

## 4. MARCO REFERENCIAL

### 4.1. ANTECEDENTES

Los aspectos que más influyen en la organización de una empresa son la planeación, la programación, la ejecución y el control de la producción. Siguiendo un ordenamiento lógico, la programación de la producción debe ser un paso posterior a la planeación. Con la programación se determina cuándo se debe iniciar y terminar cada lote de producción, qué operaciones se van a utilizar, con qué máquina y con qué operarios. Un buen programa de producción trae algunas ventajas para la empresa. Entre ellas están (Plan Maestro ):

- Los pedidos se pueden entregar en las fechas estipuladas.
- Se calculan las necesidades de mano de obra, maquinaria y equipo. Así habrá una mejor utilización de estos recursos.
- Se pueden disminuir los costos de fabricación.

Los antecedentes relacionados a continuación están fundamentados en tesis y proyectos de grado similares realizadas anteriormente por estudiantes de diferentes universidades a nivel nacional. Estas investigaciones tienen como objetivo la búsqueda de la mejora continua en las diferentes etapas de los proyectos de diferente empresa, con la finalidad de buscar el crecimiento y la confiabilidad en el mercado.

A continuación, se anexa los proyectos en los cuales se implementaron propuestas de programación de la producción. (Ver Tabla 1).

Tabla 1.

Casos de aplicación de plan maestro de producción.

| Autor-año        | Titulo   | Problema  |
|------------------|--|---|
| García<br>Brenda | Coronado<br>Impacto de la gestión en obra<br>utilizando la programación de | Falta de conocimiento de<br>un método efectivo para |

|                                    |  |  |
|------------------------------------|--|--|
| Erickson Fernández (2015).         | la cadena critica en la construcción civil residencial mostacero en el distrito de Trujillo, ciudad de Trujillo, departamento de la libertad. (Universidad Privada Antenor Orrego) | cumplir con: los plazos ofertados o más cortos al cliente, ofrecer un producto final de mejor calidad optimizando su producción y generando una importante ventaja competitiva en el mercado.                |
| Luis Ángel Carazas Cotrina (2014). | Planificación y control del costo y plazo de la construcción del proyecto de oficinas Schreiber 220. (PUCP)  | No se utiliza las herramientas necesarias para poder desarrollar y controlar las dos componentes de mayor impacto en la gestión de un proyecto los cuales son el costo y el tiempo.                          |
| Oswaldo García Díaz (2012).        | Aplicación de la metodología Lean Construction en la vivienda de interés social. (Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá)  | Falta de una metodología que pueda mostrar cómo se puede mejorar el desarrollo de un proyecto de vivienda de interés desde su fase de planeación hasta su liquidación mejorando el proceso de planificación. |
| Carlos Fernando Oroz Tito (2015)   | Aplicación de herramienta de planeamiento Look Ahead en construcción de proyecto inmobiliario multifamiliar de   | Falta de una metodología de control que permita implantar una política de gestión de obra en la  |



|  |  |  |
|--|--|--|
|  | 10 pisos (Cybertesis - URP)  | etapa de estructuras, que permita ahorros en tiempo y costos de las futuras obras a realizar.  |
| David Alejandro Porras Moya<br>Jhon Edinson Díaz<br>(2015)                                   | La planeación y ejecución de las obras de construcción dentro de las buenas prácticas de la administración y programación del proyecto torres de la 26 Bogotá – Colombia. (Universidad Católica de Colombia) | Falta de procedimientos adecuados para las prácticas en la elaboración de la planeación, costos y presupuesto del proyecto torres de la 26.                  |
| Salvador Esparza Cruz<br>Miguel H. Martínez Ramírez.<br>(Porras Moya & Díaz, 2015)<br>(1997) | Planeación, programación y control de obra. (Esparza Cruz & Martínez Ramírez, 1997)  | Falta de metodología y herramienta que involucren la planeación, programación y control de obra pariendo del fallo de la oferta hasta el término de la obra. |

Fuente: Elaboración propia

## 4.2. MARCO TEÓRICO

En primera instancia el presente proyecto se fundamenta en las bases teóricas del concepto del Lean, que a su vez derivan en metodología adaptadas como Lean Manufacturing y su evolución en el sector de las construcciones como lo es el Lean Construction. La finalidad de los mismos es establecer los pasos requeridos para cumplir las actividades de cualquier proceso y así eliminar tiempos sin valor. (Hernández Matías & Idoipe, 2013)

### 4.2.1 Lean Manufacturing

Esta metodología al ser activa permite que cada etapa se lleve a detalle y se encuentre una solución apropiada a los contratiempos presentados, lo que aporta un desarrollo continuo en las actividades organizacionales. Lo cual se puede traducir de la siguiente forma la correcta aplicación de esta metodología puede ayudar en la optimización del tiempo disponible para un proyecto, es decir acortar los tiempos invertidos en las actividades y se convierte en menos horas hombre para un mismo proyecto si se trae al ámbito de las construcciones de obras civiles (Roqueme & Suarez, 2015).

De acuerdo a los estudios realizados por William Field, el Lean Manufacturing debe ser entendido específicamente como una metodología que se encarga de construir un sistema de producción adaptado a las necesidades del consumidor, por ello, el mejoramiento de los procesos productivos tiene como uno de sus elementos constituyentes la flexibilidad (Máynez-Guaderrama, Cavazos-Arroyo, & Valles Monge, 2016).

Lean Manufacturing es una metodología enfocada en diseñar un sistema de producción robusto que sea responsivo, flexible, predecible y consistente. Esto conlleva a un sistema operativo enfocado en el mejoramiento continuo a través de una fuerza de trabajo auto dirigida y alineada con los requerimientos de rendimiento del consumidor

En este punto coincide lo indicado por Field con el análisis de Hobbs, pues para este último el Lean Manufacturing aparece también como una metodología encargada de maximizar la eficiencia de los procesos productivos, disminuyendo los tiempos de producción, en tanto que se anulan al máximo –o esta es la pretensión– los elementos que retrasan el proceso:

Las metodologías lean aplicadas a manufactura son una serie de técnicas en donde el tiempo de trabajo requerido para producir un producto se hace secuencialmente, un producto a la vez, con una tasa previamente formulada, sin tiempos de espera, de cola

u otros retrasos. La meta de lean Manufacturing es establecer y diseñar una línea de producción capaz de producir múltiples productos usando solo el tiempo mínimo requerido para fabricar un producto

En este orden de ideas, el sentido último del Lean Manufacturing es evitar los distintos tipos de errores que se pueden insertar en todo proceso productivo, los cuales son denominados como despilfarros u operaciones que no agregan valor, pues cada error supone reinvertir tiempo en su corrección, y la utilización del tiempo en la corrección es retraso y pérdida del proceso productivo. El Lean Manufacturing aparece entonces como un modo de hacer frente al despilfarro, a la par que garantice productos acabados en el tiempo deseado y con la calidad exigida por los consumidores.

Por otro lado, el Lean Manufacturing es justamente una metodología que pretende hacer frente al desperdicio de tiempo en la producción, a las fallas de calidad en los productos realizados, y a una planificación que nunca se lleva a término, por situaciones que no alcanzan a ser solucionados en la realidad por los distintos enfoques con los que se abordan, pues se dificulta mucho extraer el saber teórico y aplicarlo en el mundo práctico. (Hernández Matías & Vizán Idioppe, 2003)

Las metodologías lean aplicadas a manufactura son una serie de técnicas en donde el tiempo de trabajo requerido para producir un producto se hace secuencialmente, un producto a la vez, con una tasa previamente formulada, sin tiempos de espera, de cola u otros retrasos. La meta de lean Manufacturing es establecer y diseñar una línea de producción capaz de producir múltiples productos usando solo el tiempo mínimo requerido para fabricar un producto. (Dennis P. s/f)

En este orden de ideas, el sentido último del Lean Manufacturing es evitar los distintos tipos de errores que se pueden insertar en todo proceso productivo, los cuales son denominados como despilfarros u operaciones que no agregan valor, pues cada error supone reinvertir tiempo en su corrección, y la utilización del tiempo en la corrección es retraso y pérdida del proceso productivo. El Lean Manufacturing aparece entonces

como un modo de hacer frente al despilfarro, a la par que garantice productos acabados en el tiempo deseado y con la calidad exigida por los consumidores.

#### **4.2.2. Lean Construction**

El Lean Construction es un enfoque del Lean Manufacturing orientado a la gestión de proyectos del ámbito de la construcción que cambia por completo la filosofía de realizar los proyectos. Esta filosofía busca reducir al máximo las pérdidas que se ocasionan en los proyectos aplicando técnicas que incrementen la productividad del proceso de construcción y maximicen el valor del proyecto final. (Botero Botero & etal, Last planner, 2005)

Tal incremento de productividad se observa en la medida que se siguen los pasos que se determinan en la planificación además del seguimiento constante y el control a cada una de las actividades para que no se desvíen con respecto a lo planeado.

Los procesos de construcción de obra y de operación del proyecto se diseñan al unísono para aumentar la flexibilidad frente a los cambios no previstos y la adaptabilidad a los requerimientos del cliente. El trabajo del proyecto se estructura sobre los procesos. De esta forma se reducen las pérdidas durante el desarrollo de la obra. (Botero Botero & etal, Last planner, 2005).

De lo anterior se puede resaltar que la no flexibilidad de los proyectos hace que se dé pérdidas constantes tanto en materiales, capital como también en tiempo, y se presentan problemas pues como las actividades son consecuentes no se puede iniciar una actividad sin haber terminado la anterior.

Por este motivo la correcta planificación y reducción de pérdidas de tiempo en este sector abre la puerta a grandes mejoras en la productividad y en los resultados; Botero en este caso recomienda que la filosofía del Lean Construction debe aplicarse desde

la fase del proyecto hasta la finalización de la obra, para ello puede seguirse el siguiente esquema:

- En primer lugar, hay que realizar un diagnóstico de las diferentes actividades que hay que llevar a cabo. Se trata de medir que cantidad de esas actividades aportan valor a los productos finales y cuáles no. Para realizar esta cuantificación existen muchas técnicas, entre ellas destaca “la técnica de los 5 minutos”.
- Una vez obtenida la información del paso anterior se almacena y se obtienen las estadísticas sobre las pérdidas existentes en cada una de las actividades.
- En el tercer paso se propone identificar y analizar la magnitud de dichas pérdidas antes de continuar.
- A continuación, con las conclusiones obtenidas se deben determinar las estrategias a seguir para reducir al máximo las pérdidas detectadas y aumentar la productividad.
- Por último, se aplican las estrategias definidas en el paso anterior directamente en la obra. (Porras, Sánchez & Galvis, 2014).

Por otro lado, es importante estar actualizado ante las novedades del medio en el que se desarrollan las actividades y las tendencias del mercado para no perder oportunidad si olvidar incluir al cliente en la construcción del proyecto lo cual ayuda a rendir el sistema de confiabilidad de los procesos.

- ***Mejora de la productividad con el Lean Construction.***

Los resultados del Lean Construction se reflejan en una disminución del coste, un aumento de la calidad y una reducción en el plazo de entrega de las construcciones, además del mayor valor ofrecido al cliente, considerando sus necesidades y valorando

el impacto en la sociedad y en el medio ambiente. De acuerdo con Aguirre Alvarez & et al, (2014), algunas de las ineficiencias (“desperdicios” o mudas) que pueden tener lugar en la construcción y que podrían evitarse con el método Lean Construction son:

- Tiempos de espera por insuficientes equipos, herramientas o materiales.
- Tiempos de espera debido a actividades anteriores inacabadas o mal realizadas.
- Tiempos de espera por falta de una correcta instrucción para realizar el trabajo (estándares de trabajo).
- Tiempo de inactividad debido a la actitud del trabajador o al exceso número de trabajadores en un área determinada de trabajo (se genera sobreproducción en momentos puntuales).
- Desplazamientos innecesarios provocados por recursos insuficientes y por falta de una adecuada planificación.
- Acumulación de materiales en plazos no adecuados (se generan almacenes e inventarios innecesarios).
- Retrasos por incumplimiento de las especificaciones y cambios en el diseño.

- ***Visualización de las tareas en el Lean Construction***

Para el diseño de un sistema Lean Construction que reduzca tiempo, esfuerzo y materiales que no aportan valor, es necesaria la colaboración desde las primeras etapas de todos los participantes en el proyecto, el propietario, contratistas, administradores de instalaciones y el usuario final. (Botero Botero & Álvarez Villa, Guía de mejoramiento continuo, 2004)

Una de las herramientas empleadas en Lean Construction es el Value Stream Mapping (VSM) o Mapa del Flujo de Valor, que permite comparar el tiempo del ciclo global de la actividad y las horas dedicadas con la estimación del proyecto. Además de tablas y esquemas más complejos, la herramienta permite visualizar las tareas a realizar de una forma muy sencilla. Gracias a esta herramienta de trabajo, todo el equipo puede

participar en la planificación detallada del trabajo a corto y medio plazo. (Progressa lean Expertos en mejora continua y herramientas Lean)

- ***Principios del Lean Construction***

La industrialización de la construcción es muy compleja, por esto es importante regirse de normas o principios que encaminen hacia un mejor entendimiento de lo que implica la implementación de Lean Construction en cualquier proyecto de ingeniería civil. (Agudelo Acevedo, Hernández Vásquez, & Cardona Ramírez, 2012)

Algunos principios por los se puede regir con la filosofía Lean Son:

- Identificar el valor del proyecto e incrementarlo bajo las necesidades del cliente
- Programar el flujo de valores (Value stream mapping)
- Simplificar y minimizar pasos y etapas (Flow)
- Implementar la entrega por demanda (Pull)
- Buscar la perfección y el desarrollo continuo
- Reducir la variabilidad
- Reducir los tiempos de ciclo
- Incrementar de la flexibilidad
- Incrementar la transparencia
- Otorgar poder de decisión a los trabajadores
- Benchmarking (Modelos de éxito)
- Herramientas del Lean Construction

Para un entendimiento óptimo de Lean Construction, es necesario entender cuáles son las funciones de cada una de las herramientas que forman parte del mismo. Estas existen, como forma de simplificar la aplicación de Lean Construction en los procesos de administración y gestión de una obra. Las herramientas no son más, que la aplicación de los principios teóricos a la práctica profesional (Despradel, Guerrero, & Jourdain, 2011)

### 4.2.3 Programación de los proyectos

La programación del proyecto, a diferencia de la planeación de este, es más específica. La programación establece tiempos para la realización de las diversas fases del proyecto. En la programación el administrador considera las muchas actividades de un proyecto global y las tareas que han de llevarse a cabo, relacionando éstas entre sí coherentemente y conforme al calendario.

El “Statement Of Work” es un plan detallado que expande el proyecto en una lista de actividades necesarias para terminar el proyecto, elaborado por el líder de proyecto. Cada proyecto se divide en actividades más pequeñas y después en elementos hasta que sea identificable la responsabilidad de su realización. Cada actividad es programada de acuerdo a su interrelación con otras. (Ebert, Adam,1991).

- ***Grafica de Gantt***

Herramienta popular en la programación de la producción y de proyectos. Cada actividad está inscrita sobre el eje vertical. El eje horizontal es el tiempo y la duración anticipada de cada actividad, así como la duración real.

Muestra actividades o eventos en función del tiempo, cada barra horizontal inicia en la fecha de inicio de la actividad y finaliza en su fecha de terminación.

La gráfica indica también el tiempo más temprano (o próximo) posible de inicio de cada actividad. Conforme cada actividad (o parte de ella) es terminada, se sombrea la barra apropiada.

