

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NUCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL



“DESARROLLO DEL PROGRAMA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO URBANÍSTICO “CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL EN EL MUNICIPIO ARAGUA - DISTRITO SOCIAL ANACO (GRUPO A)”, UBICADO EN EL ESTADO ANZOÁTEGUI, DE ACUERDO AL MÉTODO PERT-CPM.”

**REALIZADO POR:
Suniaga Álvarez, Ricardo Daniel**

Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al Título de:
Ingeniero Civil

Barcelona, Febrero de 2010

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NUCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL



“DESARROLLO DEL PROGRAMA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO URBANÍSTICO “CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL EN EL MUNICIPIO ARAGUA - DISTRITO SOCIAL ANACO (GRUPO A)”, UBICADO EN EL ESTADO ANZOÁTEGUI, DE ACUERDO AL MÉTODO PERT-CPM.”

JURADO CALIFICADOR:

Ing. Luisa Torres
Asesor Académico

Ing. Francelia Araujo
Jurado Principal

Ing. María Ramírez
Jurado Principal

Barcelona, Febrero de 2010

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NUCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL



“DESARROLLO DEL PROGRAMA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO URBANÍSTICO “CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL EN EL MUNICIPIO ARAGUA - DISTRITO SOCIAL ANACO (GRUPO A)”, UBICADO EN EL ESTADO ANZOÁTEGUI, DE ACUERDO AL MÉTODO PERT-CPM.”

Ing. Luisa Torres
Asesor Académico

Ing. Omnel Vielma
Asesor Industrial

Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al Título de:
Ingeniero Civil

Barcelona, Febrero de 2010

RESOLUCIÓN

De acuerdo al artículo 44 del Reglamento de Trabajos de Grado de la Universidad de Oriente.

Los trabajos de grado son de exclusiva propiedad de la universidad y solo podrán ser utilizados a otros fines con el consentimiento del consejo de núcleo respectivo, quien lo participará al consejo universitario”.

DEDICATORÍA

Antes que nada, quiero dedicarle este trabajo de grado a mi mamá *Aracelis* quien siempre ha estado presente a mi lado en todo momento, a mi papá *René* por todo su apoyo, a mis hermanos *Romina* y *David* por ser guías del camino a seguir.

A *Rosana* por estar junto a mí estos últimos años acompañándome y a mi sobrinito *Carlos* que como un ángel ha llenado la casa de luz y alegría.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi *madre* que siempre ha estado presente, apoyado y por haberme dado todas las herramientas necesarias para salir adelante aunque esto implicara suprimir sus necesidades personales, gracias eres el mejor ejemplo a seguir. A mi *padre* por guiarme por el camino correcto y apoyarme, a mi *hermana* por ser ejemplo de fortaleza y a mi *hermano* por haberme acompañado durante todo el periodo de mis estudios. A toda mi familia y en especial a mis abuelos *Alcibíades, Elvia, Cruz y Yolanda*.

A *Rosana* por acompañarme, cuidarme, ser mi apoyo y confiar en mí, eres especial, no lo olvides. A la familia *Bravo*, especialmente a la *Sra. Ana*, la cual se ha portado como una segunda madre en los últimos años.

A mis amigas *Mariale, Adri y Emi* que siempre ha estado ahí en todo momento apoyándome y escuchándome. A mis compañeros de “La Oficina”, *Douglas, Tahirih, Fabiola, Ángel, Edgalys, Annarely, Ly*.

A la *Prof. Luisa Torres*, por confiar en mí e impulsarme a terminar este trabajo de grado, al *Ing. Ángel Lence* y al *Ing. René Hurtado*, por darme la oportunidad de demostrar lo que puedo hacer y por ser profesores de una nueva etapa de mi vida. A la *Prof. Jacqueline Balsa* por demostrarme que “si se puede”, al *Prof. Fernando Baeza* por enseñarme a estudiar y a la Universidad de Oriente por abrirme las puertas y darme la oportunidad.

A la *Virgen del Valle* y a ese *ángel* muy especial que me han sabido ayudar en los momentos más críticos. Gracias, gracias a todos por confiar en mí.

RESUMEN

A continuación se explicará el desarrollo de un programa de construcción para el proyecto urbanístico “Construcción de Viviendas de Interés Social en el Municipio Aragua - Distrito Social Anaco (Grupo A)” aplicando una metodología de gerencia de proyectos basada en las redes PERT-CPM con la ayuda del software Microsoft Project. Con este fin se elaboró un plan empleando técnicas como la EAT, la EOP y la MAR, que permitieron obtener una serie de datos que requiere el software referente a actividades, recursos y tiempos de ejecución, los mismos se introdujeron en la plantilla de base de datos del software, generando automáticamente un programa adaptado a las condiciones establecidas, el cual se utilizó como guía para la ejecución de la obra, permitiendo realizar cambios en las duraciones de las actividades y su secuencia así como monitorear la ruta crítica y tomar decisiones de acuerdo a las contingencias presentadas durante el desarrollo del proyecto. Este programa puede ser aplicado y utilizado como una guía para el desarrollo cualquier obra de construcción sin importar su magnitud.

INDICE

| | |
|--|-------------|
| RESOLUCIÓN | iv |
| DEDICATORÍA..... | v |
| AGRADECIMIENTOS | vi |
| RESUMEN | vii |
| INDICE | viii |
| INDICE DE FIGURAS | xiii |
| INDICE DE TABLAS..... | xv |
| CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 16 |
| 1.1 Objetivos | 18 |
| 1.1.1 Objetivo General | 18 |
| 1.1.2 Objetivos Específicos | 18 |
| 1.2 Ubicación Geográfica..... | 19 |
| 1.2.1 Descripción del Área de Trabajo | 21 |
| 1.3 Antecedentes | 27 |
| CAPITULO II: MARCO TEÓRICO | 28 |
| 2.1 Resumen de Conocimientos Previos | 28 |
| 2.2 Proyecto..... | 30 |
| 2.2.1 Proyecto de Ejecución..... | 33 |
| 2.2.2 Proyecto de Construcción | 33 |
| 2.2.3 Proyecto de Liquidación | 35 |
| 2.3 Etapas de un Proyecto..... | 35 |
| 2.3.1 Etapa de Planificación..... | 36 |

| | |
|--|----|
| 2.3.2 Etapa de Ejecución | 36 |
| 2.4 Gerencia de Proyectos | 37 |
| 2.4.1 Fase de Definición..... | 38 |
| 2.4.2 Fase de Planificación | 39 |
| 2.4.3 Fase de Implementación o Ejecución y Control | 39 |
| 2.5 Plan..... | 40 |
| 2.5.1 Plan Preliminar | 41 |
| 2.5.2 Plan Básico | 41 |
| 2.5.3 Plan Maestro | 42 |
| 2.6 Partidas..... | 42 |
| 2.7 Actividades..... | 42 |
| 2.7.1 Actividad Normal | 43 |
| 2.7.2 Actividad de Resumen..... | 43 |
| 2.7.3 Actividades de Proceso | 43 |
| 2.7.4 Actividades de Proceso Químico..... | 44 |
| 2.8 Tipos de Recursos | 44 |
| 2.8.1 Materiales..... | 44 |
| 2.8.2 Maquinarias y Herramientas..... | 45 |
| 2.8.3 Mano de Obra | 45 |
| 2.8.4 Dinero..... | 45 |
| 2.8.5 Tiempo | 45 |
| 2.9 EAT (Estructura Analítica del Trabajo)..... | 46 |
| 2.10 EOP (Estructura Organizativa del Proyecto)..... | 49 |

| | | |
|--|---|-----------|
| 2.11 | MAR (Matriz de Asignación de Recursos) | 51 |
| 2.12 | Programa | 52 |
| 2.12.1 | Programa de Construcción..... | 55 |
| 2.13 | Técnicas de Programación | 56 |
| 2.13.1 | Diagrama de Gantt | 56 |
| 2.13.2 | Diagrama de Red | 60 |
| 2.13.3 | PERT (Program Evaluation Review Technique)..... | 65 |
| 2.13.4 | Método de la Ruta Crítica (CPM) | 68 |
| 2.13.5 | PERT-CPM..... | 71 |
| 2.14 | Presupuesto..... | 74 |
| 2.14.1 | Presupuesto Aproximado | 76 |
| 2.14.2 | Presupuesto Detallado | 77 |
| 2.15 | Análisis de Precios Unitarios (APU)..... | 77 |
| 2.16 | Costos Unitarios..... | 79 |
| 2.17 | Costos Directos..... | 79 |
| 2.17.1 | Costo de Materiales | 79 |
| 2.17.2 | Costo de Equipos | 80 |
| 2.17.3 | Costos de Mano de Obra | 80 |
| 2.18 | Costos Indirectos | 80 |
| CAPITULO III: MARCO METODOLOGICO..... | | 81 |
| 3.1 | Tipo de estudio | 82 |
| 3.2 | Nivel de Investigación | 82 |
| 3.3 | Diseño de Investigación | 83 |

| | |
|---|-----------|
| 3.4 Población y Muestra | 84 |
| 3.5 Datos | 84 |
| 3.6 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos | 85 |
| 3.6.1 Técnicas de Fichaje | 85 |
| 3.6.2 Observación Documental | 85 |
| 3.6.3 Entrevistas no Estructuradas..... | 86 |
| 3.7 Técnicas de Procesamiento, Tabulación y Análisis de Datos | 86 |
| 3.7.1 EAT (Estructura Analítica del Trabajo) | 86 |
| 3.7.2 EOP (Estructura Organizativa del Proyecto) | 87 |
| 3.7.3 MAR (Matriz de Asignación de Recursos)..... | 87 |
| 3.8 Método Utilizado | 88 |
| 3.9 Herramientas Utilizadas | 89 |
| 3.9.1 Microsoft Project..... | 89 |
| 3.9.2 Microsoft Visio | 92 |
| CAPITULO IV: DESARROLLO DEL PROGRAMA | 94 |
| 4.1 Fase I: Definición del proyecto..... | 94 |
| 4.1.1 Definición del Objetivo del Proyecto..... | 95 |
| 4.1.2 Definición del Horario del Proyecto | 96 |
| 4.1.3 Definición del Calendario de Trabajo | 98 |
| 4.2 Fase II: Elaboración de la EAT | 99 |
| 4.2.1 Definición de Tareas | 99 |
| 4.2.2 Secuenciación y Organización de Tareas | 105 |
| 4.2.3 Posposición y Adelanto de Tareas | 107 |

| | |
|--|------------|
| 4.3 Fase III: Establecimiento de la EOP | 109 |
| 4.4 Fase IV: Confección de la MAR..... | 111 |
| 4.4.1 Materiales..... | 112 |
| 4.4.2 Equipos y Herramientas | 119 |
| 4.4.3 Mano de Obra | 123 |
| 4.4.4 Tiempo | 128 |
| 4.5 Fase V: Presentación del Programa | 131 |
| 4.6 Fase VI: Ejecución y Control del Proyecto..... | 132 |
| CONCLUSIONES..... | 137 |
| RECOMENDACIONES | 139 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 140 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: Ubicación geográfica del proyecto. | 19 |
| Figura 2: Plano del área de terreno del proyecto. | 20 |
| Figura 3: Plano de la topografía original del terreno..... | 23 |
| Figura 4: Plano de la topografía modificada del terreno..... | 24 |
| Figura 5: Plano de planta de las parcelas y viviendas pareadas..... | 25 |
| Figura 6: Plano de planta de arquitectura y amoblado de la vivienda. . | 26 |
| Figura 7: Factores que determinan el éxito del proyecto..... | 32 |
| Figura 8: Esquema de la descomposición del proyecto. | 43 |
| Figura 9: Fases del ciclo de vida del Proyecto. | 47 |
| Figura 10: Estructura del árbol jerárquico del Proyecto..... | 47 |
| Figura 11: Interrelación entre la EAT, la EOP y la MAR..... | 52 |
| Figura 12: Esquema del programa y sus componentes. | 54 |
| Figura 13: Esquema del Diagrama de Gantt. | 59 |
| Figura 14: Esquema de numeración del diagrama de flechas..... | 1 |
| Figura 15: Esquema de la regla 1. | 1 |
| Figura 16: Esquema de la regla 2. | 1 |
| Figura 17: Esquema de la regla 3. | 1 |
| Figura 18: Esquema de la dependencia FC. | 1 |
| Figura 19: Esquema de la dependencia CC..... | 1 |
| Figura 20: Esquema de la dependencia FF..... | 1 |
| Figura 21: Esquema de la dependencia CF. | 1 |
| Figura 22: Formato de presentación del presupuesto. | 75 |
| Figura 23: Formato de presentación del APU. | 78 |
| Figura 24: Información del proyecto. | 1 |
| Figura 25: Periodo laborable. | 1 |
| Figura 26: Calendario laboral. | 1 |

| | |
|--|-----|
| Figura 27: Elaboración de la EAT..... | 1 |
| Figura 28: Organigrama de la EAT del proyecto. | 1 |
| Figura 29: Fase de creación de dependencias entre tareas..... | 1 |
| Figura 30: Posposición y adelanto entre tareas. | 1 |
| Figura 31: Organigrama de la EOP | 1 |
| Figura 32: Introducción de recursos. | 1 |
| Figura 33: Asignación de recursos materiales a las actividades. | 1 |
| Figura 34: Asignación de recursos humanos. | 1 |
| Figura 35: Vista del diagrama de red de nodos..... | 132 |
| Figura 36: Formato PDVSA del informe semanal del proyecto. | 135 |
| Figura 37: Formato PDVSA del avance físico del proyecto..... | 136 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|---|-----|
| Tabla 1: Recursos materiales del proyecto. | 119 |
| Tabla 2: Recursos de equipos del proyecto. | 120 |
| Tabla 3: Recursos de herramientas del proyecto. | 122 |
| Tabla 4: Recursos humanos (personal obrero) del proyecto..... | 125 |
| Tabla 5: Tiempos de ejecución de las tareas. | 130 |

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Servicios y Proyectos, C.A (SERPROCA) es una empresa de ingeniería y servicios, que tiene como misión el desarrollo de proyectos en distintas áreas, la construcción de obras civiles y ofrecer asesorías e integración de planes que requieren la competencia de diversos especialistas para su materialización, teniendo como visión identificar áreas donde exista deficiencia de oferta de servicios y bienes de consumo, para así desarrollar propuestas que los substituyan competitivamente, mejorando las condiciones de vida en las zonas de influencia del proyecto, realizando y celebrando alianzas para el desarrollo de proyectos multidisciplinarios y la incorporación de tecnología y sistemas competitivos para la formulación de proyectos.

En el año 2004 se crea la Misión Hábitat la cual tiene como meta abarcar las áreas de habitabilidad, dar respuestas a los problemas de las familias y comunidades no sólo en materia de construcción sino sobre todo en el desarrollo del hábitat y comenzar a levantar urbanismos integrales, que dispongan de todos los servicios, desde educación hasta salud. Partiendo desde este punto Petróleos de Venezuela S.A. (PDVSA) comienza una licitación en el año 2006 para la creación de un proyecto de urbanismo en la zona de Aragua de Barcelona, denominado “Construcción de Viviendas de Interés Social en el Municipio Aragua - Distrito Social Anaco. (Grupo A)” otorgando a SERPROCA la buena pro en el año 2007. Este proyecto se ejecutará sobre una superficie de terreno de aproximadamente 20 Has y estará ubicado en la carretera nacional vía Zaraza a 5 minutos de Aragua de Barcelona.

El mismo posee una densidad neta de 100 Hab. / Ha y contará con 250 viviendas de interés social. Todo esto en armonía con las normas de urbanismo y equipamiento correspondiente al Programa V de CONAVI.

Basados en lo anterior se desarrollará el plan de ejecución y el programa de construcción de la obra, en donde con la ayuda de los datos suministrados por la ingeniería del proyecto se aplicarán las técnicas de la EAT (Estructura Analítica del Trabajo), la EOP (Estructura Organizativa del Proyecto) y de la MAR (Matriz de Asignación de Recursos) a las actividades a realizar en obra, generando así el plan de ejecución, para luego traspararlo al software Microsoft Project y realizar el programa de construcción del proyecto utilizando el método PERT-CPM.

Esta información será la base para el análisis financiero de la obra, determinando los beneficios y riesgos que se pudieran presentar en el proyecto, todos estos resultados serán comparados posteriormente con los requisitos solicitados por el ente contratante (PDVSA) para verificar la factibilidad del proyecto además de generar una plataforma para el control durante su ejecución a fin de optimizar sus resultados. Desarrollando este programa se contribuirá a solucionar un problema práctico de tipo económico y organizacional porque su elaboración facilitará el manejo de recursos y de tiempo con mayor efectividad.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo General

Desarrollar el programa de construcción del proyecto urbanístico “Construcción de viviendas de interés social en el Municipio Aragua - Distrito Social Anaco (Grupo A)”, ubicado en el Estado Anzoátegui, de acuerdo al método PERT-CPM.

1.1.2 Objetivos Específicos

* Identificar el alcance del proyecto conforme a los requerimientos del ente contratante (PDVSA).

* Establecer las actividades del proyecto de acuerdo a la Estructura Analítica del Trabajo (EAT).

* Representar en forma jerárquica la organización funcional del proyecto mediante la Estructura Organizativa del Proyecto (EOP).

* Confeccionar la Matriz de Asignación de Recursos (MAR).

* Realizar el diagrama de red.

* Adaptar el programa de construcción elaborado en función a las condiciones establecidas por el ente contratante (PDVSA).

1.2 Ubicación Geográfica

El proyecto se encuentra ubicado en el municipio Aragua, Estado Anzoátegui, a 5 minutos de Aragua de Barcelona capital del Municipio, en el sector Boquerón. Comprende un área bruta de 20 Ha de terreno (ver figura 2), de las cuales se utilizarán 7 Ha para desarrollar el proyecto habitacional, ubicadas específicamente en las coordenadas N 09° 28' 31.7" y E 64° 51'41.9", a una altura de 99 mts sobre el nivel del mar. A continuación se presenta un plano de la ubicación geográfica del proyecto.



Figura 1: Ubicación geográfica del proyecto.

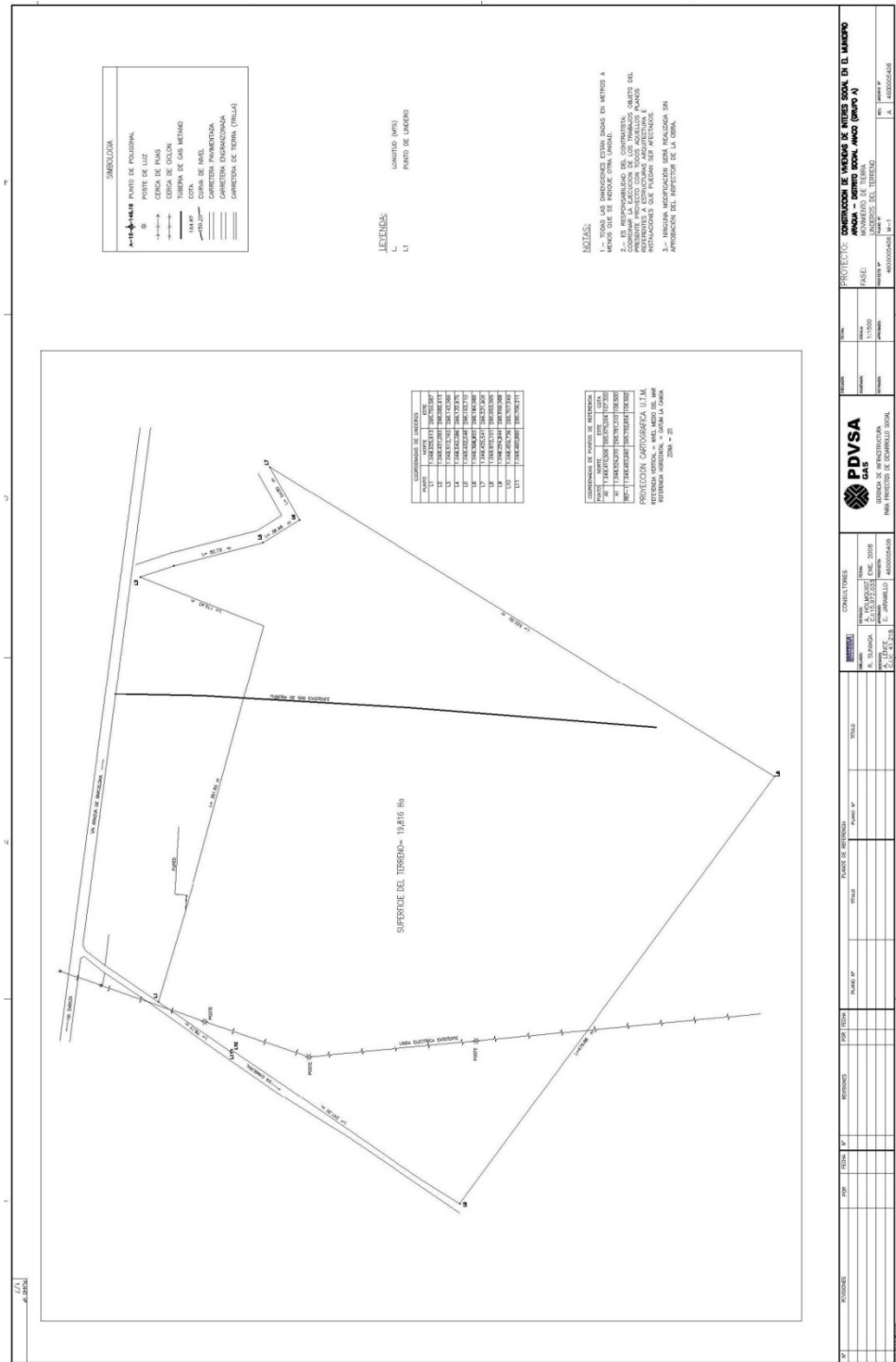


Figura 2: Plano del área de terreno del proyecto.

1.2.1 Descripción del Área de Trabajo

En la ubicación mencionada se construirán 250 viviendas de interés social, con las siguientes características:

Urbanismo:

- * Sistema de aguas servidas.
- * Sistema de acueducto.
- * Sistema de alumbrado público, con acometidas subterráneas para las viviendas.
- * Sistema vial con pavimento de concreto, aceras y brocales.

Viviendas:

- * 72 mts² de construcción.
- * 220 mts² de terreno.
- * 3 habitaciones, 2 baños, sala, cocina y comedor.

Acabados:

- * Pintura interna y externa.
- * Techo de machihembrado con correas de madera.
- * Cerámica en todo el piso de la vivienda y en baños.
- * Lavamanos y W.C con accesorios.
- * Puertas de madera entamborada con cerraduras en cuartos y baños.
- * Puerta principal de madera empanelada con cerradura.
- * Puerta metálica trasera con cerradura.
- * Ventanas panorámicas de aluminio con reja metálica.
- * Tejas de tipo española en techos.
- * Sistema eléctrico interno.

La topografía del terreno es muy irregular (ver figura 3) lo que ocasionará un gran movimiento de tierra, además de que un sector del mismo es atravesado por un gasoducto, generando el impedimento de construir a una distancia cercana a él menor a 50 mts (ver figura 2).

En el sector existen problemas de abastecimiento de agua potable y el agua subterránea existente en la zona es salobre lo que genera la imposibilidad de construir un pozo común para la extracción de agua apta para el consumo humano, de la misma forma no existe servicio de aguas servidas (cloacas).

La superficie natural del suelo demuestra la presencia de arcillas expansivas con un empuje de 1.5 Kg/cm^2 , lo que genera grandes riesgos en las estructuras que son fundadas sobre él. La modalidad de contrato (proyecto de emergencia nacional) y por ser obra de interés social provoca que esta sea un proyecto de alto riesgo por los tiempos de ejecución solicitados por el ente contratante (PDVSA) y por la situación económica actual del país.

Además que por orden del ente contratante se deberá trabajar con la modalidad de sub-contratos de mano de obra a cooperativas, cuadrillas, consejos y juntas comunales quedando la empresa como administradora, suministradora de la procura de equipos, herramientas y materiales y responsable del proyecto.

1.3 Antecedentes

* “El IDS: un nuevo sistema integrado de toma de decisiones para la gerencia de proyectos constructivos” (2002). Trabajo de Grado presentado en la Universidad Politécnica de Cataluña, España, realizado por Ormazábal, G., el cual propone un instrumento de tomas de decisiones al que se denomina IDS (Integrated Decision System). La propuesta se define y se describe con un carácter general, aplicable a cualquier ámbito de la gerencia.

* “Herramienta para la gestión de proyectos de construcción” (2002). Trabajo de Grado presentado en la Universidad Metropolitana, Venezuela, realizado por García, E., en donde desarrolló una herramienta para la gerencia de proyectos de construcción llamada GECO la cual tenía como función el control y seguimiento de proyectos de construcción, para realizar proyecciones en cuanto a costo y rendimiento de los recursos necesarios para dicha obra.

* “Modelo estratégico (SM) para la gestión de proyectos de carácter único” (2004). Trabajo de Grado presentado en la Universidad Politécnica de Cataluña, España, realizado por Serer, M., en donde elaboró un modelo para una eficiente gerencia de proyectos, e incluyó el estudio a empresas mercantiles, para conocer su forma de planificación y aplicarlo en la gerencia de proyectos, llegando a la conclusión de que los proyectos deben ser manejados como una empresa mercantil debido a que estas son gestionadas con mucho más rigor.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Resumen de Conocimientos Previos

La gerencia de proyectos ha existido desde tiempos muy antiguos, se conoce que la pirámide egipcia Khufu, construida 4700 años A.C., estuvo 50 años en ejecución con un personal de 100.000 trabajadores.

La Gran Muralla China en el año 228 A.C. se construyó en 18 años con una mano de obra de 300.000 esclavos. Se sabe muy poco de la organización del trabajo en esas épocas, es muy probable que la “filosofía del látigo” se impusiera, sin tomar en cuenta los factores costo y tiempo. La mayoría de esas obras fueron realizadas a base de sacrificios sobre-humanos, donde pueblos enteros fueron movilizados sufriendo hambre y miseria para la consecución de un solo objetivo.

Históricamente la gerencia de proyectos también se identifica con los proyectos de ingeniería hidráulica en Mesopotamia, caracterizados por el uso de una logística y la creación de equipos de trabajo, con sus categorías profesionales definidas. De igual forma el Imperio Romano desarrolló una planificación en la construcción de calzadas basada en el control de costes, tiempos y la aplicación de soluciones normalizadas, así como en sus “campañas militares” se utilizaron muchos elementos de planificación como son: la identificación de objetivos, la planificación de recursos humanos, la logística, la identificación de riesgo y la financiación.

Esta planificación tradicional no programada se evidenció también en los planes de Aníbal para conquistar Roma por cuanto inició con la definición de la misión de su reino, luego formuló las estrategias, analizó los factores del medio ambiente y los comparó y combinó con sus propios recursos para determinar las tácticas, proyectos y pasos a seguir.

No obstante carecían de una organización para el trabajo con metas claras como llevar los procesos del modo más económico y hacerlo en el menor plazo posible.

A partir de la Segunda Guerra Mundial, se generó la necesidad de implantar técnicas de programación más adecuadas, muy particularmente la Armada de los EE.UU impulsó el avance de estas técnicas desde el punto de vista profesional transformando la administración de proyectos en una disciplina de investigación.

En consecuencia la planificación de proyectos tiene su origen en la aplicación militar, pero por su eficacia posteriormente se comenzó a utilizar en diversos proyectos comerciales, de investigación, empresariales y por supuesto en la construcción de obras civiles debido a que se trataba de una nueva técnica de planificación que proporcionaba la información necesaria para manejar y controlar el tiempo en que se lleva a cabo un proyecto, a fin de optimizar sus resultados.

La gerencia en el área de la construcción se ha venido desarrollando en otros países con mucho éxito, debido a su capacidad de organizar, planificar, coordinar, controlar y realizar cualquier actividad relacionada con el desarrollo de proyectos de construcción.

En los últimos años, este tipo de gerencia ha tomado mucho auge en Venezuela, de allí el interés que ha surgido entre nuestros profesionales por obtener los conocimientos fundamentales sobre la gerencia de proyectos de construcción, de forma de optimizar los resultados de la misma.

La gerencia eficaz de un proyecto permite anticipar o superar las circunstancias imprevistas que ponen en riesgo el logro de sus objetivos con respecto a alcance, costo y programación.

2.2 Proyecto

Un proyecto es una serie o conjunto de actividades y tareas que se realizan para lograr un objetivo, en una fecha especificada, que consume tiempo, presupuesto y unos recursos disponibles o establecidos.

