

**DIAGNÓSTICO Y MEJORAS DE LOS PROCESOS APLICADOS EN LA  
PLANIFICACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL DEL CRONOGRAMA DE LA  
OBRA CASAS DEL BOSQUE BAJO EL MARCO TEÓRICO DE LA GUÍA PARA  
DIRECCIÓN DE PROYECTOS DEL PMI**

**HÉCTOR JESÚS RIVERA JIMÉNEZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN  
BUCARAMANGA  
2018**

**DIAGNÓSTICO Y MEJORAS DE LOS PROCESOS APLICADOS EN LA  
PLANIFICACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL DEL CRONOGRAMA DE LA  
OBRA CASAS DEL BOSQUE BAJO EL MARCO TEÓRICO DE LA GUÍA PARA  
DIRECCIÓN DE PROYECTOS DEL PMI**

**HÉCTOR JESÚS RIVERA JIMÉNEZ**

**Monografía presentada como requisito para optar al título de  
ESPECIALISTA EN GERENCIA DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN**

**Director**

**GUILLERMO MEJÍA AGUILAR**

**Phd en Ingeniería Civil**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN  
BUCARAMANGA**

**2018**

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi director de monografía Ing. Guillermo Mejía Aguilar, quien gracias a sus conocimientos y orientación me colaboró en desarrollar de manera práctica la metodología, fundamentos y prácticas de la gerencia de proyectos de construcción en que se basa este trabajo de grado.

Gracias a la Universidad Industrial de Santander por disponer de un grupo de docentes de alta calidad que incentivaron poner en práctica las mejores herramientas profesionales, mejorar mi concepción y conocimientos sobre obras del sector público, lo cual me pareció muy valioso. Así mismo, especial agradecimiento a Nury Salcedo y demás profesionales administrativos de la especialización por su apoyo constante.

A mis compañeros de especialización, por su compañía y colaboración a lo largo de las jornadas de estudios.

Gracias a todos.

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	14
1. OBJETIVOS.....	17
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	17
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
2. METODOLOGÍA.....	18
3. PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO DEL CRONOGRAMA.....	20
3.1 PLAN PARA LA DIRECCIÓN DEL PROYECTO SEGÚN GUÍA DEL PMBOK	21
3.1.1 Planes básicos de gestión.....	21
3.1.2 Líneas bases básicas.....	22
3.2 PLAN DE DIRECCIÓN PROPUESTO PARA EL PROYECTO CASAS DEL BOSQUE.....	23
3.3 PLAN DE GESTIÓN DEL CRONOGRAMA QUE SE CONCIBIÓ PARA LA OBRA CASAS DEL BOSQUE.....	39
3.4 PLANIFICACIÓN DE LA LÍNEA BASE DEL MODELO DE PROGRAMACIÓN ESTABLECIDA POR LA OBRA CASAS DEL BOSQUE.....	42
3.4.1 Concepción de los niveles de jerarquía de la EDT/WBS descomposición jerárquica del alcance del proyecto obra casas.....	46
3.4.2 Establecer la lista de actividades de construcción de la EDT/WBS, las duraciones de las actividades y secuenciar la lógica constructiva entre estas actividades.....	54
3.4.3 Análisis y ajustes de la línea base del modelo de programación.....	63
3.5 LECCIONES APRENDIDAS DURANTE EL DESARROLLO DE LA PLANIFICACIÓN DEL CRONOGRAMA DEL PROYECTO.....	67
3.5.1 Mejoras planteadas respecto a la descripción del alcance y especificaciones de los entregables de la obra, hitos, restricciones y supuestos.....	71
4. MONITOREO Y CONTROL DEL CRONOGRAMA DE OBRA.....	87
4.1 HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS SUGERIDAS POR EL PMBOK PARA CONTROLAR EL CRONOGRAMA.....	87

4.1.1 Documentos del proyecto relacionados con el control del cronograma .....	89
4.1.2 Técnicas de análisis de datos .....	92
4.1.3 Método de control de la ruta crítica .....	94
4.1.4 Análisis de posibles adelantos y atrasos .....	95
4.1.5 Compresión del cronograma.....	95
4.1.6 Solicitudes de cambio del cronograma según la guía del PMBOK. ....	97
4.2 SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL CRONOGRAMA LLEVADO A CABO EN LA OBRA CASAS POR PARTE DEL INGENIERO PROGRAMADOR .....	103
4.2.1 Estimación de los porcentajes de avance real o % avance completado de cada actividad.....	108
4.2.2 Actualización del modelo de programación en el Software Microsoft Project para estimar el % de avance real acumulado, la tendencia de productividad semanal y la proyección de la fecha de finalización de la ruta crítica. ....	117
4.2.3 Análisis de la ruta crítica durante el ejercicio de actualizar el modelo de programación del cronograma para proyección de la fecha de finalización de la obra. ....	120
4.2.4 Presentación del Informe de avance programación y de ejecución de obra .....	122
4.2.5 Seguimiento y control al comportamiento de las actividades Críticas y recomendaciones de reacción. ....	138
4.2.6 Control del proceso de cambio del cronograma llevado a cabo en la obra de las casas.....	149
4.2.7 Presentación de modelo de programación mejorado para llevar un control del cronograma más práctico. ....	155
4.3 LECCIONES APRENDIDAS DURANTE EL PROCESO DE CONTROL Y SEGUIMIENTO DE LA PROGRAMACIÓN.....	157
5. CONCLUSIONES .....	165
6. RECOMENDACIONES.....	169
BIBLIOGRAFÍA.....	172
ANEXOS.....	173

## LISTA DE TABLAS

	Pág
<b>Tabla 1.</b> Jerarquía de cargos y responsabilidades en el proyecto.....	28
<b>Tabla 2.</b> Cuadro de procedimientos y responsables para aprobar cambios.....	38
<b>Tabla 3.</b> Agrupación de las Casas por frentes de contratistas.....	62
<b>Tabla 4.</b> Distribución de % por fase de ejecución para pozos de alcantarillado...110	
<b>Tabla 5.</b> Distribución de los % por fase de ejecución para estimar el avance.... 113 de una placa de concreto reforzado	
<b>Tabla 6.</b> Distribución de los % por área de ejecución para estimar el avance.....114 de la instalación de la estructura de soporte del cielo raso	
<b>Tabla 7.</b> Distribución de los % por fase de ejecución para estimar el avance.....114 de la instalación de las láminas del cielo raso y pintura acabado	
<b>Tabla 8.</b> Comparativo mensual del # personal en obra y % productividad.....	133
<b>Tabla 9.</b> Cuadro comparativo entre % de avance real y % avance..... 134 programado del URBANISMO	
<b>Tabla 10.</b> Cuadro comparativo entre % de avance real y % avance..... 135 programado de la edificación de las 38 casas	

## LISTA DE FIGURAS

	<b>pág</b>
<b>Figura 1.</b> Render de la distribución urbanística de la OBRA CASAS.....	23
<b>Figura 2.</b> Casas modelo de la OBRA CASAS.....	24
<b>Figura 3.</b> Tablero control de obra distribución de la información de seguimiento.	31
<b>Figura 4.</b> Tablas de seguimiento de actividades para recopilar los datos de..... avance en el recorrido de obra	107
<b>Figura 5.</b> Plano del alcantarillado de Lluvias empleado para control..... durante el recorrido de obra de los tramos de colectores	109
<b>Figura 6.</b> Hojas con las observaciones de avance de ejecución.....	111
<b>Figura 7.</b> Plano del alcantarillado de Lluvias empleado para control del..... avance de los pozos de inspección durante el recorrido de obra	111
<b>Figura 8.</b> Pantallazo de la Hoja de calculo para organizar los % de avance..... completado de cada actividad programada	116
<b>Figura 9.</b> Pantallazo de Project para creación del campo numérico para..... formular el calculo del % avance completado con cifras decimales	119
<b>Figura 10.</b> Gráficas de avance real (azul) y avance programado (rojo).....	123
<b>Figura 11.</b> Cuadro de Indicadores de avance y de desviación del informe.....	124
<b>Figura 12.</b> Pantallazo Microsoft Project opción Actualizar proyecto.....	125
<b>Figura 13.</b> Curvas de avance programado (Línea Base) y avance real..... acumulado	126
<b>Figura 14.</b> Gráfica de tendencia de productividad semanal.....	128

<b>Figura 15.</b> Cuadro de análisis de las actividades de la ruta crítica.....	129
<b>Figura 16.</b> Cuadro de actividades que deben iniciar y finalizar 1 mes adelante.	130
<b>Figura 17.</b> Cuadro de actividades realizadas durante la veintena.....	131
<b>Figura 18.</b> Cuadro texto Estado de avance y registro fotográfico.....	132
<b>Figura 19.</b> Cuadro texto Recomendaciones y registro fotográfico.....	137
<b>Figura 20.</b> Gráfica de avance real y avance programado a partir de la..... Línea Base inicial para el 6 de Agosto de 2016	150
<b>Figura 21.</b> Gráfica de avance real y avance programado a partir de la..... nueva Línea Base para el 10 de Octubre de 2016	153
<b>Figura 22.</b> Gráfica de avance real y avance programado por ajustes de la..... nueva la Línea Base para el 10 de Diciembre de 2016	155
<b>Figura 23.</b> Grafica de la propuesta para la presentación del cambio..... de la Línea Base conservando el registro historico	160

## LISTA DE ANEXOS

**Anexo A.:** Archivo PROJECT del Modelo de Programación Línea Base Inicial.

**Anexo B.:** Archivo PDF del Modelo de Informe de avance de cumplimiento de la Programación presentado en la OBRA CASAS.

**Anexo C.:** Archivo PROJECT del Modelo de Programación mejorado con una EDT/WBS más práctica para hacer el seguimiento y control del cronograma.

## RESUMEN

**TITULO:** DIAGNÓSTICO Y MEJORAS DE LOS PROCESOS APLICADOS EN LA PLANIFICACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL DEL CRONOGRAMA DE LA OBRA CASAS DEL BOSQUE BAJO EL MARCO TEÓRICO DE LA GUÍA PARA DIRECCIÓN DE PROYECTOS DEL PMI\*.

**AUTOR:** RIVERA JIMÉNEZ, Héctor Jesús\*\*.

**PALABRAS CLAVE:** Cronograma, Obra, Planificación, Programación, Línea base, Monitoreo, Análisis.

### **DESCRIPCIÓN:**

Dentro de los procesos de la administración de las obras civiles y de la planificación de los proyectos de construcción se tiene como una de las guías bases la gestión del cronograma y su modelo de programación de obra, la cual permite establecer para cada una de las actividades y fases del proceso constructivo las duraciones de ejecución y las fechas de inicio y finalización dentro de un calendario de trabajo las cuales se deben llegar a cumplir para lograr entregar las obras dentro del plazo legal establecido en las cláusulas contractuales.

Este proyecto de grado que se basa en la metodología cuantitativa de estudio de caso, que parte de la experiencia de una obra real para documentar cómo se gestionó el cronograma, se planificó la EDT, se desarrolló el modelo de programación, se monitoreó, se actualizó la programación, se analizó los resultados, se llegó a generar informes gráficos con indicadores de productividad y así diagnosticar bajo la guía de las metodologías y técnicas en que se apoya actualmente la gerencia de proyectos de construcción que falencias afectan este tipo de trabajo y que oportunidades de mejora puede llegar a implementar un profesional especialista en gerencia de construcción basado en la guía PMBOK para hacer más formal sus modelos de programación, tecnificar sus métodos de análisis, obtener mayor asertividad y credibilidad en sus proyecciones de tiempos de ejecución real, recomendaciones de ejecución y planes de recuperación.

\* Monografía

\*\* Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Especialización en Gerencia de Proyectos de Construcción. Director: Ing. Guillermo Mejía Aguilar.

## ABSTRACT

**TITLE:** DIAGNOSIS AND IMPROVEMENTS OF THE PROCESSES APPLIED IN THE PLANNING, PROGRAMMING AND CONTROL OF THE TIMELINE OF THE WORK CASA DEL BOSQUE UNDER THE THEORETICAL FRAMEWORK OF THE GUIDE FOR DIRECTION OF PROJECTS OF THE PMI \*.

**AUTHOR:** RIVERA JIMÉNEZ, Héctor Jesús \*\*.

**KEYWORDS:** Timeline, Work, Planning, Programming, Baseline, Monitoring, Analysis.

### DESCRIPTION:

Within the processes of the administration of civil works and the planning of construction projects, the management of the schedule and its model of work programming is regarded as one of the basis, which allows to monitor and control each of the activities and phases of the construction process, the duration of execution and the start and end dates within a work schedule which must be met in order to deliver the works within the legal term established in the contractual clauses.

This degree project is based on the quantitative methodology of the case study, which starts from the experience of a real work to document how the timeline was managed, the EDT was planned, the programming model was developed, monitored, the programming was updated, the results were analyzed, graphic reports were generated with productivity indicators and thus diagnose under the guidance of the methodologies and techniques on which the management of construction projects is currently supported, failures that affect this type of work and what opportunities of improvement can be implemented by a professional specialist in construction management based on the PMBOK guide to make more formal programming models, technical analysis methods, obtain greater assertiveness and credibility in their projections of real execution times, implementation recommendations and recovery plans.

\* Monograph

\*\* Physicomechanical Engineering's Faculty, School of Civil Engineering. Specialization in Construction Project Management. Director: Ing. Guillermo Mejía Aguilar.

## INTRODUCCIÓN

Como profesionales de la ingeniería civil, durante el desarrollo de los proyectos de construcción, tenemos la oportunidad de trabajar en diferentes ámbitos de la administración de obra. Uno de ellos, específicamente es desempeñar el rol como ingeniero programador de obra, que en ocasiones funge como subalterno del director de obra y bajo las políticas de la empresa de construcción. Dentro de este ámbito, el programador de obra se enfrenta a variadas necesidades administrativas, condicionadas por la disponibilidad de recursos y asignación de profesionales dedicados al manejo de las herramientas de análisis de información para la dirección de proyectos. Para las empresas de construcción es una prioridad contar con un modelo de programación de actividades de construcción, que soporte la secuencia lógica constructiva y las fechas de inicio y finalización de las actividades de construcción, para establecer un cronograma de obra debidamente desarrollado referente para el monitoreo y control. Este referente debe informar a los directores de obra sobre la hoja de ruta a cumplir, y debe facilitar el monitoreo periódico respecto al porcentaje de avance y los días de atraso de las actividades planeadas. En términos concretos, las empresas de construcción requieren adoptar, a su medida, un sistema de planeación, monitoreo y control de los cronogramas de obra, para poder cumplir con los objetivos propuestos del proyecto.

Era claro que la mayoría de los directores de obra y profesionales involucrados en la planificación y control de los cronogramas de obra, se basan en su experiencia personal para guiar estos procesos, ajustándose a los requerimientos de las empresas, que les permitan establecer modelos de programación de obra, controlar los tiempos de ejecución de los frentes de actividades, e informar a la alta gerencia. Sin embargo, este trabajo se relega, en ocasiones, a un tema de reporte de evidencias de avance de ejecución de obra, apoyados en indicadores de avance, así como en argumentos sobre el desempeño de la productividad del proyecto y de

la ejecución de actividades, y demás observaciones importantes que impactan en el desarrollo de la obra, sin una metodología adecuada de mejoramiento. Las acciones correctivas sobre temas de días de atraso y reprogramaciones de actividades, tienden a obedecer más a decisiones financieras y comerciales, que a temas de productividad y desempeño de obra, ya que la retroalimentación de las programaciones por parte de los miembros de los equipos de dirección de obra no es muy tenida en cuenta, y por ello muchas veces se evidencia el incumplimiento de las fechas de los entregables del proyecto. Urge cambiar la forma de concebir los cronogramas de obra, para que sean herramientas que permitan comprometer a los profesionales directivos de obra con mayor apoyo a los procesos de control de la programación. Un cambio de filosofía respecto a la importancia y utilidad de los cronogramas de obra debe nacer a nivel directivo para valorar la ejecución y medición de la productividad de la construcción.

El marco teórico de la guía de los fundamentos para la dirección de proyectos que propone el Instituto de Gerencia de Proyectos (PMI, por sus siglas en inglés), en su sexta versión del PMBOK (2017) y su metodología organizativa de la información y documentación, propone una visión administrativa para la dirección de proyectos buscando mejorar el desarrollo de los procesos de planificación, monitoreo y control de las programaciones de obra. La propuesta que hace el PMI, permite adoptar métodos de planificación de actividades del cronograma (EDT/WBS), buscando mayor practicidad en la medición y control en obra, como también en la implementación de la metodología de análisis de valor ganado. Así, se brinda un valor agregado al trabajo de la dirección de obra ante la alta gerencia, garantizando un monitoreo y control, con información de avance de ejecución clara y concisa, que soporte la credibilidad al proyectar las fechas de finalización del proyecto, y dado el caso, la solicitudes de reprogramación de los frentes de trabajo con dificultades, así mismo ajustar cambios a la planificación inicial para recomodar el modelo de programación a las necesidades de los entregables del proyecto.

La presente monografía documenta los procesos de planificación, monitoreo y control del cronograma que se llevaron a cabo en un proyecto específico, como también las lecciones aprendidas que surgieron de las dificultades e inconvenientes observados durante el transcurso de la obra. Específicamente, el trabajo documenta lo relacionado con la etapa de construcción del proyecto.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1 OBJETIVO GENERAL**

Analizar y documentar las metodologías empleadas y las experiencias vividas durante la construcción del proyecto “Casas del Bosque”, en sus procesos de planificación, programación y control del cronograma. Estas experiencias permitirán generar recomendaciones prácticas para mejorar la planificación y control del cronograma, según los parámetros de la guía de dirección de proyectos PMBOK.

### **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Documentar el proceso de planificación del cronograma realizado en obra, para plantear recomendaciones y mejoras bajo la guía del PMBOK.

Comparar el uso de las herramientas y técnicas planteadas por el proyecto “Casas del Bosque” con las recomendaciones de la guía PMBOK, que permitan identificar los aspectos a fortalecer en el análisis de datos, el modelado y control del cronograma del proyecto.

Presentar las observaciones, recomendaciones y registro de lecciones aprendidas como resultado de llevar a cabo el control de la ejecución real del cronograma en obra.

## 2. METODOLOGÍA

La presente monografía se apoyó en la metodología cuantitativa de estudios de caso donde el estudio de caso se caracteriza porque presta especial atención a cuestiones y situaciones que específicamente pueden ser conocidas a través de la descripción de los significados vividos en los que se está inmerso en la vida cotidiana y la vida laboral, del significado de las experiencias que se destaquen y que hacen de estudiar el caso se lleguen a valorar sus aportes para el incremento del conocimiento y el mejoramiento con el uso de las buenas prácticas.

La finalidad de la investigación cualitativa es comprender e interpretar la realidad tal y como es entendida por los sujetos participantes en los contextos estudiados, lograr resumir de forma explícita los resultados del análisis del estudio del caso y desarrollar un informe de la investigación cuantitativa donde se refiera igualmente al planteamiento del problema, a la metodología seguida y a los resultados alcanzados, aunque éstos no siguen un orden o un formato de presentación convencional.

La metodología seleccionada permitió evidenciar y documentar la experiencia vivida en la etapa de construcción del proyecto “Casas del Bosque”. Se logró documentar los procedimientos de planificación del cronograma, el respectivo modelo de programación de obra y los procedimientos de monitoreo y control, identificando los inconvenientes presentados y las mejoras propuestas al proceso de planificación. Estas recomendaciones son planteadas bajo la visión de un profesional especialista en proyectos de construcción, y se aclara, que dicha experiencia se enmarca dentro de las limitaciones y consideraciones particulares de la obra y de los profesionales a cargo, lo cual sirve como referencia para compararla con otras experiencias, mas no como evidencia para generalizar conclusiones.

La presente monografía pretende seguir un orden narrativo del estudio cuantitativo para el desarrollo de un cronograma de obra donde se muestra en primer lugar las recomendaciones la metodología del PMI para la gestión del cronograma, el estudio del caso evidenciado de la obra Casas del Bosque de cómo se estructuro la planificación, desarrollo el modelo de programación, se le hizo monitoreo y control y terminar destacando las problemáticas y sus lecciones aprendidas.

### 3. PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO DEL CRONOGRAMA

Como parte previa a la etapa de construcción de todo proyecto, se requiere desarrollar y establecer un cronograma de obra basado en una serie de actividades secuenciales, para establecer rutas de ejecución y fechas de inicio y finalización, que determinen la duración total de la etapa constructiva del proyecto. Este trabajo es desarrollado por un grupo de profesionales que han sido seleccionados de acuerdo a las políticas de la empresa constructora. Este grupo de profesionales se apoya en modelos y herramientas computacionales de programación de obra, para controlar su cumplimiento y medición de los indicadores de avance de ejecución de las actividades. Aunque en la actualidad se cuenta con guías y recomendaciones de organizaciones profesionales, como es el caso de **guía de los fundamentos para la dirección de proyectos** que el PMI ha publicado en su sexta versión, para desarrollar estos procesos de acuerdo a las necesidades de cada empresa y proyecto, en algunas empresas no se tienen establecidos de manera explícita dichos procesos, ni por parte de algunos profesionales se tiene conocimientos de dichas recomendaciones. Estas recomendaciones permiten de alguna manera una planificación del cronograma de obra mejor soportada y evidenciada, mejor estructurada y optimizada bajo la concepción de la gerencia de proyectos que busca formalizar la información empleando herramientas y técnicas que optimicen los análisis e interpretación de los indicadores del cronograma.

Para el presente caso de estudio, se resumen a continuación los requerimientos de la **guía para la dirección de proyectos PMBOK** (6ta edición) del PMI, para desarrollar la planificación del cronograma del proyecto, que guíe la gestión de los procesos de la planificación del cronograma, la determinación de la línea base de referencia para su control, y los procedimientos de monitoreo y control.

### 3.1 PLAN PARA LA DIRECCIÓN DEL PROYECTO SEGÚN GUÍA DEL PMBOK

El Plan para la dirección del proyecto, según la guía del PMBOK, es el documento que define la manera en que el proyecto será ejecutado, monitoreado, controlado y cerrado. Este documento consolida los planes de gestión propuestos y las líneas bases aprobadas para el seguimiento y control de los entregables definidos en el alcance del proyecto, del cronograma y de los costos del proyecto.

La guía del PMBOK sugiere varios componentes y líneas base que el plan para la dirección del proyecto debería incluir. Estos componentes pueden presentar el nivel de detalle de acuerdo a la importancia dentro del proyecto y al ejercicio de planificación de los responsables e integrantes del grupo de dirección. Los componentes del plan para la dirección del proyecto incluyen, entre otros:

#### 3.1.1 Planes básicos de gestión

- *Plan de gestión del alcance:* Establece el modo en que el alcance será definido, desarrollado, monitoreado, controlado y validado.
- *Plan de gestión de los requisitos:* Establece el cómo se analizarán, documentarán y gestionarán las necesidades y requisitos de los interesados para cumplir los objetivos del proyecto.
- *Plan de gestión del cronograma:* Establece los criterios de ejecución y actividades a llevar a cabo para desarrollar, monitorear y controlar el cumplimiento de las fechas del cronograma.
- *Plan de gestión de los costos:* Establece la forma en que se planificarán, estructurarán, y controlarán los costos según las fases de actividades del presupuesto.

- *Plan de gestión de la calidad:* Establece la forma en que las políticas, metodologías y estándares de calidad de una organización se implementarán en el proyecto.
- *Plan de gestión de los recursos:* Proporciona una guía sobre cómo se deberían categorizar, asignar, gestionar y liberar los recursos para ejecutar el proyecto.
- *Plan de gestión de las comunicaciones:* Establece cómo, cuándo y por medio de que medios y quienes se administrará y difundirá la información del proyecto.
- *Plan de gestión de los riesgos:* Establece el modo en que se estructuraran y se llevan a cabo las actividades de gestión de riesgos.
- *Plan de gestión de las adquisiciones:* Establece como el equipo del proyecto adquirirá bienes y servicios desde fuera de la organización ejecutante.

### **3.1.2 Líneas bases básicas**

- *Línea Base del Alcance.* Versión aprobada de un enunciado del alcance, de una estructura de desglose de trabajo (EDT/WBS) y su diccionario de la EDT/WBS asociado que son los documentos que proporcionan información detallada de los entregables, actividades y programación de cada uno de los componentes de la EDT/WBS, que se utiliza como una base de comparación.
- *Línea Base del Cronograma.* Versión aprobada del modelo de programación que se utiliza como base de comparación con los resultados reales de ejecución en cuanto al cumplimiento de las fechas de inicio y terminación programadas, las duraciones estimadas y uso de recursos planificados.

- *Línea Base de Costos.* Versión aprobada de la estructura de presupuesto del proyecto con fases de tiempo que se utiliza como base de comparación con los resultados reales de los presupuestos ejecutados de cada actividad.
- *Línea Base para la medición del desempeño.* Nace de un plan integrado a nivel de Alcance-Cronograma-Costo para usar la metodología de análisis del Valor Ganado, esta línea base aprobada se utiliza como base de comparación con los resultados reales para medir la buena gestión basado en los índices de desempeño que determinan si es necesario implementar un cambio, una acción preventiva o una acción correctiva.

Esta monografía se centrará en el análisis del plan de gestión del cronograma, el desarrollo del modelo de programación y el monitoreo y control de la ejecución de la línea base del cronograma y sus relaciones con los otros planes y líneas básicas del proyecto.

### **3.2 PLAN DE DIRECCIÓN PROPUESTO PARA EL PROYECTO CASAS DEL BOSQUE**

Es de vital importancia planificar, definir y aprobar las líneas bases que serán las referencias o metas a cumplir durante el tiempo de ejecución del proyecto, pues estas hojas de ruta que empleará la dirección del proyecto durante la ejecución real, le servirán para medirse objetivamente y cuantitativamente en tiempo y costos. De esta manera, se pueden definir cambios importantísimos en la planificación de la ejecución que garanticen el cumplimiento de las especificaciones de los entregables definidos en el alcance, o cambios drásticos que lleven a reprogramar las respectivas líneas bases a través del proceso de control integrado de cambios.

En el proyecto bajo estudio, el plan de calidad funge las veces de plan para la dirección del proyecto, pero al nivel de Dirección de Obra. El director de obra al inicio de sus funciones debe recopilar los documentos tramitados externamente por otras gerencias de la empresa (diseños, licencia de construcción, licencias ambientales), y aquellos que generan los procesos internos (presupuestos, especificaciones acabados) para organizar la información o requisitos mínimos que conforma el proyecto como son los estudios de suelos, diseños de ingeniería, presupuestos, una programación de obra y especificaciones ofrecidas de acabados y entrega de las casas, y así poder establecer un alcance del proyecto y descripciones de las obras y productos entregables (portería, zona social, vía de acceso y casas) con un cronograma inicial de fechas de entrega.

El plan sirvió de hoja de ruta para la dirección de la obra y determinó los controles de ejecución y control de calidad para las actividades de construcción, determinó las responsabilidades a los miembros del grupo profesional de obra, la periodicidad de las reuniones del comité de obra, la frecuencia de los informes de monitoreo y actualización de los reportes gráficos que deben publicarse, y también se estableció un proceso para solicitar cambios y el registro de las lecciones aprendidas.

Comparando el orden planteado por la guía de dirección de proyectos PMBOK en cuanto a la información de entrada que hace referencia al acta de constitución del proyecto, que describe el alcance, los objetivos medibles, los entregables, requisitos y descripción del alto nivel de la jerarquía de la empresa, entre otros, la obra no generó este documento elaborado por la alta gerencia, sino que se apoyó en el plan de calidad comentado anteriormente. A continuación se muestra la información que compone dicho plan para el proyecto “Casas del Bosque”:

**Formato PLAN DE CALIDAD Obra Casas del Bosque. (Se relaciona con el *Plan de gestión del alcance*)**

PROYECTO: OBRA CASAS	PLAN DE CALIDAD	CÓDIGO	CTR-FO-04
----------------------	-----------------	--------	-----------

**A. Alcance del proyecto.**

Nombre del Proyecto: OBRA CASAS DEL BOSQUE
Fecha de Inicio del proyecto:
<b>Descripción del Objeto:</b> <b>URBANISMO:</b> ___X___ <b>CONSTRUCCIÓN:</b> ___X___
<p>El proyecto OBRA “CASAS DEL BOSQUE”, cuenta con 19 lotes, en los cuales se construyen dos casas por lote para un total de 38 edificaciones con acabados de estrato 6 que comparten la estructura en sistema tradicional- tipo pórico, se construirá una estructura destinadas para portería-acceso y oficina de administración, una Zona Social que se compone de un salón para eventos, vestieres y batería de baños para la zona de piscinas, una piscina para adultos y un espejo de agua para niños pequeños. Incluye servicios públicos de urbanismo, alcantarillado pluvial, residual, andenes, servidumbres, zonas verdes, iluminación general, zonas comunes y vía interna en pavimento rígido.</p>
<p><b>Figura 1. Render de la distribución urbanística de la OBRA CASAS</b></p> 

CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO					
TIPO DE CONSTRUCCIÓN					
Sistema Tradicional	X	Sistema Túnel		Urbanismo	
NÚMERO DE CASAS					
Tipo A	28	Tipo B	10	Reforma	

**Figura 2. Casas modelo de la OBRA CASAS**



**Descripción de las casas:**

Las casas son construidas por pares en cada lote del 1 al 19. Se trata de 38 Casas de dos tipos “Casa Georgia” (28 casas tipo A), cuenta con un área construida de 229.85 m<sup>2</sup> y un área de terrazas de 47.35 m<sup>2</sup>. “Casa Savannah” (10 casas tipo B), cuenta con un área construida de 227.18 m<sup>2</sup> y un área de terrazas de 47.35 m<sup>2</sup>.

La Casa que se construirá se distribuye arquitectónicamente en seis niveles intermedios, proyectados de la siguiente manera:

1. Nivel de Acceso:
  - Dos cupos del parqueadero.
  - Hall de acceso.
  - Baño social.
  - Cuarto lavado – Área de ropas.
  
2. Nivel de huéspedes:
  - Alcoba de huéspedes.
  - Baño de huéspedes

	Salida Área jardín de casa.
3. Nivel Sala-Comedor:	Sala social. Zona comedor. Cocina. Balcón sala-comedor.
4. Nivel alcoba principal:	Área estar tv y escritorio. Alcoba principal. Área Vestidor. Baño alcoba principal.
5. Nivel zona terraza	Terraza mirador y mesón Bbq.
6. Nivel alcobas auxiliares	Alcoba 2 y baño. Alcoba 3 y baño.
Número de Lotes: 19 lotes, 38 Casas.	
<p><b>Descripción de los lotes:</b></p> <p>El proyecto urbanístico, conjunto residencial Casas del Bosque, se desarrolla en un área bruta de 28436.96 m<sup>2</sup>, cuya afectación es de 15 metros de aislamiento a escorrentía con área total de 5714.39 m<sup>2</sup>, quedando un área neta urbanizable de 22722.57 m<sup>2</sup>, que se discriminan de la siguiente manera:</p> <p>A: Áreas comunes de equipamiento y zonas verdes con 5786.36 m<sup>2</sup>.</p> <p>B: Áreas Vía circuito vehicular, andenes adoquín y bahías de parqueo con área de 3585.70 m<sup>2</sup>.</p> <p>C: Áreas privadas para 38 lotes, con un área total de 6913.25 m<sup>2</sup>.</p> <p>Las Casas tipo Georgia cuentan con un área construida de 229.85 m<sup>2</sup>.</p> <p>Las Casas tipo Savannah cuentan con un área construida de 227.18 m<sup>2</sup>.</p> <p>Según el lote sobre el que se construya la respectiva casa, estas tendrán unos linderos que abarcan algunas zonas verdes alrededor de las casas y obedecen a la parcelación de los lotes construibles y serán parte de la propiedad del respectivo cliente.</p>	

### Cuadro de requisitos mínimos de la obra.

(Se relaciona con el *Plan de gestión de los requisitos*)

Requisito	Elaboró	Fecha	Teléfono
1. Estudio de Suelos			
2. Licencia de Construcción			
3. Lineamientos Ambientales			
4. Diseño Estructural			
5. Diseño Urbanístico y Arquitectónico			
6. Diseño Eléctrico y Comunicaciones			
7. Diseño Hidráulico y Sanitario			
8. Presupuesto de Obra			
9. Programa de Trabajo			
10. Especificaciones ofrecidas de acabados			
11. Centro de Costo			
12. Asignación de Almacén			

### B. Organización administrativa del proyecto. (Se relaciona con el *Plan de gestión de los requisitos*)

A continuación, se identifican los cargos establecidos del grupo de obra para la ejecución del proyecto, los cuales deberán ser contratados al inicio del proyecto, antes de iniciar la obra y a medida que el avance de la obra lo requiera.

**Tabla 1. Jerarquía de cargos y responsabilidades para un proyecto de Casas**

CARGO	RESPONSABILIDADES ESPECIFICAS EN EL PROYECTO
<b>Gerente de Operaciones</b>	Dirección general de todos los proyectos de Construcciones de la empresa.
<b>Director de Proyectos</b>	Liderar, planear, organizar y dirigir la ejecución de la construcción del proyecto de acuerdo a su especialidad y/o formación. Enfocado al cumplimiento del presupuesto, tiempos de entrega, especificaciones y diseños, así como también la calidad del proyecto.

Fuente. Sistema de Gestión de Calidad de la Constructora. Gerencia de Recurso Humano

Tabla 1 continua. Jerarquía de cargos y responsabilidades para un proyecto de Casas

CARGO	RESPONSABILIDADES ESPECIFICAS EN EL PROYECTO
<b>Director de Obra</b>	Gerenciar Proyectos de presupuesto el cual debe liderar, planear, organizar y dirigir su desarrollo, centrado al cumplimiento del presupuesto, tiempos de entrega, especificaciones y diseños; así como también la calidad del mismo.
<b>Residente de Interventoría</b>	Controlar la calidad y reportar el costo de la obra de acuerdo con el presupuesto y las especificaciones aprobadas.
<b>Residente de Obra Arquitecto. Acabados</b>	Liderar, planear, organizar y dirigir la ejecución de la construcción del proyecto de acuerdo a su especialidad y/o formación. Enfocado al cumplimiento del presupuesto, tiempos de entrega, especificaciones y diseños, así como también la calidad del proyecto.
<b>Residente de Obra Ingeniero de Estructura</b>	Liderar, planear, organizar y dirigir la ejecución de la construcción del proyecto en su especialidad o formación, enfocado al cumplimiento del presupuesto, tiempos de entrega, especificaciones y diseños, así como la calidad del proyecto.
<b>Residente de Obra Ingeniero Electricista</b>	Liderar, planear, organizar y dirigir la ejecución de la construcción del proyecto de acuerdo a su especialidad y/o formación. Enfocado al cumplimiento del presupuesto, tiempos de entrega, especificaciones y diseños, así como también la calidad del proyecto.
<b>Ingeniero de Programación</b>	Crear, controlar e informar sobre el comportamiento de las programaciones de los proyectos.
<b>Supervisor de Obra (acabados)</b>	Revisar y controlar la ejecución de las actividades de la obra en su especialidad (obras civiles, acabados), garantizando la calidad del proyecto.
<b>Inspector de Seguridad Industrial</b>	Velar por el cumplimiento del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo según los lineamientos del jefe de seguridad industrial. Deberá garantizar el uso de los equipos y elementos de seguridad y de generar medidas preventivas y de protección que se requieran para garantizar el bienestar físico, mental y laboral de los trabajadores.

Fuente. Sistema de Gestión de Calidad de la Constructora. Gerencia de Recurso Humano

**Tabla 1 continua. Jerarquía de cargos y responsabilidades para un proyecto de Casas**

CARGO	RESPONSABILIDADES ESPECIFICAS EN EL PROYECTO
<b>Analista Contable de Obra</b>	Gestionar todo el proceso contable y financiero de la obra, asegurando el cumplimiento en normas contables, financieras y tributarias.
<b>Auxiliar de Obra</b>	Velar por el cumplimiento del plan de calidad en obra y realizar el control de las versiones vigentes de los planos en obra.
<b>Auxiliar de Patio</b>	Ejecutar y controlar la entrega, limpieza y cuidado de los equipos de construcción y material de patio suministrado a los diferentes contratistas.
<b>Almacenista</b>	Administrar y responder por la custodia, preservación y control del inventario físico de materiales existentes en el almacén de obra asignado y atender el suministro de materiales conforme a las necesidades de la obra.
<b>Tomador de Muestras.</b>	Realizar la prueba de asentamiento y tomar las muestras para los ensayos; controlar el sitio de almacenamiento y despacho de las tomas de muestras al laboratorio.
<b>Auxiliar de almacén.</b>	Apoyo en la administración, custodia y control del inventario físico de materiales existentes en el almacén de obra asignado.

**Fuente. Sistema de Gestión de Calidad de la Constructora. Gerencia de Recurso Humano**

**C. Control de Calidad de las actividades de construcción y sus criterios de aceptación y control (Se relaciona con el *Plan de gestión de la Calidad*)**

El Sistema de Gestión de Calidad que rige al proceso de Construcción de la Obra CASAS DEL BOSQUE, se basa en el enfoque global que tiene el Sistema de Gestión de Calidad de la empresa para el mantenimiento y mejora continua del desempeño de los procesos aplicando el concepto del ciclo PHVA en todos los niveles dentro de la organización. El ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar) se fundamenta específicamente basa en los 2 anexos preestablecidos con criterios de aceptación y pruebas control basado en las indicaciones de las diferentes Normas Técnicas Colombianas.

**Anexo 1 del Plan Calidad Actividades de construcción:** se enumeran en orden las actividades del proyecto que se van ejecutando respecto a la construcción de las edificaciones y de la adecuación de las obras de urbanismo, así mismo se plantea como control de calidad las actividades de monitoreo como son los criterios de verificación de los trabajos y la verificación de materiales utilizados para garantizar el cumplimiento de los requisitos o especificaciones, y la forma de control de calidad en cuanto a tipos de pruebas y ensayos que se deben llevar a cabo en cada actividad que lo requiera para asegurar el correcto funcionamiento de las obras.

**Anexo 2 del Plan Calidad Control de Calidad en obra (pruebas y ensayos):** se define como Control de calidad la exigencia establecida por las normas técnicas colombianas NTC o por la empresa para asegurar la calidad del producto entregado en la actividad ejecutada, es por eso que se planean desde un comienzo las respectivas pruebas y ensayos a realizar en cada actividad, así como la frecuencia y ubicaciones especiales.

### **C.1. Otras Actividades básicas de control de la gestión administrativa**

Respecto a estas actividades básicas de control se hace referencia puntual a la presentación de la información resumida ya sea contenida en los diferentes tipos de informes impresos al alcance de todos, en el seguimiento gráfico sobre planos sobre tableros para consulta visual de cualquier miembro de la empresa, las reuniones del grupo de dirección y el tipo de informe que se organiza para evidenciar el análisis y asignación de responsabilidades por asuntos pendientes por gestionar acerca de la información tratada, reuniones con contratista para evidenciar la planificación semanal de actividades por ejecutar y la calificación periódica de estos contratistas.