Se utiliza principalmente como dispositivo de registro para seguir el avance en el tiempo de las sub tareas de un proyecto. La frase “dentro de programa” significa que ha sido terminada en un tiempo no posterior al tiempo más próximo de terminación



Ventajas:

Fáciles de entender, una barra por actividad, es fácil de cambiar, usa pocos datos, muestra los avances.

Desventaja:

- No revela: cuales actividades son predecesores inmediatos de otras actividades; la Interdependencia de actividades; el efecto de actividades retardadas; detalles de la actividad.

#### **4.2.5 Planificación y programación de proyectos**

En términos generales, Planificar un proyecto consiste en definir los objetivos, el trabajo a realizar, los recursos disponibles, el plazo y el presupuesto. Más concretamente, en la fase de planificación se debe:

- Definir el proyecto, especificando los objetivos, recursos disponibles, tiempo necesario y presupuesto general.
- Dividir el trabajo (fases, departamentos, servicios,).
- Dividir el trabajo en actividades o tareas.
- Representar el diagrama de descomposición del trabajo adecuado.
- Establecer las relaciones de precedencia entre actividades.
- Estimar la duración de las actividades determinando los recursos implicados y estimando las necesidades de éstos por parte de las actividades.

Por otra parte, programar es establecer un calendario de ejecución del proyecto. Por tanto, una buena programación debe tener en cuenta tiempos, recursos y costes. (Centro de Investigación Operativa )

#### **4.2.6. Último Planificador (Last Planner System)**

El sistema denominado Último Planificador, herramienta más utilizada dentro de la filosofía de Lean Construction, presenta cambios fundamentales en la manera como los proyectos son controlados y planificados.

El método incluye la definición de unidades de producción y el control del flujo de actividades, mediante asignaciones de trabajo. Adicionalmente facilita la obtención del origen de los problemas y la toma oportuna de decisiones relacionada con los ajustes necesarios en las operaciones para tomar acciones a tiempo, lo cual incrementa la productividad.

El Último Planificador está compuesto por tres fases o componentes, las cuales se enfocan en diferentes periodos de tiempo y a su vez en detalles de planificación:

La primera de estas es la Planificación General y el plan maestro de la ejecución del proyecto. En segundo orden la Planificación Intermedia (Lookahead), que consiste en detallar por periodos de 4 a 6 semanas la Planificación general, de modo que no existan desperdicios (materiales y tiempo); por último, se tiene la Planificación Semanal, donde se realiza por medio del Porcentaje de Actividades Completadas (PAC), midiendo el porcentaje del plan Completado y permitiendo aprender de las causas de no cumplimiento. Botero Botero, L. F., & etal. (2005).

#### **4.2.7. Técnicas de programación**

Las técnicas de planificación se ocupan de estructurar las tareas a realizar dentro del proyecto, definiendo la duración y el orden de ejecución de las mismas, mientras que las técnicas de programación tratan de ordenar las actividades de forma que se puedan identificar las relaciones temporales lógicas entre ellas, determinando el calendario o los instantes de tiempo en que debe realizarse cada una. La programación debe ser coherente con los objetivos perseguidos y respetar las restricciones existentes (recursos, costos, cargas de trabajo, etc....).

La programación consiste por lo tanto en fijar, de modo aproximado, los instantes de inicio y terminación de cada actividad. Algunas actividades pueden tener holgura y otras son las actividades críticas (fijas en el tiempo).

Pasos:

- Construir un diagrama de tiempos (instantes de comienzo y holgura de las actividades).
- Establecer los tiempos de cada actividad.
- Analizar los costos del proyecto y ajustar las holguras (proyecto de costo mínimo).

Resultados:

- Disponer de un diagrama de tiempos.
- Conocer actividades críticas y determinar la necesidad de recursos.
- Según los resultados que se desea conocer, se puede hacer uso de unas determinadas herramientas o de otras. (ROMERO LOPEZ, C.1993)

- **Microsoft project**

La administración de proyectos es simplemente la planificación, organización y administración de tareas y recursos necesarios para llevar a cabo un objetivo definido, normalmente con limitación de tiempo y costos.

Microsoft Project (o MSP) es un software de planificación de proyectos diseñado, desarrollado y comercializado por Microsoft para asistir a administradores de proyectos en el desarrollo de planes, asignación de recursos a tareas, dar seguimiento al progreso, administrar presupuesto y analizar cargas de trabajo. Es una herramienta de trabajo para administradores y jefes de proyectos, utilizada para organizar y seguir las tareas de forma eficaz, para evitar así los retrasos y no salirse del presupuesto previsto.

El Project es una herramienta que se puede aplicar en cualquier área en donde se trabaje por planeación de proyectos, es decir, en casi todo. Estas áreas pueden ser el

ramo de la construcción, ramo industrial, comercial y en general todas las empresas públicas o privadas que quieran mejorar la organización y gestión de sus proyectos. Básicamente, crea programas y sigue su proceso, además de calcular costos. También se podrá controlar los recursos asignados a cada tarea o actividad relacionada con el proyecto y hacer cálculos de rutas críticas para optimizar tiempo y recursos. (Urdaneta, 2016)

Es un programa o software para la gestión de proyectos. Esta aplicación permite organizar la información acerca de la asignación de tiempos a las tareas, los costos asociados y los recursos, tanto de trabajo como materiales, del proyecto para que se puedan respetar los plazos sin exceder el presupuesto y conseguir así los objetivos planteados.

- Características y usos de Microsoft Project

Microsoft Project es una herramienta de trabajo para administradores y jefes de proyectos, utilizada para organizar y seguir las tareas de forma eficaz, para evitar así los retrasos y no salirse del presupuesto previsto. Básicamente, crea programas y sigue su proceso, además de calcular costos y se puede complementar con elementos de *Microsoft Excel*.

### 4.3. MARCO CONCEPTUAL

A continuación, se presentan varios conceptos que son vitales para el entendimiento de los fundamentos teóricos:

- **Desperdicio:** Es todo aquello que no agregue valor a la producción. (Ávila Ramírez, 2007)
- **Eficiencia:** Es la relación existente entre los recursos utilizados en un proyecto y los logros conseguidos con el mismo. (Carrizo Moyano, 2011)

- **Mejoramiento Continuo:** Para mejorar un proceso, significa cambiarlo para hacerlo más efectivo, eficiente y adaptable, qué cambiar y cómo cambiar depende del enfoque específico del empresario y del proceso. (Harrinson, 1993; Morera Cruz, 2002)
- **Lean:** Sistema de gestión iniciado por Toyota que implica a los empleados de una compañía a crear flujos en los procesos y crear valor para los clientes. Lean con lleva a hacer más con menos recursos, eliminar lo que no aporta valor añadido a los procesos, implica a los empleados en la mejora continua. (Lefcovich, 2007)
- **Optimización:** La optimización para este caso se refiere a facilitar a las empresas la mejor manera de utilizar sus recursos para conseguir lo que se quiere. (Ramos de la Cruz, 2015)
- **Proceso:** puede ser definido como un conjunto de actividades enlazadas entre sí que, que inician de uno o más inputs (entradas) los transforma, y logra un output (resultado). (Valdés Herrera, 2010)
- **Porcentaje De Cumplimiento:** Un porcentaje de cumplimiento es el porcentaje de tiempo durante el cual una restricción de calidad del servicio permanece en los umbrales de un período de tiempo definido. (López, 2001).
- **Proyecto:** El término proyecto proviene del latín proiectus y cuenta con diversas significaciones. Podría definirse a un proyecto como el conjunto de las actividades que desarrolla una persona o una entidad para alcanzar un determinado objetivo. Estas actividades se encuentran interrelacionadas y se desarrollan de manera coordinada. (López, 2001).
- **Proyecto Civil:** Es el conjunto de documentos mediante los cuales se define el diseño de una construcción antes de ser realizada. Es el documento base sobre el

que se desarrolla el trabajo de los ingenieros y proyectistas de distintas especialidades. (Sánchez-Losada, 2012).

- **Producción:** La producción es el estudio de las técnicas de gestión empleadas para conseguir la mayor diferencia entre el valor agregado y el costo incorporado consecuencia de la transformación de recursos en productos finales. (López, 2001).
- **Productividad:** es una medida que suele emplearse para conocer qué tan bien se utilizan sus recursos (o factores de producción) un país, una industria o una unidad de negocios. Dado que la administración de operaciones y suministro se concentra en hacer el mejor uso posible de los recursos que están a disposición de una empresa, resulta fundamental medir la productividad para conocer el desempeño de las operaciones. En esta sección se definen varias medidas de la productividad. A lo largo del libro, se definirán muchas otras medidas del desempeño relacionadas con el material. (Chase & Aquilano, 2006).
- **Sistema Pull:** Son sistemas producción rápido y flexible de jalados por la necesidad existente en donde los tamaños de las órdenes de producción son pequeños, se generan bajos costos por inventarios, y un bajo riesgo por obsolescencia del producto. Este enfoque es conveniente cuando se compite por innovación y flexibilidad, y su implantación requiere de información. (Sánchez-Losada, 2012).
- **Sistema Push:** Este enfoque es conveniente cuando la manufactura del producto enfrenta importantes economías de escala y, en particular, cuando la demanda es estacional se aplica la estrategia de mantener inventarios para la temporada pico, así se evita invertir en capacidades de producción muy altas. (Sánchez-Losada, 2012)

- **Variable:** Es una propiedad, característica, elemento, objeto, cualidad, etc., que puede fluctuar y cuya transición y actuar es susceptible de medirse y observarse. (Castillo, 2014)

#### 4.4. MARCO LEGAL

Normativas que rigen la construcción en Colombia:

- Resolución 020 de 1951  
Reglamenta los artículos 349 y 359 del código sustantivo de trabajo.
- Resolución No. 02413 de mayo 22 de 1979:  
Reglamento de higiene y seguridad para la industria de la construcción, cuyo contenido es: aspectos generales de la construcción, aspectos médicos y paramédicos, habilitación ocupacional, organización del programa de salud ocupacional, obligaciones de los trabajadores, de los campamentos provisionales, de las excavaciones, de los andamios, medidas para disminuir altura de libre caída, escaleras, de la demolición y remoción de escombros, protección para el público aceras, explosivos, medidas de seguridad, quemaduras, vibraciones, ruido, maquinaria pesada, de las herramientas manuales, de la ergonomía en la construcción, de los comités paritarios de higiene y seguridad, equipos de protección personal cinturones de seguridad, herrajes, cascos de seguridad, otros elementos de protección personal: guantes para trabajo en general, botas de seguridad, primeros auxilios, el trabajador menor en la construcción y sanciones.
- Resolución No. 02400 de mayo 22 de 1979  
Normas sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo. Dicha resolución contiene los siguientes títulos o apartados: disposiciones generales, campo de aplicación, obligaciones de los patronos, obligaciones de los trabajadores, de los inmuebles destinados a establecimientos de trabajo, edificios y locales, servicios de higiene, servicios permanentes, de la higiene en los lugares de trabajo. Los trabajos de pintura a presión, de la construcción,

de la demolición y remoción de escombros, de las excavaciones, de los andamios y escaleras, de los túneles y trabajos subterráneos, de las canteras y trituración, del trabajo de mujeres y menores, disposiciones finales.

- Resolución 08321 de agosto 4 de 1983:  
Normas sobre protección y conservación de la audición, de la salud y bienestar de personas
- Resolución 132 de enero 18 de 1984  
Normas sobre presentación de informe de accidente de trabajo.
- Resolución 02013 de junio 6 de 1986:  
Reglamento para la organización y funcionamiento de los comités, de medicina, higiene y seguridad industrial en lugares de trabajo.
- Resolución 01016 de marzo 31 de 1989  
Reglamento de la organización, funcionamiento y forma de los programas de salud ocupacional.
- Resolución 13824 de octubre de 1989  
Medidas de protección de salud
- Resolución 001792 de 3 de mayo de 1990  
Valores límites permisibles para la exposición ocupacional al ruido.
- Resolución 09013 de 12 de julio de 1990  
Normas y procedimientos relacionados con el funcionamiento y operación de equipos de rayos x y otros emisores de radiaciones ionizantes.
- Resolución 006398 de 20 de diciembre de 1991  
Procedimiento en materia de salud ocupacional.
- Resolución 1075 de marzo 24 de 1992:  
Actividades en materia de salud ocupacional.
- Resolución 2284 de abril 14 de 1994  
Por la cual se le delega y reglamenta la expedición de licencias de salud ocupacional para personas naturales y jurídicas, y su supervisión y vigilancia por las direcciones seccionales y locales de salud.
- Resolución 003465 de octubre 5 de 1994



Integra juntas de calificación de invalidez.

- Resolución 3716 de noviembre de 1994  
Por el cual se establece un procedimiento para la realización del examen médico preocupaciones del embarazo.
- Resolución 3941 de noviembre 24 de 1994  
Por el cual queda prohibido la práctica de la prueba de embarazo como pre requisito para la mujer pueda acceder a un empleo.
- Resolución 4050 diciembre 6 de 1994  
Reglamenta el examen de ingreso.
- Resolución 1602 mayo 18 de 1995  
Modelos de reclamación para víctimas de eventos catastróficos.
- Resolución 2328 de julio 15 de 1996  
Se delega y reglamenta la expedición de licencias de salud ocupacional. Diario oficial 42841
- Resolución 3997 de octubre 30 de 1996  
Establecen actividades y procedimientos para el desarrollo de las acciones de promoción y prevención en el sgsss.
- Resolución 4445 de 1996:  
Se dictan normas para condiciones sanitarias de establecimientos hospitalarios y similares.
- Resolución 741 de marzo 14 de 1997  
Se imparten instrucciones sobre seguridad personal de usuarios para instituciones y demás prestadores de servicios de salud.
- Resolución 9467 de julio 26 de 1997  
Se suspende parcialmente la aplicación de la resolución 3369 de 14/03/1991 sobre envasado de agua potable.
- Resolución 4252 noviembre 12 de 1997  
Normas técnicas, científicas y administrativas para los requisitos esenciales.
- Resolución 1830 de junio 26 de 1999

Se adopta la codificación única de especialidades en salud, ocupacionales, actividades económicas y medicamentos esenciales.

- Resolución 1995 de julio 8 de 1999  
Se establecen normas para el manejo de historia clínica.
- Resolución 2387 de agosto 12 de 1999:  
Se oficializa la NTC 512-1, sobre rotulado industrias alimentarias.
- Resolución 2569 de setiembre 1 de 1999  
Proceso de calificación de eventos de salud en primera instancia.
- Resolución 2569 de setiembre 1 de 1999
- Se reglamenta el proceso de calificación de eventos en primera instancia, dentro del SGSSS. Do 43705.
- Resolución 412 de febrero 1 del 2000:  
Se establecen actividades y procedimientos de demanda inducida y obligatoria
- Resolución 1078 de mayo 2 del 2000:  
Se modifica resolución 412/2000 sobre normas de prevención y promoción.
- Resolución 1745 de junio 30 del 2000  
Modifica la vigencia del artículo 20 de la resolución 412/2000.
- Resolución 2333 de setiembre 11 del 2000:  
Por la cual se adopta la primera actualización de la clasificación única de procedimientos en salud. Diario oficial, nº 44184.
- Resolución 3384 de diciembre 29 del 2000:  
Por la cual se modifican parcialmente las resoluciones 412 y 1745 de 2000 y se deroga la resolución 1078 de 2000.
- Resolución 1895 de enero 19 del 2001:  
Se adopta la clasificación estadística internacional de enfermedades cie 10 revisión. Do 44673.
- Resolución 1192 de diciembre 20 del 2001:  
Se elimina la obligatoriedad de algunas normas técnicas colombianas oficiales obligatorias.
- Resolución 1875 del 2001:

Por el cual se crea el subsistema de información de salud ocupacional y riesgos profesionales.