Esta secuencia de eventos o actividades con principio y final identificados se centra en alcanzar un objetivo claro, que requiere de una gerencia o administración eficaz del proyecto con la finalidad de lograr la meta propuesta basándose en unos parámetros establecidos, tales como tiempo, costos y recursos, manteniendo siempre el nivel de calidad especificado; el mismo se diferencia de un proceso en que siempre hay un punto en el que un proyecto termina y se ha alcanzado el objetivo.

En su definición general y más amplia, “un proyecto es una agrupación multidisciplinaria de actividades, ordenadas por fases o etapas, lógicamente interrelacionadas y programadas según un calendario establecido, dirigidas a alcanzar un objetivo preciso” (García, E. 2002 p.5).

Para ello se disponen de recursos específicos habitualmente, limitados como son: recursos económicos (capital disponible y créditos), materiales (herramientas, equipos e instalaciones) y recursos humanos (las habilidades, conocimientos y esfuerzos conjuntos de un grupo de personas asignadas al proyecto) o “equipo de proyecto”. Por último se deben incluir los recursos de información, los sistemas y las técnicas de gerencia.

“Los parámetros claves en la ejecución de un proyecto son alcance, costo y tiempo” (Perozo, 2008, p.6).

La ejecución de un proyecto representa un reto para el gerente debido a que debe lograr su finalización para una fecha prevista, sin exceder el costo estimado, utilizando los recursos disponibles y cumpliendo con la calidad exigida por las normas y especificaciones establecidas, y además con todas las normas de seguridad, calidad, ambiente y construcción.

Los factores que determinan el logro exitoso de un proyecto son: alcance, costo, programa y satisfacción del cliente.

* El alcance del proyecto: se refiere a todo el trabajo que debe realizarse para garantizar al cliente que los productos entregables cumplen con los requisitos o criterios de aceptación acordados al inicio del proyecto.

* El costo de un proyecto: es el monto que el cliente ha acordado pagar por productos entregables. El costo se basa en un presupuesto.

* El programa de un proyecto: es el cronograma que especifica cuando debe iniciar y terminar cada actividad.

* Satisfacción del cliente: significa involucrar al cliente en el resultado exitoso del proyecto por medio de su participación activa en él.

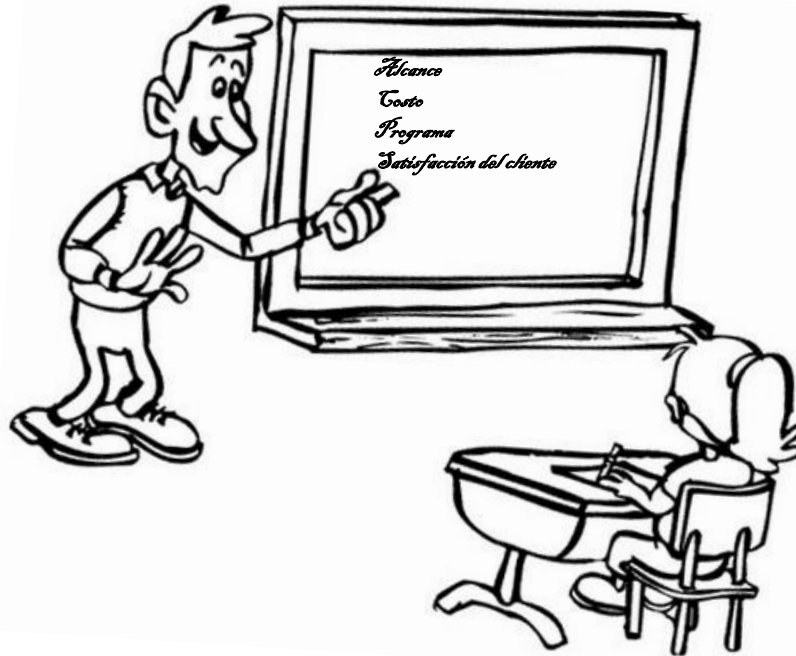


Figura 7: Factores que determinan el éxito del proyecto.

El objetivo del gerente del proyecto es terminar el alcance sin rebasar el presupuesto en una fecha determinada y con plena satisfacción del cliente. Para que se logre éste objetivo es importante desarrollar un plan antes de iniciar el proyecto, el cuál debe incluir todas las tareas, los costos asociados y las estimaciones de tiempo necesario para completarlas.

La falta de un plan adecuado incrementa el riesgo de no lograr el alcance del proyecto dentro del presupuesto y en el tiempo estipulado. La gerencia eficiente del proyecto implica establecer un plan y después ejecutarlo; por ello es de vital importancia que en primera instancia la organización que va a realizar el proyecto y el cliente definan con claridad su objetivo para determinar su alcance.

Posteriormente es importante proceder a su división y subdivisión en “piezas” o paquetes de trabajo: sub-proyectos, tareas principales y actividades, utilizando un proceso de descomposición apoyado en una herramienta denominada Estructura Analítica del Trabajo (EAT) que se describirá más adelante.

La palabra proyecto, tiene una doble acepción en el mundo de la construcción. Según García, E. (2002) “un proyecto de construcción involucra la creación e intervención sobre el hábitat humano, pero también, es un término que se utiliza para referirse al conjunto de planos, planillas y documentos que representan y sirven de instrumentos físicos para la ejecución de una edificación” (p.5).

2.2.1 Proyecto de Ejecución

Se refiere al proyecto de licitación, el cuál es recomendable que sea lo más completo posible ya que siempre es más económico un estudio previo que la sorpresa o variación sobre la marcha. No deben ser admisibles unas variaciones del presupuesto de más del 20%, salvo en caso de emergencias que deben ser previstas, aunque éstas haya que pagarlas.

2.2.2 Proyecto de Construcción

El proyecto de construcción está constituido por el proyecto de licitación complementado con la descripción del proceso constructivo detallado, plan de obra minucioso y plan financiero. Este proyecto consta de diferentes etapas de desarrollo.

En primera instancia se tiene el estudio preliminar para delimitar la necesidad existente, y la factibilidad del mismo. Posteriormente se procede a elaborar un diseño preliminar, con el cual se puede saber de manera más clara el costo de la obra. Para finalizar, el proyecto terminado se integra de planos arquitectónicos, estructurales, y de instalaciones, así como una descripción por escrito de las especificaciones técnicas del proyecto; todo esto junto con un programa detallado de obra.

Todos los proyectos de cualquier magnitud se integran de la misma manera, desde una simple banqueta o una pequeña casa, hasta una autopista o un edificio corporativo.

Un proyecto debe contar con planos, especificaciones y detalles a un menor o mayor grado de detalle. De la misma forma, “todos los proyectos de construcción se pueden y deben planear aplicando las técnicas de planificación más comunes, como por ejemplo, el diagrama de barras, la ruta crítica, diagrama de tiempo y espacio, la línea de balance, y el PERT” (Domínguez, 2004, p.6).

Dependiendo del tamaño y tipo del proyecto será la conveniencia de utilizar una u otra técnica, o incluso varias. Para administrar un proyecto, es necesario primero saber el tamaño o alcance y el tipo del proyecto.

Si no se tiene idea clara del tamaño real del proyecto, no es posible elaborar un presupuesto acertado, ni mucho menos una calendarización del mismo. Normalmente la delimitación del alcance o tamaño del proyecto es elaborado por los diseñadores, quienes elaboran un presupuesto preliminar base para el cliente.

Las empresas constructoras, específicamente los administradores de obras, son quienes elaboran una calendarización y planeación precisa del proyecto con base en los planos y especificaciones elaborados por los diseñadores, donde en muchos de los casos, el tipo de proyecto dictaminará el tipo de método de planeación a usarse, así como su nivel de detalle. Para realizar un proyecto en tiempo y costo adecuados es necesario elaborar un plan sobre el cual se pueda programar y controlar toda la obra.

2.2.3 Proyecto de Liquidación

Es el proyecto o la descripción de la obra realizada tal y como quedó una vez concluida. Es conveniente redactar siempre este documento, para disponer durante toda la vida útil de la obra construida, de la historia y vicisitudes de la construcción, así como de los planos y documentos que reflejan la realidad terminada.

Es muy útil incluir en el proyecto de liquidación un historial gráfico de todo el desarrollo de la obra, que puede servir de base para futuras actuaciones complementarias. Esta obligación de dejar constancia escrita de todo lo que realmente se ha ejecutado es una de las prioridades del concepto de calidad que afortunadamente cada vez se exige más en la industria de la construcción.

2.3 Etapas de un Proyecto

Desde un punto de vista muy general puede considerarse que todo proyecto tiene dos (2) grandes etapas:

2.3.1 Etapa de Planificación

Incluye toda la concepción y predeterminación arquitectónica y económica de la obra a construirse.

Se trata de establecer cómo el equipo de trabajo deberá satisfacer las restricciones de prestaciones, planificación temporal y coste. Una planificación detallada da consistencia al proyecto y evita sorpresas que nunca son bien recibidas. La etapa de planificación se caracteriza por poseer los croquis preliminares, el anteproyecto y el proyecto (documentación de obra, pliegos, presupuesto).

2.3.2 Etapa de Ejecución

Representa el conjunto de tareas y actividades que suponen la realización propiamente dicha del proyecto y la ejecución de la obra de que se trate. Responde, ante todo, a las características técnicas específicas de cada tipo de proyecto y supone poner en juego y gestionar los recursos en la forma adecuada para desarrollar la obra en cuestión.

Cada tipo de proyecto responde en este punto a su tecnología propia, que es generalmente bien conocida por los técnicos en la materia. De acuerdo a esto se puede dividir esta etapa en las siguientes fases:

* Fase de Iniciación: Definición de los objetivos del proyecto y de los recursos necesarios para su ejecución. Las características del proyecto implican la necesidad de una fase o etapa previa destinada a la preparación del mismo, fase que tienen una gran trascendencia para la buena marcha del proyecto y que deberá ser especialmente cuidada.

Una gran parte del éxito o el fracaso del proyecto se fraguan principalmente en estas fases iniciales, junto con una buena etapa de planificación y en donde algunas personas las tienden a menospreciar deseosas por querer ver resultados excesivamente pronto.

* Fase de Control: Monitorización del trabajo realizado analizando cómo el progreso difiere de lo planificado e iniciando las acciones correctivas que sean necesarias. Incluye también el liderazgo, proporcionando directrices a los recursos humanos subordinados (incluso subcontratados) para que hagan su trabajo de forma efectiva y a tiempo.

* Fase de Entrega o Puesta en Marcha: Como ya se ha dicho, todo proyecto está destinado a finalizarse en un plazo predeterminado, culminando en la entrega de la obra al cliente o la puesta en marcha del sistema desarrollado, comprobando que funciona adecuadamente y responde a las especificaciones en su momento aprobadas.

Esta fase es también muy importante no sólo por representar la culminación de la operación sino por las dificultades que suele presentar en la práctica, alargándose excesivamente y provocando retrasos y costes imprevistos.

2.4 Gerencia de Proyectos

La gerencia de proyectos y obras es un proceso de organización sistemática, que optimiza los recursos humanos y materiales asociados al proyecto, a fin de cumplir los objetivos previstos, tomando en consideración no sólo los aspectos internos, sino también aquellos del entorno que puedan constituir un impacto en él.

“Actualmente la gerencia de proyectos de construcción ofrece un proceso integral mediante la división de proyectos en tres fases diferentes: definición, planificación e implementación” (Perozo, 2008, p.13).

2.4.1 Fase de Definición

Establece la meta del proyecto y especifica los recursos necesarios de acuerdo a los siguientes pasos:

- * Enunciado del proyecto: Consiste en una declaración concisa del propósito del proyecto y ayuda a establecer el acuerdo sobre la meta del global del proyecto mediante la identificación de tres elementos principales: desempeño, tiempo y costo.

- * Desarrollo de los objetivos: Permiten identificar los resultados y restricciones específicas.

- * Desarrollo de la Estructura Analítica del trabajo (EAT): Identifica y expresa el trabajo que se debe realizar, mediante el análisis total del proyecto, la división y subdivisión del trabajo en paquetes más pequeños y manejables que se exponen mediante un simple listado o un diagrama de organización.

- * Ubicación de las necesidades de recursos: Es importante identificar el tipo, cantidad y costo de los recursos necesarios para el éxito del proyecto porque facilita la posterior asignación de responsabilidades.

Los recursos necesarios para el éxito del proyecto se pueden presentar en una herramienta denominada Matriz de Asignación de Recursos (MAR),

que consiste en la enumeración vertical de los elementos términos de la Estructura Analítica Trabajo (EAT) y la identificación horizontal de recursos afines.

Esta matriz permite un resumen horizontal del costo de cada uno de los elementos término que se puede ir sumando para determinar los costos de las entregas principales.

La identificación de las necesidades de recursos ofrece la información para el presupuesto del proyecto, que se convierte en la base para el control de costo de proyecto.

2.4.2 Fase de Planificación

El propósito básico de la fase de planificación es organizar los recursos del proyecto; establecer plazos de tiempo y fechas límite realistas e identificar las medidas necesarias para garantizar el éxito.

En esta fase se secuencia, programa y se define quién va a realizar los paquetes de trabajo (matriz de asignación de responsabilidades).

2.4.3 Fase de Implementación o Ejecución y Control

Emprende el proyecto, modifica el plan si fuera necesario y evalúa el éxito de la ejecución de un proyecto, desde su concepción hasta su entrega, con el objetivo de que el mismo se realice siguiendo los lineamientos de calidad del diseño acordado, en un período de tiempo establecido al inicio y a un costo presupuestado.

2.5 Plan

“Es la formulación de un curso de acción que sirve de guía para la realización del proyecto” (Garold, citado por Domínguez, 2004, p.13). También se puede decir que es “El análisis de los resultados individuales de un proceso, mostrando la secuencia lógica en que deben ocurrir” (Torres, L. 2005, p.12).

La planificación es el arreglo sistemático de tareas para lograr un objetivo determinado. El desarrollo de un plan implica: definir las actividades específicas necesarias para realizar el proyecto y asignar la responsabilidad para cada una de ellas, determinar el orden en que se tienen que llevar a cabo estas actividades, estimar el tiempo y los recursos necesarios para cada actividad, preparar un programa y un presupuesto del proyecto.

La elaboración del plan es determinante en el éxito del proyecto; una vez iniciado, se supervisa para verificar que todo vaya según lo planeado y se controla en forma tal que se logre el alcance del proyecto dentro del presupuesto y a tiempo. Si en algún momento se observa que no se está desarrollando como se espera, se aplica una acción correctiva y se procede a re-planear. El gerente de proyectos es responsable del desarrollo de un plan de trabajo escrito en el que no solamente identifica el trabajo que necesita hacerse, quién va a hacerlo, cuándo debe hacerse, cómo debe hacerse y bajo que costos está garantizando su éxito; sino que realiza el análisis de los recursos y el contexto del proyecto o factores externos determinantes como son:

* Las condiciones de las vías de comunicación, si es que existen.

* Las condiciones climáticas.

- * Los posibles centros de obtención de materiales.
- * La disponibilidad de la mano de obra.
- * Los medios de transporte presentes en el lugar.

De igual forma, es importante determinar en el plan los eventos relevantes, las posibles restricciones y limitaciones que pudieran presentarse durante el desarrollo del proyecto, puesto que si se les tiene perfectamente identificado, el gerente de proyectos podrá tomar las decisiones a tiempo y solucionar en forma óptima los problemas que se susciten, además de identificar los procesos constructivos de difícil ejecución. “El plan se desarrolla en las siguientes etapas: Preliminar, Básico y Maestro” (Torres, A. 2003, p.43).

2.5.1 Plan Preliminar

Consiste en la representación de la propuesta original con miras a obtener la aprobación para el desarrollo del plan y en el cuál se justifica el proyecto, se realiza la estructura general de actividades, se hace un estimado de costos y se presenta un programa resumido de eventos y logros.

2.5.2 Plan Básico

Es propiamente el desarrollo de la propuesta a los fines de considerar su aprobación describiendo los objetivos del proyecto, su organización, etapas y actividades, matrices de responsabilidades, planificación y nivelación de recursos, cronograma de actividades macro y la presentación del presupuesto estructurado por etapas o actividades.

2.5.3 Plan Maestro

Es el plan de ejecución y control, los cuales se elaboran partiendo de los métodos de la EAT (Estructura Analítica del Trabajo) y la EOP (Estructura Organizativa del Proyecto), para luego asignar los recursos y costos del proyecto con el método de la MAR (Matriz de Asignación de Recursos) haciendo un resumen del plan básico y un programa detallado de la ingeniería, la procura y la construcción.

2.6 Partidas

“Es la porción más pequeña de un proyecto que puede ser presentada en un presupuesto y está definida mediante su código, su descripción y su unidad” (Torres, L 2005, p.36).

2.7 Actividades

“El primer paso para conformar un plan consiste en descomponer el proyecto en operaciones individuales o procesos necesarios para su terminación” (García, K. 2005, p.8).

Cada una de estas operaciones se denomina actividad y su terminación constituye un evento que señala el logro exitoso de la tarea. Las actividades por lo tanto consumen tiempo y recursos, mientras que los eventos no; los eventos están separados entre sí por actividades. Una actividad es una pieza de trabajo que consume tiempo, pero no necesariamente requiere el esfuerzo de quienes la realizan; por ejemplo, esperar a que se endurezca el concreto puede tardar varios días, pero no requiere esfuerzo humano.

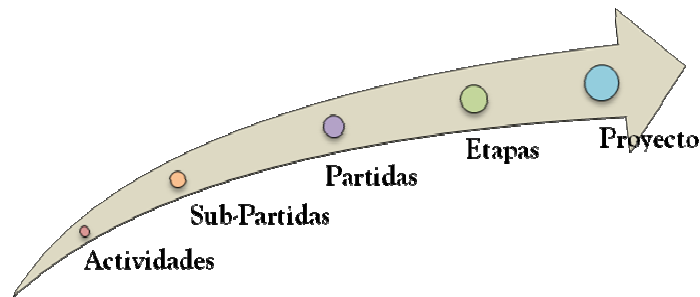


Figura 8: Esquema de la descomposición del proyecto.

Cualquiera que sea la definición básica, diferentes tipos de actividades pueden ser identificadas de distintas maneras:

2.7.1 Actividad Normal

Es aquella que opera sobre un tiempo determinado usando recursos en particular y para la cual es posible definir su relación con otras actividades claramente.

2.7.2 Actividad de Resumen

Es una actividad, que une dos eventos específicos, que puede ser el dividir dos o más actividades normales. Su duración al inicio no es especificada y es solamente determinada por la diferencia entre los tiempos de los eventos en cuestión.

2.7.3 Actividades de Proceso

Es similar a una actividad normal, excepto que no es posible definir su relación completamente con otras actividades usando solo sus tiempos de inicio y fin.

En la realidad, las actividades de proceso son actividades normales que están geográficamente esparcidas, como por ejemplo los trabajos de superficie en pavimentos. Muchos encargados de planeación no reconocen la diferencia entre estas actividades y las normales, y usan técnicas desarrolladas para actividades normales con actividades de proceso. Esto puede causar un mal entendido.

2.7.4 Actividades de Proceso Químico

Estas también son similares a las actividades normales, excepto que es imposible el detenerlas una vez que ya han comenzado. A menudo no requieren recursos estándar y trabajan 24 horas, 7 días a la semana y durante todo el año. Como ejemplo podemos citar el “curado de concreto”. Cuando se tiene la lista de todas las actividades de un proyecto, el paso siguiente consiste en determinar la relación esencial entre dichas actividades. En muchos casos las actividades pueden tener lugar en forma concurrente, pero están restringidas según una secuencia determinada o “cadena”.

2.8 Tipos de Recursos

Entre los elementos básicos considerados para la planificación y programación de una obra, se encuentran los siguientes:

2.8.1 Materiales

Es la materia prima o un producto fabricado. El estimador debe cuantificar todos los materiales que se utilizarán en la obra. La disponibilidad y el tiempo probable de entrega de estos se deben determinar con base a la experiencia previa o la información de los proveedores.

Los proyectos deben hacerse guiados al uso de los materiales más cercanos a la zona, siempre y cuando estos cumplan con las normas, para así establecer un proyecto más económico y de excelente calidad.

2.8.2 Maquinarias y Herramientas

El equipo requerido para realizar el proyecto dependerá de la obra, del tipo de material que se va a utilizar y del procedimiento constructivo previsto.

2.8.3 Mano de Obra

En cuanto a recursos humanos se refiere, los trabajadores deberán ser clasificados de acuerdo con el trabajo que desarrollan y los sueldos que perciben. Se puede necesitar personal especializado, lo que puede implicar la necesidad de entrenarlo o traerlo de lugares ajenos, o ambas cosas.

2.8.4 Dinero

Es necesario evaluar todas las opciones de financiamiento, las cuales deben considerar el valor del dinero en el tiempo, los costos y los riesgos involucrados. Se debe determinar también desde el principio el tiempo que tomará la gerencia de financiamiento, a fin de asegurar el éxito del plan.

2.8.5 Tiempo

Es un elemento importante a considerar en la planificación, pues la variación de este factor se traduce en costos apreciables que repercuten negativamente en los ingresos que pueda tener la obra y en los compromisos adquiridos con el cliente.

2.9 EAT (Estructura Analítica del Trabajo)

La EAT o Estructura Analítica del Trabajo es una técnica muy utilizada que permite establecer las bases para la planificación de un proyecto, definir el trabajo, así como cuantificar los recursos de lo general a lo particular en la etapa de seguimiento y control.

Consiste en la elaboración de una estructura exhaustiva, jerárquica y descendente formada por las tareas necesarias para completar un proyecto cuyo propósito es visualizar el alcance del mismo.

Representa una herramienta muy útil para el planificador al facilitar una división natural del proyecto en “piezas” o partes manejables que permiten:

- * Identificar y definir el trabajo a desarrollar.
- * Identificar los centros responsables del trabajo.

Concretar la estructura que contempla desde los objetivos estratégicos hasta la base divisional de los mismos, mediante la integración de la organización, planificación y control de los trabajos que se desarrollan.

Una EAT es una presentación simple y organizada del trabajo requerido para completar el proyecto. Existen muchas maneras de organizar la presentación de este trabajo; por ejemplo, se puede organizar de acuerdo a las fases del ciclo de vida del proyecto (Inicio, Planificación, Ejecución, Control y Cierre), mostrando cada fase como un elemento del nivel más alto.

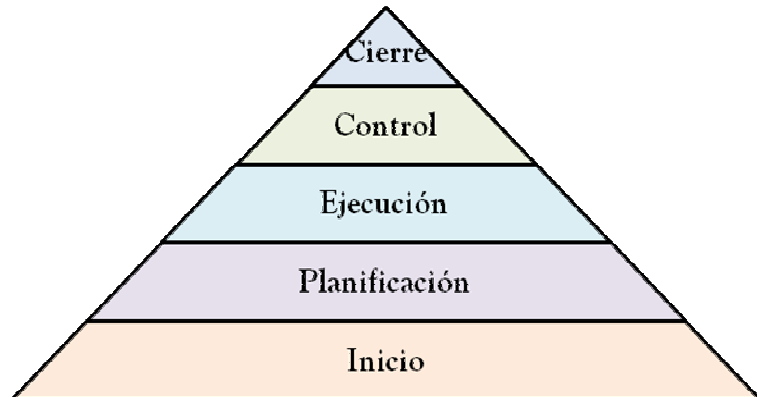


Figura 9: Fases del ciclo de vida del Proyecto.

Otra forma de organizarla es teniendo en cuenta las responsabilidades funcionales. Algo importante de recordar es que la EAT documenta el alcance del proyecto, no su plan de ejecución. Por esto la EAT es una técnica fundamental de gerencia de proyectos para definir y organizar el ámbito de un proyecto, usando una estructura de árbol jerárquico. Los primeros dos niveles de la EAT (el nodo raíz y el nivel 2) definen un conjunto de resultados planificados que colectiva y exclusivamente representan el 100% del ámbito del proyecto. En cada nivel sucesivo, los hijos de un nodo representan colectiva y exclusivamente el 100% del ámbito de su antecesor.

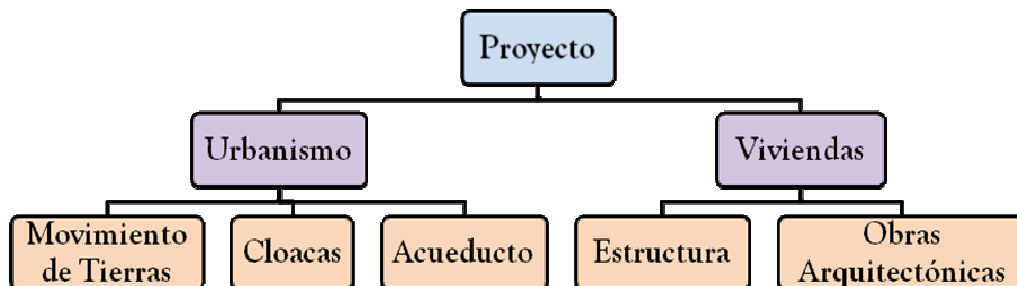


Figura 10: Estructura del árbol jerárquico del Proyecto.

Una EAT bien diseñada debe describir resultados planificados en lugar de acciones planificadas debido a que los resultados finales son los deseados del proyecto y pueden ser predichos con precisión; mientras que las acciones dependen de la planificación y pueden ser difíciles de predecir con exactitud. Así mismo, facilita la asignación de cualquier actividad del proyecto a un único elemento terminal de la EAT.

No existen especificaciones teóricas acerca del alto o ancho de una EAT, ya que es el contexto práctico quién determina si la EAT es muy general o demasiado detallada.

Considerando que la gerencia de proyectos no se trata tanto de enfocarse en realizar el trabajo, como de monitorizarlo, de tal forma que se aseguren los resultados planificados se recomienda que sea lo suficientemente detallada como para poder asignar una parte del trabajo a un tercero y que su estado se monitorice adecuadamente.

Por eso una buena medida práctica de la profundidad que debe alcanzar la EAT es preguntarse si el nivel al que se ha llegado permite definir con claridad las variables de tiempo y coste. Si aún no se pueden determinar en el nivel en que se está, deberá subdividirse aún más. Este trabajo asignado podría convertirse en una nueva EAT subalterna de la anterior y así sucesivamente hasta lograr una descomposición de las actividades en donde se pueda ejercer un control preciso del proyecto durante su ejecución.

La EAT se establece organizando las ideas alrededor de lo que se pretende hacer con el proyecto, seguidamente se establecen las áreas de trabajo que pueden ser subdivididas.

Posteriormente cada uno de los paquetes de trabajo se examina mediante la tormenta de ideas y se elabora un listado de actividades que constituyen cada paquete de trabajo, tales actividades a su vez pueden ser subdivididas hasta lograr el desglose necesario. El nivel de descomposición requerido por el proyecto está determinado por la complejidad y tamaño del proyecto; pero se pueden considerar las siguientes recomendaciones para saber si se tiene el nivel de desglose necesario:

* Los paquetes de trabajo deben ser independientes unos de otros.

* Las actividades en el nivel de desglose deben ser medibles; esto es que puedan establecerse un estimado plazo de ejecución y recursos necesarios para llevarse a cabo. La actividad es conveniente que se refleje en algo “tangible”; por ejemplo: la elaboración de un dibujo o plano, la compra de un equipo, la construcción de una pared etc.; de tal manera que se pueda cuantificar su avance real en la etapa de ejecución, seguimiento y control del proyecto.

2.10 EOP (Estructura Organizativa del Proyecto)

Una vez que se desarrolla la EAT, es necesaria la asignación de recursos y responsables. El primer paso para lograr la asignación de recursos es desarrollando la EOP o Estructura Organizativa del Proyecto la cual indica la organización y sus relaciones, y se utiliza como marco para la asignación de los responsables del trabajo.

La EOP es la representación jerárquica de la organización del proyecto que establece la relación de los paquetes o unidades de trabajo con las unidades organizativas que lo ejecutan.

La EOP permite visualizar como la gente y las organizaciones participantes van a realizar el trabajo, reflejando la forma como los proyectos están organizados desde el punto de vista funcional y describiendo la jerarquía de las organizaciones que proporcionan recursos para planificar y realizar el trabajo identificado en la EAT.

De igual forma la EOP constituye una herramienta muy eficaz de gerencia de proyectos al establecer una organización eficiente mediante la consideración de la disponibilidad y capacidad del personal técnico y subcontratistas con el fin de lograr los objetivos del proyecto.