Se tenía en la obra un espacio adecuado llamado el CUARTO DE CONTROL para la instalación de los diferentes tableros donde se publicaban los informes de control y cumplimiento del PLAN CALIDAD y planos de seguimiento de avance.

#### **C.1.1 Calendario de control**

Tiene como objetivo programar a través de un calendario los eventos importantes de la obra indicando fechas relacionadas con la ejecución de Comité mensual de Proyectos, Comité semanal de Obra, Fechas de Corte de Obra para pagos a contratistas, Visitas importantes (Diseñadores, Entidades), PAS.

#### **C.1.2. Seguimiento gráfico sobre planos para diligenciar el avance de frentes de actividades**

Tiene como objetivo llevar un monitoreo visual del avance de obra sobre planos por parte de cada profesional residente de obra asignado a cada especialidad, diligenciado de acuerdo a parámetros definidos en el CTR-IN-124 Instructivo Seguimiento Gráfico de Actividades.

#### **C.1.3. Tablero control de obra distribución de la información de seguimiento**

Este tablero tiene como objetivo reunir información relevante de la obra en un solo lugar en cuya respectiva organización de sus cajones se pueda ir a consultar los documentos bases como el presupuesto, el cronograma de la obra, el plan de gestión de calidad, así mismo se van archivando y actualizando los respectivos informes de seguimiento que permita hacer seguimiento a los procesos de control.

**Figura 3. Distribución de los cajones del Tablero control de obra distribución de la información de seguimiento**

	PLANEACION	SEGUIMIENTO	PLAN DE ACCION
TIEMPO	INFORME PROGRAMACION OBRA	INFORME PROGRAMADOR	PAS
CALIDAD	PLAN CALIDAD	SEGUIMIENTO CALIDAD PRODUCTOS N.C	COTROL DE PLANOS- CONTROL DE EJECUCION Y RECIBO DE OBRA
COSTOS	PRESUPUESTO	AVANCE PERITO- INFORME GERENCIA	INFI
DESPERDICIOS	CONCRETO		
CONTRATOS	PROGRAMACION CONTRATOS	JORNALES-RETRABAJOS	CONTROL COMPRAS Y CONTRATACION

**Fuente. Sistema de Gestión de Calidad de la Constructora. Gerencia de Construcción**

#### **C.1.4 Tablero control evaluación contratistas de obra**

Este tablero tiene como objetivo realizar monitoreo diario del número de personal en obra según cada contrato y un seguimiento semanal del comportamiento de los contratistas de acuerdo a los compromisos adquiridos como son el cumplimiento a las actividades planificadas a ejecutar dentro de la semana de control (PAS), cumplimiento de las políticas de seguridad y salud en el trabajo, participación en las brigadas de apoyo, mantenimiento del orden y aseo en el sitio de trabajo, cumplimiento con la disposición adecuada de desperdicios y escombros. Cumplimiento de los plazos del contrato.

#### **C.1.5 Tablero control indicadores financieros del proyecto**

Tiene como objetivo documentar el seguimiento, medición y comparación del estado de los indicadores financieros de la obra obtenidos del resumen del control de

costos y presentado en el formato de informe INFI y presentado también con el informe mensual de gerencia enviado a la presidencia y alta gerencia de la empresa

**C.2 Reuniones y reportes de seguimiento** (Se relaciona con el *Plan de gestión de las comunicaciones*)

Se llevan a cabo reuniones programadas del grupo de obra para analizar los datos y recomendaciones más relevantes de los respectivos informes de seguimiento y control, y así llegar a plantear acciones con plazo definido y responsable a la cabeza, para que llegados a cumplir impacten positivamente en la planificación de las actividades.

**C.2.1 Reunión de comité de obra**

<b>Objetivo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar el avance del proyecto a nivel de actividades y las acciones a tomar</li> <li>• Revisar y ajustar los diseños técnicos y arquitectónicos.</li> <li>• Planear y controlar las actividades a ejecutar.</li> <li>• Análisis de los productos no conformes presentados en la obra</li> <li>• Seguimiento a contratos</li> <li>• Información de costos por parte de Residente de Interventoría a la obra</li> <li>• Análisis del formato de monitoreo de proyecto</li> </ul>
<b>Frecuencia</b>	Semanalmente.
<b>Asistencia</b>	Director de Proyectos, Director de Obra, Residentes de Obra, Residente de Interventoría, Ingeniero Programador de Obra (Cuando se requiera supervisor de obra u otro colaborador de alguna área específica)
<b>Registro</b>	CTR-FO-05 Acta de Reunión de Obra
<b>Anexos</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Informe de vencimientos de contratos (Reporte de Epicor analizado con nombre de profesional asignado)</li> <li>2. CTR-FO-52 Cuadro de desperdicios</li> <li>3. Listado de materiales pendientes y vencimientos. (Epicor no</li> </ol>

	genera reporte). 4. CTR-FO-92 Control de actividades pendientes de Diseño
--	--

**C.2.2 Reporte informe avance de obra – cumplimiento programación de obra**  
(Se relaciona con el *Plan de gestión del cronograma*)

<b>Objetivo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controlar el despliegue de las actividades del proyecto, para confirmar el programa propuesto y aplicar acciones adecuadas encaminadas a corregir los retrasos.</li> <li>• Reportar semanalmente en el comité de obra el estado de la programación según el informe presentado por REIN o por el profesional de control de programación de obra PROGRA.</li> </ul>
<b>Frecuencia</b>	Mensual
<b>Responsable</b>	Director de Obra Residentes de Obra
<b>Reportar a</b>	Web de informes de obra (Ver instructivo CTR-MA-05 Manual para almacenamiento web de informes de obra)
<b>Documento base</b>	Programación de obra, Archivos Project.

**C.2.3 Reporte informe de costos** (Se relaciona con el *Plan de gestión de los costos*)

<b>Objetivo</b>	a) Controlar los costos del proyecto para lograr la utilidad esperada.
<b>Frecuencia</b>	Veintena
<b>Responsable</b>	Residente de Interventoría:
<b>Distribuir a</b>	Gerente de Planeación y Director de Obra
<b>Documento base</b>	Presupuesto de Obra

#### C.2.4 Reunión plan de actividades semanales – PAS

<b>Objetivo</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Seguimiento Efectivo a la programación de obra</li><li>• Toma de decisiones oportunas</li><li>• Cuantificación y clasificación de las Restricciones presentadas durante la obra</li><li>• Seguimiento a la productividad del Proyecto</li></ul>
<b>Frecuencia</b>	Planeación semanal, pero se debe realizar seguimiento diario a las actividades
<b>Responsable</b>	Director de Obra Residentes de Obra
<b>Reportar en</b>	CTR-FO-91 Formato plan de actividades semanales Web de informes de obra (Ver CTR-MA-05 Manual para almacenamiento web de informes de obra)
<b>Documento base</b>	Programación de obra

#### D. Cronograma de Obra (Se relaciona con el *Plan de gestión del cronograma*)

La obra desarrollo un modelo de programación de obra en Microsoft Project, el cual se anexa como cronograma de las actividades de trabajo a controlar.

De este modelo de programación se obtienen las fechas de finalización de las actividades de limpiezas para entrega de cada inmueble a partir de las cuales se tiene en cuenta 1 mes para solventar las observaciones de detalles de cada revisión efectuada por parte de los supervisores de acabados de la gerencia administración inmobiliaria.

Dentro del plan de dirección, se definió este listado de hitos que es la meta a llegar a cumplir con la entrega de cada casa, de la portería y zona social a la gerencia de

administración inmobiliaria y que debían darse a conocer a la gerencia financiera y a la presidencia como las fechas de entregas.

**E. Presupuesto de obra** (Se relaciona con el *Plan de gestión de los costos*)

De parte de la gerencia de planeación e interventoría se recibió la versión cerrada del presupuesto inicial de obra o presupuesto espejo. Se anexa Presupuesto de Obra.

La obra desarrollaba su control de costos de la ejecución del presupuesto inicial (Línea base del presupuesto) para actualizar los análisis de precios unitarios de las actividades originales según se vayan contratando y comprando materiales, así mismo crear los análisis unitarios de las nuevas actividades no contempladas en la EDT/WBS del presupuesto inicial y hacer todos los nuevos cambios para organizar los gastos durante el transcurrir de la obra y así lograr hacer proyecciones de los costos por ejecutar y mantener actualizados los valores del costo total de la obra y el impacto sobre la utilidad del proyecto.

**F. Proceso para aprobar cambio** (Se relaciona con el Proceso integrado de aprobar cambios)

En este ítem se identifica y establece el procedimiento que debe ser seguido para efectuar un cambio durante el proyecto. Los cambios a los que se refiere este numeral son: Cambios en las especificaciones de los productos o el alcance de cada actividad, plan de actividades o procesos de control de calidad de las actividades o presupuesto de obra o modificación de diseños o programa de trabajo.

El procedimiento establecido es el siguiente:

**Tabla 2. Cuadro de procedimientos para aprobar cambios**

Actividades	Responsable	Documentos
1. Identificar la necesidad de cambio la cual se puede presentar en: Presupuesto de Obra, Diseños de Ingeniería (técnicos) y arquitectónicos, Cronograma de Trabajo o Plan de Calidad del Proyecto.	Funcionario de la empresa	
2. Cambios en el Presupuesto de Obra que tengan un gran impacto en:  - La utilidad esperada - Desviaciones importantes de presupuesto	Ingeniero Residente Interventoría, Gerente de Planeación	Presupuesto dinámico, Informe gerencial
3. Cuando se presentan cambios en los Diseños de Ingeniería y Arquitectónicos se comunica a Gerencia de Planeación.	Director de Proyecto, Director de Obra o Residente de Obra	DIS-FO-51 Ajustes de diseño en obra
4. Definir y aprobar la acción a seguir en reunión del comité de obra.	Director de Proyectos de Ingeniería	Diseños de Ingeniería y Arquitectónicos.
5. Para cambios en la Línea Base del Cronograma se reúne el comité de obra con el programador y define las acciones a seguir.	Director de Proyecto/ Director de Obra	Acta de Comité de Obra, Cronograma de Trabajo
6. Actualizar la documentación y registros afectados y comunicar a las partes involucradas en el cambio.	Director de Obra / Residente de Obra	Documentos y Registros afectados, Listado Maestro del Proyecto.

Fuente. Sistema de Gestión de Calidad de la empresa de construcción

### G. Lecciones aprendidas aplicadas

Se requiere generar un informe con las observaciones de las lecciones aprendidas y las acciones correctivas aplicadas, para que sirva de consulta y que motive la continua actualización con las lecciones aprendidas que irán surgiendo al cabo de la obra.

Esta documentación que conforma el PLAN CALIDAD DE LA OBRA resume a cierto modo y será el PLAN PARA LA DIRECCIÓN DEL PROYECTO y viene siendo la hoja de ruta con la que se guiara la gestión del proyecto pero enfocado a nivel de trabajo de la dirección de obra y del grupo de trabajo en obra, y no a nivel de las relaciones con las otras gerencias de la empresa que conforman el proyecto. Es por esto que se hace un comparativo ajustado a la metodología de trabajo del PMI ya que es muy extensa y profunda, pero bien se destaca la importancia de conocer el alcance del desarrollo que puede

### **3.3 PLAN DE GESTIÓN DEL CRONOGRAMA QUE SE CONCIBIÓ PARA LA OBRA CASAS DEL BOSQUE**

A partir de la elaboración del formato PLAN DE CALIDAD desarrollado por los ingenieros residentes y el arquitecto Director de obra se logró mayor claridad y comprensión por parte de otros miembros del grupo de apoyo de la obra del alcance del proyecto, los entregables por parte de la obra, así como las políticas de control de calidad, que tipos de registros e informes se debían presentar periódicamente y que hacían parte de las reuniones de monitoreo y control en cuyas actas de comités de obra se iban registrando los pendientes por gestionar del proceso de desarrollo del cronograma se asignaban a un responsable y fecha tentativa para entregar respuesta, así se evidenciaban semanalmente en el espacio asignado del acta de reunión todo lo concerniente al monitoreo y control de la programación de obra.

Como factores ambientales de la empresa que influyeron en la planificación del cronograma se contó con el apoyo dentro de la estructura jerárquica de 2 Directores de Proyectos, ingenieros de mayor experticia, que respectivamente eran los directores de proyectos de estructura tradicional y proyectos de urbanismo de lotes, así mismo la empresa compartía con otras obras un ingeniero programador el cual

contaba con un equipo portátil y su respectivo software de programación de proyectos.

Por otra parte la empresa no contaba con una guía o procedimientos estandarizados para afrontar los procesos de planificación del cronograma, ni contaba con la compra de bases de datos comerciales para las estimaciones de rendimientos y duraciones de actividades.

Tampoco había desarrollado un registro histórico de lecciones aprendidas para estos procesos de planificación, ni se tenía fortalecido políticas, procedimientos o guías para este proceso de planificación. No contaba con un archivo de tipos de plantillas de software de programación para agilizar la concepción de la respectiva estructura de actividades y facilitar el trabajo de los ingenieros programadores en el uso práctico del software.

Dentro del plan de gestión del cronograma llevado a cabo en las primeras reuniones de planificación y se pudo establecer la metodología y herramienta de programación, criterios para la planificación de hitos y organización de las actividades de construcción a desarrollar, monitorear y controlar dentro del cronograma según las necesidades de control que la alta gerencia le exigía a la dirección de obra dado los recursos disponibles de la empresa y sus políticas de gestión y seguimiento.

Se estableció dentro del plan de gestión del cronograma lo siguiente:

- Como **herramienta PMIS o sistema de información** para desarrollar el modelo de programación y llevar a cabo el seguimiento de la ejecución y actualización de la obra se manejó el software Microsoft Project 2013.
- Como **metodología de análisis** del diagrama de red del respectivo modelo

de programación se utilizó la metodología de la RUTA CRITICA para controlar la mínima duración de la obra.

- Como **criterio de precisión** para estimaciones realistas se planteó estimar duraciones a partir de rendimientos basados en la experiencia de contra-maestros y oficiales de obra, en la experiencia que los ingenieros tuvieron de obras similares, y en estimaciones de rangos realistas de tiempo de ejecución, todas estas duraciones tenían como **unidad de medida** los días, no se controlaban al detalle de las horas.
- Como **metodología de análisis** del diagrama de red del respectivo modelo de programación se utilizó la metodología de la RUTA CRITICA para controlar la máxima duración de la obra.
- Como parte del **mantenimiento de actualización del modelo de programación** de obra se estableció ejecutar cortes de avance de ejecución cada veinte días o como mínimo una vez al mes, alimentado a partir de fechas reales de inicio y fin que se derivan de los controles de ejecución así como con un % de avance lo mejor ajustado a una medición real de cantidad ejecutada.
- Como parte del monitoreo del desempeño del modelo de programación se definió un **umbral de control** en días de atraso (15 días hábiles) respecto a la fecha de finalización de la ruta crítica que reprograma el software en cada actualización realizada para evidenciar en un informe que tipo de recomendaciones y acciones llevar a cabo que impacten en la recuperación de la desviación del final de la línea base.
- Como **formato de informe** se continuo empleando el modelo de informe

gráfico y de texto analítico que desarrollo al interior de la empresa para proyectos anteriores, el cual se debía presentar cada veinte días o mensualmente.

### **3.4 PLANIFICACIÓN DE LA LÍNEA BASE DEL MODELO DE PROGRAMACIÓN ESTABLECIDA POR LA OBRA CASAS DEL BOSQUE**

Respecto al ejercicio que desarrollo el grupo de dirección de OBRA CASAS DEL BOSQUE encabezado por su Director de obra para llegar a planificar los frentes de ejecución, plantear las actividades de construcción y sentar las bases de la secuencia lógica de ejecución de estas actividades para modelarlo en la respectiva herramienta de software y llega a formalizar la LÍNEA BASE DEL CRONOGRAMA de ejecución, se tuvieron en cuenta los siguientes documentos de entrada gestionados por parte de la Gerencia de Operaciones (Jefe de Construcciones) y la Gerencia de Planeación que es la encargada de gestionar los presupuestos, los estudios de suelos y diseños, establecer las especificaciones de acabados y tramitar los documentos legales del proyecto.

Como parte de la información de entrada que el grupo de dirección de obra estudio para guiar la planificación de la EDT/WBS y desarrollar un modelo de programación del cronograma se tuvo en cuenta:

1. Estudio de Suelos
2. Licencias de Construcción
3. Lineamientos y licencias Ambientales
4. Diseño Estructural
5. Diseño Urbanístico y Arquitectónico
6. Diseño Eléctrico y Comunicaciones
7. Diseño Hidráulico y Sanitario
8. Presupuesto de Obra
9. Especificaciones de acabados ofrecidas al cliente
10. Acta de inicio de Obra

No se tuvo una concepción clara de cómo evidenciar la planificación del alcance del proyecto que mostrara la gestión del alcance de los entregables a tenerse en cuenta durante el desarrollo del proyecto como lo propone la guía del PMBOK que sugiere como desarrollar una Línea Base del alcance.

Se debe trabajar más a profundidad en la concepción de los siguientes documentos del proyecto para acoplarlos en la gestión del plan para la dirección del proyecto.

### ***Enunciado del Alcance del Proyecto- Línea Base del alcance***

Como se describió en el formato PLAN CALIDAD dentro de la información contenida para la **gestión del alcance del proyecto** se tiene una descripción del **enunciado aprobado del alcance del proyecto y la descripción de los entregables principales**, pero con la falencia de tener un texto que describiera los objetivos de los entregables, los supuestos y las restricciones que conforman el proyecto.

Se requiere reforzar la presentación de una descripción más detallada de los frentes de actividades de obra que se agrupaban en entregables cuyas fechas de entregas y funcionamiento es medible para dar cumplimiento a los objetivos del proyecto.

### ***EDT/WBS.***

A partir del modelo de programación de la obra desarrollado en el **sistema de información** (software Microsoft Project 2013) se llegó a postular una estructura desagregada de trabajo EDT/WBS debidamente codificada y con la facilidad de filtrar los niveles de jerarquía, cuya lista de actividades de construcción como nivel más inferior se planteó para lograr controlar su ejecución real respecto a las fechas de inicio-fin y controlar que las duraciones programadas del cronograma se cumplieran con los recursos disponibles por la obra y la capacidad de sus contratistas, por lo que esta EDT que fue pensada en función de los tiempos de

ejecución y desagregada a un nivel inferior jerarquía de actividades agrupadas en **paquetes de trabajo (tareas resumen en Project)** para lograr a través del tiempo de duración de la obra un control más detallado y mejor supervisado del avance de los trabajos de las cuadrillas en cada respectivo frente y sus rendimientos de ejecución para así tener objetividad de proponer acciones correctivas, acciones preventivas y de llegar a proponer cambios en la planificación de ejecución semanal de actividades en ejecución o que estén por iniciarse, pues una importante finalidad de controlar el cumplimiento del cronograma durante la obra es lograr mayores rendimientos en aquellos frentes con atrasos y recuperar la desviación entre los **% de avance real estimado** en las respectiva fecha de corte de avance y los **% de avance programado** que se deberían cumplir en las respectivas fechas de fechas de estado de actualización del modelo de programación.

El ambiente cultural en cabeza de la alta gerencia de la estructura organizacional de la empresa no promovía la implementación de reglas para la medición del desempeño de la obra a través de metodologías de la gerencia de proyectos como lo es el método **EVM del valor ganado** respecto al control de los costos presupuestados, por lo que no se consideró manejar los mismos de **paquetes de trabajo y cuentas de control** entre las estructuras de actividades del control de costos y la estructura de control del cronograma, ya que la empresa empleaba otro sistema de información de control de presupuestos y costos en obra y cuya respectiva EDT se empleaba para controlar entre otros la contratación y respectivo pago de actividades de obra, las entradas e inventarios de almacén y respectivas salidas de material para cada actividad, así como la creación de nuevas actividades no planificadas por ejecutar o nuevas actividades contratadas por cambios de especificaciones y diseños, por lo que la estructura EDT del control de costos tenía como finalidad resumir la información al nivel de otros **paquetes de trabajo** más generalizados y el análisis comparativo entre los presupuestos de factibilidad y el presupuesto dinámico o de ejecución real que se entregaba en los informes de costos se enfocaba para los Subcapítulos del presupuesto (Cuentas de Control)

para evidenciar el cumplimiento de las metas financieras a una mayor escala de ejecución de obra, como por ejemplo se resumía los costos para todo el movimiento de tierra, para el alcantarillado, redes de acueducto, redes eléctricas, la portería y para cada casa en particular se iba comparando las desviaciones en dinero.

### ***Diccionario de la EDT/WBS***

Este documento que proporciona información detallada sobre los entregables, actividades y programación de cada uno de los componentes de la EDT/WBS, por parte del grupo de dirección de obra no se planifico buscar la manera de integrar toda la información inicial e ir añadiendo nueva información durante el transcurso de la obra en un diccionario de la EDT/WBS para desarrollarlo como un documento de consulta para todo el grupo de obra.

### ***Línea Base para la medición del desempeño.***

Como la empresa dentro de sus políticas de control y seguimiento para la administración de obra no contemplaba la viabilidad de desarrollar una **línea base para la medición del desempeño del proyecto** a partir de una codificación común de la estructura desagregada del trabajo **EDT/WBS (paquetes de trabajo)** entre el modelo de programación del cronograma y el control de costos y tener las bases para aplicar el método de **análisis de valor ganado** (Técnicas EVM para análisis de indicadores clave de desempeño KPIs), y así empezar a generar análisis e informes a un nivel de especialistas dentro de la filosofía de la gerencia de proyectos de construcción, para hacer uso de las métricas del desempeño del proyecto y llegar a conclusiones con mayor objetividad para determinar si es necesario tomar de decisiones de fondo, acciones preventivas o acciones correctivas y poder sustentarlas ante la alta gerencia o presidencia de la empresa con base en mediciones y metodologías.

Como recomendaciones de mejora se requiere motivar en los directores de obra una filosofía más gerencial para que encabecen los procesos de planificación de los cronogramas y la estructuración de la lista de actividades del EDT/WBS para acoplarse lo mejor posible a la jerarquía de la estructura EDT/WBS del presupuesto y desarrollar las **metodologías de Análisis de valor ganado**.

#### **3.4.1 Concepción de los niveles de jerarquía de la EDT/WBS descomposición jerárquica del alcance del proyecto obra casas**

Dentro del ejercicio de planificar las fases de ejecución de los frentes del urbanismo y la edificación de las casas que componen el bloque constructivo dentro de los predios de la obra, se determinó la importancia de controlar las gestiones administrativas de legalizar los contratos más representativos y programar las negociaciones de las compras y adquisición de equipos más importantes.

Es por esto que a medida que se fueron estructurando los diferentes frentes de obra se evidenciaba que tipo de contrato aplicaba ejecutar y se diferenciaba en contratar a TODO COSTO el frente de ejecución o si procedía contratar bajo la modalidad de contrato por MANO DE OBRA con el respectivo suministro de material por parte de la obra, también se fueron listando las actividades de compra de materiales y la adquisición de equipos para que al final del ejercicio de desarrollar el modelo de programación se tuvieran fechas de inicio y fin de estas actividades administrativas a las que se les dio una duración acorde al tiempo en que se llevaban a cabo los procesos internos con relación de la gestión de la gerencia de compras y contratación.

Es por estos que este capítulo inicial que encabezó el modelo de programación y que se subdividió para diferenciar los diferentes tipos de contratos, materiales y equipos a gestionar para cada uno de los 2 Capítulos principales en que se dividió

la OBRA CASAS como tal, siendo el de las obras de URBANISMO y la edificación de las CASAS SAVANNAH Y GEORGIA el primer nivel de la jerarquía que agrupó los subcapítulos del presupuesto que se ven claramente en la estructura de este documento.

**Primer Nivel de la Jerarquía de las fases a desarrollar del proyecto o Capítulos.**

<b>CAPITULOS</b>
<b>CONJUNTO RESIDENCIAL CASAS DEL BOSQUE</b>
<b>CONTRATOS Y ADQUISICIÓN MATERIALES Y EQUIPOS</b>
Contratos a todo costo URBANISMO
Contratos Mano de Obra URBANISMO
Adquisición materiales URBANISMO
Adquisición equipos URBANISMO
Contratos a todo costo EDIFICACIONES
Contratos Mano de obra EDIFICACIONES
Adquisición materiales EDIFICACIONES
Adquisición equipos EDIFICACIONES
Trámites en Curaduría
<b>EDIFICACIÓN CASAS DEL BOSQUE</b>
<b>URBANISMO</b>
<b>CASAS SAVANNAH Y GEORGIA</b>

Es importante resaltar que en las etapas iniciales el proyecto no se contempló desarrollar una **línea base para la medición del desempeño del proyecto** a partir de una codificación común (**paquetes de trabajo**) entre el presupuesto y el cronograma que agrupara dentro de esta estructura desagregada del trabajo **EDT/WBS** las bases para aplicar el método de análisis de valor ganado (Técnicas EVM para análisis de indicadores clave de desempeño KPIs) pues las políticas de

control y seguimiento de la empresa no contemplaba llevar a cabo esta medición del desempeño del proyecto.

La descomposición de la EDT fue la técnica empleada para dividir y subdividir el alcance del proyecto en entregables más pequeños ubicados en áreas específicas del proyecto cuyas actividades se pueden medir en cantidades y controlar las duraciones o tiempos de ejecución dado a que estas actividades requirieron esfuerzo de trabajo.

### **Segundo Nivel de la Jerarquía de las fases a desarrollar del proyecto o Subcapítulos.**

Revisando la estructura del presupuesto para iniciar el análisis de la estructura de las actividades de construcción a controlar dentro del modelo de programación se tomaron los Subcapítulos del presupuesto en el caso del URBANISMO y para las CASAS SAVANNAH Y GEORGIA se subdividió por parejas de casas dado a que estas comparten la estructura a porticada, por lo que se generó en siguiente subnivel así:

<b>CAPITULOS Y SUBCAPITULOS</b>
<b>CONJUNTO RESIDENCIAL CASAS DEL BOSQUE</b>
<b>CONTRATOS Y ADQUISICIÓN MATERIALES Y EQUIPOS</b>
<b>Contratos a todo costo URBANISMO</b>
<b>Contratos Mano de Obra URBANISMO</b>
<b>Adquisición materiales URBANISMO</b>
<b>Adquisición equipos URBANISMO</b>
<b>Contratos a todo costo EDIFICACIONES</b>
<b>Contratos Mano de obra EDIFICACIONES</b>
<b>Adquisición materiales EDIFICACIONES</b>
<b>Adquisición equipos EDIFICACIONES</b>

<b>Trámites en Curaduría</b>
<b>EDIFICACIÓN CASAS DEL BOSQUE</b>
<b>URBANISMO</b>
<b>MOVIMIENTO DE TIERRA</b>
<b>REDES DE ALCANTARILLADO</b>
<b>REDES DE ACUEDUCTO</b>
<b>REDES ELECTRICAS Y COMUNICACIONES</b>
<b>REDES DE GAS</b>
<b>VIAS Y ANDENES</b>
<b>OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN</b>
<b>PORTERIA Y ADMINISTRACION</b>
<b>ZONAS SOCIALES - PISCINAS</b>
<b>CASAS SAVANNAH Y GEORGIA</b>
<b>Casas Terraza 01/02</b>
<b>Casas Terraza 03/04</b>
<b>Casas Terraza 05/06</b>
<b>Casas Terraza 29/30</b>
<b>Casas Terraza 27/28</b>
<b>Casas Terraza 35/36</b>
<b>Casas Terraza 21/22</b>
<b>Casas Terraza 23/24</b>
<b>Casas Terraza 25/26</b>
<b>Casas Terraza 37/38</b>
<b>Casas Terraza 19/20</b>
<b>Casas Terraza 17/18</b>
<b>Casas Terraza 11/12</b>
<b>Casas Terraza 13/14</b>
<b>Casas Terraza 15/16</b>
<b>Casas Terraza 33/34</b>
<b>Casas Terraza 31/32</b>
<b>Casas Terraza 09/10</b>
<b>Casas Terraza 07/08</b>

### **Tercer Nivel de la Jerarquía de las fases a desarrollar del proyecto o Zonas del Urbanismo.**

Siguiendo la planificación el grupo de dirección buscó descomponer el proyecto en áreas específicas de ejecución y así asignar igualmente los respectivos frentes de obra con actividades similares como fue el caso del **URBANISMO** en que se buscó agrupar por igual las actividades comunes dentro de áreas asignadas según los puntos cardinales y respectivas zonas y áreas aledañas al lote de la obra, esto con el fin de secuenciar la ejecución de los frentes según las necesidades de ir abriendo campo a nuevos frentes de obra alrededor de las respectivas áreas de ejecución. Es por esto que se establecen sobre planos gráficamente la concepción de esta distribución de las zonas como son:

Zonas de distribución de actividades sobre el lote a URBANIZAR:

- Zona Norte
- Zona Oriente
- Zona Sur
- Zona Centro
- Zona Social
- Zona Bosque

Las otras áreas específicas que concentran sus propios frentes de actividades a ejecutar de la obra son la **PORTERIA-ADMINISTRACIÓN, EL SALÓN SOCIAL, LAS PISCINAS, CUARTO DEPOSITO-CUARTO MÁQUINAS PISCINA.**

Para el URBANISMO se muestra el tercer nivel de la EDT, y como lo sugiere la guía del PMBOK donde este nivel serían los **PAQUETES DE TRABAJO**, que son las agrupaciones de las actividades de construcción que se van a controlar respecto a las fechas de inicio y fin, así como duraciones durante la ejecución de obra.

<b>CAPITULO, SUBCAPITULOS Y PAQUETES DE TRABAJO</b>
<b>URBANISMO</b>
<b>MOVIMIENTO DE TIERRA</b>

<b>Movimiento de tierra Zona Oriente</b>
<b>Movimiento de tierra Zona Norte</b>
<b>Movimiento de tierra Zona Sur</b>
<b>Movimiento de tierra Zona Centro</b>
<b>Movimiento de tierra Zona Social</b>
<b>REDES DE ALCANTARILLADO</b>
<b>Redes de alcantarillado Ramal Oriente</b>
<b>Redes de alcantarillado Ramal Norte</b>
<b>Redes de alcantarillado Ramal Sur</b>
<b>Redes de alcantarillado Ramal Centro</b>
<b>Redes de alcantarillado Ramal Zona Bosque</b>
<b>REDES DE ACUEDUCTO</b>
<b>Acometida General</b>
<b>Tanque de acueducto y motobombas</b>
<b>Redes de acueducto Zona Oriente</b>
<b>Redes de acueducto Zona Norte</b>
<b>Redes de acueducto Zona Sur</b>
<b>Redes de acueducto Zona Social</b>
<b>REDES ELECTRICAS Y COMUNICACIONES</b>
<b>Acometida General</b>
<b>Redes eléctricas y comunicaciones Zona Oriente</b>
<b>Redes eléctricas y comunicaciones Zona Norte</b>
<b>Redes eléctricas y comunicaciones Zona Sur</b>
<b>Redes eléctricas y comunicaciones Zona Social</b>
<b>REDES DE GAS</b>
<b>Redes de Gas Zona Oriente</b>
<b>Redes de Gas Zona Norte</b>
<b>Redes de Gas Zona Sur</b>
<b>Redes de Gas Zona Social</b>
<b>VIAS Y ANDENES</b>
<b>Vías y Andenes Zona Oriente</b>
<b>Vías y Andenes Zona Norte</b>
<b>Vías y Andenes Zona Sur</b>
<b>OBRAS DE PROTECCIÓN Y CONTENCIÓN</b>
<b>Obras de protección y contención Zona Oriente</b>

Obras de protección y contención Zona Norte
Obras de protección y contención Zona Sur
Obras de protección y contención Zona Centro
Obras de protección y contención Zona Bosque
<b>PORTERIA Y ADMINISTRACION</b>
Terreno
Piso 1
Cubierta baja
Fachadas
Acabados Portería y Admon.
Cuarto Basuras
Subestación eléctrica
Acceso Vehicular
Empradización y limpieza final
<b>ZONAS SOCIALES</b>
Salón Comunal
Depósitos y Parqueadero
Piscinas y Terraza

**Tercer Nivel de la EDT a desarrollar en la edificación de las Casas por pisos y niveles de cubiertas.**

Para plantear el tercer nivel de la jerarquía para el capítulo de las casas del conjunto CASAS DEL BOSQUE se tuvo en cuenta que en el diseño estructural de las casas se concibió que se construirían de a parejas de casas compartiendo una misma estructura aporticada, es por esto que se planteó una **fase compartida de estructura casas** y se planteó **para cada casa una fase Acabados arquitectónicos e Instalación Hidrosanitarias y eléctricas**, es por esto que el tercer nivel jerarquía requirió otra sub división que ubicara las actividades a construir por cada uno de los 3 pisos de la casa, para cada una de las cubiertas, para toda la fachada y para las áreas exteriores lo que género que se presentaran muchas actividades repetidas por piso.

<b>CAPITULO, SUBCAPITULOS Y PAQUETES DE TRABAJO</b>
<b>CASAS SAVANA Y GEORGIA</b>
<b>Casas Terraza 01/02</b>
<b>ESTRUCTURA CASAS 1 Y 2</b>
Piso 01
Piso 02
Piso 03
Cubiertas altas
<b>ACABADOS ARQUITECTONICOS E INSTALS. HIDROSANITARIAS Y ELÉCTRICAS CASA 1</b>
Piso 01
Piso 02
Piso 03
Cubierta baja
Cubiertas altas
Fachadas
Áreas Exteriores
Instal. Luminarias y aparatos sanitarios, detalles pintura y aseo para entrega
<b>ACABADOS ARQUITECTONICOS E INSTALS. HIDROSANITARIAS Y ELÉCTRICAS CASA 2</b>
Piso 01
Piso 02
Piso 03
Cubierta baja
Cubiertas altas
Fachadas
Áreas Exteriores
Instal. Luminarias y aparatos sanitarios, detalles pintura y aseo para entrega
Áreas Exteriores Terraza Casas 01 y 02

### **3.4.2 Establecer la lista de actividades de construcción de la EDT/WBS, las duraciones de las actividades y secuenciar la lógica constructiva entre estas actividades.**

Como se estableció en el plan de gestión del cronograma se empleó la herramienta de software para la dirección de proyectos Microsoft Project 2013 para construir el modelo de programación basado en el método de diagramación por precedencias (PDM) y sus 4 tipos de relaciones lógicas, para así ir avanzando en la secuenciación de las actividades directamente en el software determinando que tipo de dependencias se deben tener en cuenta y proceder a vincular las actividades que hacen parte de una misma secuencia constructiva, que preceden o interfieren con la ejecución de otras secuencias constructivas de otro tipo de actividades o frente de construcción.

Es por esto que el modelo de programación que se llevó a cabo busco determinar los caminos de red lógicos que mostraran las rutas de secuencia de actividades que pudieran ser las más largas en ejecutar, ósea que determinaran la mayor duración de la obra a partir de una Ruta Crítica.

### **Lista de Actividades del Urbanismo**

Continuando con el trabajo del grupo de dirección encabezado por los 2 ingenieros Directores de proyectos, el arquitecto director de obra, los 2 ingenieros residentes y el ingeniero programador participaron con sus aportes para ir concibiendo la secuencia de actividades y desarrollando el listado de las actividades que se fueron ubicando dentro de la estructura EDT en el respectivo orden de los subcapítulos los y paquetes de trabajo del URBANISMO, donde primeramente se plasmaron las actividades de los movimientos de tierra a controlar por áreas específicas dada la conformación de los niveles, ya sea el caso de cada terraza para la estructura por

pareja de casas, el área de portería, el área de la zona social o los tramos de la vía de acceso entre abscisas dentro de cada zona.

En la estimación de las duraciones de las actividades del movimiento de tierra no se tuvieron en cuenta los volúmenes de tierra por cortar y rellenar, ni los rendimientos de tipos de maquinarias de corte, cargue y transporte, simplemente se asignaron los días de duración para cada actividad a partir del consenso de la experiencia de los Directores de proyectos que estos tuvieron en obras similares y del análisis de los planos del movimiento de tierra en cuanto al esfuerzo visible por hacer en corte y relleno de niveles de trabajo para cada zona y lotes, por lo que las duraciones asignadas eran similares dentro de cada zona de ejecución.

Dentro de la concepción de las actividades constructivas para dotar de las redes de servicios (Alcantarillado, Acueducto, Energía, comunicaciones, alumbrado y gas) y hacer urbanizable el lote, fue plasmándose la secuencia de actividades constructivas con su orden lógico iniciando con las excavaciones, siguiendo con la instalación de tuberías, válvulas y accesorios de red, construcción de pozos de inspección, construcción de cajas de derivación y tramos de conexiones domiciliarias para cada casa, es por esto que para cada subcapítulo de estas redes de servicios se ubicaron dentro de cada paquete de trabajo (zona de ejecución) las mismas secuencia de actividades constructivas y se complementaron con las actividades específicas que según los diseños solo se ejecutarían en esa respectiva zona.

Para estimar las duraciones de ciertas actividades se emplearon las cantidades de obra que se establecieron sobre planos y los rendimientos de corte, instalación de tuberías y rellenos de redes de servicios que se emplearon en la programación de un proyecto similar de urbanismo de lotes que desarrollo la empresa en esa misma zona. Para las actividades tales como las conexiones domiciliarias a lotes e

instalaciones específicas de cajas y accesorios de redes se asignaban una duración moderada en días por el número de casas y puntos a instalar que una cuadrilla podría ejecutar holgadamente.

Dentro del subcapítulo de las Vías y Andenes el cual se subdividió en los paquetes de trabajo que representaba cada zona de trabajo se listaron las mismas actividades a controlar con sus respectivos amarres de la secuencia lógica de ejecución, pero las duraciones no se estimaron objetivamente a partir de estimaciones por rendimientos si no que se asignaron directamente teniendo en cuenta jornadas de trabajo por días de la respectiva cuadrilla que subjetivamente eran razonables de cumplir en las posibles jornadas de fundida de las losas de pavicrete y fundida de sumideros. Para la instalación de los sardineles y adoquines de andenes se revisaron las cantidades de obra sobre planos y se emplearon rendimientos de una cuadrilla para estimar las duraciones.

Para los frentes específicos como la Portería, el Salón Social, la piscina, el cuarto de depósito y motobombas piscina, se listaron las actividades según las fases constructivas y distribuidas por las áreas específicas de ejecución como pisos, cubiertas, fachadas y áreas exteriores, con su respectivos amarres de la secuencia lógica de ejecución, pero sin llevar a cabo una estimación puntual de las duraciones las cuales fueron asignadas en conceso con los ingenieros residentes y el arquitecto director de obra que daba visto bueno a las duraciones planteadas según experiencia de ejecución real de proyectos similares.