- Resolución 166 de enero 1 del 2002:  
Se establece el día de la salud en el mundo del trabajo. Diario oficial 44526.
- Resolución 730 de julio 7 del 2002:  
Se prorroga la fecha de cumplimiento de codificación, de clasificación internacional de enfermedades, de la resolución 1895/2001. Do 44845.
- Resolución 890 de julio 10 del 2002:  
Se dictan disposiciones sobre la información de afiliación al sgsss. Incluye anexo técnico.
- Resolución 1896 de enero 12 del 2002:  
Se sustituye la clasificación de procedimientos contemplada en resolución 2333/2000.

## 5. DISEÑO METODOLÓGICO

### 5.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Este tipo de investigación se fundamenta en primera instancia por ser de tipo descriptiva la cual se basa entendida desde el punto de vista del autor Cesar Bernal (2010) como:

- **Descriptiva:** Se busca poner en conocimiento todo lo relacionado en cuanto a caracterización y diagnóstico de la empresa desde el inicio hasta el final del proyecto.
- **Cuantitativa:** Debido a los indicadores que serán procesados y analizados principalmente en la medición de tiempos de entrega y satisfacción del cliente.
- **Propositiva:** Dado que la investigación permitirá el desarrollo de una propuesta para mejorar los tiempos de entrega de los proyectos de obras civiles de la empresa. con visión de ser convertida en una herramienta de aplicación para la organización.

### 5.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población sobre la cual será aplicado el presente proyecto es a los jefes de procesos, director de obras y personal operativo del proyecto CCE 034 patios sitio 17 Contecar de la empresa Construcciones Compresores y Equipos S.A.S. De igual forma la población está relacionada con los procedimientos, instructivos, manuales de funciones, indicadores de gestión etc.

Para el tamaño de la muestra no se utilizaron criterios de muestreo debido a la disponibilidad de acceder a las diferentes herramientas de información y documentación necesaria para la investigación dentro de la compañía, también se emplearon las herramientas de recolección de la información a los participantes en la programación planeación y ejecución del proyecto la población y dependencias de la empresa.

### **5.3. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**

**5.3.1 Fuentes primarias.** Se utilizaron técnicas tales como visitas a las obras con encuestas y entrevistas a los jefes de procesos enfocados al proceso de obra civil, lista de chequeo y diagrama causa efecto, estas permitirán suministrar información necesaria para complementar la investigación, los instrumentos utilizados consistieron en una libreta de notas, un computador portátil para los registros e indicadores. Además, se utilizó la modalidad de la lista de chequeo, en la cual se realizaron preguntas referentes a los atrasos en la fecha de entrega de los proyectos y por ultimo una inspección en los ambientes de trabajo.

**5.3.2 Fuentes secundarias.** Como fuentes secundarias se usarán datos extraídos de libros y artículos relacionados con la temática de Lean Construction tratados en otros ambientes, sitios o empresas y las experiencias de estas, así como también de documentos relacionados con la temática y bases de datos virtuales.

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

Los datos fueron analizados y tabulados con herramientas de estadística descriptiva. Específicamente se hace referencia a la construcción de gráficas y tablas de frecuencia. En segunda instancia, a partir de las encuestas realizadas, se realizó un análisis cualitativo y de resultados, y se elaboró una matriz de estrategia Dofa para facilitar la propuesta.

Se utilizaron técnicas tales como visitas a las obras y entrevistas a los jefes de procesos se enfocó el proceso de obra civil, lista de chequeo y diagrama causa efecto, estas permitirán suministrar información necesaria para complementar la investigación, los instrumentos utilizados consistieron en una libreta de notas, un computador portátil para los registros e indicadores. Además, se utilizó la modalidad de la entrevista y lista de chequeo, en la cual se realizaron preguntas referentes a los atrasos en la fecha de entrega de los proyectos.

## 5.5. METODOLOGÍA

Esta investigación se desarrollará en cinco (4) fases de acuerdo con los objetivos específicos propuestos, con el fin de lograr el objetivo general del proyecto.

A continuación, se mencionarán las actividades a realizar con respecto a los objetivos planteados. (Ver Tabla 2)

Tabla 2.

Fases para el desarrollo del proyecto.

| <b>Fases</b>  | <b>Actividades</b>  |
|---|---|
| Caracterización de la situación actual de los proyectos ejecutados de la empresa  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudio de indicadores</li> <li>- Identificación del proceso productivo</li> </ul> |
| Análisis de causas y fallas que generan los retrasos en la entrega de los proyectos de obra civiles de la empresa                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elaboración de diagrama de Ishikawa</li> </ul>                                     |
| Definición de variables y parámetros requeridos para la programación de las actividades del proyecto de obras civiles de la empresa | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elaboración de herramienta Microsoft Project</li> </ul>                            |

|   |  |
|---|--|
| Diseño de un plan de mejora en proceso de gestión de proyectos. | - Elaboración de propuesta “Last Planner” y “Sistema Pull” |
|---|--|

Fuente: Elaboración propia

## **6. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA CONSTRUCCIONES COMPRESORES Y EQUIPOS S.A.S.**

En este capítulo del proyecto se expondrán los resultados, tanto de la investigación empírico-cualitativa, como los aspectos relevantes de los proyectos de la empresa Construcciones Compresores y Equipos S.A.S. La investigación ofrecerá una caracterización del estado y forma de ejecución de los proyectos.

### **6.1. CARACTERIZACIÓN DE LA EMPRESA CONSTRUCCIONES COMPRESORES Y EQUIPOS S.A.S.**

Construcciones Compresores Y Equipos se encuentra ubicada en la ciudad de Cartagena, más específicamente en el barrio Bellavista Cra 57B N° 5ª-07 colindante con la zona industrial de Mamonal.

Ilustración 1. Imagen satelital.



Fuente: Google Eart

#### **6.1.1. Reseña Histórica**



En el año 1994 se Constituyó con el nombre de Sermaing Ltda, En 1997 Cambio de Razón Social como Compresores Y Equipos Ltda y en 2001 Surge con el nombre de Construcciones, Compresores Y Equipos Ltda, después de analizar y evaluar la necesidad latente de disponer, en el sector de la construcción de la ciudad de Cartagena, de una empresa confiable, estructurada y eficiente que ofreciera servicios de obras civiles, demoliciones y alquiler de equipos, y que además cumpliera, con los requisitos técnicos exigidos, por último en el año 2012 cambia el tipo de sociedad a Construcciones Compresores Y Equipos S.A.S.. De esta manera, Construcciones, compresores y Equipos S.A.S se concibió en sus comienzos como una organización dedicada proyectos de obras civiles, demoliciones y alquiler de equipos. Durante 2002, la empresa alcanzó reconocimiento y credibilidad por sus proyectos, de obras civiles en construcciones y adecuación de estructuras, edificaciones e instalaciones y en la prestación de servicio de alquiler de equipos, lo cual permitió obtener un crecimiento y desarrollo organizacional basándose en la calidad del servicio y la satisfacción del cliente.

- **Misión**

“En Construcciones Compresores y Equipos S.A.S.” trabajar para brindar soluciones integrales a nuestros clientes en la prestación de servicios de ingeniería civil, eléctrica y mecánica, alquiler de maquinarias y equipos, con procesos productivos confiables, caracterizándonos por la calidad, cumplimiento y responsabilidad; fomentando el desarrollo del talento humano y la mejora continua de la organización.

- **Visión**

Ser en el año 2020 una compañía líder en la Región Caribe de Colombia, en la prestación de servicios de ingeniería civil, eléctrica y mecánica, alquiler de maquinaria y equipos, manteniendo altos estándares de calidad, estimulando el crecimiento y desarrollo de nuestro personal y entorno con alto sentido de responsabilidad social.

### **6.1.2 Servicios**

La empresa es prestadora de servicios de obra civil, el servicio es variado, debido a que está caracterizado por los requerimientos que decide el cliente y de acuerdo a su solicitud, el contratante genera lo que necesita para el mejoramiento de su proyecto o los mantenimientos que necesita y de acuerdo a esto hay un producto final. Donde se genera mayor demanda es en los servicios de Construcción y mantenimiento de estructuras civiles, bodegas, pavimentos a diferencia de la construcción viviendas y edificaciones que el número de proyectos adjudicados disminuyó. A continuación, se describen algunos servicios:

- **Construcción y Mantenimiento De Estructuras Civiles:** Son las acciones y trabajos que deben realizarse, continua o periódicamente, en forma sistemática, para proteger las obras físicas de la acción del tiempo y del desgaste por su uso y operación, asegurando el máximo rendimiento de las funciones para las cuales éstas han sido construidas.
- **Mantenimiento ordinario:** Comprende todos aquellos trabajos periódicos sobre elementos comunes o privativos que según las características técnicas del edificio se han de realizar con motivo de su utilización y del envejecimiento y desgaste de sus sistemas de protección e instalaciones por la acción ordinaria de la agresividad ambiental y del propio envejecimiento de los materiales empleados en su construcción.
- **Mantenimiento Preventivo:** Toda medida tomada con antelación y previsión, durante el período de uso y mantenimiento de la estructura. Como ejemplo puede ser citado la eliminación del moho ácido y la limpieza de la fachada, resanes y remedios de las superficies expuestas, pinturas con barnices hidrofugantes, renovación y construcción de botaguas, goteras, pretilas y otras medidas de protección.

- **Mantenimiento Correctivo:** Corresponde a los trabajos de diagnóstico, pronóstico, reparación y protección de las estructuras que ya presentan manifestaciones patológicas, o sea corrección de problemas evidentes.
- **Construcción de Bodegas:** Construcción de espacio en donde se ejecuta la recepción, almacenamiento y movimientos de materiales, materias primas y productos semielaborados, hasta el punto de consumo por un cliente externo o interno. La bodega es un espacio destinado, bajo ciertas condiciones, al almacenamiento de distintos bienes.

### 6.1.3 Clientes

Entre los clientes más representativos se relacionan los siguientes (Ver Tabla 3).

Tabla 3.

Clientes.

| <b>Cliente</b>                                       | <b>Servicio prestado</b>   |
|--|--|
| SPRC   | Reconstrucción pavimento muelle 8  |
| Grupo Orbis (Anhídridos y Derivados de Colombia S.A) | Construcción de cimentaciones para plataformas CR 5 y CR 6 en la planta  |
| Mexichem   | Mejoras drenajes pluviales   |
| Andercol Cartagena                                   | Contrato de obra civil para la construcción de 24 bases de tanques y dique en el área de materia primas de la planta Andercol SA |

Fuente: Información suministrada por gestión de proyectos de la empresa

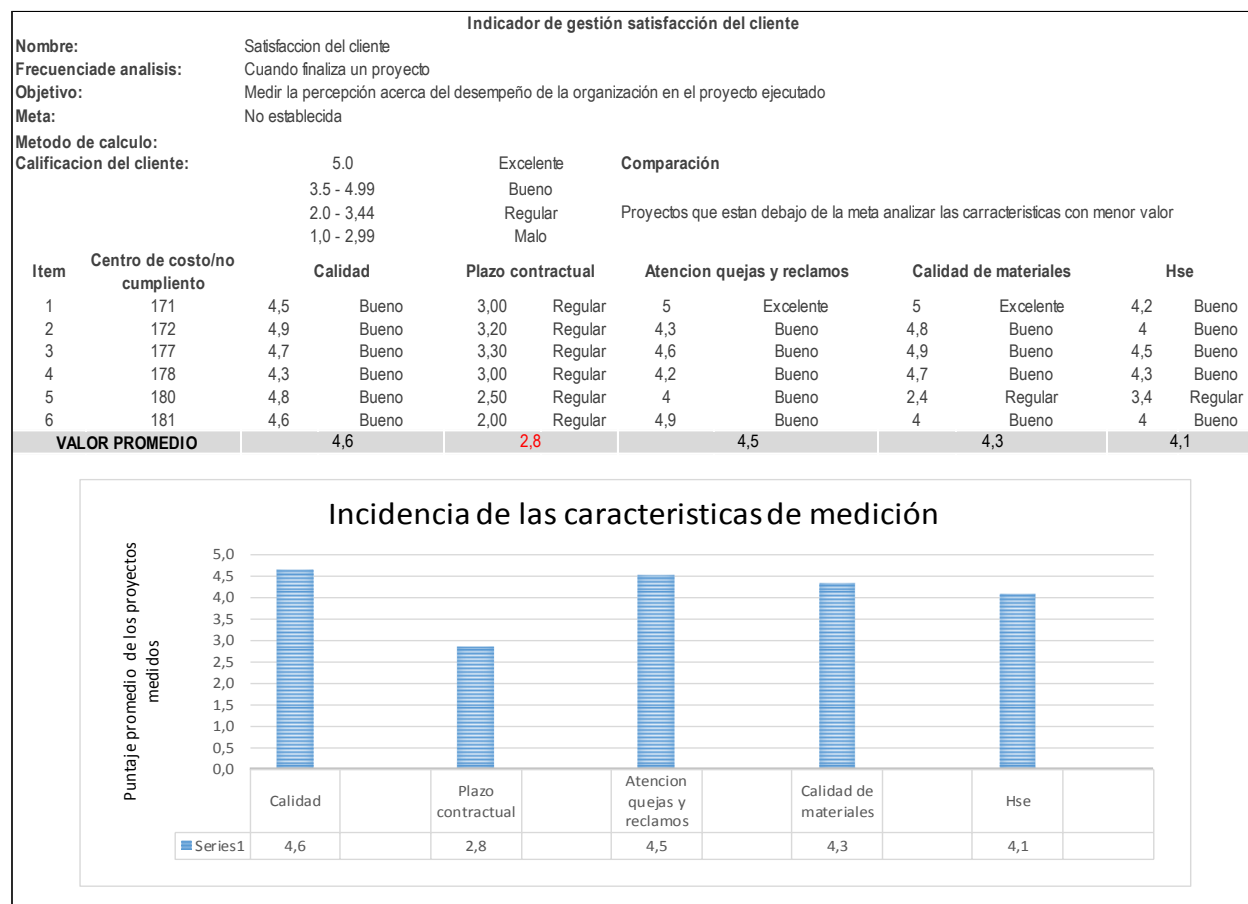
## 6.2. DIAGNOSTICO ACTUAL

De acuerdo con los informes de los indicadores de gestión de ejecución de obras civiles en la empresa Construcciones Compresores y Equipos en el periodo enero 2016

a enero de 2018 Se han presentado casos de incumplimiento en las fechas de entrega pactadas en la adjudicación de los mismos, de igual forma se han recibido no conformidades por parte del cliente interno y externo presentadas en la ejecución de los proyectos celebrados por la empresa, presentándose valores de hasta 40% de incumplimientos en promedio por proyectos ejecutados durante un año.

En el anexo 1, se muestra que el indicador de satisfacción del cliente arroja una calificación de 2,8 de 5 puntos, que es la meta medición en lo referente a los plazos contractuales, lo cual evidencia que las quejas de los clientes son con respecto a las fechas pactadas de entrega de los proyectos. Lo que trae como consecuencia que no se les permita volver a adjudicar otro proyecto con dicho cliente y posibles pérdidas de clientes prospectos. (Ver ilustración 2).

Ilustración 2. Indicador de gestión de satisfacción del cliente de la empresa construcciones compresores y equipos.



Fuente: Información suministrada por gestión de proyectos de la empresa.

En la tabla 5 se relaciona los proyectos entre 2016 y 2018 que presentan errores en los tiempos de entrega, se puede observar que la fecha pactada o puesta con el cliente para la entrega de los proyectos no se está cumpliendo y por el contrario muestran hasta 78 días de atrasos en la fecha final de la obra. (Ver Tabla 4).

Tabla 4.