En el desarrollo de una EOP se recomienda seguir los siguientes pasos:

- * Dibujar la estructura de la organización del equipo.
- * Incluir todos los miembros del equipo.
- * Identificar las posiciones que todavía hay que cubrir.

La planificación de un proyecto depende del montaje y diseño correcto de la EAT y EOP, las cuales deben ser integradas a fin de asignar responsabilidades por las tareas que van a ser ejecutadas para asegurar que cada componente de alcance tenga un responsable único.

Esta relación inicialmente crea una matriz de responsabilidades al vincular las tareas con los recursos humanos necesarios o personal técnico calificado para la ejecución de cada tarea.

Posteriormente esta matriz se hace más eficaz al adicionarle otros recursos como los materiales, herramientas y el tiempo de inicio y fin de cada tarea desarrollando la matriz de asignación de recursos (MAR).

2.11 MAR (Matriz de Asignación de Recursos)

Luego de que se definen las actividades a realizar en el proyecto y se organizan de acuerdo a una secuencia lógica se establece la matriz de asignación de recursos (MAR), la cual consiste en un cuadro de doble entrada que describe la relación que existe entre las actividades y los recursos necesarios (humanos, equipos, herramientas, materiales y tiempo).

Las actividades se registran en las columnas y los recursos en las filas. Esta integración permite:

- * La descripción del trabajo a ser desarrollado.
- * Los responsables del trabajo.
- * Los recursos requeridos para ejecutar el trabajo.
- * Fechas de inicio y finalización programadas.

En la gerencia de proyectos la Matriz de Asignación de Recursos (MAR) es una lista de recursos relacionados con el tiempo, materiales, equipos, herramientas y personal humano necesarios para el desarrollo del mismo.

La distribución de la estructura de recursos normaliza el personal de los departamentos de recursos para facilitar la planificación y el control del trabajo de proyecto. En él se definen los recursos asignables como el personal desde un punto de vista funcional que identifica quien está haciendo el trabajo.

El total de recursos define el nivel superior y cada uno de los niveles es un subconjunto de la categoría de recursos (o nivel) por encima de él.

Cada descendente (inferior) representa un nivel cada vez más detallado de descripción de los recursos hasta ser lo suficientemente pequeño como para ser utilizado conjuntamente con la estructura analítica del trabajo (EAT) para permitir la labor que se ha planeado, supervisado y controlado.

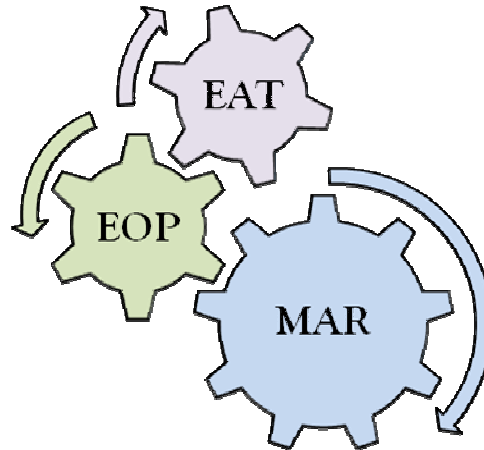


Figura 11: Interrelación entre la EAT, la EOP y la MAR.

2.12 Programa

Un programa es un cronograma para un plan y por lo tanto, no se puede establecer hasta que se haya desarrollado el plan. Una vez elaborada la planificación de la obra de acuerdo a la definición y a la secuencia de las actividades se procede a realizar la programación de la misma introduciendo las variables tiempo y recursos que se necesitan para ejecutar la planificación.

Es la elaboración de una red o diagrama en el que se esquematizan todas las actividades en las que se divide el proyecto, especificando el tipo de relación entre una y otra, así como su duración. Con esta programación se tiene un tiempo estimado de terminación del proyecto.

El primer paso para establecer un programa de proyectos es estimar cuánto durará cada actividad desde el momento en que se inicia hasta que termina. Esta duración estimada debe ser el tiempo total transcurrido, es decir, el tiempo necesario para realizar cualquier actividad más cualquier tiempo de espera asociado; por ejemplo, si se requiere estimar la duración de una actividad como “pintar” se debe incluir el tiempo requerido para la actividad más el período de espera para que seque la pintura.

La duración estimada de las actividades en los diagramas de red con el formato actividad en el nodo (AEN), se muestra por lo general en la esquina inferior derecha del nodo. En cambio, en el formato actividad en la flecha (AEF) se muestra debajo de la flecha. Este tema se tocará con mayor detalle posteriormente.

Se recomienda solicitar a la persona que será responsable de una actividad en particular que realice la estimación de la duración de dicha actividad, para generar un compromiso por parte de esa persona y evitar cualquier sesgo que pueda ocurrir, pero si el proyecto es muy grande e involucra muchas personas se acostumbra designar a una persona con experiencia o se utilizan datos históricos de proyectos similares.

Generalmente la estimación del tiempo se basa en la cantidad de recursos que se supone se utilizarán en la actividad. En el transcurso de los proyectos es posible que algunas actividades requieran más tiempo que el estimado, otras en menor tiempo y otras en el tiempo exacto, los retrasos y aceleraciones tenderán a compensarse entre sí; por ejemplo, una actividad puede requerir dos semanas más de lo estimado, pero ese retraso puede quedar compensado por otras dos actividades que se terminaron cada una de ellas una semana antes de lo estimado.

Para establecer una base a partir de la cual se puede calcular un programa utilizando las estimaciones de la duración de las actividades, es necesario seleccionar una fecha de inicio estimada y una fecha de terminación requerida para el proyecto en general. Estas dos fechas definen el espacio delimitado de tiempo en el cuál el proyecto debe terminarse. Por lo general estas fechas es parte del objetivo del proyecto.

Una vez estimado el tiempo para cada actividad en la red y utilizando la fecha o el tiempo de terminación requerido del proyecto como referencia, se puede calcular las fechas siguientes para cada actividad.

Tanto la planificación como la programación de una obra se realizan antes de comenzar el proyecto y son herramientas importantes para poder controlar el mismo. Aunque a veces es necesario reprogramar y re-planear.

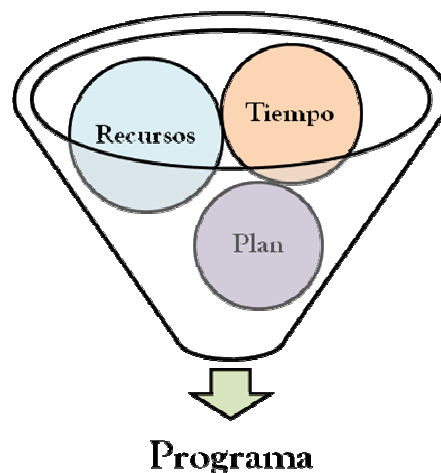


Figura 12: Esquema del programa y sus componentes.

El programa forma parte de la realización del proyecto y representa todas aquellas actividades que deben realizarse en un tiempo determinado para lograr la terminación del mismo.

“La programación en general es usada para ligar la calendarización y organización, con el fin de asegurar que todo trabajo requerido para completar el proyecto quede terminado” (Bringas, 2006, p.10). Por ello es importante incluir factores como el orden, el lugar, el tiempo, la gente, el equipo, la calidad, la economía, la seguridad y protección al ambiente.

2.12.1 Programa de Construcción

El programa de construcción debe tener el mayor desglose posible para obtener mayor precisión en la estimación de la duración del proyecto, para esto es necesario hacer la división del proyecto en paquetes de trabajo.

Los paquetes de trabajo no sólo describen el trabajo por hacer, sino que también incluyen la duración estimada de las actividades y los recursos (personas, equipos y fondos) necesarios para realizar el trabajo en el tiempo previsto. Con frecuencia las personas asignadas a la actividad o la persona encargada de ella deben realizar los estimados de tiempo.

Es fundamental contar con la mayor información posible para la elaboración del programa de obra, tener un anteproyecto, trabajos a ejecutar, especificaciones, normas y procedimientos constructivos.

En dado caso que no exista dicha información algunas actividades necesitarán más tiempo del calculado, otras se harán en menos tiempo y algunas se realizarán exactamente de acuerdo con la duración estimada. Sin embargo en la vida de un proyecto que incluya muchas actividades, estas demoras o adelantos tienden a compensarse entre sí.

2.13 Técnicas de Programación

Existen diversos tipos de técnicas de programación, unas son muy sencillas en su elaboración y fáciles de interpretar, pero tienen ciertas limitaciones, otras son bastante útiles pero complejas en su elaboración. Las técnicas más comúnmente usadas en la programación de una obra son:

- * Diagramas Gantt.
- * Diagrama de red.
- * PERT (Program Evaluation Review Technique).
- * CPM (Critical Path Method).
- * Método PERT-CPM.

2.13.1 Diagrama de Gantt

Es una herramienta, cuyo objetivo es mostrar el tiempo de dedicación previsto para diferentes tareas o actividades a lo largo de un tiempo total. Fue desarrollada a principios de 1900, por el ingeniero norteamericano Henry Gantt, con la finalidad de resolver el problema de la programación de actividades, es decir, su distribución conforme a un calendario, de manera tal que se pudiese visualizar el período de duración de cada actividad, sus fechas de iniciación y terminación e igualmente el tiempo total requerido para la ejecución del trabajo, así como seguir el curso de las actividades proporcionando el porcentaje de lo ejecutado y el grado de adelanto o atraso con respecto al plazo previsto.

Se caracteriza por no establecer distinción entre las funciones de planificación y programación. Este diagrama consiste en un sistema de coordenadas en la cual se indica:

* En el eje horizontal: un calendario o escala de tiempo definido en términos de la unidad más adecuada al trabajo que se va a ejecutar (hora, día, semana, mes, etc.).

* En el eje vertical: las actividades que constituyen el trabajo a ejecutar. A cada una de estas actividades se hace corresponder una línea horizontal cuya longitud es proporcional a su duración.

“En este diagrama los programas de trabajo muestran las fechas de inicio y terminación de los diversos elementos de un proyecto” (Merritt, Loftin, Ricketts, 2001, p.4.20).

Se pueden realizar en forma tabular o gráfica, sin embargo esta última es más utilizada debido a que permite una visualización rápida de las actividades. La representación gráfica más utilizada es la de barras rectangulares porque muestra las fechas de inicio y de terminación de cada partida de trabajo, las partidas en las cuales se empalma el trabajo, las que traslapan a otras, en qué cantidad, y las que deben quedar terminadas antes de que se comiencen otras. Esencialmente, una barra en una gráfica de barra, significa que la actividad se desarrolla en un periodo de tiempo indicado por las esquinas de la barra. En la elaboración de esta gráfica es importante considerar algunos aspectos que la limitan:

* El rango de progreso de la actividad es constante a lo largo de la longitud de la barra.

* Los recursos son constantes a lo largo de la longitud de la barra.

* Los tiempos de inicio mostrados, son los tiempos en los cuales las actividades deben comenzar y no en los que pueden.

Debido a las posibles complicaciones o mal interpretaciones, las gráficas de barras son particularmente apropiadas para proyectos simples o para plasmar proyectos complejos en forma generalizada, constituyendo herramientas excelentes para la comunicación de la información de la planificación por su simplicidad y adaptabilidad. Las gráficas de barra son además versátiles en la medida que puedan mostrar el trabajo usado en un recurso sencillo, una cuadrilla sencilla, un subcontratista en particular o un área específica de un proyecto.

Para esta aplicación, las gráficas pueden ser dibujadas mostrando solo la información relevante. Una barra en una gráfica de barra se puede identificar por su nombre, usualmente el nombre de la actividad para algunos tipos de trabajo (por ejemplo en carreteras). Una gráfica eficiente es factible de lograr solo si las actividades considerablemente grandes pueden separarse o si actividades pequeñas son combinadas con actividades mayores.

En proyectos lineales en general, como proyectos de colocación de tubería o bien en proyectos carreteros, donde la distancia es un parámetro particular de mucha importancia, una alternativa para una gráfica de barra es la colocar el tiempo en contra de la distancia, en vez de colocar el tiempo en contra de la actividad.

Con el fin de comparar la realización del trabajo con respecto al programado, se dibuja otra barra debajo de las del programa que muestre las fechas de comienzo y terminación reales. “Este método tiene la ventaja de la sencillez, pero no indica el ritmo de avance requerido por el programa o que la ejecución real está adelantada o retrasada con respecto al mismo” (Merritt, F y otros, 2001, p.4.20).

Se revela muy eficaz en las etapas iniciales de la planificación, sin embargo en la medida que se inicia la ejecución de las actividades el gráfico tiende a volverse confuso y no muestra las relaciones entre las actividades ni permite evaluar diferentes alternativas. Así mismo, es difícil visualizar inmediatamente los efectos de los cambios al proyecto (por ejemplo, variaciones o cambio de órdenes) debido a que la información usada para derivar el plan no se muestra en la gráfica de barra. Por consiguiente “El diagrama de barra es recomendable a efectos contractuales y cada actividad, dependiendo de la complejidad de la obra, es como máximo la expresión de un capítulo de la norma y como mínimo de una partida por sí misma” (Torres, L 2005, p.27).

Sin embargo, estas limitaciones de la gráfica de Gantt tradicional ya descritas han sido superadas en la actualidad con la utilización del software de administración de proyectos (Microsoft Project) que permite generar gráficas de Gantt mostrando las interdependencias de las tareas por medio de flechas de conexión. Además, al gráfico tradicional se le pueden añadir columnas que indiquen quién es responsable de cada tarea, tipo y cantidad de recursos, porcentaje (%) de avance del proyecto, comparaciones entre la programación estimada y la que se está ejecutando, entre otras muchas opciones.

| ACTIVIDAD | SEMANA 1 | | | | | SEMANA 2 | | | | |
|-----------|----------|---|----|---|---|----------|---|----|---|---|
| | L | M | Mc | J | V | L | M | Mc | J | V |
| A | | | | | | | | | | |
| B | | | | | | | | | | |
| C | | | | | | | | | | |

Figura 13: Esquema del Diagrama de Gantt.

2.13.2 Diagrama de Red

El diagrama de red es una técnica útil en la planificación, programación y el control de proyectos que constan de muchas actividades interrelacionadas. Es un gráfico del plan correspondiente a un proyecto o parte de un proyecto, que muestra la secuencia correcta y la relación entre las actividades y eventos que requieren para lograr los objetivos finales. “Consiste en representar el plan a través de un flujograma conformado por las actividades y las interrelaciones entre ellas” (Torres. A, 2003, p.63). Este diagrama se diferencia de Gantt porque permite separar las funciones de planificación y programación, facilitando la revisión del plan y el cálculo de un programa, es producto de la función de planificación y no se traza en una escala de tiempo, sino que sirve de base para el desarrollo del programa.

Existen dos (2) formas para trazar el diagrama de red; uno de ellos es la red de actividad en flecha (AEF) donde cada actividad se representa por medio de una flecha y la descripción de la misma se escribe sobre esta. En el formato AEF cada actividad se representa por una y sólo una flecha. El inicio de la misma señala el inicio de la actividad y la punta de esta representa la terminación de ella. Las actividades se vinculan por medio de círculos o nodos llamados eventos, el cual representa la finalización de las actividades que entran en él y el inicio de las que salen. A cada evento se le asigna un número único y este al principio de la actividad se le conoce como evento predecesor y el mismo al final se conoce como evento sucesor.

En el formato actividad en la flecha hay un tipo de actividad denominada actividad ficticia, la cual no consume tiempo y se representa por medio de una flecha punteada.

En el diagrama actividad en flecha (AEF) el largo de la misma no tiene ningún significado, solo representa el paso del tiempo en dirección de la flecha. Cada actividad individual se representa mediante una flecha y el inicio de todas las actividades que parten de un nodo depende de la terminación de todas las actividades que llegan a dicho nodo. Por lo tanto el evento que representa cualquier nodo no se logra hasta que todas las actividades que llegan a este, hayan terminado, a esto se le denomina tiempo del evento.

Los eventos y no las actividades se numeran para su identificación en la red en donde no existe orden de numeración, pero por convención el número en la cabeza de la flecha es siempre mayor que el número en su cola. Por lo que el proyecto debe comenzar en el primer evento y procede evento por evento hasta la terminación de los trabajos.

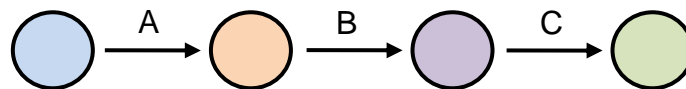


Figura 14: Esquema de numeración del diagrama de flechas.

Al dibujar una red es regla que:

- * Cada nodo represente de manera correcta la relación completa entre todas las actividades que entren y salgan.

- * Las actividades que salen del nodo deben tener predecesores idénticos, y todas las actividades que entren deben tener seguidores idénticos.

- * Cada actividad tendrá un grupo único de números asignados al mismo, con el número de cola menor que el número de cabeza.

Las reglas que exige la representación grafica de un diagrama de red o malla son:

* Regla 1: Se debe evitar la conexión de dos nodos iguales, mediante dos o más flechas.

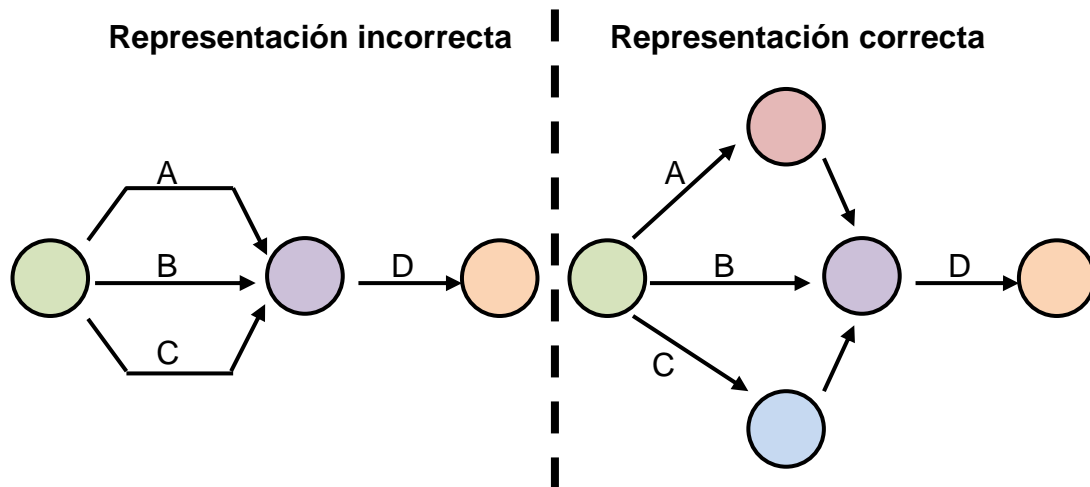


Figura 15: Esquema de la regla 1.

* Regla 2: Una actividad no debe conducir a un evento que es previo al comienzo del proceso.

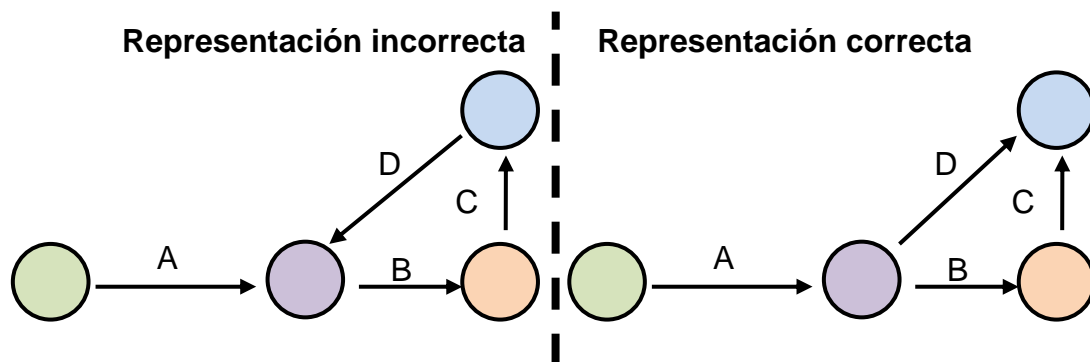


Figura 16: Esquema de la regla 2.

* Regla 3: Una red debe tener solamente un nodo de inicio y uno de terminación.

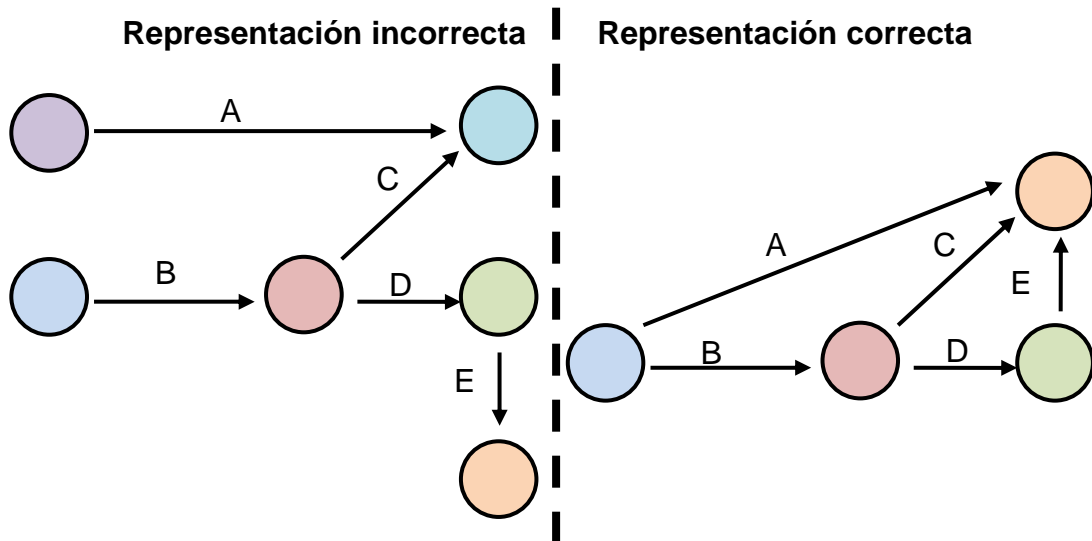


Figura 17: Esquema de la regla 3.

Hay otro tipo de diagrama de red en el que los nodos representan actividades y las líneas o flechas representan relaciones de tiempo entre las actividades; las flechas representan por lo tanto a los eventos.

Esta red llamada actividad en el nodo (AEN) se construye de forma similar a las actividades en flechas (AEF). Las tareas se vinculan definiendo una relación entre sus fechas de comienzo y de fin. Existen cuatro (4) tipos de relaciones entre tareas en Microsoft Project:

* Fin a Comienzo (FC): La tarea sucesora no puede comenzar hasta que finalice la tarea predecesora. Este vínculo viene predeterminado en el software Microsoft Project.

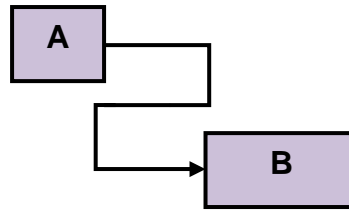


Figura 18: Esquema de la dependencia FC.

* Comienzo a Comienzo (CC): La tarea sucesora no puede comenzar hasta que comience la tarea predecesora.

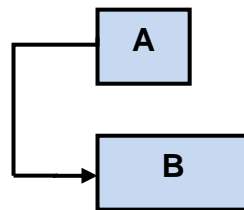


Figura 19: Esquema de la dependencia CC.

* Fin a Fin (FF): La tarea sucesora no puede finalizar hasta que no finalice la tarea predecesora.

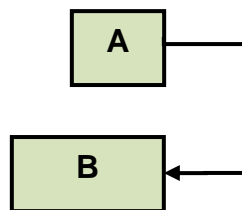


Figura 20: Esquema de la dependencia FF.

* Comienzo a fin (CF): La tarea sucesora no puede finalizar hasta que comience la tarea predecesora. Este tipo de vínculo no se utiliza normalmente.

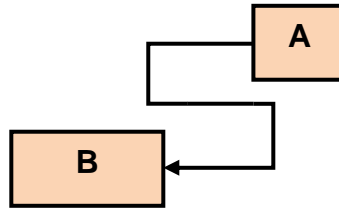


Figura 21: Esquema de la dependencia CF.

Los primeros dos (2) tipos de dependencias mostrados anteriormente son los más usados y recomendados al momento de programar. A continuación se detallan dos técnicas de programación que se desarrollan de acuerdo con los diagramas de red: la técnica de evaluación y revisión de programas (PERT) y el método de la ruta crítica (CPM), así como el método utilizado actualmente producto de la fusión de las dos anteriores: el método PERT-CPM.

2.13.3 PERT (Program Evaluation Review Technique)

Es una técnica desarrollada por la Armada de los Estados Unidos en 1957, con el objetivo de controlar los tiempos de ejecución de las diversas actividades de los proyectos espaciales, cuya característica principal era que ni el costo ni el tiempo podían ser estimados con exactitud y éste requería para su ejecución de un contingente de más de 250 contratistas y 9.000 subcontratistas, situación difícil de controlar con los métodos de planificación de esa época. El éxito alcanzado con ésta metodología hizo que se generalizara a otros proyectos y actualmente sea utilizada para “planificar y programar las tareas a través del tiempo bajo un enfoque probabilístico, en condiciones de incertidumbre y cuando se necesita conseguir duraciones no muy bien definidas” (Torres, L. 2005, p.18).

Diseñada especialmente para la planificación, programación y control de los recursos que se dispone con el fin de obtener los resultados deseados, proporciona a la gerencia, información sobre los problemas reales y potenciales que pueden presentarse en la terminación de un proyecto, la condición corriente de un proyecto en relación con el logro de sus objetivos, la fecha esperada de terminación del proyecto, las posibilidades de lograrlo así como la ubicación de las actividades más críticas y menos críticas en el proyecto total. Se caracteriza por suponer tres duraciones para cada suceso: la optimista (a), la pesimista (b) y la normal (n). La duración más probable se calcula mediante la ecuación: $T = (a + 4n + b) / 6$. Se recomienda la aplicación de ésta técnica cuando se requiere:

- * Determinar las actividades necesarias.
- * Buscar el plazo mínimo de ejecución del proyecto.
- * Buscar las ligaduras temporales entre actividades del proyecto.

Identificar las actividades críticas, es decir, aquellas cuyo retraso en la ejecución supone un retraso en el proyecto completo.

- * Identificar el camino crítico.
- * Detectar y cuantificar las holguras de las actividades no críticas, es decir, el tiempo que pueden retrasarse sin que el proyecto se vea afectado por ello.
- * Ubicar las actividades que se requieren forzar cuando se está fuera de tiempo durante la ejecución del proyecto.

Para programar con PERT se deben seguir los siguientes pasos:

- * Identificación de las actividades y duración específica.
- * Determinación de la secuencia apropiada de las actividades.

- * Construcción de un diagrama de red.
- * Establecer el tiempo requerido para cada actividad.
- * Determinación de la trayectoria crítica.
- * Actualización según como progresa el proyecto.

El PERT no intenta usurpar las funciones de la dirección, sino ayudarla a realizar sus actividades con mayor éxito, tampoco dirige por sí solo, pero se puede afirmar que de la habilidad con que la dirección use esta técnica depende la visualización y solución de los problemas que surgen con mayor eficiencia. Rara vez se conoce en el momento de tomar una decisión, toda la complejidad y consecuencias que puede tener; sin embargo esta técnica traza un método eficaz para reducir los riesgos facilitando la toma de aquellas decisiones que tengan mayor probabilidad de éxito.

En la actualidad quizás la técnica de planificación de redes más aplicada sea PERT, que es un refinamiento del método de la ruta crítica, la cual permite como se dijo anteriormente la planificación con estimados de los tiempos optimistas, más probables y pesimistas para la terminación de cada elemento en el proyecto. Cuando los proyectos de construcción son difíciles de manejar por procedimientos manuales se logra su simplificación con la introducción de éstos datos a una computadora en la que se calculan las probabilidades estadísticas de completar las varias rutas y se determina la ruta crítica.

La computadora imprime información sobre las actividades que tienen tiempo holgado y pueden tolerar retrasos, de modo que el esfuerzo, la mano de obra, las máquinas y el dinero son desviados de actividades con holgura a actividades más críticas, reduciendo el tiempo total del proyecto sin costo extra.

Este análisis además muestra las fechas de primera y última de inicio y de terminación para cada elemento en su propia secuencia con otros elementos.

