

**APOYO TECNICO EN EL PROYECTO FLORIDA DEL COUNTRY Y
ELABORACION DE UN MANUAL DE TECNICAS DE PROGRAMACIÓN EN UN
PROYECTO CIVIL**

MAYERLY RODRIGUEZ PEREZ



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
BUCARAMANGA
2010**

**APOYO TECNICO EN EL PROYECTO FLORIDA DEL COUNTRY Y
ELABORACION DE UN MANUAL DE TECNICAS DE PROGRAMACIÓN EN UN
PROYECTO CIVIL**

MAYERLY RODRIGUEZ PEREZ

**Trabajo de Grado modalidad practica empresarial para obtener el titulo de
Ingeniería Civil**

**Director de proyecto de grado
JORGE ALBERTO GONZÁLEZ SOTO
Docente Escuela Ingeniería Civil
Ingeniero Civil**

**Tutor de la práctica
HENRY DELGADO SERRANO
Ingeniero civil**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2010

Dedicado a mi padre celestial, que está presente en todos mis caminos
llenándolos de bendiciones, respaldándome y guiándome. Te amo.

A mis padres, Álvaro y Olga, por todo su amor, comprensión, su gran esfuerzo y
aporte en toda mi educación. Los amo.

A mi hermana Maribel, amiga, confidente; por todo su apoyo, ánimo y consejos.
Eres una hermosa bendición. Te amo.

A mi hermano Miller, por todas sus locuras y preguntas locas. Te amo.

A todos mi compañeros de estudio y amigos de viaje, quienes siempre estuvieron
animándome durante este proceso.

AGRADECIMIENTOS

Todo mi agradecimiento a mi padre celestial, quien le da sentido a mi vida, quien es todo mi gozo y mi fortaleza. Gracias padre porque siempre que me recuerdas tus promesas de bienestar. Gracias porque cada logro de mi vida y cada sueño son los tuyos.

Gracias a mis padres y mis hermanos, que en todo este proceso fueron el mejor apoyo, confiaron en mí. Gracias por estar conmigo siempre.

Gracias a la Universidad Industrial de Santander, a la escuela de ingeniería civil, y a los profesores, que fueron grandes colaboradores en este camino, con toda su disposición y calidad humana, compartiendo sus conocimientos para nuestro excelente desarrollo.

TABLA DE CONTENIDO

	PÁG.
INTRODUCCION	15
1. DESARROLLO Y DESCRIPCION DE LA PRÁCTICA	16
1.1 INFORMACION DE LA EMPRESA	16
1.1.1 Reseña Histórica	16
1.1.2 Misión	16
1.1.3 Visión	17
2. DESCRIPCION DEL PROYECTO	18
2.1 EQUIPOS ESPECIALES INSTALADOS EN EL PROYECTO	19
2.2 ETAPAS DEL PROYECTO	21
3. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA EMPRESARIAL	24
3.1 ACTIVIDADES DE CONSTRUCCION QUE SE ADELANTAN EN EL PROYECTO FLORIDA DEL COUNTRY	25
3.2 FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES	26
3.2.1 Descripción De Los Procesos De Construcción	26
3.2.1.1 Mampostería de apartamentos y exteriores:	26
3.2.1.2 Pañetes:	31
3.2.1.3 Cubiertas en los pent- house y parqueaderos de visitantes:	33
3.2.1.4 Enchapés	35
3.2.1.5 Estuco y pintura	42
3.2.1.6 Carpintería de madera y metálica	45
3.2.1.7 Cielo Raso en sistema Dry hall	46
3.2.2 Supervisión técnica de las actividades de la obra, que se adelantaron en la segunda etapa	47

4. "MANUAL DE TECNICAS DE PROGRAMACION EN UN PROYECTO CIVIL"	50
4.1 PROGRAMACIÓN PARA EL CONTROL DE OBRAS CIVILES	50
4.1.1 "Sistemas De Programacion De Obra"	53
4.1.1.1 Diagrama de barras o Gantt:	55
4.1.1.2 El Cpm	66
4.1.2 Diferencias Entre Los Métodos Pert Y Cpm	68
4.1.3 Procedimiento Para Trazar Un Modelo De Red	69
4.1.3.1 Pasos en el proceso de planeamiento del Pert	73
4.1.3.2 Pasos en el planeamiento del proyecto del Cpm	75
4.1.3.3 Determinación de la Ruta crítica	76
4.1.4 Fundamentos De Programacion Pert-Cpm	78
4.1.5 Analisis De Una Red Pert-Cpm	87
5 CONCLUSIONES	98
BIBLIOGRAFIA	100
ANEXOS	101