Cumplimiento de entrega de los proyectos.

| Registro de cumplimiento de los proyectos |   |  |             |                     |                |                  |
|---|---|--|-------------|---------------------|----------------|------------------|
| RC.No.                                    | NOMBRE PROYECTO   | CLIENTE  | SEGUIMIENTO |                     |                | TIMEPO DE DEMORA |
|   |   |  | F.Inicio    | F.Entrega propuesta | F.Entrega real |                  |
| CCE-016                                   | Construccion de estructuras para los equipos de inspeccion no instrusiva en las instalaciones de Contecar | CONTECAR   | 08/02/2016  | 27/04/2016          | 15/07/2016     | 68 DIAS          |
| CCE-017                                   | Construccion base tanques   | ANDERCOL   | 09/02/2016  | 08/06/2016          | 07/08/2016     | 59 DIAS          |
| CCE-018                                   | Construccion de estructura de concreto para los equipos de inspeccion no instrusiva                       | SPRC   | 29/02/2016  | 19/05/2016          | 14/06/2016     | 55 DIAS          |
| CCE-030                                   | Desmorte de bitas existentes e instalacion de 16 nuevas bitas   | CONTECAR   | 25/03/2017  | 25/05/2017          | 25/05/2017     | 0                |
| CCE-031                                   | Construccion de cimentaciones para plataformas CR 5 y CR 6 en la planta de Andercol Cartagena             | Grupo Orbis (Anhídridos y Derivados de Colombia S.A) | 01/04/2017  | 21/07/2017          | 21/07/2017     | 0                |
| CCE-032                                   | Construccion de dos bases para generadores electricos y ampliacion de la subestacion electrica No. 4      | CONTECAR   | 27/03/2017  | 27/05/2017          | 27/07/2017     | 60 DIAS          |
| CCE-033                                   | Mejoras drenajes pluviales  | MEXICHEM   | 19/04/2017  | 17/08/2017          | 30/09/2017     | 47 DIAS          |
| CCE-034                                   | Patio sitio17   | CONTECAR   | 12/07/2017  | 12/03/2018          | 30/06/2018     | 78 DIAS          |

Fuente: Información suministrada por gestión de proyectos de la empresa.

Además, es importante dar a conocer las actividades, duración de las tareas, número de personas que participan, materiales y equipos que se utilizan según la planificación inicial para lo que se mostrará a continuación una matriz de caracterización del proyecto. (Ver ilustración 3).

### Ilustración 3. Matriz de caracterización del proyecto.

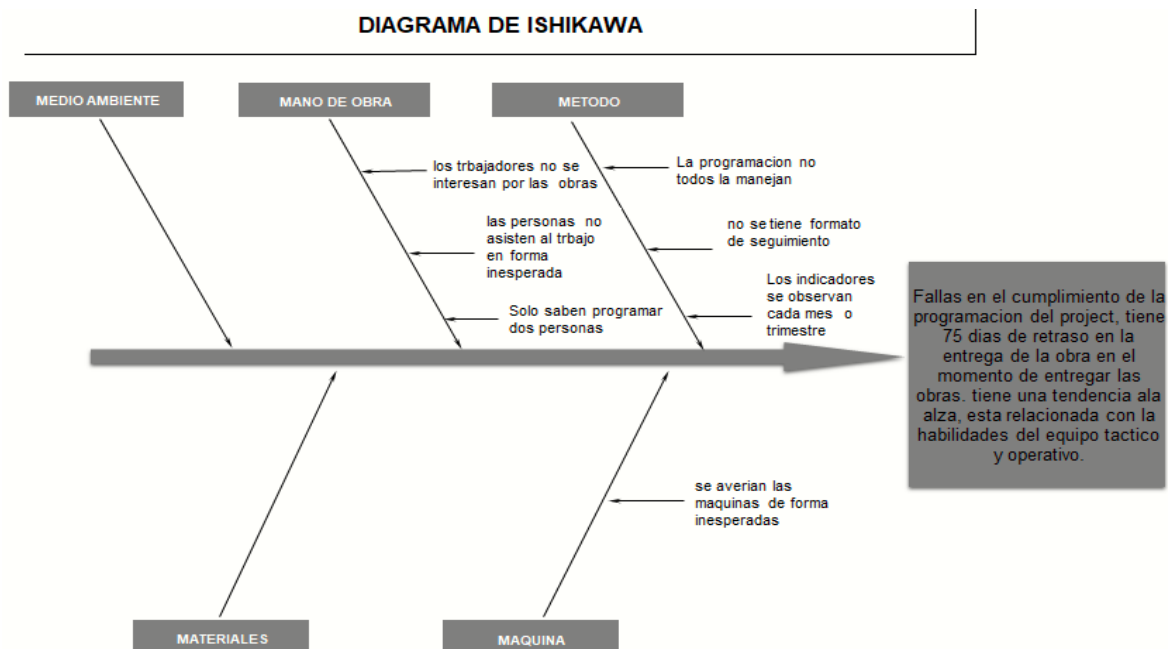
| IDENTIFICACION DE LA EMPRESA  |   |                                     |                                     |  |                           |  |                           |
|---|---|-------------------------------------|-------------------------------------|--|---------------------------|--|---------------------------|
| Razón Social: Construcciones compresores y equipos S.A.S                                  |   |                                     |                                     | NIT:800253763-4                          |                           |  |                           |
| Dirección: Br.Bellavista cra 57B# 5a -07  |   |                                     |                                     |  |                           |  |                           |
| Telefono: 6570453   |   |                                     |                                     |  |                           |  |                           |
| Representante legal: Misael Saenz de la Ossa  |   |                                     |                                     |  |                           |  |                           |
| <b>Numero de Trabajadores:</b>  |   |                                     |                                     |  |                           |  |                           |
| Area  | Hombres   | Mujeres                             | Subtotal                            | Jornada Laboral                          |                           |  |                           |
| Administrativos   | 8   | 13                                  | 21                                  | DE 7:30 AM HASTA 5:30 PM                 |                           |  |                           |
| Operativos  | 167   | 12                                  | 179                                 | DE 7:00 AM HASTA 5:00 PM                 |                           |  |                           |
| Otros   |   |                                     |                                     |  |                           |  |                           |
| Total   | 175   | 25                                  | 200                                 |  |                           |  |                           |
| NOMBRE DEL PROCESO  | ZONA O LUGAR  | ACTIVIDADES                         | TAREAS                              | DURACIÓN DE LA TAREA (DIAS)              | N o DE PERSONAS           | EQUIPOS/ HERRAMIENTAS UTILIZADAS         | MATERIALES UTILIZADAS     |
| Adecuacion patio sitio 17 contecar  | Pacios Contecar   | Denolicion reforzado                | Demolicion                          | 20                                       | 32                        | Maquinaria pesada y herramientas menores | Cemento, platino, cemento |
|   |   | Demolicion suelo cemento            | Demolicion suelo cemento            | 25                                       | 32                        | Maquinaria pesada y herramientas menores | Cemento, platino, cemento |
|   |   | Demolicionde asfalto                | Demolicionde asfalto                | 15                                       | 32                        | Maquinaria pesada y herramientas menores | Cemento, platino, cemento |
|   |   | Adecuacion y retiro de material     | Adecuacion y retiro de material     | 110                                      | 32                        | Maquinaria pesada y herramientas menores | Cemento, platino, cemento |
|   |   | Conformcion y compactacion de banca | Conformcion y compactacion de banca | 5  | 32                        | Maquinaria pesada y herramientas menores | Cemento, platino, cemento |
|   |   | Relleno seleccionado Zahorra        | Relleno seleccionado Zahorra        | 90                                       | 52                        | Maquinaria pesada y herramientas menores | Cemento, platino, cemento |
|   |   | Desistalacio de adoquin reutilizado | Desistalacio de adoquin reutilizado | 10                                       | 52                        | Maquinaria pesada y herramientas menores | Cemento, platino, cemento |
|   |   | Acero de refuerzo                   | Acero de refuerzo                   | 98                                       | 52                        | Maquinaria pesada y herramientas menores | Cemento, platino, cemento |
|   |   | Junta con Dovela                    | Junta con Dovela                    | 140                                      | 52                        | Maquinaria pesada y herramientas menores | Cemento, platino, cemento |
|   |   | Platinas de giro en acero           | Platinas de giro en acero           | 135                                      | 52                        | Maquinaria pesada y herramientas menores | Cemento, platino, cemento |
|   |   | Bordillos de confinamiento          | Bordillos de confinamiento          | 136                                      | 52                        | Maquinaria pesada y herramientas menores | Cemento, platino, cemento |
|   |   | Acero de refuerzo                   | Acero de refuerzo                   | 132                                      | 52                        | Maquinaria pesada y herramientas menores | Cemento, platino, cemento |
| Construccion de pilote prexcavado con trامية concreto y refuerzo de acero según el diseño | Construccion de pilote prexcavado con trامية concreto y refuerzo de acero según el diseño | 25                                  | 52                                  | Maquinaria pesada y herramientas menores | Cemento, platino, cemento |  |                           |

Fuente: Elaboración propia

## 7. ANALISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En el siguiente diagrama se puede observar que la principal causa para los atrasos en la entrega de los proyectos se encuentra en el método: las razones que se indican son inicialmente que los empleados no se les realiza seguimiento al cumplimiento de sus tareas, se les socializa al inicio de la obra el tiempo de entrega de los proyectos pero no se le elabora una lista de chequeo diaria que permita verificar cómo va el avance las tareas que se les asignaron. Además la herramienta de programación con la que cuenta la empresa la utilizan el director de obra y coordinador de proyecto por ende el ingeniero residente de la obra y el maestro de la obra no realizan informe de seguimiento diario a las actividades que están programadas en el cronograma inicial. Y por último no se realiza un adecuado mantenimiento preventivo que evite que las maquinas se averíen en la ejecución del proyecto lo cual ocasiona atrasos en las actividades programadas. (Ver ilustración 4).

Ilustración 4. Diagrama de análisis Ishikawa.



Fuente: elaboración propia



En conveniencia al desarrollo de lo previsto bajo la herramienta diagrama Ishikawa, se deduce toda la problemática alrededor del incumplimiento en la entrega de los proyectos y basado en la no programación de los mismos por parte de la empresa.

En relación a lo anterior, es importante verificar todos los puntos vitales y que son de apoyo para el inicio, la ejecución y la finalización de un buen proyecto, verificando así puntos como mano de obra, materia prima, maquinaria, métodos, medición y medio ambiente a través de un check list de diagnóstico de atraso en el proyecto C.C.E 034 Contecar. (Ver figura 2.) Donde se evidencian el siguiente incumplimiento por las 6 Ms evaluada.

1. Método (27,96% de incumplimiento): se evidencia la herramienta que no es adecuada para la programación y seguimiento en la ejecución de las actividades, ya que esto genera desconocimiento de las actividades por no ser minucioso en lo que se desarrolla, además se provocan excesos de tiempos en la ejecución de las actividades, por no tener un seguimiento de las mismas.

2. Medición (22,33%): se visualiza como la parte más crítica, si se toma como referencia una herramienta capaz identificar lo que se programa VS lo que se ejecuta, es posible evitar muchas de las mudas e identificar realmente las necesidades del proyecto.

3. Mano de obra (15,74%), no programación del personal al momento de la planeación del proyecto, se evidencia el ingreso del mismo antes del tiempo estipulado o también ocurre solicitado con urgencia y no se realiza el proceso a satisfacción, lo último genera otras mudas representativas, por otra parte la generación de horas extras que no fueron presupuestadas.

4. Maquinaria (14,71%), la falta de conocimiento del tiempo para la utilidad de un equipo es inferencia en la disponibilidad y confiabilidad del mismo, luego que los tiempos de los mantenimientos están sobre limitados.

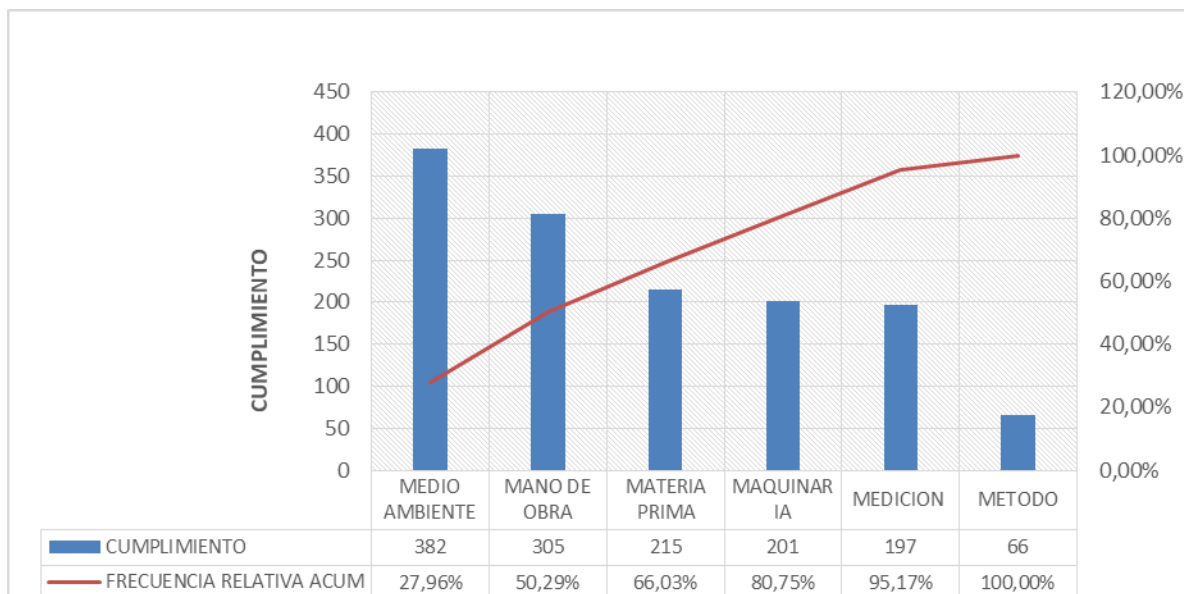
5. Materia prima (14,42%), la desinformación de las actividades que se ejecutan, se desencadena en la recepción de los materiales al sitio de ejecución de las labores, las solicitudes fuera de tiempo o de implicación urgente generan entregas fuera de tiempos y movimientos en exceso.