### **Lista de Actividades de la fase de estructura aporticada de las Casas**

En la concepción de la secuencia de actividades de construcción a controlar dentro del cronograma para la fase de la construcción de la estructura aporticada de las casas se partió del análisis de los planos estructurales para establecer para cada

nivel de cimentación las actividades de excavaciones, fundida de pilas de concreto ciclópeo en zona de rellenos, fundida de las zapatas y de las vigas de cimentación del respectivo nivel asignado las duraciones directamente sin ningún tipo de estimación basándose en la experiencia de estimar el esfuerzo a partir del estudio sobre planos de las maniobras de excavaciones, las jornadas de fundida de las pilas en concreto ciclópeo, se analizaban los posible días que una cuadrilla duraría en labores de amarre de aceros y jornadas de fundida de las cimentaciones.

Debido a las condiciones del terreno y al diseño del primer nivel de acceso de las casas, se requirió un muro de contención a lo largo de la estructura de la casa el cual se programó ejecutar y controlar en una sola actividad el armado del refuerzo, la formaleteada y fundida del muro, así como la desformaleteada asignando una duración conservadora tiempo en días dentro del cual una cuadrilla debería ser capaz de completar de fundir el muro.

Para el siguiente nivel o niveles de columnas de la estructura, se programaba en una sola actividad el amarre de aceros y fundida de columnas organizado por ejes estructurales ya que correspondía al óptimo uso de la formaleta y respectivo volumen de concreto a fundir por jornada, por lo que la duración se asignó directamente del análisis de la cantidad de columnas y su respectiva altura, pues debido a la distribución arquitectónica de los niveles de la casa, estas contaban con subniveles que requirieron la fundida de columnas de menor altura y por ende se asignaba una menor duración en días para las actividades de estas columnas que se secuenciaban con la fundida de las placas de entresijos.

Respecto a las placas de cada nivel de pisos y placas de niveles de cubiertas, estas se secuenciaban ejecutar después de la fundida de las columnas, programando controlar en una sola actividad el montaje del retranque de la formaleta del entablado, el amarre de las vigas y refuerzo de la placa, la enbandada y posterior

fundida del área de la placa por lo que la asignación de los días de duración variaba acorde al tamaño de la placa a fundir.

La planificación por parte del grupo de dirección para la duración total de la edificación de la estructura (sin tener en cuenta la fundida de las escaleras interiores) se determinó que no podía exceder los 4 meses calendario de ejecución, para esto era primordial contar con los juegos de formaleta de tableros de madera, parales y correas de soportes metálicos, así como la suficiente formaleta mano portable en acero para la fundida de columnas, para esto era primordial disponer del personal de estructuras suficiente para cubrir las simultaneas actividades, pues en la planificación se estableció que deberían haber 4 contratistas de estructura para distribuir la ejecución en serie de un grupo de casas asignado a cada uno de los 4 frentes y así darle continuidad de trabajo a las cuadrillas de estructura. Para fundir las escaleras interiores se programó una actividad para controlar cada uno de los tramos a fundir de cada piso y se estimó 1 mes para que la cuadrilla ejecutara las 5 escaleras interiores.

### **Lista de Actividades de la fase de acabados arquitectónicos e instalaciones de las Casas**

Como se puede revisar dentro la EDT se había estructurado controlar por separado para cada casa las actividades de *obra gris* (mampostería, frisos, morteros), las actividades de *obra blanca* (estuco-1ª mano vinilo, pega de enchapes baños y enchape fachadas, pega pisos porcelanatos, cielo rasos, escalones en mármol, impermeabilizaciones), y las actividades de *acabados arquitectónicos* (pintura de muros, instalación de puertas maderas, ventanas-ventanales, muebles de baños y vestieres, aparatos sanitarios, aparatos eléctricos), por lo que el análisis hecho por el grupo de dirección guiado por la experiencia del arquitecto director de obra y basados en el trabajo sobre los planos arquitectónicos y en las especificaciones de

los acabados de entrega se llegó a plasmar la lista de actividades debidamente secuenciada desde el nivel inferior para lo cual se subdividió los paquetes de trabajo por los 3 pisos, las 2 placas de cubiertas, las caras de fachadas y las áreas exteriores para llevar un control más específico por sectores de las diferentes actividades.

Como parte fundamental de la planificación de la ejecución de las actividades de acabados dentro de cada casa fue la concepción de que la mayoría de actividades se deberían ejecutar con cuadrillas independientes trabajando en paralelo en cada casa, pues la larga lista de actividades que era un espejo en cada piso de las casas (mismas fechas de inicio y fin en la mayoría de actividades) mostraban la alta concentración de trabajo, como es el caso de la fundida de las escaleras internas, la mampostería de muros y fundida de columnetas, los frisos internos de muros y de vigas descolgadas, los frisos externo de fachada sobre andamios, los morteros de pisos y cubiertas, no se podía dar espera de que una cuadrilla ejecutara primero toda la cantidad de obra de una casa para luego ingresar a la otra casa pues las fechas de inicio de los frentes similares se desfasaban por bastantes días de una casa respecto dada la otra la alternativa de ejecutar en serie. Caso contrario se preveía para los trabajos de instalación de tramos sanitarios de desagües y redes de baños bajo placa de antepisos dado a que este trabajo se realizaba con una sola cuadrilla de plomería y electricistas para cubrir ambas casas al igual que la fundida de la placa de antepiso se ejecutaba en una sola jornada, se empleaba una sola la cuadrilla de impermeabilización de cubiertas con suficiente personal para cubrir en el tiempo estimado las 2 casas, instalaciones de plomería, instaladores de estructura de cielo raso que por su alto rendimiento se podía espera la ejecución en serie de una sola cuadrilla para completar el trabajo dentro de la pareja de casas por lo que las fechas de inicio y fin no eran las mismas.

Como se aprecia en el modelo de programación desarrollado por el grupo de dirección la lista de actividades concerniente a la fase de acabados arquitectónicos para cada casa aparecen secuenciadas las actividades entre ellas para cada uno de los pisos según las dependencias de la lógica de construcción y aparecen vinculadas entre actividades iguales a desarrollar en pisos superiores como continuidad de la respectiva cuadrilla, por lo que se recalcó la importancia de cumplir con la planeación inicial que condicionaba avanzar en paralelo en los mismos frentes con cuadrillas independientes para controlar que los indicadores de avance real de ejecución entre la pareja de casas no tuvieran grandes diferencias que demostraran que se debían tomar acciones correctivas para mitigar los retrasos.

La estimación de las duraciones para algunas actividades como la mampostería de muros, frisos, morteros de pisos, pega de enchapes y pega de pisos de porcelanato, pega de piedra de enchapes de fachada se tuvieron en cuenta las respectivas cantidades de obra a ejecutar por actividad y rendimientos de cuadrillas promedio basados en la experiencia de maestros y oficiales de obra para llegar a estimar un dato en días, para otras actividades se asignó directamente la duración a partir del análisis de las maniobras del esfuerzo de trabajo a realizar por la respectiva cuadrilla dándole un tiempo que se consideraba prudente llegar a cumplirse, como por ejemplo las actividades de impermeabilización, estucos y aplicación de pintura en vinilo.

La planificación por parte del grupo de dirección para la duración total de las fases de la obra gris, de la obra blanca y la instalación de los acabados arquitectónicos para entrega de las casas se ajustó para cumplirse dentro de 7 meses largos de ejecución, dentro de los cuales se debía cubrir los posibles retrabajos de resanes varios, detallado de pintura de mueblería, detallado y desmanchado de la pintura de muros y cielos rasos, y las actividades de aseos y limpieza detallada para entrega

de la casa a la gerencia inmobiliaria, por lo que la meta era lograr terminar de ejecutar toda la casa al cabo de un 1 año.

Al igual que en la fase de ejecución de las estructuras donde se concibió contar con 4 frentes de contratistas para distribuir entre ellos la ejecución de las 38 estructuras de casas, portería, salón social y piscina, para el bloque de la secuencia de actividades de la obra gris y obra blanca también se planificó manejar los mismos respectivos 4 frentes de grupo de casas para disponer de los suficientes contratistas de mano de obra para poder dar continuidad a las cuadrillas dentro de la distribución de cada frente de casas. La necesidad de contar con varios contratistas de mano de obra se daba por la gran cantidad de obra por ejecutar simultáneamente la cual demandaba una elevada cantidad de cuadrillas de personal por ubicar dentro de las casas, por lo que entendiendo la capacidad administrativa de los contratistas disponibles no era prudente sobrecargar tanta obra en pocos contratistas.

Ya lo concerniente a aquellas actividades por ejecutar y contratadas a todo costo debido a que la mayor parte de la producción de los recursos se realizaba por fuera de la obra en talleres especializados y cuyos elementos llegaban a obra para ser instalados y puestos en funcionamiento con un alto rendimiento como fueron el caso de la carpintería en madera de puertas y muebles, la carpintería metálica en aluminio de ventana y ventanales, así como la carpintería de barandas en acero inoxidable, la fabricación de los muebles de cocinas, la instalación de los conductos y puntos para los equipos de aire acondicionado, la dotación e instalación de los electrodomésticos y calentadores se busca tener de a 2 contratistas o si era el caso negociar con un solo contratista que al igual debían cubrir en los 4 frentes originales las respectivas fechas programadas.

**Tabla 3. Agrupación de las Casas por frentes de contratistas**

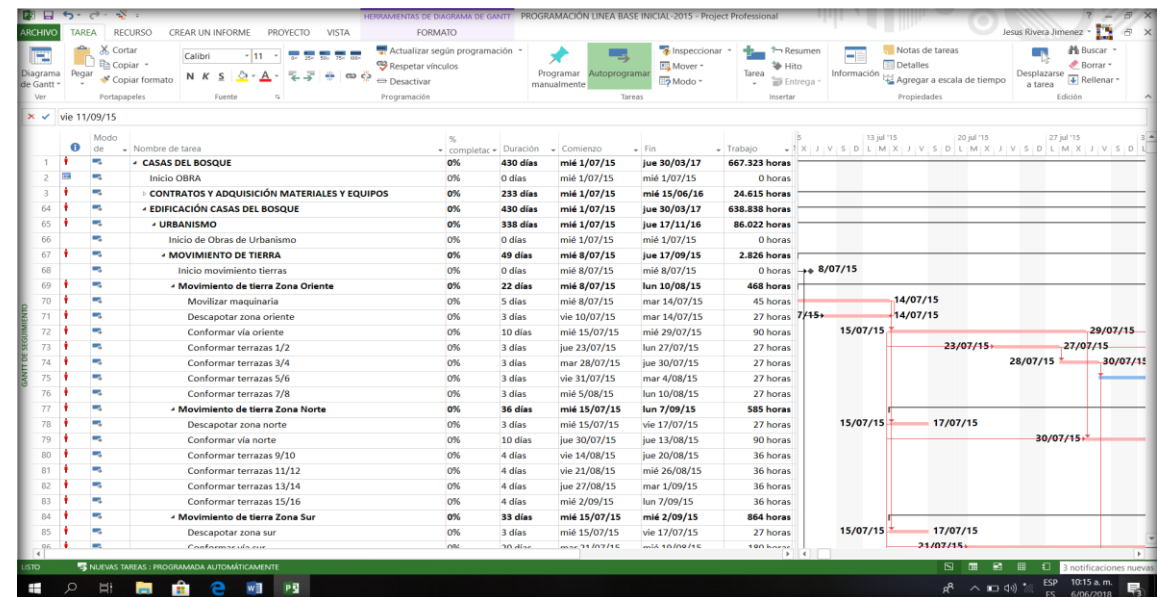
<b>OBRA CASAS</b>			
<b>FRENTES DE CONTRATISTAS DE OBRA</b>		<b>FECHAS DE TERMINACIÓN CASAS IMPAR</b>	<b>FECHAS DE TERMINACIÓN CASAS PARES</b>
<b>FRENTE 1</b>	Terraza casas 01 – 02 (casas modelo)	14/06/2016	22/06/2016
	Terraza casas 03 - 04	1/11/2016	9/11/2016
	Terraza casas 29 - 30	11/11/2016	21/11/2016
	Terraza casas 05 - 06	11/01/2017	13/01/2017
	Terraza casas 27 - 28	19/01/2017	26/01/2017
<b>FRENTE 2</b>	Terraza casas 35 - 36	16/10/2016	21/10/2016
	Terraza casas 21 - 22	2/12/2016	12/12/2016
	Terraza casas 25 - 26	11/12/2016	21/12/2016
	Terraza casas 37 - 38	2/01/2017	10/01/2017
	Terraza casas 23 - 24	8/02/2017	15/02/2017
<b>FRENTE 3</b>	Terraza casas 19 - 20	8/11/2016	11/11/2016
	Terraza casas 13 - 14	11/11/2016	21/11/2016
	Terraza casas 17 - 18	16/12/2016	23/12/2016
	Terraza casas 15 - 16	19/01/2017	26/01/2017
	Terraza casas 11 - 12	21/02/2017	28/02/2017
<b>FRENTE 4</b>	Terraza casas 33 - 34	24/11/2016	1/12/2016
	Terraza casas 09 - 10	13/01/2017	24/01/2017
	Terraza casas 31 - 32	31/01/2017	7/02/2017
	Terraza casas 07 - 08	21/03/2017	30/03/2017

**Fuente. Planificación de Obra. Director de Obra**

En la **Línea Base inicial** del primer modelo de Programación de la obra Casas del Bosque aparecen las 38 casas programadas en este orden para cumplir las posibles fechas de terminación de ejecución de todas las actividades, y dar inicio al proceso de revisión por parte de la gerencia de administración inmobiliaria cuyos peritos

evaluadores revisaban la casa minuciosamente para levantar un acta con observaciones de resanes y detalles los cuales se debían subsanar en un tiempo prudente, para solicitar pronto el regreso de los peritos a revisar que de este del listado de observaciones no quedaran pendientes y realmente estuvieran ejecutadas a satisfacción estas observaciones de control y mejora, es por esto se estableció para este proceso un periodo de 1 mes como máximo para hacer la gestión de las visitas del caso, los retrabajos solicitados y dar por recibida la casa ante la gerencia de administración inmobiliaria y así ellos pudieran hacer la entrega formal al cliente y tramitar la legalización de la escrituración de la casa.

### Anexo A. Archivo PROJECT del Modelo de Programación Línea Base Inicial



“Los anexos están adjuntos en el CD y puede visualizarlos en base de datos de la biblioteca UIS”

### 3.4.3 Análisis y ajustes de la línea base del modelo de programación

Como resultado de modelar la ejecución de la obra en la herramienta de software Microsoft Project, se obtuvo el archivo digital que permitía tener amarradas las diferentes rutas de ejecución guiadas por la respectiva secuencia lógica de dependencias y relaciones de precedencia que determino las fechas de inicio y

fechas de finalización de todas las actividades de construcción más importantes que se planificaron controlar al inicio de la obra, y que son la estructura de la **Línea Base del Cronograma de ejecución de obra por cumplir**; archivo de programación que al tener más de 8500 filas la mayoría de actividades reales de ejecución por controlar se podía catalogar como un modelo de programación bastante extenso dada la magnitud de obra de construcción grande y no era para menos pues el alcance de la obra de urbanizar el lote con servicios domiciliarios con vía de acceso y entregar las 38 casas, cada casa de más de 270 m<sup>2</sup> construidos y con un nivel de acabado de casas en estrato 6, significaban muchísimo esfuerzo de trabajo durante los 2 años de duración de la construcción, sumado a la importancia de garantizar todas las condiciones de conjunto residencial con la debida accesibilidad vehicular, la disponibilidad a servicios públicos, zona social con piscinas, el cerramiento con portería y administración.

### **Análisis del diagrama de red del cronograma**

A partir del modelo de programación planificado y desarrollado en el software Microsoft Project se optó por tener impreso en planos grandes el diagrama de barras de la secuencia de actividades (barras azules y rojas) solo del capítulo del Urbanismo dado a lo extenso de la programación, y en el caso del urbanismo para que sirviera como herramienta gráfica de consulta visual de las actividades a ejecutar dentro de la escala de tiempo en especial aquellas actividades impresas en barras rojas o actividades críticas fueran visiblemente identificables haciéndose énfasis en controlar la ejecución de la secuencia que llevaba a desarrollar la zona de la vía de acceso al conjunto, la edificación de la portería-admon-cuarto basuras-subestación y adjunto el tanque de acueducto, frentes de obra que eran cruciales tener terminados y en funcionamiento para garantizar las condiciones de seguridad al conjunto residencial y poder iniciar a entregar las primeras casas.

No se llegaba a analizar muy al detalle el diagrama de red respecto al desarrollo de la secuencia de la obra de las casas dado a su gran tamaño por tener tantas actividades entrelazadas dentro de ciertas rutas con un fin ya establecido, pues se entendía cómo y por donde convergían las secuencias de las principales cuadrillas por contratar y ubicar siguiendo el orden de agrupación de casas establecido y donde se veía a partir del diagrama de Gantt que se tenía actividades críticas dentro de todas las 38 casas por esto se concluía que cada frente de grupo de casas tenía su propia ruta crítica, por eso lo que se pretendía controlar junto a los contratistas de cada frente de casas era que se cumpliera la planificación de ejecutar en paralelo y/o en serie las actividades dando continuidad a las cuadrillas respetando las fechas programadas para cada casa, los rendimientos y las duraciones para cumplir lo más cercano posible con los % avances programados para la línea base.

#### **Análisis de la ruta crítica:**

Al analizar LA RUTA CRÍTICA que filtra el software a partir del modelo de programación obtenido, al ver como se llegaron a repartir estas actividades críticas en varias RUTAS CRÍTICAS ya que se aprecian que para todas las 38 casa hay actividades críticas y teniendo en cuenta la distribución en los respectivos 4 frentes de ejecución que agrupan las casas que tienen cierta proximidad, se acepta que para cada uno de estos frentes de ejecución se tendría que contemplar una ruta crítica que va desde la primera casa del grupo hasta llegar a la terminación de la secuencia de actividades programadas para cada una de la última casa del grupo o frente de trabajo, pero quedando claro que en la **línea base inicial** la ruta crítica de más larga ejecución es la terminación dentro del Frente 4 de las casas 7 y 8 que fueron las que determinaron la fecha de finalización programada y la menor duración posible de la obra. La designación de las casas 7-8 como último par de casas por entregar obedecía a los términos del negocio entre la empresa y el cliente que compro la Casa 7 pues este no tenía la necesidad de recibir la casa para habitarla como hogar sino era una inversión en finca raíz que buscaba valorizar al máximo y

la empresa tenía la necesidad de conservar hasta el final de la obra las instalaciones del campamento y almacén que estaban dentro del lote de la Casa 7 y dejar la demolición de este campamento como lo último por ejecutar una vez finalizara el proceso de liquidación de contratos, de organizar el archivo documental de la toda la información impresa y digital de importancia para entregarla en cajas debidamente organizadas, desalojar todo los equipos y mueblería de oficina y dismantelar las instalaciones eléctricas y de comunicaciones que sirven para reutilizar.

Es así como se aceptan estas fechas obtenidas del modelo de programación como la versión aprobada de la **Línea Base del Cronograma de ejecución de obra Casas del Bosque**, pues no se tuvieron en cuenta la implementación de otras técnicas importantísimas como es el caso de **la optimización de recursos** para ajustar mejor las fechas de ejecución con base en el uso planificado de los recursos de mano de obra calificada o de la maquinaria y equipos de construcción, en fin recursos de trabajo que marcan la tendencia del rendimiento de ejecución de las respectivas cantidades de obra de cada actividad, ya que no se alimentó con esta información de los recursos el archivo de programación dentro del sistema de información Microsoft Project para la dirección de proyectos y así poder detectar las posibles sobreasignaciones de la disponibilidad de estos recursos específicos en las actividades en conflicto y aplicar directamente en el software **la técnica de nivelación de recursos** para así lograr equilibrar la demanda del recurso con la oferta disponible y/o emplear **la técnica de estabilización de recursos** si es el caso se deberá contar en su debido momento con otra unidad de dicho recurso en obra, para así lograr ver en el software superada estas sobreasignaciones y lo más seguro es llegar a tener cambios de fechas pero con mayor certeza de lograr una ejecución de estas actividades en tiempos más realistas.

### **3.5 LECCIONES APRENDIDAS DURANTE EL DESARROLLO DE LA PLANIFICACIÓN DEL CRONOGRAMA DEL PROYECTO**

#### **- Descripción más detallada de las especificaciones de los entregables de la obra, las restricciones y supuestos:**

Se evidencio que no se tenía claramente descrito los objetivos de los entregables de la obra, cuáles eran los frentes de obra más importantes y una descripción de sus especificaciones generales que dieran una visión más amplia del alcance del proyecto y sus entregables.

Se requiere hacer una buena descripción de los ENTREGABLES para plasmar una información más detallada de las especificaciones para tener más claros los objetivos, cuales hitos se destacaban, redactar el historial de restricciones y listar supuestos reales de la obra.

#### **- Estimación precisa para Duración de actividades:**

Se generó problemática por la no adecuada y acertada **estimación de las duraciones de actividades** con cierta complejidad como son la ejecución del movimiento de tierras y conformación de terrazas en las zonas de mayor presencia del duro estrato rocoso que predominaba en el lote contraste con los largos tiempos de ejecución real que genero el gran trabajo de horas de equipos de compresor para perforación y voladura de rocas, así como las maniobras de cargue y retiro de rocas dada la magnitud del movimiento de roca, lo que llevo a atrasar las fechas de inicio de las actividades de cimentación de varias estructuras de casas. Igualmente la ejecución de las excavaciones para las cimentaciones de varias estructuras por encontrarse en ciertas áreas dentro del duro estrato rocoso, por lo que los días contemplados en la rotura y remoción de rocas se quedaron cortos y generaron desfase en los inicios reales respecto a las fechas de la línea base.

La **guía del PMBOK(6ª edición)** recomienda hacer un trabajo riguroso de evidenciar bien el cálculo de las estimaciones de las duraciones principalmente aquellas que tienen una alta incidencia en el costo presupuestado, pues estableciendo muy bien la cantidad de recursos a emplear y los rendimientos esperados por experiencia de los contratistas se evidencia y se soporta las duraciones calculadas, las cuales pueden ser apoyadas con reservas de tiempo del cronograma en días de trabajo que pueden extenderse o alargarse las duraciones por la incertidumbre del avance continuo por muchas condiciones de ajenas a la gestión de la obra.

Lo ideal de evidenciar el cálculo de las duraciones es tener claro la cantidad de recurso de trabajo a emplear ya sea el número de cuadrillas y sus respectivos rendimientos, equipos de maquinaria pesada o equipos especiales de formaletas que marquen el rendimiento y validen las duraciones de cada actividad. Es primordial la dedicación de trabajo en este campo de **estimación de las duraciones de actividades**, cuyos datos más relevantes como #cuadrillas, #equipos, rendimientos y cantidades de obra a ejecutar se deben traducir en texto dentro de los atributos por escribir de cada actividad a controlar dentro del cronograma.

**- No se escribían notas de ciertos atributos de las actividades para consultas de la planificación de la ejecución:**

Una evidencia importante de la planeación de la ejecución de las actividades de construcción por controlar era dejar registro de las consideraciones establecidas a tener en cuenta durante la ejecución, como son notas importantes acerca de cómo se conformaron las cuadrillas, asignaciones especiales de equipos, rendimientos y cantidades de obra a ejecutar se deben escribir dentro de las notas de consulta de cada actividad programada en el respectivo software como Microsoft Project, donde

se podrían consultar los atributos de las actividades para hacerse a una mejor idea de cómo fue lo que se planificó hacer.

Se debe exigir a los responsables en los procesos de planificación de cronogramas plasmar en texto ciertos **atributos tenidos en cuenta para estimar duraciones**, o consideraciones especiales de ejecución de obra por llevarse a cabo. El valor de poder consultar las consideraciones iniciales de planificación es de vital importancia si se quiere modelar y controlar los recursos de trabajo dentro de la herramienta de software.

**- No se empleaba técnicas de optimización de recursos para ajustar fechas de inicio:**

como no se acostumbraba a llevar una minuciosa asignación de recursos que diferenciara las cuadrillas de mano de obra o los diferentes contratistas a todo costo a intervenir en cada actividad no se sacaba provecho de utilizar el software para **detectar sobreasignación de recursos**, una forma muy útil de ajustar correctamente dentro de los modelos de programación las fechas de inicio y finalización de las actividades, a fin de ajustar el uso planificado de recursos para que sea igual o menor que la disponibilidad de los mismos, por lo que detectar visualmente donde se generan estas sobreasignaciones de recursos específicos en fechas iguales y llevar a cabo una nivelación de recursos para superar estas restricciones tomando las decisiones del caso. Emplear esta útil herramienta para llevar a cabo una optimización de recursos haciendo una correcta nivelación de recursos es una garantía de mejora de la planificación de la ejecución de las actividades de obra.

Además poder controlar el calendario de disponibilidad de recursos como el caso del alquiler de equipos o maquinaria especial es importante para una adecuada

gestión de la llegada a obra de los equipos o proyección de la permanencia durante ciertos periodos en la obra de estos equipos o cuadrillas especiales dentro de actividades específicas.

**- Registro de las lecciones aprendidas durante el proceso de gestión del cronograma:**

Durante el proceso de planificación, desarrollo del modelo de programación, ni tampoco durante el seguimiento y control de la programación se tenía la costumbre de retroalimentarse con el conocimiento de las lecciones aprendidas.

Se requiere retomar el registro de redacción y socialización de las lecciones aprendidas durante los comités de obra, donde se debe dar la importancia de tratar de analizar todo tipo de lecciones aprendidas durante el desarrollo de la obra y sumar esta experiencia al registro histórico del libro de lecciones aprendidas ya sea a nivel personal o grupal de empresa.

**- Proponer políticas que lleven a implementar las técnicas de análisis de valor ganado EVM:**

Es importante encaminar la planificación de las programaciones de obra bajo un esquema de EDT/WBS que facilite la gestión del seguimiento y control del cronograma y a su vez comparta una codificación común de la estructura desagregada del trabajo **EDT/WBS (paquetes de trabajo) de la línea base para la medición del desempeño del proyecto** que sería la base para implementar el análisis de seguimiento del valor ganado y de la programación ganada.

### **3.5.1 Mejoras planteadas respecto a la descripción del alcance y especificaciones de los entregables de la obra, hitos, restricciones y supuestos.**

Como lo indica la guía del PMBOK documentar un completo enunciado de la Línea Base del Alcance proporciona una definición del proyecto y de sus productos entregables, los supuestos y las restricciones del proyecto.

Es por esto que se presenta a manera de ejercicio hacer una descripción de los entregables de la obra y de sus especificaciones generales que dieran una visión más amplia del alcance del proyecto y sus entregables. Cuáles eran los hitos más destacados a cumplir.

Llegar a dar un mejor entendimiento es el objetivo de redactar una descripción más concisa para facilitar a aquellas personas que deseen consultar datos más relevantes y complementar el entendimiento del proyecto y sus características que le componen.

#### **DESCRIPCIÓN DEL ALCANCE DE LOS ENTREGABLES DEL URBANISMO DE LA OBRA:**

Como se tiene una descripción muy general de las obras a ejecutar y del alcance de los entregables se hace necesario reforzar este texto para que describa mejor las especificaciones de los entregables, las consideraciones de ejecución y contratación y el alcance de las obras de estos.

**Movimiento de tierra y conformación de terrazas de lotes:** Contar con el apoyo del respectivo contratista a todo costo el cual dispondrá en obra de maquinaria pesada solicitada como es el caso de 1-2 excavadoras de oruga grande con martillo

percutor para la rotura de roca y corte de tierra suelta, 1 retroexcavadora de llantas para maniobras de rellenos y cargue de rocas para retiro a escombrera, 1 vibrocompactador de rodillo grande así como la disponibilidad de varias volquetas para los transportes externos a escombrera como los acarreos internos de suelo para rellenos, cuyo trabajos se planificaran semanalmente para lograr ejecutar las actividades de excavaciones, cortes y rellenos, para conformar los niveles y las áreas construibles de los lotes, conformar las áreas para la edificación de las estructuras de portería-cuarto de basuras-subestación, piscinas-salón social, conformar la subrasante de la banca de la vía interior del conjunto.

**Redes de Alcantarillado:** Contar con un contratista de mano de obra con personal de experiencia para construir un sistema de conducción de aguas residuales y separadamente construir un sistema de conducción de aguas lluvias compartiendo las condiciones de zanjas excavadas en donde lo permita, ejecutando las derivaciones y las cajas domiciliarias de cada uno de los lotes, para portería, la piscina, el salón social y sumideros de la vía para conectar esta conducción de las aguas hasta las redes internas del condominio, entrega supervisada por la Empresa de Servicios Públicos Ruitoque E.S.P. que es la que aprueba y recibe a satisfacción las redes totales para entrega final a las aguas.

La obra suministrara el apoyo de una retro-excavadora de llantas para las excavaciones de las zanjas, así como de compresores con martillos demoledores y perforadores para la voladura con explosivos de posibles rocas, así mismo la obra suministrara el material para ejecutar las conexiones de las redes principales de colectores del alcantarillado pluvial y sanitario que se ejecutaran en tubería PVC Novafort y accesorios para diámetros de tubería de 24", 20", 18", 16", 12", 10" y 8", los pozos de inspección serán de diámetro 1.20 mts fundidos en concreto, cono de reducción en mampostería ladrillo temosa debidamente frisada y base cañuela en concreto debidamente esmaltada, se entregaran las conexiones domiciliarias

individual dentro de cada lote derivadas en tuberías PVC novafort 6" y conectadas a cajas prefabricada Novacam en PVC las cuales quedaran protegidas con tapas de concreto. Las vías constaran de sumideros longitudinales SL-200 a lo largo del eje y sumidero transversal a lo ancho del carril en la portería de acceso, así como cada bahía de parqueo de las casas tendrá un sumidero transversal al ancho de estas

**Redes de Acueducto:** Contar con un contratista de mano de obra con personal de experiencia en plomería para construir un sistema de conducción de las redes de acueducto en tuberías PVC Unión Mecánica y accesorios en PVC y válvulas e hidrantes en hierro dúctil (HD), ejecutar la acometida principal del conjunto e instalación del medidor general del conjunto, instalar las redes que alimentaran el tanque de almacenamiento así como las derivaciones salientes de conexión a los equipos de bombeo.

Las redes de distribución del acueducto se instalaran en tuberías PVC Unión Mecánica diámetros de 2" y 3" para la red general por la vía principal, el tramo de la acometida general al tanque de almacenamiento se instalara en diámetro 1 ½", las acometidas de cada lote se derivaran en diámetro 3/4" quedando conectada dentro de la caja al respectivo contador y válvula de corte. Los puntos para riego de zonas comunes se instalaran tuberías 1/2" y llave tipo jardín.

Se recurrirá a un contratista de estructura para ejecutar la construcción del tanque de almacenamiento en concreto reforzado con el respectivo cuarto para la instalación de los equipos de bombeo y presión constante los cuales serán suministrados e instalados a todo costo por un proveedor de confianza.

**Redes de Gas natural:** Para llevar a cabo la ejecución de la red de gas se aprovechara parte de las zanjas de la red de acueducto y garantizar un tramo largo

de instalación, la cual se subcontratará directamente con la empresa Metrogas S.A para coordinar el servicio de suministro e instalación de la tubería de polipropileno de 1" para la red principal de distribución y para la acometida de conexión a la red del condominio, igualmente se deben garantizar las zanjas para solicitar la ejecución de la conexión en tuberías de polipropileno de ½" para llevar los puntos de derivación de las acometidas domiciliarias hasta la caja de cada casa donde irán instalados los contadores.

La empresa Metrogas S.A se encargará de probar la red por tramos o como lo indique para dar por recibido la red y aprobar la disponibilidad del servicio de gas.

**Redes Eléctricas, comunicaciones y alumbrado:** Contar con un contratista de mano de obra con personal electricista con experiencia y personal para excavación manual de zanjas y rellenos, al cual se le suministrará el material para construir las redes de baja tensión y alumbrado en ductería pvc Conduit Plus, ejecutar las redes de comunicaciones en ductería pvc Conduit Plus y Ducto Telefónico y Eléctrico Corrugado de doble pared TDP, así mismo ejecutar las derivaciones de las conexiones domiciliarias a las casas y construir las cajas de derivación en mampostería frisada con respectiva tubería de desagües.

Se le suministrará los rollos de cable para llevar a cabo el sondeo de los circuitos y medida del cableado en cobre encahuchetado y cable multitar quedando conectados entre los diferentes tableros de las redes de distribución. Así mismo realizará el cableado y montaje de los postes de la red de alumbrado de la vía y el conjunto.

Ejecutar el montaje de los equipos y tableros dentro del cuarto de la Subestación eléctrica y dejar conectado todos los cables de los respectivos circuitos que parten del cuarto de la subestación eléctrica, así mismo ejecutar la conexión de la

respectiva acometida de media tensión, montaje de la planta de emergencia. Montaje de planta telefónica en portería para el sistema de citofonia de los propietarios.

Se entregara una red eléctrica de baja tensión y el respectivo tablero de baja tensión y respectivos tableros de derivación a los largo de la vía, se entregara la red de alumbrado, y la red de comunicaciones con los tableros de derivación.

**Vía de acceso vehicular y andenes del conjunto:** Contar con un contratista que a todo disponga en obra la maquinaria pesada para ejecutar el replanteo del nivel de la subrasante, suministre y compacte la base granular, para esto la obra apoyara con la comisión topográfica para supervisar y recibir los niveles compactados de la base granular, así mismo la obra dispondrá de su laboratorista de suelos para hacer las pruebas de compactación del cono de arena y de humedad para recibir según las estándares de calidad.

Se contara con un contratista de mano de obra con experiencia en fundida de losas de concreto, para lo cual la obra suministrara las canastillas metálicas con los pasadores de acero y programara el envío de los volúmenes de concreto para las fundidas, así mismo dispondrá de personal interno y máquina para el corte de las losas con disco diamantado. Este contratista ejecutara el sellado de los cortes de dilatación de las losas para lo cual se le suministrara el material. Se le suministrara el material de pega y respectivos elementos prefabricados para la instalación de sardineles en concreto, replanteo y pega de los adoquines de las áreas de andenes.

**Edificación Portería-Administración-Cuarto de basuras-Cuarto de Subestación eléctrica:** El conjunto contara en una misma edificación de una planta con la portería para control de acceso y salida, la oficina de administración, el cuarto de recolección de basuras y el cuarto de la subestación eléctrica, para lo cual se

recurrirá a un contratista de estructura que suministre la mano de obra para ejecutar la construcción de la Portería.

Esta portería-administración se entregara con total acabados en cuanto a paredes y cielos rasos debidamente pintados, ventanas en aluminio, baños enchapados, pisos en porcelanto, cuarto de basuras totalmente enchapado, el cuarto de la subestación se entrega con piso en concreto esmaltado. Se entregara dotada con mueblería para los vigilantes y con puertas en aluminio-vidrio las puertas de la garita de portería, las puertas de la oficina y baños son en madera entamborada, las puertas del cuarto de basuras y del cuarto de subestación serán en acero pintadas con pintura epoxica.

Se dotara la portería con portón eléctrico para el control de entrada y salida de vehículos, así como se un sistema de citofonía para la comunicación directa con las casas.

**Zona Social y de juegos infantiles:** El conjunto dispondrá de una zona social aislada para el esparcimiento común de sus propietarios donde se construirá una edificación en concreto reforzado de una sola planta donde se acondicionara el salón de eventos, un espacio de cocineta, baños para dama, hombre y discapacitados, conjunto a la estructura y externo al salón de eventos estará la batería de baños al servicio del uso de las piscinas, las duchas y vestieres todo en divisiones de acero inoxidable. El salón social se entregara con total acabados, puertas y ventanales en aluminio, pisos y enchapes en porcelanato, mesón en mármol y lavaplatos, se dotara de sistema de ventilación y respectiva iluminación.

En el área húmeda de piscinas se construirá en concreto reforzado e impermeabilizado una piscina grande para uso de adultos y otra pequeña para niños pequeños, estas contarán con frisos impermeabilizados debidamente enchapadas

en azulejos cristanac y con sus canales de rebose enchapados y con reja plástica superior.

Al frente de las piscinas se construirá una estructura en concreto reforzado que dispondrá de un cuarto para la instalación de los equipos de motobombas y equipos desarenadores de las piscinas, así mismo la estructura dispondrá de otro cuarto depósito para que sirva para los elementos varios de mantenimiento que dispondrá la administración del mismo.

Se contratara el suministro e instalación de varias estructuras en pasta para acondicionar un área de juegos infantiles junto al salón social.

**Empradizaciones, jardines y cerramiento del conjunto:** Se contara con un contratista a todo costo que suministre la tierra negra y siembre el césped que recubrirán las zonas verdes alrededor de las casas, zona social, jardines y taludes de la conformación de lotes, suministrara y sembrara las diferentes tipos de matas que delimitaran los lotes de las casas y árboles ornamentales en ubicaciones fijas del conjunto.

Este mismo contratista será el encargado de ejecutar el cerramiento perimetral del conjunto pues este se levantara instalando postes de concreto, 4 líneas de alambre dúctil y siembra de matas swingla que al crecer con los años creara una barrera natural de altura considerable.

#### **DESCRIPCIÓN DEL ALCANCE DE LOS ENTREGABLES DE LAS CASAS DEL PROYECTO**

**Estructura de las casas en sistema tradicional porticado:** A partir de la planificación inicial se contarán con 4 contratistas de mano de obra con experiencia en ejecución de estructura tradicional en acero reforzado los cuales tendrán a cargo ejecutar en serie un respectivo grupo de casas asignadas a cada frente, para lo cual

la obra dotara de formaleta tipo Nopin con tableros de madera y respectiva estructura metálica de soporte y retranque para el armado de las placas las cuales llevaran aligeramientos en icopor suministrados por la obra, se suministrara formaleta de tableros mano portables en acero para la fundida de columnas y muros de contención con la debida dotación de parales metálicos para el retranque de los mismos elementos. Todo el material de acero de refuerzo y volúmenes de concreto los suministrara la obra cumplidamente.

En los lotes donde se presente roca la obra apoyara con los equipos de compresores y martillos para la rotura de las rocas y perforada para las voladuras con explosivos que sean necesarios.

**Instalaciones de tuberías hidráulicas y sanitarias, plomería de instalación de aparatos sanitarios y griferías:** La obra contara con un solo contratista de mano de obra a cargo de la plomería el cual dispondrá en obra de las cuadrillas de plomeros y personal para excavaciones y rellenos necesarios para dar abasto a los diferentes trabajos que por avance de obra y por cumplir con las fechas programadas se deberán en ejecutar en paralelo dentro de varios frentes de casas, pues este contratista deberá cubrir las instalaciones de tramos subterráneos a nivel de antepisos, las instalaciones de tuberías descolgadas sobre placas, la instalación de bajantes sanitarios y montantes hidráulicas por buitrones, instalaciones de tuberías pvc presión y válvulas incrustadas en muros de mampostería, instalaciones de aparatos sanitarios y griferías, y finalmente poner en funcionamiento todas las redes de la casa. Todo el material requerido será suministrado por parte de la obra. Estos contratistas deberán utilizar pulidora para los cortes de regatas y entregar selladas con mortero estas regatas.