LISTA DE ILUSTRACIONES

	PÁG.
Ilustración 1. Localización General del Proyecto	21
Ilustración 2. Etapa 1	22
Ilustración 3. Etapa 2	23
Ilustración 4, Replanteo de mampostería	27
Ilustración 5, Plomo-verticalidad del muro	28
Ilustración 6, Anclaje en muros	29
Ilustración 7, Dinteles y descolgados	30
Ilustración 8. Resane necesarios dinteles y descolgados	30
Ilustración 9. Frisar	32
Ilustración 10 Junta entre mampostería y muro estructural	33
Ilustración 11 Juntas en placa de entre piso	33
Ilustración 12. Correas metálicas, instaladas en los pent-house	34
Ilustración 13. Cubierta en teja termo acústica	35
Ilustración 14. Mortero de piso	36
Ilustración 15. Baño, aplicado sika 101	37
Ilustración 16. Riego de Imprimación con emulsión asfáltica	37
Ilustración 17. Instalación del manto asfáltico	38
Ilustración 18. Mezcla de la pega del enchape	39
Ilustración 19	41
Ilustración 20	43
Ilustración 21, Estuco en placa de entrepiso	43
Ilustración 22, Pared con última mano de pintura	44
Ilustración 23, Fachada antes y después del graniplast	45
Ilustración 24	45
Ilustración 25	46
Ilustración 26 Dry wall	46

Ilustración 27	48
Ilustración 28 Señalización requerida, foso del ascensor	49
Ilustración 29 Lógica seguida para la construcción de una red	72

LISTA DE TABLAS

	PÁG
Tabla 1. Representación de dependencias	54
Tabla 2. Ejemplo diagrama de Gantt en Excel	57
Tabla 3, relación de procedencia	78
Tabla 4. Matriz de precedencia ejemplo pert-cpm	89
Tabla 5. Tabla del tiempo más próximo	91
Tabla 6. Tabla del tiempo más lejano	92
Tabla 7. Calculo holguras	93

LISTA DE ANEXOS

	PÁG
ANEXO A. PROGRAMACIÓN INICIAL DE LA SEGUNDA ETAPA	102
ANEXO B. PROGRAMACIÓN INICIAL DEL MES DE MARZO DE 2010	103

RESUMEN

TITULO: APOYO TÉCNICO EN EL PROYECTO FLORIDA DEL COUNTRY Y ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE TÉCNICAS DE PROGRAMACIÓN EN UN PROYECTO CIVIL .

AUTOR: RODRÌGUEZ PÈREZ, Mayerly**

PALABRAS CLAVES: Actividades de construcción, Técnicas de Programación, Diagrama de Gantt, Ruta crítica, Modelo de Red.

CONTENIDO:

En la construcción de un proyecto civil, es posible que se presenten ciertos inconvenientes en cuanto a retrasos en los tiempos inicialmente programados, ya sea por diferentes factores como por ejemplo, retraso en el suministro de material o deterioro del mismo, que afecte el rendimiento de la mano de obra, daños de las máquinas, entre otros. Por esta razón, como profesionales estamos capacitados para supervisar y delegar ciertas funciones y ser los promotores de un excelente desarrollo de trabajo en equipo, es decir, controlar las funciones delegadas ya sea al auxiliar de ingeniería, almacenista, maestro de obra, etc.

En el presente trabajo, se puede observar algunas actividades de obra, especificando su correcta realización para así obtener una excelente calidad en los procesos ejecutados y cumplir con los objetivos establecidos.

De la misma manera, se hace énfasis en una correcta utilización de técnicas de programación de una obra civil, para un proceso de construcción exacto en cuanto a tiempos se refiere y así evitar inconvenientes por falta de organización. En algunas empresas constructoras, se presentan casos donde todavía se limitan a la experiencia e intuición de los ingenieros y desarrollan los proyectos sin una planeación formal, y por esta causa que en los proyectos ocurren grandes inexactitudes y resultados inesperados. Hoy en día estos se van haciendo cada vez más complejos, la necesidad de optimizar recursos es mayor y por lo tanto es evidente llevar una completa programación, más detallada, incluso haciéndola semanal o mensual, con la finalidad de optimizar calidad, tiempo y costo.

* Proyecto de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Jorge Alberto González Soto. Tutor: Henry Delgado Serrano

ABSTRACT

TITLE: TECHNICAL SUPPORT PROJECT IN THE COUNTRY OF FLORIDA AND DEVELOPMENT OF A MANUAL OF TECHNIQUES OF PROGRAMMING IN A CIVIL PROJECT*.*

AUTHOR: RODRIGUEZ PEREZ, Mayerly**

KEYWORDS: Construction Activities, Programming Techniques, Gantt Chart, Critical Path, Model Network.

CONTENT

In the construction of a civil project, there may be some shortcomings in terms of delays in the time originally scheduled, either by different factors such as delay in providing the same material or deterioration, which affects performance labor, machine damage, among others. Therefore, as professionals we are able to supervise and delegate certain functions and to be the promoters of an excellent development of teamwork, control the functions delegated to either the assistant engineer, storekeeper, foreman, etc.