Estas técnicas de planificación de proyectos generalmente consiguen usarse en el control de proyectos pero el solo hacer el plan original en ocasiones ayuda mucho a asegurar que no se pasen por alto los elementos importantes y lograr que el proyecto se inicie apropiadamente. Una vez que se ha establecido una gráfica PERT, se revisa en forma periódica el avance del proyecto y la gráfica puede ser actualizada. Con frecuencia, se observarán cambios sustanciales en la ruta crítica conforme se determinan con anticipación algunos eventos y se retrasan otros. El mantenimiento de la información actualizada necesaria para utilizar la planificación de proyectos como técnica de control requiere un esfuerzo considerable al pasar el tiempo y presentarse los cambios en el proyecto.

2.13.4 Método de la Ruta Crítica (CPM)

El método de ruta crítica, fue desarrollado en 1957 en los Estados Unidos por la compañía E.I. DuPont de Nemours, al presentarse la necesidad de ampliar y mantener cerca de 300 fábricas, lo cual significa un gran número de actividades. Si se considera que cada ampliación consta de 100 actividades, esto implica 30.000 actividades, sin posibilidad de ser planificadas en una gráfica de Gantt.

Morgan Walter de Du Pont y James Kelley de la Remington Rand analizaron la situación y determinaron que ésta planificación era factible mediante el uso de la computadora e idearon un sistema que denominaron CPM (Critical Path Method o Método de la Ruta Crítica).

Se desarrolló para manejar proyectos repetitivos o similares (ejemplo: mantenimiento de plantas químicas). Este método es muy útil cuando el equipo de un proyecto considera que el cálculo aproximado del tiempo para terminar una tarea resulta muy concreto, porque facilita la administración del equilibrio entre costo y fecha de finalización del proyecto; así como permite la gerencia de situaciones especiales y la planificación del trabajo que va más allá de lo que es necesario para hacer una licitación.

“Su aporte primordial consiste en la identificación de aquellas actividades que resulten críticas para la terminación de un proyecto, así como en caso de atraso, buscar la forma más eficiente de acelerarlo” (Torres, L. 2005 p.19).

La metodología de ésta técnica es similar a la aplicada en PERT:

- * Dividir el trabajo en sus operaciones componentes, actividades o tareas mediante la EAT.

- * Elaborar una lista de actividades que al graficarlas permita la visualización de sus relaciones secuenciales o diagrama de red en el cuál las actividades se representan por flechas, círculos o nodos, unidos por una secuencia de líneas.

- * Estimar los tiempos de duración de cada actividad, la espera requerida en la obtención de materiales y equipos, así como el tiempo probable para la preparación de los planos de taller, su posterior aprobación, las pruebas especiales requeridas y el tiempo necesario para hacerlas.

* Identificar la ruta crítica o sea aquella ruta cuyas actividades se consideran críticas, es decir que su holgura es cero. Estas actividades están conectadas a lo largo de la ruta de principio a fin y un atraso de tiempo en cualquiera de estas provocará un atraso en el tiempo total del proyecto.

Una vez identificada la ruta crítica se procede a poner al día el diagrama del CPM, considerando que en la medida que progresa el proyecto es posible que una trayectoria crítica nueva pueda emerger. El análisis para establecer un programa realista se hace por métodos manuales o computarizados, resaltando aquellas actividades cuyas fechas de terminación establecen la duración total del proyecto, planteando las modificaciones al trabajo para determinar cuáles son las actividades afectadas y el efecto que tienen en la duración del proyecto. Posteriormente se establece una secuencia adecuada de las tareas o actividades y se determina el estado del avance del trabajo en relación con la cantidad de días de adelanto o retraso con respecto al programa.

Es importante en la aplicación de este método contar con una estimación precisa del tiempo y el costo de cada una de las operaciones que comprende el proyecto. Esto significa que las estimaciones comunes de costo directo, basadas en el estudio pormenorizado de las cantidades, se preparan de la forma habitual. Las actividades o “paquetes de trabajo” que componen al proyecto pueden ser los elementos reales de trabajo que aparecen en la división del trabajo inicial, o bien, estos mismos pueden combinarse o dividirse en más operaciones y procesos más adecuados a los trabajos que se tiene en cuenta. Así el proyecto se descompone en operaciones individuales y esta descomposición puede ser tan simple o detallada como se desee.

Después de numerar y completar los costos normales y los datos de tiempo para cada operación no es difícil enumerar los costos bajo consideraciones distintas de lo normal. De esta manera los datos de costo y de tiempo se preparan teniendo en cuenta variaciones como más horas de trabajo, el cambio de turnos, el tamaño de las cuadrillas de los trabajadores, el uso de equipos opcionales, los cambios en los métodos de construcción o cualquier otra variación en el proyecto.

Para los proyectos que requieren un vasto número de operaciones y opciones que puedan considerarse para llegar a la mejor solución los cálculos se pueden llevar mediante computadoras, pero en la mayoría de los proyectos de construcción los cálculos personales son suficientes. Ya sea que el trabajo se lleve a cabo por computadora, o métodos manuales, en ambos casos se requieren los mismos datos de entrada y se obtiene la misma información de salida.

2.13.5 PERT-CPM

El PERT-CPM es el método más utilizado en la actualidad para dar respuesta a la planificación, programación y control de proyectos. Se trata de la integración de dos técnicas PERT y CPM. Estas técnicas están unidas históricamente al ser creadas casi al mismo tiempo para solucionar los problemas o limitaciones del gráfico de Gantt. A pesar de ser técnicas diseñadas por empresas distintas para sus proyectos particulares; sin embargo su concepto y metodología tienen puntos de coincidencia. Esta similitud ha permitido que estos dos métodos suministren los elementos administrativos necesarios para formar el método crítico actual, utilizando los tiempos de ejecución y los costos de operación para buscar que el proyecto total sea ejecutado en el menor tiempo y al menor costo posible.

Desde el punto de vista metodológico son técnicas de programación basadas en redes que requieren de la ejecución de seis pasos básicos:

- * Identificar las actividades individuales.
- * Determinar su secuencia.
- * Dibujar un diagrama de red.
- * Estimar los tiempos y/o costos a cada actividad.
- * Identificar la ruta crítica.
- * Actualizar los diagramas según como progresa el proyecto.

No obstante a pesar de sus puntos coincidentes, sus matices hacen a cada uno más aplicable que el otro en situaciones diferentes. La principal diferencia entre los métodos es la manera en que se realizan los estimados de tiempo. PERT es probabilística, considera que la variable de tiempo es desconocida de la cual sólo se tiene datos estimados de tiempo (muy probable, probable, lo menos probable), mientras que CPM considera que los tiempos de las actividades se conocen y se pueden variar cambiando el nivel de recursos utilizados, que las actividades son continuas e interdependientes, siguen un orden cronológico y ofrece parámetros del momento oportuno del inicio de la actividad. PERT se basa en eventos y está orientado a quien controla mientras que CPM se basa en actividades y da orientación a quien ejecuta. Los diagramas de red PERT y CPM son mejores instrumentos que los de Gantt para ilustrar la secuencia de actividades que deben ejecutarse. Además indican información importante sobre:

- * Cuáles actividades se pueden ejecutar con simultaneidad y cuáles no.
- * La fecha estimada de terminación del proyecto.
- * Las actividades que son críticas (que retrasan el proyecto si no se cumplen en la fecha indicada).

- * Si el capital invertido hasta la fecha es igual, mayor o menor que la suma presupuestada.

- * La existencia o no de suficientes recursos disponibles para terminar a tiempo el proyecto.

- * La manera más adecuada para reducir la duración estimada del proyecto.

- * El atraso o adelanto del proyecto con respecto a lo programado.

Ventajas de PERT – CPM:

- * Enseña una disciplina lógica para planificar y organizar un programa detallado de largo alcance.

- * Proporciona una metodología estándar de comunicación de los planes del proyecto mediante un cuadro de tres dimensiones: tiempo, personal y costo.

- * Identifica los elementos más críticos del plan, o sea, cuáles problemas potenciales pueden perjudicar el cumplimiento del programa propuesto.

- * Ofrece la posibilidad de simular los efectos de las decisiones alternativas o situaciones imprevistas y una oportunidad para estudiar sus consecuencias en relación a los plazos de cumplimiento de los programas.

- * Aporta la probabilidad de cumplir exitosamente con los plazos propuestos.

En la actualidad, con la gran divulgación PERT/COSTO los dos sistemas se encuentran integrados de tal manera que es común designarlos con la sigla conjunta PERT-CPM, como un sistema único, cuyas diferencias carecen de importancia.

El campo de acción de éste método es muy amplio, dada su gran flexibilidad y adaptabilidad a cualquier proyecto grande o pequeño.

Para obtener mejores resultados se recomienda su uso en proyectos caracterizados por ser únicos, de ejecución en tiempo crítico, en el cuál se desee el costo de operación más bajo dentro de un tiempo disponible.

2.14 Presupuesto

El presupuesto es la oferta para realizar un trabajo dado, que debe ser representativo y parecido a la realidad. Es un elemento gerencial importante que envuelve planes y ejecuciones de control, de tal forma de lograr objetivos y metas definidas, a través del establecimiento numérico y cuantitativo de ingresos y egresos en un período de tiempo determinado en una organización.

Un presupuesto de construcción es la estimación del costo total de la ejecución de un proyecto, que se obtiene mediante la multiplicación de la cantidad de obra de cada partida, por su precio unitario correspondiente. La suma de todos estos montos, dan como resultado el costo total de la obra. Para la elaboración de un presupuesto se debe seguir una serie pasos como son: establecer claramente el alcance del proyecto, conocer en lo posible su entorno y el impacto que causa éste sobre el mismo; conformar una estructura analítica en función de la cual se procede a dividir en tantos elementos como sea posible, determinando así las unidades y cantidades de obra. Este desglose se hace a través de los capítulos y partidas, en base a éstos, se define la mano de obra, materiales y equipo que entrarán para su ejecución. Este presupuesto debe ser revisado y ajustado para optimizarlo.

En la figura presentada a continuación se puede observar la forma de presentar el presupuesto de un proyecto:

PRESUPUESTO URBANISMO Etapa

| # | Part. | Descripción | Und | Cantidad | P. U. | Total |
|--|---------------|--|-------|------------|---------------|------------------------------------|
| OBRAS PROVISIONALES | | | | | | |
| 1 | C.S/C | OBRAS PROVISIONALES | | 1.00 | 37,950,000.00 | 37,950,000.00 |
| | | SubTotal OBRAS PROVISIONALES | | | | 37,950,000.00 |
| MOVIMIENTO DE TIERRA Capitulo | | | | | | |
| 2 | E.100.S/C.101 | REPLANTEO LOCAL | HA | 8.50 | 445,636.00 | 3,787,906.00 |
| 3 | C.030.100.300 | DEFORESTACION LIVIANA MAXIMA DE 8 METROS | Ha | 8.50 | 676,906.00 | 5,753,701.00 |
| 4 | C.100.100.102 | REMOCION ORDINARIA, TIERRA DESECHABLE, BASE DE TERRAPLEN, MOTOTRAILLA/ TRACTOR | M3 | 17,000.00 | 6,493.00 | 110,381,000.00 |
| 5 | C.100.100.101 | TRAPLEN EN CUERPOS DE TIERRA, EN CUERPOS DE TIERRA DE TRACTOR, MOTOTRAILLA/ TRACTOR | M3 | 30,810.00 | 8,907.00 | 274,691,880.00 |
| 6 | C.100.100.101 | TRAPLEN EN CUERPOS DE TIERRA, EN CUERPOS DE TIERRA DE TRACTOR, MOTOTRAILLA/ TRACTOR | M3 | 30,810.00 | 8,907.00 | 274,691,880.00 |
| 7 | C.110.200.200 | CONSTRUCCION DE TERRAPLEN DE RELLENO NATURAL, CON MATERIAL PROVENIENTE DE EXCAVACION EN PRESTAMO, SIN INCLUIR EL TRANSPORTE. | M3 | 10,160.00 | 21,379.00 | 217,210,640.00 |
| 8 | C.038.200.111 | TRANSPORTE NO URBANO EN CAMIONES A KMS. DEMATERIAL DE RELLENO PARA LA PR SITIO. | M | 127,000.00 | 1,058.00 | 134,446,000.00 |
| 9 | C1082003-5 | TRANSPORTE DE MATERIAL DE RELLENO PARA LA PR VEGETAL HASTA 500 METROS DE DISTANCIA INCLUYE CARGA | M | 42,500.00 | 1,058.00 | 44,946,000.00 |
| | | SubTotal MOVIMIENTO DE TIERRA | | | | 1,309,093,371.07 |
| CLOACAS | | | | | | |
| 10 | 01-004-S/C | REPLANTEO AUXILIAR | KM | 3.40 | 2,677,807.00 | 9,104,543.80 |
| 11 | U.S/C | EXCAVACION DE ZANJAS EN TIERRA CON UNA PROFUNDIDAD ENTRE 0.00 Y 3.50 M A MAQUINA | M3 | 3,855.13 | 10,504.00 | 40,494,285.52 |
| 12 | E.311.110.150 | EXCAVACION EN TIERRA A MANO PARA ASIENTO DE FUNDACIONES, ZANJAS, ENTRE 0 Y 3.50 MT | M3 | 247.75 | 86,686.00 | 21,476,456.50 |
| 13 | E-17-S/C | RELLENO COMPACTADO CON TIERRA MATERIAL DE EXCAVACION, CON ROTACION DEL MATERIAL D>=95% | M3 | 3,044.82 | 14,163.00 | 43,123,785.66 |
| 14 | E-317-S/C | RELLENO CON PRESTAMO ARENA INCLUYE TRANSPORTE | M3 | 237.75 | 67,341.00 | 16,010,322.75 |
| 15 | C1082003-5 | TRANSPORTE MAT. SOBRANTE DE LAS EXCAVACIONES HASTA 5 KM DE DISTANCIA. INCLUYE CARGA | M3/KM | 2,155.12 | 1,957.00 | 4,217,569.84 |
| | | | | | | Total Esta Hoja : 1,309,093,371.07 |
| | | | | | | Total Acumulado : 1,309,093,371.07 |

A.P.V. Software
Telf: 753-7103

Figura 22: Formato de presentación del presupuesto.

De acuerdo al nivel de exactitud los presupuestos se pueden dividir en dos tipos:

2.14.1 Presupuesto Aproximado

“Este tipo de presupuesto se realiza en la etapa de concepción, con el objeto de obtener una idea de su magnitud y de la factibilidad económica, al tiempo que se predicen los beneficios que proporcionaría el proyecto en caso de ejecutarse.” (García, E. 2002, p.32). Los presupuestos aproximados se refieren simplemente a índices de costos basados en datos tomados de otras obras.

Para estos se deben tomar en cuenta ciertos parámetros que dependen de la zonificación correspondiente, los cuales definen el área permitida de construcción. Esta área, multiplicada por el costo promedio actualizado por metro cuadrado de construcción, ofrece el costo total de la obra. Luego, a efectos del estudio de factibilidad, se aplica este costo al área vendible, determinándose así, la factibilidad del proyecto.

Este presupuesto ofrece la ventaja de proporcionar el costo aproximado de un proyecto para tomar la decisión de construir o no, sin embargo, presenta limitaciones obvias, ya que los índices de costos no consideran factores como: la productividad, cambio de tecnología, capacidad de los constructores y muy en especial, la inflación.

Este tipo de presupuesto aplicado apropiadamente, pueden predecir los costos finales con una inversión mínima de tiempo y dinero, con un margen de error de aproximadamente 20 a 30%.

2.14.2 Presupuesto Detallado

Este tipo de presupuesto se realiza en la etapa de desarrollo del proyecto, con el objeto de compilar y analizar todos aquellos factores que influyen en el costo total de la obra.

El presupuesto detallado depende directamente de dos factores: la cuidadosa elaboración de los cálculos métricos y la estimación del precio unitario de la partida, obtenido a través de los llamados análisis de precios unitarios de cada uno de los recursos necesarios para la ejecución de la misma. El producto resultante de estos factores, representa en conjunto, el costo total de la construcción.

2.15 Análisis de Precios Unitarios (APU)

Este método permite calcular el precio unitario de las partidas de una obra de una forma detallada y explícita. Además de ser uno de los más laboriosos, requiere de estimadores muy capacitados y maduros, pero brinda mayor precisión que otros métodos existentes.

Como los precios de los diferentes componentes de la partida varían con el tiempo y el lugar donde se va ejecutar la obra, es importante hacer un análisis de los precios unitarios para el momento en que se vaya a ejecutar la obra.

A continuación se presenta un formato de presentación de la hoja de APU y sus componentes:

| N° de partida | Código COVENIN | Und de medición | Rendimiento (Unid/Día) | | |
|--------------------------------------|---|------------------------|-------------------------------|------------|------------|
| ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS | | | | | |
| PARTIDA# 2 | CODIGO: E.100.S/C.101 | UNIDAD: HA | H/HOMBRE: 178.89 | | |
| REPLANTEO LOCAL | | | | | |
| CANT. DEL ANALISIS: | (HH/UNID): 21.05 | RENDIMIENTO: 3.041 | FECHA 21/1/06 | | |
| OBRA : URBANISMO EN A... | | | | | |
| CANT. DE LA PARTIDA: 8.50 | | | | | |
| ESTADO ANZOATEGUI | | | | | |
| %C... %P.Uni... | | | | | |
| 1- MATERIALES | | | | | |
| COD. | DESCRIPCION | UNID | CANTIDAD | COSTO | TOTAL |
| 41 | MADERA CUARTON AURORA 5 X 10 CM | M3 | 0.12000 | 800,000.00 | 96,000.00 |
| 764 | PINTURA ESMALTE KEM-GLO | GALON | 0.12500 | 89,990.00 | 11,248.75 |
| | | | | | 107,248.75 |
| | | | | | 31.08 |
| | | | | | 24.57 |
| Costo Materiales por Unidad | | | | | 107,248.75 |
| 2- EQUIPOS | | | | | |
| COD. | DESCRIPCION | CANT. | PRECIO | C.O.P. | TOTAL |
| 69 | TEODOLITO ELECT WILD T-1800 (NO USAR SUSTITUIR COD 630) | 2.00 | | | 0.00 |
| 395 | JALONES PARA TOPOGRAFIA | 2.00 | 56,000.00 | 0.003000 | 336.00 |
| 279 | BROCHA PROFESIONAL RUBI MARCA CERDEX 3" | 1.00 | 10,180.00 | 0.010000 | 101.80 |
| 337 | CINTA METRICA DE FIBRA 50 M | 2.00 | 89,414.00 | 0.010000 | 1,788.28 |
| | | | | | 2,226.08 |
| | | | | | 0.21 |
| | | | | | 0.17 |
| Total Equipos | | | | | 732.02 |
| Costo Equipos por Unidad | | | | | |
| 3- MANO DE OBRA | | | | | |
| COD. | DESCRIPCION | NUM | JORNAL | BONO | TOT JORNAL |
| 29 | MAESTRO DE OBRAS DE 1a | 1.00 | 42,052.00 | 5,000.00 | 47,052.00 |
| 1 | OBRAERO DE PRIMERA | 2.00 | 24,552.00 | 5,000.00 | 49,104.00 |
| 114 | TOPOGRAFO (NO INCLUIDO EN TABULADOR IND. CONSTRUCCION) | 1.00 | 23,350.00 | 5,000.00 | 28,350.00 |
| 2 | AYUDANTE | 4.00 | 26,289.00 | 5,000.00 | 105,156.00 |
| | | | | | 219,662.00 |
| | | | | | (2) |
| PARTIDA DEL PRESUPUESTO | | | | | |
| | | | | | 40,000.00 |
| | | | | | (1) |
| | | | | | 461,290.20 |
| | | | | | (3) |
| | | | | | 720,952.20 |
| | | | | | 68.71 |
| | | | | | 54.31 |
| | | | | | 237,077.34 |
| | | | | | 345,058.11 |
| | | | | | 51,758.72 |
| | | | | | 396,816.83 |
| | | | | | 39,681.68 |
| | | | | | 436,498.51 |
| | | | | | 436,498.51 |
| | | | | | 445,636.00 |
| | | | | | 445,636.00 |

Preparado Por : ING. OMNEL VIELMA
 Para : ARMANDO GUTIERREZ SUPERINTENDENTE D.U. PDVSA GAS
 PARTIDA # 2 E.100.S/C.101
 A.P.V. Software Telf. 753-9479

SON CUATROCIENTOS CUARENTA Y CINCO MIL SEISCIENTOS TREINTA Y SEIS BOLIVARES CON 00/100 CTMS

Figura 23: Formato de presentación del APU.

2.16 Costos Unitarios

Los costos de construcción incluyen tanto aquellos renglones que inciden directamente en el costo de la obra, como los servicios profesionales, gastos administrativos, legales, etc., que inciden indirectamente en el costo total de la misma y que en algunos casos se definen como un porcentaje de los costos directos. La sumatoria de los costos directos, indirectos y beneficio, es lo que da como resultado el precio unitario.

2.17 Costos Directos

Los costos directos son aquellos gastos y consumos, producidos por la mano de obra, herramientas, equipos, materiales y demás elementos necesarios para el suministro y colocación de una unidad de partida. La suma de todos estos elementos resultará en el costo directo por unidad de partida.

2.17.1 Costo de Materiales

“El costo de materiales se compone del valor de los mismos más el valor del flete hasta el sitio de la obra, refiriéndose estos valores a la cantidad necesaria gastada en la obra, más el desperdicio” (García, E. 2002, p.35). Estos precios base serán componentes de un costo unitario con valores en función del tiempo y lugar de la aplicación.

Es muy probable que en el transcurso de una obra los materiales que la integran sufran variaciones en el costo.

2.17.2 Costo de Equipos

Los costos de los equipos son todos aquellos gastos ocasionados por el uso de las herramientas, útiles y equipos, necesarios para la ejecución de los trabajos de construcción. Este costo varía dependiendo del tipo de equipo y de su naturaleza, sea propio o alquilado.

2.17.3 Costos de Mano de Obra

El costo de la mano de obra “comprende todos los salarios pagados al personal obrero que participa en la construcción de la obra, incluyendo las prestaciones sociales contempladas en la Ley del Trabajo y el Contrato Colectivo vigente” (Torres, L. 2005. p.33).

Uno de los costos más importantes y difíciles de controlar es el de la mano de obra directa, ya que el factor de rendimiento puede variar de un lugar a otro de manera considerable.

2.18 Costos Indirectos

Los costos indirectos, también llamados gastos generales, incluyen tanto los gastos que cubre la empresa aún cuando no esté realizando ningún trabajo productivo, como los ocasionados por la estructura técnica y administrativa necesaria para el buen desarrollo de la obra.

Difícilmente pueden ser cuantificados con cada unidad de obra, debido a que estos dependen de muchos factores que inciden en forma diferente para cada empresa constructora.

CAPITULO III

MARCO METODOLOGICO

En toda investigación científica, se hace necesario que los hechos estudiados, así como las relaciones que se establecen entre éstos, los resultados obtenidos y las evidencias significativas encontradas en relación con el problema investigado, sean confiables, objetivas y válidas, por lo tanto es imprescindible delimitar los procedimientos de orden metodológico, a través de los cuales se intenta dar respuestas a los objetivos planteados en la investigación.

En consecuencia, el marco metodológico de la presente investigación, trata de detallar el conjunto de métodos, técnicas y protocolos instrumentales utilizados en ésta investigación que facilitan la obtención de datos fiables y objetivos con el fin de desarrollar un programa de construcción para el proyecto urbanístico “Construcción de Viviendas de Interés Social en el Municipio Aragua – Distrito Social Anaco (Grupo A)” ubicado en el estado Anzoátegui, de acuerdo al método PERT-CPM y su posterior adaptación a las condiciones establecidas por la empresa contratante.

Para seleccionar la metodología más idónea que permita la solución del problema planteado, es de vital importancia realizar un análisis detallado del mismo que facilite la clasificación y ubicación de la investigación en su contexto. Existen muchos modelos y criterios de clasificación de las investigaciones, según Arias, F. (2004), “se pueden clasificar según su propósito, su nivel y su diseño.” (p.21).

3.1 Tipo de estudio

Según su propósito o razón de estudio, la investigación propuesta se trata de una investigación aplicada por cuanto busca resolver un problema concreto (desarrollo de un programa de construcción para un proyecto). Según Sabino, C. (1992) “La investigación aplicada persigue fines directos e inmediatos. (p.58).

3.2 Nivel de Investigación

El nivel de la investigación es el grado de profundidad con que se aborda un fenómeno u objeto de estudio. Según Arias, F. (2004) “las investigaciones pueden ser exploratorias, descriptivas o explicativas” (p.21). En tal sentido el trabajo que presentado se trata de una investigación descriptiva al destacar en el contenido de sus objetivos la descripción de las características del urbanismo y las viviendas intentando captar, reconocer y evaluar sobre los documentos de licitación y planos, los componentes y las relaciones que se establecen en la situación estudiada con el propósito de lograr su verdadera comprensión y avanzar en su resolución. A partir del diagnóstico se puede establecer un pronóstico de la situación. Además mide los efectos de un programa comparando con las metas que se propone alcanzar a fin de contribuir a la toma de decisiones acerca del mismo.

Según Sabino, C. (1992) “deben clasificarse como investigación descriptiva los diagnósticos que realizan consultores y planificadores: ellos parten de una descripción organizada y lo más completa posible de una cierta situación y luego pasan a ofrecer recomendaciones o trazar proyecciones acerca de su desenvolvimiento futuro” (p.60).

3.3 Diseño de Investigación

El diseño de la investigación se define como “el plan global de investigación que integra de un modo coherente y adecuadamente correcto técnicas de recolección de datos a utilizar, análisis previstos y objetivos” (Alvira, citado por Ballestrini, M. 2001, p.131).

Los diseños de investigación de acuerdo al tipo de datos que se deben recolectar se pueden clasificar en diseños de campo y diseños bibliográficos o documentales. Sin embargo es posible situar dentro de los diseños de campo otra clasificación: experimentales y no experimentales.

Los diseños no experimentales se caracterizan por la observación de los hechos tal como se manifiestan en su ambiente natural, y en este sentido, no se manipulan de manera intencional las variables mientras que los diseños experimentales se caracterizan porque el investigador manipula las variables independientes en una situación que es controlada a fin de detectar su efectos sobre las variables dependientes. El trabajo de investigación realizado posee características propias. Es documental al utilizar datos secundarios productos de la aplicación de técnicas bibliográficas, como el análisis de materiales impresos por ejemplo planos, normas COVENIN y otros datos que incluyen a internet.

Sin embargo no puede considerarse que es una investigación documental pura porque se utilizan paralelamente estrategias basadas en una investigación de campo no experimental al ser necesario las consultas a profesionales experimentados en la rama de la ingeniería civil para la obtención de datos relacionados con los tiempos y el proceso de ejecución de cada una de las actividades asignadas.

3.4 Población y Muestra

Desde el punto de vista estadístico una población o universo se refiere a “cualquier conjunto de elementos de los cuales se pretende indagar o conocer sus características, o una de ellas, y para el cual serán válidas las conclusiones obtenidas en la investigación” (Ballestrini, M. 2001, p.137), mientras que “la muestra es un subconjunto representativo de un universo o población.” (Arias, F. 2004, p.98).

En esta investigación la población o universo de estudio está constituido por el área de terreno de aproximadamente 7 hectáreas sobre el cual se construirán 250 viviendas según planos, no se utiliza técnicas de muestreo y en su defecto se trabaja con toda la población (todo el proyecto).

3.5 Datos

Se entiende por datos la unidad de información que se obtiene durante la ejecución de una investigación. Para la planificación y programación de este proyecto fue necesaria la recopilación de los siguientes datos:

* Recursos (humanos, materiales, equipos y herramientas): Son suministrados por SERPROCA basados en un estudio previo de disponibilidad.

* Tareas o Actividades: Son determinadas por la característica de la obra y se recopilaron a partir del presupuesto inicial entregado a PDVSA por la contratista o análisis de precios unitarios (APU).

Estimación de los tiempos de ejecución de las actividades o tareas: Algunas de las estimaciones de los tiempos de ejecución de las actividades se basaron en datos históricos o informes que posee la empresa de obras similares construidas con anterioridad, por consultas a expertos en éste tipo de obra o en su defecto por experiencia propia.

3.6 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Las técnicas o procedimientos utilizados para la recopilación de datos en función de los objetivos y naturaleza del proyecto son las siguientes:

3.6.1 Técnicas de Fichaje

Citas bibliográficas, presentación de cuadros, gráficos e ilustraciones (momento teórico de investigación documental).

3.6.2 Observación Documental

Se realizaron análisis de:

* Pliego de Planos: Para extraer de él datos valiosos como topografía del terreno y características de la obra.