**Instalaciones de ducteria eléctricas y de comunicaciones, cableado de circuitos eléctricos, armado de tableros de automáticos y strip de**

**comunicaciones, instalación de luminarias y cajas de interruptores de encendido:** La obra contará con un solo contratista de mano de obra a cargo de los trabajos de instalaciones eléctricas, instalaciones de comunicaciones y trabajos de instalación de luminarias, el cual dispondrá en obra de las cuadrillas de electricistas y personal para excavaciones y rellenos necesarios para dar abasto a los diferentes trabajos que por avance de obra y por cumplir con las fechas programadas se deberán ejecutar en paralelo dentro de varios frentes de casas, pues este contratista deberá cubrir las instalaciones de tramos subterráneos a nivel de antepisos, las instalaciones de tuberías descolgadas sobre placas, la instalación de ductería por buitrones, instalaciones de tuberías y cajas incrustadas en muros de mampostería, instalaciones de aparatos eléctricos, ejecutar el sondeo, hilada y respectiva medida de los cables de cobre y armado de los diferentes circuitos dentro del tablero de automáticos, así mismo deberá ejecutar la ubicación de las luminarias sobre los cielos rasos y la respectiva instalación de estas luminarias debidamente probadas y puestas en funcionamiento. Todo el material requerido será suministrado por parte de la obra. Estos contratistas deberán utilizar pulidora para los cortes de regatas y entregar selladas con mortero estas regatas.

**Muros en mampostería y frisos de las casas:** Continuando con la planificación inicial de contar con 4 frentes de ejecución para los grupos de casas ya establecidos, se contarán con los 4 contratistas tipo mano de obra con experiencia en la ejecución de replanteos arquitectónico de muros, la pega de ladrillo de los muros divisorios, la fundida de columnetas, viguetas y dinteles, así mismo estos contratos tendrán a cargo la ejecución de los respectivos frisos de tanto de muros internos como externos, frisos de las vigas descolgadas de las placas, frisos bajo placas, en fin toda clase de detalles en friso en áreas o lineales por frisar, para lo cual la obra suministra los ladrillos, el material premezclado de mortero seco para la mezcla de pega de ladrillo y mortero para frisos, apoyará con la instalación de malacates para garantizar la rápida subida de materiales, así como los andamios tubulares y andamios colgantes para ejecutar los trabajos de frisos exteriores.

**Instalaciones de tubería de cobre forrado para acometida de aire acondicionado:** Teniendo en cuenta que la cantidad de obra por ejecutar es baja se contara con 1 solo contratista a todo costo que ejecute la instalación de las tuberías recubiertas dentro de los muros de mampostería de las alcobas principal y las 2 alcobas del piso 3º y lleve los puntos de las tuberías de cobre a las acometidas en las alcobas y los lleve a la placa de cubierta donde queda la ubicación de la condensadora del sistema de aire acondicionado, para lo cual la obra entregara las regatas de los muros en mampostería y se hará cargo de recubrir con mortero las mismas. No se instalaran equipos de aire por parte de la obra.

**Morteros de pisos, escaleras, morteros impermeabilizados de cubiertas y balcones; Pega de enchapes de baños y pega de pisos en porcelanato; Pega de enchapes de fachada en bloques de piedra tunguragua arquitectónica:**

Para cubrir la ejecución en serie dentro de los 4 frentes de grupos de casas dado los altos rendimientos de los oficiales de pega de enchapes de baños, enchapes de cuartos de lavado y pega de los pisos en porcelanato solo se contara con 2 contratistas de mano de obra a los cuales se les contratara también la ejecución de los morteros de placas de pisos y placas de cubiertas, pues se busca asignar mayor responsabilidad a los contratistas con el acabado de los morteros de pisos para que garanticen un óptimo pegado de las losas de porcelanato, para lo cual la obra suministra las losas de cerámica ártica blanca (30x60) para el cuarto de lavado, las losas de porcelanato boutique (30x60) para los enchapes de paredes baños y el mismo porcelanato boutique (60x60) para los pisos interiores, para los pisos exteriores y los enchapes de bordes de placa de balcones se suministrara porcelanato tipo madera (15x40).

Con estos 2 mismos contratistas de mano de obra se contrataran la ejecución de la pega de los enchapes de fachada para lo cual estos se deberán disponer las

cuadrillas suficientes para cubrir la ejecución en serie dentro de los 4 frentes de grupos de casas, la obra suministrara los andamios colgantes y el material de bloques de piedra tunguragua y la pega látex fachada.

**Impermeabilizaciones de cubiertas, balcones y terraza BBQ:** Se contara con 2 contratistas a todo costo para la ejecución dentro de los 4 frentes de grupos de casas debidamente asignadas, donde los contratista suministraran e instalaran el material certificado y garantizado para impermeabilizaciones de larga vida útil (10-15 años) dado el estrato alto de la casa, por lo que se analizaran junto con los proveedores de materiales Sika y Toxement que productos tienen para garantizar el uso y los años de vida según las condiciones del caso.

**Pintura de interiores en vinilo y pintura exterior en koraza:** Se contara con 2 contratistas a todo costo para la ejecución dentro de los 4 frentes de grupos de casas, donde suministraran el material certificado y garantizado para la aplicación de los estucos plásticos sobre frisos y las respectivas capas de vinilo blanco tipo 1 para el acabado interior de las paredes, sobre las paredes exteriores, pórticos de fachada y bordes de placa se aplicara el estuco para exterior y pintura koraza gris basalto.

**Cielo raso en lámina de yeso drywall y cielo raso en láminas de superboard:** Dado la gran cantidad de obra por ejecutar dentro de los 4 frentes de casas se contarán con 2 contratistas a todo costo que suministren, instalen la estructura y las láminas, y le den el acabado en pintura vinilo tipo 1 a los cielos rasos en láminas de yeso drywall de las áreas interiores y a las áreas húmedas de duchas donde se requieren láminas de superboard.

**Cielo raso en lámina de pasta tipo madera para techos de bahía de parqueo y balcones:** Se contara con 2 contratistas a todo costo para la ejecución dentro de los 4 frentes de grupos de casas debidamente secuenciadas, que suministren e instalen las estructura del cielo raso y las láminas en PVC tipo madera entregando debidamente nivelado el terminado pues estas láminas no requieren empastarse y ni pintarse, para lo cual ambos contratistas deberán garantizar las cuadrillas necesarias para alcanzar a cubrir el avance de varias casas dentro de las fechas o periodos programados.

**Mármol de escaleras, repisas y pirlanes, mesones en mármol de baños, mesones en mármol de cocinas y mesones en mármol terraza BBQ:** Se contara con 1 contratista a todo costo dada la necesidad de garantizar la uniformidad del mármol a instalar por lo que la contratación del suministro e instalación de los escalones en mármol y diferentes tipos de mesones en mármol será asignado a un contratista de alta capacidad económica con un taller grande que pueda suplir las múltiples necesidades de la obra.

**Carpintería metálica en aluminio de ventanas y puertas-ventanales, divisiones de baños:** Se contara con 2 contratistas a todo costo que suministren e instalen las ventanas y puertas-ventanales en marcos de aluminio pintados en esmalte blanco perlado con vidrios templados de 4mm de espesor, estas deberán entregarse con las cerraduras debidamente en funcionamiento y protegidas con el plástico azul de recubrimiento.

**Carpintería en madera de puertas principal de acceso, puertas de alcobas y baños, mueblería de baños, guardarpapas, star tv, cuarto de ropas puertas de baños:** Se contara con 2 contratistas a todo costo que suministren e instalen toda la carpintería en madera, donde las puertas son en madera entamborada recubierta

de madera chapilla, los muebles será en láminas de triplex recubiertas de madera chapilla.

La obra suministrara a los contratistas las respectivas manijas y cerrojos para que ellos se encarguen de la instalación. La puerta principal contara con cerradura biométrica la cual será instalada directamente por el proveedor.

**Carpintería en acero inoxidable para pasamanos de la escalera y barandas de los balcones:** Se contara con 2 contratistas a todo costo para cubrir la ejecución dentro de los 4 frentes de grupos de casas, que suministren e instalen los perfiles metálicos de parales y pasamanos en acero inoxidable, así mismo instalen los respectivos vidrios de 5mm de espesor, para lo cual ambos contratistas deberán garantizar las cuadrillas y equipos de soldadura necesarios para alcanzar a cubrir el avance de varias casas dentro de las fechas o periodos programados.

**Muebles de cocina integral:** Dada las especificaciones ofrecidas de venta para estas casas en estrato 6 la mueblería y accesorios de cajones para las cocinas integrales serán fabricadas e importadas desde Italia por parte de un proveedor de confianza. Estas cocinas serán almacenadas e instaladas por parte de la obra para lo cual se contara con un contratista que se encargue de ir instalando la mueblería según el de avance en la detallada de la pintura en los espacios de cocina y se abra campo para ir instalando.

**Equipos de cocina, equipos calentadores de agua y asador en acero inoxidable bbq:** Cada casa contara con la instalación de un horno a gas, una plancha de 4 puestos, un equipo lavavajillas, un lavaplatos en acero inoxidable y un extractor fijo (no tiene escape). En el cuarto de ropas se instalaran 2 equipos calentadores de agua para dar abasto con el consumo que pueda emplear la lavadora y los baños.

Cada casa se le hará entrega de un equipo asador con tapa tipo bbq en acero inoxidable para conectarse al punto de gas que se dejara en la terraza bbq bajo el mesón de mármol.

**Aseo general, limpieza detallada y limpieza final para entrega:** Se contara con 2 contratistas a todo costo para cubrir la ejecución de las diferentes fases de limpiezas dentro de los 4 frentes de grupos de casas, donde estos contratista suministrarán todo el material y elementos para limpieza, también dispondrán de personal suficiente pues se acogerán a la planificación semanal donde se les asignaran casas y áreas por especificas entregar, pues esta fase final por ser tan repetitiva y tan necesaria de ejecutar eficientemente requiere de mucho apoyo de personal.

#### **DESCRIPCIÓN DE LOS HITOS, SUPUESTOS Y RESTRICCIONES:**

##### **HITOS: Punto o Eventos de gran importancia dentro del Proyecto**

- Llegada al respectivo puerto, cumplir trámites de legalización de la importación y con los pagos del transporte de las 38 cocinas desde Italia.
  
- Funcionamiento del sistema de distribución del acueducto de agua potable.
  
- Funcionamiento del sistema de distribución del fluido eléctrico y planta de emergencia.
  
- Terminación de los acabados de la Portería e instalación del sistema de portón metálico de acceso, para habilitar su funcionamiento.

**SUPUESTOS: Factor del proceso de planificación que se considera verdadero, real o cierto sin prueba ni demostración.**

Se parte de la base de tener la confianza que se ejecutaran con anticipación las labores administrativas para tramitar los diferentes contratos de obra de las actividades a ejecutar según las condiciones y especificaciones técnicas establecidas por parte de los profesionales residentes y director de obra para que la gerencia de contratación gestione dentro del periodo de días hábiles que por políticas de la empresa dispone para llamar a licitar, revisar y aclarar propuestas, se reúna el comité de compras y contratación lleguen a designar al contratista ganador y legalicen el respectivo contrato con pólizas del caso ante curaduría, dado a que sin vinculación legal ningún contratista podrá ingresar personal a obra por necesidad de dar avance o iniciar a fabricar en sus talleres elementos requeridos con urgencia.

Por parte de la gerencia de compras y contratación se espera que cumplan a tiempo con su planificación de negociaciones globales de materiales comunes para todas las obras y las negociaciones de materiales exclusivos de la obra por especificaciones puntuales y no se generen atrasos con las solicitudes de materiales y llegada a obra, pues no se contemplan riesgos por desabastecimiento que acarreen atrasos.

Se supone que la climatología y el periodo de lluvia en épocas de invierno no afectaran severamente las obras por lo que no se consideraron tiempos de reserva en las duraciones de actividades o frentes críticos por estos efectos normales climatológicos, pero que realmente si causan afectaciones que a nivel de control de costos si se asignan recursos y a nivel de contratación si se pagan como jornales de limpieza y retiro de barro.

Los propietarios deberán adquirir a su gusto y acomodo los equipos de aire acondicionado y ejecutar por su cuenta la instalación sobre la placa de cubierta del equipo condensador y de cada manejadora para las alcobas.

Cada casa recibirá sin instalarse y sin probarse **un equipo asador con tapa tipo bbq** en acero inoxidable para que sea instalado y verificada la conexión del gal por los propietarios o respectivos ocupantes una vez hagan uso del inmueble.

**RESTRICCIONES: Factor limitante que afecta la ejecución de un proyecto, programa o proceso.**

Dado a que el proyecto se va a desarrollar dentro de Ruitoque Condominio se tienen restricciones de horarios de trabajo, donde los horarios de movilización de maquinaria, volquetas y recibo de materiales para descarga son a partir de las 8:00 am-12:00 pm y de 2:00 pm-5:00 pm. La jornada laboral no se puede extender más de las 6:00 pm de lunes a sábado y los domingos no se tiene autorizado por parte de la administración programar trabajos a los contratistas.

Para poder solicitar reformas los clientes tendrán un tiempo prudencial para gestionar ante la oficina de reformas de la empresa, y según políticas de la empresa el arquitecto de reformas cumpla con el estudio junto con la dirección de obra y den la viabilidad dependiendo el tipo de reforma que deseen y se llegue a presupuestar, pues deberán respetar el avance de la casa pues no se puede incurrir en gastos de demoliciones y retiros de escombros excesivos.

Teniendo en cuenta que un grupo de casas están dentro de la jurisdicción del municipio de Floridablanca y otras dentro de la de Piedecuesta, se requiere que el trámite de las licencias de construcción que otorga cada curaduría para cada una de las casas se gestione ordenadamente por las respectivas parejas y estén pronto esa documentación legal en la obra para poder iniciar las excavaciones de cimentación para la estructura compartida.

## **4. MONITOREO Y CONTROL DEL CRONOGRAMA DE OBRA**

### **4.1 HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS SUGERIDAS POR EL PMBOK PARA CONTROLAR EL CRONOGRAMA**

Controlar el Cronograma es el proceso de monitorear el estado del proyecto para actualizar el cronograma del proyecto y gestionar los cambios a la línea base del cronograma. El beneficio clave de este proceso es que la línea base se puede ir cumpliendo con un margen de desviación admisible y mantenerse cumpliendo con las fechas programadas a lo largo del proyecto.

La actualización del modelo de programación requiere conocer el desempeño real a la fecha de las actividades de construcción que deberían estar ejecutándose según la línea base, estas fechas suelen conocerse como fechas de corte de avance y sirven para comparar los % avances acumulados y controlar la diferencia entre estos porcentajes para estimar los días de trabajo por recuperar, pues a medida que avanza el proyecto en el calendario esta desviación entre los porcentajes de avance real y avance programado se hace muy compleja de recuperar a un costo financiero alto para llegar a alcanzar duraciones más eficientes, por lo que se llega a plantear un cambio de fechas de inicio ósea una reprogramación de las fechas de inicio y fin.

Controlar el Cronograma, como componente de realizar el proceso integrado de aprobar cambios se ocupa de:

- Determinar el estado actual del cronograma del proyecto,
- Influir en los factores que generan cambios en el cronograma,
- Reconsiderar las reservas de cronogramas necesarias,
- Determinar si el cronograma del ha cambiado drásticamente,
- Gestionar los cambios reales conformen suceden.

Cuando se utiliza un enfoque ágil, el proceso de controlar el Cronograma se ocupa de:

- Determinar el estado actual del cronograma del proyecto mediante la comparación de la cantidad total de trabajo entregado y aceptado con respecto a las estimaciones de trabajo completado para el ciclo de tiempo transcurrido;
- Llevar a cabo revisiones retrospectivas (revisiones programadas para registrar las lecciones aprendidas) a fin de corregir y mejorar procesos si fuera necesario;
- Volver a priorizar el plan de trabajo pendiente;
- Determinar el ritmo al que se generan, validan y aceptan los entregables en el tiempo por iteración (duración acordada del ciclo de trabajo, normalmente 2 semanas o 1 mes);
- Determinar si el cronograma del ha cambiado drásticamente,
- Gestionar los cambios reales conformen suceden.

Al contratar el trabajo, las actualizaciones de estados regulares y de hitos de los contratistas y proveedores son un medio para asegurar que el trabajo este progresando según lo acordado así garantizar que el cronograma este bajo control.

#### **4.1.1 Documentos del proyecto relacionados con el control del cronograma**

Como documentos del proyecto importantes de entrada para tener en cuenta al proponer la metodología de ejecución para monitorear el estado de la obra, hacer seguimiento y control del cumplimiento del cronograma y actualizar el modelo de programación en el respectivo software, así como para planificar por parte de los ingenieros residentes las actividades a ejecutarse durante la semana se tienen:

- **Registro de lecciones aprendidas**
- **Calendario del proyecto**
- **Cronograma del proyecto**
- **Calendario de recursos**
- **Datos del cronograma**

Según las directrices tomadas por el director de obra se irán actualizando estos documentos pues durante el transcurso de la obra se podrán generar cambios importantes en la planificación por parte de la alta gerencia de la empresa que motiven a reprogramar las fechas de los entregables y en si reprogramar actividades en el cronograma del proyecto y por ende los calendarios del proyecto y el calendario de recursos, es por esto que es muy importante involucrar a todos los responsables en el debido proceso para realizar y gestionar los cambios a la línea base del cronograma de trabajo que se reflejen en la actualización de estos documentos del proyecto.

#### **◆ Registro de lecciones aprendidas**

Es el documento del proyecto que se utiliza para ir registrando el conocimiento adquirido durante las diferentes etapas de ejecución de un proyecto de modo que suela ser empleado en fases similares pero más tardías del proyecto actual para anticiparse a posibles errores, mejorar el desempeño y control de ejecución sobre

estas actividades. Es importante crear este documento de registro histórico de lecciones aprendidas para tenerlo disponible para consulta en la planificación de actividades de futuros proyectos.

El documento de las lecciones aprendidas puede actualizarse con técnicas que fueron efectivas para mantenerse dentro de las duraciones programadas del cronograma, las causas de los atrasos y variaciones en la productividad, así como las acciones correctivas efectuadas para responder a las variaciones del cronograma y cumplimiento de la meta de avance acumulado de su línea base.

#### ◆ **Calendario del proyecto**

Un calendario del proyecto identifica los días laborales y jornadas de trabajo acordadas o disponibles para ejecutar las actividades del cronograma. Distingue entre los periodos de tiempo los días disponibles para completar la ejecución de las actividades programadas y los periodos de tiempo no disponibles para ejecutar trabajos. Un modelo de programación podría requerir más de un calendario del proyecto para permitir considerar diferentes jornadas de trabajo como por ejemplo en periodos de intenso invierno o intenso verano que lleguen a impactar a ciertas actividades a la hora de calcular las fechas de ejecución de cada actividad y duración total del cronograma del proyecto.

Con base en las funciones del software Microsoft Project 2013 **Cambiar el calendario laboral** para el respectivo modelo de programación de Casas del Bosque se estableció que los **días laborales** dentro de la semana serian de **lunes a viernes** en una jornada laboral con periodos de trabajo de 7:00 am a 12:00 pm y de 1:00 pm a 5:00 pm. Como días **no laborables** se señalaban todos los días sábados y domingos, sin tener en cuenta la media jornada de sábado que realmente se suele trabajar por cultura en el ámbito de la construcción y que a nivel de desarrollo del modelo de programación no se acostumbra tener en cuenta este

medio día de trabajo y se ve más bien como una jornada para recuperar trabajo atrasado en la ejecución real.

#### ◆ **Cronograma del proyecto**

El cronograma del proyecto es una salida de un modelo de programación que presenta actividades vinculadas con fechas planificadas, duraciones e hitos, donde para cada actividad debe tener como mínimo una fecha de inicio y una fecha de finalización. El cronograma del proyecto se puede representar en forma de resumen o cronograma de hitos donde se aprecian fechas de periodos, o bien en forma detallada donde aparece toda la estructura de actividades y su jerarquía de fases.

Este cronograma de fechas programadas una vez aprobado oficialmente como la **Línea Base de ejecución de la obra** se hace entrega a todos los profesionales del grupo de dirección de obra en formato digital para que les sirva de consulta, así mismo el cronograma detallado se imprime en forma de tablas para que sea un documento de consulta en el tablero de control.

También suele imprimirse el cronograma del proyecto en forma gráfica como diagrama de Gantt de barras donde las actividades se enumeran en el eje vertical, las fechas se muestran en el eje horizontal a cada extremo de la barra donde el largo de la barra representa la duración de la actividad según la escala de tiempo del diagrama.

Es importante tener al alcance de todos los profesionales de la obra las fechas programadas de las actividades de construcción para ajustarse al cumplimiento de esta programación al momento de planificar junto con los contramaestros de los contratistas la actividades a ejecutar durante la semana y las cantidades esperadas a ejecutar cada día, para esto la OBRA CASAS empleaba un formato llamado Plan de Actividades Semanales (PAS), que listaba las actividades por controlar ya sea que debían darse las condiciones de inicio o controlar la ejecución diaria.

#### **4.1.2 Técnicas de análisis de datos**

Las técnicas de análisis de datos que sugiere la guía del PMBOK(6ta edición) que pueden utilizarse en este proceso incluyen entre otras:

- ◆ **Análisis de Valor Ganado y Programación Ganada.**

Descrito en la Sección 7.4.2.2. Las medidas de desempeño del cronograma, tales como la variación del cronograma (SV) y el índice de desempeño del cumplimiento del cronograma (SPI), se utilizan para evaluar la magnitud de la desviación con respecto a la línea base original del cronograma.

- ◆ **Gráfica de trabajo pendiente en la iteración.**

Esta gráfica realiza el seguimiento del trabajo que queda por completar en las iteraciones. Se utiliza para analizar la variación con respecto al trabajo pendiente ideal basado en el trabajo comprometido en la planificación de las iteraciones. Se puede utilizar **una línea de tendencia de pronósticos** para predecir la variación probable al concluir la iteración y analizar los resultados para tomar medidas adecuadas en el transcurso del control por iteración. Luego se traza una línea diagonal de tendencia para pronosticar la fecha de finalización con base en el trabajo restante.

- ◆ **Análisis de tendencias.**

Descrito en la sección 4.5.2.2. El análisis de tendencias analiza el desempeño del proyecto a lo largo del tiempo para determinar si el desempeño del proyecto está mejorando o se está deteriorando. Las técnicas de análisis gráfico son útiles para comprender el desempeño a la fecha y compáralo con los objetivos de desempeños futuros, en términos de fecha de finalización.

El análisis de tendencias se utiliza para pronosticar el desempeño futuro en función de los resultados pasados. El mismo examina el futuro del proyecto en busca de retrasos esperados y advierte con antelación al director de obra que si las tendencias establecidas persisten, podrían ocurrir problemas en varias actividades del cronograma. Esta información se pone a disposición con suficiente antelación para que el grupo del proyecto tenga tiempo de analizar y corregir las causantes de los atrasos. Los resultados del análisis de tendencias pueden utilizarse para recomendar acciones preventivas en futuras etapas con iguales actividades y condiciones de trabajo.

#### ◆ **Revisiones del desempeño**

Las revisiones del desempeño permiten medir, comparar y analizar el desempeño del cronograma con relación a la línea base del cronograma, en aspectos como fechas reales de inicio y finalización, el porcentaje de avance completado y la duración restante para completar el trabajo en ejecución.

#### ◆ **Análisis de variación**

El análisis de variación examina las variaciones en las fechas de inicio y de finalización planificadas frente a las reales, duraciones planificadas frente a las reales y variaciones en la holgura. Una parte del análisis de variación es la determinación de la causa y del grado de desviación con relación a la línea base del cronograma, la estimación de las implicaciones de esas variaciones para completar el trabajo futuro y la decisión con respecto a la necesidad de emprender acciones correctivas o preventivas. Este análisis de variación es utilizado para comparar la línea base con los resultados reales y determinar si la variación está dentro del umbral permitido, y de estar por encima de la desviación permitida se proponen acciones correctivas o acciones preventivas.

#### ◆ **Análisis de escenarios “¿Qué pasa si...?”**

El análisis de escenarios “¿Qué pasa si...?” es un proceso que consiste en evaluar escenarios a fin de predecir su efecto, positivo o negativo, sobre las fechas a cumplir como objetivos de los entregables del proyecto. “¿Qué pasa si se produce tal situación representada por el escenario X?”. Los resultados de los análisis de **escenarios “¿Qué pasa si...?”** pueden usarse para evaluar la viabilidad del cronograma del proyecto bajo condiciones diferentes o inesperadas tales como retraso de una importación de equipos, huelgas y paros en las carreteras o cambio en el marco jurídico que obligue a cambios en los diseños, y para preparar reservas del cronograma y planes de respuesta para abordar el impacto de situaciones.

Una ventaja de desarrollar un modelo de programación en una HERRAMIENTA DE SOFTWARE tipo PMIS o SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS, es que permite modelar estos escenarios fácilmente manipulando la red del cronograma moviendo las fechas de inicio y fin de ciertas actividades o modificando algunas vinculaciones entre actividades para con base en dependencias discrecionales o no obligatorias para ver “**¿Qué pasa si...?**” se tiene en cuenta un escenario que modifique las condiciones del modelo de programación que nació de su línea base.

#### **4.1.3 Método de control de la ruta crítica**

Comparar el avance a lo largo del proyecto de la ruta crítica puede ayudar a determinar el estado del cronograma. La variación en la ruta crítica tendrá un impacto en la fecha de finalización del proyecto, por lo que controlar con acciones correctivas actuando día a día para aumentar la productividad en estas actividades críticas y reducir esta diferencia en días de atraso por recuperar, viéndose reflejado en las siguientes fechas de estado de actualización del modelo de programación en el respectivo software donde se ve una proyección de la fecha de finalización de la

ruta crítica más cercana a la fecha programada de fin del proyecto dentro de la línea base inicial.

Durante el desarrollo del proyecto el control llevado a cabo en el software de modelación de la programación a medida que este se va actualizando con las fechas de inicio real y fin real, así como con las cantidades ejecutadas o directamente los porcentajes de avance real completado para cada actividad, la herramienta puede identificar el cambio en la secuencia de actividades de la ruta crítica del proyecto puesto que la proyección que muestra de la fecha de finalización obedece a otra secuencia de actividades diferentes a la secuencia de la ruta crítica de la línea base inicial. La evaluación del avance en las actividades de rutas casi críticas podría identificar riesgos del cronograma.

#### **4.1.4 Análisis de posibles adelantos y atrasos**

El ajuste de adelantos y retrasos se utiliza durante el análisis de la red para encontrar maneras de volver a alinear con la planificación inicial las actividades retrasadas del proyecto, por lo que entrar a analizar que se adelantos o atrasos se pueden ajustar dentro del modelo de programación en el respectivo software y se llegar a documentar que actividades deben entrar en ajuste respecto a sus inicios o finalizaciones y respecto a la secuencia con sus actividades predecesoras y sucesoras.

#### **4.1.5 Compresión del cronograma**

Las técnicas de compresión del cronograma se utilizan para encontrar maneras de volver a alinear las actividades atrasadas del proyecto con el plan inicial mediante la ejecución rápida o la intensificación del cronograma para el trabajo restante.

- ◆ **Ejecución rápida:** Técnica de compresión del cronograma en que las actividades o fases que realmente se realizan en secuencia se llevan a cabo en paralelo al menos durante una parte de su duración. La ejecución rápida solo funciona cuando las actividades pueden solaparse para acortar la duración del proyecto en la ruta crítica. El uso de adelantos en caso de aceleración del cronograma generalmente incrementa los esfuerzos de coordinación entre las actividades en cuestión y también puede aumentar los costos.
  
- ◆ **Intensificación:** Técnica utilizada para acortar la duración del cronograma con el menos incremento de costo mediante la adición de recursos. Entre los ejemplos de intensificación se incluyen la aprobación de horas suplementarias, la aportación de recursos adicionales (maquinaria especializada) o un pago adicional para acelerar la entrega de las actividades de la ruta crítica (bonificación por cumplimiento). La intensificación solo funciona para actividades que pertenezcan a la ruta crítica, en las que los recursos adicionales permiten acortar la duración y mantener el cumplimiento de la fecha de finalización programada del proyecto.

Estos sistemas de información para la dirección de proyectos (PMIS) permiten un fácil desenvolvimiento y manejo del modelo de programación que llevan a hacer un seguimiento de las fechas programadas en comparación con las fechas reales, calcular porcentajes de avance real y avance programado para informar a la fecha de corte sobre las desviaciones en el avance con respecto a la línea base y pronosticar los efectos sobre el cambio en la fecha de **finalización de la ruta crítica**, pues en estos software el modelo de programación a medida que se actualiza en su fecha de estado este hace una proyección de la fecha fin de la ruta crítica inicial o muestra un cambio en la ruta crítica, otra secuencia de frentes de actividades se volvió la nueva ruta crítica a controlar.

#### **4.1.6 Solicitudes de cambio del cronograma según la guía del PMBOK.**

El análisis de la variación del cronograma, así como las revisiones de los informes de avance, los resultados de las medias de desempeño y las modificaciones del alcance o del cronograma del proyecto, pueden dar como resultado solicitudes de cambio de la línea base del cronograma, la línea base del alcance y/o de otros componentes del plan para la dirección del proyecto. Las solicitudes de cambio se procesan para su revisión y tratamiento por medio del proceso **Realizar el Control Integrado de Cambios (Sección 4.6)**. Las acciones preventivas pueden incluir cambios recomendados para eliminar o reducir la probabilidad de variaciones negativas del cronograma.

Descritas en la **sección 4.6.3.1. Las solicitudes de cambio aprobadas son una salida del proceso de Realizar el Control Integrado de Cambios** e incluyen las solicitudes revisadas y aprobadas para su implementación por el director del proyecto o por un comité de control de cambios (CCB), cuando corresponda. La solicitud de cambio aprobada puede consistir en una acción correctiva, una acción preventiva o una reparación de defecto. Las solicitudes de cambio aprobadas se planifican e implementan por parte del equipo de dirección del proyecto y pueden tener impacto sobre cualquier área del proyecto o del plan de dirección del proyecto.

#### **Realizar el control integrado de cambios.**

**Realizar el Control Integrado de Cambios** es el proceso de revisar todas las solicitudes de cambio; aprobar y gestionar cambios a entregables, documentos del proyecto y al plan para la dirección del proyecto; y comunicar las decisiones. Este proceso revisa todas las solicitudes de cambio a documentos del proyecto, entregables o plan para la dirección del proyecto y determina la resolución de las solicitudes de cambio. El beneficio clave de este proceso es que permite que los cambios documentados durante el proyecto sean considerados de una manera integrada y simultáneamente aborda el riesgo general del proyecto, el cual a

menudo surge de cambios realizados sin tener en cuenta los objetivos o planes generales del proyecto. Este proceso se lleva a cabo a lo largo de todo el proyecto, desde su inicio y es responsabilidad del director del proyecto.

Cualquier interesado involucrado en el proyecto puede solicitar cambios, los cuales pueden ocurrir en cualquier momento a lo largo del ciclo de vida del proyecto. El nivel de control de cambios utilizado depende del área de aplicación, de la complejidad del proyecto específico, de los requisitos del contrato, y del contexto y el entorno en el que se ejecuta el proyecto.

Antes de establecer las diferentes líneas base del proyecto, los cambios no necesitan ser formalmente controlados por el proceso **Realizar el Control Integrado de Cambios**. Una vez que las líneas bases del proyecto han sido definidas, las solicitudes de cambios se gestionan a través de este proceso.

Aunque los cambios pueden iniciarse verbalmente, deberían registrarse por escrito e integrarse al sistema de gestión de cambios y/o al sistema de gestión de la configuración. Las solicitudes de cambio pueden requerir información sobre los impactos estimados en el cronograma y en el costo antes de la aprobación. En el momento en que una solicitud de cambio pueda impactar cualquiera de las líneas base del proyecto, se requerirá siempre un proceso formal de control integrado de cambios. Cada una de las solicitudes de cambio documentadas debe ser aprobada, aplazada o rechazada por un responsable de alto nivel dentro de la empresa dado la importancia e impacto que los cambios acarrearán. Dicho responsable estará identificado dentro del plan de dirección del proyecto o en los procedimientos de la organización.

Si fuera necesario, el proceso de **Realizar el Control Integrado de Cambios** incorporará un comité de control de cambios (CCB), que es un grupo formalmente

constituido responsable de revisar, evaluar, aprobar, aplazar o rechazar los cambios en el proyecto, así como de registrar y comunicar dichas decisiones.

**Los activos de los procesos de la organización** que pueden influir en el **proceso de Realizar el Control Integrado de Cambios** incluyen entre otros:

- ◆ Procedimiento de control de cambios, incluyendo los pasos para modificar los estándares, políticas, planes, procedimientos de la organización, o cualquier documento del proyecto, y la descripción de cómo se aprobará y validará cualquier cambio;
- ◆ Procedimientos para aprobar y emitir autorizaciones de cambio; y
- ◆ Base de conocimiento de gestión de la configuración, que contiene las versiones y línea base de todos los estándares y procedimientos oficiales de la organización, y cualquier documento del proyecto.

**Herramientas y Técnicas para Realizar el Control Integrado de Cambios sugeridos por el PMBOK**

**Juicio de Expertos:**

Se debería considerar la pericia de individuos o grupos con capacitación o conocimiento especializados en los siguientes temas:

- ◆ Conocimiento técnico sobre la industria y el área de especialización del proyecto,
- ◆ Legislación y regulaciones,
- ◆ Asuntos legales y adquisiciones,
- ◆ Gestión de la configuración, y
- ◆ Gestión de riesgos.

### **Herramientas de Control de Cambios:**

Para facilitar la gestión de la configuración y la gestión de cambios se pueden utilizar herramientas manuales o automatizadas. El control de la configuración se centra en la especificación, tanto de los entregables como de los procesos, mientras que el control de cambios está orientado a identificar, documentar y aprobar o rechazar los cambios a los documentos, entregables o líneas base del proyecto.

La selección de las herramientas debería basarse en las necesidades de los interesados del proyecto, teniendo en cuenta las consideraciones y/o restricciones ambientales de la organización. Las herramientas deberían apoyar las siguientes actividades de gestión de la configuración:

- ◆ **Identificar cambios.** Identificar y seleccionar un elemento de cambio para los procesos o documentos del proyecto.
- ◆ **Documentar cambios.** Documentar el cambio en una solicitud de cambio adecuada.
- ◆ **Decidir acerca de los cambios.** Revisar los cambios; aprobar, rechazar, aplazar o tomar cualquier otra decisión acerca de los cambios a los documentos, entregables o líneas base del proyecto.
- ◆ **Hacer seguimiento de los cambios.** Verificar que los cambios sean registrados, evaluados, aprobados y monitoreados y comunicar los resultados finales a los interesados.

Las herramientas también se utilizan para la gestión de las solicitudes de cambio y de las decisiones resultantes. Se deberían considerar además las comunicaciones, para el soporte adecuado a los miembros del comité de control de cambios (CCB)

en sus tareas y para distribuir entre los interesados relevantes la información relativa a las decisiones adoptadas.

### **Toma de decisiones en el Control de cambios**

Las técnicas de toma de decisiones que pueden utilizarse para este proceso incluyen, entre otras:

- ◆ **Votación.** Descrita en la Sección 5.2.2.4. La votación puede adoptar la forma de unanimidad, mayoría o pluralidad para decidir si las solicitudes de cambio son aceptadas, aplazadas o rechazadas.
- ◆ **Toma de decisiones autocrática.** Según esta técnica una persona asume la responsabilidad de tomar la decisión en nombre de todo el grupo.
- ◆ **Análisis de decisiones con múltiples criterios.** Descrita en la Sección 8.1.2.4. Esta técnica utiliza una matriz de decisiones a fin de proporcionar un enfoque analítico sistemático para evaluar los cambios solicitados según un conjunto de criterios predefinidos.

### **Reuniones de Control de cambios**

Las reuniones de control de cambios se llevan a cabo con un comité de control de cambios (CCB) que es el responsable de reunirse y revisar las solicitudes de cambio, rechazar o aplazar las mismas. La mayoría de los cambios tendrán algún impacto en el tiempo, el costo, los recursos, el riesgo. Evaluar el impacto de los cambios es parte fundamental de la reunión. También pueden analizarse y proponerse alternativas a los cambios solicitados. Finalmente, la decisión se comunica al grupo o dueño de la solicitud.

Dentro del comité de control de cambios (CCB) los roles y responsabilidades están claramente definidos y están acordados por los interesados de alto nivel, así como documentados en el plan de gestión de cambios. Las decisiones del comité CCB se documentan y se comunican a los interesados para su información y para la realización de acciones de seguimiento.

### **Solicitudes de cambio aprobadas**

Las solicitudes de cambio son procesadas por el director del proyecto, el comité CCB o un miembro designado del equipo, de acuerdo con el plan de gestión de cambios, para aprobarse, aplazarse o rechazarse. Las solicitudes de cambio aprobadas se implementarán mediante el proceso de Dirigir y Gestionar el trabajo del proyecto. Las solicitudes de cambio aplazadas o rechazadas se comunican a la persona o grupo que solicita el cambio.

El estado de todas las solicitudes de cambio se registra en el registro de cambios como actualización a un documento del proyecto.

### **Actualizaciones del Plan para la Dirección del Proyecto y de documentos del Proyecto.**

Cualquier componente formalmente controlado del plan de la dirección del proyecto o cualquier documento del proyecto puede cambiarse como resultado de este proceso de controlado de cambio. Los cambios a las líneas base únicamente se realizan desde la última línea base en adelante. El desempeño pasado no se modifica. Esto protege la integridad de las líneas base y de los datos históricos del desempeño pasado.

## **4.2 SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL CRONOGRAMA LLEVADO A CABO EN LA OBRA CASAS POR PARTE DEL INGENIERO PROGRAMADOR**

Como parte del plan de gestión del cronograma se estableció que el Ingeniero Programador de Obra el cual estaba asignado a otras obras, debía llevar a cabo el seguimiento y control del cronograma y respectiva actualización del modelo de programación en el software cada veinte días o como mínimo una vez al mes tener una fecha de corte de avance y llegar a evidenciar en un informe gráfico las tendencias de productividad y hacer un análisis textual del avance de ejecución de obra para hacer énfasis en las causas de los atrasos y las recomendaciones de ejecución en frentes puntuales para lograr reaccionar en los siguientes días al informe.

### **Socialización del cronograma y su modelo de programación**

Una vez finalizado el trabajo de desarrollar el modelo de programación en el software Microsoft Project 2013 y aprobado como la **Línea Base del Cronograma** por cumplir se hizo la entrega formal por parte del Ingeniero Programador de Obra de los archivos digitales en Microsoft Project, Microsoft Excel, PDF de los diagramas de Gantt detallado y resumido a todos los profesionales del grupo de dirección de obra que tienen responsabilidad por gestionar y llevar a cabo el cumplimiento del cronograma del proyecto. Así mismo se dejaron al alcance de todos en el respectivo tablero de control los documentos impresos del cronograma donde aparecen todas las actividades de construcción planificadas ejecutar y controlar con sus respectivas fechas de inicio y finalización, así como sus duraciones.