In this work, you can see some work activities, specifying proper conduct in order to obtain an excellent quality in the processes running and meet the targets.

Similarly, the emphasis on proper use of programming techniques of civil works for a construction process in terms of exact time concerns and avoid disadvantages through lack of organization. Some construction companies, there are cases where it is still limited to the experience and intuition of engineers and project developers without formal planning, and for this reason that projects large inaccuracies occur and unexpected results. Today these are becoming increasingly complex; the needs to optimize resources is higher and therefore obviously carry a full program, more detailed, including making weekly or monthly, in order to optimize quality, time and cost.

* Proposed grade

** Faculty of Physical-Mechanical Engineering. School of Civil Engineering. Director: Jorge Alberto González Soto. Tutor: Henry Delgado Serrano.

INTRODUCCION

La construcción de obras civiles, es uno de los campos más representativos, para que el profesional en ingeniería civil continúe reforzando sus conocimientos y capacidades.

Es de suma importancia a medida que transcurre el tiempo, en la vida universitaria, ejercitar de alguna manera todas aquellas capacidades cognitivas que se han estado adquiriendo en la etapa de pregrado, y una excelente oportunidad para esto, es optar por el desarrollo de una práctica empresarial que aporte de una manera enriquecedora al complemento de una educación integral y con las actividades propias del oficio se generen resultados favorables, en cuanto a conocimientos prácticos.

Esta práctica, presenta una excelente propuesta que, acorde a las necesidades del estudiante de pregrado en referencia a los estatutos universitarios para lograr el título de Ingeniero, permite complementar el buen desarrollo, respectivamente, desde el punto de vista del aprendizaje y además, ir adquiriendo la experiencia necesaria para el inicio de la vida laboral del recién graduado

Este trabajo de grado está basado en experiencias in situ, y la finalidad es que pueda servir como herramienta de ayuda para los estudiantes de pregrado o aquellas personas interesadas, ya que proporciona detalladamente el proceso debido en algunas actividades importantes que se presentan en las obras de construcción.

1. DESARROLLO Y DESCRIPCION DE LA PRÁCTICA

1.1 INFORMACION DE LA EMPRESA

1.1.1 Reseña Histórica

La constructora Florida del Country Ltda., es una sociedad limitada, creada en el 2008, cuyo objeto es la ejecución y comercialización de vivienda en el proyecto *Conjunto Residencial Florida del country*. Esta sociedad está conformada por tres socios, uno de ellos es la Constructora Herad Ltda., quien está encargada de promover todos los procesos, tanto constructivos como administrativos, que se están llevando a cabo en el proyecto; ubicado en el barrio “Hacienda el lago”.

Esta sociedad conformada, comparte la misión y visión propias de la Constructora Herad Ltda.

1.1.2 Misión

Ofrece a sus clientes productos y servicios relacionados con el sector de la construcción principalmente en Bucaramanga y su área metropolitana. Mediante el apoyo en sistemas de gestión, busca conservar un alto nivel de calidad, responsabilidad y cumplimiento, siguiendo las normas técnicas y de ingeniería que exigen las obras, a través del aprovechamiento de su talento humano, su recurso financiero y operativo, fundamentada en principios cristianos, éticos y profesionales para contribuir con el bienestar y mejorar la calidad de vida de los habitantes de la región. Para Constructora Herad Ltda. vale más su buena imagen que las muchas riquezas y más que el oro y la plata, su buena reputación.

1.1.3 Visión

Pretende mantenerse como una de las más reconocidas e importantes constructoras de proyectos de vivienda familiar y obras civiles de Santander y su área de influencia, caracterizándose por su imagen, reflejada en la calidad, la responsabilidad y el cumplimiento en todas sus obras.

2. DESCRIPCION DEL PROYECTO

El proyecto Conjunto Residencial Florida del Country se encuentra ubicado en la calle 35 # 36-25 Barrio Cañaveral, del municipio de Bucaramanga, el cual consta de dos etapas. La obra tuvo su inicio en Julio del 2008, donde se realizó la construcción de la primera etapa, donde se incluye, la torre A, además de los parqueaderos de visitantes, Piscina para adultos y para niños, Parque infantil, Sauna, Turco, Salón de eventos y reuniones, Oficinas comunales y las Zonas Verdes. En la segunda etapa, está incluido, la construcción de la torre B, El gimnasio, La cancha múltiple y terminación del muro de cerramiento.