* Carpetas del Presupuesto presentado a PDVSA: Permitió visualizar las Partidas o Actividades así como la distribución del presupuesto del proyecto.

* Pliego de condiciones de contratación del proyecto: Facilitó la etapa de definición del proyecto al proporcionarnos datos sobre las condiciones de contratación, objetivo, propósito y alcance de la obra.

3.6.3 Entrevistas no Estructuradas

Estas entrevistas permitieron establecer algunos datos importantes en la estimación de los tiempos de ejecución de las actividades a ejecutar mediante la consulta a expertos de la ingeniería.

3.7 Técnicas de Procesamiento, Tabulación y Análisis de Datos

El procesamiento de datos implica un agrupamiento de los mismos, en unidades coherentes. Una vez recopilados los datos referidos a actividades o tareas, tiempo de ejecución de cada una de ellas y recursos necesarios, es importante organizarlos, ponerlos en orden, procesarlos y construir con ellos tablas, gráficos que sinteticen sus valores, para su posterior análisis.

En el procesamiento, tabulación y análisis de los datos se utilizaron las siguientes herramientas básicas de Gerencia de Proyectos: la Estructura Analítica del trabajo (EAT), la Estructura Organizativa del Proyecto (EOP) y la Matriz de Asignación de Recursos (MAR).

3.7.1 EAT (Estructura Analítica del Trabajo)

Mediante esta técnica se dividió el alcance del proyecto en “piezas” manejables denominadas tareas o actividades, creando una estructura que organiza desde el punto de vista jerárquico las actividades.

En este trabajo se presenta la EAT en sus dos versiones:

- * La exposición de un simple listado de actividades
- * Un organigrama que muestra el grado de jerarquía de cada una de ellas.

3.7.2 EOP (Estructura Organizativa del Proyecto)

Técnica que facilita la representación jerárquica de la organización del proyecto. Consiste en una exposición del recurso humano, organizado de acuerdo a su rol en el trabajo a realizar y cuya posición en el mismo es determinada por la capacidad y desempeño de cada uno de éstos.

Esta EOP que presenta los responsables del proyecto es integrada a su vez a la EAT que muestra las unidades de trabajo, tareas o actividades para crear una matriz de asignación de responsabilidades que visualiza a cada uno de los responsables ubicados de acuerdo a su capacidad y desempeño en cada una de las actividades que se desglosaron en la EAT y cuya sumatoria de logros parciales permite el éxito del proyecto. Esta matriz se hace más eficiente al ser adicionados otros recursos para la construcción de la matriz de asignación de recursos (MAR).

3.7.3 MAR (Matriz de Asignación de Recursos)

Es una matriz caracterizada porque además de la presentación del personal humano o mano de obra desde el punto de vista funcional identifica su trabajo a realizar por cada uno, expone el desglose de recursos; los materiales y maquinarias que se utilizan, su disponibilidad y el tiempo de entrega.

3.8 Método Utilizado

La complejidad de la obra, requiere que se utilice un método idóneo que permita organizar y relacionar todos los datos del proyecto, por ello la respuesta al problema planteado se ubica en una eficiente gestión del proyecto y en el uso de la tecnología que permita el manejo automatizado de los datos.

El análisis de los datos y de las diferentes técnicas de planificación y programación indican que el método de planificación y programación que mejor se adapta es PERT-CPM, técnica ya descrita con anterioridad basada en los diagramas de red y que se utiliza en proyectos caracterizados por ser únicos, que se ejecuten en un tiempo mínimo, sin variaciones, es decir en tiempo crítico y a bajo costo.

Este método se selecciona por su compatibilidad en el uso del software de proyectos Microsoft Project, para facilitar el manejo de la gran diversidad de datos referentes a actividades, recursos, y estimación de los tiempos así como la presentación de la planificación en gráfica de Gantt para su mayor comprensión. Un requisito previo para aplicar éste método es la definición del proyecto, por eso aunque no forma parte de los pasos metodológicos de PERT-CPM, sin embargo, constituye la fase I de la metodología aplicada en éste proyecto. La aplicación de éste método al proyecto implica seguir seis (6) pasos básicos:

- * Identificar las actividades o tareas que deben ejecutarse para cumplir con el objetivo del proyecto.

- * Establecer la secuencia en que se piensa que las actividades deben ocurrir (elaborar el diagrama de la red).

- * Estimar el tiempo que se requiere para efectuar cada actividad.
- * Calcular la fecha en la cual se espera haber concluido el proyecto utilizando los tiempos estimados.
- * Identificar la ruta crítica.
- * Actualizar el programa.

3.9 Herramientas Utilizadas

Entre las herramientas utilizadas para la aplicación del método se tienen:

3.9.1 Microsoft Project

Constituye una valiosa herramienta que facilita la gerencia proyectos en las fases de definición y planificación. En la fase de definición facilita el desarrollo de la EAT, la elaboración de calendarios del proyecto, informes que reflejen ese calendario; en la fase de planificación ayuda a organizar y asignar tareas, elaborar diagramas de red y gráficos de Gantt y además permite realizar un seguimiento y control del calendario, de los recursos y del presupuesto durante la fase de ejecución.

Todo ello con el fin de lograr el propósito de alcanzar con éxito los objetivos del proyecto a tiempo y sin sobrepasar el presupuesto.

En la fase de Planificación, Microsoft Project representa una valiosa herramienta para la planificación y programación de la obra porque facilita el proceso de:

- * Crear las fases, los hitos y la lista de tareas.

- * Estimar duración de las tareas.
- * Vincular tareas con otras tareas.
- * Escribir las fechas límites u otras restricciones de fechas.
- * Configurar los recursos y asignarlos a las tareas.
- * Establecer costos de recursos y tareas.
- * Ajustar el plan para cumplir con la fecha de finalización acordada y el presupuesto asignado.

De igual forma Microsoft Project actúa como un sistema de información del proyecto porque:

- * Almacena toda la información del proyecto, tareas, recursos, asignaciones, duraciones, relaciones entre tareas, secuencias de tareas, calendarios, etc.
- * Realiza cálculos de la información almacenada, incluyendo fechas, programaciones, costos, duraciones, rutas de acceso críticas, valores acumulados, variaciones etc.
- * Presenta las vistas de la información de diferentes formas: tablas, grupos, campos o informes.

Para crear las bases de programación del proyecto con Microsoft Project 2003 se siguieron los siguientes pasos:

- * Iniciar Microsoft Project y crear un proyecto nuevo pulsando en el icono Nuevo o a partir de una plantilla, pulsando en Archivo, Nuevo.
- * Programar desde una fecha de comienzo o de finalización. Antes de comenzar a introducir tareas se debe decidir si éstas van a programarse de una fecha de comienzo o de finalización.

* Reajustar los parámetros preestablecidos a las necesidades del proyecto: jornada diaria (h/d), jornada semanal (h/s), tarifa normal (Bs/h), tarifa sobre tiempo, unidad predefinida para medir la duración de las actividades, tipo de tarea (Unidades Fijas, Trabajo Fijo, Duración Fija).

Crear los calendarios requeridos por los distintos grupos de recursos que intervienen en el proyecto, MP proporciona 3 calendarios base:

* Calendario del proyecto: Determina cuando se programan las tareas y cuándo los recursos para trabajar en las tareas asignadas.

* Calendario de recursos: Cada recurso puede tener su propio calendario de recursos individual, para reflejar días libres, períodos de vacaciones. De manera predeterminada, el calendario de recursos es el calendario del proyecto.

* Calendario de tareas: El calendario base se modifica de acuerdo a las necesidades del proyecto.

Introducir todas las actividades o tareas: Una vez configurado el archivo de proyecto, se procede a introducir las tareas de acuerdo a la Estructura Analítica del trabajo desarrollada en la etapa de definición.

Programación de las tareas: Para desarrollar una programación adecuada que refleje verdaderamente la ejecución del proyecto se debe:

- * Estimar la duración de las tareas.
- * Identificar las relaciones o dependencias entre tareas.
- * Programar ciertas tareas para ciertas fechas específicas.

Establecer dependencias de tareas: El siguiente paso es vincular las tareas que dependen de otras tareas. Crear un vínculo entre dos tareas. MP calcula las fechas de comienzo y fin de la tarea sucesora según la fecha de comienzo o fin de la predecesora, el tipo de dependencia, la duración de la sucesora y la asignación de los recursos asociados. El vínculo más habitual es la dependencia de tareas de fin a comienzo. Con éste vínculo la tarea predecesora debe finalizar antes de que la tarea sucesora pueda comenzar.

Configurar los recursos del proyecto: Consiste en agregar los recursos al programa. MP agrupa los recursos humanos y equipos como recursos de trabajo, que utilizan el tiempo como una medida de esfuerzo para una tarea. Para agregar recursos lo primero es hacer clic en Ver Hoja de recursos, aplicada en la tabla de entrada, luego se introduce la información de cada recurso.

- * Asociar los recursos a las tareas: Una vez introducidas las tareas y los recursos, el siguiente paso es asociarlos.

- * Determinar el costo total del proyecto.

- * Ajustar los recursos y las asignaciones del proyecto para alcanzar la fecha de terminación y los costos previstos. Identificar la ruta crítica.

3.9.2 Microsoft Visio

Es un software de dibujo vectorial para Microsoft Windows. Las herramientas que lo componen permiten realizar diagramas de bases de datos, diagrama de flujo de programas UML. Son utilizados para desarrollar programas de negocios, permitiendo crear diagramas de proyectos a partir de datos existentes.

Puede crear un diagrama de escala de tiempo o Gantt a partir de datos de Microsoft Project para ayudarle a comunicar mejor los puntos clave a las personas implicadas. Se utiliza en el diseño del diagrama que permite visualizar el desglose del trabajo en forma de organigrama (Ver figura 28).

CAPITULO IV

DESARROLLO DEL PROGRAMA

La elaboración de este programa se realizó en varias etapas o fases:

4.1 Fase I: Definición del proyecto

La fase I o fase de definición es aquella en donde se establece una visión del proyecto y su alcance, es cuando la idea inicial para el desarrollo del proyecto se lleva al punto de estar suficientemente fundamentada para garantizar la entrada en la planificación. En ésta fase se evalúa la viabilidad del proyecto, sobre todo cuando está en juego una gran inversión de recursos humanos y económicos. La fase de definición es un preámbulo a la planificación e implementación del proyecto.

En ésta parte se manifiesta con claridad su verdadera naturaleza, alcance y la organización en su totalidad. Aquí es donde se obtiene el compromiso y la vinculación de la contratista de sus recursos con los objetivos que trata de lograr. Se vuelven evidentes cuatro elementos claves del proyecto: el propósito, los objetivos, los resultados y los recursos.

Además de esto se da forma a los costos y a las posibles ganancias y se elabora las bases para la asignación de responsabilidades y la evaluación del proyecto. En tal sentido el equipo encargado de la gerencia del proyecto Boquerón I estableció el objetivo de manera tal que se visualizaron las fechas probables de inicio y culminación de la obra, de acuerdo a los lineamientos de la empresa contratante PDVSA.

Es importante hacer notar que éste objetivo se logrará siempre y cuando se cumpla con las condiciones planteadas en la misma programación.

4.1.1 Definición del Objetivo del Proyecto

Para establecer el objetivo del proyecto se debe saber qué es lo que se quiere hacer, cuando se requiere terminar y cuanto costará el proyecto para así crear una meta, saber hacia dónde se va y definir qué beneficios se obtendrán, de acuerdo esto se puede definir el objetivo del proyecto de la siguiente manera:

“Ejecutar el proyecto de construcción del urbanismo denominado Boquerón I constituido por 250 viviendas de interés social de acuerdo a las normas y requerimientos establecidos en el Contrato N° 4600005406 suscrito entre la empresa contratante PDVSA y la contratista SERPROCA por un periodo de ejecución de ciento veinte (120) días calendario y un monto de 16.249.996.368,10 Bs.”

Antes de comenzar a introducir tareas hay que decidir si estas van a programarse a partir de una fecha de comienzo o de finalización. Aunque normalmente hay una fecha final en mente, la manera más sencilla de programar es indicando un día de inicio del proyecto (Acta de Inicio). Se programa la primera tarea para que comience en la misma fecha que el proyecto (26 de Marzo del 2007) y a partir de esa fecha se programan las siguientes tareas. Las actividades que no tienen una fecha específica de comienzo o finalización se programan para realizarlas lo antes posible, siendo estas reguladas por otras actividades.

A continuación se muestra una ventana en donde se introducen los primeros datos del programa:

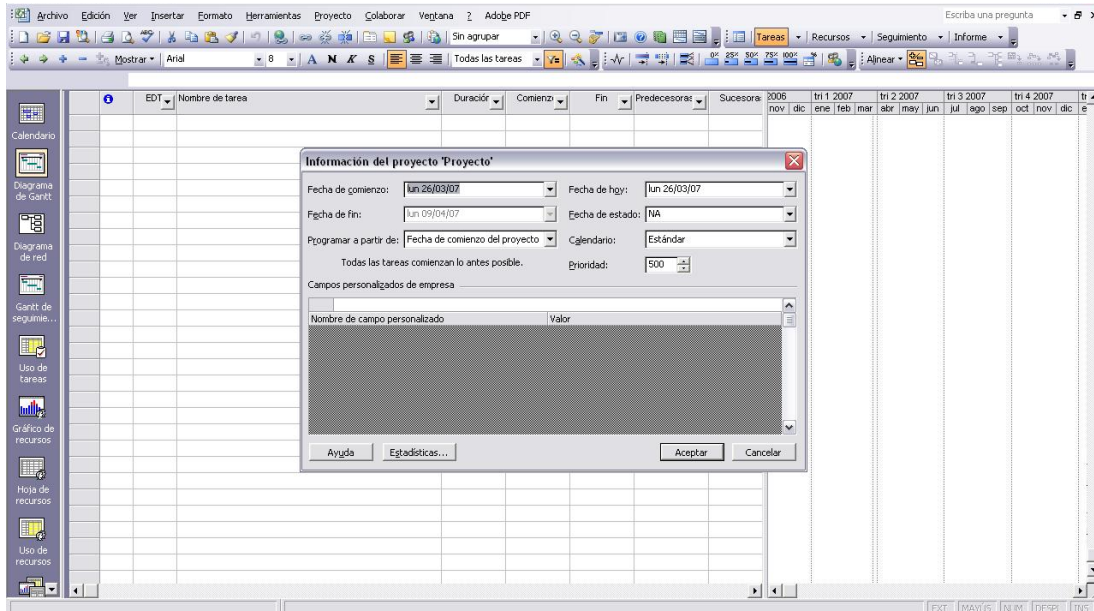


Figura 24: Información del proyecto.

4.1.2 Definición del Horario del Proyecto

El horario de proyecto establece las horas laborables para el proyecto y sus tareas y de manera predeterminada para todos los recursos del proyecto.

De acuerdo a lo anterior y según el Contrato Colectivo de la Construcción 2007-2009 el cual establece que la jornada diaria de trabajo no podrá exceder de nueve (9) horas diarias, ni de cuarenta y cuatro (44) semanales, considerando como jornada diurna la cumplida entre las 5:00 AM y las 7:00 PM se crea un horario estándar para la realización del proyecto, el mismo es el siguiente:

- * Lunes a jueves de 7:00 AM a 12:00 PM y de 1:00 PM a 5:00 PM
- * Viernes de 7:00 AM a 1:00 PM

Los días viernes se trabajará hasta la 1:00 PM por razones de pago de nómina en donde se le cancelará al personal en forma de cheque y de acuerdo al Contrato Colectivo de la Construcción 2007-2009 el cual establece que cuando el trabajador reciba el pago de su salario en cheques, el empleador le concederá un permiso remunerado de hasta dos (2) horas para hacerlo efectivo. Según esto, queda implantada una jornada diurna de nueve (9) horas diarias de trabajo y cuarenta y dos (42) semanales mas dos (2) horas de permiso para el cobro del salario, dando un total de cuarenta y cuatro (44) horas semanales. En la siguiente figura se puede observar la ventana correspondiente al horario de trabajo de acuerdo a los días laborables, donde en la primera columna a la derecha se muestran las horas del día y en la primera fila superior se presentan los días de la semana:

Períodos laborables del proyecto

Definir la semana laboral

¿Qué días de la semana son normalmente los días laborables de este proyecto?

Lun Mar Mié Jue
 Vie Sáb Dom

Utilizaré las horas que se muestran en la vista preliminar de la derecha.
 Deseo ajustar las horas laborables mostradas para uno o varios días de la semana!

Elija un día para ajustar sus horas o utilice el botón **Aplicar a todos los días** para que los ajustes se apliquen a todos los días laborables del calendario.

Horas para: **Lunes**

Desde: 07:00 a.m. Hasta: 12:00 p.m.
 01:00 p.m. 05:00 p.m.

Especificar turnos adicionales

Paso 2 de 5

Vista previa del período laborable

Legenda:

- Período laborable
- Período no laborable

| | Lunes | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes | Sábado | Domingo |
|--------------------|-------|--------|-----------|--------|---------|--------|---------|
| 7 ^{a.m.} | | | | | | | |
| 8 ⁰⁰ | | | | | | | |
| 9 ⁰⁰ | | | | | | | |
| 10 ⁰⁰ | | | | | | | |
| 11 ⁰⁰ | | | | | | | |
| 12 ^{p.m.} | | | | | | | |
| 1 ⁰⁰ | | | | | | | |
| 2 ⁰⁰ | | | | | | | |
| 3 ⁰⁰ | | | | | | | |
| 4 ⁰⁰ | | | | | | | |

Figura 25: Período laborable.

4.1.3 Definición del Calendario de Trabajo

El calendario de proyecto establece los días laborables para el proyecto y sus actividades.

En relación a esto el Contrato Colectivo de la Construcción 2007-2009 establece que los días declarados de júbilo por el Ejecutivo Nacional, los Ejecutivos Regionales y las Municipalidades además de los días feriados serán aceptados como no laborables, de acuerdo a esto se establece en el proyecto que no serán laborables los días nombrados a continuación:

- * Los días sábados y domingos.
- * Año Nuevo (01 de Enero).
- * Lunes y martes de Carnaval (19 y 20 de Febrero).
- * Jueves y viernes Santo (05 y 06 de Abril).
- * Declaración de la Independencia (19 de Abril).
- * Día del Trabajador (01 de Mayo).
- * Batalla de Carabobo (24 de Junio).
- * Firma del Acta de Independencia (05 de Julio).
- * Natalicio del Libertador (24 de Julio).
- * Batalla de Aragua de Barcelona (17 de Agosto).
- * Día de Anzoátegui (14 de Noviembre).
- * Navidad (25 de Diciembre).

A continuación se presenta la ventana en donde se establecen las modificaciones al calendario laboral:

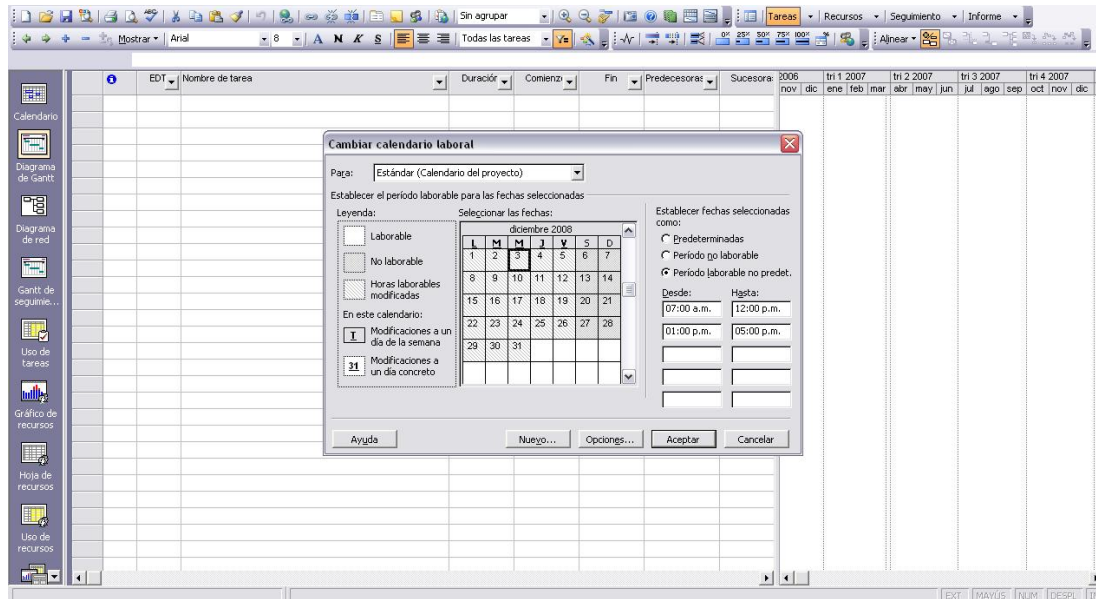


Figura 26: Calendario laboral.

4.2 Fase II: Elaboración de la EAT

4.2.1 Definición de Tareas

Una vez definida la fecha probable de inicio y culminación de la obra a, se procede a su desglose aplicando la técnica EAT. Para ello se definen las actividades realizando un análisis detallado del presupuesto presentado a PDVSA como oferta de contratación. Este presupuesto permite visualizar las partidas con sus respectivos cómputos métricos y análisis de precios unitarios por cada actividad a realizar. Para el manejo eficiente del proyecto es necesario dividirlo en dos (2) Etapas: Urbanismo y Viviendas. De la primera etapa correspondiente al Urbanismo se desprenden los Capítulos de Instalaciones Provisionales, Movimiento de Tierra, Sistema de Aguas Servidas, Sistema de Acueducto, Electrificación y Alumbrado Público, y el Sistema de Vialidad.

Continuando con lo anterior, en la etapa de Viviendas se derivan los Capítulos de Estructura y Obras Arquitectónicas y Acabados cada Capítulo se divide en Actividades a las cuales se le agregarán posteriormente los recursos (Humanos, Materiales, Equipos, Herramientas, Tiempo).

Todo se debe establecer de acuerdo a lo requerido por los Ingenieros Planificadores (PDVSA y SERPROCA), el Ingeniero Residente y el Ingeniero Inspector de tal forma que durante la ejecución de la obra no exista dificultad en llevar el avance del proyecto y sea de fácil lectura para cualquiera que desee conocer el desarrollo del mismo.

Esta fase es muy importante para el desarrollo del programa porque representa la base del proyecto, en la misma se debe pensar a futuro y analizar cada una de las actividades a ejecutar, es decir, el programa debe llevar tantas actividades como sean necesarias para abarcar toda la obra y en donde no quede un área sin tener una planificación a menos que posteriormente surjan modificaciones al proyecto, pero este debe ser lo más extenso posible sin llegar al punto de desarrollar un programa que sea inmanejable, en otras palabras, que no se le pueda llevar un control por la gran cantidad de actividades que este posea.

Basado en esto y aplicándolo al proyecto se encuentra un dilema y es que a pesar de que el proyecto es relativamente pequeño, las tareas correspondientes a las viviendas son repetitivas, debido a que se ejecutan una y otra vez en cada vivienda, algunas se realizan en varias viviendas al mismo tiempo, mientras que en otras se realizan en diferentes tiempos, generando un proyecto incontrolable para cualquier ser humano.

Luego de analizar las posibles soluciones a este dilema, se llega a la conclusión de que una forma de simplificar el trabajo a realizar es organizar la mano de obra, en cuadrillas especializadas en cada área, con el objetivo de que cada una de ellas ejecute el trabajo de su competencia y luego que estas hayan terminado su trabajo en una vivienda pasen a realizar el mismo trabajo en la siguiente y así sucesivamente hasta que se hayan completado las 250 viviendas. Se puede decir que las actividades a realizar en las viviendas además de ser solapadas (realizadas las mismas actividades al mismo tiempo con diferentes cuadrillas) serán continuas (sucesivamente de haber terminado una actividad en una vivienda se iniciara la misma actividad en la siguiente vivienda), lo que ayuda a reducir en un gran número las actividades del programa.

Con la ayuda de esta reducción de actividades se logra obtener un programa totalmente controlable y de sencillo seguimiento, además de ser fácil de comprender por cualquier persona y capaz de recibir las modificaciones que sean necesarias durante su control para su mejor funcionamiento. A continuación se presenta la lista de la EAT del proyecto en donde se observa en primer nivel las etapas, seguido de los capítulos (2do nivel) y finalmente las actividades (3er nivel), esta lista es utilizada para establecer el programa del proyecto y es la base del mismo, en donde a través de ella se pueden generar organigramas, diagramas, entre otros, para así crear documentos que puedan ser interpretados fácilmente por cualquier persona:

- 1 Acta de inicio
- 2 Urbanismo
 - 2.1 Instalaciones provisionales
 - 2.1.1 Construcción de deposito
 - 2.1.2 Construcción de oficina

- 2.1.3 Construcción de sanitarios
 - 2.1.4 Construcción de comedor
 - 2.1.5 Construcción de caseta de vigilancia
 - 2.2 Movimiento de tierra
 - 2.2.1 Deforestación
 - 2.2.2 Remoción
 - 2.2.3 Replanteo
 - 2.2.4 Excavación
 - 2.2.5 Relleno
 - 2.3 Sistema de acueducto
 - 2.3.1 Tuberías
 - 2.3.2 Llaves de paso
 - 2.3.3 Cajas
 - 2.3.4 Hidrantes
 - 2.4 Sistema de aguas servidas
 - 2.4.1 Tuberías
 - 2.4.2 Tanquillas
 - 2.4.3 Empotramientos
 - 2.4.4 Base de B.V
 - 2.4.5 Cono excéntrico
 - 2.4.6 Marco y tapa de H.F
 - 2.5 Electrificación y alumbrado publico
 - 2.5.1 Postes
 - 2.5.2 Conductores
 - 2.5.3 Transformadores
 - 2.5.4 Luminarias y dispositivos de control
 - 2.5.5 Acabados con pintura
 - 2.5.6 Tanquillas
 - 2.5.7 Bancadas
 - 2.6 Sistema de vialidad
 - 2.6.1 Acondicionamiento de la superficie
 - 2.6.2 Concreto en pavimentos
 - 2.6.3 Concreto en brocales
 - 2.6.4 Concreto en aceras
- 3 Vivienda
 - 3.1 Estructura
 - 3.1.1 Infraestructura de concreto
 - 3.1.2 Superestructuras metálicas
 - 3.1.3 Superestructuras de madera
 - 3.2 Obras arquitectónicas y acabados
 - 3.2.1 Construcción de paredes

- 3.2.2 Revestimiento de pisos
 - 3.2.3 Carpintería
 - 3.2.4 Ventanas panorámicas
 - 3.2.5 Instalaciones eléctricas
 - 3.2.6 Acabados con pintura
- 4 Acta de terminación

En la siguiente figura (ver figura 27) se presenta una ventana del software Microsoft Project en la fase de la elaboración de la EAT, donde se observa el desglose de las actividades a realizar durante la ejecución del proyecto y el nivel de cada una (etapas, capítulos y actividades) de estas caracterizado por un número de EAT (EDT según el programa) y uno o dos guiones de acuerdo a su nivel; posteriormente se observará la representación gráfica u organigrama de la EAT del proyecto el cual se elaboró con la ayuda del software Microsoft Visio el cual funciona como complemento del Microsoft Project (ver figura 28).

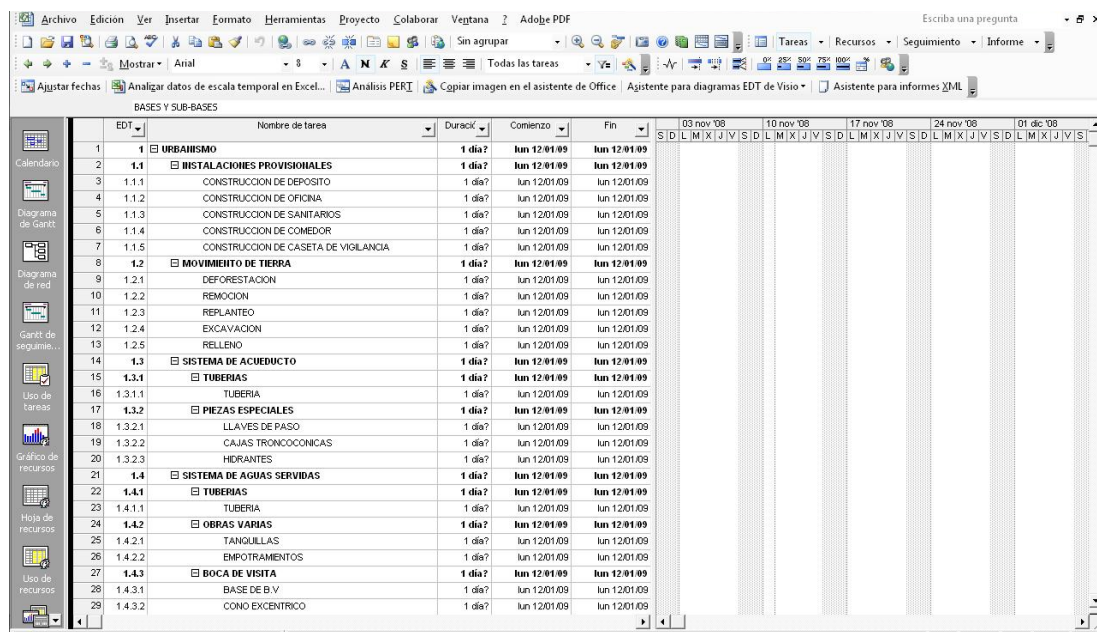


Figura 27: Elaboración de la EAT.