6. Medio ambiente (4,83 %), evidencia que no presenta ningún incumplimiento.

Lo anteriormente expresado se muestra el resumen de los factores (Ver ilustración 5)

Ilustración 5.Pareto de los factores de cumplimiento de acuerdo al check list 6Ms.

| <b>Análisis de Pareto</b> |                       |                       |                            |                                 |
|---------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------|---------------------------------|
| <b>Ítem</b>               | <b>Factor</b>         | <b>Incumplimiento</b> | <b>Frecuencia relativa</b> | <b>Frecuencia relativa acum</b> |
| 1.                        | <b>METODO</b>         | 382                   | 27,96%                     | 27,96%                          |
| 2.                        | <b>MEDICION</b>       | 305                   | 22,33%                     | 50,29%                          |
| 3.                        | <b>MANO DE OBRA</b>   | 215                   | 15,74%                     | 66,03%                          |
| 4.                        | <b>MAQUINARIA</b>     | 201                   | 14,71%                     | 80,75%                          |
| 5.                        | <b>MATERIA PRIMA</b>  | 197                   | 14,42%                     | 95,17%                          |
| 6.                        | <b>MEDIO AMBIENTE</b> | 66                    | 4,83%                      | 100,00%                         |
| <b>VALOR TOTAL</b>        |                       | <b>1366</b>           |                            |                                 |

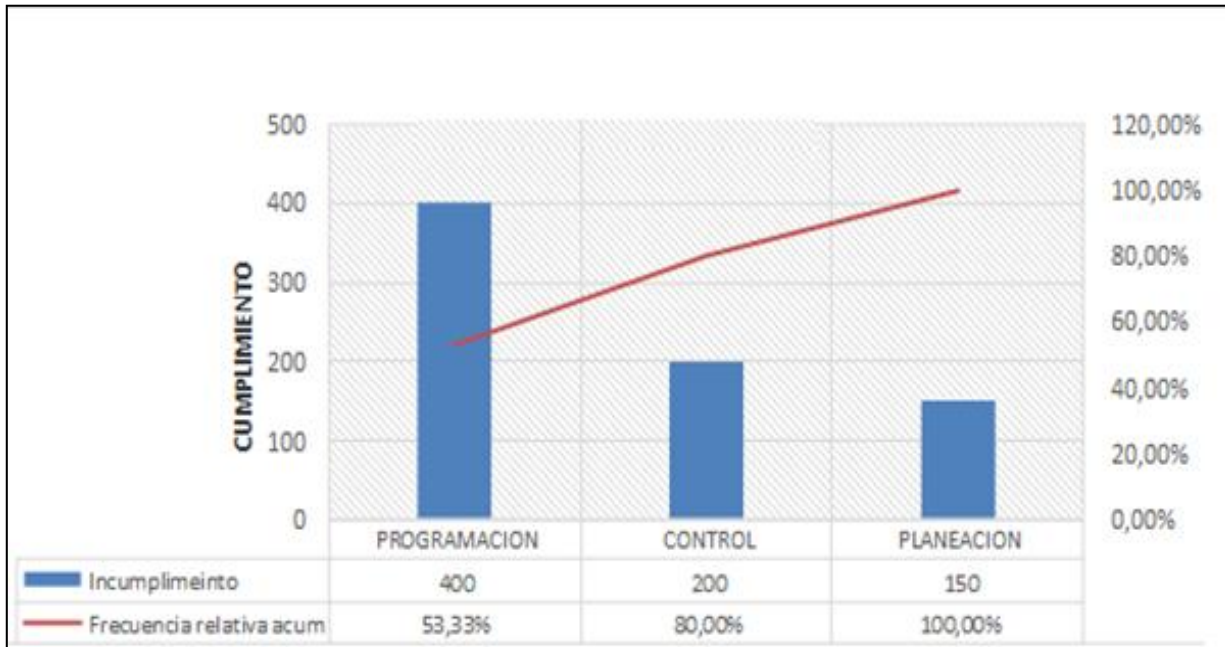


Fuente: elaboración propia

Profundizando mayormente en los métodos de trabajo se hace un análisis orientado al diagnóstico de las etapas de planeación programación y control de proyectos en construcciones compresores y equipos. Se evidencia que la etapa de programación de producción tiene un 53.33 % de incumplimiento, seguido de 26,47% de control y 20.0% de control de la producción. (Ver ilustración 6).

Ilustración 6. Identificación del problema en el astro del proyecto cce 034.

| <b>Análisis de Pareto identificación del problema</b> |                     |                |                     |                          |
|---|---------------------|----------------|---------------------|--------------------------|
| Ítem  | Factor              | Incumplimiento | Frecuencia relativa | Frecuencia relativa acum |
| 1.  | <b>PROGRAMACION</b> | 400            | 53,33%              | 53,33%                   |
| 2.  | <b>CONTROL</b>      | 200            | 26,67%              | 80,00%                   |
| 3.  | <b>PLANEACION</b>   | 150            | 20,00%              | 100,00%                  |



Fuente: elaboración propia.

La anterior imagen se expone que el análisis de Pareto tiene una frecuencia acumulativa del 53.33% de cumplimiento, la categoría de control muestra una frecuencia de 26,67% y por último la categoría de planeación con un 20%, lo que hace dirigir mayor análisis en la categoría de programación.

Por lo que se concluye que los esfuerzos de optimización están orientados a mejorar la programación en la ejecución del proyecto, con el fin de garantizar los cumplimientos en las entregas a los clientes.

## **8. PROGRAMACION DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO**

### **8.1 PARÁMETROS**

A continuación, se relaciona los parámetros que se consideraron para la interpretación y elaboración del Project, que muestra los atrasos en la ejecución de la obra y el propuesto como acción de mejora que evidencia el cumplimiento de las actividades programadas versus las ejecutadas

Inicialmente se relacionó las actividades y las tareas programadas para la realización la cuales se mencionan a continuación.

#### **8.1.1 Actividades**

- Preliminares.
- Mejoramiento de subrasante.
- Estructura de pavimento.
- Vigas rtg. Bordillos de confinamiento.
- Base de mastiles incluye pilote (a todo costo).
- Sistema suministro de aguas
- Estructuras eléctricas

#### **8.1.2 Tareas**

- Demolición de concreto reforzado.
- Demolición de suelo cemento
- Demolición de asfalto e=7cm.
- Excavación y retiro del material.
- Conformación y compactación de banca.
- Relleno seleccionado – zahorra.
- Desinstalación de adoquín reutilizado.

- Suministro e instalación de adoquín.
- Base estabilizada con cemento 1800 psi 28 días (e=55cm).
- Súbase granular tipo invias (e=40cm).
- Concreto de 35 mpa a compresión a 28 días, acel. A 3 días.
- Acero de refuerzo de 420 mpa.
- Junta con dovelas.
- Platinas de giro en acero e=0,0127 - 8 unidades x viga rtg.
- Bordillo de confinamiento de 0.23 x 0.40 mts, concreto de 28 mpa acel. A 7 días.
- Acero de refuerzo de 420 mpa.
- Construcción de pilote preexcavado de 1,4mts de diámetro y 10 mts de profundidad, concreto 6,000psi tremie y acero de refuerzo de acuerdo con el diseño. Incluye todas las actividades requeridas para la construcción del pilote y del pedestal. Los pernos so
- Excavación y retiro del material
- Subbase granular tipo invias
- Tubería pead 150mm
- Suministro e instalación tee pead 150mm
- Suministro e instalación tapon pead 150mm
- Hidrantes de 6" - incluye accesorios para la instalación
- Hidrantes modelo y1 (según diseño) - incluye accesorios para la instalación
- "suministro e instalación valvula de 6 "" , incluye demolición de suelo cemento, retiro colocación de subbase y adoquin"
- Prueba hidrostática
- Cajas eléctricas
- Excavación y retiro del material
- Concreto de 28 mpa a compresión acel. A 7 días
- Concreto de limpieza de 15 mpa, e=5 cms
- Acero de refuerzo de 420 mpa
- Tapas de hd para registros eléctricos
- Pasos de polipropileno

- Banco de ductos electricos
- Excavación y retiro del material
- Subbase granular tipo invias
- Tubería para el cableado de los ductos eléctricos, tubo pvc 4”
- Relleno en concreto rd=2000 psi, dimensiones 0.8 x 0.6 mts
- Estructuras de drenaje
- Canal de drenaje doble
- Excavación y retiro del material
- Concreto de 28 mpa a compresión acel. A 7 dias
- Concreto de limpieza de 15 mpa, e=5 cms
- Acero de refuerzo de 420 mpa
- Instalación de rejilla sobre canal de drenaje
- Registro pluvial c-15 de colector b
- Registro aguas lluvia en concreto de 28 mpa acel. A 7 dias
- Concreto de limpieza de 15 mpa, e=5 cms
- Acero de refuerzo de 420 mpa
- Tapas de hd para registro de aguas lluvia
- Pasos de polipropileno
- Recalce de registros existentes
- Demolición de concreto reforzado
- Concreto de 28 mpa acel. A 7 dias (incluye epóxicos, anclajes y adherencia a estructura existente)
- Acero de refuerzo de 420 mpa
- Tapas de hd para registros
- Pasos de polipropileno
- Aislamiento del area de construcción
- Cerramiento con polisombra.

Una vez relacionadas las actividades y tareas se procede a indicar la fecha de inicio y terminación de cada una de ellas relacionadas en dias y el porcentaje de cumplimiento.

## 8.2 VARIABLES.

Tabla 5. Tabla de variable.

| OBJETIVO   | CONCEPTO  | VARIABLES   | DIMENSION   |
|--|---|---|-------------|
| Caracterizar la situación actual de los proyectos ejecutados de la empresa por medio del estudio de indicadores, que permita la identificación del proceso productivo, actividades relacionadas, recursos disponibles y cumplimientos. | Análisis a los tiempos de actividades y cumplimiento de las actividades pactadas  | indicadores.  | Actividades |
| Examinar causas y fallas que generan los retrasos en la entrega de los proyectos de obra civiles de la empresa mediante diagrama de Ishikawa   | Retrasos en las entregas.<br>Proceso de gestión de proyectos.   | Tiempo de entrega de proyectos                      | Confiablez  |
| Definir las variables y parámetros requeridos para la programación de las actividades del proyecto de obras civiles de la empresa, por medio de la herramienta Microsoft Project   | Avances quincenales de las actividades y tareas.<br>Curva de avance planeado versus ejecutado mostrando los atrasos                   | Curva S   | Actividades |
| Diseñar un plan de mejora en proceso de gestión de proyectos, mediante las herramientas "Last planner" y "Sistema Pull", que permita servir de base para una eficiente planeación y control de los proyectos                           | Curva de avance planeado versus ejecutado con las respectivas acciones de mejora que evidencian que se culminó según la programación. | Actividades planeadas v/s<br>Actividades ejecutadas | Eficiencia  |

Fuente. Elaboración propia.

## 8.3 PROGRAMACIÓN ACTUAL

En el Project inicial se evidencia que, en el porcentaje de las actividades y tareas completadas según lo programado, existen atrasos debido a que no se realizaba seguimiento frecuente del avance de estas lo que generaba que no se culminara a tiempo las tareas subsiguientes. (Ver ilustración 7).

Ilustración 7. Project inicial con atrasos.

| Nombre de tarea              | Duración      | Comienzo   | Fin        | % completado | Predecesoras |
|------------------------------|---------------|------------|------------|--------------|--------------|
| <b>PATIO DE CONTENEDORES</b> | <b>177,17</b> | <b>lun</b> | <b>vie</b> | <b>54%</b>   | ←            |



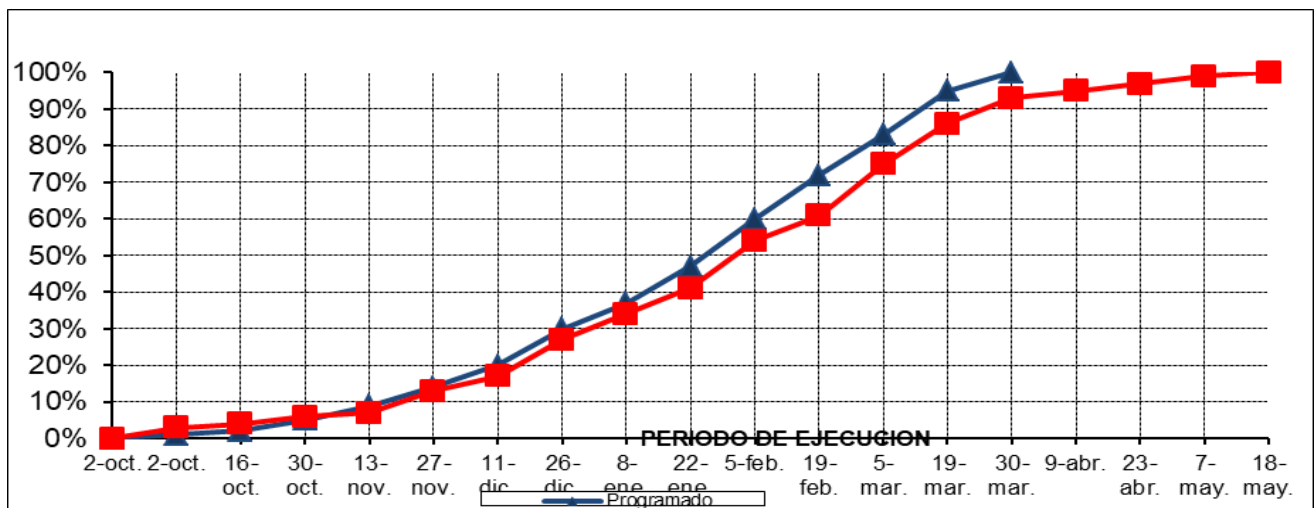
|   |                   |                 |                 |             |              |
|---|-------------------|-----------------|-----------------|-------------|--------------|
| <b>SITO 17 CCE034</b>                                   | <b>días</b>       | <b>18/09/17</b> | <b>30/03/18</b> |             |              |
| <b>PRELIMINARES</b>                                     | <b>61,67 días</b> | <b>dom</b>      | <b>jue</b>      | <b>96%</b>  | ←            |
|   |                   | <b>3/12/17</b>  | <b>8/02/18</b>  |             |              |
| DEMOLICIÓN DE CONCRETO REFORZADO                        | 20 días           | dom             | dom             | 100%        |              |
|   |                   | 3/12/17         | 24/12/17        |             |              |
| DEMOLICIÓN DE SUELO CEMENTO                             | 25 días           | vie             | jue             | 91%         | ←            |
|   |                   | 12/01/18        | 8/02/18         |             |              |
| DEMOLICIÓN DE ASFALTO e=7cm                             | 15 días           | mié             | vie             | 100%        | 2CC          |
|   |                   | 10/01/18        | 26/01/18        |             |              |
| <b>MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE</b>                       | <b>115 días</b>   | <b>lun</b>      | <b>dom</b>      | <b>100%</b> |              |
|   |                   | <b>18/09/17</b> | <b>21/01/18</b> |             |              |
| EXCAVACION Y RETIRO DEL MATERIAL                        | 110 días          | lun             | mar             | 100%        |              |
|   |                   | 18/09/17        | 16/01/18        |             |              |
| CONFORMACION Y COMPACTACION DE BANCA                    | 5 días            | mar             | dom             | 100%        | 6            |
|   |                   | 16/01/18        | 21/01/18        |             |              |
| RELLENO SELECCIONADO – ZAHORRA                          | 90 días           | vie             | vie             | 100%        | 6CC+10 días  |
|   |                   | 29/09/17        | 5/01/18         |             |              |
| <b>ESTRUCTURA DE PAVIMENTO</b>                          | <b>147 días</b>   | <b>vie</b>      | <b>vie</b>      | <b>53%</b>  | ←            |
|   |                   | <b>20/10/17</b> | <b>30/03/18</b> |             |              |
| DESINSTALACIÓN DE ADOQUÍN REUTILIZADO                   | 10 días           | dom             | mié             | 80%         | 67CC         |
|   |                   | 10/12/17        | 20/12/17        |             |              |
| SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ADOQUIN                     | 98 días           | lun             | mar             | 31%         | 12CC+20 días |
|   |                   | 11/12/17        | 27/03/18        |             |              |
| BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO 1800 PSI 28 DÍAS (e=55cm) | 140 días          | sáb             | vie             | 60%         | 13CC+7 días  |
|   |                   | 28/10/17        | 30/03/18        |             |              |
| SUBBASE GRANULAR TIPO INVIAS (e=40cm)                   | 135 días          | vie             | sáb             | 59%         | 8CC+20 días  |
|   |                   | 20/10/17        | 17/03/18        |             |              |
| <b>VIGAS RTG</b>  | <b>148 días</b>   | <b>lun</b>      | <b>lun</b>      | <b>45%</b>  | ←            |

|  |          | 16/10/17        | 26/03/18        |     |              |
|--|----------|-----------------|-----------------|-----|--------------|
| CONCRETO DE 35 Mpa A COMPRESIÓN A 28 DÍAS, ACEL. A 3 DIAS  | 133 días | mié<br>1/11/17  | lun<br>26/03/18 | 41% | 16CC+15 días |
| ACERO DE REFUERZO DE 420 Mpa                               | 136 días | lun<br>16/10/17 | mar<br>13/03/18 | 57% | 12CC-11 días |
| JUNTA CON DOVELAS  | 82 días  | mié<br>27/12/17 | lun<br>26/03/18 | 45% | 15FF         |
| PLATINAS DE GIRO EN ACERO $e=0,0127$ - UNIDADES X VIGA RTG | 825 días | mar<br>27/02/18 | lun<br>26/03/18 | 0%  | 15FF         |

**Fuente:** información suministrada por la empresa

Una variable fundamental para identificar en que porcentaje y que actividades muestras más atrasos es la curva "s" de avance físico planeado versus ejecutado la cual muestra que actividades se ejecutaron según lo programado, cuales generaron atrasos y en qué porcentaje. (Ver ilustración 8)

Ilustración 8. Curva "s" de avance físico planeado vs ejecutado con atrasos.



| Año               | 2017-2018 |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |
|-------------------|-----------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|
| Día               | 2-oct     | 2-oct | 16-oct | 30-oct | 13-nov | 27-nov | 11-dic | 26-dic | 8-ene  | 22-ene | 5-feb  | 19-feb | 5-mar  | 19-mar | 30-mar | 9-abr  | 23-abr | 7-may | 18-may |
| <b>Programado</b> |           | 1,0%  | 2,0%   | 5,0%   | 9,0%   | 14,0%  | 20,0%  | 30,0%  | 37,0%  | 47,0%  | 60,0%  | 72,0%  | 83,0%  | 95,0%  | 100,0% |        |        |       |        |
| <b>Ejecutado</b>  |           | 3,00% | 4,00%  | 6,00%  | 7,00%  | 13,00% | 17,00% | 27,00% | 34,00% | 41,00% | 54,00% | 61,00% | 75,00% | 86,00% | 93,00% | 95,00% | 97,00% | 99,0% | 100,0% |
| <b>Forecast</b>   |           |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |

Fuente: elaboración propia.