La cimentación de la torre A y B, está compuesta, por zapatas y vigas de amarre en concreto reforzado, además de algo de concreto ciclópeo. El sistema estructural de las torres es el *tipo túnel*, es decir, muro pantalla y placas macizas en concreto de 3000psi con mallas electro soldadas de alta resistencia, fundidos monolíticamente en el mismo lugar de la construcción. Esto es posible hacerlo mediante el uso de formaletas de grandes dimensiones en láminas y perfilería de acero, formando semitúneles que se complementan entre sí para conformar la estructura de diseño. Incluye muros antisísmicos, y muros en mampostería.

En este sistema se empleó el concreto Outinord. Un concreto de fluidez inedia, acelerado de resistencia y fraguado, permitiendo una rápida rotación de formaleta y velocidad en la construcción.

Las torres A y B son de trece pisos cada una, en donde dos son de parqueaderos. Contienen cuatro apartamentos por piso con dos tipologías, unos de 84 m² y otros de 91 m² de área hasta el décimo, ya que en el once se encuentran los pent

house; dos en el lado sur y uno en el norte. En total por las dos torres son 86 apartamentos.

Una de las grandes ventajas del proyecto, es la calidad del material tanto de muros como de losas, ya que el concreto al sufrir menor deterioro con el paso del tiempo permite que los recubrimientos y pinturas tengan una mayor duración, por la firmeza de la base con la que fueron aplicados.

Los acabados que se usaron en el proyecto son de excelente calidad. El piso de la sala, hall de tv, salón social, locales y oficinas de administración, es de porcelanato lugano de 60 x 60, en las habitaciones se instaló cerámica Rubí bone de 45 x 45, y en la cocina cerámica Boston beige de 32 x 32. En los baños se usó el polaris blanco y el Niágara verde o silicio para el piso, además del cielo raso en sistema dry wall. El enchape de la cocina, también en polaris blanco y cerámica rustica.

En cuanto a los equipos especiales instalados en los apartamentos están, la cocina integral y cubierta a gas, campana extractora, horno a gas, lavaplatos metálico y grifería; con mesones en granito natural. En la carpintería de madera: las puertas de la entrada, baños y alcobas, los closets, mueble de los baños y de cocinas.

2.1 EQUIPOS ESPECIALES INSTALADOS EN EL PROYECTO

Cada torre contiene:

- *Ascensor*: Un ascensor por cada Torre, marca LG, el cual realiza parada en cada uno de los pisos. Con una capacidad de 550 kg, más o menos ocho personas.

- *Planta o generador de emergencia de Carga total*, es sumamente útil, en caso de presentarse algún tipo de problema con el servicio de la red de energía, y sobre todo cuando se requiere tiempos de respaldo prolongados, ya que una de las características principales de la planta es su autonomía.
- *Equipo hidroneumático*; el cual se instaló en el cuarto de bombas ubicado en el sótano -2. Mantiene la presión constante en las tuberías de aguas blancas. Este permite que el agua salga a la presión y flujo adecuado, sin importar lo retirado que estén los diferentes puntos de agua.
- *Gabinetes contraincendios*: Ubicados uno por cada piso de las dos torres, compuestos por los dispositivos especificados en la norma.
- *Aparatos eléctricos especiales*: Salidas de tomacorriente sencillos, salidas reguladas, salidas de televisión, de citó fono. Tanto en las zonas comunes, como en la entrada del conjunto, cámaras instaladas para seguridad de los propietarios.
- *Sistema para las piscinas*: Para su correcto funcionamiento, está compuesto por unos filtros, bombas de recirculación de agua, limpia fondos, calefactores; tienen como fin maximizar el confort del usuario

Ilustración 1. Localización General del Proyecto



2.2 ETAPAS DEL PROYECTO

El proyecto residencial Florida del country, fue planificado y programado para que su desarrollo se llevara a cabo en dos etapas, como anteriormente se había mencionado.

Etapa 1

Esta etapa inicia a principios de julio del 2008, llevándose a acabo principalmente, la ejecución de los preliminares: campamento, localización y replanteo, excavaciones; con una duración de dos meses por condiciones del lugar. Las zonas proyectadas a desarrollarse en esta etapa, fueron: La torre A, la piscina para adultos y niños, parque infantil, El salón de reuniones y eventos, los dos

locales, portería, Parte de la zona verde, y los parqueaderos cubiertos y de visitantes que hace parte de la torre A; para los cuales se hizo inicialmente una programación en cuanto a los tiempos de ejecución de cada una de las actividades de estos procesos, que se especifican en los anexos, tabla 1.

Ilustración 2. Etapa 1



Etapa 2

Para la segunda etapa, con una programación inicial de sus preliminares ejecutadas entre el mes de marzo y abril del 2009; se continuó con el desarrollo

de las actividades de obra faltantes de las zonas exteriores, que se llevaban a cabo en ese momento correspondientes a la primera etapa, y proseguir con la realización de la cimentación y estructura de la torre B, las oficinas comunales, el gimnasio, parqueadero de visitantes y la cancha múltiple.