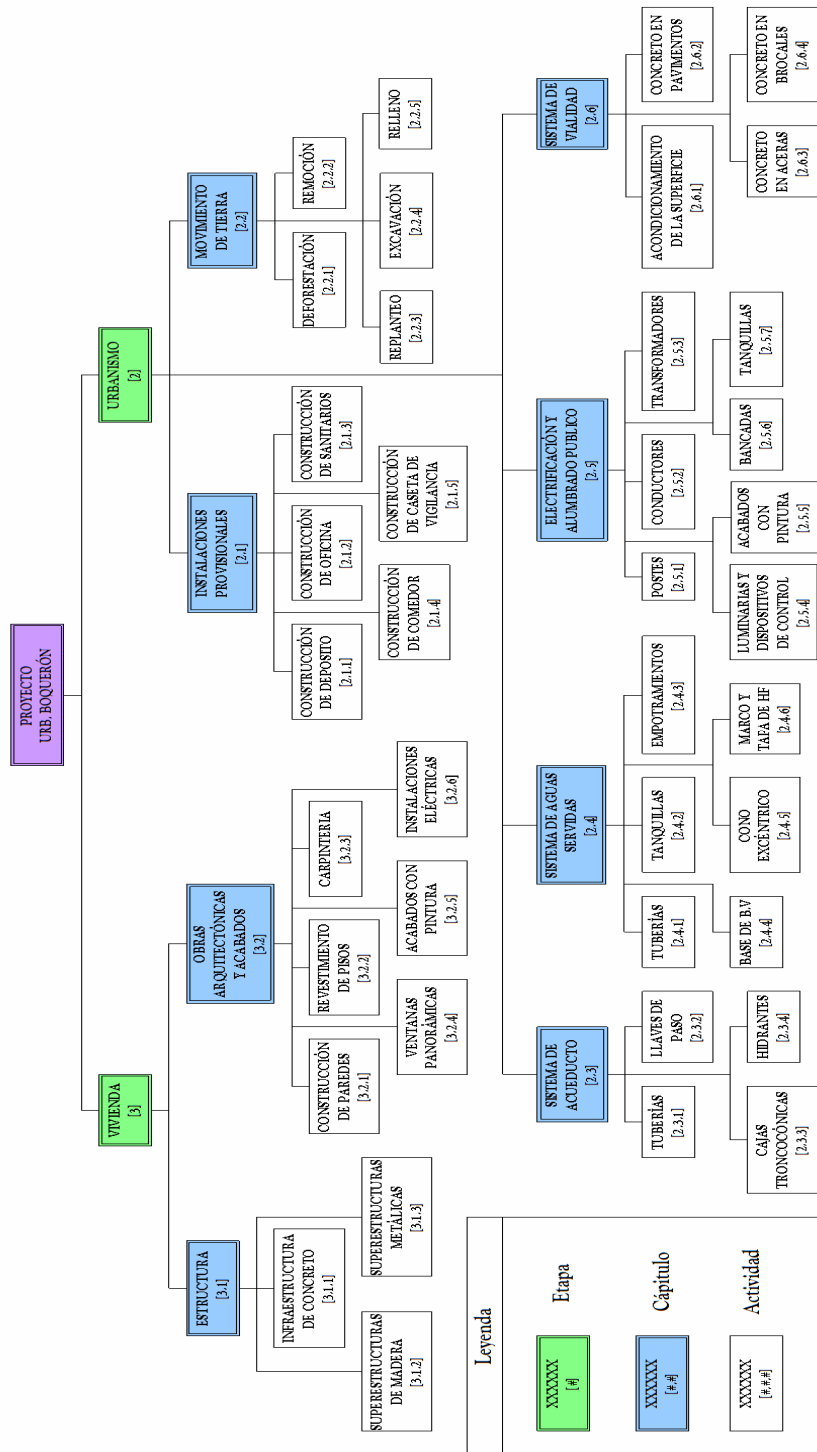


Figura 28: Organigrama de la EAT del proyecto.

4.2.2 Secuenciación y Organización de Tareas

Una vez desglosadas las tareas se procede a organizarlas de acuerdo a un orden jerárquico. Mediante la EAT se determina el orden de prioridades de las tareas de acuerdo a diferentes variables y aspectos tales como la secuencia lógica de las actividades y mediante el proceso constructivo que se desee. Durante la elaboración de la EAT deben analizarse todas las actividades a realizar y tener conocimiento de la forma de ejecución de las mismas así como estar al tanto de cuales tareas pueden realizarse primero y cuales después, es decir, deberán establecerse las dependencias entre tareas y seguir una secuencia lógica de construcción. Por ejemplo, no se puede iniciar la construcción de la vialidad sin haber concluido en una parte el movimiento de tierra, por lo menos debería estar terminado el sector donde esta va a estar, al igual que la misma no podrá construirse si aun no se han ejecutado los trabajos del sistema de aguas servidas o acueducto que vaya a transitar por debajo de la vialidad. Todo debe ejecutarse con una continuidad lógica de trabajo que de no desarrollarse así generará un costo mayor del proyecto al tener que demoler la obra construida y volverla a elaborar de acuerdo a lo establecido en los planos.

La vinculación de tareas en el programa es preferible realizarla de forma manual, creando dependencias entre ellas y en donde ninguna tarea deberá estar independiente de cualquier otra, en otras palabras, todas las actividades deberán tener una dependencia de cualquier otra actividad, una antecesora y una sucesora a excepción de la actividad inicial (acta de inicio) la cual cuenta solo con tareas sucesoras debido a que no existe una actividad en el programa de construcción que se realice antes que esta y de la actividad final en el proceso de construcción que es el acta de terminación la cual no posee una tarea sucesora.

Para la definición de las tareas predecesoras y sucesoras el software cuenta con dos (2) columnas a las cuales se le colocarán los datos necesarios para ir definiendo cuales son las tareas que anteceden y suceden a cada una de las actividades y teniendo como guía el número de fila de cada actividad y el tipo de dependencia (FC, CC, FF y CF).

Por ejemplo, durante el movimiento de tierras para realizar el relleno o construcción de terrazas se deben haber realizado antes las actividades de deforestación, remoción, replanteo y excavación en la zona donde se vaya a realizar el relleno, además de esto se debe haber firmado el acta de inicio de la obra, de acuerdo a lo anterior y definiendo la forma de trabajo durante la ejecución del proyecto se puede establecer que todas las actividades que tengan como predecesora la tarea “acta de inicio” tendrán un tipo de dependencia “FC”, es decir, podrán realizarse inmediatamente al terminar de firmar el acta de inicio del proyecto y todas las actividades que se construyan o puedan construirse paralelamente a sus tareas predecesoras tendrán una dependencia “CC”, en otras palabras, las mismas podrán iniciarse paralelamente.

Continuando con lo anterior y aplicando Microsoft Project se puede observar en la figura 29 las dependencias creadas para el proyecto y en donde las actividades son identificadas de acuerdo al número de fila, además de esto y prestando atención se logra observar que en las dependencias del tipo “FC” solo aparece el número de fila, lo mismo es debido a que el software quedó predeterminado “FC” en el momento en que se estableció que el proyecto se programaba a partir de la “fecha de comienzo del proyecto” (ver figura 24).

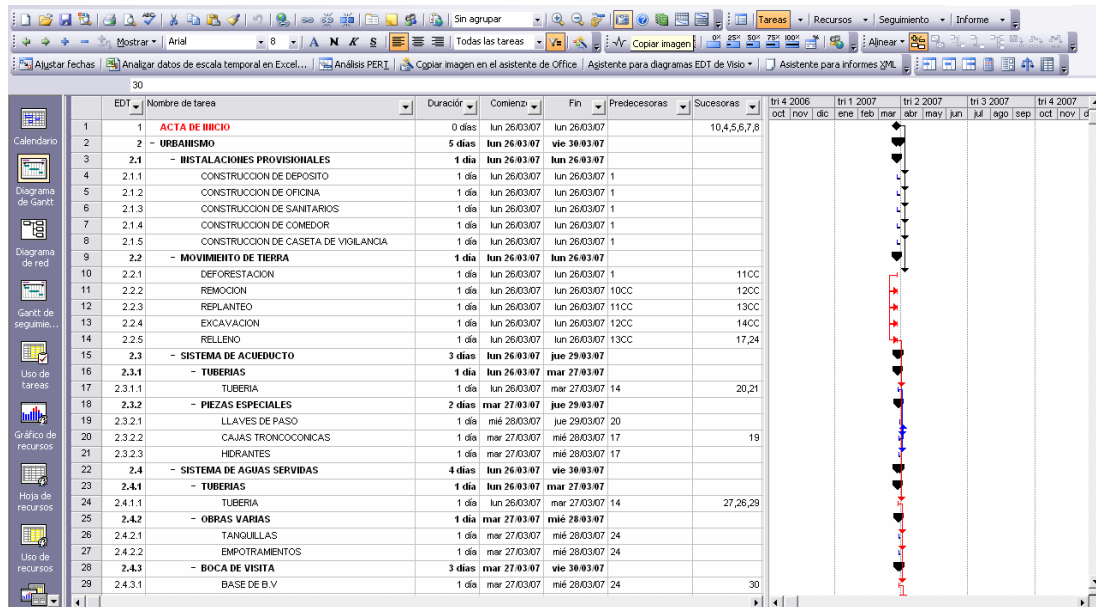


Figura 29: Fase de creación de dependencias entre tareas.

4.2.3 Posposición y Adelanto de Tareas

En ocasiones, las relaciones entre tareas no representan de manera precisa la forma en que sucederá el trabajo en el proyecto. Por ejemplo, se puede comenzar una tarea después de que su tarea predecesora comience, pero antes de que esta finalice, en otras palabras, entre el tiempo de ejecución de la tarea predecesora, o retrasar el comienzo de una tarea sucesora tras el fin de su predecesora.

Se pueden crear estos tipos de relaciones entre tareas mediante el uso del adelanto y la posposición de actividades, con la ayuda del adelanto, es posible programar la superposición de dos tareas, para que una de ellas comience antes de que su predecesora finalice. Si se agrega una posposición, se podrá retrasar el comienzo de la tarea sucesora.

La posposición o el adelanto se expresan en unidades de tiempo (minutos, horas, días, semanas, meses) o en porcentajes (%) de la duración de la tarea predecesora, en otras palabras, se puede indicar que una actividad debe comenzar luego de cierto tiempo de haber comenzado la actividad predecesora o cuando esta tenga cierto porcentaje de avance; por ejemplo, durante la ejecución del movimiento de tierras para realizar la remoción de la capa vegetal se debe haber realizado antes la actividad de deforestación en la zona donde se vaya a realizar la remoción, asimismo se debe haber firmado el acta de inicio de la obra.

De acuerdo a lo antes expuesto y concretando la forma de trabajo de la ejecución del proyecto ya establecida anteriormente, se puede decir que todas las actividades que posean dependencia con la actividad “acta de inicio” y las cuales poseen dependencia “FC” no tendrán ningún tipo de posposición o adelanto.

Al contrario de las demás actividades y las cuales posean dependencia entre ellas de la forma “CC” en donde la posposición será del tipo porcentaje (%). En otras palabras, la actividad sucesora podrá comenzar a ejecutarse cuando se haya completado el 1% de la actividad predecesora, esto como consecuencia de que este modelo de actividad está programado para ser realizado de forma paralela.

Continuando con lo anterior y empleando el software Microsoft Project se puede divisar en la siguiente figura (ver figura 30) la ubicación de las actividades predecesoras, así como el tipo de dependencia con respecto a la actividad que la precede (CC) y la cantidad y tipo de posposición correspondiente (1%).

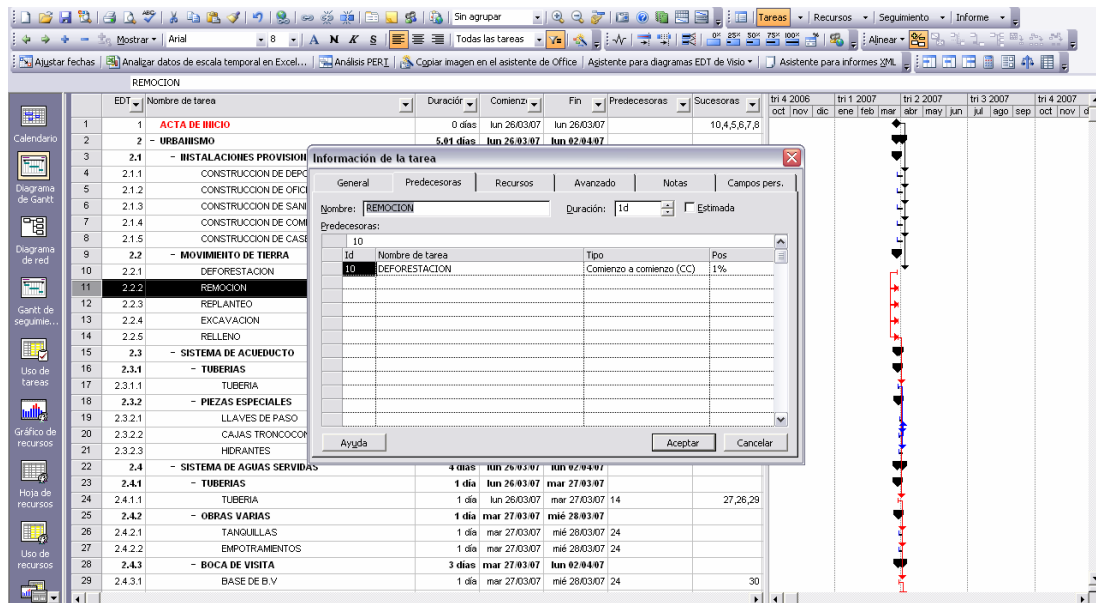


Figura 30: Posposición y adelanto entre tareas.

4.3 Fase III: Establecimiento de la EOP

La elaboración de la Estructura Organizativa del Proyecto (EOP), permite identificar el recurso humano necesario para su ejecución en una estructura jerárquica que visualiza tanto al personal encargado de la gestión o administración del proyecto como al personal operativo representado por las diferentes cuadrillas que se encargan de la ejecución de las tareas desglosadas en la EAT.

La organización de la mano de obra en cuadrillas identificadas en la EOP facilita posteriormente la asignación de las responsabilidades. A continuación se presenta el organigrama de la organización del proyecto.

4.4 Fase IV: Confección de la MAR

En esta fase se procede a identificar el tipo, cantidad y costo de los recursos necesarios para el éxito del proyecto así como el recurso humano operativo, mano de obra calificada o cuadrillas organizadas.

Una vez elaborada la EAT y la EOP y organizado el trabajo de acuerdo a su secuencia lógica se procede a elaborar la matriz de asignación de recursos (MAR) asociando los recursos necesarios a cada una de las actividades para crear una “asignación”. Esta incorporación de recursos permite:

- * Perfeccionar la programación.
- * Conocer por anticipado si los recursos se han sobrecargado con demasiado trabajo.
- * Ejecutar un seguimiento del proceso de construcción.
- * Realizar un seguimiento del uso, el coste y el consumo de materiales.
- * Intercambiar electrónicamente asignaciones y actualizaciones de tareas, información de progreso e informes de estado con los recursos.
- * Asegurar que todas las tareas tienen asignado un recurso responsable.

Se debe hacer énfasis en que el manejo de los recursos es fundamental, y se deben utilizar adecuadamente la mano de obra, los equipos, los materiales, y los recursos económicos-financieros.

El software Microsoft Project posee todas las herramientas para el manejo de recursos, solamente requiere que se determine el tipo de recurso a utilizar.

Microsoft Project agrupa los recursos de dos formas: si estos son de equipos o de mano de obra los mismos serán un recurso del tipo “trabajo” por lo cual consumirá tiempo como una medida de esfuerzo para una tarea y su costo será por hora trabajada, en cambio si el recurso es material este será del tipo “material”, es decir, será un recurso consumible, que utiliza la cantidad como medida de esfuerzo para una tarea y su costo será por cada vez que este sea usado.

4.4.1 Materiales

Se debe estimar las cantidades, cómo y cuándo deben utilizarse y contactar a las empresas proveedoras. Para la asignación de los recursos se debe conocer en gran parte algunos de los problemas factibles de conseguir al momento de comenzar el proyecto tal como el problema de la inexistencia de agua en la zona en donde debe ser transportada a la obra en camiones, lo que obliga a tomar previsiones especialmente en los momentos donde la falta de esta puede ocasionar pérdidas de recursos, tal como es el caso durante el vaciado de concreto donde el agua es un elemento primordial, al igual que durante el proceso de curado del mismo.

Otro de los problemas de la zona es la poca producción de concreto premezclado debido a que la planta más cercana se encuentra en la ciudad de Anaco a 45 min de la obra, lo cual motiva a plantearse las posibilidades de preparar el concreto en sitio asumiendo los riesgos del diseño de mezcla del concreto y su preparación el cual tendría un alto porcentaje de desviación sumado a la inexistencia de agua ya antes comentada. El modelo de recurso a usar será del tipo “material”. A continuación se presenta una lista de los materiales a utilizar durante el desarrollo del proyecto:

| Nombre del recurso | Unid | Capacidad máxima | Costo/uso |
|---|----------------|------------------|-----------|
| Abrazadera de 3T 3" x 3 1/2" | Pza. | 134 | Bs 8.72 |
| Abrazadera de 3T 5" x 5 1/2" | Pza. | 207 | Bs 10.14 |
| Abrazadera de 4T 4" x 4 1/2" | Pza. | 140 | Bs 11.34 |
| Abrazadera de 4T 5" x 5 1/2" | Pza. | 22 | Bs 22.12 |
| Abrazadera para 1 transformador 3-5 | Pza. | 1 | Bs 60.00 |
| Abrazadera para 3 transformador 3-5 | Pza. | 28 | Bs 70.00 |
| Abrazadera simple de PVC 110 mm x | Pza. | 208 | Bs 15.00 |
| Abrazadera simple de PVC 160 mm x | Pza. | 28 | Bs 20.00 |
| Abrazadera simple de PVC 75 mm x 1/2" | Pza. | 14 | Bs 12.00 |
| Adaptador hembra PVC 1/2" | Pza. | 750 | Bs 0.70 |
| Adaptador macho PVC 1/2" | Pza. | 3500 | Bs 0.50 |
| Agua | m ³ | 2000 | Bs 15.00 |
| Aislador de carrete para percha | Pza. | 470 | Bs 2.07 |
| Aislador de espiga 15 KV | Pza. | 45 | Bs 10.79 |
| Aislador de espiga 22 KV | Pza. | 3 | Bs 48.41 |
| Aislador polimérico de suspensión 15 KV | Pza. | 33 | Bs 48.59 |
| Alambre galvanizado cal 18. Rollo de | Pza. | 504 | Bs 8.00 |
| Anclaje 200 x 200 x 6 mm | Pza. | 2500 | Bs 50.00 |
| Anillos de 2" HG | Pza. | 48 | Bs 25.00 |
| Arena | m ³ | 3000 | Bs 75.00 |
| Arena de rio | m ³ | 3300 | Bs 45.00 |
| Asiento para cruceta 3 mm | Pza. | 73 | Bs 4.70 |
| Barra copperweld | Pza. | 52 | Bs 20.00 |
| Barra lisa 1/2" x 6 mts | Pza. | 500 | Bs 20.00 |
| Bisagra de armillar 3" | Pza. | 3000 | Bs 5.00 |
| Bloque de concreto de 10 cm | Pza. | 187500 | Bs 1.30 |
| Bloque de concreto de 15 cm | Pza. | 312500 | Bs 1.50 |
| Bombillo L/M 250W 240V sócate E-40 | Pza. | 62 | Bs 11.00 |
| Brazo cisne 2" x 2.1 mts AG | Pza. | 62 | Bs 100.00 |
| Breakers 1 x 20 AMP | Pza. | 1000 | Bs 25.00 |

| Nombre del recurso | Unid | Capacidad máxima | Costo/uso |
|--------------------------------------|----------------|------------------|-----------|
| Brida 110 mm JP | Pza. | 1 | Bs 45.00 |
| Cabezote de 2" HG | Pza. | 50 | Bs 110.00 |
| Cabilla 3/8" x 12 mts | Pza. | 20110 | Bs 18.00 |
| Cable THW #10 AWG x 100 mts | Pza. | 20 | Bs 250.00 |
| Cable THW #12 AWG x 100 mts | Pza. | 1250 | Bs 150.00 |
| Cable THW #8 AWG x 100 mts | Pza. | 165 | Bs 350.00 |
| Cable TTU 90° 500 MCM | ml | 182 | Bs 85.00 |
| Caja de AP 2 x 60 con foto-celda | Pza. | 15 | Bs 550.00 |
| Cajas troncocónicas | Pza. | 250 | Bs 115.00 |
| Cajetín metálico octagonal 4" | Pza. | 2500 | Bs 2.10 |
| Cajetín plástico rectangular 4" x 2" | Pza. | 4250 | Bs 2.00 |
| Cal de 20 kg | Saco | 1500 | Bs 25.00 |
| Canilla de 1/2" | Pza. | 1000 | Bs 20.00 |
| Cemento blanco 20 kg | Saco | 125 | Bs 16.00 |
| Cemento vencemos gris 42.5 kg | Saco | 71000 | Bs 17.00 |
| Cerámica de pared | m ² | 3750 | Bs 30.00 |
| Cerámica de piso | m ² | 16250 | Bs 45.00 |
| Cerradura de baño | Pza. | 500 | Bs 35.00 |
| Cerradura de cuarto | Pza. | 750 | Bs 45.00 |
| Cerradura de puerta principal | Pza. | 250 | Bs 55.00 |
| Clavo de madera 1 1/2" x 14 | Kg | 780 | Bs 6.00 |
| Codo PVC A.B 1/2" | Pza. | 3500 | Bs 0.70 |
| Codo PVC A.N 2" x 90° | Pza. | 750 | Bs 1.00 |
| Codo PVC A.N 4" x 45° | Pza. | 500 | Bs 7.00 |
| Codo PVC A.N 4" x 90° | Pza. | 750 | Bs 4.50 |
| Columna de 100 x 100 x 3.0 x 2500 mm | Pza. | 1250 | Bs 170.00 |
| Columna de 100 x 100 x 3.0 x 2900 mm | Pza. | 625 | Bs 203.00 |
| Columna de 100 x 100 x 3.0 x 3500 mm | Pza. | 625 | Bs 235.00 |
| Conductor arvidal cal 1/0 AWG | ml | 708 | Bs 11.99 |
| Conductor arvidal cal 2 AWG | ml | 440 | Bs 12.21 |

| Nombre del recurso | Unid | Capacidad máxima | Costo/uso |
|---------------------------------------|------|------------------|-----------|
| Conductor arvidal cal 2/0 AWG | ml | 2150 | Bs 11.99 |
| Conductor de cobre solido 4 AWG | ml | 147 | Bs 80.00 |
| Conector a presión de al 2/0 - 3/0 | Pza. | 50 | Bs 2.00 |
| Conector con estribo AT cal 2/0 AWG | Pza. | 45 | Bs 19.62 |
| Conector KSU-22 | Pza. | 15 | Bs 6.32 |
| Conector KSU-23 | Pza. | 870 | Bs 8.39 |
| Conector KSU-25 | Pza. | 870 | Bs 6.98 |
| Conector KSU-26 | Pza. | 10 | Bs 30.00 |
| Conector KSU-34 | Pza. | 134 | Bs 119.90 |
| Conector mec. UWR-25 al cal 2-2/0 AWG | Pza. | 800 | Bs 3.05 |
| Conector para barra copperweld 5/8" | Pza. | 52 | Bs 9.00 |
| Conector permagrip 2-2/0 bimetálico | Pza. | 46 | Bs 2.20 |
| Conector T/C al cal 1/0 AWG | Pza. | 48 | Bs 2.36 |
| Conector T/H cal 2/0-1/0 AWG bim. | Pza. | 435 | Bs 1.64 |
| Conector zapatico de cobre | Pza. | 52 | Bs 2.50 |
| Cono excéntrico tipo "A" | Pza. | 16 | Bs 500.00 |
| Cortacorriente 15 KV | Pza. | 42 | Bs 95.38 |
| Cruceta 75 x 75 x 9 x 1900 mm AG | Pza. | 73 | Bs 71.36 |
| Cúpulas de 30 x 30 cm | Pza. | 250 | Bs 110.00 |
| Curva elect. 1/2" x 90° | Pza. | 8000 | Bs 0.50 |
| Curva elect. 3/4" x 90° | Pza. | 500 | Bs 0.60 |
| Curva HG 2" | Pza. | 50 | Bs 40.00 |
| Ducha | Pza. | 500 | Bs 25.00 |
| Estribo de cobre BT sin estañar | Pza. | 435 | Bs 5.34 |
| Estructura tubular 27' 178 kg | Pza. | 7 | Bs 1,750 |
| Estructura tubular 37' 224 kg | Pza. | 6 | Bs 2,900 |
| Estructura tubular 40' 307 kg | Pza. | 8 | Bs 3,000 |
| Fleje de 1/2" x 30 mts | Pza. | 5 | Bs 235.00 |
| Foto-celda NA | Pza. | 6 | Bs 45.00 |
| Fusible 15 KV | Pza. | 63 | Bs 10.00 |

| Nombre del recurso | Unid | Capacidad máxima | Costo/uso |
|--|------|------------------|-----------|
| Fusible para caja de control de 50 AMP | Pza. | 6 | Bs 7.31 |
| Goma para sifón | Pza. | 500 | Bs 1.00 |
| Goteros de 0.028 x 3.05 x 0.032 mts | Pza. | 2375 | Bs 5.00 |
| Grillete de distribución recto 1/2" x 5/8" | Pza. | 33 | Bs 8.94 |
| Hebillas de 1/2" x 50 | Pza. | 130 | Bs 170.00 |
| Herraje de W.C | Pza. | 500 | Bs 30.00 |
| Hidrante 160 mm | Pza. | 1 | Bs 6,000 |
| Interruptor doble | Pza. | 500 | Bs 15.00 |
| Interruptor simple | Pza. | 750 | Bs 13.50 |
| Interruptor simple con tomacorriente | Pza. | 500 | Bs 15.00 |
| Juego de marco y tapa H.F | Pza. | 16 | Bs 450.00 |
| Lavamanos de una llave | Pza. | 500 | Bs 60.00 |
| Lija 80 x 6" | Pza. | 1250 | Bs 2.20 |
| Llave de ducha | Pza. | 500 | Bs 30.00 |
| Llave de lavamanos | Pza. | 500 | Bs 30.00 |
| Llave de paso de 1/2" | Pza. | 250 | Bs 17.00 |
| Luminaria M-400 sócate E-40 | Pza. | 62 | Bs 195.00 |
| Machihembrado 0.145 x 3.05 x 0.01 mts | Pza. | 21250 | Bs 18.20 |
| Malla pajarera 1" x 1.00 x 30.00 mts | Pza. | 125 | Bs 250.00 |
| Manto asfáltico 3.2 mm | Pza. | 2250 | Bs 70.00 |
| Marco de ventana con reja 0.60 x 0.50 ml | Pza. | 250 | Bs 75.00 |
| Marco de ventana con reja 1.00 x 1.20 ml | Pza. | 1250 | Bs 150.00 |
| Marco para puerta 0.70 x 2.10 ml | Pza. | 500 | Bs 100.00 |
| Marco para puerta 0.80 x 2.10 ml | Pza. | 750 | Bs 100.00 |
| Marco para puerta 0.90 x 2.10 ml | Pza. | 250 | Bs 100.00 |
| Mordaza recta 2 - 2/0 AL | Pza. | 33 | Bs 10.14 |
| Niple hembra 110 mm x 4" JP | Pza. | 1 | Bs 25.00 |
| Oxido | Kg | 3125 | Bs 6.00 |
| Palillo para aislador 15 KV PB 1" | Pza. | 45 | Bs 11.55 |
| Pararrayo de oxido de ZN 12 KV | Pza. | 44 | Bs 80.00 |