### **Planificación de Actividades Semanales (PAS)**

Como políticas del Sistema de Gestión de Calidad de la empresa los ingenieros y arquitectos residentes deben diligenciar el formato CTR-FO-91 **Formato plan de actividades semanales (PAS)** para cada contrato, por lo que teniendo en cuenta

**la programación de la obra** el residente junto con el contratista o contraamaestro se sentaban a planificar y listar las actividades a ejecutar con respectiva ubicación del frente y con una cantidad por ejecutar o llegar a cumplir al final de la semana, la idea por parte de los residentes para controlar el cumplimiento de la meta semanal era estar pendientes en obra que el contratista mantuviera las cuadrillas ubicadas en los frentes planificados, gestionar la entrega en sitio de los materiales, gestionar el apoyo de equipos de construcción especiales y así evitar caer en atrasos o improproductividades por falta de gestión del grupo de obra, pues parte fundamental del proceso de control y diligenciamiento del formato PAS era llevar a cabo junto al Director de la obra la reunión semanal para la revisión de cada formato PAS y sobre cada formato hacer la calificación en porcentaje del cumplimiento de las cantidades planificadas a ejecutar durante la semana de control y una clasificación de las restricciones presentadas durante la obra para tomar las decisiones oportunas que serán tenidas en cuenta en el diligenciamiento del formato PAS para la siguiente semana de ejecución, pues no se podían incurrir en atrasos por no subsanar las mismas restricciones que seguirían afectando la normal ejecución de las actividades en obra.

Lo ideal por parte de los ingenieros y arquitecta residentes era que seguirán las directrices del cronograma de obra y su secuencia de actividades para llevar la mayor parte de esta planificación al diligenciamiento del formato para comprometer al contratista a mantener o incrementar su personal en obra pues si tenía suficientes actividades por ejecutar dentro de un periodo debería tener personal apoyando todas esas actividades, es así que al ejecutar la respectiva calificación semanal se podía evidenciar la falta de personal por parte del contratista al incumplir con las cantidades a ejecutar o por el incumplimiento con el inicio de alguna actividad por falta de mayor personal.

Durante las reuniones semanales de comité de obra también se trataba el tema del cumplimiento del PAS, donde se hacía referencia a los contratistas con dificultades de productividad o bajo cumplimiento de ejecución de ciertas actividades para analizar las causas de los atrasos y el impacto de las restricciones que estaban generando retraso de las respectivas actividades, y así dejar por escrito lo comprometidos de gestión parte del arquitecto director de obra y de los ingenieros y arquitecta residentes para hacer seguimiento al cumplimiento del PAS.

### **Información real de ejecución de obra por establecer**

Como información real de ejecución de obra requerida para actualizar el modelo de programación en el software Microsoft Project en una fecha de estado determinada de corte de avance se debían establecer para cada actividad:

- Fecha de Comienzo real
- Fecha de Finalización real
- Estimar un % completado de avance real
- Duración remanente del posible fin de la actividad crítica en ejecución y la fecha de posible inicio de actividad sucesora en la ruta crítica para reprogramar el posible comienzo y proyectar la fecha de fin del proyecto.

Para lo cual se describen las funciones del Ingeniero Programador que llevaba a cabo en la obra para soportar la información real que requiere la actualización el Control del Cronograma.

### **Recorrido de obra y registro fotográfico**

Como función primordial para el Ingeniero Programador de obra era salir hacer un completo recorrido de la obra para poder tener una visión clara para describir con objetividad las condiciones en que se estaban desarrollando los diferentes frentes

de actividades haciendo notas de observaciones importantes sobre actividades que presentan atrasos, han incumplido con el inicio o no tuvieron continuidad de la respectiva cuadrilla, muchas observaciones se ven durante el recorrido al detenerse a mirar con detalle y a preguntar si es el caso para aclarar dudas, por eso tomar nota al hablar con los oficiales y/o contramaestros de detalles importantes sobre las buenas prácticas en pro de la productividad, tomar nota de las observaciones y problemáticas que ellos evidenciaban como causales de retraso para llegar a analizar más a profundidad con los residentes y director de obra estas observaciones y tener claros los detalles de cómo se estaba gestionando y desarrollando la ejecución de la obra para complementar la redacción del texto de análisis para el informe de cumplimiento de programación sobre el avance real acumulado, el análisis a la ejecución de la ruta crítica y demás temas sobre otros frentes de obra que sean de importancia mencionar para dejar evidencia de la realidad de la obra. Estas observaciones puntuales bien aclaradas más adelante servirían para la redacción de las recomendaciones de ejecución del respectivo informe; así mismo tomar el respectivo registro fotográfico de los frentes de actividades en ejecución más importantes servían para anexar al informe y evidenciar avance de obra.

### **Recopilar las fechas reales de inicio y de fin de las actividades a controlar**

Durante este recorrido de obra que siempre era guiado llevando consigo una impresión de la tabla de seguimiento del listado de las actividades que se estaban ejecutando, que deberían haberse iniciado a ejecutar o finalizado respecto al modelo de programación anteriormente actualizado, pues es varias ocasiones durante el recorrido se tenía la oportunidad de coincidir con la cuadrilla y averiguar de boca misma de los oficiales las fechas de cuando habían iniciado o habían finalizado cierta actividad programada de la lista de seguimiento. Con este listado de actividades bien impreso se sabía a cuales actividades se les debería llevar seguimiento y control durante el recorrido de obra y actualización del modelo de

programación, y así se garantizaba que todas las actividades quedaran supervisadas y no pasaran por alto a la hora de alimentarse el software.

**Figura 4. Tablas de seguimiento de actividades para recopilar los datos de avance en el recorrido de obra**

90	Nombre de tarea	% Completado en	Comienzo real	Fin real	01 enero
		decimales			10/11
	<b>CORTE DE AVANCE AL 1A MARZO</b>				
99	Conformar terrazas 27/28	100	mié 14/10/15	lun 14/12/15	
100	Movimiento de tierra Zona Social	92.5	lun 21/12/15	NOD	
101	Descapotar zona social	100	lun 21/12/15	vie 15/01/16	
102	Conformar terraza zona social	90 100%	mié 20/01/16	25 Feb	
103	Fin movimiento tierras	#ERROR	NOD	NOD	
104	<b>REDES DE ALCANTARILLADO</b>				
105	Incio obras alcantarillado	77.21	lun 13/07/15	NOD	
106	Redes de alcantarillado Ramal Oriente	100	lun 13/07/15	lun 13/07/15	
107	Replantear lluvias	80.9	mar 15/09/15	NOD	
108	Excavar zanja lluvias	100	mar 15/09/15	vie 29/01/16	
109	Instalar tubería lluvias	100	mar 15/09/15	lun 01/02/16	
110	Excavar e instalar domiciliarias lluvias	100	jue 17/09/15	mié 17/02/16	
111	Rellenar tramos lluvias	5 = 95%	mié 27/01/16	NOD	
112	Excavar para pozos lluvias	85 95%	jue 01/10/15	NOD	
113	Construir pozos lluvias	100	jue 24/09/15	mar 19/01/16	
114	Rellenar pozos lluvias	100	lun 05/10/15	vie 19/02/16	
115	Replantear negras	75 86%	vie 16/10/15	NOD	
116	Excavar zanja negras	100	mar 15/09/15	vie 22/01/16	
117	Instalar tubería negras	100	mar 15/09/15	lun 01/02/16	
118	Excavar e instalar domiciliarias negras	100	mié 16/09/15	sáb 20/02/16	
119	Rellenar tramos negras	13 = 95%	lun 28/12/15	NOD	
120	Excavar para pozos negras	80 95%	mié 16/09/15	NOD	
121	Construir pozos negras	100	jue 24/03/15	mié 06/01/16	
122	Rellenar pozos negras	100	mié 07/10/15	mié 03/02/16	
123	Instalar tapas pozos	80 86%	jue 15/10/15	NOD	
124	Redes de alcantarillado Ramal Norte	0	NOD	NOD	
125	Replantear lluvias	85.17	lun 13/07/15	NOD	
126	Excavar zanja lluvias	91 100%	lun 13/07/15	26 Feb	
127	Instalar tubería lluvias	91 100%	lun 13/07/15	2 Mar	
128	Excavar e instalar domiciliarias lluvias	91 100%	mar 14/07/15	9 Mar	
129	Rellenar tramos lluvias	60	mar 17/11/15	NOD	
130	Excavar para pozos lluvias	80 97%	mar 14/07/15	NOD	
131	Construir pozos lluvias	100	mar 21/07/15	mié 27/01/16	
132	Rellenar pozos lluvias	86 100%	jue 23/07/15	10 Mar	
133	Excavar para estructura de entrega	84 98%	jue 30/07/15	NOD	
134	Armar y fundir losa base estructura de entrega	0 100%	25 Feb	27 Feb	
135	Armar y fundir muros estructura de entrega	0 100%	29 Feb	2 Mar	
136	Rellenar y conformar taludes tras estructura de entrega	0 100%	9 Mar	7 Mar	
			9 Mar	12 Mar	

Fuente. Archivo de la obra. Material de recorrido del Ingeniero Programador

Para la mayoría de las actividades bajo control no se lograba obtener las fechas reales de ejecución durante el recorrido de obra ya sea porque la actividad acabo y ya no estaba la cuadrilla, o bien porque inicio y la cuadrilla se retiró de la obra o por necesidad fue reubicada días después, en fin por varias razones no era fácil coincidir en el momento de estar recorriendo el interior de una casa o sobre algún sector del urbanismo donde no estaban los trabajadores lograr obtener las fechas. Es por esto que se recurría consultar en varias fuentes de información manejada por parte de los supervisores de obra y de los profesionales residentes en sus

respectivos formatos del sistema de gestión de calidad para encontrar las fechas de inicio o con base en el análisis de la información deducir las fechas de finalización. Dentro de la documentación de la obra consultada se tenían:

- Formato de Control de ejecución y recibo de obra (Fechas de supervisión de actividades)
- Formato de Planificación de Actividades Semanales PAS (Fechas de control ejecución)
- Formato del Control diario de fundida de concretos (Ubicaciones y Fechas de fundida)
- Consulta de las salidas de materiales en el sistema de información del almacén (Ubicaciones y Fechas de instalación)

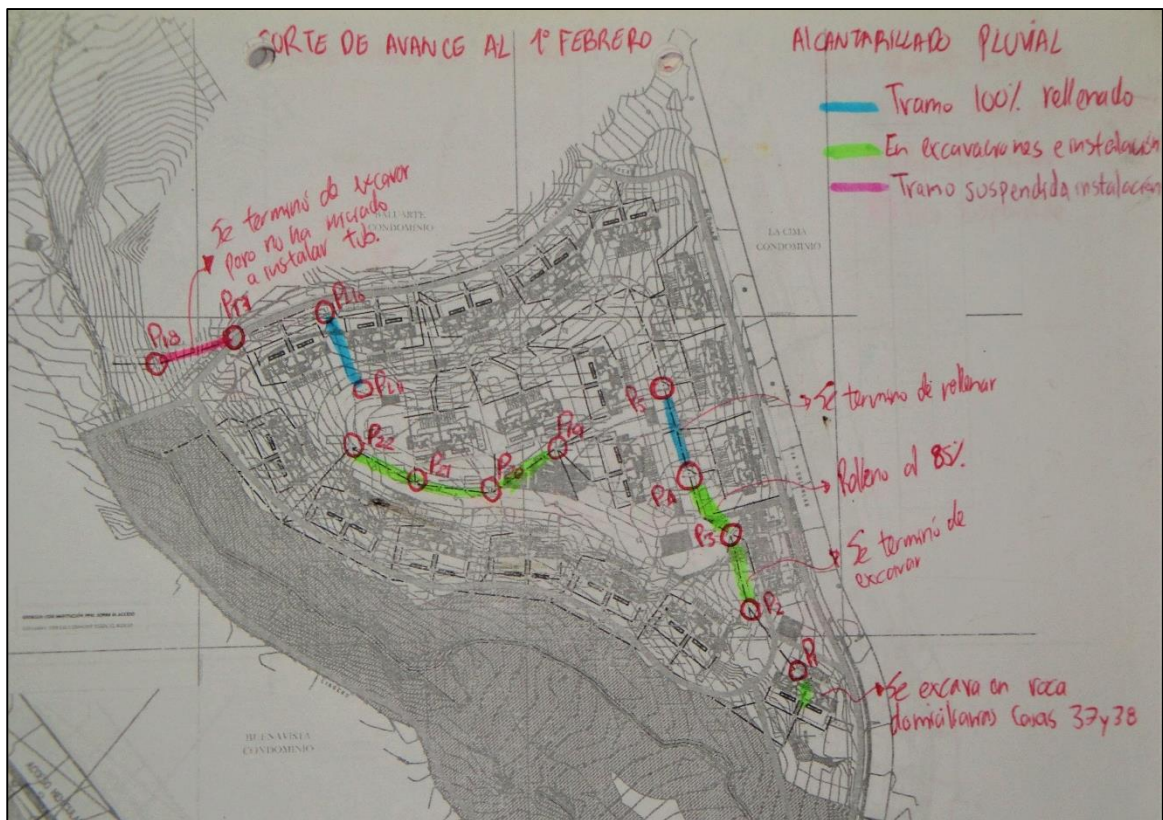
#### **4.2.1 Estimación de los porcentajes de avance real o % avance completado de cada actividad**

Como una de las funciones principales del ingeniero programador durante el recorrido de obra era constatar y dar por recibida la finalización al 100% de ejecución de las actividades en control dado a que muchas veces quedaban pendiente terminar de ejecutar ciertas cantidades o por detallar pequeñas imperfecciones que castigaban la finalización (también desvirtuaban la fecha de fin real), durante el recorrido de obra para ciertas actividades también se podía calcular los % de avance acumulado cuando las cantidades a controlar eran fáciles de cuantificar al contar simplemente las unidades instaladas y dejando escrito las condiciones que soportan las cantidades de este cálculo.

Fueron de gran ayuda llevar pequeños planos impresos de los diseños del urbanismo para resaltar el avance real durante el periodo de control resaltando áreas específicas cuyas cantidades ya se conocían en cuadros de archivo Excel o se podían calcular trabajando sobre los planos digitales en archivos AutoCad para

medir puntalmente la cantidad ejecutada, ya sea que se resaltaran tramos lineales describiendo las abscisas entre las que se ejecutaron o ciertas medidas efectuadas en el sitio con una cinta métrica tomando puntos de referencia daban una idea clara donde y del porqué de la cantidad ejecutada, que luego serviría para compararla con la cantidad total de la respectiva actividad y estimar el **% completado a la fecha del corte de avance**. Un aspecto importante de llevar los planos al recorrido de obra era dejar la evidencia gráfica del avance de cada periodo entre las respectivas fechas de corte de avance o fechas de estado de actualización en Project, siendo muy útil durante el recorrido para recordar hasta donde se había avanzado en el recorrido anterior.

**Figura 5. Plano del alcantarillado de Lluvias empleado para control durante el recorrido de obra de los tramos de colectores de la red**



Fuente. Archivo de la obra. Material del Ingeniero Programador

Para ciertas actividades como la construcción de los pozos de inspección del sistema de alcantarillado donde la unidad de medida de control era la unidad de pozo en si ejecutada pero que en una misma actividad se controlaban varios procesos por lo que era de utilidad sobre estos planos poder resaltar en diferentes colores o con diferentes figuras las fases de ejecución de las actividades para lo cual se escribían convenciones de dibujo que especificaban el significado de estas figuras o colores, para luego en el campamento de obra leer los planos resaltados para entender como cuantificar las cantidades teniendo en cuenta que ciertas fases correspondían a cierta fracción del **% completado de la actividad** respecto a su unidad de medida y la cantidad de pozos o unidades por ejecutar.

**Tabla 4. Distribución de los % por fase de ejecución para pozos de alcantarillado**

1 pozo ejecutado totalment e donde cada fase tiene un peso	Peso en % por fase de ejecución	Actividad: Pozo de inspección alcantarillado lluvias
	30%	Excavación manual para cilindro pozo
15%	Fundir base y fundir cilindro pozo con concreto de planta	
25%	Pegar Mampostería cono reducción pozo e instalar pasos	
15%	Frisar mampostería y embonar tuberías	
15%	Fundir y esmaltar cañuela base	

Esta forma de estimación del avance se soportaba en las observaciones de avance escritas durante el recorrido de obra y la evidencia para el registro histórico sobre los planos correspondiente a la fecha de corte de avance.

Figura 6. Hojas con las observaciones de avance de ejecución que soportaban las estimaciones del % avance completado

**CORTE AVANCE AL 1 FEBRERO**

**Alcantarillado**

**Zona Norte**

- \* Se terminó de conectar la tubería de lluvias del tramo (Canal servicios) P11-P16, se rellenó. Se giró la cámara de caída del pozo P16 el cual ya tiene la base curvada esmaltada. Se terminó de rellenar alrededor pozos P16 y S14
- \* Se encuentra excavado completamente el tramo P11-P16 pero no se ha iniciado a instalar tubería.

**Zona Centro**

- \* Se ha avanzado con la instalación de tuberías del tramo P12-P13 y se ha rellenado 1 capa sobre la tubería. Pozo P12 se encuentra excavado. El tramo P13-P14 se instaló y se ha rellenado 1.50m de altura. P14-P15 1m al 65%.
- El pozo P13 se ha fundido el 1° anillo, se trabaja formulando 2° anillo por rellenar sacos para fundido.
- El pozo P14 se encuentra ya fundido y con base curvada; El tramo P14-P15 se instaló y se ha rellenado al 60% por falta de tierra no se ha tenido un avance mayor.
- El pozo P15 se encuentra ya fundido y con base curvada. Se encuentra la retro martillo rompiendo tierra para excavación concesiones domiciliarias - lluvias casas 32 y 33.
- El pozo P16 se avanza 10-15m con la mampostería del canal. 2Ay avanzan extendiendo capa rellena del tramo P12-P13 al cual van en un 70%.

**Zona Oeste**

- \* Se observa 2Ay retirando todo Zanja tramo P12-P13, al cual la máquina excava para falta retirar material rocoso.
- \* Los pozos S2 y P2 continúan sin terminar de excavar la base curvada. S1 y P1 100% base curvada
- \* El tramo P1-P2 no se lo continuó de rellenar, por el contrario la retroexcavadora volvió a excavar excavaciones tubería
- \* Excavación y partida → Se excavaron domiciliarias casas 27 y 28. El tramo P1-P2 se fundió a nivel subterráneo
- \* El pozo S3 se fundió mampostería y trazo sin curvada. Se fundió zanjas y cámara caída pozo P14

**Empedramiento Zona Sur**

Se ha avanzado con la empedramiento del corredor y los taludes de los lotes 21-22 y 23-24 aproximadamente 48m. Tramo P15-P16 se rellena la tubería al 80%

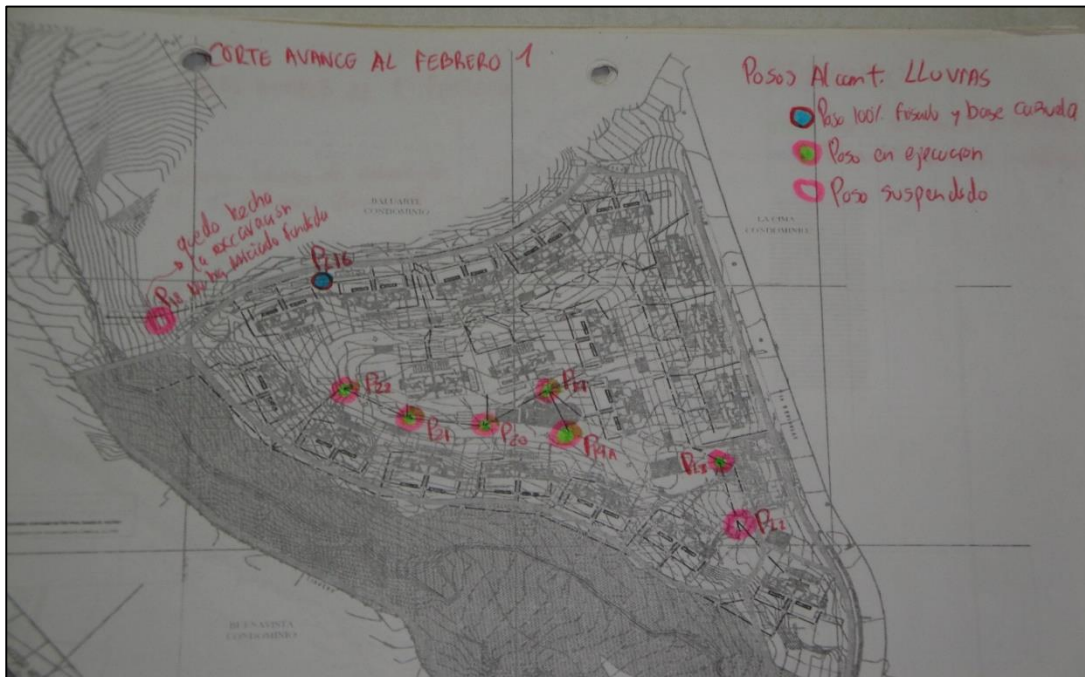
**Alcantarillado Oriente** Los pozos P15 y S14 se terminaron de fundir las bases curvadas.

**Empedramiento Zona Norte**

- \* Sobre el costado norte se han extendido 15-20m de tierra negra y se avanza con la siembra del pasto en un área de 15-20m. Avanza Acueducto 3 empedramientos perfilando talud casa 9, 10.

Fuente. Archivo de la obra. Material del Ingeniero Programador.

Figura 7. Plano del alcantarillado de Lluvias empleado para control del avance de los pozos de inspección durante el recorrido de obra



Fuente. Archivo de la obra. Material del Ingeniero Programador.

Como se trataba de explicar anteriormente dependiendo del nivel de disgregación de la actividad y su alcance real de ejecución pues estas intrínsecamente la conformaban varios procesos que abarcaban varios días de ejecución durante su duración real, como es el caso de la actividades programadas de la estructura donde por ejemplo se programaba la actividad **Armar y fundir placa y vigas del N+2.83**, donde esta actividad abarcaba el montaje de la formaleta de parales verticales de retranque, los perfiles metálicos sopandas y portasopandas para apoyar los tableros en madera (la estructura de encofrado tipo Nopin), abarcaba el amarre del refuerzo de las vigas de cargue y vigas de borde, el amarre del refuerzo inferior y superior de la placa, abarcaba el montaje de las bandas de formaleta, el montaje de los aligeramientos para la fundida de la placa y por último la respectiva fundida del concreto y nivelada para toda la placa, por lo que durante el recorrido sobre las tablas de seguimiento de las actividades se escribía la nota del alcance de estos procesos y la cantidad de trabajadores en acción para justificar **la asignación del % completado de la actividad**, a veces se tenía en cuenta el día próximo de la fundida del concreto de la placa para estimar el 100% completado, dado a que esta asignación subjetiva obedecía a un criterio de apreciación del alcance de la ejecución respecto a los días que posiblemente gastaban las cuadrillas (en fracción del 100% de duración) según iban evidenciando avance en cada proceso se daba la asignación del % porcentaje de avance completado y si se tenía la cuadrilla en acción se sumaba una pequeña proyección del avance que tendrían las cuadrillas durante los siguiente 1 o 2 días de más que le tomaba al ingeniero programador de obra terminar de recorrer toda la obra.

**Tabla 5. Distribución de los % por fase de ejecución para estimar el avance de una placa de concreto reforzado**

<b>Peso por fase de ejecución</b>	<b>Actividad: Armar y fundir placa y vigas del N+2.83</b>
30%	Montaje formaleta de estructura de encofrado
40%	Amarre del refuerzo de las vigas de cargue y de la placa
10%	Montaje de formaleta bandas y del aligeramientos para fundida de placa
20%	Fundida del concreto y nivelada para toda la placa

Este tipo de estimación de tipo cualitativa donde a criterio propio de la experiencia del ingeniero programador se asignaba el % **completado de la actividad** según el análisis del avance real de las diferentes fases en sus respectivas ubicaciones o áreas de trabajo, lastimosamente a medida que avanzaba y crecía la obra también creció la dificultad y el tiempo durante el recorrido que demandaba medir muchísimas cantidades de obra dentro de las 38 casas repitiéndose a veces actividades similares cada 3 pisos haciendo el recorrido muy repetitivo y con muchas escaleras por subir y bajar, o ciertas fases donde no se tenían fundidas todas las escaleras de las casas tomaba más tiempo hacer estas maniobras para acceder a las placas, por lo que se volvió practico afinar el análisis visual y el criterio de manejar ciertos porcentajes de avance según la evidencia de las fases y ubicaciones en ejecución como criterios para tener **rangos o topes del % completado** asignado y así ir controlando el avance de la actividad para tener en como base durante el próximo recorrido escribir las consideraciones del caso que den una idea y sustenten el % completado de avance asignado a la actividad en ejecución y control y que tan completa esta estaba ejecutada el área de la casa.

**Tabla 6. Distribución de los % por área de ejecución para estimar el avance de la instalación de cielo raso**

<b>Peso en % por área de ejecución</b>	<b>Actividad: Instalar estructura cielorraso 2º Piso</b>
<b>35%</b>	Instalar alcoba principal y vestier
<b>20%</b>	Instalar área cocina
<b>20%</b>	Instalar área sala comedor
<b>15%</b>	Instalar área star tv y escalera
<b>10%</b>	Instalar área baño y ducha

**Tabla 7. Distribución de los % por fase de ejecución para estimar el avance de la instalación de cielo raso**

<b>Peso en % por fase de ejecución</b>	<b>Actividad: Instalar láminas cielo raso y dar 1ª mano vinilo</b>
<b>50%</b>	Instalar láminas en dry-wall y superboard
<b>18%</b>	Instalar dilataciones plásticas
<b>18%</b>	Encintar dilataciones y empastarlas con estuco
<b>14%</b>	Aplicar la 1ª mano de vinilo en láminas

Es por esto que en las etapas avanzadas de acabados dentro de cada casa durante el recorrido según las fases del proceso y las áreas intervenidas se iban deduciendo los avances por partes y se hacían notas al respecto a la ubicación de la cuadrilla (Había acción) para luego en el campamento analizar las anotaciones, sumar participaciones de cada fase y **asignar el % de avance completado** según las observaciones y la experiencia de ir mejorando en este tipo de discernimiento.

Como se expuso anteriormente la idea de estimar los **% completado de avance real** durante el periodo de corte de avance apoyándose en el recorrido de obra y la recopilación de observaciones gráficas y detalles claves de la ejecución por fases y áreas de trabajo, así mismo sirvió de apoyo consultar las carpetas de los contratos

para revisar los cortes de obra para pago de actividades, como fue el caso de las **actividades de movimiento de tierra** donde se encontraba la información gráfica de las cantidades ejecutadas medidas por la topografía y cuyos volúmenes calculados en AutoCad Civil y registrados con ubicaciones precisas servían para estimar los **% de avance completado** de cada lote o del tramo de vía, pero que al igual que las cantidades medidas en obra por el programador no se sabía con certeza durante qué días y que semanas se ejecutaron estos trabajos teniendo en cuenta que este periodo de control abarcaba de 3 semanas (recorrido veintenar) a 4 semana de ejecución (recorrido mensual).

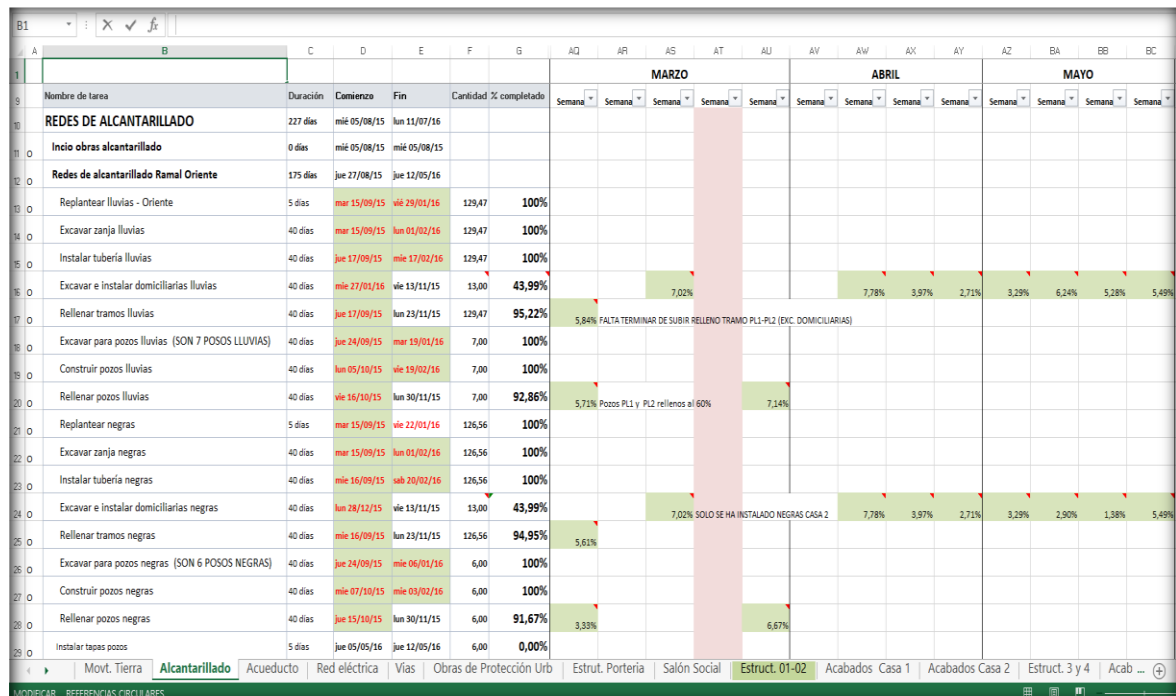
Para lograr llevar una clara organización de las estimaciones de los **% avance completado** de las respectivas actividades que estuvieran en ejecución dentro de cada una de las semanas que abarcaba el periodo de corte de avance teniendo en cuenta que era parte fundamental del informe de avance de ejecución de la obra mostrar en sus graficas el comportamiento de la productividad real semanal respecto a la productividad programa esperada a alcanzar durante esa específica semana, también se mostraba la tendencia de crecimiento semanal de la curva de avance real acumulado respecto a la curva de avance programado de la Línea Base, es por esto que se hacía muy importante estimar la producción semanal de cada actividad en control y así alimentar la actualización en el software y tener un archivo del modelo de programación actualizado para cada semana.

Es por esto que se empleó un archivo de Excel donde se creó una pestaña para cada uno de los subcapítulos de la EDT/WBS (Movimiento de tierra, Alcantarillado, Acueducto, Portería, Estructura Casas 1-2, Acabados Arquitectónicos Casa 1, etc...), donde se tabulo respecto a una escala de tiempo en meses y sus semanas la estructura de sus actividades en el orden programado y sus cantidades totales a ejecutar para así poder estimar los **% completados de avance de cada semana**, esto permitía filtrar semana a semana estos porcentajes y saber rápidamente que actividades y que acumulado de su **% de avance completado** debía alimentar en

cada actualización semanal del archivo de programación y así obtener un % de avance real acumulado del cronograma por semana. También se organizaban las fechas de comienzo y fin que se iban generando y deduciendo para tener la seguridad de alimentar la fecha correcta dentro de la actividad correcta.

**Nota Importante: Se debía entender que a pesar de tener calculados los % de avance completado con mayor exactitud con cifras decimales a la centésimas, estos debían aproximarse a la cifra entera superior si la cifra decimal > 0.35, o se aproximaba por debajo a la cifra entera inferior si la cifra decimal < 0.35 para poder digitarlos en la interface del software Microsoft Project, pues este no aceptaba los porcentajes con cifras decimales, debían ser % en cifras cerradas.**

**Figura 8. Pantallazo de la Hoja de calculo para organizar los % de avance completado de cada actividad programada**



Fuente. Archivo de la obra. Material del Ingeniero Programador.

#### **4.2.2 Actualización del modelo de programación en el Software Microsoft Project para estimar el % de avance real acumulado, la tendencia de productividad semanal y la proyección de la fecha de finalización de la ruta crítica.**

Una vez terminada la labor de estimar y asignar los **% de avance completado** (con sus respectivas aproximaciones en cifras cerradas) y organizar **las fechas reales de comienzo y fin de ejecución** que se averiguaron y se consignaron en el archivo de Excel de la respectiva fecha de corte de avance y se transcribieron estos datos para complementar las **hojas de las tablas de seguimiento de las actividades controladas** usadas durante el recorrido de obra y así tener el registro completo de cuáles fueron las actividades que tuvieron avance real durante el periodo de control, antes de empezar la actualización del archivo de programación de obra en el software Microsoft Project por lo que fue de gran utilidad poder utilizar estas hojas de las **tablas de seguimiento de las actividades controladas** para ir chequeando la alimentación de estos datos al recorrer el largo listado de actividades en cada uno de los archivos de programación para actualización semanal.

El trabajo de actualizar el archivo de programación del cronograma de obra se apoyaba en la consulta continua del **archivo de Excel de la respectiva fecha de corte de avance** para filtrar bien por cada semana que se estaba actualizando las casillas con **% de avance completado y saber qué actividades ir alimentar en el archivo de Microsoft Project** actualizando las fechas de ejecución real y/o actualizando el % avance de completado (% solo sin cifras decimales), por lo que a medida que se avanzaba en la actualización del archivo de programación, se resaltaban en el archivo de Excel los datos ya alimentados y se chequeaban manualmente sobre las hojas de las tablas de seguimiento al ir chuleando con lápiz los datos que se iban alimentando y a lapicero de otro color los datos que ya no requerían más actualización en el archivo siguiente, lo que facilitaba hacer el trabajo de recorrer un largo listado de actividades por actualizar varias veces durante el

ejercicio de tener que hacer la actualización por las 3 semanas o 4 semanas que abarcaba el periodo de control y así obtener el **% de avance real acumulado de todo el proyecto** para cada semana que se trabajó durante el periodo de control; al finalizar de actualizar el archivo de programación de la última semana del periodo de control en la respectiva fecha de corte de avance o fecha de estado de actualización en Microsoft Project se debía terminar revisando que los todos los datos de **fechas de ejecución y los % de avance completado** digitados debían coincidir con sus respectivos pares registrados en **las hojas de las tablas de seguimiento** y el archivo **de Excel de la respectiva fecha de corte de avance**.

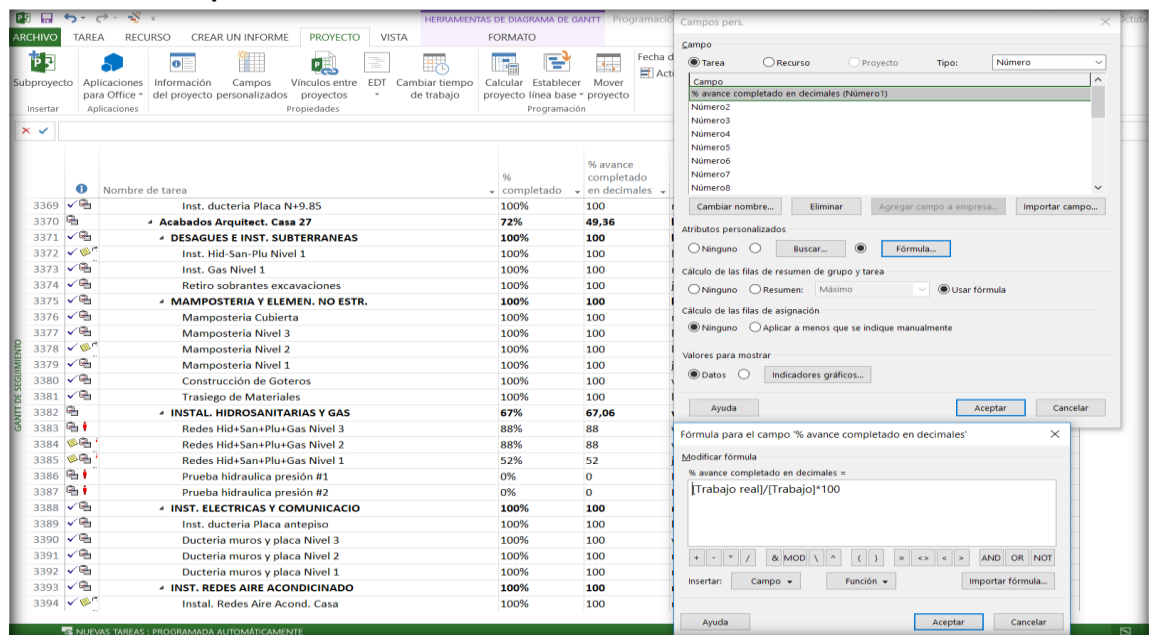
Al trabajar en la herramienta de software Microsoft Project para actualizar el estado de avance semana por semana de cada actividad **se debían introducir los % avance completado en cifras enteras** cerradas ya que la configuración de la herramienta Microsoft Project no permitía alimentar los datos del % completado en cifras con decimales pues generaba un error (en la nota anterior se explicó cómo se aproximaban los %), por lo que estos datos se digitaban en cifras cerradas para cada actividad y donde el respectivo software Microsoft Project tenía configurado para cada **Tarea Resumen (Cuenta de Control y Paquetes de trabajo)** su fórmula para hacer la sumatoria de los aportes del grupo de actividades para calcular el **% de avance completado del Paquete de trabajo** y este a su vez calcular el **% de avance completado de la Cuenta de Control**, cuyos cálculos que partían de analizar las horas de trabajo programado y las horas de trabajo real empleado a la fecha de corte de avance, donde los resultados de los porcentajes **% de avance completado presentados en cifras cerradas por el software** iban acumulando una respectiva aproximación a la cifra entera superior y esto era sabido que el este software tendía a incurrir en una desviación del **% de avance acumulado** y mostrar mayores porcentajes que los que realmente deberían considerarse como válidos para el nivel de avance, por lo que se insistía que había una gran cantidad de trabajo por ejecutar representado en esas cifras decimales que se aproximaban de más y era importante informar en cifras más aproximadas a la centésima para poder tener

datos claros de la tendencia de los % de avances semanales que se van generando en el transcurso de todo el proyecto, así como de los **% de avance completado acumulado** para los **Subcapítulos, Capítulos y la Tarea resumen de todo el Proyecto.**

Dada la necesidad de informar con mayor precisión sobre los **% de avance real acumulado** para cada uno de los **Subcapítulos de la EDT/WBS (Cuentas de Control)** estos requerían ser calculados con mayor grado de exactitud con cifras decimales a la centecima, para lo cual se empleaba las herramientas del software Microsoft Project (Campos Personalizados) para crear otra columna de tipo campo numérico a la que se le daba el título de **% avance completado en decimales** y donde en su atributos personalizados se formulaba la siguiente relación entre campos de trabajo:

$$\text{\% avance completado en decimales} = \left[ \frac{\text{Trabajo Real}}{\text{Trabajo Total Programado}} \right] \times 100$$

**Figura 9. Pantallazo Microsoft Project creación del campo numérico para formular el calculo del 5 avance completado con cifras decimales.**



Fuente. Archivos digitales de la obra. Material Project del Ingeniero Programador.