Ilustración 3. Etapa 2



En los anexos *tabla 2* , se puede observar los tiempos inicialmente supuestos.

3. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA EMPRESARIAL

Como se había mencionado anteriormente, La Constructora Florida del Country Ltda. es una sociedad conformada por tres participantes, entre los cuales, uno de ellos es la Constructora Herad Ltda. , que es quien respalda en la gerencia y construcción del proyecto.

Es por esto que pude ingresar a ser parte del proyecto conjunto residencial florida del country, como auxiliar residente, participando de tiempo completo y de manera diligente en las actividades que se iban desarrollando y de esta manera poder obtener un resultado exitoso en cuanto a un buen desempeño de parte de los trabajadores de la obra y de esta manera lograr la culminación exitosa y gratificante de este proyecto, no solo para los socios dueños del mismo, sino también para todos aquellos propietarios de los apartamentos que esperan el cumplimiento en la entrega de los mismos en la fecha acordada.

Inicialmente el desarrollo de la práctica, como requerimiento en la obra de estar supervisando el buen manejo y desempeño, se dio en un gran porcentaje en campo y en cierta ocasión en oficina. Durante este tiempo, por medio de las labores que debía desempeñar como practicante, adquirí un gran conocimiento y experiencias nuevas que son de gran importancia para mi vida profesional y que además fueron un buen aporte para el proyecto que desarrollaba la constructora. La práctica tuvo una duración de cuatro meses y fue posible realizarla por medio de un convenio firmado entre la escuela de ingeniería civil de la Universidad Industrial de Santander y la Constructora Florida de Country, iniciando el 24 de Marzo del 2010 y finalizando el 24 de Julio de 2010.

En este documento de trabajo de grado, serán explicadas cada una de las funciones que debía desempeñar como practicante, en el cargo de auxiliar de residente en el proyecto que desarrollaba la Constructora Florida del Country Ltda.

3.1 ACTIVIDADES DE CONSTRUCCION QUE SE ADELANTAN EN EL PROYECTO FLORIDA DEL COUNTRY

En Julio del 2008 inició el proyecto Conjunto Residencial Florida del Country, llevándose a cabo la construcción de la primera etapa, a pesar de pequeñas demoras, obteniendo buenos resultados en cuanto a los tiempos de ejecución de obra inicialmente establecidos, por lo cual se logró cumplir con lo pactado en los contratos de vivienda, en cuanto a la terminación de la estructura y entrega de los apartamentos, así como parte de las zonas que se incluían en esta etapa, como lo son la piscina, el sauna, turco, que continuaron con su construcción. Parte de la segunda etapa, inició con la realización de la torre B, que fue en el mes de abril de 2009, culminando todos sus procesos estructurales en enero de 2010, el tiempo inicialmente programado de la misma era en noviembre del 2009.

Es importante aclarar, que por alguna serie de factores desfavorables que suelen presentarse en las obras, como por ejemplo, el absentismo o escasez en la mano de obra, retraso en los suministros de materiales, fallas mecánicas de los equipos, incumplimiento de los plazos acordados en los subcontratos, la lluvia, o la inactividad por no haberse concluido la actividades predecesoras; se pueden presentar cierta demoras, en cuanto a los tiempos de las actividades programadas, y de esta manera generar otra fecha de la entrega de los apartamentos.

Inicialmente se estableció una programación de la obra en general, es decir, tanto de la primera etapa como de la segunda, pero vale la pena aclarar que en la

medida en que haya alguna dificultad en la primera etapa, esta se ve reflejada en el desarrollo de la siguiente; por esta razón, se han ido reprogramando nuevamente estos tiempos, como requerimiento para obtener siempre buenos resultados en cuanto a la organización del proyecto en general y optimizar el resto de obra faltante, evitando que se presenten las mismas falencias en la segunda etapa, así la demora haya sido poco significativa, y llegue a existir algún tipo de problemas con los dueños de apartamentos por negligencia de la constructora.

En los anexos, se puede observar la programación , que se ajustó de la segunda etapa en el mes de marzo.

3.2 FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES

A continuación, serán descritas con detalle las funciones y responsabilidades adquiridas como auxiliar de residente por lo cual fui contratada como practicante de Ingeniería Civil en la Constructora Florida del Country, además de los procesos completos que en ese momento se llevaban a cabo en el proyecto.

3.2.1 Descripción De Los Procesos De Construcción

3.2.1.1 Mampostería de apartamentos y exteriores: El tipo de mampostería que se usó en la edificación es de tipo no estructural y de uso interior, ya que su función es la de dividir espacios, únicamente soportando las cargas de su propio peso. Estos muros fueron debidamente frisados, estucados y pintados, así como los muros exteriores, por ejemplo, los realizados en las escaleras y los buitrones que tienen como acabado de protección igualmente friso y estuco o pintura granoplast.