| Nombre del recurso | Unid | Capacidad máxima | Costo/uso |
|---|----------------|------------------|-----------|
| Pega PAVCO 950 ml | Env. | 125 | Bs 80.00 |
| Pega TANGIT 950 ml | Env. | 250 | Bs 25.00 |
| Percha de 5 aisladores | Pza. | 77 | Bs 40.00 |
| Perno de ojo 5/8" x 2" x 3/8" AG | Pza. | 80 | Bs 7.00 |
| Perno de rosca corrida 5/8" x 9" | Pza. | 64 | Bs 4.58 |
| Piedra | m ³ | 3300 | Bs 110.00 |
| Pintura de aluminio | Gal | 10 | Bs 85.00 |
| Pintura de caucho interior/externo | Cuñ. | 500 | Bs 110.00 |
| Pintura de esmalte | Gal | 125 | Bs 50.00 |
| Pintura de esmalte negro | Gal | 4 | Bs 40.00 |
| Pletina de arriestra. 1/4" x 1/4" x 28" | Pza. | 146 | Bs 8.39 |
| Poste tubular de 27' 116 kg | Pza. | 25 | Bs 600.00 |
| Poste tubular de 27' 178 kg | Pza. | 8 | Bs 750.00 |
| Poste tubular de 37' 234 kg | Pza. | 7 | Bs 1,300 |
| Poste tubular de 40' 207 kg | Pza. | 3 | Bs 1,400 |
| Puerta empanelada de 0.90 x 2.10 ml | Pza. | 250 | Bs 120.00 |
| Puerta entamborada de 0.70 x 2.10 ml | Pza. | 500 | Bs 80.00 |
| Puerta entamborada de 0.80 x 2.10 ml | Pza. | 750 | Bs 80.00 |
| Puerta metálica 0.80 x 2.10 ml | Pza. | 250 | Bs 200.00 |
| Reducción 110 mm x 75 mm E-JA | Pza. | 8 | Bs 45.00 |
| Reducción 160 mm x 110 mm JP | Pza. | 8 | Bs 100.00 |
| Reducción 160 mm x 75 mm JA | Pza. | 1 | Bs 165.00 |
| Rejilla | Pza. | 1250 | Bs 20.00 |
| Seccionador mono-polar T/Línea 15 KV | Pza. | 3 | Bs 392.95 |
| Sellador | Cuñ | 38 | Bs 200.00 |
| Sifón de PVC 1 1/2" | Pza. | 500 | Bs 6.50 |
| Sifón PVC 2" | Pza. | 1250 | Bs 4.00 |
| Silla tee 200 mm x 160 mm | Pza. | 114 | Bs 41.06 |
| Silla tee 250 mm x 160 mm | Pza. | 11 | Bs 51.42 |
| Tablero 6 circuitos bifásico | Pza. | 250 | Bs 80.00 |
| | Pza. | 20 | |

| Nombre del recurso | Unid | Capacidad máxima | Costo/uso |
|--|------|------------------|-----------|
| Tapa de PVC 75 mm JP | Pza. | 16 | Bs 7.50 |
| Tapa/ asiento de W.C | Pza. | 500 | Bs 40.00 |
| Tapón de registro PVC 4" | Pza. | 250 | Bs 6.50 |
| Tee de PVC 110 mm JP | Pza. | 7 | Bs 45.00 |
| Tee de PVC 160 mm JP | Pza. | 10 | Bs 290.00 |
| Tee PVC A.B 1/2" | Pza. | 1750 | Bs 0.70 |
| Tee PVC A.N 2" x 2" | Pza. | 750 | Bs 2.50 |
| Tee PVC A.N 4" x 2" | Pza. | 500 | Bs 4.00 |
| Teflón de 3/4" | Pza. | 125 | Bs 3.00 |
| Teipe #33 x 3/4" x 20 mts | Pza. | 250 | Bs 3.00 |
| Teipe 3M #33 | Pza. | 2 | Bs 25.00 |
| Teja tipo española | Pza. | 450000 | Bs 2.00 |
| Terminal barracuda A.T AWG 1/0 1/2" | Pza. | 12 | Bs 10.00 |
| Terminal barracuda A.T AWG 2/0 3/8" | Pza. | 40 | Bs 11.77 |
| Thinner | Cuñ | 125 | Bs 65.00 |
| Tirrap 300 x 3.6 mm x 12" | Pza. | 200 | Bs 200.00 |
| Tomacorriente doble | Pza. | 5000 | Bs 14.00 |
| Tornillo 1/4" x 2.5" 2 arandela y tuerca | Pza. | 15750 | Bs 0.70 |
| Tornillo de bronce 3/8" x 3/4" | Pza. | 12 | Bs 2.50 |
| Tornillo de maquina 3/8" x 1 1/2" | Pza. | 146 | Bs 0.48 |
| Transformador monofásico 15 KVA | Pza. | 1 | Bs 3,000 |
| Transformador monofásico 37.5 KVA | Pza. | 42 | Bs 6,000 |
| Tubo 110 x 6000 x 5.3 mm 150 psi | Pza. | 193 | Bs 85.00 |
| Tubo 160 x 6000 x 3.2 mm alcantarillado | Pza. | 94 | Bs 78.47 |
| Tubo 160 x 6000 x 7.7 mm 150 psi | Pza. | 63 | Bs 170.00 |
| Tubo 200 x 6000 x 4.0 mm alcantarillado | Pza. | 216 | Bs 123.39 |
| Tubo 250 x 6000 x 4.9 mm alcantarillado | Pza. | 49 | Bs 198.48 |
| Tubo 75 x 6000 x 3.6 mm 150 psi | Pza. | 55 | Bs 40.00 |
| Tubo de HG 1/2" x 3 mts | Pza. | 22 | Bs 50.00 |
| Tubo de elect. 1/2" x 3mts | Pza. | 3750 | Bs 1.50 |
| | Pza. | 1750 | |

| Nombre del recurso | Unid | Capacidad máxima | Costo/uso |
|---------------------------------------|------|------------------|-----------|
| Tubo de elect. 3/4" x 3mts | Pza. | 125 | Bs 2.00 |
| Tubo PVC 1/2" x 6 mts | Pza. | 1500 | Bs 7.00 |
| Tubo PVC A.N 2" x 3 mts | Pza. | 250 | Bs 4.00 |
| Tubo PVC A.N 4" x 3 mts | Pza. | 1500 | Bs 9.00 |
| Tubos de HG 2" x 3 mts | Pza. | 2000 | Bs 75.00 |
| Tuerca de bronce 3/8" | Pza. | 12 | Bs 0.80 |
| Tuerca de ojo 5/8" | Pza. | 1 | Bs 250.00 |
| Unión PVC 1/2" | Pza. | 500 | Bs 0.60 |
| Ventana panorámica de 0.60 x 0.50 mts | Pza. | 250 | Bs 75.00 |
| Ventana panorámica de 1.00 x 1.20 mts | Pza. | 1250 | Bs 200.00 |
| Vigas de 0.04 x 0.12 x 3.70 mts | Pza. | 2625 | Bs 60.00 |
| Vigas de 0.04 x 0.12 x 3.80 mts | Pza. | 2625 | Bs 61.00 |
| Vigas de 0.04 x 0.12 x 5.00 mts | Pza. | 2625 | Bs 80.00 |
| Vigas de 120 x 60 x 2.5 x 12000 mm | Pza. | 2400 | Bs 590.00 |
| W.C | Pza. | 500 | Bs 170.00 |
| Yee PVC A.N 2" x 2" | Pza. | 250 | Bs 1.50 |
| Yee PVC A.N 4" x 2" | Pza. | 1000 | Bs 4.00 |
| Yee PVC A.N 4" x 4" | Pza. | 500 | Bs 5.00 |

Tabla 1: Recursos materiales del proyecto.

4.4.2 Equipos y Herramientas

Se analiza su forma de utilización, cuando y bajo qué condiciones; así como tomar las provisiones con respecto a las casas suministradoras de los mismos de tal forma que estos se encuentren en obra antes del inicio de la actividad que lo requiera, para así evitar atrasos en la ejecución del proyecto. Los modelos de recursos a usar serán del tipo "trabajo".

* Equipos:

| Nombre del recurso | Capacidad máxima | Tasa estándar |
|-----------------------------|------------------|---------------|
| Ballena | 1 | Bs 5000.00 |
| Camión 350 | 2 | Bs 150.00 |
| Camión 750 con brazo pingma | 1 | Bs 1000.00 |
| Camión cisterna | 1 | Bs 500.00 |
| Compactadora de rodillo | 1 | Bs 1500.00 |
| Compactadora pata de cabra | 1 | Bs 1000.00 |
| Estación de topografía | 1 | Bs 10.00 |
| Jalones de topografía | 2 | Bs 0.20 |
| Lijadoras de disco | 5 | Bs 5.00 |
| Mira topográfica | 1 | Bs 3.00 |
| Moto-niveladora | 1 | Bs 2000.00 |
| Moto-traílla | 1 | Bs 6000.00 |
| Nivel de ingeniero | 1 | Bs 5.00 |
| Podadoras manuales | 2 | Bs 5.00 |
| Prisma | 1 | Bs 0.20 |
| Ranas | 2 | Bs 100.00 |
| Retroexcavadora | 1 | Bs 1000.00 |
| Sierras eléctricas | 5 | Bs 30.00 |
| Taladros | 5 | Bs 50.00 |
| Tractores D9 | 1 | Bs 3000.00 |
| Trompos de 1 saco | 8 | Bs 100.00 |
| Vibradores de concreto | 2 | Bs 50.00 |

Tabla 2: Recursos de equipos del proyecto.

* Herramientas:

| Nombre del recurso | Capacidad máxima | Tasa estándar |
|----------------------------------|------------------|---------------|
| Azadones con cabo de madera | 5 | Bs 0.25 |
| Brochas de 2" | 50 | Bs 0.10 |
| Brochas de 4" | 50 | Bs 0.30 |
| Burros de madera | 20 | Bs 0.10 |
| Carretillas de rueda de aire | 30 | Bs 5.00 |
| Chícoras con cabo metálico | 5 | Bs 0.90 |
| Cinceles de 10" | 10 | Bs 0.30 |
| Cintas pasa cables | 5 | Bs 1.00 |
| Cinta métrica de 3mt | 20 | Bs 0.40 |
| Cinta métrica de 5mt | 20 | Bs 0.50 |
| Cinta métrica de 50mt | 5 | Bs 1.00 |
| Cizallas de 24" | 5 | Bs 4.00 |
| Cortadoras de cerámica | 15 | Bs 20.00 |
| Cuchara cantonera | 5 | Bs 0.20 |
| Cucharas de albañil | 50 | Bs 0.40 |
| Cuñetes | 10 | Bs 0.10 |
| Escaleras de 7 tramos | 5 | Bs 1.25 |
| Escuadras | 20 | Bs 0.50 |
| Espátulas | 20 | Bs 0.20 |
| Flejadoras | 1 | Bs 20.00 |
| Formaletas de 0.40 x 0.40 x 0.60 | 4 | Bs 0.50 |
| Formaletas de 0.40 x 0.40 x 1.20 | 4 | Bs 1.00 |
| Formaletas metálicas de 0.10 x | 50 | Bs 1.50 |
| Formaletas metálicas de 0.15 x | 100 | Bs 2.00 |
| Limas para machetes | 5 | Bs 0.20 |
| Llaves de tubo | 5 | Bs 0.50 |

| Nombre del recurso | Capacidad máxima | Tasa estándar |
|-------------------------------|------------------|---------------|
| Machetes lineros | 5 | Bs 0.02 |
| Machetes para podadoras | 5 | Bs 0.02 |
| Mandarrias de 1.5 kg | 10 | Bs 0.50 |
| Martillos | 10 | Bs 0.40 |
| Niveles de albañil de 17.5" | 20 | Bs 0.30 |
| Niveles de hilo | 5 | Bs 0.01 |
| Niveles de mangueras de 20mt | 20 | Bs 0.40 |
| Niveles imantados | 5 | Bs 0.50 |
| Nylon de albañil | 50 | Bs 0.25 |
| Palas cuadradas | 20 | Bs 0.50 |
| Palas redondas | 10 | Bs 0.35 |
| Palín | 5 | Bs 0.50 |
| Picos | 10 | Bs 0.60 |
| Piquetas | 5 | Bs 0.40 |
| Plomadas | 20 | Bs 0.40 |
| Quemadores de gas | 5 | Bs 1.00 |
| Rastrillos de hierro con cabo | 10 | Bs 0.50 |
| Ratones | 10 | Bs 0.10 |
| Reglas | 50 | Bs 0.15 |
| Rodillos con palo | 50 | Bs 0.10 |
| Seguetas | 15 | Bs 0.40 |
| Separadores de brocales | 200 | Bs 0.25 |
| Tambores de 200 Lts. | 50 | Bs 0.30 |
| Tenazas | 20 | Bs 1.00 |
| Tobos de albañil | 50 | Bs 0.15 |

Tabla 3: Recursos de herramientas del proyecto.

4.4.3 Mano de Obra

Para establecer un ritmo de construcción balanceado y nivelado, se debe estudiar cada una de las actividades y utilizar adecuadamente las cuadrillas y personal general establecidas en la EOP que permita lograr un avance uniforme sobre todas las bases del proyecto.

Según el software Microsoft Project el modelo de recurso en este caso será del tipo “trabajo”.

Para la ejecución del proyecto y de acuerdo a lo establecido en el contrato de la obra se establecerán sub-contratos con cooperativas, empresas de producción social (EPS), consejos comunales y cuadrillas de trabajadores, subdividiéndose los trabajos a realizar y en donde el personal será manejado y formara parte de la nómina de las sub-contratistas, quedando la empresa Servicios y Proyectos, C.A. (SERPROCA) prácticamente como una administradora del proyecto.

En relación a esto y para un mejor desempeño de las labores administrativas y de construcción se decide subdividir el trabajo de acuerdo a las tareas a realizar, su fase de construcción y cuidando que el personal encargado de cada trabajo tenga experiencia en todos los roles que se le han de asignar.

En conclusión el trabajo es sub-dividido en cuadrillas de la siguiente forma:

| Nombre del recurso | | Cap. máxima | Tasa estándar día |
|------------------------------------|------------------------------|-------------|-------------------|
| Cuadrilla de topografía | | 1 | Bs 800.00 |
| 1 | Topógrafo | | |
| 1 | Ayudante | | |
| 1 | Obrero | | |
| Cuadrilla de movimiento de tierras | | 1 | Bs 3250.00 |
| 4 | Ayudantes | | |
| 2 | Operadores de moto-trailla | | |
| 2 | Operadores de D9 | | |
| 1 | Operador de pata de cabra | | |
| 1 | Operador de motoniveladora | | |
| 1 | Operador de ballena | | |
| 1 | Caporal | | |
| 1 | Mecánico de equipo pesado | | |
| Cuadrilla de acueducto | | 1 | Bs 600.00 |
| 1 | Plomero de 1ra | | |
| 1 | Ayudante | | |
| 1 | Operador de zanjadora | | |
| Cuadrilla de cloacas | | 1 | Bs 950.00 |
| 1 | Plomero de 1ra | | |
| 2 | Obreros | | |
| 1 | Ayudante | | |
| 1 | Operador de retro-excavadora | | |
| Cuadrilla de electrificación | | 1 | Bs 2000.00 |
| 1 | Electricista de 1ra | | |
| 3 | Ayudantes | | |
| 6 | Obreros | | |
| 2 | Liniero de 1ra | | |
| Cuadrilla de vialidad | | 2 | Bs 1500.00 |
| 1 | Albañil de 1ra | | |
| 1 | Carpintero de 1ra | | |
| 2 | Ayudantes | | |
| 4 | Obreros | | |
| Cuadrilla de infraestructura | | 5 | Bs 1000.00 |
| 1 | Albañil de 1ra | | |
| 1 | Cabillero de 1ra | | |
| 1 | Plomero de 1ra | | |

| Nombre del recurso | | Cap. máxima | Tasa estándar día |
|---------------------------------------|--------------------------|-------------|-------------------|
| 1 | Electricista de 1ra | 5 | Bs 1000.00 |
| 2 | Obreros | | |
| Cuadrilla de estructura metálica | | 2 | Bs 700.00 |
| 2 | Soldadores de 1ra | | |
| 2 | Ayudantes | | |
| Cuadrilla de estructura de madera | | 5 | Bs 800.00 |
| 1 | Carpintero de 1ra | | |
| 1 | Albañil de 1ra | | |
| 1 | Impermeabilizador de 1ra | | |
| 2 | Ayudantes | 20 | Bs 850.00 |
| Cuadrilla de albañilería | | | |
| 3 | Albañiles | | |
| 2 | Ayudantes | 5 | Bs 850.00 |
| Cuadrilla de albañilería (cerámica) | | | |
| 3 | Albañiles | | |
| 2 | Ayudantes | 5 | Bs 750.00 |
| Cuadrilla de instalaciones eléctricas | | | |
| 2 | Electricista | | |
| 2 | Ayudantes | 16 | Bs 850.00 |
| Cuadrilla de pintura | | | |
| 4 | Pintores | | |
| 2 | Ayudantes | 2 | Bs 750.00 |
| Cuadrilla de carpintería | | | |
| 2 | Carpinteros de 1ra | | |
| 2 | Ayudantes | 2 | Bs 700.00 |
| Cuadrilla de aluminio | | | |
| 2 | Instaladores de 1ra | | |
| 2 | Ayudantes | | |

Tabla 4: Recursos humanos (personal obrero) del proyecto.

Luego de definir todos los recursos (materiales, equipos, herramientas y personal obrero) necesarios para el desarrollo del proyecto se procede a introducir los mismos en el software Microsoft Project (ver Figura 32) estableciendo el tipo de recurso (material ó trabajo) así como el costo del mismo, en donde tendrán una tasa estándar si el recurso es del tipo trabajo o una tasa por uso si este es del tipo material.

Seguido de la introducción de recursos se procede a la asignación de los materiales a las actividades (ver Figura 33) y en donde se debe indicar la cantidad de estos que serán requeridos para la ejecución del mismo.

Para establecer los recursos humanos (personal obrero), equipos y herramientas se deben asignar a las actividades (ver Figura 34), esto como consecuencia de que en algunos casos una misma cuadrilla estará desempeñando varias actividades al mismo tiempo, además de que debido a la gran cantidad de personal con que contará el proyecto será muy complicado establecer qué actividad y cuando se realizará esta.

The screenshot shows the Microsoft Project interface with the 'Información de la tarea' dialog box open for task 'W.C.'. The dialog box has several tabs: General, Predecesoras, Recursos, Avanzado, Notas, and Campos pers. The 'Recursos' tab is active, showing a table with columns for 'Nombre del recurso' and 'Unidades'. The table contains two entries: 'W.C.' with 1 unit and 'Canilla de 1/2' with 1 unit. The background shows a Gantt chart with task bars and a calendar view.

| Nombre del recurso | Unidades |
|--------------------|----------|
| W.C. | 1 |
| Canilla de 1/2 | 1 |

Figura 32: Introducción de recursos.

The screenshot shows the 'Recursos' sheet in Microsoft Project, displaying a list of materials and their properties. The columns include 'Nombre del recurso', 'Tipo', 'Etiqueta de material', 'Grupo', 'Capacidad máxima', 'Tasa estándar', 'Tasa horas extra', 'Costo/Usr', 'Acumular', 'Calendario base', and 'Código'. The list includes various materials like 'Cortacorriente 15 KV', 'Cortadores de cerámica', 'Cruceleta 75 x 75 x 9 x 1900 mm', 'Cudrillas de Acueducto', 'Cudrillas de Albañilería', 'Cudrillas de Carpintería', 'Cudrillas de Cloacas', 'Cudrillas de Electricación', 'Cudrillas de Estructura de Mado', 'Cudrillas de Estructura Metálica', 'Cudrillas de Herrería', 'Cudrillas de Infraestructura', 'Cudrillas de Instalaciones Eléctricas', 'Cudrillas de Movimiento de Tierra', 'Cudrillas de Pintura', 'Cudrillas de Topografía', 'Cudrillas de Viabilidad', 'Cuchara cantonera', 'Cucharas de albañil', 'Cuñetes', 'Cúpulas de 30 x 30 cm', 'Curva elect. 1/2 x 90°', 'Curva elect. 3/4 x 90°', 'Curva HG 2"', 'Ducha', 'Escaleras de 8 tramos', 'Escuadras', 'Espátulas', and 'Estación'.

| ID | Nombre del recurso | Tipo | Etiqueta de material | Grupo | Capacidad máxima | Tasa estándar | Tasa horas extra | Costo/Usr | Acumular | Calendario base | Código |
|-----|---------------------------------------|----------|----------------------|--------------|------------------|---------------|------------------|-----------|----------|-----------------|--------|
| 151 | Cortacorriente 15 KV | Material | | | | Bs 0.00 | | Bs 0.00 | Promateo | | |
| 33 | Cortadores de cerámica | Trabajo | | Herramientas | 1 | Bs 0.00/hora | Bs 0.00/hora | Bs 0.00 | Promateo | Estándar | |
| 152 | Cruceleta 75 x 75 x 9 x 1900 mm | Material | | | | Bs 0.00 | | Bs 0.00 | Promateo | | |
| 279 | Cudrillas de Acueducto | Trabajo | | Cudrillas | 1 | Bs 0.00/hora | Bs 0.00/hora | Bs 0.00 | Promateo | Estándar | |
| 286 | Cudrillas de Albañilería | Trabajo | | Cudrillas | 1 | Bs 0.00/hora | Bs 0.00/hora | Bs 0.00 | Promateo | Estándar | |
| 289 | Cudrillas de Carpintería | Trabajo | | Cudrillas | 1 | Bs 0.00/hora | Bs 0.00/hora | Bs 0.00 | Promateo | Estándar | |
| 290 | Cudrillas de Cloacas | Trabajo | | Cudrillas | 1 | Bs 0.00/hora | Bs 0.00/hora | Bs 0.00 | Promateo | Estándar | |
| 291 | Cudrillas de Electricación | Trabajo | | Cudrillas | 1 | Bs 0.00/hora | Bs 0.00/hora | Bs 0.00 | Promateo | Estándar | |
| 295 | Cudrillas de Estructura de Mado | Trabajo | | Cudrillas | 1 | Bs 0.00/hora | Bs 0.00/hora | Bs 0.00 | Promateo | Estándar | |
| 294 | Cudrillas de Estructura Metálica | Trabajo | | Cudrillas | 1 | Bs 0.00/hora | Bs 0.00/hora | Bs 0.00 | Promateo | Estándar | |
| 290 | Cudrillas de Herrería | Trabajo | | Cudrillas | 1 | Bs 0.00/hora | Bs 0.00/hora | Bs 0.00 | Promateo | Estándar | |
| 293 | Cudrillas de Infraestructura | Trabajo | | Cudrillas | 1 | Bs 0.00/hora | Bs 0.00/hora | Bs 0.00 | Promateo | Estándar | |
| 287 | Cudrillas de Instalaciones Eléctricas | Trabajo | | Cudrillas | 1 | Bs 0.00/hora | Bs 0.00/hora | Bs 0.00 | Promateo | Estándar | |
| 278 | Cudrillas de Movimiento de Tierra | Trabajo | | Cudrillas | 1 | Bs 0.00/hora | Bs 0.00/hora | Bs 0.00 | Promateo | Estándar | |
| 288 | Cudrillas de Pintura | Trabajo | | Cudrillas | 1 | Bs 0.00/hora | Bs 0.00/hora | Bs 0.00 | Promateo | Estándar | |
| 277 | Cudrillas de Topografía | Trabajo | | Cudrillas | 1 | Bs 0.00/hora | Bs 0.00/hora | Bs 0.00 | Promateo | Estándar | |
| 282 | Cudrillas de Viabilidad | Trabajo | | Cudrillas | 1 | Bs 0.00/hora | Bs 0.00/hora | Bs 0.00 | Promateo | Estándar | |
| 34 | Cuchara cantonera | Trabajo | | Herramientas | 1 | Bs 0.00/hora | Bs 0.00/hora | Bs 0.00 | Promateo | Estándar | |
| 35 | Cucharas de albañil | Trabajo | | Herramientas | 1 | Bs 0.00/hora | Bs 0.00/hora | Bs 0.00 | Promateo | Estándar | |
| 36 | Cuñetes | Trabajo | | Herramientas | 1 | Bs 0.00/hora | Bs 0.00/hora | Bs 0.00 | Promateo | Estándar | |
| 153 | Cúpulas de 30 x 30 cm | Material | | | | Bs 0.00 | | Bs 0.00 | Promateo | | |
| 154 | Curva elect. 1/2 x 90° | Material | | | | Bs 0.00 | | Bs 0.00 | Promateo | | |
| 155 | Curva elect. 3/4 x 90° | Material | | | | Bs 0.00 | | Bs 0.00 | Promateo | | |
| 156 | Curva HG 2" | Material | | | | Bs 0.00 | | Bs 0.00 | Promateo | | |
| 157 | Ducha | Material | | | | Bs 0.00 | | Bs 0.00 | Promateo | | |
| 37 | Escaleras de 8 tramos | Trabajo | | Herramientas | 1 | Bs 0.00/hora | Bs 0.00/hora | Bs 0.00 | Promateo | Estándar | |
| 38 | Escuadras | Trabajo | | Herramientas | 1 | Bs 0.00/hora | Bs 0.00/hora | Bs 0.00 | Promateo | Estándar | |
| 39 | Espátulas | Trabajo | | Herramientas | 1 | Bs 0.00/hora | Bs 0.00/hora | Bs 0.00 | Promateo | Estándar | |
| 5 | Estación | Trabajo | | Equipos | 1 | Bs 0.00/hora | Bs 0.00/hora | Bs 0.00 | Promateo | Estándar | |

Figura 33: Asignación de recursos materiales a las actividades.

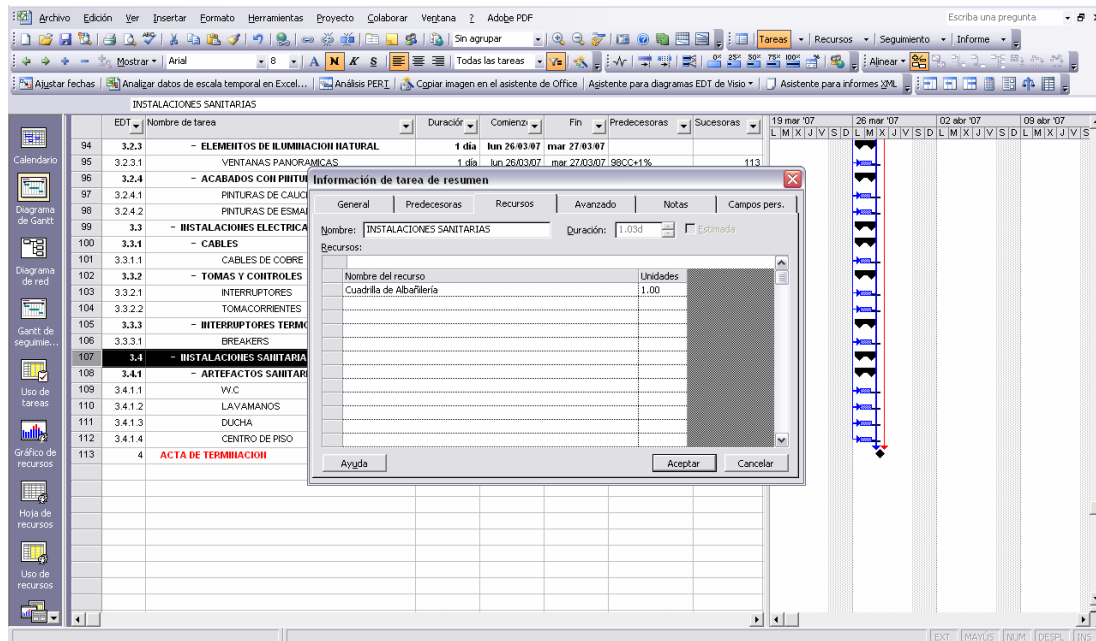


Figura 34: Asignación de recursos humanos.