En la ilustración 8 se puede evidenciar que existen porcentajes de incumplimiento hasta 11 puntos por debajo de lo planeado como se muestra en la semana del 19 de febrero con un 61% de cumplimiento, lo que genera retrasos que se suman a futuras actividades y por ende el cumplimiento en la entrega del proyecto como se muestra en la semana del 18 de mayo donde se evidencia 60 días en días atrasados para la entrega de los trabajos.

#### 8.4 Programación mejorada

La anterior situación se genera debido a que las herramientas de programación no son reconocidas por los colaboradores del equipo táctico y operativo, que se encuentra encabezado por el maestro de obra los cuales realizan los trabajos de acuerdo al avance día a día, esto conlleva que el trabajo no se les pueda realizar seguimiento activo.

Además que dicha herramienta solo (Microsoft Project) es dominado por la ingeniera de proyectos, el director de obra y el gerente de la empresa, los cuales no realizaban seguimiento constante del avance de las actividades en la obra, por lo cual se les propone realizar seguimiento semanal al avance de las tareas en Project, por esta razón se procede a realizar Project quincenalmente para poder determinar el porcentaje de avance y si existe algún problema poder determinarlo a tiempo y se pueda tomar acciones inmediatas. (Ver ilustración 9).

Por otro lado se propone realizar curva "s" de avance físico planeado versus ejecutado frecuentemente para poder ver si existen desviaciones en la programación Como se muestra a continuación en el diagrama de Gantt elaborado con el "programa Microsoft Project" con las actividades culminadas en las fechas estipuladas según la

programación inicial y su curva "s" de avance físico planeado versus ejecutado mejorado.

Ilustración 9. Project mejorado del proyecto CCE034 patio sitio Contecar.

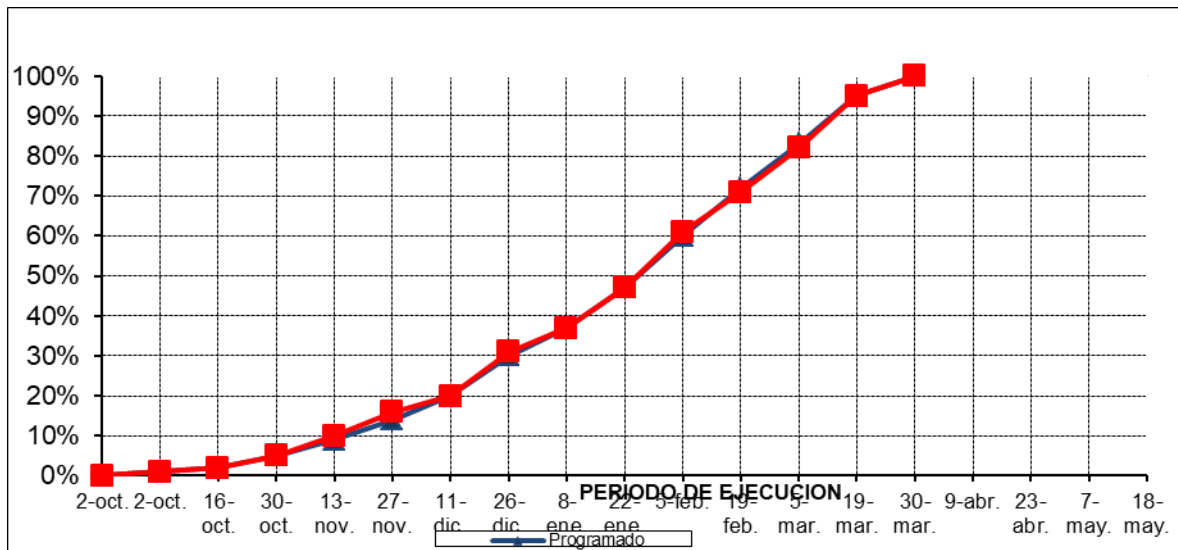
| Nombre de tarea                                | Duración           | Comienzo            | Fin                 | % completado | Predecesoras |
|--|--------------------|---------------------|---------------------|--------------|--------------|
| <b>PATIO DE CONTENEDORES DE SITO 17 CCE034</b> | <b>177,17 días</b> | <b>lun 18/09/17</b> | <b>vie 30/03/18</b> | <b>100%</b>  |              |
| <b>PRELIMINARES</b>                            | <b>61,67 días</b>  | <b>dom 3/12/17</b>  | <b>jue 8/02/18</b>  | <b>100%</b>  |              |
| DEMOLICIÓN DE CONCRETO REFORZADO               | 20 días            | dom 3/12/17         | dom 24/12/17        | 100%         |              |
| DEMOLICIÓN DE SUELO CEMENTO                    | 25 días            | vie 12/01/18        | jue 8/02/18         | 100%         |              |
| DEMOLICIÓN DE ASFALTO e=7cm                    | 15 días            | mié 10/01/18        | vie 26/01/18        | 100%         | 2CC          |
| <b>MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE</b>              | <b>115 días</b>    | <b>lun 18/09/17</b> | <b>dom 21/01/18</b> | <b>100%</b>  |              |
| EXCAVACION Y RETIRO DEL MATERIAL               | 110 días           | lun 18/09/17        | mar 16/01/18        | 100%         |              |
| CONFORMACION Y COMPACTACION DE BANCA           | 5 días             | mar 16/01/18        | dom 21/01/18        | 100%         | 6            |
| RELLENO SELECCIONADO ZAHORRA                   | 90 días            | vie 29/09/17        | vie 5/01/18         | 100%         | 6CC+10 días  |
| <b>ESTRUCTURA DE PAVIMENTO</b>                 | <b>147 días</b>    | <b>vie 20/10/17</b> | <b>vie 30/03/18</b> | <b>100%</b>  |              |

|   |          |                 |                 |      |              |
|---|----------|-----------------|-----------------|------|--------------|
| DESINSTALACIÓN DE ADOQUÍN REUTILIZADO                   | 10 días  | dom<br>10/12/17 | mié<br>20/12/17 | 100% | 67CC         |
| SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ADOQUIN                     | 98 días  | lun<br>11/12/17 | mar<br>27/03/18 | 100% | 12CC+20 días |
| BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO 1800 PSI 28 DÍAS (e=55cm) | 140 días | sáb<br>28/10/17 | vie<br>30/03/18 | 100% | 13CC+7 días  |
| SUBBASE GRANULAR TIPO INVIAS (e=40cm)                   | 135 días | vie<br>20/10/17 | sáb<br>17/03/18 | 100% | 8CC+20 días  |

Fuente: información suministrada por la empresa

En la ilustración 10 se puede observar las líneas de cumplimiento con respecto a la programación, donde se evidencia que las actividades en el Project mejorado se cumplen con las fechas de entregas y porcentaje de 100% pactado con el cliente.

Ilustración 10. Curva "s" de avance físico planeado vs ejecutado mejorada.



| Año               |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |       |        |       |        |
|-------------------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|-------|--------|-------|--------|
| 2017-2018         |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |       |        |       |        |
| Día               | 2-oct | 2-oct | 16-oct | 30-oct | 13-nov | 27-nov | 11-dic | 26-dic | 8-ene  | 22-ene | 5-feb  | 19-feb | 5-mar  | 19-mar | 30-mar  | 9-abr | 23-abr | 7-may | 18-may |
| <b>Programado</b> |       | 1,0%  | 2,0%   | 5,0%   | 9,0%   | 14,0%  | 20,0%  | 30,0%  | 37,0%  | 47,0%  | 60,0%  | 72,0%  | 83,0%  | 95,0%  | 100,0%  |       |        |       |        |
| <b>Ejecutado</b>  |       | 1,00% | 2,00%  | 5,00%  | 10,00% | 16,00% | 20,00% | 31,00% | 37,00% | 47,00% | 61,00% | 71,00% | 82,00% | 95,00% | 100,00% |       |        |       |        |
| <b>Forecast</b>   |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |       |        |       |        |

Fuente: Elaboración de propia

De la ilustración 10 se muestra un avance en el cumplimiento de la curva “S” con respecto a la entrega de las actividades programadas se aprecia que luego de la semana del 22 de enero que se generó un atraso en las entregas de las actividades con un 47% se realizó intervención de grupo de trabajo y luego de contramedidas implementadas en la siguiente semana de reunión de revisión del 5 de febrero 2018 se logró un avance considerable del 61% 14 puntos más que la anterior entrega.

Para finalizar se logró enganchar la entrega de las tareas en la semana del 30 de marzo con un 100% y entrega final del proyecto cumpliendo lo pactado el cliente.

## **9. PLAN DE MEJORA EN EL PROCESO DE GESTIÓN DE PROYECTOS**

### **9.1 PROPUESTA HERRAMIENTA LAST PLANNER Y SISTEMA PULL**

En la empresa construcciones compresores y equipos, se realiza la programación de los proyectos lo cual es de suma importancia en la ejecución de las actividades. Esta investigación desarrolló una propuesta para mejorar para la programación de las actividades por medio de la metodología “Last Planner y “Sistema Pull”.

Se determina que es trascendental que la programación inicial al proyecto se le haga seguimiento constante al cumplimiento de todas las actividades establecidas para que estas se realicen en el tiempo programado, utilizando herramientas que demuestren el desarrollo normal de las actividades, para que todas las áreas de la empresa, trabaje asociadamente en el desarrollo de la programación y sobre todo en el control y ejecución del proyecto

Con lo anterior se prepara a los participantes en una acción conjunta, se anticipan detalles que surgen en la construcción dando tiempo para que se planifiquen posibles soluciones a aquellos problemas que posiblemente se presentaran.

Aunque a lo anterior se le considere un ahorro intangible, en las reuniones de Last Planner se pudo identificar como un punto importante para evitar en el mundo real y que permite ensayar en teoría las alternativas que se presenten, lo que a su vez son soluciones constructivas; pero lo más importante es que se fortalece el compromiso grupal. Un ejemplo de ello es el reconocimiento del personal táctico en el retraso de una tarea y la importancia del aviso para solucionar las problemáticas.

Con las propuestas se busca adaptar a los futuros proyectos a cada situación y cada proyecto, además cumplir plazos trabajar bajos estándar de calidad establecidos y optimizar los recursos en un ambiente donde oprime la buena relación entre líderes y ejecutores, este sistema forma parte de la filosofía de Lean Construction cuyo objetivo

es producir con menos desperdicios y satisfacer las necesidades del cliente generando producto o servicios con más valor.

En el siguiente nivel de las reuniones de Last Planner se propuso realizar la planificación semanal, además de las asignaciones de los indicadores en la programación semanal se tiene en cuenta la prioridad la secuencia del trabajo a la semana vencida se obtendrá dos indicadores el porcentaje de plan cumplido de y el razones de no cumplimiento; con ello se trata de medir la efectividad y conocer cuáles son las razones que más se repiten y poder corregirlas en las siguientes semanas y evitarlo para futuras ocasiones.

Todo lo anterior no necesita un despliegue de gran tecnología ni de adquisiciones costosas requiere sobre todo entender que las formas tradicionales de planificación no son las mejores y de un compromiso de todos los involucrados con la los cumplimientos y la planeación.

## **9.2 OTROS ASPECTOS A CONSIDERAR**

Después de realizar el análisis de las posibles causas que generan los retrasos en las entregas de los proyectos, es importante realizar cambios para el mejoramiento de la programación, de esta manera la empresa Construcciones compresores y equipos, puede tomar como opción las siguientes propuestas:

Se propone ejecutar capacitaciones en el manejo, lectura e interpretación de las tareas programadas por el programa de “programa Microsoft Project” y para facilitar el manejo en conjunto del seguimiento con el maestro de obra se propone realizar un archivo de Excel con un “Check list” en el que se revisa diariamente en “reunión de cinco minutos” antes de realizar cada obra y se conversa lo que se realizará en la obra a todo el personal con el propósito de relacionar el avance de las tareas programadas y las planeadas para el día.(Ver ilustración 10).