Replanteo y medidas: Como primera medida, para iniciar con la actividad de la pega de la mampostería, previamente se debe verificar en los planos arquitectónicos, que tipo de ladrillo se debe usar y las medidas correspondientes. Principalmente, se procede a limpiar y humedecer los ladrillos y la superficie sobre la cual se realizará esta actividad. Para una correcta alineación del muro, se colocan hilos como referencia para iniciar con la primera hilada; en esta actividad de replanteo, se debe tener sumo cuidado con los vacíos de las puertas y ventanas que se deben dejar, indicados en los planos, y teniendo en cuenta el grosor de los frisos en los marcos, el cual es de cuatro centímetros aproximadamente.

Para iniciar, se debe colocar primero los bloques en los extremos, garantizando para cada uno su correcto alineamiento y su perpendicularidad, mediante el uso de un nivel y la plomada. Luego se ubican todos los bloques intermedios, retirando el hilo y rellenando los espacios con mortero. La dosificación del mortero, para esto, es de 1:3.

Ilustración 4, Replanteo de mampostería



Ilustración 5, Plomo-verticalidad del muro



Para darle mayor estabilidad a estos muros en mampostería, se instalan unos anclajes de 3/8", entre 20 y 30cm de largos, en los muros estructurales y distanciados cada 50cms, asegurados con pegante epóxico sika Dur 32 Es importante tener en cuenta y supervisar, que se respeten los espacios necesarios y se realice un pequeño corte en ladrillo indicando por donde pasarán las tuberías eléctricas, hidrosanitarias, y de gas.

Ilustración 6, Anclaje en muros



La mampostería de los apartamentos que comprendió muros divisorios en la cocina, muros de fachada externos de alcobas, baños, sala, antepechos de los balcones y los muros descolgados se emplearon ladrillos H-10, ladrillo H-15 y el muro divisorio donde quedo apoyado el lavadero de la cocina fue hecho en ladrillo H-7.

Dinteles y Descolgados: Un dintel es un elemento estructural horizontal que soporta una carga, apoyando sus extremos en las jambas o soportes de un vano, y el descolgado es el elemento que no se encuentra sostenido sobre ningún otro, únicamente es sostenido por el refuerzo y anclaje que lleva.

Ilustración 7, Dinteles y descolgados



En los descolgados, se comienza por realizar las perforaciones en las placas para instalar los anclajes epóxicos con varillas de 3/8", para sostenerlo. Se procede a la instalación de la formaleta de madera sostenida por parales y su debida nivelación, la cual debe ir cubierta con una capa de acpm para facilitar el desencofrado. Sobre ella se instala dos varillas de 3/8" como el refuerzo longitudinal, de acuerdo a las recomendaciones y especificaciones del diseño estructural. Sobre el refuerzo se adiciona el concreto de 3000 psi y se procede a instalar los ladrillos.

Ilustración 8. Resane necesarios dinteles y descolgados



3.2.1.2 Pañetes: Es el recubrimiento de los muros con capas de mortero definiendo las superficies de los mismos, a ser acabadas en estucos, pinturas o enchapes, de acuerdo a lo señalado en los planos constructivos y en los cuadros de acabados.

Replanteo: Para esta actividad, se procede a instalar las reglas metálicas sobre el muro, de tal forma que sobresalga la distancia del espesor que llevará el friso, realizando el alineamiento de verticalidad utilizando el plomo.

Chafarreo: Es una mezcla de mortero de dosificación 1:4, agregándole un aditivo adherente y agua, hasta lograr una mezcla viscosa, que se aplica en el muro de mampostería, proporcionándole una adherencia al friso. De esta manera, principalmente se satura el muro de agua, para que el ladrillo no la absorba de la mezcla, y poder así aplicar posteriormente el friso.

Friso: Para dar el acabado uniforme que requiere la fachada de los muros de mampostería exteriores de las torres, los muros de los puntos fijos y los muros divisorios interiores de los apartamentos, primero los mamposteros lanzaban una mezcla bastante fluida, anteriormente mencionada, sobre las paredes de ladrillo previamente humedecido para lograr una buena adherencia de la mezcla húmeda de friso en dosificación 1:3, la cual lanzaban y daban su espesor, entre las reglas maestras ubicadas en el replanteo, para luego nivelarla con una regla metálica.

Ilustración 9. Frisar



Antes de Frisar



Después de frisar

Juntas de dilatación: Las grietas en el concreto no se pueden prever completamente, pero pueden ser controladas y minimizadas mediante juntas adecuadamente diseñadas. Las juntas no son más que aberturas hechas en las estructuras que permiten el movimiento horizontal y de un modo u otro darle mayor flexibilidad y facilidad de movimiento.

Estas se realizan, antes que fragüe la mezcla en los sitios en que empaten dos materiales distintos, o para dividir áreas muy grandes de un mismo material.