#### **4.2.3 Análisis de la ruta crítica durante el ejercicio de actualizar el modelo de programación del cronograma para proyección de la fecha de finalización de la obra.**

Una vez terminada la labor de alimentar los datos actualizados de fechas de ejecución y % de avance completado y con base en esta información el software hacia una proyección de la fecha de fin de la **ruta crítica** y respectiva secuencia de actividades pues esta **ruta crítica** se podría conservar conforme a los planificado en la Línea Base o podría estar cambiando de ubicaciones y secuencia de actividades, se procedía entonces a verificar en el respectivo último archivo de programación actualizado en el Microsoft Project el comportamiento de la fecha más tardía proyectada que obedecía a la **ruta crítica** para lo cual se revisaba cual era la **fecha fin programada** en la primera línea de la EDT/WBS o título del modelo programación que en esta caso era el encabezado OBRA CASAS con el fin de filtrar esta fecha para saber por qué secuencia de actividades se estaba yendo la **Ruta Crítica**.

En los primeros 6 meses de ejecución de la obra CASAS que estaba programada durar 18 meses en ejecución, el comportamiento de la ruta crítica mantuvo la misma fecha de terminación de la **Línea Base** y la misma secuencia de actividades planificadas por ejecutar como **actividades críticas** que para ese final de Diciembre de 2105 mantenía la secuencia de la ruta crítica de las actividades del movimiento de tierra, actividades del alcantarillado, actividades de la red de acueducto, la ejecución de la cimentación de la estructura de Portería, mampostería en las casas modelo Casas 1-2 y la ejecución de la cimentación de la estructura de las Casas 3-4, por lo que a pesar de ir atrasados respecto a al cumplimiento del **% avance programado** que exige la ejecución de la totalidad de las actividades programadas para esa fecha de corte de avance, la ejecución real de las **actividades de la ruta crítica** se mantenía dentro de las fechas programadas de la Línea base y no se generaba retraso en días respecto a la proyección de la fecha de fin proyectada que

hacia el modelo de programación en Microsoft Project el cual mostraba la misma fecha fin de la Línea Base, por lo que no se procedía a hacer modelación de escenarios ¿Qué pasa si..? Inicio tales actividades críticas en estas posibles fechas consultadas con la dirección de obra. Solo se infirmaba en el espacio para análisis de la ruta crítica que actividades estaban atrasadas y que acciones tomaría la dirección de obra para recuperar la productividad no ejecutada.

En los casos donde el modelo de programación en Microsoft Project empezó a evidenciar una notoria **diferencia de productividad por ejecutarse entre el % avance real acumulado y el % avance programado acumulado** y así como generando una proyección de la fecha de finalización de la obra más corrida en el calendario del cronograma, este atraso obligaba a consultar a la Dirección de obra para analizar la viabilidad de que **posibles acciones de recuperación** concretas tanto con recursos como en posibles fechas de ejecución en obra que se llegarían a implementar durante el siguiente periodo de control para atacar efectivamente este atraso y ver reflejados en los próximos indicadores de **% avance completado acumulado** una mejoría al tener menores diferencias entre los porcentajes de avance real y programado.

Es por esto que teniendo en cuenta las **posibles acciones de recuperación** propuestas por la dirección de obra y las consideraciones de rendimientos y productividad que podrían llegar a desarrollarse si se cumplen realmente con estas acciones de recuperación en condiciones óptimas se procede a hacer una modelación de las posibles fechas de inicio y fin sobre las **actividades de la ruta crítica** que están en ejecución y no se han terminado y aquellas que no se han iniciado, por lo que se analiza sobre el respectivo último archivo de programación actualizado en el Microsoft Project cómo se comporta la proyección de la fecha de terminación de la ruta crítica, pues si esta nueva fecha no se mostraba una mejoría en la proyección de la fecha de finalización, se mantenía la fecha proyectada, pero

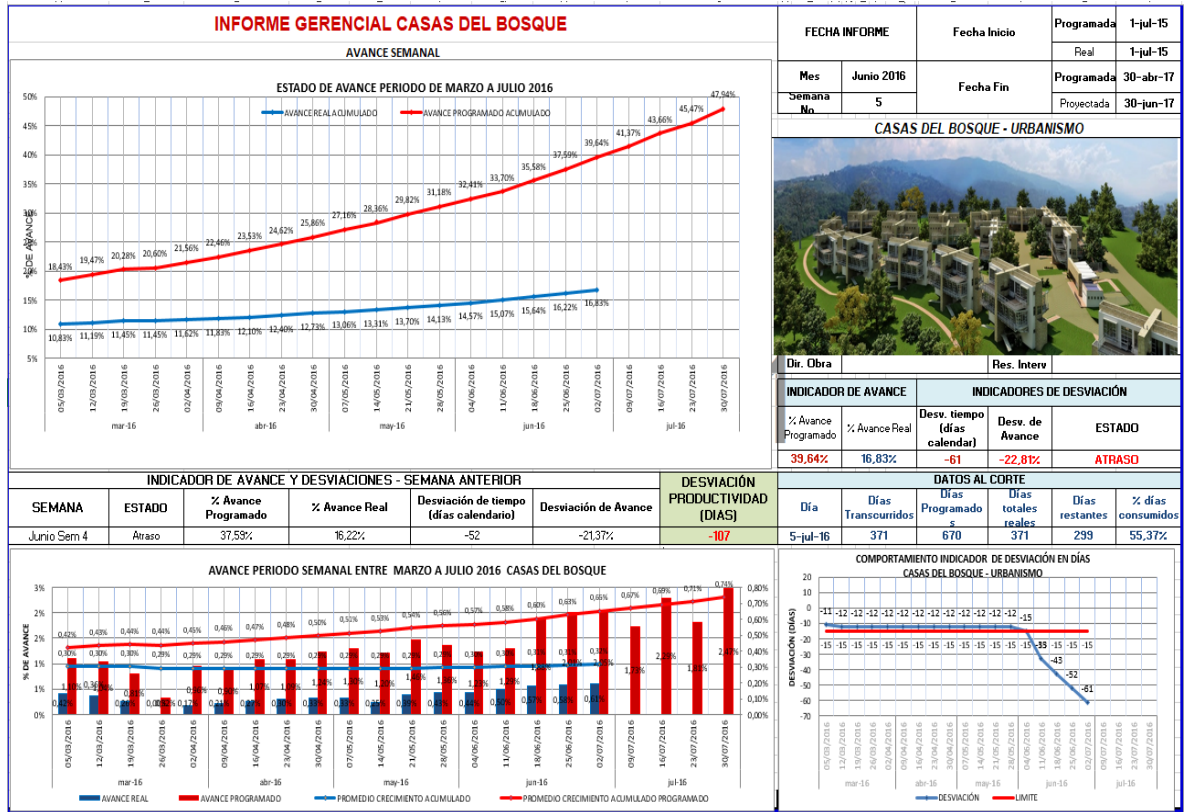
si por el contrario el software llegaba a proyectar una fecha programada de fin que estuviera más próxima en el calendario se asumía como la fecha de finalización proyectada a presentar en el informe. Lo que se pretendía era poder llegar a cumplir con las acciones de recuperación para realmente ver reflejado la mejoría y acercarse nuevamente al cumplimiento de las fechas programadas en la Línea Base para las actividades de la **ruta crítica** lo que garantizaba que las proyecciones de la fechas de finalización no se fueran lejos y reflejaran grandes atrasos.

Es por esto que a partir de esta **fecha de finalización proyectada** se podía medir el atraso en días calendario respecto a la fecha de finalización programada de la Línea Base, teniendo como un límite 15 días calendario para controlar que este atraso no continúe por encima del límite.

#### **4.2.4 Presentación del Informe de avance programación y de ejecución de obra**

La presentación de un informe de cumplimiento de la ejecución del cronograma de obra que resumiera de forma escrita el análisis de las condiciones de ejecución de la obra, mostrara de forma gráfica las tendencias de productividad reales comparadas respecto a la Línea Base planificada, un aparte para analizar la ruta crítica y acciones correctivas a implementar, un informe que evidenciara en forma escrita y resumida en que ubicaciones y frentes de actividades se tuvo avance, así mismo se presentara un registro fotográfico de los avances más significativos.

Figura 10. Gráficas de avance real (azul) y avance programado (rojo)

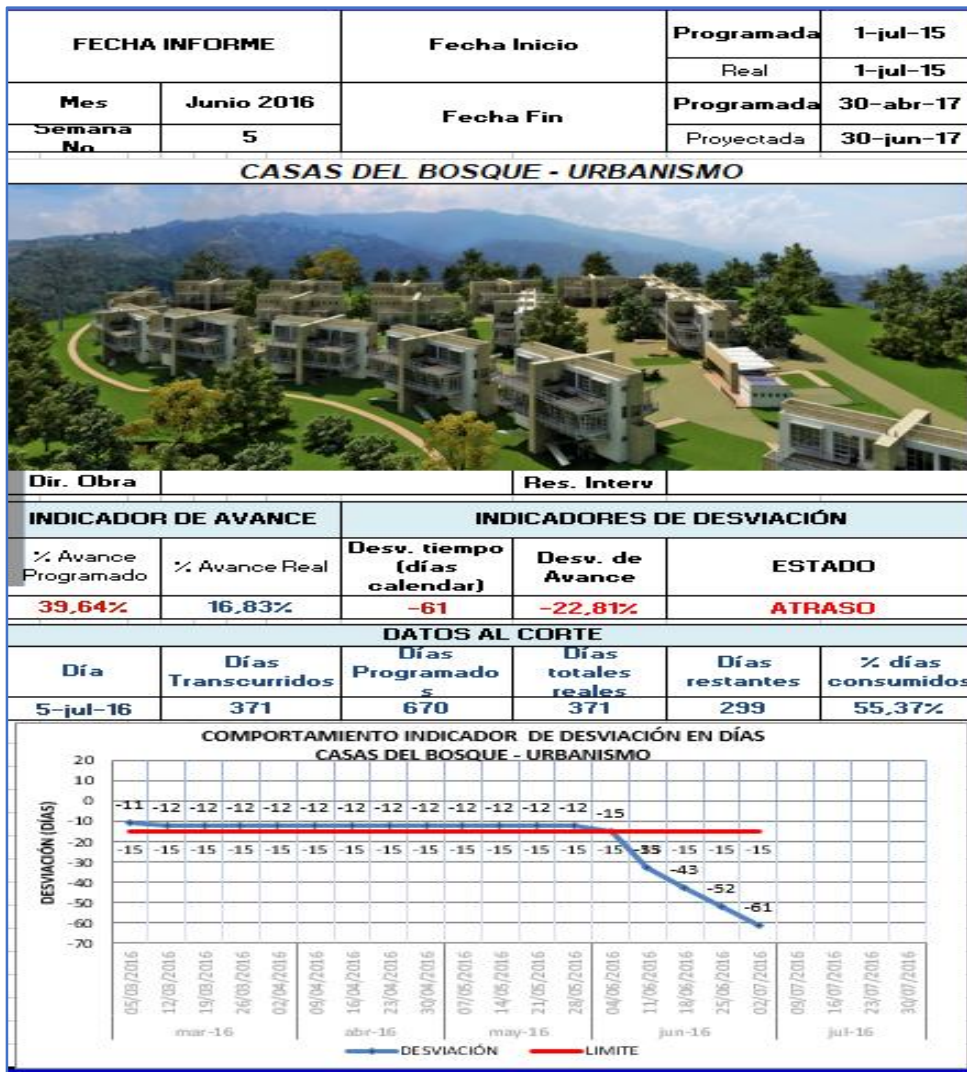


Fuente. Archivos digitales de la obra. Material Excel del Ingeniero Programador.

### Indicadores de avance y desviación. Fecha Fin Proyectada

Estos datos se obtienen del hacer la actualización del modelo de programación del respectivo archivo de Microsoft Project y son los indicadores de avance de ejecución que nos permiten analizar la tendencia de la productividad de la obra y a partir de la fecha de finalización proyectada analizar los días de atraso.

Figura 11. Cuadro de Indicadores de avance y de desviación del informe



Fuente. Archivos digitales de la obra. Material Excel del Ingeniero Programador.

Como datos importantes que se actualizaban informe tras informe se tiene la **Fecha Fin Proyectada** la cual se obtenía de analizar la fecha de fin proyectada para la ruta crítica por el software Microsoft Project y de modelar según las acciones correctivas propuestas las posibles fechas de inicio y fin de la secuencia próxima de las actividades de la ruta crítica para ver que tanto se recortaba la fecha y así establecer la proyección de la **Fecha Fin Proyectada** y de ahí se calculaba **la Desviación de tiempo en días calendario** que era la diferencia en días entre las **Fecha Fin Programada-Fecha Fin Proyectada** y este dato en días calendario se llevaba a la

gráfica del indicador del comportamiento desviación en días semana a semana de los días de adelanto o días de atraso (-días).

Los Indicadores de Avance se obtenían empleando las herramientas del software Microsoft Project para el caso del **% de Avance Programado** se utilizaba el archivo inicial de programación o Línea Base para calcular la proyección del avance programado acumulado en **% de Avance Programado**, que se entiende es la productividad acumulada que se debería haber alcanzado a ejecutar a la fecha de corte de avance (Fecha de Estado) según las fechas programadas de la Línea Base del Cronograma de actividades a ejecutar y controlar. A través de la opción Actualizar Proyecto del menú Proyecto según la fecha de estado asignada el software corría su propia actualización y generaba el **% de Avance Programado** para esa respectiva fecha de corte de avance.

Figura 12. Pantallazo Microsoft Project opción Actualizar proyecto

ID	Nombre de tarea	% completac en decimales	Duración	Comienzo	Fin
1	CASAS DEL BOSQUE	43,21	430 días	mié 1/07/15	jue 30/03/17
2	Inicio OBRA	#ERROR	0 días	mié 1/07/15	mié 1/07/15
3	CONTRATOS Y ADQUISICIÓN MATERIALES Y EQUIPOS	100	233 días	mié 1/07/15	mié 15/06/16
64	EDIFICACIÓN CASAS DEL BOSQUE	39,64	430 días	mié 1/07/15	jue 30/03/17
65	URBANISMO	92,48	344 días	mié 1/07/15	vie 25/11/16
66	Inicio de Obras de Urbanismo	#ERROR	0 días	mié 1/07/15	mié 1/07/15
67	MOVIMIENTO DE TIERRA	100	49 días	mié 8/07/15	jue 17/09/15
68	Inicio movimiento tierras	#ERROR	0 días	mié 8/07/15	mié 8/07/15
69	Movimiento de tierra Zona Oriente	100	22 días	mié 8/07/15	lun 10/08/15
70	Movilizar maquinaria	100	5 días	mié 8/07/15	mar 14/07/15
71	Descapotar zona oriente	100	3 días	vie 10/07/15	mar 14/07/15
72	Conformar vía oriente	100	10 días	mié 15/07/15	mié 29/07/15
73	Conformar terrazas 1/2	100	3 días	jue 23/07/15	lun 27/07/15
74	Conformar terrazas 3/4	100	3 días	mar 28/07/15	jue 30/07/15
75	Conformar terrazas 5/6	100	3 días	vie 31/07/15	mar 4/08/15
76	Conformar terrazas 7/8				
77	Movimiento de tierra Zona Norte				
78	Descapotar zona norte				
79	Conformar vía norte				
80	Conformar terrazas 9/10				
81	Conformar terrazas 11/12				
82	Conformar terrazas 13/14				
83	Conformar terrazas 15/16				
84	Movimiento de tierra Zona Sur				
85	Descapotar zona sur				
86	Conformar vía sur				

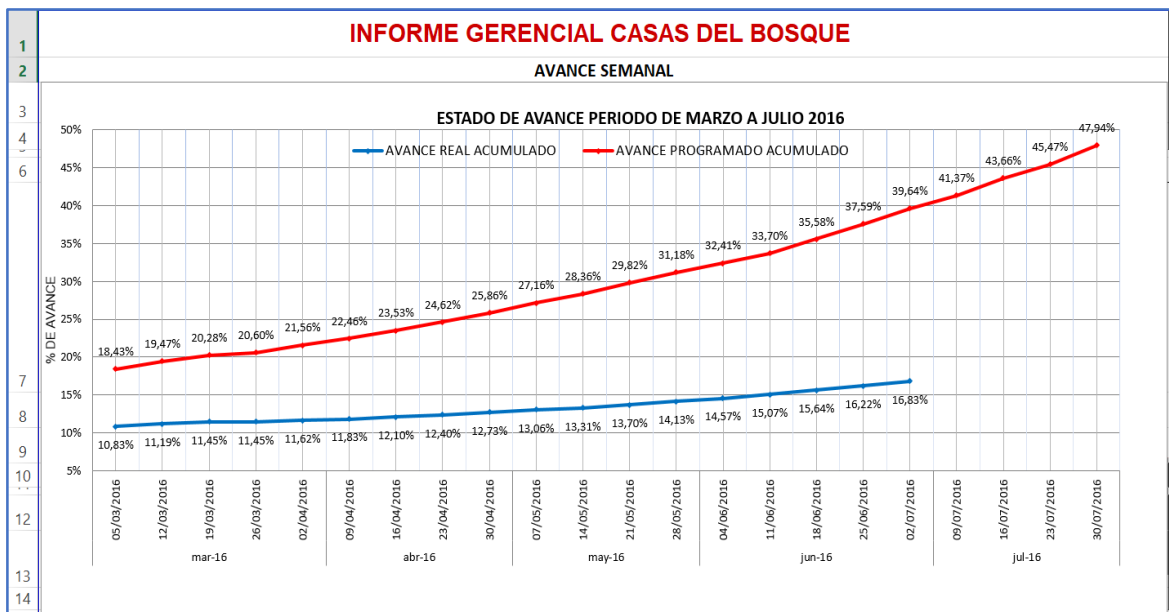
Fuente. Archivos digitales de la obra. Material Project del Ingeniero Programador.

El **% de Avance Real** acumulado (% Avance completado en decimales) como se mencionó anteriormente se obtenía de hacer el ejercicio de ir *actualizando el modelo de programación* con los datos recopilados de fechas de inicio y fin y los % de avance completado estimado para cada actividad durante el periodo de control, siendo la fecha de corte de avance (Fecha de estado) la fecha a la que obedece este avance acumulado.

Se genera entonces el indicador de desviación en **% Desviación de Avance** que viene siendo la diferencia entre el avance programado a cumplir respecto al avance real alcanzado, **% de Avance Real - % de Avance Programado**, en el caso de un indicado negativo este nos da una idea de cuantos meses o semanas puede estar tomando recuperar el atraso teniendo en cuenta la tendencia semanal y la productividad mensual alcanzada para darse una idea. Era de gran aporte hacer esta revisión para estimar periodos de atraso y proponer acciones de mejora a mediano y largo plazo.

### Curvas de avance programado y avance real acumulado

Figura 13. Curvas de avance programado (Línea Base) y avance real acumulado



Fuente. Archivos digitales de la obra. Material Excel del Ingeniero Programador.

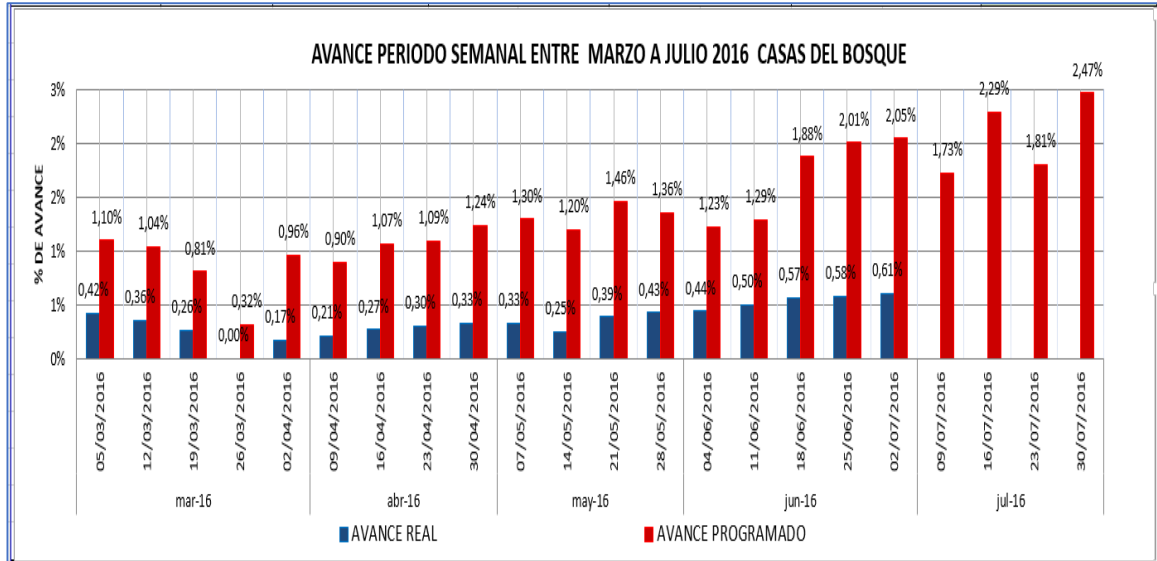
En esta gráfica se muestran semana a semana la respectiva **curva de la Línea Base o Curva de Avance Programado (Línea Roja)** la cual se debe mantener durante todo el control del proyecto como la meta a cumplir a menos que se genere un proceso de cambio de la planificación del cronograma o se autorice una reprogramación de las fechas de inicio y fin de los frentes programados para reestructurar los días de atraso. Esta gráfica como se indicó se generó a partir del archivo inicial de programación de la Línea Base utilizando la opción Actualizar Proyecto del menú Proyecto tomando como fecha de estado los días sábados de cada semana durante los meses de duración del cronograma de obra.

La **Curva de Avance Real Acumulado** (Línea Azul) se origina a partir de ir tabulando todos los **% de avance completado** obtenidos al hacer el ejercicio de actualizar semana a semana el modelo de programación y generar un respectivo archivo de programación actualizado a partir de la organización de los porcentajes ejecutados para cada semana durante el periodo de control.

Como se insiste esta grafica sirve de comparativo visual del comportamiento del cumplimiento de la planeación inicial durante el desarrollo de la ejecución de la obra, pues lo ideal es lograr una excelente gestión de la administración de obra para ir llevando la **Curva de Avance Real Acumulado** a estar lo más cercanamente junta a la **curva de la Línea Base o Curva de Avance Programado (Línea Roja)** lo que indica una buena gestión de cumplimiento, si se llega a dar el caso de estar por encima por encima de la planificación inicial y lograr mantener por bastante tiempo este ritmo de productividad lo más seguro es llegar con algo de holgura y tranquilidad de cumplir con la fecha de finalización programada de la Línea Base hacia el final de la obra.

## Productividad semanal programada (rojo) y productividad real semanal

Figura 14. Gráfica de tendencia de productividad semanal



Fuente. Archivos digitales de la obra. Material Excel del Ingeniero Programador.

En esta gráfica se muestran en forma de barras la productividad semanal que se tiene programada ejecutar (Barra Roja) y la productividad semanal realmente alcanzada (Barra azul), siendo este porcentaje de la productividad semanal la diferencia entre los **% de avance completado estimado de cada semana**. Como se puede observar la gráfica muestra la tendencia del **% de productividad de la Línea Base** en barras rojas como la productividad ideal a desarrollar durante la respectiva semana y con las barras azules se evidenciaba la verdadera intención del **% de productividad real semanal** donde se puede ver que tanto se viene cumpliendo con la planificación de la ejecución de la Línea Base del cronograma de obra semana a semana y analizar su tendencia de crecimiento para estimar en cuanto tiempo en semanas le tomaría a la obra recuperar gran parte del atraso si logra aumentar su personal de cuadrillas, les provee el suficiente material a tiempo y garantiza las formaletas, la maquinaria y equipos especiales para apoyar las actividades con un rendimiento óptimo puede llegar a mejorar bastante.

## Actividades de la ruta críticas o rutas críticas

Figura 15. Cuadro de análisis de las actividades de la ruta crítica

ANÁLISIS DE LA RUTA CRÍTICA										
ACTIVIDAD CRÍTICA	% Avance Real de ejecución	% Avance Programado de ejecución	Días Calendario (Adelanto/ Atraso)	Comienz. Previsto	Fin Previsto	Comienz. Real	Fin Real	Fin proyectado	CAUSAS DEL ADELANTO/ATRASO	ACCIONES DE RECUPERACIÓN (A.R)
Cimentación Estructura y estructura columnas Piso 1 Casas 27 y 28	0%	100%	123	20/01/16	04/03/16	No ha iniciado			Se encuentra acopiado material granular y tierra suelta para relleno que se ha venido consumiendo pero que permanecen ocupando el respectivo lote.	La obra viene desocupando los acopios de material para tener los lotes despejados antes del viernes 22 de Julio.
Cimentación Estructura y estructura columnas Piso 1 Casas 33 y 34	0%	100%	126	12/02/16	01/03/16	No ha iniciado			Se encuentra acopiado material granular y tierra suelta para relleno que se ha venido consumiendo pero que permanecen ocupando el respectivo lote.	La obra viene desocupando los acopios de material para tener los lotes despejados antes del martes 19 de Julio.

Fuente. Archivos digitales de la obra. Material Excel del Ingeniero Programador.

En este aparte que continúa después de las gráficas de avance e indicadores de productividad se evidencia las **actividades de la ruta crítica** más próximas que a la fecha del corte de avance marcan el desfase en la proyección de la fecha de terminación y respectivo atraso, por lo que se escriben las causas de los atrasos y se escriben las **acciones de recuperación** planteadas por el Director de obra donde se compromete dar avance y se establecen **fechas de cumplimiento de estas acciones de recuperación** propuestas. Como se explicaba anteriormente a partir de estas posibles fechas de ejecución a cumplir se modelaba el escenario de inicio de las actividades críticas en el último archivo de programación actualizado para analizar el comportamiento de la ruta crítica y las nuevas proyecciones mostradas por el software Microsoft Project para concluir y estimar la **fecha de finalización proyectada**.

Estos compromisos eran recordados en cada comité de obra semanal cuando se analizaba el cumplimiento de las actividades pendientes de la programación y se dejaba por escrito en el acta de comité lo concerniente a las acciones de recuperación y la real implementación en obra.

**Listado de Actividades que deben iniciar y finalizar según las fechas programadas de la Línea Base.**

Este listado de actividades le hace seguimiento a partir de la fecha de corte de avance a las actividades del cronograma que ya debieron iniciarse o finalizarse según las fechas programadas de la Línea Base, o que deben iniciarse o finalizar durante el siguiente mes en curso a la fecha de corte de avance, esto con el fin que los ingenieros y arquitecta residentes revisaran estas actividades y se les diera gestión para llevar a fin su ejecución e ir sacándolas del listado.

**Figura 16. Cuadro de actividades que deben iniciar y finalizar 1 mes adelante**

SEGUIMIENTO ACTIVIDADES QUE DEBEN INICIAR Y FINALIZAR - 1 MES ADELANTE							
ACTIVIDADES QUE DEBEN COMENZAR AL 30/07/2016				ACTIVIDADES QUE DEBEN FINALIZAR AL 30/07/2016			
ACTIVIDAD	SECTOR	Comienz. Previsto	Fin Previsto	ACTIVIDAD	SECTOR	Comienz. Previsto	Fin Previsto
Replantear red de acueducto	Acometida General	30/03/16	30/03/16	Excavar e instalar domiciliarias lluvias y negras	Alcantarilla Zona Oriente	01/10/15	30/11/15
Excavar para acometida general		30/03/16	30/03/16	Rellenar pozos lluvias y negras		01/10/15	30/11/15
Instalar tubería acometida general		31/03/16	31/03/16	Excavar e instalar domiciliarias lluvias y negras	Alcantarilla Zona Norte	24/11/15	12/01/16
Instalar caja para medidor general		01/04/16	01/04/16	Replantear lluvias y negras		06/08/15	13/08/15
Conectar acometida general a tanque		04/04/16	05/04/16	Excavar zanja lluvias y negras		14/08/15	09/10/15
Perfilar para fondo y cárcamos	Tanque de acueducto y cuarto motobombas	17/12/15	18/12/15	Instalar tubería lluvias y negras	Alcantarilla Zona Sur Zona Social	24/08/15	19/10/15
Armar y fundir losa de fondo		21/12/15	05/01/16	Rellenar tramos lluvias y negras		07/09/15	03/11/15
Armar y fundir muros		06/01/16	14/01/16	Excavar para pozos lluvias y negras		24/08/15	19/10/15

**Fuente. Archivos digitales de la obra. Material Excel del Ingeniero Programador.**

Parte de las funciones de informar del Ingeniero Programador de Obra era listar las actividades del cronograma cuyas fechas programadas de inicio y/o fin no se habían cumplido dado a que estas actividades no se venían planificando ejecutar en el formato Planificación de Actividades Semanales (PAS) para cada contratista y

respectivos frentes, por lo que no estaban aportando a la productividad semanal y eran el gran componente de la desviación de % avance completado por ejecutarse.

A partir de la fecha de corte de avance se evidenciaba todas las actividades que se deberían haber iniciado y todas aquellas que ya se deberían haber finalizado un mes adelante a la fecha de corte (Fecha de estado) al utilizar las herramientas de filtrar del programa Microsoft Project al filtrar entre las fechas de inicio de la Línea Base aquellas actividades con **cero % de avance completado** obtenía la lista de actividades por iniciar, y para obtener las actividades por finalizarse se filtraba entre las fechas de fin de la Línea Base aquellas actividades con **un % de avance completado entre el 0% al 99%**.

Listar estas actividades y renovar el listado en cada archivo de Excel del respectivo informe se hizo muy dispendioso por lo que opto por anexar al informe los 2 archivos en PDF que contuviera esta lista de actividades por iniciarse y finalizarse directamente del último archivo actualizado de programación.

### Actividades ejecutadas durante el periodo de control

**Figura 17. Cuadro de actividades realizadas durante la veintena**

ACTIVIDADES REALIZADAS DURANTE LA VEINTENA	REGISTRO FOTOGRÁFICO
<p><b>MOVIMIENTO DE TIERRA:</b>            * Se trabaja con una excavadora grande con martillo hidráulico rompiendo la roca entre casas 30 y 31, para conformar a nivel el pasillo entre estas casas.</p> <p><b>ALCANTARILLADO:</b>            * Se ejecutó la conexión de un sumidero SL-200 al pozo PL 7 por vía oriente, se terminaron de fundir los sumideros por la Vía Norte con el sumidero conectado al pozo PL-11.            * Se avanzó con la excavación en roca para las conexiones domiciliarias de la Casa 38 Zona Oriente.            * Se instalaron las cajas novacam y quedaron debidamente conectadas a las cajas de desagües internas las conexiones domiciliarias de las Casa 1, y se ejecutaron las conexiones a los colectores de las domiciliaria Casas 31, 32, 33 y 34 donde quedaron instaladas las cajas novacam Zona Oriente.            * Se inició a excavar las zanjas de alcantarillado de la Zona Social, se avanzó con uno de los tramos hasta la cañada.</p> <p><b>ACUEDUCTO:</b>            * Se terminó de instalar y rellenar el tramo principal de la Zona Oriente hasta el punto de empalme con el tramo que sube desde vía Sur llegando hasta el frente de la portería.            * Se ejecutaron las conexiones de las acometidas de acueducto de las casas 1, 2, 3, 4, 5 y 6 al tramo principal de la Vía Oriente, también se ejecutaron las conexión de acometidas a este tramo del costado de casas 31, 32, 33 y 34.            * Se ejecutaron las conexiones de las acometidas de acueducto de las casas 25, 24, 23, 22, 21 y 20 al tramo principal de la Vía Sur.            * Se avanzó con la instalación y relleno de otros 36 mts de tubería del tramo de red principal de la Vía Sur que llevo hasta el frente de la casa 26.            * Se ejecutaron las conexiones de las acometidas de acueducto de las casas 25, 24, 23, 22, 21 y 20 al tramo principal de la Vía Sur.            * Se ejecutaron las conexiones de las acometidas de acueducto de las casas 9, 10, 11, 12, 13, 14 al tramo principal de la Vía Norte, así mismo se conectaron a este tramo las conexiones de las acometidas acueducto de las casas 27,28, 29 y 30 de la Zona centro.            * Se da inicio a la excavación del foso para el tanque de acueducto.</p>	<p data-bbox="1068 1304 1377 1346" style="text-align: center;"><b>Ejecución de excavaciones tramos de alcantarillado Zona Social</b></p> 

Fuente. Archivos digitales de la obra. Material Excel del Ingeniero Programador.

Parte de evidenciar el avance de ejecución de la obra era describir en forma resumida pero con ubicaciones puntuales de las actividades con avances para cada Subcapítulo de la EDT/WBS, siendo una labor importante dejar constancia de los avances de cada frente así se tornara algo dispendiosa por el gran tamaño de las actividades de obra y tantos frentes en ejecución en acción pero se insiste en lo importante que es dejar registro en cuales frentes de obra se tuvo avance pues solo con el hecho de ver más comentarios sobre el avance o por el contrario ver pocos comentarios hacen que validen el % de avance completado para el frente de actividades durante el periodo de control del seguimiento al cumplimiento del cronograma de obra.

## Observaciones Importante: Estado de Avance de la Obra

Figura 18. Cuadro texto Estado de avance y Registro fotográfico.

OBSERVACIONES IMPORTANTES	REGISTRO FOTOGRÁFICO
<p><b>ESTADO DE AVANCE:</b></p> <p>El avance acumulado real de la obra es del 16.83% por debajo del 39.64% del avance acumulado programado a la fecha del 2 de Julio (-135 días en productividad), pues a pesar de que la obra ha venido aumentando el número de personal e iniciado varios frentes de estructura, mampostería y frisos, comportamiento que se ve reflejado en el rendimiento real semanal que ha continuado con la tendencia al alza, así mismo la línea base de programación viene aumentando su productividad semana a semana, por lo que es claro que la obra debe llegar a alcanzar este rendimiento de ejecución para ir reduciendo su desviación en días de productividad.</p> <p>Respecto a la fecha de terminación de la <b>Ruta Crítica frente Casas 27 y 28</b> la cual se proyecta estar <b>finalizando obra el 30 de Junio de 2017</b>, viene semana tras semana aumentando los días de atraso, dado a que no se cumplió la fecha límite de inicio de las excavaciones en roca de la cimentación por estar ocupándose el lote con acopios de material de tierra suelta, está claro que la fecha proyectada de finalización seguirá desplazándose hasta que se pueda tener una ejecución de la estructura con un mejor rendimiento y así se puedan reducir los tiempos programados y recuperar días de atraso.</p> <p>El avance real acumulado de la ejecución de las CASAS va en un 7.83% por debajo del avance programado acumulado del 29.25% que proyecta el programa al 5 de Julio, diferencia que va en aumento debido a que el rendimiento de ejecución programado tiene ya todos los frentes ejecutándose ya sea a nivel de obra gris o estructura y cabe resaltar que los frentes de cimentaciones estructura Casas 27-28 y Casas 33-34 no han iniciado, y los frentes Casas 11-12, Casas 13-14, Casas 15-16 y Casas 37-38 iniciaron sus respectivas excavaciones de cimentación en roca y el avance ha sido lento.</p>	<p>Ejecución de compactación de base granular carril Vía Sur</p> 
<p>PRESENTACIÓN CURVA S PRODUCTIVIDAD PAS análisis estructuras Hoja1 Hoja2 Hoja3 Hoja4</p>	

Fuente. Archivos digitales de la obra. Material Excel del Ingeniero Programador.

En esta sección de texto del informe de avance de la ejecución de la programación se exponían los acontecimientos que más estaban impactando al atraso del avance real y su respectiva productividad según los criterios argumentados por el Ingeniero Programador de Obra a partir de la evidencia real vista en obra y las exigencias de cumplimiento en cuanto a fechas programadas y % de avance programado de la Línea Base.

Se hacía mención al **% de avance real acumulado** para toda la obra respecto al **% avance programado** y los días de atraso, era importante hacer comentarios del número de personal en obra y como este se veía perjudicado por la alta deserción del personal de las cuadrillas y como impactaba esta situación al ritmo de productividad del avance real de obra.

**Tabla 8. Comparativo mensual del # personal en obra y % productividad**

<b>Mes de ejecución Año 2017</b>	<b>PERSONAL PROMEDIO OPERATIVO CONTRATISTAS</b>	<b>% PRODUCTIVIDAD MENSUAL EJECUTADA</b>
<b>Septiembre</b>	<b>52</b>	<b>1.69%</b>
<b>Agosto</b>	<b>110</b>	<b>3.34%</b>
<b>Julio</b>	<b>137</b>	<b>4.82%</b>
<b>Junio</b>	<b>170</b>	<b>5.39%</b>
<b>Mayo</b>	<b>150</b>	<b>4.96%</b>

Fuente. Archivos digitales de la obra. Material Excel del Ingeniero Programador.

Se hacía énfasis en analizar separadamente las diferentes situaciones de avance de los 2 capítulos principales de la EDT/WBS, un análisis a la situación del desarrollo de la ejecución de la EDIFICACIÓN DE CASAS y por aparte EL URBANISMO, donde se comparaban los **% de avance real completado** respecto al **% avance programado** a cumplir y se exponía textualmente las consideraciones más relevantes que estaban influyendo en la desviación del cumplimiento de la planificación de la ejecución de los diferentes frentes de actividades de obra, así

mismo se resaltaban las buenas acciones de recuperaciones citando los frentes donde efectivamente habían mejorías, se insistía bastante en el análisis de las tendencias de crecimiento de la productividad durante los periodos de control y seguimiento para cada frente de actividades y así llegar a comprender según las fases de actividades entre que rangos de % podría llegar a crecer la productividad si había un buen apoyo por parte de los contratistas con la rotación del personal suficiente y organización de las diferentes cuadrillas, pues siempre se insistía de la alta productividad que demandaba el proyecto dada la planificación y la tipología de obra (Parejas de Casas en paralelo agrupadas en frentes para ejecutar en serie) y el tiempo de duración de la obra para lo cual se requería mantener constantemente en obra muchísimo personal.