4.4.4 Tiempo

La estimación de los tiempos o duraciones de las actividades están determinadas por los rendimientos del personal involucrado así como el tipo de equipo y mano de obra. Algunas actividades generan un factor de incertidumbre en la determinación de la duración, por la influencia de elementos externos no previsibles como la lluvia, o cuando estas se han ejecutado muy pocas veces por lo que existe pocos datos sobre la misma. Debido al estilo de trabajo del proyecto se establecerán diferentes tipos de duraciones, dependiendo del tamaño de la tarea, tipo de cuadrilla y sobre todo para tener un control sencillo al momento de ejecutarse la obra.

De acuerdo a esto se pueden establecer los rendimientos para una sola cuadrilla por actividad de la siguiente forma:

| Tareas (Etapas, capítulos y actividades) | Tipo de Cuadrilla | Rendimiento (Und/Tiempo) |
|--|-----------------------------------|--------------------------|
| Urbanismo | - | - |
| Instalaciones provisionales | - | - |
| Construcción de deposito | Cuadrilla de albañilería | 20 días |
| Construcción de oficina | | 15 días |
| Construcción de sanitarios | | 10 días |
| Construcción de comedor | | 5 días |
| Construcción de caseta de | | 5 días |
| Movimiento de tierra | Cuadrilla de movimiento de tierra | - |
| Deforestación | | 5 días |
| Remoción | | 10 días |
| Replanteo | | 5 días |
| Excavación | | 70 días |
| Relleno | | 70 días |
| Sistema de acueducto | - | - |
| Tubería | Cuadrilla de acueducto | 20 días |
| Llaves de paso | | 5 días |
| Cajas troncocónicas | | 10 días |
| Hidrantes | | 2 días |
| Sistema de aguas servidas | - | - |
| Tuberías | C. de cloacas | 40 días |
| Tanquillas | Cuadrilla de vialidad | 30 días |
| Empotramientos | | 20 días |
| Base de B.V | Cuadrilla de cloacas | 3 días |
| Cono excéntrico | | 2 días |
| Marco y tapa de H.F | | 1 día |
| Electrificación y alumbrado publico | - | - |
| Postes | Cuadrilla de | 15 días |

| Tareas (Etapas, capítulos y actividades) | Tipo de Cuadrilla | Rendimiento (Und/Tiempo) |
|--|--------------------------|--------------------------|
| Conductores | | 5 días |
| Transformadores | | 10 días |
| Luminarias | | 5 días |
| Acabados con pintura | | 5 días |
| Tanquillas | Cuadrilla de vialidad | 20 días |
| Bancadas | | 20 días |
| Sistema de vialidad | | - |
| Acondicionamiento | | 80 días |
| Concreto | Cuadrilla de vialidad | 80 días |
| Concreto en brocales | | 40 días |
| Concreto en aceras | | 40 días |
| Vivienda | - | - |
| Estructura | - | - |
| Infraestructura de concreto | C. de Infraest. | 2 casas/ 5 días |
| Superestructuras metálicas | C. de est. | 8 casas/ 5 días |
| Superestructuras de madera | C de est. mad. | 2 casas/ 5 días |
| Obras arquitectónicas y acabados | - | - |
| Construcción de paredes | Cuadrilla de albañilería | 2 casa/20 días |
| Revestimiento de pisos | | 2 casas/ 5 días |
| Carpintería | C. de carp. | 8 casas/ 5 día |
| Ventanas panorámicas | C. de alu. | 8 casas/ 5 día |
| Acabados con pintura | C. de pintura | 4 casas/ 5 días |
| Instalaciones eléctricas | C. de eléct. | 4 casas/ 5 días |

Tabla 5: Tiempos de ejecución de las tareas.

4.5 Fase V: Presentación del Programa

Para elaborar la presentación del programa de construcción definitivo del proyecto este se debe basar en las fases I, II, III y IV comentadas con anterioridad y en donde como último paso solo se debe hacer un examen minucioso de todas las actividades a ejecutar, el orden de las mismas y la cantidad de recursos a utilizar por cada una de estas. En otras palabras en esta última fase se realiza una revisión completa del programa, su funcionamiento y su adaptación a las condiciones establecidas en el contrato y en donde se podrá tomar decisiones tales como, aumentar el número de cuadrillas, modificar procesos constructivos, sustituir materiales, entre otras cosas, todo esto para acelerar el desarrollo del proyecto y cumplir con las condiciones de la empresa contratante (PDVSA).

Una vez introducidos los datos al software utilizado (Microsoft Project) como son las tareas y su secuencia, los recursos ya señalados de tipo “trabajo” y “material” y estimados los tiempos de ejecución para cada una de las tareas, automáticamente MP permite visualizar el programa y su ruta crítica de dos formas: mediante un diagrama de Gantt o un diagrama de redes de nodos, esto debido a que el diagrama de nodos es más sencillo de entender y es más fácil su interpretación para cualquier persona en comparación con el diagrama de red de flechas.

En la siguiente figura se observa el diagrama de red de nodos, el cual es generado automáticamente por el software Microsoft Project a la vez en que se va desarrollando el programa mediante el diagrama de Gantt, en él se pueden divisar las tareas asignadas al proyecto así como la duración de las mismas, las fechas de inicio y fin de cada una de estas y el tipo de dependencia que existe entre una tarea y otra.

Además de lo expuesto anteriormente, entre las opciones que se pueden agregar a estas vistas están los tiempos de holgura de las tareas, la posposición o adelanto de las mismas y el porcentaje de obra completada así como los recursos entre otras opciones, esto para generar un diagrama tan completo como se desee y sea de sencillo entendimiento.

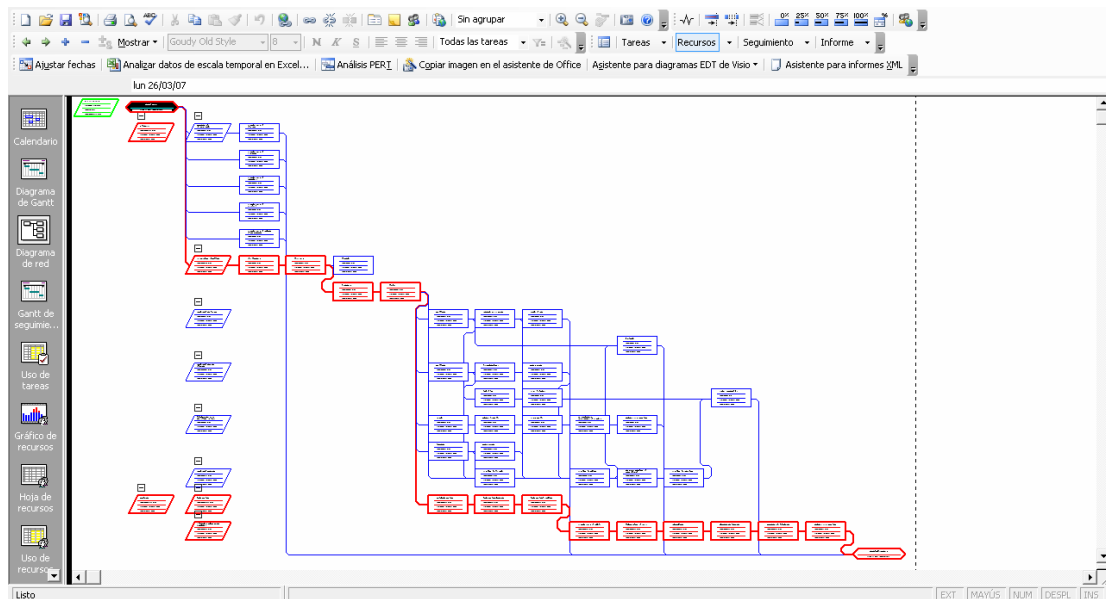


Figura 35: Vista del diagrama de red de nodos.

4.6 Fase VI: Ejecución y Control del Proyecto

Luego de culminar el programa de construcción y adaptarlo a las necesidades de la empresa contratante se procede a empezar a aplicar el programa en la obra y en donde se podrá observar con facilidad si se realizó un buen programa, es decir, si las actividades se ejecutan tal como está planeado, o si el programa presenta deficiencias.

Si se realizó un buen programa de construcción no existirá problemas para llevar el avance de la obra ya que esta avanzara tal como está planificado, y las actividades se ejecutaran en los momentos esperados, además de que el software Microsoft Project permite ver el avance de la obra en cualquier momento siempre y cuando este se vaya alimentando de lo que va ocurriendo en obra.

Ahora, si se ha realizado una planificación deficiente los problemas al llevar el avance del proyecto aparecerán antes del mes, generando pérdidas de tiempo al tener que realizarles las correcciones debidas.

El proyecto de construcción del urbanismo se ha ido desarrollando a lo largo de dos (2) años y diez (10) meses, donde se tenía estimado que el proyecto durara aproximadamente 1 año (del 26/03/07 al 11/02/08) y hasta la fecha tiene un avance físico del 87%, en otras palabras no se ha cumplido absolutamente nada de lo establecido en el programa de construcción.

Esto como consecuencia de muchos factores que generan retrasos y que son muy comunes en las obras actualmente, pero su momento de llegada es impredecible, así como su duración y el motivo de los mismos.

Los factores que se han presentado durante todo el desarrollo de la obra han sido:

* Paralizaciones por lluvias: estas se presentan a partir del mes de junio y se extienden hasta los meses de septiembre y octubre, la misma hace imposible realizar trabajos continuos en este periodo debido al tipo de suelo existente en la zona (arcilloso), el cual es imposible de transitar.

* Paralizaciones laborales: debido a la modalidad de contrato establecido por PDVSA para realizar esta obra (mediante cooperativas) y la cual no fue aceptada por los consejos comunales aledaños al proyecto, en donde se debió agrupar al personal de trabajo en cuadrillas.

* Paralizaciones por invasiones: hasta la fecha el proyecto ha sido invadido en tres (3) oportunidades por grupos de familias damnificadas las cuales toman ilegalmente las viviendas para habitar en las mismas.

* Retraso en la cancelación de las valuaciones: el gran retraso existente en el pago de las obras ejecutadas por parte de PDVSA ha generado que en ciertas ocasiones se disminuya el número de personal, se paralice totalmente la obra o parte de esta y se retrase la procura de materiales.

* Retraso en la procura de materiales: durante todo el desarrollo de la obra se ha tenido incumplimientos en la procura de materiales, como son el cemento, las cabillas y la madera, materiales principales y necesarios para el correcto desarrollo de la obra, este retraso se ha generado debido a las condiciones actuales del país.

A continuación se presenta el formato de avance semanal del proyecto:





| Semana del | | Al | | Fecha de corte: | |
|---|---|---|---|--|--------------------------|
| 26 ene-09 | | 1 feb-09 | | 30 ene-09 | |
| INFORMACION CONTRACTUAL | | | HORAS HOMBRE DIRECTAS | | EMPLEOS GENERADOS |
| Acta de Inicio: | 26-Mar-07 | Finalización: | 31-mar-09 | Totales Programadas: | 252,701.60 |
| Numero de Contrato: | 4600005406 | Monto (Bs.) | | Nom. Diaz: | 110 |
| Centro | | Monto Original | 16,249,996,368.10 | Nom. Mens: | 15 |
| Variaciones Aprob. (Aumento) I: | 5,251,388,133.81 Bs | Acum. Programadas: | 180,574.12 | Total: | 125 |
| Variaciones Aprob. (Disminución) I | | Acum. Reales: | 114,012.25 | | |
| Aprobado I: | 21,501,384,501.91 Bs | Desviación a la Fecha: | 66,561.87 | | |
| Variaciones Aprob. (Aumento) II | | | | | |
| Variaciones Aprob. (Disminución) II | | | | | |
| Aprobado II: | | | | | |
| PROGRESO FISICO (%) | | | VALUACIONES | | |
| | ANTERIOR | PERIODO | ACUMULADO | Valuación / Fecha | Monto (Bs) |
| Plan | 62.09% | 3.97% | 66.06% | 1/ 29-02-08 | 1,195,971,510.00 |
| Real | 56.99% | 2.11% | 59.10% | 2/ 30-03-08 | 980,957,670.00 |
| Diferencia | -5.10% | -1.86% | -6.96% | 3/ 25-04-08 | 1,303,306,420.00 |
| | | | | 4/ 02-04-08 | 1,001,512,890.00 |
| | | | | 5/ 14-05-08 | 300,610,860.00 |
| | | | | 6/ 27-05-08 | 555,337,760.00 |
| | | | | 7/ 13-06-08 | 1,065,393,600.00 |
| | | | | 8/ 25-06-08 | 490,231,570.00 |
| | | | | 9/ 11-07-08 | 747,151,610.00 |
| | | | | 10/ 25-07-08 | 485,952,790.00 |
| | | | | 11/ 27-08-08 | 449,808,960.00 |
| | | | | 12/ 15-09-08 | 781,059,290.00 |
| | | | | 13/ 26-09-08 | 305,190,650.00 |
| | | | | 14/ 10-10-08 | 1,303,628,940.00 |
| | | | | 15/ 17-10-08 | 315,167,290.00 |
| | | | | 16/ 25-11-08 | 707,976,087.49 |
| | | | | 17/ 11-12-08 | 362,943,370.39 |
| | | | | 18/ 16-01-09 | 162,077,436.38 |
| | | | | TOTAL Bs. | 12,514,278,804.26 |
| PROGRESO FINANCIERO (%) | | | | | |
| | ANTERIOR | PERIODO | ACUMULADO | | |
| Plan | 71.58% | 5.19% | 76.77% | | |
| Real | 46.93% | 1.83% | 48.76% | | |
| Diferencia | -24.65% | -3.36% | -28.01% | | |
| COSTO ESTIMADO DE LA SEMANA EN Bs. | | | | | |
| | ANTERIOR | PERIODO | ACUMULADO | | |
| Plan | 15,390,399,401.26 | 1,116,445,688.16 | 16,506,845,089.41 | | |
| Real | 10,089,550,760.90 | 393,809,384.09 | 10,483,360,144.99 | | |
| COSTO ESTIMADO DE LA SEMANA EN Bs. POR VALUAR | | | | | |
| | ANTERIOR | PERIODO | ACUMULADO | | |
| Plan | 100,000,000.00 | 100,000,000.00 | 200,000,000.00 | | |
| Real | 50,000,000.00 | 100,000,000.00 | 150,000,000.00 | | |
| | | | TOTAL Bs. | | |
| | | | 12,514,278,804.26 | | |
| ACTIVIDADES REALIZADAS EN LA SEMANA | | | CAUSA DE LA DESVIACION EN LA SEMANA | | |
| * PRESENTADAS EN LA PROXIMA PAGINA | | | * SE ESTIMABA COMENZAR LAS ACTIVIDADES DE CERAMICA Y ESTAR EJECUTANDO LA CONSTRUCCION DE LOSAS. | | |
| ACCIONES A TOMAR PARA MEJORAR LA DESVIACION | | | ASPECTOS RESALTANTES | | |
| * SE AUMENTARAN EL NUMERO DE CUADRILLAS AL MAXIMO SIENDO LA LIMITANTE LA PROCURA DE MATERIALES | | | * SE INICIO LA CONFORMACION DE LA VIALIDAD | | |
| * SE HICIERON MODIFICACIONES AL PROYECTO PARA SUSTITUIR MATERIALES POR OTROS QUE TENGAN UNA MEJOR PROCURA PARA PODER ACCELERAR EL PROCESO CONSTRUCTIVO. | | | | | |
| FOTOGRAFIAS | | | | | |
|  | |  | |  | |
|  | | | | | |
| PLANIFICADOR SERPROCA RICARDO D. SUNIAGA C.I. 16.908.137 | RESIDENTE ANGEL HOLMQUIST C.I. 15.972.033 | INSPECTOR CARLOS NATERA C.I. 4.363.844 | PLANIFICADOR PDVSA EDWARD CORDERO | | |

Figura 36: Formato PDVSA del informe semanal del proyecto.

Seguidamente se muestra las graficas de avance físico del proyecto, en donde se observan el avance físico semanal planificado vs el avance físico real:

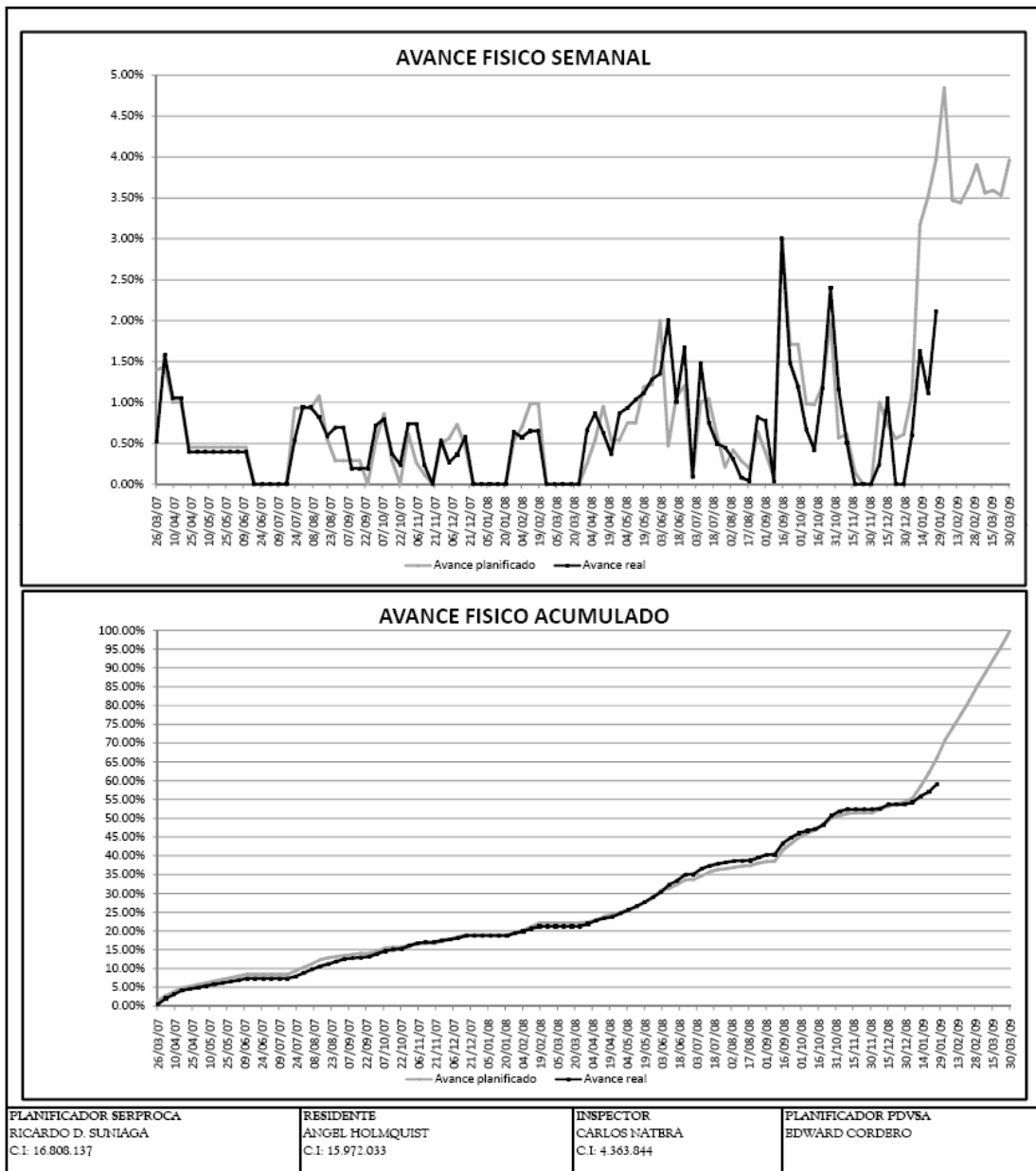


Figura 37: Formato PDVSA del avance físico del proyecto.

CONCLUSIONES

* La definición clara y precisa del objetivo del proyecto es la base fundamental para el desarrollo de este programa.

* La adecuada selección del método PERT-CPM permitió la automatización del programa al ser aplicable al software Microsoft Project facilitando la creación de un programa inicial basado en una fecha de inicio o fin, pero factible de ser modificado en caso de situaciones no predecibles como la lluvia, conflictos laborales, retardos en la asignación de recursos, etc.

* La correcta aplicación del método seleccionado y la destreza en el uso del software resulta fundamental en el desarrollo de éste programa.

* Para su aplicación fue determinante el análisis detallado del proyecto y su desglose en partes manejables mediante la creación de la estructura analítica del trabajo (EAT) que facilitó identificar las actividades.

* La precisa elaboración de la EAT y el dominio del orden de precedencia de las actividades constituye la base para elaborar la red, un paso metodológico vital en la aplicación de éste método.

* La creación de estructuras para la gerencia de proyectos como la EAT, la EOP y la MAR facilitó la elaboración de las bases de datos que el software requiere.

* Al introducir los datos referentes a actividades, recursos (“trabajo” y “material”) y los tiempos de ejecución al software Microsoft Project automáticamente se visualizó el programa y su presentación se observó en vistas o ventanas de dos formas: Gráficos de Gantt y Diagrama de Redes de Nodos. En donde la Ruta crítica se muestra en color rojo.

* El programa creado además de servir como plantilla para el control de la obra y facilitar la reprogramación de la misma ante circunstancias no previsibles también puede ser utilizado como guía para programar cualquier obra, independientemente de su ámbito o alcance.

RECOMENDACIONES

* Se debe tener en cuenta la importancia de definir el objetivo del proyecto antes de que este se inicie y el cuál todo el equipo del proyecto debe tener claro.

* Nunca se debe empezar un proyecto sin tener una programación previa, ya que esta nos ayudará a evitar retrasos innecesarios.

* Para realizar un programa el planificador debe tener conocimiento y estar claro sobre lo que se va a programar, en caso de no contar con esto, debe tener a alguien con experiencia a su lado.

* Se deben elaborar programas de procura e ingeniería para el proyecto, los cuales son la base para que se pueda cumplir el programa de construcción.

* Utilizar los métodos de la EAT, la EOP y la MAR para cualquier tipo de programación que se desee.

* Al momento de controlar el proyecto se debe monitorear constantemente las tareas de la ruta crítica y los recursos asignados a ella.

* Durante la ejecución de la obra, estar atentos a los posibles factores y contingencias que influyen en su realización.

BIBLIOGRAFÍA

* Arias, F. (2004). El Proyecto de Investigación (4ª Edición). Venezuela: Editorial Episteme.

* Ballestrini, M. (2001). Como se Elabora el Proyecto de Investigación (5ª Edición). Venezuela: BL Consultores Asociados.

* Bringas, D. Análisis de la Programación y Control de Obra para la Rehabilitación de una Pista de Aterrizaje. Tesis de grado, Universidad de las Américas Puebla, 2006.

* Domínguez, A. Programación, Planeación y Control de una Obra. Tesis de grado, Universidad de las Américas Puebla, 2004.

* García, E. Herramienta para la Gestión de Proyectos de Construcción. Tesis de Grado, Universidad Metropolitana de Venezuela, 2002.

* García, K. Análisis de la Programación y Control de Obra para el Complejo Cultural Siglo XXI. Tesis de grado, Universidad de las Américas Puebla, 2005.

* Merritt, F.; Loftin, M. y Ricketts, J. (2001). Manual del Ingeniero Civil (4ª Edición). México: Editorial McGraw Hill.

* Ormazábal, G. El IDS: Un Nuevo Sistema Integrado de Toma de Decisiones para la Gestión de Proyectos Constructivos. Tesis de grado, Universidad Politécnica de Cataluña, 2002.

* Perozo, J. (2008). Introducción a la Gerencia de Proyectos (1ª Edición). Venezuela: FUNMEPRO-CIEM.

* Sabino, C. (1992). El Proceso de Investigación (1ª Edición). Venezuela: Editorial Panapo.

* Serer, M. Modelo Estratégico (SM) para la Gestión de Proyectos de Carácter Único. Tesis de grado, Universidad Politécnica de Cataluña, 2004.

* Torres, A. Programa Gerencial de Proyectos (1ª Edición). Universidad Metropolitana de Venezuela, 2003.

* Torres, L. Administración y Control de Obras (1ª Edición). Universidad de Oriente, 2005.

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

| | |
|-----------|--|
| TÍTULO | DESARROLLO DEL PROGRAMA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO URBANÍSTICO “CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL EN EL MUNICIPIO ARAGUA - DISTRITO SOCIAL ANACO (GRUPO A)”, UBICADO EN EL ESTADO ANZOÁTEGUI, DE ACUERDO AL MÉTODO PERT-CPM. |
| SUBTÍTULO | |

AUTOR (ES):

| APELLIDOS Y NOMBRES | CÓDIGO CULAC / E MAIL |
|---------------------------------|--|
| Suniaga Álvarez, Ricardo Daniel | CVLAC: 16.808.137 E MAIL: cuartoelite@hotmail.com |
| | CVLAC: E MAIL: |
| | CVLAC: E MAIL: |
| | CVLAC: E MAIL: |

PALÁBRAS O FRASES CLAVES:

Desarrollo

Programa

Planificación

Gerencia

PERT-CPM

Gantt

Estructura Organizativa del Proyecto

Estructura Analítica del Trabajo

Matriz de Asignación de Recursos.

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

| ÁREA | SUBÁREA |
|--------------------------------|------------------|
| Ingeniería y ciencias aplicada | Ingeniería Civil |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

RESUMEN (ABSTRACT):

A continuación se explicará el desarrollo de un programa de construcción para el proyecto urbanístico “Construcción de Viviendas de Interés Social en el Municipio Aragua - Distrito Social Anaco (Grupo A)” en donde se aplicará el método PERT-CPM con la ayuda del software Microsoft Project. El mismo es un proceso que puede ser aplicado y utilizado como una guía para el desarrollo del programa de cualquier obra de construcción sin importar su magnitud, y en donde se concluye que todo proyecto debe contar con una programación ya que más que pérdida de tiempo al momento de programar, cuando se programa se realiza una inversión, debido que el tiempo es un recurso no renovable.

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

CONTRIBUIDORES:

| APELLIDOS Y NOMBRES | ROL / CÓDIGO CVLAC / E_MAIL | | | | |
|-----------------------|-----------------------------|------------------------|-------|-------|-------|
| Ing. Luisa Torres | ROL | CA | AS(X) | TU | JU |
| | CVLAC: | V-8.217.436 | | | |
| | E_MAIL | Torresl82@gmail.com | | | |
| | E_MAIL | | | | |
| Ing. Omnel Vielma | ROL | CA | AS | TU(X) | JU |
| | CVLAC: | V-12.351.242 | | | |
| | E_MAIL | omnel1@cantv.net | | | |
| | E_MAIL | | | | |
| Ing. Francelia Araujo | ROL | CA | AS | TU | JU(X) |
| | CVLAC: | V-8.026.290 | | | |
| | E_MAIL | faraujobap@hotmail.com | | | |
| | E_MAIL | | | | |
| Ing. María Ramírez | ROL | CA | AS | TU | JU(X) |
| | CVLAC: | V-13.766.690 | | | |
| | E_MAIL | Tocho2@gmail.com | | | |
| | E_MAIL | | | | |

FECHA DE DISCUSIÓN Y APROBACIÓN:

| | | |
|------|-----|-----|
| 2010 | 02 | 03 |
| AÑO | MES | DÍA |

LENGUAJE. SPA

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

ARCHIVO (S):

| NOMBRE DE ARCHIVO | TIPO MIME |
|--|--------------------|
| TESIS.Desarrollo de programa de construcción.doc | Application/msword |
| | |
| | |

CARACTERES EN LOS NOMBRES DE LOS ARCHIVOS: A B C D E F G H I J K L M N
O P Q R S T U V W X Y Z. a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z. 0 1
2 3 4 5 6 7 8 9.

ALCANCE

ESPACIAL: _____ (OPCIONAL)

TEMPORAL: _____ (OPCIONAL)

TÍTULO O GRADO ASOCIADO CON EL TRABAJO:

Ingeniero Civil

NIVEL ASOCIADO CON EL TRABAJO:

Pregrado

ÁREA DE ESTUDIO:

Departamento de Ingeniería Civil

INSTITUCIÓN:

Universidad de Oriente. Núcleo de Anzoátegui

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

DERECHOS

De acuerdo al artículo N° 44. Del Reglamento de Trabajo de Grado.

"Los Trabajos de Grado son de exclusiva propiedad de la Universidad y sólo podrán ser utilizados a otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quién lo participará al Consejo Universitario"

Ricardo Daniel Suniaga Álvarez

AUTOR

Luisa Torres

TUTOR

Francelia Araujo

JURADO

María Ramírez

JURADO

Yasser Saab

POR LA SUBCOMISION DE TESIS