Es recomendable hacer juntas en:

La unión de muro-losa (extremo superior del muro), Unión viga-muro, Unión columna-muro, Unión marco de puerta-muro, Unión losa-columna.

Ilustración 10 Junta entre mampostería y muro estructural



Ilustración 11 Juntas en placa de entre piso



3.2.1.3 Cubiertas en los pent- house y parqueaderos de visitantes: Correas metálicas Las correas metálicas, son elementos resistentes cuya misión es la de soportar el peso del material de cubierta. Para su ejecución, se consulta en los planos, se verifican alineamientos y dimensiones y se procede a su instalación.

Ilustración 12. Correas metálicas, instaladas en los pent-house



Instalación de cubierta en láminas termo acústicas color rojo

Esta actividad, consiste en la instalación de una cubierta en teja termo acústica roja, con pendiente a dos aguas (Ver planos), la cual deberá ser montada sobre la estructura metálica según especificaciones y recomendaciones del fabricante. Cuando la cubierta es a dos aguas, se deberá montar una cumbrera en la parte superior donde se unen las dos alas de la cubierta. Los solapes de la cumbrera no deben coincidir con el de las chapas de la cubierta.



Para su instalación, Como primera medida consultar planos arquitectónicos, estructurales y la NSR 98. Verificar en cortes de fachada los sitios de voladizos y distancias de traslape sobre canales, las dimensiones totales de la cubierta, y las distancias entre correas. Ejecutar la instalación por personal calificado debido a la extensión y complejidad de la cubierta.

Ilustración 13. Cubierta en teja termo acústica



3.2.1.4 Enchapes

Mortero de pisos:

La importancia del mortero es que nivela el piso para que pueda ser instalado el enchape, además, en el procedimiento se le da la pendiente hacia los desagües en las zonas donde se presente agua constantemente.

Descarchado de mortero: Consiste en quitar del piso con una barra, todas la mezcla que pueda haber en él, por anteriores actividades, como por ejemplo, el friso de muros.

Mortero de piso: La dosificación de este es de 1:4; la diferencia con el friso es que en el mortero se usa arena mas gruesa-pareja, y en el friso es más fina. Para iniciar el procedimiento, primero se debe humedecer el piso para evitar que este absorba el agua del mortero; luego de esto, se extiende una capa con un espesor de tres centímetros y con una regla metálica se va emparejando.

Ilustración 14. Mortero de piso



Sobre el mortero en los baños, la cocina, el balcón, se aplica un producto sika mortero 101, con una brocha o cepillo como una capa densa distribuyéndolo uniformemente, para una excelente impermeabilización y así evitar la humedad; se deben aplicar dos capas, la segunda después de doce horas, Es muy importante llevar a cabo la revisión en baños y cocinas del sellamiento con SIKA 121, de los vacíos que quedan entre la placa y las tuberías de desagües, para que se garantice la impermeabilización de la placa de piso y poder instalar las losas sin tener futuros problemas.



Balcón con producto sika impermeabilizante



Cocina, aplicado sika 101

Ilustración 15. Baño, aplicado sika 101



Así mismo, en el área de la terraza, se debe instalar un manto asfáltico para la correcta impermeabilización de la misma antes de empezar con el mortero de nivelación, en donde se debe garantizar las pendientes que sirven para la evacuación de las aguas lluvias una vez se instale la cerámica, evitando los empozamientos.

Ilustración 16. Riego de Imprimación con emulsión asfáltica

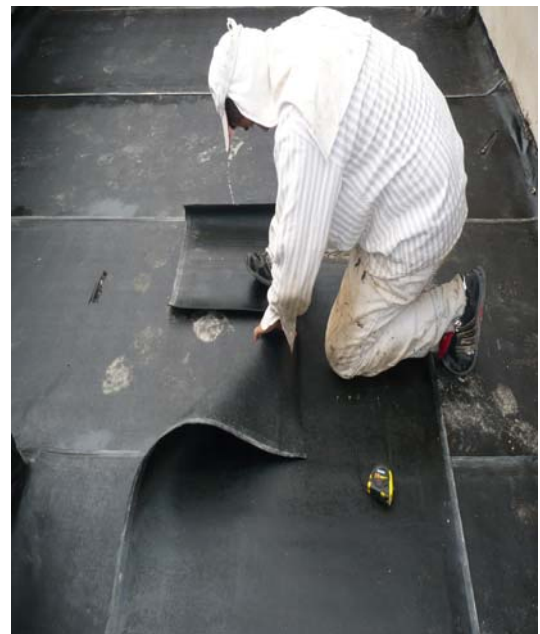


Ilustración 17. Instalación del manto asfáltico



Enchape de piso, paredes, y fachada

El enchape consiste en un revestimiento, desarrollado a partir de la necesidad de mejorar la apariencia estética de la terminación en diferentes tipos de

proyectos, además de brindar una gran resistencia de la superficie al ataque de químicos y abrasivos. Se utiliza básicamente en paredes, pisos y muebles.