Como parte de dar a conocer el estado de avance de cada frente a todo el grupo de dirección de obra en el informe para poder apreciar mejor todo el grupo de % de avance real completado y ver sus tendencias de crecimiento entre las dos últimas fechas de corte de avance que encajan en el periodo de control veintena o mensual se anexaba al informe los 2 cuadros de resumen de esta información así:

### Cuadro comparativo entre los % de avance real y % avance programado del URBANISMO

Tabla 9. Cuadro comparativo entre % de avance real y % avance programado del URBANISMO

FRENTES EN EJECUCIÓN URBANISMO CORTE DE AVANCE A LA FECHA DEL 2 de Julio-2016	Avance Programado al 2 Julio	Corte actual Avance real al 2 Julio	% Desviación en productividad por ejecutar	ESTADO DE AVANCE	Corte pasado Avance real al 31 Mayo	% Productiv. alcanzada en 1 mes
MOVIMIENTO DE TIERRA	100%	100%	100%	TERMINADO	100%	0,00%
REDES DE ALCANTARILLADO	99,47%	90,95%	-8,52%	ATRASO	89,14%	1,81%
REDES DE ACUEDUCTO	100%	7,79%	-92,21%	ATRASO	3,59%	4,20%
REDES ELECTRICAS Y COMUNICACIONES	84,41%	9,36%	-75,05%	ATRASO	9,18%	0,18%
REDES DE GAS	100,00%	23,41%	-76,59%	ATRASO	0,00%	23,41%
VIAS Y ANDENES	40,60%	14,12%	-26,48%	ATRASO	8,68%	5,44%
EMPRADIZACIONES Y OBRAS DE PROTECCION TALUDES	100%	63,57%	-36,43%	ATRASO	60,85%	2,72%
PORTERIA Y ADMINISTRACION	100%	22,74%	-77,26%	ATRASO	21,37%	1,37%
ZONAS SOCIALES	100%	12,80%	-87,20%	ATRASO	8,95%	3,85%
CERRAMIENTO CONJUNTO	100%	65,50%	34,50%	ATRASO	60,50%	5,00%

Fuente. Archivos digitales de la obra. Material Excel del Ingeniero Programador.

## Cuadro comparativo entre los % de avance real y % avance programado de la EDIFICACIÓN DE LA 38 CASAS

Tabla 10. Cuadro comparativo entre % de avance real y % avance programado de la edificación de las 38 casas.

FRENTE EN EJECUCIÓN CORTE DE AVANCE A LA FECHA DEL 2 de Julio-2016	Avance Programado al 2 Julio	Corte actual Avance real al 2 Julio	% Desviación en productividad por ejecutar	ESTADO DE AVANCE	Corte pasado Avance real al 31 Mayo	% Productiv. alcanzado en 1 mes
Estructura Casas 1 y 2	100%	100%	0,00%	FINALIZADO	100%	0,00%
Acabados arquitectónicos Casa 1	100%	36,85%	-63,15%	ATRASO	32,89%	3,96%
Acabados arquitectónicos Casa 2	100%	35,62%	-64,38%	ATRASO	29,21%	6,41%
Estructura Casas 3 y 4	100%	100%	0,00%	FINALIZADO	100%	0,00%
Acabados arquitectónicos Casa 3	40,86%	17,69%	-23,17%	ATRASO	10,40%	7,29%
Acabados arquitectónicos Casa 4	39,53%	16,76%	-22,77%	ATRASO	9,76%	7,00%
Estructura Casas 29 y 30	100%	61,96%	-38,04%	ATRASO	34,55%	27,41%
Acabados arquitectónicos Casa 29	32,99%	0,00%	-32,99%	ATRASO	0,00%	0,00%
Acabados arquitectónicos Casa 30	32,20%	0,00%	-32,20%	ATRASO	0,00%	0,00%
Estructura Casas 5 y 6	100%	99,28%	-0,72%	ATRASO	97,50%	1,78%
Acabados arquitectónicos Casa 5	6,80%	6,03%	-0,77%	ATRASO	3,36%	2,67%
Acabados arquitectónicos Casa 6	6,60%	5,47%	-1,13%	ATRASO	3,08%	2,39%
Estructura Casas 27 y 28	80,00%	0,00%	-80,00%	ATRASO	0,00%	0,00%
Acabados arquitectónicos Casa 27	3,09%	0,00%	-3,09%	ATRASO	0,00%	0,00%
Acabados arquitectónicos Casa 28	3,00%	0,00%	-3,00%	ATRASO	0,00%	0,00%
Estructura Casas 35 y 36	100%	98,77%	-1,23%	ATRASO	84,18%	14,59%
Acabados arquitectónicos Casa 35	65,63%	3,11%	-62,52%	ATRASO	0,00%	3,11%
Acabados arquitectónicos Casa 36	64,85%	2,76%	-62,09%	ATRASO	0,00%	2,76%
Estructura Casas 21 y 22	100%	78,52%	-21,48%	ATRASO	60,55%	17,97%
Acabados arquitectónicos Casa 21	17,52%	0,00%	-17,52%	ATRASO	0,00%	0,00%
Acabados arquitectónicos Casa 22	17,08%	0,00%	-17,08%	ATRASO	0,00%	0,00%
Estructura Casas 25 y 26	100%	96,04%	-3,96%	ATRASO	78,92%	17,12%
Acabados arquitectónicos Casa 25	46,17%	0,00%	-46,17%	ATRASO	0,00%	0,00%
Acabados arquitectónicos Casa 26	45,56%	0,00%	-45,56%	ATRASO	0,00%	0,00%
Estructura Casas 37 y 38	94,75%	0,00%	-94,75%	ATRASO	0,00%	0,00%
Acabados arquitectónicos Casa 37	5,18%	0,00%	-5,18%	ATRASO	0,00%	0,00%
Acabados arquitectónicos Casa 38	5,03%	0,00%	-5,03%	ATRASO	0,00%	0,00%

Fuente. Archivos digitales de la obra. Material Excel del Ingeniero Programador.

**Tabla 10 continua. Cuadro comparativo entre % de avance real y % avance programado de la edificación de las 38 casas.**

FRENTE EN EJECUCIÓN CORTE DE AVANCE A LA FECHA DEL 2 de Julio-2016	Avance Programado al 2 Julio	Corte actual Avance real al 2 Julio	% Desviación en productividad por ejecutar	ESTADO DE AVANCE	Corte pasado Avance real al 31 Mayo	% Productiv. alcanzado en 1 mes
Estructura Casas 23 y 24	65,63%	23,84%	-41,79%	<b>ATRASO</b>	5,66%	18,18%
Acabados arquitectónicos Casa 23	0,00%	0,00%	0,00%	<b>Por Iniciar</b>	0,00%	0,00%
Acabados arquitectónicos Casa 24	0,00%	0,00%	0,00%	<b>Por Iniciar</b>	37,51%	-37,51%
Estructura Casas 19 y 20	100,00%	71,01%	-28,99%	<b>ATRASO</b>	55,82%	15,19%
Acabados arquitectónicos Casa 19	46,17%	0,00%	-46,17%	<b>ATRASO</b>	0,00%	0,00%
Acabados arquitectónicos Casa 20	45,28%	0,00%	-45,28%	<b>ATRASO</b>	0,00%	0,00%
Estructura Casas 13 y 14	100,00%	0,00%	-100,00%	<b>FINALIZADO</b>	0,00%	0,00%
Acabados arquitectónicos Casa 13	19,88%	0,00%	-19,88%	<b>ATRASO</b>	0,00%	0,00%
Acabados arquitectónicos Casa 14	19,28%	0,00%	-19,28%	<b>ATRASO</b>	0,00%	0,00%
Estructura Casas 17 y 18	95,75%	43,60%	-52,15%	<b>ATRASO</b>	28,52%	15,08%
Acabados arquitectónicos Casa 17	5,42%	0,00%	-5,42%	<b>ATRASO</b>	0,00%	0,00%
Acabados arquitectónicos Casa 18	5,18%	0,00%	-5,18%	<b>ATRASO</b>	0,00%	0,00%
Estructura Casas 15 y 16	67,97%	0,00%	-67,97%	<b>ATRASO</b>	0,00%	0,00%
Acabados arquitectónicos Casa 15	0,42%	0,00%	-0,42%	<b>ATRASO</b>	0,00%	0,00%
Acabados arquitectónicos Casa 16	0,40%	0,00%	-0,40%	<b>ATRASO</b>	0,00%	0,00%
Estructura Casas 11 y 12	56,25%	0,00%	-56,25%	<b>ATRASO</b>	0,00%	0,00%
Acabados arquitectónicos Casa 11	0,00%	0,00%	0,00%	<b>Por Iniciar</b>	0,00%	0,00%
Acabados arquitectónicos Casa 12	0,00%	0,00%	0,00%	<b>Por Iniciar</b>	0,00%	0,00%
Estructura Casas 33 y 34	100,00%	0,00%	-100,00%	<b>FINALIZADO</b>	0,00%	0,00%
Acabados arquitectónicos Casa 33	22,15%	0,00%	-22,15%	<b>ATRASO</b>	0,00%	0,00%
Acabados arquitectónicos Casa 34	21,49%	0,00%	-21,49%	<b>ATRASO</b>	0,00%	0,00%
Estructura Casas 9 y 10	100,00%	98,52%	-1,48%	<b>ATRASO</b>	92,46%	6,06%
Acabados arquitectónicos Casa 9	4,22%	3,99%	-0,23%	<b>ATRASO</b>	0,42%	3,57%
Acabados arquitectónicos Casa 10	3,11%	3,10%	-0,01%	<b>ATRASO</b>	0,43%	2,67%
Estructura Casas 31 y 32	71,88%	47,84%	-24,04%	<b>ATRASO</b>	21,82%	26,02%
Acabados arquitectónicos Casa 31	0,00%	0,00%	0,00%	<b>Por Iniciar</b>	0,00%	0,00%
Acabados arquitectónicos Casa 32	0,00%	0,00%	0,00%	<b>Por Iniciar</b>	0,00%	0,00%
Estructura Casas 7 y 8	71,88%	18,56%	-53,32%	<b>ATRASO</b>	2,58%	15,98%
Acabados arquitectónicos Casa 7	0,00%	0,00%	0,00%	<b>Por Iniciar</b>	0,00%	0,00%
Acabados arquitectónicos Casa 8	0,00%	0,00%	0,00%	<b>Por Iniciar</b>	0,00%	0,00%

Fuente. Archivos digitales de la obra. Material Excel del Ingeniero Programador.

## Recomendaciones de ejecución de obra y Nota Importante por parte del Ingeniero programador

Figura 19. Cuadro texto Recomendaciones y Registro fotográfico.

<p><b>RECOMENDACIONES DE EJECUCIÓN:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Planificar la ubicación de las cuadrillas de plomeros para dar apoyo y tener una rápida reacción en los frentes críticos de las casas 37, 38, 27, 28, 33 y 34 (Fin prog. 03-05-2017) para atacar el atraso que continua acumulándose en la ejecución de las instalaciones hidrosanitarias y redes de gas dentro de los muros de mampostería por falta de presencia de los plomeros. La misma situación se presenta en las Casas 13, 14, 23 y 24 donde por falta de los plomeros continúan atrasándose la terminación de las instalaciones hidrosanitarias dentro de los muros. (Fin progr. 16-04-2017).</li> <li>* Se requiere disponer de 2 cuadrillas de impermeabilizadores una concentrada en las casas 17, 18 (Inicio prog. 13-06-2017) y la otra concentrada sobre las casas 35 y 36 (Inicio prog. 15-06-2017), por lo que se debe garantizar continuidad para estas cuadrillas dentro de las siguientes casas 11, 12, 29 y 30 donde se requiere planificar trabajar fuerte en la ejecución de los morteros de cubiertas y limpieza de las placas de terrazas bbo, balcones y jardinerías.</li> <li>* En las Casas 35-36 se requieren ejecutar las impermeabilizaciones de las placas de los balcones para dar campo a los enchapadores y puedan ejecutar la pega de los pisos en pocelانات exterior dentro de las fechas programadas (Fin prog. 16-06-2017).</li> <li>* Se requiere terminar de replantar los niveles de subrasante de la placa inferior de antepiso de las casas 33-34 pendientes por fundir, por lo que se debe disponer de ayudantes para ejecutar rápidamente el retiro de rocas y escombros para dar campo a los respectivos viajes de tierra para ejecutar los rellenos por parte del contratista Seprocons y próximamente entren los plomeros y electricistas a ejecutar las redes bajo placa y respectiva fundida de antepisos.</li> <li>* Dentro de las casas 7 y 8 se debe ejecutar urgente la sellada de las dilataciones de los cielos rasos contar los pórticos exteriores por parte del conatrista Litec del cielo rasos y dar campo al pintor para aplicar la marmolina y respectiva pintura koraza para entregar debidamente pintado las columnas a los instaladores de las barandas en acero de los balcones puedan rematar la instalación de los vidrios y pasamanos; dentro de las casas 5 y 6 se pueda dar la terminación a la instalación de los vidrios y del perfil cilíndrico de los pasamanos de las barandas exteriores de balcones.</li> <li>* Sobre las placas de cubiertas de las alcobas de Casas 11, 12, 21, 22 están pendientes por ejecutar la media caña de los morteros para poder dejar el campo listo a los impermeabilizadores; sobre las cubiertas de las Casas 29 y 30 se debe agilizar la limpieza de escombros para poder iniciar los morteros antes de las fechas programadas (Inicio prog. 23-06-17).</li> <li>* Se debe planificar un avance continuo con el detallado de sumideros y el inicio de la fundida de los tragantes de estos sumideros sobre la vía para proceder a instalar las respectivas rejillas.</li> <li>* Se requiere ir cerrando frentes en los que se ha dejado extender su finalización como es el caso del alambrado de circuitos eléctricos ya que en par de cajas se observan todavía los hilos amarillos del proceso de sondeo y ya avanzado el montaje del tablero de automáticos.</li> </ul> <p><b>NOTA IMPORTANTE:</b> A la fecha del informe debido el atraso en el pago del alquiler de la bodega donde se guardan los muebles de las cocinas importadas no se han podido traer a obra los muebles para instalarlos dentro de 6 casas, las cuales se programaron traer desde el pasado martes 25-Abril-2017.</p>	<p><b>Avance metida del cableado de circuitos urbanismo</b></p>  <p><b>Avance fundida del andén a Salon Social</b></p> 
--	--

Fuente. Archivos digitales de la obra. Material Excel del Ingeniero Programador.

Como parte final del informe antes de ser enviado a todos los profesionales del grupo de dirección de obra y publicado en el tablero de control se revisaba junto con el Director de la Obra todo el texto de análisis, se analizaban las gráficas de avance, los cuadros comparativos de % de avance completado y se revisaban y aclaraban recomendaciones a llevar a cabo como acciones de recuperación en frentes de actividades con notorios atrasos sobre ubicaciones específicas y también posibles acciones de mejoría para cambiar la cara a ciertos sectores.

Esta parte del control de la ejecución de las actividades con problemas de atrasos en forma de texto se podía llevar un seguimiento tipo de Check list o lista de chequeo

para ir controlando que tanto se logró reaccionar durante el siguiente periodo de control de seguimiento en es los frentes con actividades críticas que era lo primordial y en toda aquellas actividades con cierto tipo de acciones donde lo ideal era ir borrando estas líneas de recomendaciones y reaccionar con prontitud cuando se mantenía la misma recomendación puntual o la reacción no dio el avance esperado por lo que se evidencia que la recuperación fue en pocos frentes. Este trabajo de llevar el registro de las acciones de recuperación y hacer insistencia en los informes de no dejar acumular tantas recomendaciones que no se tornaran repetitivas pues esto era un mal síntoma de la deficiente gestión frente a los contratistas y de los profesionales residentes de la obra.

La **Nota Importante** siempre hacía referencia a trámites administrativos pendientes y urgentes por finalizar su gestión la cual dependía más de la gestión de la alta gerencia o de trámites a cargo de otros funcionarios de gerencias como la gerencia de planeación (Diseños y Planos) o la gerencia de Compras y Contratación.

**Anexo B. Como parte del material de consulta se anexa en Archivo PDF el Modelo del Informe de avance de cumplimiento de la Programación presentado en la OBRA CASAS.**

“Los anexos están adjuntos en el CD y puede visualizarlos en base de datos de la biblioteca UIS”

#### **4.2.5 Seguimiento y control al comportamiento de las actividades Críticas y recomendaciones de reacción.**

Durante el desarrollo de la obra se tenía claro que las **actividades críticas** se concentraban en la secuencia constructiva de las casas, por lo que se preveía que ciertos frentes del Urbanismo (Salón Social-Piscinas) podrían irse terminando con cierta holgura respecto a las últimas casas que se debían terminar y entregar, por otro lado un hito importantísimo era entregar la portería terminada para garantizar el funcionamiento de la vigilancia por si los primeros propietarios decidían irse a vivir

inmediatamente recibían la casa, así como la entrega de las redes de servicios públicos y la disponibilidad legalizada de estos servicios públicos, pero entendiéndose que si se retrasaba la terminación de las casas para las primeras entregas a los clientes y futuros propietarios estas actividades del Urbanismo se podrían seguir ejecutando durante la holgura que se dio al reprogramar las fechas de entrega de las casas.

A lo largo de la ejecución de las primeras parejas de casas de cada uno de los 4 frentes de contratistas se llegó a establecer del grupo de actividades críticas del diagrama de red del cronograma cuales actividades o fases tenían un impacto más significativo en el atraso respecto al cumplimiento de las fechas de la Línea base cuando se presentaban dificultades de tipo constructivo o de gestión administrativa (Falta de personal, falta de material).

Se expone un pequeño resumen de varias actividades críticas que fueron de bastante consideración y las recomendaciones de ejecución para lograr reaccionar en obra y recuperar los atrasos.

- **Excavaciones sobre roca para la cimentación de la estructura de varias casas:**

Debido a la presencia del durísimo estrato rocoso sobre el que se ubicaron varias casas dado al diseño arquitectónico y sus niveles urbanísticos, se generó la problemática de emplear bastantes días con equipos de compresores y martillos para rotura y voladuras controladas con explosivos para dar forma sobre la roca a las zapatas y vigas de cimentación, lo que generó un desfase grande en días de atraso del inicio del armado del refuerzo y fundida de los cimientos de las estructuras de estas casas.

El riesgo que se presentó en la obra era aumentar considerablemente el atraso en el inicio de la fundición de las cimentaciones de las 8 casas sobre la zona centro y las últimas 2 casas sobre la zona sur debido a los grandes volúmenes de roca por remover que les tomaba muchos días, y a que se tenían programados iniciar excavaciones en varias estructuras con fechas en serie pero que al tomar más días en ejecutarlas la disponibilidad de los equipos de compresor alquilados no estaba dando abasto ante la alta demanda de roturas y voladuras en varios frentes de cimentación de casas, se tenían otros equipos alquilados pero estaban exclusivamente apoyando las excavaciones de tramos de tuberías del alcantarillado que no podían apoyar las cimentaciones.

Las recomendaciones sugeridas para este tipo de actividades siempre se centraron en informar oportunamente las fechas de inicio de estos frentes de cimentación tanto en los informes de cumplimiento de la programación como en las actas de comité de obra (Análisis de la Ruta Crítica), para alertar del incumplimiento de las fechas e insistir en la necesidad de cambiar la forma de excavar sobre la roca donde se venía cortando las secciones de zanja de las vigas de cimentación, por lo que se insistió en contratar el alquiler de más equipos de compresor y e intensificar las maniobras de voladuras con explosivos para retirar con mayor rendimiento la roca y bajar a los niveles de cimentación continuamente para luego dejar una superficie apta donde se pudieran armar los refuerzos y formaletear las vigas y zapatas para fundirlas.

- **El frente completo de las actividades de la estructura en concreto de las casas:**

No se tenía ningún problema respecto a las duraciones programadas para ejecutar las actividades de estructura de la secuencia de la EDT/WBS del cronograma de obra, pues con la ejecución anticipada de la primera estructura de las Casas 1-2 (Casas modelo) se corrigieron las dificultades constructivas presentadas con la

formaleta y la forma de programar las fundidas, ya por parte de la obra se mantuvo el suministro de los juegos de formaleta suficiente, suministros de aceros y concreto a tiempo para los 4 contratistas a cargo de los 4 frentes quienes iniciaban con una estructura cada contratista, el problema se genera cuando cada contratista debe ejecutar paralelamente 2 estructuras y por consiguiente tener más cuadrillas de oficiales y ayudantes los cuales a veces apoyaban las labores en ambas estructuras, sumado a la complejidad arquitectónica de ejecutar una estructura aporticada con varios subniveles entre pisos, lo que generaba más jornadas de fundida de columnas algunas altas otras no tan altas y lo mismo con las placas una más grandes que otras, lastimosamente esta tipología de estructura generaba mayor discontinuidad en los tiempos productivos entre actividades y al final estos tiempos muertos sumados a trabajos poco productivos que se acumulaban durante la veintena perjudicó el salario devengado por los respectivos oficiales y ayudantes que veían una remuneración baja considerando otras obras donde en la misma veintena lograban devengar más dinero.

Lastimosamente esta situación de inconformidad con los salarios llevó a la deserción de varios trabajadores, por lo que se empezó a generar retrasos por falta de personal suficiente en varias estructuras, dispersión en productividad que fue en aumento debido a la dificultad de dar inicio a la totalidad de los frentes de estructura que demandaba la alta exigencia de la Línea Base programada.

Esta situación llevó a la Dirección de Obra a la renegociación de los contratos luego de la presión de los contratistas para mejorar los precios contratados de la mano de obra de varias actividades, lastimosamente de los 4 contratistas de estructuras solo se logró convencer a 3 de estos por lo que quedó un frente de casas sin personal de estructura más de 1 mes mientras se legalizó la contratación de otro contratista de estructura, pues no era viable sobre cargar con más casas por ejecutar a los 3 contratistas que decidieron continuar.

Las recomendaciones sugeridas para este tipo de actividades siempre se centraron en informar oportunamente las fechas de inicio de las diferentes actividades de estructura tanto en los informes de cumplimiento de la programación como en las actas de comité de obra (Análisis de la Ruta Crítica), para alertar del incumplimiento de las fechas e insistir en la necesidad de presionar al contratista del caso para que aumente su personal y lo mantenga en obra y llegue a reaccionar con la pronta ejecución de actividades atrasadas.

**- Actividades de mampostería y fundida de las columnetas:**

Respecto a este importante frente de actividades de mampostería con grandes cantidades de obra por ejecutar y que da campo a otras cuadrillas, los contratistas venían cumpliendo con las duraciones programadas para las actividades de pega de ladrillo en arcilla llegando incluso en terminar los 3 pisos en menos días, pero lamentablemente en varias casas se presentaba un notable atraso respecto a la fundida de todas las columnetas pues los contratistas o contra maestros asignaban una sola cuadrilla para ejecutar dentro de las 2 casas todas las columnetas. Era primordial avanzar con 2 cuadrillas para no perder el avance de la pega de ladrillo.

Esta situación llevo a un especial seguimiento del avance dentro de cada pareja de casas para informar continuamente en cuales no se venían ejecutándose la fundida de columnetas en paralelo y llegarían a generar atraso a los electricistas con el inicio de la cortada de regatas e instalación de ducteria eléctrica. Igualmente se dejaba evidencia de la situación en el respectivo informe de ejecución de programación y semanalmente se dejaba registro del seguimiento de control en el acta de comité de obra semanal.

**- Actividades de frisos internos y externos:**

Este frente de actividades de frisos requería de un alto número de personal por cada casa, por lo que se tenía programado tener una cuadrilla (3Of-1Ay) que avanzara

ejecutando el friso interior y otra cuadrilla (2Of-1Ay) trabajando paralelamente ejecutando el friso exterior sobre andamios, sumado a que los 4 contratistas tenían programados trabajar paralelamente sobre varias casas se insistía al arquitecto director de obra y a la arquitecta residente exigirles a los contratista ingresar y mantener el mínimo de personal requerido por cada casa para cumplir con la ejecución dentro de las duraciones y fechas programadas.

El riesgo de atraso se generó en gran parte por la dificultad del trabajo en sí de frisar las muchísimas caras de vigas descolgadas y bordes de placas generadas por el diseño arquitectónico que requerían frisar cada cara por día dado a que la cuadrilla tenían que esperar a que se secase el mortero para desarmar y armar los parales nuevamente y frisar otra cara, sumado a que a veces se presentaba el retrabajo primero de tener que descacilar la respectiva cara porque tenían exceso de espesor de concreto formado cuando se emplearon los aligeramientos de icopor defectuosos en las fundidas del concreto de las placas, esto genero este retrabajo que no se compensaba muy bien en el pago y que al final de varias veintenas ocurría el descontento de los oficiales que no veían bien remunerado sus días de trabajo sumando las cantidades ejecutadas en metros cuadrados y los frisos lineales que por la cantidad y el tiempo requerido para ejecutarlos no compensaban el dinero recibido, lo que fue desgastando a los oficiales veintena tras veintena situación que se agravaba por el descontento de gran parte del personal con la lejanía de la obra que obligaba a madrugar bastante a los trabajadores que quisieran aprovechar alguna de las 3 rutas de buses gratis que se disponía la obra para subsidiar el transporte o para aquellos trabajadores que se movilizaban en moto igual se encontraban con la demora de registrarse a diario en la entrada del condominio para obtener la autorización de ingreso, por lo que la deserción de los trabajadores que se presentaba después de cada pago dificultad de mantener el alto número de personal en obra y la experticia desarrollada lo que impactaba en el alto rendimiento con el que debían ejecutarse los frisos dadas las duraciones estimadas.

La dirección de obra logra autorizar adicionar a los contratos un rubro de bonificación por cumplimiento para mejorar los ingresos de cada contratista y este a su vez llevara la bonificación al pago de oficiales y ayudantes, lo cual se vio reflejado en la permanencia en obra de los trabajadores.

- **Mortero impermeabilizado sobre placas de cubiertas:**

Se generó el atraso dado a que los 2 contratistas que se disponían en obra para ejecutar los morteros para pisos interiores y los morteros impermeabilizados sobre cubiertas, no se acogían a la planificación de la ejecución de los morteros dentro de cada pareja de casas donde se insistía en tener al interior de cada casa una cuadrilla (1Of-1Ay) para avanzar con los morteros de pisos y paralelamente tener una cuadrilla compartida avanzado sobre las placas de cubiertas ejecutando los morteros impermeabilizados.

Cada vez que se detectaba durante el recorrido de obra esta situación dentro de una pareja de casas donde se venía ejecutando hasta con una sola cuadrilla ambos morteros de pisos, los realces en morteros y los morteros de las escaleras dejando para el final el trabajo de ejecutar los morteros impermeabilizados, por lo que en el comité de obra se exponía ***un análisis de avance triangular*** con el rendimiento que viene desarrollando una sola cuadrilla para proyectar los días en que terminarían los morteros interiores y se dará posible inicio y teniendo en cuenta su duración estimada saber hasta que fechas se están extendiendo estos días de atraso, por lo que teniendo la evidencia de la proyección se hacía un llamado a reaccionar por parte de la arquitecta residente para que exigiera a los contratistas el ingreso y la permanencia en obra de las cuadrillas suficientes para cubrir el avance en paralelo y lograr cumplir con la ejecución dentro de las duraciones programadas.

- **Impermeabilización de las placas de cubiertas, de las terrazas bbq y de los balcones :**

Teniendo en cuenta el atraso acumulado en la ejecución de los morteros impermeabilizados de las placas de cubierta por el bajo rendimiento dado las pocas cuadrillas que se tenían en obra las cuales no habían abierto campo suficiente de trabajo que ameritara tener en obra las 2 cuadrillas (3 Oficial/cuad) que se planificaron tener para cubrir la ejecución de las impermeabilizaciones en paralelo sobre 2 cubiertas de pareja de casas (Trabajando en paralelo en 4 casas según programación) el único contratista a todo costo a cargo de ejecutar las impermeabilizaciones inicio con una sola cuadrilla de 3 impermeabilizadores sobre las casas 1-2, y se fue en serie ejecutando las siguientes 5 parejas de casas donde le iban garantizando campo despejado de escombros, acopio de materiales o formaletas, pero que a la postre solo se tradujo en un rendimiento por debajo de lo programado que evidenciaba afectación a los inicios de la instalación de las lámina del cielo raso en varias casas sin impermeabilizar y cuyas fechas se aproximaban a cumplir.

Es por esto que en un comité de obra se hizo un llamado a reaccionar al grupo de Dirección de obra con base en lo visto en el recorrido de obra donde se evidenciaba un buen avance con los morteros impermeabilizados logrado por la reacción durante varias semanas de los contratistas de pisos y morteros, por lo que teniendo en cuenta que ya había campo de trabajo garantizado para convencer al contratista, se exponía **un análisis de avance triangular** con el rendimiento que viene desarrollando la única cuadrilla para proyectar los días en que terminarían de ejecutar el grupo de las cubiertas que ya se tenían listas para impermeabilizar, ante tal riesgo de llegar a aumentar el atraso se logra convencer al único contratista de implementar la otra cuadrilla y disponer de 6 oficiales impermeabilizadores que a partir de su ingreso cumplieran con el rendimiento planificado en la Línea Base inicial.

- **Pega del enchape exterior de fachada en piedra tunguragua:**

Esta actividad de la pega de piedras tunguragua de fachada alrededor de toda la casa que en gran parte se ejecutaba sobre andamios, trabajo en altura cuyo rendimiento de pega lo hacía más dispendioso, se tenía claro que no se podía descuidar el avance programado de esta actividad que daba campo de trabajo a los instaladores de la ventanería y los instaladores de las barandas de los balcones y terrazas, así como a los pintores de fachada, por lo que se exigía continuamente a los 2 contratistas a cargo de la pega de estos enchapes mantener las cuadrillas (2Of-1Ay) completas en cada casa avanzando en paralelo.

El riesgo de atraso se generó porque los contratistas no lograban mantener un buen número de oficiales que llegaran a terminar completo la pega de los enchapes de fachada, lastimosamente iban dejando muchos pendientes que afectaron de cierta forma el inicio o avance de otras cuadrillas. Como se viene comentando en los comités de obra por parte del ingeniero programador el cual se basaba en su recorrido de obra y respectivo avance real estimado este hacia el llamado a reaccionar presionando a los contratistas retomar los frentes ingresando más personal, así mismo se dejaban escritos en el acta de comité de obra los compromisos por cumplir tanto de la gestión del grupo de dirección de obra como por parte de los contratistas comprometerlos a recuperar los frentes atrasados y retomar el avance continuo en paralelo según la exigencia del rendimiento programado a cumplir según las duraciones de la Línea Base.

- **Actividades de Plomería en general dentro las Casas, instalación de tramos de tuberías, de válvulas y accesorios, de los aparatos sanitarios y reparaciones por ejecutar:**

La obra Casas solo tenía un contratista de mano de obra a cargo de ejecutar todo los trabajos de plomería relacionados con las instalaciones dentro de las 38 casas, portería, salón social, piscinas así como todos los tramos de las redes del urbanismo

y conexiones de entrada y salida del tanque de almacenamiento y acometida general. La realidad era que tenía contratada demasiadas actividades de construcción por lo que debía mantener un buen número de personal obra para cubrir las necesidades de avance en todos los frentes de la obra por lo que el nivel de impacto que tenía este contratista era alto teniendo en cuenta la importancia del avance de las actividades de plomería para dar campo a otras cuadrilla.

Lastimosamente durante el transcurso de los meses de la ejecución en obra se fueron acumulando varios retrabajos por hacer para corregir puntos mal ubicados por error de interpretación del diseño, varias reparaciones tediosas por corregir, ejecutar las actividades de plomería programadas dentro de las casas, en fin dar soporte y apoyo a la puesta a punto de la redes hidrosanitarias y funcionamiento de los aparatos y griferías de cada casa para la entrega de las mismas, por lo que se le insistía seguidamente al ingeniero residente a cargo de este contratista presionarlo y motivarlo a ingresar nuevo personal, a no descuidar frentes que no lograba terminar, a ejecutar con calidad porque se estaban presentando muchas reparaciones, lo que demandaba bastante supervisión de obra para ir solventando las necesidades de ejecución más urgentes.

Fueron muchos los inconvenientes que afectaban el normal desempeño de estos frentes de actividades de plomería que fueron acumulando atraso y acumulando trabajo productivo por ejecutar, sumado a la problemática en los últimos meses de permanencia del único contratista de plomería presentaba problemas de solvencia económica para cubrir los pagos de seguridad social oportunamente y llegaba el día en se dejaba por fuera de la obra a su personal, este contratista siguió con problemas económicos, problemas por mala calidad de sus trabajo y problemas de baja productividad, en fin llevaron al contratista a renunciar a ejecutar los contratos y se da su salida de la obra, dejando a la dirección de obra con una enorme

necesidad de cubrir estos frentes y terminar de ejecutar completamente los trabajos dentro de las 38 casas.

Esta situación crítica se presentó por la permisividad del ingeniero residente al no acatar las recomendaciones expuestas en los informes las cuales se hicieron permanentes pues al no presionar al contratista para que se ajustara a las duraciones e hiciera entregara de las actividades en las fechas programadas acumulo demasiado trabajo que a la larga recuperarlo con poco personal de plomería se hizo critico el avance de varias cuadrillas como los enchapadores de la cerámica de baños o los carpinteros de muebles de baños.

**- Detallado de la carpintería en madera de puertas, guardarropas y muebles:**

Teniendo en cuenta que el único contratista al que se le adjudico toda la carpintería en madera venia cumpliendo con la ejecución del suministro e instalación de las de puertas de habitaciones y de baños, de la instalación de los muebles de guardarropas, muebles del star tv y muebles de cuarto de lavado y servicios dentro de las casas donde se le abrió campo, este contratista obtuvo un buen avance y llego a tener bastante carpintería instalada por limpiar y detallar para obtener el recibido de obra para lo cual dispuso de una cuadrilla de 2 oficiales detalladores.

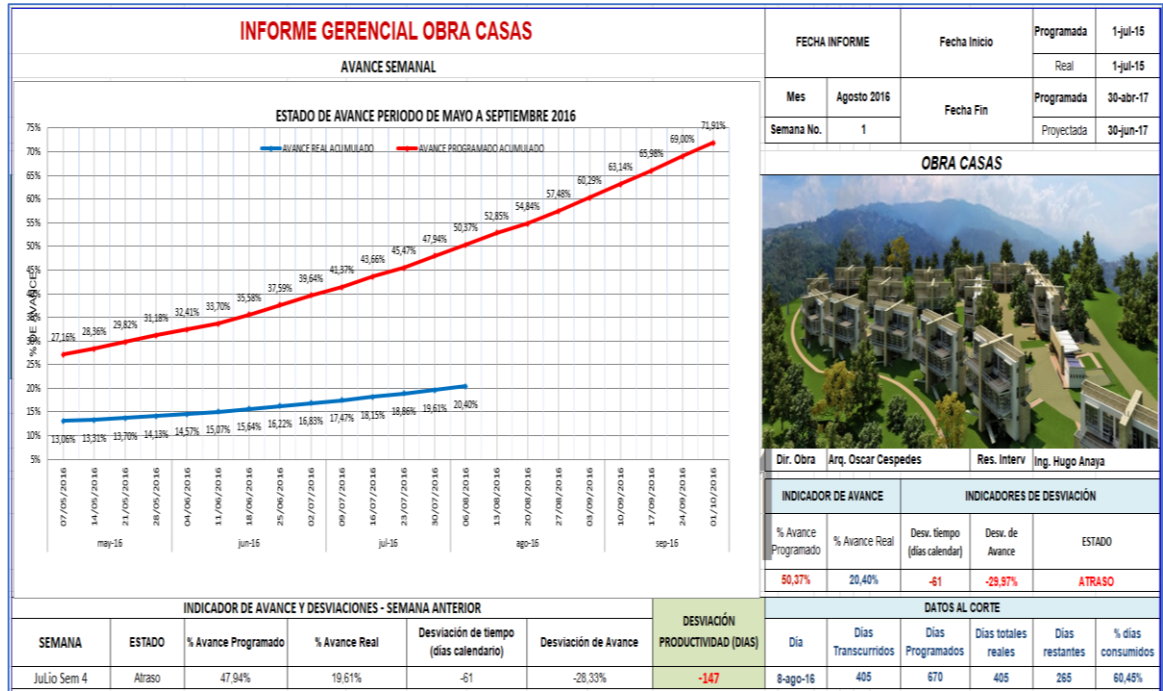
La obra al tener que exigirse con un buen avance de las limpiezas detalladas para entrar a ejecutar los últimos retoques de detalles para lograr la entrega de los inmuebles se encontró con la situación del bajo rendimiento de los 2 oficiales para recibirles la carpintería totalmente detallada y limpia de cada casa, por lo que se le insistió al contratistas de reaccionar lo más pronto posible y hacer ingreso de otros 2 oficiales detalladores, lo cual tomo par de semanas tener mayor personal detallando la carpintería en madera y lograr ir recibiendo a satisfacción.

#### **4.2.6 Control del proceso de cambio del cronograma llevado a cabo en la obra de las casas.**

Todo proyecto tiene límites permisivos de desviación respecto al **% de avance programado** por alcanzar a medida que transcurre el tiempo de ejecución de este para así llegar a analizar y tomar medidas correctivas como es una reprogramación de las fechas de inicio y finalización, así como replantear el orden de los entregables e hitos importantes por cumplir.

Para la situación de la obra teniendo en cuenta que el cronograma de la obra de las Casas tenía un inicio programado para el 1º de Julio de 2015 el cual fue la fecha adoptada como inicio real y que transcurrido un 1 año de ejecución real de la obra se tenían unos indicadores de avance muy desalentadores pues el **% avance programado acumulado** a cumplir hacia el 6 de Agosto de 2016 era de un **50.37%** muy distante del **% avance real acumulado** logrado a esa fecha que llegaba a un **20.40%**, lo que reflejaba que se había dejado de cumplir con la ejecución de más de la mitad de las actividades programadas en las fechas del cronograma y el atraso proyectado por el software (61 días calendario) ya era bastante considerable, situación que ameritaba sentarse a reconsiderar reprogramar las fechas de inicio y fin que ya se habían incumplido lo que implicaba correr las fechas de entrega de las casas para acomodarse a las nuevas fechas de la secuencia constructiva.

**Figura 20. Gráfica de avance real y avance programado a partir de la Línea Base inicial para el 6 de Agosto de 2016. Antes de generar el cambio de Línea Base.**



**Fuente. Archivos digitales de la obra. Material Excel del Ingeniero Programador.**

Se planteó 1 mes después la necesidad de reprogramar la obra debido a la enorme desviación de avance por ejecutarse y el trabajo real que esto implicaba sin tener la forma de reaccionar significativamente para de recuperar los días de atraso intensificando el trabajo, por lo que se planteó reprogramar todos los frentes de actividades que estaban atrasados y podenerlos nuevamente en un contexto del calendario donde se tuvieran nuevas fechas del cronograma que realmente se pudieran cumplir. No está bien visto que se proceda a cambiar la fecha de terminación del proyecto y se acomoden nuevamente las fechas de inicio y fin pero era la única alternativa dado el enorme atraso que ya se tenía acumulado.

Procede entonces el ingeniero director de proyectos a autorizar el cambio de cronograma sin cambiar la concepción de la planificación inicial de ejecutar la mayoría de actividades importantes en paralelo dentro de cada pareja de casas, se

entendía que la disponibilidad de personal en obra debía lograr incrementarse por encima del registro histórico de los meses anteriores para poder ver una mejoría en los indicadores de productividad, pues se insistía que este indicador debía estar muy por encima de lo logrado anteriormente si se quería terminar la obra en los meses proyectados dentro de la nueva Línea Base a programar.