Ilustración 11. Registro de lista de chequeo o monitoreo al trabajo diario.

| NOMBRES:   |  | ELIANA PALENCIA MOLINA-ESTEBAN GUERRERO |                             |                               |                      |        |
|--|--|---|-----------------------------|-------------------------------|----------------------|--------|
| PROYECTOS EJECUTADOS:  |  | TRABAJO <input type="checkbox"/>        | RC 159 - RC 162-164         | FECHA MONITOREO<br>13/08/2017 |                      |        |
|  |  | PERIODO MONITOREADO                     |                             | AGOSTO 2016 - AGOSTO 2017     |                      |        |
| ITEM   | ASPECTO A EVALUAR  | SI (1)                                  | NO (1)                      | N/A (1)                       | OBSERVACIONES        |        |
| 1  | El proveedor cumple con la entrega oportuna de los productos, herramientas y equipos necesarios para la ejecución del proyecto   |   | 1                           |                               |                      |        |
| 2  | Se asigna a tiempo el Director de Obra y/o el Ingeniero Residente y/o supervisor y demás Recursos para la ejecución del proyecto.  | 1                                       |                             |                               |                      |        |
| 3  | se encuentran capacitados el Director de Obra y/o el Ingeniero Residente y/o supervisor y demás Recursos para la ejecución del proyecto.   | 1                                       |                             |                               |                      |        |
| 4  | Se revisa y socializa en forma conjunta con el Gerente General, Director de Obra, Coordinador de Proyectos, Vigía HSE y responsables de procesos asignados los requerimientos y/o necesidades para darle cumplimiento al proyecto. |   | 1                           |                               |                      |        |
| 5  | El proceso de talento humano ingresa personal idoneo para los diferentes cargos requeridos para el proyecto  | 1                                       |                             |                               |                      |        |
| 6  | En caso de que el personal del subcontratista contratan al personal idoneo para el cargo.  | 1                                       |                             |                               |                      |        |
| 7  | el departamento de compras y almacén tiene los productos herramientas y materiales en el tiempo requerido.   |   | 1                           |                               |                      |        |
| 8  | El departamento de mantenimiento y alquiler de equipos realiza los mantenimientos preventivos de los equipos   | 1                                       |                             |                               |                      |        |
| 9  | El Ingeniero Residente y/o encargado del proyecto realiza diariamente un informe de avance de ejecución  |   |                             |                               |                      |        |
| 10   | Cuando el cliente cambia las especificaciones técnicas iniciales del contrato se realiza una socialización para realizar la programación de lo requerido en el proyecto.   |   | 1                           |                               |                      |        |
| 11   | Cuando un proyecto es no es entregado en la fecha prevista se realiza plan de acción.  | 1                                       |                             |                               |                      |        |
| 12   | Se socializan las acciones de mejora.  |   | 1                           |                               |                      |        |
| 13   | Cuentan con herramientas de programación (project)   |   | 1                           |                               |                      |        |
| <b>SUMATORIA ( Se suman los puntos calificados como "SI" y "N/A")</b>              |  | 6                                       | 6                           | 0                             | <b>CALIFICACION</b>  |        |
| <b>SUMATORIA TOTAL:</b>  |  | 6                                       |                             |                               | <b>BUENO</b>         |        |
| <b>9 a 10 PUNTOS EXCELENTE 6 a 8 PUNTOS - Bueno 3 A 5 REGULAR 1 A 3 DEFICIENTE</b> |  |   |                             |                               |                      |        |
| REQUIERE IMPLEMENTACION PLAN DE ACCION   |  | SI <input checked="" type="checkbox"/>  | NO <input type="checkbox"/> |                               |                      |        |
| IMPLEMENTACION DE ACCION   |  |   |                             |                               |                      |        |
| ITEM   | ACTIVIDAD  | RESPONSABLE                             | FECHA LIMITE                | SEGUIMIENTO                   | FECHA DE SEGUIMIENTO | CUMPLE |
|  |  |   |                             |                               |                      | SI NO  |
| ELIANA PALENCIA-ESTEBAN GUERRERO   |  |   |                             |                               |                      |        |
| Firma del entrevistador:   |  |   |                             |                               |                      |        |

Fuente: información suministrada por la empresa

Por otro lado, el sistema de planeación está a cargo solo de dos responsables el director de obras más el ingeniero de proyecto. Para este punto se genera una propuesta para aplica "Sistema Pull" antes del inicio de obra. Este punto tiene como principal objetivo explorar nuevos formatos que aporten a las personas un valor diferencial, así como nuevos puntos de vista. Con esto se pretende un proceso

ordenado secuenciado sistematizado de trabajo basado en la coordinación entre los distintos agentes en cada etapa de la obra que promueve la colaboración y el compromiso para el cumplimiento de cada una de las tareas.

Para tal situación se invitan a todos los expertos en cada tema y también a representantes del equipo ejecutor, en el cual se indican las características del proyecto y se instruyen a su vez en los puntos macros y los detalles del mismo proyecto. El objetivo de este “Sistema Pull” es obtener un plan maestro en el que se van a establecer las actividades y sub actividades del proyecto, el cambio con respecto al modo normal de la planeación es que no lo piensa una sola persona o los directores, lo que se busca es que cada uno desde su experticia aporte detalles de gran relevancia.

Realizar un numero de descomposición de tareas mayores a las del plan maestro, como resultado se obtiene un margen de tareas ejecutables, y en el plan maestro se debe marcar, la idea es seguir un flujo de trabajo y los avances se informan a diario y realizar una reunión cada semana en la cual realiza una actualización y se revisa el estado de avance de cada semana y se lanza el plan de la semana próxima. Esta propuesta es debido a que la siguiente categoría de problemas que salta desde la percepción de los trabajadores se da con respecto a la medición y es que en este punto la empresa plantea los indicadores de acuerdo al termino de satisfacción de recibido del cliente, pero no tienen en cuenta los cumplimientos de tiempo.

Esta propuesta en cambio desarrollar un sistema de incluir a los mandos medios y personal operativo en los sistemas de planeación diaria. Además, se propone realizar contrataciones directas con contratos por obra o labor contratda y bonificaciones por cumplimientos de metas.

Generar politicas para cumplimientos de horarios y responsabilidades y mejora el programa de induccion a la empresa.Mantener una base de datos de personal capacitado y disponible.Diseñar formatos sencillos y abiertos al personal para capacitarlos con metodologia Last planner” y “Sistema Pull”.Capacitar al personal para que ayude en el seguimiento de los programas y formatos.Realizar propuesta de

nuevos indicadores guiados al cumplimiento de fechas , y plantear reuniones periodicas tacticas y directivas con formatos de check list para realizar seguimientos. Adicionalmente se realiza una propuesta de procedimiento de ejecucion de obras civiles que incluya la programacion teniendo en cuenta el sistema pull. (Ver ilustración 11).

Ilustración 12. Actividades del nuevo procedimiento propuesto.

| Etapa   | Actividad   | Responsable   | Lugar                                       | Registro                         | Flujograma |
|---|---|---|---|----------------------------------|------------|
| Realizar presupuesto                                    | realizar presupuesto de acuerdo a necesidades y solicitudes de los clientes   | Director de proyectos<br>Ingeniera de proyecto<br>Analista financiero<br>Ingeniero civil                    | Oficinas administrativas                    | formato de presupuesto           |            |
| Preliminares  | realizar diseño y trazados técnicos   | Arquitectos<br>Ingeniero civil<br>Maestro de obra   | Oficinas administrativas                    | Digital                          |            |
|   | realizar proyección de plan maestro   | Director de proyectos<br>Ingeniera de proyecto<br>Analista financiero<br>Ingeniero civil<br>Maestro de obra | Oficinas administrativas                    | Digital                          |            |
| planeación  | Simulación de procesos.<br>Diseño conceptual.<br>Estimaciones.<br>Estudio de viabilidad.<br>Autorizaciones y aspectos legales.<br>Opciones de | Director de proyectos<br>Ingeniera de proyecto<br>Analista financiero<br>Ingeniero civil<br>Maestro de obra | Oficinas administrativas/<br>Lugar de obras | Digital y presencial a las obras |            |
| Reunion de programación de obra                         | designar actividades y responsabilidades por procesos   | Director de proyectos<br>Ingeniera de proyecto<br>Analista financiero<br>Ingeniero civil<br>Maestro de obra | Oficinas administrativas                    | Digital                          |            |
|   | describir actividades a trabajadores con tiempos de cumplimientos   | Ingeniera de proyectos<br>Ingeniero civil<br>Maestro de obra  | Zona de obra                                | presencial                       |            |
|   | realizar solicitud de recursos a financiera   | Director de proyectos<br>Ingeniera de proyecto<br>Analista financiero<br>Ingeniero civil                    | Oficinas administrativas                    | formato de presupuesto           |            |
| solicitud de los recursos para la ejecución de proyecto | realizar procesos de adquisición de materiales y personal de trabajo  | Director de proyectos<br>Ingeniera de proyecto<br>Analista financiero<br>Ingeniero civil                    | Zona de obra                                | compras                          |            |
| charla de obra  | reunion de 5 minutos diario para plan de obra   | Ingeniera de proyectos<br>Ingeniero civil<br>Maestro de obra  | Zona de obra                                | presencial                       |            |
| tablero de actividades                                  | actualizar tableros y documentas avances  | Director de proyectos<br>Ingeniera de proyecto<br>Analista financiero<br>Ingeniero civil                    | Zona de obra/<br>Oficinas Administrativas   | presencial digital               |            |
| informe diario y semanal                                | enviar correo para alimentación de project  | Director de proyectos<br>ingeniero civil  | Oficinas administrativas                    | digital                          |            |
|   | retroalimentar actividades futuras y cambios en procesos  | Director de proyectos<br>ingeniero civil  | Zona de obra/<br>Oficinas Administrativas   | presencial digital               |            |
| revisión de avance de obra                              | reunion quincenal y actualización de planes de acción según avance de obra  | Director de proyectos<br>Ingeniera de proyectos<br>ingeniero civil  | Oficinas administrativas                    | Circulares                       |            |
| informe de avance para el cliente                       | informe en medio digital con avances para verificación satisfacción de trabajo  | Director de proyectos<br>ingeniero civil  | Oficinas administrativas                    | digital                          |            |

Fuente: Elaboración Propia

Se procede explicar cada una de las actividades, registros y responsables del nuevo procedimiento propuesto, mediante una charla a los líderes encargados de la obra CCE 034. (Ver anexo B Evidencias fotográficas). Las actividades se describen a continuación.

- Preliminar: Se reciben y analizan los documentos concernientes a la licitación adjudicada y el contrato legalizado. Programación del proyecto o trabajo a realizar, listado de recursos y materiales a utilizar, planos y/o manuales, contrato con soportes.
  
- Planeación: Se hace una relación de las necesidades del proyecto incluyendo la necesidad de personal o asesoría, maquinaria, herramientas, equipos, dotación etc. Se realiza la programación o cronograma para la ejecución del proyecto. Se revisa y socializa en forma conjunta con el gerente general, director de obras civiles, coordinador de proyectos el Presupuesto revisado y/o corregido.
  
- Reunión de programación de obras: Se realiza a en forma conjunta con el director de obras civiles, vigía HSE, coordinador de proyectos, ingeniero civil, maestro de obra, jefes de procesos (mantenimiento, talento humano, contabilidad, compras, almacén) una programación aplicando “sistema Pull”. La cual se hace semana a semana tomando como punto de referencia su experiencia con los proyectos anteriores comenzando por el fin hasta llegar al inicio. Se procede a firmar acta de inicio.
  
- Solicitud de los recursos para la ejecución del proyecto: Una vez verificada y aprobada la programación se procede a solicitar los materiales y/o servicios de acuerdo con la programación.
  
- Charla de obra: Se realiza una charla para asignar las tareas que se llevaran a cabo en la semana, asignar el tiempo de entrega y los responsables de realizarlas. Realizar inducción al personal operativo de la importa de alimentar el cronograma de actividades.

- Tablero de actividades: En la obra estará un tablero con un cronograma de las actividades que se deben realizar, el cual debe ser alimentado con tarjetas de colores (teniendo en cuenta el significado de cada color) por todo el personal operativo para poder identificar si no se realizó una actividad para poder tomar acciones inmediatas.
- Informe diario y semana: El ingeniero residente realizará un informe diario y uno semanal teniendo en cuenta el avance de la obra y el cronograma de actividades alimentado por el personal operativo, este último deberá ser enviado al director de obra para su verificación.
- Revisión de avance de obra: El director de obra revisará el informe semanal prestando mucha atención a las actividades en color azul (no realizadas, pero no por responsabilidad de la empresa) y rojo (no realizadas y si es responsabilidad de la empresa) y procede a tomar acciones preventivas y correctivas.
- Informe de avance para el cliente: El cliente programará reuniones de seguimiento donde se revisará el avance del proyecto y lo establecido en la programación.
- Informe HSE: Los vigías y/o supervisores HSE entregaran semanalmente y mensual el informe de las actividades realizadas en campo a nivel HSE. Cuando CCE SAS desarrolle sus actividades dentro de las empresas contratantes que tengan establecidos sus propios formatos y la periodicidad de entrega, el formato de dicha empresa suplirá el interno.
- Re ejecución de actividades: Cuando el cliente cambie las especificaciones técnicas iniciales del contrato debe enviar un correo y/o carta con las nuevas especificaciones con el fin de legalizar el cambio y garantizar la trazabilidad del mismo. Estos cambios serán socializados con el ingeniero residente civil y de inmediato se realizarán las actualizaciones en la programación, plan de calidad y procedimiento operativo cuando aplique.
- Entrega del proyecto: Una vez es entregado el proyecto (aprobado y verificado por parte del cliente las tareas ejecutadas), se elabora el informe final cuando lo

requiera el cliente y una vez sea aprobado se realiza un acta final de entrega del proyecto (cuando el cliente lo requiera).

- Encuesta de satisfacción del cliente: El director de obras civiles y/o ingeniero residente civil y/o supervisor presentará al contratante la encuesta de la medida de satisfacción de cliente.
- Seguimiento del desempeño del proceso: El director de obra mediar un indicador fino teniendo en cuenta tiempo de entrega y producto a satisfacción del cliente para medir el cumplimiento del proceso de ejecución de obras civiles

## CONCLUSIONES

En este trabajo se tuvo el propósito de presentar una propuesta de mejora en el cumplimiento en la entrega de los proyectos de obras civiles ejecutados por la empresa Construcciones Compresores y Equipos S.A.S mediante la aplicación de técnicas de Lean Construction. Se puso en práctica la técnica del Last Planner en uno de los proyectos civiles ejecutado por la empresa y se realizó una comparación de las variables implicadas en cuanto al cumplimiento de la programación entre un proyecto anterior y el proyecto en el que se hizo la prueba piloto. Además, se establecieron algunas recomendaciones para la mejora en la realización de las actividades productivas de la empresa.

Esto ayuda a repensar el sistema en el que se viene desarrollando la empresa en un punto y realizar un giro en el que se dé una participación activa. También que tener un tablero con los posticks de los puntos importantes como lo indica el sistema Last Planner y ello permite tener forma de ubicarlos gráficamente y poder acordar la mejor solución antes que las situaciones se conviertan en problemas.

La investigación se fundamentó en la aplicación de herramientas de lean manufacturing pero adaptadas a la industria de la construcción y la producción por proyectos buscando cumplirle a los clientes entregando las obras en las fechas establecidas y siendo más precisos en la planeación de las necesidades de mano de obra, materiales y equipos.

En el análisis de la situación actual se pudo determinar que los factores prioritarios fueron el método, la medición y la mano de obra con un porcentaje de 27,96%, 22,33% y 15,74 % respectivamente, lo cual acumulan un 63,03% de las causas de incumplimiento.

Por medio de la aplicación del software Project se pudo evidenciar que en una programación actual que existen porcentajes de incumplimiento por debajo de lo planeado con un 61% de incumplimiento. A diferencia de los resultados obtenidos en la



programación mejorada, donde el seguimiento fue semanal del avance físico planeado versus lo ejecutado semanal cumpliendo con un 100% con lo pactado con el cliente.

En síntesis, la planeación de un proyecto no consiste en definir tareas o actividades, las tareas deben tener fechas de inicio y de fin y un análisis de duración en el que involucrar a los protagonistas y agentes de las actividades lo que permite encontrar distintas alternativas a los problemas que se puedan presentar y con ello cumplir con los tiempos programados.

Los resultados obtenidos del presente proyecto de grado de las mejoras propuestas pueden dar paso a nuevas investigaciones relacionadas con las temáticas que aquí se tratar y que surjan del mismo interés y a partir de una necesidad de mejorar las condiciones en la entrega de trabajos y/o actividades programadas en las empresas de obras civiles y brindar la ayuda de las herramientas de lean Manufacturing aprendidas y practicadas desde la ingeniería industrial.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agudelo Acevedo, H., Hernández Vásquez, A., & Cardona Ramírez, D. A. (2012). Sostenibilidad: Actualidad y necesidad en el sector de la construcción en Colombia . *Gestión y Ambiente* , 15(1), 105-118.
- Aguirre Alvarez, Y. A., & etal. (2014). *Análisis de las herramientas Lean Manufacturing para la eliminación de desperdicios en las Pymes*. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Colombia-Sede Medellín.
- Ávila Ramírez, C. (2007). *Gestión de desperdicios y cultura de máximo aprovechamiento para México*.
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación, Administración, Economía, Humanidades y Ciencias Sociales*. Bogotá/ Colombia: Pearson Educación.
- Botero Botero, L. F., & Álvarez Villa, M. E. (2004). Guía de mejoramiento continuo. *Revista universidad EAFIT*, 40(136), 50-64.
- Botero Botero, L. F., & etal. (2005). Last planner, un avance en la planificación y control de proyectos de construcción Estudio del caso de la ciudad de Medellín. *Ingeniería y desarrollo*(17).
- Carazas Cotrina, L. Á. (2014). *Planificación y control del costo y plazo de la construcción del proyecto de oficinas Schreiber 220*.
- Carrizo Moyano, J. (2011). *Eficacia, eficiencia y tiempo* .
- Castillo, L. (2014). *Hipótesis y variables. Marco metodológico. Diseño cuantitativo de investigación Universidad de yacamb*.
- Centro de Investigación Operativa* . (s.f.). Obtenido de Planificación y programación de proyecto: [planificacion-de-proyectos/01-planificacion-y-programacion-de-proyectos](#).

- Chase, R., & Aquilano, N. (2006). *Administración de operaciones. Producción y cadena de suministros* (12 ed.). México DF: The McGraw-Hill Companies.
- Chuen-Tao, Y., & al, e. (1974). *Aplicaciones prácticas del PERT y CPM: nuevas métodos de dirección para planificación, programación y control de proyectos*.
- Cybertesis - URP. (s.f.). Obtenido de <http://cybertesis.urp.edu.pe/bitstream>
- Definición.DE. (s.f.). Obtenido de Definición de ruta crítica: definiciones/ruta-critica
- Dennis P., H. (s.f.). *Lean Manufacturing implementation. A complete execution manual for anysize manufacturer*.
- EcuRed conocimiento con todos y para todos. (s.f.). Obtenido de Mantenimiento de obras: [https://www.ecured.cu/Mantenimiento\\_de\\_obras](https://www.ecured.cu/Mantenimiento_de_obras)
- Esparza Cruz, S., & Martínez Ramírez, M. H. (1997). *Programación, planeación y control de una obra*. Obtenido de Tesis-Programación-Planeación-y-Control-de-Obra
- Flores, Y., & Castillo, Y. (2013). *Diseño de un sistema de gestión por procesos y propuesta de implementación para la facultad de ingeniería de la pontificia universidad católica del ecuador*. Quito.
- García Coronado, B., & Fernández, E. (2015). *Impacto de la gestión en obra utilizando la programación de la cadena critica en la construcción civil residencial mostacero en el distrito de Trujillo, ciudad de Trujillo, departamento de la libertad*.
- García Díaz, O. (2012). *Aplicación de la metodología Lean Construction en la vivienda de interés social*.
- Hernández Matías, J. C., & Idoipe, A. (2013). *Vizán Lean Manufacturing: Concepto, técnicas e implantación*. Fundación EOI.

- Hernández Matías, J., & Vizán Idiopé, A. (2003). *Lean Manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación*. Madrid: Politécnica.
- Index of /LACCEI2011-Medellin*. (s.f.). Obtenido de <http://www.laccei.org/LACCEI2011-Medellin/>
- Index of /proyectos*. (s.f.). Obtenido de <http://www.spw.cl/proyectos/>
- Ingeniería Industrial online.com*. (2016). Obtenido de CPM- método de la ruta crítica: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/investigaci%C3%B3n-de-operaciones/cpm-metodo-de-la-ruta-critica/>
- Jiménez Paneque, R. (1998). *Metodología de la investigación*. La Habana: Ciencias Médicas.
- (s.f.). *La Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos*.
- Lean Construction Enterprise - LCE*. (s.f.). Obtenido de <http://www.leanconstructionenterprise.com/>
- Lefcovich, M. (2007). *Lean Management y filosofía lean* .
- López Silva, L. (2013). *Implementación de la metodología 5 s en el área de almacenamiento de materia prima y producto terminado de una empresa de fundición*. Santiago de Cali.
- López, C. (2001). *Conceptos básicos de producción*.
- Masaaki Imai, K. (1992). *La clave de la ventaja competitiva japonesa*. Compañía Editorial Continental.
- Máynez-Guaderrama, A. I., Cavazos-Arroyo, J., & Valles Monge, L. (2016). Transferencia de conocimiento dentro de la empresa: análisis de variables precursoras en un entorno lean-kaizen. *Nova scientia*, 8(17), 162.
- Morera Cruz, J. O. (2002). *Definiciones del mejoramiento continuo*.

- Normativas que rigen la construcción en Colombia.* (s.f.). Obtenido de <http://obrascivilesencolombia.blogspot.com.co/2011/04/leyes-que-rigen-la-construccion-en.html>
- OBS Bussines School.* (2016). Obtenido de <http://> Project Management: engineering, technology and implementation, Prentice Hall International, New Jersey
- Oroz Tito, C. F. (2015). *Aplicación de herramienta de planeamiento Look Ahead en construcción de proyecto inmobiliario multifamiliar de 10 pisos .*
- Plan Maestro .* (s.f.). Obtenido de Programa de la Producción : <https://sites.google.com/site/planmaestroitcg/5-7-programacion-de-la-produccion>
- Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá.* (s.f.). Obtenido de <http://www.javeriana.edu.co/>
- Porras Moya, D. A., & Díaz, J. E. (2015). *La planeación y ejecución de las obras de construcción dentro de las buenas prácticas de la administración y programación del proyecto torres de la 26 Bogotá –Colombia.*
- Progressa lean Expertos en mejora continua y herramientas Lea.* (s.f.). Obtenido de Lean Construction: la mejora continua en el sector de la construcción .
- PUCP.* (s.f.). Obtenido de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle>
- Ramírez, G. M. (2009). *La importancia del desarrollo de competencias del futuro ingeniero. . .* Obtenido de Revista de foro3 Unam: <http://www.dcb.unam.mx/>.
- Ramos de la Cruz, L. (2015). *Definición de optimización de recursos. Recopilación .*
- Roqueme, E., & Suarez, L. (2015). *implementación de la metodología lean para el mejoramiento del proceso de la PYME tres60 logística.* Trabajo de Grado, Bogotá.

Sánchez-Losada, J. M. (2012). Modelos de gestión de proyectos: dirección de proyectos compatible con el pensamiento Lean. *DYNA-Ingeniería e Industria*, 87(2).

*Sector de la construcción espera un repunte para el segundo semestre.* (6 de julio de 2017). Obtenido de <https://www.dinero.com/Buscador?query=sector%20construccion%20en%20colombia>

The Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology Medellín. (3-5 de August de 2011). *WE1-3*.

*Universidad Católica de Colombia.* (s.f.). Obtenido de [ucatolica.edu.co](http://ucatolica.edu.co)



*Universidad Privada Antenor Orrego.* (s.f.). Obtenido de <http://repositorio.upao.edu.pe/Brendacadena>

Valdés Herrera, C. (2010). *Enfoque basado en procesos* .

Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo Benjamín W. Niebel Andris Freivalds Ed mc Graw hiil (Niebel, Freivalds. 2009)

# ANEXOS

## Anexo A. Carta aceptación de estudio de proyecto



Cartagena de Indias 26 de Abril del 2018

A QUIEN INTERESE CCE No. 0042-18

Como gerente general de la empresa construcciones compresores y equipos, damos constancia que los estudiantes ELIANA PALENCIA MOLINA identificada con C.C. 1.129.512.349 y ESTEBAN GARCÍA GUERRERO identificado con C.C. 1.002.197.346 del programa de INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DEL SINÚ ELÍAS BECHARA ZAINUM, han desarrollado un proyecto buscando proporcionar una propuesta de mejora para los atrasos que se están presentando en el proyecto CCE 034 patios sitio 17 Contecar, para lo cual han realizado las siguientes actividades:

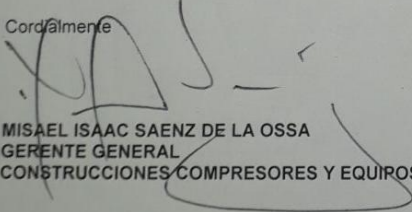
- Visitas a la obra.
- Encuestas dirigidas a: Gerente, director de obra, contratista, personal operativo.
- Entrega de propuestas.

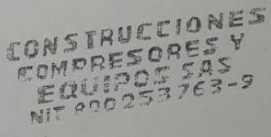
Estas actividades fueron autorizadas, planeadas, realizadas y acompañadas por el director de obra ingeniero LUIS EDUARDO MENDOZA DE LA OSSA. La finalidad de estas actividades es suministrar una propuesta de procedimientos que coadyuven a evitar atrasos en las ejecuciones de las obras de construcciones compresores y equipos.

Como resultado del proyecto se recibió una propuesta de mejora utilizando la metodología lean construcción y last planner para implementar dentro del formato de procedimiento y ejecución de futuros proyectos, el cual queda en estudio del proceso de obras civiles.

PARA CONSTANCIA SE EXPIDE LA SIGUIENTE CERTIFICACIÓN A LOS 26 DIAS DEL MES DE ABRIL DE 2018

Cordialmente

  
MISAEAL ISAAC SAENZ DE LA OSSA  
GERENTE GENERAL  
CONSTRUCCIONES COMPRESORES Y EQUIPOS



---

Bellavista, Carrera 57B No. 5 A -07 - Tel.: 6570453 -6570700- Cel.: 312-6212362  
Email: gerencia@cceitda.net - Cartagena de Indias

Anexo B Fotos de visitas y aplicaciones de encuestas.







Fuente: elaboración propia

## Anexo C. Formato de análisis Cinco Por qué

| FORMATO PARA ANÁLISIS ¿POR QUÉ? ¿POR QUÉ? |   |  |   |   |   |  |
|---|---|--|---|---|---|--|
| TEMA SELECCIONADO: Proyecto CCE 034       |   |  |   |   |   |  |
|   | POR QUÉ 1   | POR QUÉ 2  | POR QUÉ 3   | POR QUÉ 4   | POR QUÉ 5   | ACCIONES O CONTRAMEDIDAS   |
| MANO DE OBRA                              | Los trabajadores no se interesan por las fechas   | se interesan por recibir pagos   | Se tienen pagos por día   | son subcontratados  | La empresa decidió subcontratar obras para evitar papeleso y tiempos    | Porponer sistemas de contrataciones directas con pagos de salarios fijos y bonificaciones por cumplimientos de metas   |
|   | Las personas no asisten al trabajo en forma inesperada y se tienen demoras para sustituir | no muestran excusas  | son llevados por el subcontratista y este no los sanciona                               | no ve la necesidad  |   | Generar políticas y acuerdos para cumplimientos de horarios y motivar los cumplimientos de responsabilidades y plan de inducción a la empresa                                  |
|   |   | no se tiene banco de recursos  | no se había visto la importancia  | los clientes no evalúan tiempos sino acabados del trabajo           |   | Generar stock de recursos humanos capacitados  |
|   | Solo saben programar dos personas   | se tiene una percepción que son ellos como líderes de la obra quienes deben manejar la | No se tiene conocimiento de un herramienta que incluya el resto del personal de la obra | no se había visto la necesidad                                      |   | Diseñar formatos sencillos y abiertos al personal para capacitarlos con metodología "PULL SESION"  |
| MÉTODO                                    | La programación no todos la manejan   | solo dos personas en la empresa saben programar en project                             | no han visto la necesidad de contratar mas personas con este perfil                     | no realizan seguimientos exhaustivos al cumplimiento de fechas      | solo se interesan por entregar la obra y que el cliente este satisfecho | Capacitar al personal para que ayude en el seguimiento de los programas y formatos   |
|   | No se tiene formato de seguimiento  | Los formatos miden de manera general la entrega de las obras                           | solo se verifican que las actividades se entreguen                                      | no han visto la necesidad de incluir nuevos item en los indicadores |   | Realizar propuesta de nuevos indicadores guiados al cumplimiento de fechas   |
|   | Los indicadores los observan cada mes o trimestre   | no sacan tiempo para reunirse en comites primarios                                     | manifiestan ocupaciones y relegan las reuniones   |   |   | *plantear reuniones periodicas tacticas y directivas con formatos de check list para realizar seguimientos.<br>*Realizar tablero de seguimiento diario en obra de forma Kanban |

Fuente: elaboración propia

## Anexo D. Formato de Plan de acción propuesta

| PLAN DE ACCION PARA SEGUIMIENTO SEMANAL AL CUMPLIMINETO DE TAREAS PROYECTO CCE 035 |  |                  |                            |                            |           |                |                             |           |              |        |       |       |               |          |  |
|--|--|------------------|----------------------------|----------------------------|-----------|----------------|-----------------------------|-----------|--------------|--------|-------|-------|---------------|----------|--|
| CUAL   | QUÉ  | DÓNDE            | QUIEN                      | CÓMO                       | CUÁNTO    | CUÁNDO         |                             |           |              |        |       |       | OBSERVACIONES |          |  |
|  |  |                  |                            |                            |           | ACTIVIDAD RAIZ | DESCRIPCIÓN SUB-ACTIVIDADES | UBICACIÓN | RESPONSABLES | MÉTODO | COSTO | PIR   |               | SEMANA 2 |  |
|  |  |                  |                            |                            |           |                |                             | Dia 1     | Dia 2        | Dia 3  | Dia 4 | Dia 5 | Dia 6         | Dia 7    |  |
| Descapote  | rotura y retiro de pavimentos                | Líneas de calles | operadores 1 al 23         | Excavaciones superficiales | Reservado | Plan           |                             |           |              |        |       |       |               |          |  |
|  |  |                  |                            |                            |           | Real           |                             |           |              |        |       |       |               |          |  |
|  | cimentar sobre terreno adecuado los rellenos | Líneas de calles | operadores 1 al 23         | Excavaciones superficiales | Reservado | Plan           |                             |           |              |        |       |       |               |          |  |
|  |  |                  |                            |                            |           |                | Real                        |           |              |        |       |       |               |          |  |
|  | Retirar sobrantes                            | Líneas de calles | operadores 24, 25, 26, 27. | Extracción de materiales   | Reservado | Plan           |                             |           |              |        |       |       |               |          |  |
|  |  |                  |                            |                            |           |                | Real                        |           |              |        |       |       |               |          |  |
| Instalación de redes   | Acueducto                                    | subterráneo      | operadores 28 al 37        | Excavaciones profundas     | Reservado | Plan           |                             |           |              |        |       |       |               |          |  |
|  |  |                  |                            |                            |           | Real           |                             |           |              |        |       |       |               |          |  |
|  | Alcantarillado                               | subterráneo      | operadores 28 al 37        | Excavaciones profundas     | Reservado | Plan           |                             |           |              |        |       |       |               |          |  |
|  |  |                  |                            |                            |           | Real           |                             |           |              |        |       |       |               |          |  |
|  | pozos y cámaras Control                      | subterráneo      | operadores 28 al 37        | Excavaciones profundas     | Reservado | Plan           |                             |           |              |        |       |       |               |          |  |
|  |  |                  |                            |                            |           | Real           |                             |           |              |        |       |       |               |          |  |
|  | Retirar sobrantes                            | subterráneo      | operadores 38 al 42        | Extracción de materiales   | Reservado | Plan           |                             |           |              |        |       |       |               |          |  |
|  |  |                  |                            |                            |           | Real           |                             |           |              |        |       |       |               |          |  |
|  |  |                  |                            |                            |           |                |                             |           |              |        |       |       |               |          |  |

|            |  |
|------------|--|
| PROGRAMADO |  |
| EN PROCESO |  |
| EJECUTADO  |  |
| ATRASADO   |  |

Fuente: elaboración propia