### **Aprobación de los cambios en las fechas de entrega de las Casas y cambio de fecha de finalización del proyecto:**

Partiendo que no se cambió la planificación inicial pues se mantuvo la idea de poder avanzar paralelamente sobre cada pareja de casas en las actividades críticas (bajo rendimiento) y compartiendo las cuadrillas para ejecutar en serie otras actividades con mayor rendimiento, pero en si la idea inicial se mantuvo de tener muchos frentes de actividades programados en fechas iguales o cercanas que soportaban la alta demanda de personal en obra para lograr alcanzar un buen **% de avance completado real mensual**, se insistía en la alta exigencia de productividad semanal a desarrollar por lo que lo ideal era haber desplazado el alcance de la duración de la obra más meses para disminuir la alta exigencia de productividad mensual en un número mayor de semanas y así tener un número de personal en obra que seguía siendo alto pero que iba a poder alcanzar una productividad más acorde al registro histórico de la ejecución real de la obra.

Lastimosamente el Director de Obra se rigió por la última fecha proyectada en los informes de avance de programación (30 de Junio de 2017) para establecer esta fecha como la fecha de finalización de la nueva programación y se basó en el avance real alcanzado de las Casas a la fecha para establecer otra estrategia y un nuevo orden de entrega de las Casas. El equipo de dirección de obra no profundizo mucho en el análisis de otros escenarios con fechas de programación más corridas y se mantuvo en la idea de lograr recuperar tiempo en las fases finales de limpieza y detallado de resanes pues lo ideal era no evidenciar una fecha muy desplazada

ante la presidencia de la empresa que era la que al final daba el visto bueno del nuevo cronograma de entrega de las Casas. La presidencia de la empresa insistía en mantener los plazos de duración planificados inicialmente ya que en presupuesto se tenía programado los costos administrativos por meses pues se entendía que mayor meses de permanencia en obra del personal administrativo y demás costos administrativos mensuales iban a impactar directamente a la utilidad de la obra si estos excedían el costo presupuestado, además el mayor interés de la presidencia de la empresa en cumplir con las entregas a los clientes para recibir el desembolso total del costo del inmueble.

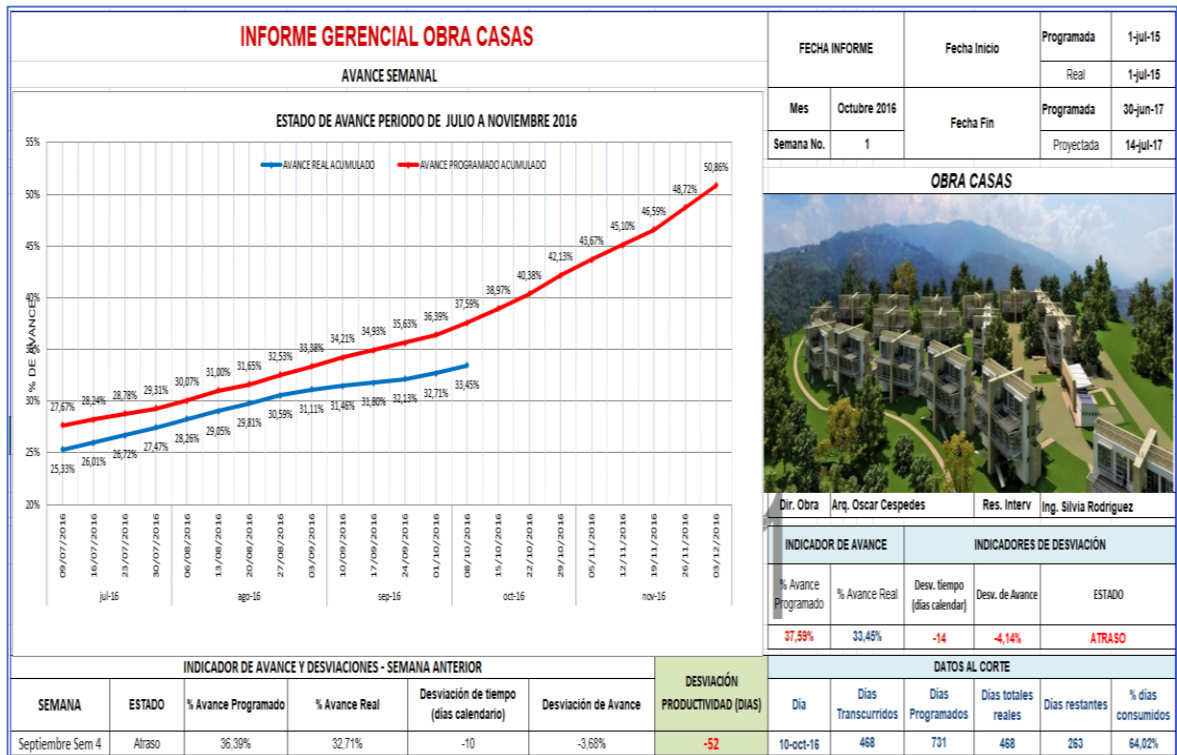
A partir de la entrega al director de obra del cambio de modelo de programación y respectiva reprogramación de fechas del cronograma de obra según sus lineamientos para cumplir con un nuevo orden de entrega de las casas, el director de obra procedió a socializar con la alta gerencia y presidencia de la empresa las nuevas fechas y secuencia de entrega de las casas y se legalizo la entrega por parte de la obra de nuevo presupuesto (Codificación de la EDT/WBS) y del nuevo cronograma de obra, teniendo en cuenta las exigencias de las nuevas políticas de la empresa respecto a la implementación del uso del nuevo sistema de información para el manejo de los costos y la contabilidad en las obras el cual requería alimentar ciertas fechas de inicio y fin para las actividades del nuevo presupuesto a partir de nuevas fechas reprogramadas que se acoplaran a la realidad del calendario.

Se hizo entrega a los ingenieros residentes y arquitecta residente de los archivos del nuevo cronograma y sus fechas de ejecución a controlar para que se cumplan con los inicios y finales de las actividades lo más cercano posible, estos archivos tanto de Microsoft Project y Microsoft Excel se les entregaba para que se guiaran al planificar la ejecución semanal de las actividades por cada contratista en su formato PAS (Plan de Actividades Semanales), se insistía en la obligación de cumplir con la planificación para dimensionar las cuadrillas que se deberían tener en obra para

alcanzar una productividad mensual bastante alta que era lo que demandaba el modelo y sus duraciones programadas.

Se procedió por parte del Ingeniero Programador de Obra a hacer seguimiento y control a este nuevo modelo de programación, cuyo archivo de programación tuvo que actualizar y acomodar las fechas de inicio y fin; este retrabajo de volver a alimentar las fechas para las actividades de la nueva EDT/WBS se facilitó en el subcapítulo del Urbanismo ya que gran parte de las actividades programadas inicialmente ya se habían ejecutado por lo que se conservó esta misma estructura EDT y se agregaron los cambios necesarios para las actividades de acabados para la portería y el salón social, para la mayoría de las actividades de las casas se tuvieron que acomodar las fechas de inicio y fin según el registro histórico del modelo anterior, para retomar la secuencia de fechas reales de ejecución.

**Figura 21. Gráfica de avance real y avance programado a partir de la nueva Línea Base para el 10 de Octubre de 2016.**



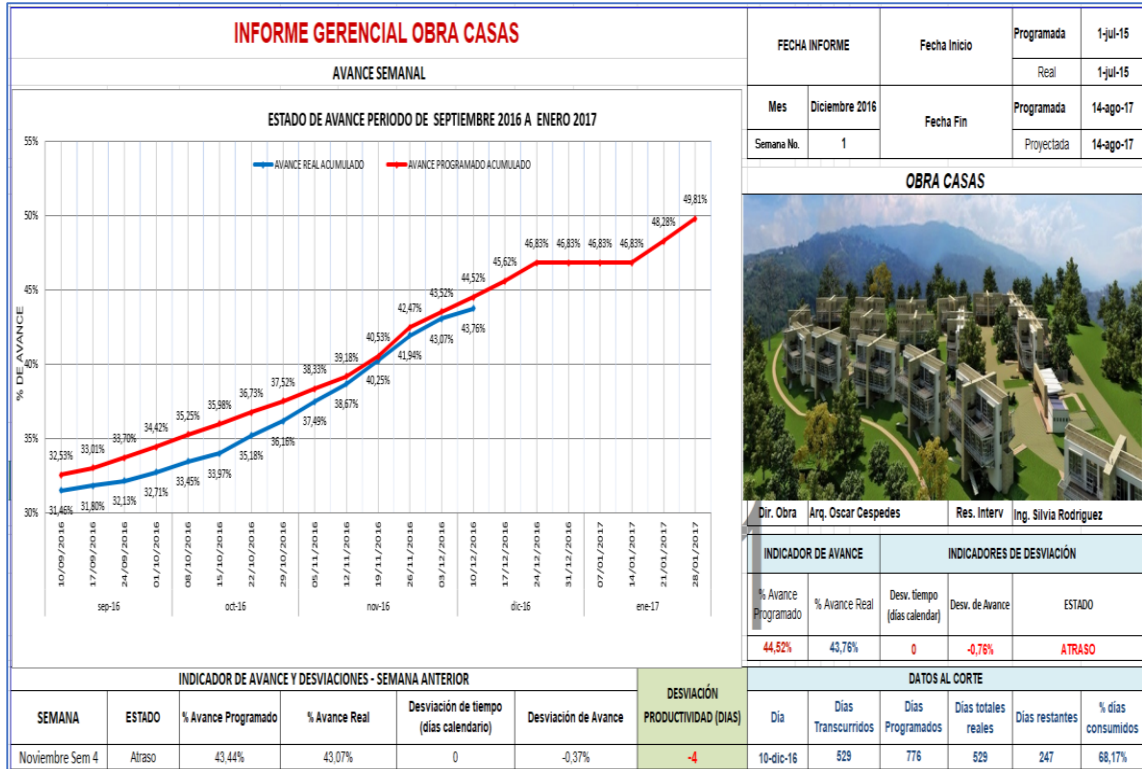
Fuente. Archivos digitales de la obra. Material Excel del Ingeniero Programador.

Es como se inicia la presentación de las nuevas gráficas de la nueva Línea Base y nueva fecha programada de finalización para el informe de avance de ejecución y como comparativo para estimar la desviación en % de avance por ejecutar y desviación en tiempo, siendo el archivo de modelo de programación que se mantuvo controlando durante largo tiempo hasta llegar a incumplirse con la terminación de la obra hacia el 30 de Junio de 2017.

A nivel del equipo de profesionales de la empresa que estaba trabajando para implementar el nuevo software ERP para la obra Casas, empiezan a montar la codificación y respectiva EDT/WBS, los análisis de pecios unitarios, fechas de inicio y fin según el nuevo cronograma entregado para hacer las pruebas respectivas de funcionamiento, hacer los correctivos necesarios de la plataforma para que se reconozca la información actualizada, en fin inician pruebas para que a su vez los ingenieros residentes vayan aprendiendo las herramientas del nuevo software.

Como la presidencia de la empresa aplazo la salida en vivo de la nueva herramienta de sistemas de planificación de recursos empresariales ERP para el inicio del año 2017 se le dio la oportunidad a la obra para que ajustara la reprogramación de los frentes de actividades y las fechas de entrega de las casas para actualizar el Plan Calidad con un nuevo cronograma y una nueva **Línea Base** presentada hacia diciembre y nuevamente socializada con el director de Proyectos y la alta gerencia en los respectivos comités que asistía el director de obra informando del cambio definitivo del cronograma que va a soportar las fechas para el funcionamiento del nuevo software ERP, siendo muy importante la entrega ante la presidencia el orden de entrega de las casas y sus fechas de entrega ante la gerencia de administración inmobiliaria, pues ante la alta gerencia se debía tener claramente informado las fechas de entrega a las que se comprometía cumplir la obra y así la presidencia aprobara las fechas para que se manejara la misma información de posibles entregas respecto al cliente y análisis de proyecciones financieras.

Figura 22. Gráfica de avance real y avance programado para el 10 de Diciembre de 2016, se cambia de nuevo la Línea Base



Fuente. Archivos digitales de la obra. Material Excel del Ingeniero Programador.

#### 4.2.7 Presentación de modelo de programación mejorado para llevar un control del cronograma más práctico.

Como parte fundamental de este texto se pretende plantear una mejoría al modelo de programación con base en el marco teórico de la guía para la dirección de proyectos PMBOK, donde se resalta la importancia de implementar una **línea base para la medición del desempeño del proyecto** a partir de una codificación común (**paquetes de trabajo**) entre el presupuesto y la programación del cronograma que agrupara dentro de esta estructura desagregada del trabajo **EDT/WBS** las bases

para aplicar el método de análisis de valor ganado (Técnicas EVM para análisis de indicadores clave de desempeño KPIs).

Se busca motivar para futuras programaciones de obra encaminar la elaboración de la jerarquía de la estructura de actividades tener un enfoque para que la información del cronograma se pueda emplear útilmente en el desarrollo del Método del Valor Ganado y la medición de sus métricas. Es por esto que se genera un cambio en la EDT/WBS con más tareas resumen o paquetes de trabajo para acoplarla a la estructura del presupuesto y así comparar los datos de ejecución.

Este nuevo modelo de programación organizado con un mayor número de tareas resumen o paquetes de trabajo que agrupaban mejor la información pero con menor número de actividades por controlar haciendo más práctico el seguimiento y control, se sugiriera como posible cambio este nuevo modelo más acorde a las buenas prácticas de la gerencia de proyectos.

Se anexa el archivo PDF del nuevo modelo de programación, donde se el mayor cambio significativo está en la lista de actividades de cada casa, pues en el modelo inicial de programación para cada casa se tenían 204 actividades programadas por controlar, en este nuevo modelo se presentan 179 actividades programadas las cuales están agrupadas en un mayor número de paquetes de trabajo o tareas resumen.

### **Anexo C. Archivo PROJECT del Modelo de Programación mejorado con una EDT/WBS más práctica para hacer el seguimiento y control del cronograma.**

“Los anexos están adjuntos en el CD y puede visualizarlos en base de datos de la biblioteca UIS”

### 4.3 LECCIONES APRENDIDAS DURANTE EL PROCESO DE CONTROL Y SEGUIMIENTO DE LA PROGRAMACIÓN

- **La difícil situación de no poder continuar actualizando semanalmente el modelo de la programación por la gran cantidad de actividades que controlar que sobrecarga de trabajo al Ingeniero programador de obra.**

Trabajar con un modelo de programación tan extenso por lo grande de la obra la cual venía ejecutando paralelamente muchas actividades que demandaron bastante trabajo de gestión de información haciendo muy extenso el tiempo de trabajo al consultar tantas fechas de inicio y fin de actividades en formatos de ejecución para obtener para analizar cómo distribuir semanalmente el % de avance completado de cada actividad lo que volvió muy largo el ejercicio de organizar el archivo de **Excel de los % de avance completado del corte de avance de obra** y que permitía alimentar la actualización de cada semana del archivo de Project programación y obtener un % avance real acumulado semanal y tener una curva de avance real mejor ajustada. Por lo que consulto con el director de proyectos y el director de obra dejar de hacer este trabajo de organizar y alimentar semanalmente el archivo de Project solo haciéndose para el periodo de corte, y se analizaba según el número de personal en obra para cada semana la tendencia de distribución del avance real acumulado a la fecha de corte de avance.

Se requiere propiciar a nivel del Director de obra una política y un ambiente de total apoyo por parte de los ingenieros y arquitectos residentes para recopilar lo más detallado posible las **fechas de inicio y fechas de finalización**, así como apoyar la determinación de los **% de avance completado de las actividades** acordando entre todos los integrantes del grupo de dirección el avance de aquellas actividades de difícil medición y con problemas de retrabajos y adecuado recibo de obra que distorsiona el nivel de avance de una actividad. Es primordial que todo director de

obra le dé la importancia que merece tener un acertado control del cronograma de obra, por lo que si el gran tamaño del proyecto recarga de muchísimo trabajo al ingeniero programador de obra se debe brindar el apoyo suficiente para poder conservar el control semanal de actividades importantes o actividades críticas.

Una solución era optimizar la lista de actividades de la EDT/WBS, al tratar de reducir el número de actividades a controlar dado a que una misma actividad se repetía a través de los 3 pisos de cada casa, poder controlar el avance de ejecución de obra siempre y cuando no se callera en el error de generalizar o abarcar mucha obra en una sola actividad. Se insistía en la practicidad para medir o determinar un % de avance completado de las actividades en ejecución dado el gran número de actividades por controlar. Este tema de mejoría es crucial para un buen control cuando hay muchísimas actividades programadas del cronograma y son bastantes las cantidades ejecutadas por medir y controlar, y poder llegar a una medición más acertada por lo que sería de apoyo hacer los cortes de avance de ejecución de obra de la mano de las mediciones de las cantidades de obra para pago a los contratista, buscar un mayor apoyo de los supervisores de obra y profesionales residentes para establecer y organizar este trabajo de repartir semana a semana la intención de trabajo ejecutado para cada actividad llevando evidencia más detallad del avance, y así actualizar el archivo de programación semana a semana.

**- Por desconocimiento al generar la reprogramación de las fechas de inicio y fin de las actividades atrasadas se generó una nueva Línea Base y se procedió cambiar las curvas de la Línea Base programada y la curva de avance real sin dejar evidencia del registro histórico del avance real y la Línea base inicial, y así generar confusiones con la información presentada en las gráficas del informe y la fecha de finalización inicialmente programada.**

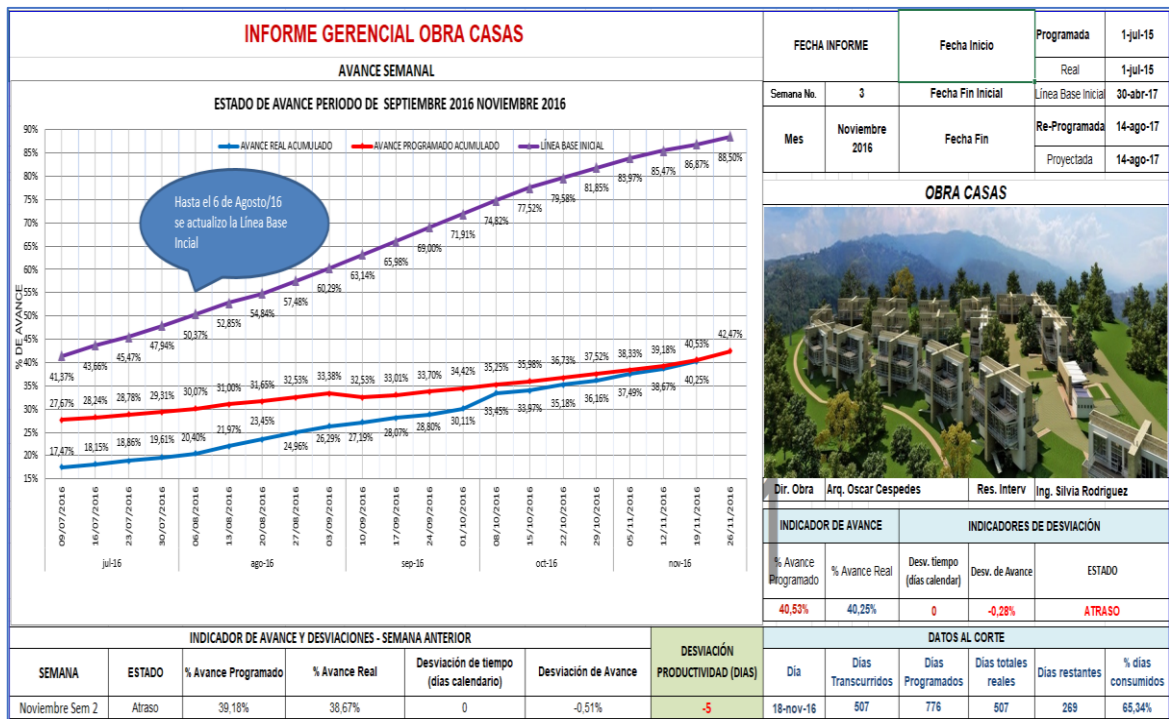
Por parte del Ingeniero Programador de Obra de mayor experiencia de la empresa quien estaba a cargo de supervisar el trabajo del otro ingeniero Programador de obra a cargo de la obra Casas no estuvo de acuerdo de haber cambiado las gráficas de avance acumulado de la Línea Base inicial y haber cambiado la fecha de finalización programada inicial para mostrar la fecha de finalización de la nueva reprogramación y a partir de esta calcular los % de desviación y días de atraso, pues este insistía en que no se podía cambiar la Línea Base inicial, se debía conservar los datos iniciales. Pero qué sentido tenía compararse con fechas y datos obsoletos.

Así mismo el Ingeniero Programador de Obra cometió el error de no conservar el registro histórico que venía mostrando la ejecución real de la Línea Base Inicial con la curva de avance real acumulado, la cual por error se desvirtuó al volver alimentar el nuevo archivo del modelo de programación en el software para los 2 meses anteriores al cambio generado con tal de mostrar la tendencia de la curva según el nuevo modelo, no se debía hacer esto, se debió conservar el avance real acumulado hasta la última fecha en que se empleó el modelo de programación anterior, para luego iniciar a alimentar el nuevo modelo de programación y tratar de ajustar la curva a los datos reales de avance que genere el software.

Teniendo toda la razón de que se debe conservar la Línea Base Inicial para que se evidenciara a lo largo de la duración restante que existió otra programación que apuntaba a otra meta respecto a la fecha de finalización, pues conservar el registro histórico servía de recordatorio para aquellos futuros profesionales que podrían llegar a la empresa, los cuales no se darían por enterados. En fin conservar la Línea Base Inicial así como las fechas programadas inicialmente son de gran importancia para entender la dinámica de la obra y dimensionar los cambios planteados con la nueva Línea Base aprobada.

Es por esto como acción de mejoramiento se plantea mostrar en la gráfica las 3 curvas de avance, así mismo mostrar las fechas programadas y hacer énfasis en qué fecha se da cambio del modelo de programación o a partir de qué fecha se reprograma el cronograma de la obra y se está controlando una nueva Línea Base, pues se insiste en la prioridad de conservar el registro histórico y la tendencia real de ejecución de la Línea Base Inicial.

**Figura 23. Grafica de la propuesta para la presentación del cambio de la Línea Base conservando el registro historico**



Fuente. Archivos digitales de la obra. Material Excel del Ingeniero Programador.

Se recomienda en nuevos proyectos aplicar la guía del PMBOK para desarrollar un adecuado proceso de **Control Integrado de Cambios** para dejar debidamente evidenciado el registro histórico de los cambios solicitados y su aprobación, para así tener el aval de todos los directamente involucrados así como los profesionales interesados en tener conocimiento de los cambios a que se llegó con el proceso y lo más importante tener incorporado un manejo especial al proceso de solicitar y

rechazar cambios que impacten todas las Líneas Bases del plan para la dirección del proyecto.

**- El compromiso y la valoración que le da el Director de obra al seguimiento y control de la programación para motivar un cambio en la filosofía respecto al trabajo en equipo para un mejor acompañamiento y colaboración del grupo de profesionales residentes de obra.**

Uno de los obstáculos que tuvo que enfrentar el Ingeniero Programador de obra fue la poca colaboración por parte del director de obra para exigir a los ingenieros y arquitecta residentes de obra colaboración en la estimación más acertada de los % de avance de obra a partir de las cantidades de obra controladas en los pagos de los contratos, no recibió el Ingeniero Programador mayor colaboración por orden expresa del Directo de Obra que no delego en los ingenieros residentes trabajo alguno de apoyo al seguimiento y control de la programación para no sobrecargar de trabajo a los residentes y que estos se concentraran en sus funciones administrativas de compras y contratación, así como sus funciones de supervisión y ejecución de obra

Si se tenía colaboración para acatar la mayoría de recomendaciones de ejecución de obra dentro de un tiempo aceptable, pero ciertos residentes de obra y también el director de obra eran permisivos con algunos contratistas y no los presionaban para que reaccionaran a tiempo y les permitieron seguir acumulando actividades por ejecutar, las cuales no eran planificadas en el formato PAS (Planificación de Actividades Semanales) por falta de personal y cuadrillas suficientes para cubrir los frentes atrasados. El mayor problema no de tener una reacción oportuna en frentes de actividades críticas por falta de interés de los profesionales de la obra para no perjudicar a ciertos contratistas llevaría a afectar el avance de otros contratistas más aplicados. Fomentar esta permisividad llevo a generar grandes atrasos y sumado a

otras problemáticas de tipo financiero agravaron la situación cuando se requería una reacción oportuna como fue el caso con la Plomería y la Pintura.

La lección aprendida deja entrever que esta situación al interior del grupo de dirección de obra se dio realmente por falta de mayor entendimiento del alcance de trabajar con una programación tan extensa la cual requería del apoyo de todo el grupo de trabajo para asegurar su cumplimiento. Un director de obra debe entender que esta modelación de los tiempos de ejecución es un trabajo muy serio que demanda una especial atención y no simplemente delegar en el Ingeniero Programador para que este cumpla con sus informes sin que haya una mayor trascendencia con los temas de productividad y análisis de la ruta crítica.

**- La importancia de hacer seguimiento y control a la organización de los trabajadores de cada contratista, escuchar y entender sus realidades y experiencias dentro de la obra para mejorar sus condiciones de productividad ante las diversas dificultades propias del oficio y lograr evitar la deserción de este personal manteniendo la continuidad de las cuadrillas y su experticia alcanzada, así mismo dar garantías financieras a los contratistas para ir aumentando el número de trabajadores y dar un salto en los indicadores de avance real de ejecución y productividad.**

Cuando varios meses antes de la dirección del proyecto se enfrenta a la fecha de finalización de la obra y teniendo en cuenta el respectivo análisis de los indicadores de productividad mensual, se puede deducir que para lograr terminar la obra dentro de los meses subsiguientes ya programados de ejecución se debe crecer en avance real a un mayor rendimiento mensualmente, por lo que se debe planificar muy bien cómo garantizar financieramente el incremento en el flujo de pagos de mayor

personal en obra y mayor despacho de materiales a obra que demandaran mayor facturación mensual.

Es claro que en los proyectos de construcción se hace urgente cumplir con las fechas programadas de finalización para evitar procesos legales por incumplimiento de entrega de la obra, pero es claro que los directivos del proyecto no se pueden engañar cuando los indicadores de desempeño de avance real y productividad demuestran la naturaleza del rendimiento de la obra respecto a su capacidad de contratación de personal y suministro de material para aquellas actividades críticas ya que solo se pueden realizar In Situ, no hay forma de fabricar exteriormente en talleres y agilizar la instalación una vez lleguen a obra los elementos prefabricados. Estos frentes de actividades muy susceptibles al atraso si se presenta retiro continuo de los oficiales y ayudantes cuando estos no ven compensado tanto esfuerzo a nivel salarial al momento del pago por parte del contratista.

El control y seguimiento de las cuadrillas debería ir un poco más allá de controlar la productividad y lograr entender como es la forma de en qué se atienden los oficiales, contra maestros y contratistas a la hora de pagar por las actividades ejecutadas, pues no es justo que el proyecto se vea afectado por la alta deserción de los trabajadores cada vez que hay pago del salario de la veintena. No se quiere con esto imponer precios unitarios a los contratistas y meterse de lleno en la forma de pago entre trabajadores y contratistas, pero si llegar garantizar la continuidad de los buenos trabajadores cada vez que se pague bien por sus trabajos, una vez se aclaren los alcancen de los valores unitarios contratados para hacer las adiciones del caso o recontractar con otras actividades que abarque más obra.

Este tema de la mano de obra calificada dentro de la construcción es importantísimo pues contar con personal de experiencia que ofrezca mejorar calidad y buen rendimiento, pero también dar la oportunidad al personal joven que viene de la mano

aprendiendo mejores prácticas y respectiva experticia, debe ir de la mano con los contratistas de reconocer un buen pago a sus trabajadores, por lo que trabajar en analizar el comportamiento en la obra de los rendimientos, tiempos productivos, tiempos muertos, en fin estudiar el desempeño de la productividad de las actividades a nivel del pago del valor unitario contratado es vital para evitar posibles diferencias con los contratistas cuando a estos no les esté yendo bien financieramente y se traduzca en deserción de su personal.

## 5. CONCLUSIONES

Poder desarrollar otro criterio profesional respecto a la forma de ver como tradicionalmente las empresas vienen trabajando en sus procesos de planeación de los cronogramas, el desarrollo de los modelos de programación, el control y actualización de las programaciones y la utilidad que esperan obtener de los indicadores de cumplimiento, me muestra un interesante campo de acción para implementar la filosofía organizativa de la gestión de la información, generar mayor experticia en la aplicación de las técnicas y herramientas que sugiere la guía para dirección de proyectos y poder darle un trato más especializado a los cronogramas de proyecto y formalizar mejor los trabajos administrativos en las obras. Se debe motivar al interior de las empresas robustecer sus políticas para brindar mayor apoyo a los procesos de desarrollar y controlar los cronogramas, así mismo mejorar el ambiente interno para que se le dé más importancia a los cronogramas y su cumplimiento.

En la etapa inicial de planeación de los proyectos de construcción es primordial involucrar a todos los responsables e interesados en la gestión de la información que cumplan con la entrega de esta lo mejor detallada posible para complementar bien los análisis y estudio de los planes de gestión del alcance, la gestión de costos y la planificación de cronogramas buscando facilitar la interpretación y el avance en la estructuración de las respectivas Líneas Base.

Se requiere exigir un gran compromiso encabeza del director de obra dentro de los grupos de trabajo de dirección de proyectos de construcción y respectivos profesionales para llevar a cabo un destacado trabajo de planeación de la lista de actividades de la EDT/WBS buscando facilitar el seguimiento y control de los cronogramas pues es fundamental desarrollar el modelo más practico posible, es muy importante lograr evidenciar la estimación clara de las duraciones de las

actividades, dejar evidencia de los recursos y sus rendimientos tenidos en cuenta para estos cálculos, y poder consultar como mínimo el texto de los atributos de cada actividad para tener una idea de cómo se va a controlar la actividad.

Durante el desarrollo de los modelos de programación basados en el uso de las herramientas de software PMIS como Microsoft Project se debe lograr dar un manejo a un nivel más especializado para implantar la asignación de recursos de trabajo y aprovechar la herramienta que puede detectar la sobreasignación de las cuadrillas o equipos de construcción en determinadas fechas, lo ideal es desarrollar un mejor análisis de la manera de optimizar el uso planificado se estos a través de la nivelación de recursos o la estabilización de recursos, lo cual me permitirá obtener para las actividades fechas de inicio y fin debidamente ajustadas con mayor certeza de poder ejecutarlas sin restricciones por falta de mano de obra o maquinaria especializada haciendo uso de los calendarios de recursos. Entender que estas herramientas de software son un enorme apoyo durante la planeación de los cronogramas pues permite hacer simulaciones para evaluar diferentes escenarios de ejecución o hacer análisis modelando otros escenarios con mayor intensificación del trabajo que muestren fechas más cercanas y donde una correcta planificación llegue a dar resultados aceptables que permitan a los proyectos mantenerse dentro de las fechas del cronograma inicial y cumpliendo sin mayores contratiempos con la Línea Base programada modelar una buena programación facilitara la ejecución del proyecto y mostrara unos indicadores de cumplimiento con bajas desviaciones.

Como directores de obra o como profesionales de los grupos de dirección de proyectos se debe motivar un cambio de filosofía respecto a la forma de participación en el seguimiento y control de los cronogramas de obra llevados a cabo durante el transcurso de la obra, pues se debe generar mayor interés y participación en hacer el seguimiento a los rendimientos reales desarrollados en la ejecución de las actividades, se debe controlar el número del personal en obra y la

distribución de cuadrillas involucrando más a los contratistas de la obra en la interpretación de las programaciones de obra y la importancia de su participación en el control y en el cumplimiento de las fechas programadas por lo que llevar a cabo un constante control de las cuadrillas y su continuidad garantizara un normal desarrollo la obra y se mantendrá la experticia generada por las cuadrillas lo que mantendrá los rendimientos o puede llegar a mejorarlos.

Lograr llevar a cabo un seguimiento y control de los cronogramas de obra soportado en un acertado trabajo que evidencie la validez de los cálculos efectuados para estimar el % de avance completado de cada actividad en ejecución organizando el avance semana a semana, así como la validez de los datos de las fechas de inicio y fin correctamente establecidas que permitan actualizar el respectivo archivo de programación semanalmente nos permite hacer análisis más acertados del comportamiento de la productividad de los diferentes frentes de actividades, hacer un control más detallado permite que el profesional a cargo de manejar el software de programación llegar a proyecciones mucho más acertadas y hablar con mayor confianza de los problemas suscitados de la ejecución real y plantear acciones de mejora más acorde con la capacidad real de reacción del proyecto, pues a veces no se puede simplemente exigir el cumplimiento de los cronogramas de obra como si fueran camisas de fuerza que obligan la obra a cumplir o cumplir generando conflictos, se requiere entonces llevar un seguimiento y control muy acertado para convencerse de proceder correctamente cuando haya que cambiar la planeación inicial y reprogramar el cronograma, pues dilatar este tipo de toma de decisiones puede castigar a la obra cuando se pretenda reaccionar y ponerse metas de difícil cumplimiento para ver reflejado en mejores indicadores de avance y mejoría en las fechas proyectadas de finalización de las ruta crítica.

A partir de los informes de avance de ejecución y el análisis de sus indicadores de cumplimiento, así como las discusiones dadas durante varios comités de obra y

reuniones con la alta gerencia alrededor de los valores de desviaciones y atrasos en días por recuperar, la alta gerencia de las empresas deben dar más credibilidad a las proyecciones hechas para reaccionar con mayor prontitud y apoyar procesos para realizar cambios fundamentales que lleven a reales mejorías de los indicadores de productividad y cumplimiento. Es fundamental plantear acertadas solicitudes de cambio fundamentadas en los costos del presupuesto y la respectiva contratación para poder tener total apoyo y rápida aprobación para lograr recuperaciones significativas en periodos razonables de tiempo. Plantear muy bien el impacto de los cambios respecto al cumplimiento de las reprogramaciones hechas a los cronogramas debe ser un trabajo acertado pues los proyectos no deben caer en disfrazar su mala gestión de dirección y ejecución real en obra reprogramando continuamente las fechas a cumplir, sin importar si realmente pueden llegar a cumplir con las nuevas metas. No se debe permitir continuar engañados disimulando el trabajo de recuperar los atrasos con nuevas fechas cada vez que no se lleguen a cumplir.

Especializarse en la dirección de proyectos de construcción y el respectivo manejo administrativo basado en las actuales herramientas y técnicas para la dirección de proyectos como lo indica la guía PMBOK demuestra que existe un mejor enfoque profesional para encarar la planificación, seguimiento y control de los proyectos que exigen un gran trabajo de gestión de la información, motivan a generar aprendizaje y continuo uso de metodologías de análisis y empleo de herramientas de software que lleven a una notable experticia en el desenvolvimiento profesional y en la credibilidad del carácter de un profesional especialista.

## 6. RECOMENDACIONES

Es de gran apoyo poder acceder a la guía para la dirección de proyectos PMBOK para consultar el marco teórico desarrollado por la experticia de buenos profesionales a través de los años de grandes aportes en el campo de la administración de proyectos, donde se encuentra una metodología interesante de gestionar las fases de los proyectos, los diferentes planes de gestión y líneas bases por desarrollar y controlar, estos textos especializados inculcan toda una cultura que motiva desarrollar con mayor formalidad los procesos de gestión de la dirección de proyectos.

Desarrollar un completo Plan para la Dirección del Proyecto debidamente soportado con la mayoría de planes de gestión sugeridos por la guía PMBOK y teniendo claro el alcance del seguimiento y control a ejecutar para dar cumplimiento a las diferentes Líneas Bases planteadas y así garantizar estar dentro de los indicadores y métricas de desempeño durante la duración de la obra o proyecto de construcción validando la acertada dirección del proyecto.

Para los profesionales dedicados a la administración de proyectos de construcción es fundamental desarrollar experticia en el empleo de herramientas de software para la dirección de proyectos que permitan modelar las programaciones de obra basados en la implementación de las técnicas de análisis de datos como el método de la ruta crítica, la optimización de recursos y técnicas de modelación de escenarios para optimizar las fechas programadas de los cronogramas. Es por esto que un buen profesional de la administración de obra debe dedicar tiempo en estudiar y practicar el uso de herramientas de software como Microsoft Project y mejorar su experticia en el empleo de las técnicas sugeridas por la guía de la

dirección de proyectos y llegar a ser un buen líder que dirija con éxito el cumplimiento de la planificación de los cronogramas de obra.

Para llevar a cabo un buen trabajo de control del cronograma de obra es fundamental que el ingeniero programador cumpla con un detallado recorrido de obra donde pueda preguntar abiertamente a los contra maestros y oficiales de obra el desarrollo de la mayoría de actividades importantes y las dificultades que se han presentado sobre todo en los frentes con actividades críticas, un buen recorrido de obra le da la capacidad de analizar y proponer mejores recomendaciones de ejecución. Se recomienda ser prácticos en los recorridos pero hay que dedicarle tiempo a charlar con los directos ejecutores de la mano de obra y entender a partir de otra visión como se viene mejorando o afectando la productividad y si realmente se están tomando los correctivos recomendados. No se trata de criticar la gestión de los residentes de obra y del director de obra, pero si hay que ser muy insistente en reaccionar ante atrasos continuos o prolongados y no dilatar más las falencias en el entorno de la productividad de la obra.

En cada proyecto de construcción siempre se tendrá la oportunidad de trabajar alrededor de un cronograma de obra con cierto nivel de responsabilidad en los procesos de planificación, desarrollo y/o seguimiento y control, por lo que se recomienda aprovechar los ambientes laborales para crecer y madurar nuestras capacidades profesionales apoyándonos mejor de apoyar al grupo de trabajo en cumplir con las planificaciones, mejorar nuestros aportes en las discusiones en torno al comportamiento de los proyectos e incentivar el compromiso de todos los integrantes del grupo de dirección del proyecto en el cumplimiento de los entregables y metas, para así ganar una buena imagen dentro de las empresas.

El deseo de mejorar como profesionales y tener la iniciativa de cursar especializaciones de gerencia de proyectos que motiven a encarar el trabajo administrativo dentro de los proyectos de construcción con actuales herramientas y mejoradas técnicas que lleven al profesional a hablar en otro tipo de jerga y con mayor fluidez la información, realmente hace destacable el aporte que un profesional con carácter de especialista pueda llegar a generar en los proyectos en que llegue a participar.

## **BIBLIOGRAFÍA**

PROJECT MANAGMENT INSTITUTE, Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK). Sexta edición, Newtown Square, Pensilvania EE.UU, Project Managment Institute, 2017.

## **ANEXOS**

**Anexo A.:** Archivo PROJECT del Modelo de Programación Línea Base Inicial.

**Anexo B.:** Archivo PDF del Modelo de Informe de avance de cumplimiento de la Programación presentado en la OBRA CASAS.

**Anexo C.:** Archivo PROJECT del Modelo de Programación mejorado con una EDT/WBS más práctica para hacer el seguimiento y control del cronograma.