La pega de las losas, es una mezcla preparada con un producto sika, el cual es un adhesivo elaborado con base en cemento, de color gris, que mezclado con agua forma este material.

Ilustración 18. Mezcla de la pega del enchape



Instalación: Se traza un alineamiento, buscando siempre que haya el menor número de cortes, como guía para empezar la primera hilada desde una esquina. La cerámica que se va a usar, previamente debe haberse limpiado, se dispone sobre la pega y se genera un pequeño golpe, de tal forma que se logre una penetración de más o menos unos tres milímetros, por cada una. La separación entre ellas, debe ser de unos dos milímetros. Se debe ir verificando horizontalidad.

Ilustración 18



Enchape de piso, primera hilada



cambio de cerámica, cenefa



*Enchape piso de balcones,
Tablón de gres*



*Enchape de las salas, hall de tv
Porcelanato Lugano*

Ilustración 19



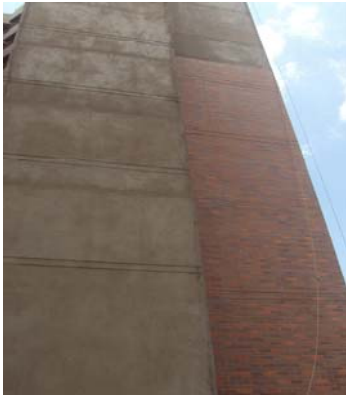
*Enchape piso de cocina,
Cerámica Boston beige*



*Enchape piso de las alcobas
Cerámica Rubí bone*

Es importante tener en cuenta, después de instalada la cerámica, protegerla ya sea con cartón, para evitar posibles rayones.

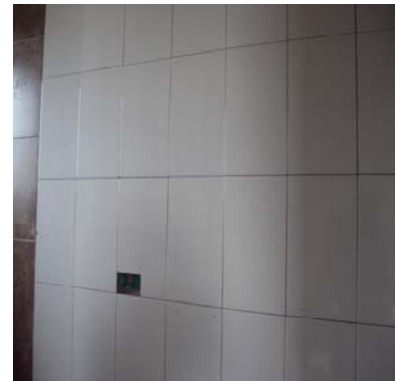
En los enchapes de pared; cocinas, baños, fachada, igualmente se debe revisar la horizontalidad, nivel y verticalidad, previo a la instalación de la primera hilada e ir revisando a medida que se avanza.



*Enchape fachada,
Tableta chafaleta*



*Enchape pared cocina
Cerámica Rutik Wall tile y polaris blanco*



*Enchape pared de baño,
polaris blanco, Niágara verde*

Es importante verificar que las losas instaladas no presenten defectos de fábrica como decoloración, huecos, agrietamientos o pandeos, además de cerciorarse que no queden cocas o con una deficiente pega.

Una vez que se haya secado el pegante, se procede a realizar el brechado, limpiando las separaciones profundamente, entre las losas o cerámicas, para evitar manchar la brecha y llenándolas con una lechada. De esta manera, después de un tiempo prudencial, se retira la lechada sobrante de las juntas.

3.2.1.5 Estuco y pintura

Estuco: Es un revestimiento exterior e interior de paredes que tiene dos funciones: proteger y decorar. El estuco clásico, tiene la ventaja de estar compuesto de materiales naturales que lo hacen transpirable y altamente resistente a los movimientos estructurales de los edificios.

El primer paso para proceder a estucar, es preparar la superficie que quede libre de imperfecciones, de grasas y polvo, y así aplicar el adherente en las pantallas.

Aplicación del estuco: Cuando está lista la superficie y el material preparado, se extiende en capas sucesivas y delgadas en las dos direcciones, hasta dejar la superficie lisa y tersa. Se aplican tres manos de estuco con tiempos de sellamiento de más o menos cuatro horas; después de esto, se lija la superficie estucada, en una sola dirección.

Ilustración 20



Pantalla sin estucar



Pared estucada

Ilustración 21, Estuco en placa de entrepiso



Pintura: La pintura se debe hacer en tres tiempos;

Primera mano: Se aplica apenas el estuco se encuentre seco, para protegerlo.

Segunda mano: Es necesario aplicar esta mano cuando, se haya realizado algunas instalaciones como los, pisos, el dry wall, la caja eléctrica. Se deberá revisar y corregir cualquier imperfección sobre la superficie.

Tercera mano: La última mano de pintura se aplicará al finalizar todas las actividades, para evitar que en el desarrollo de las mismas puedan deteriorar el acabado. Habrán ocasiones en que se tenga que aplicar una cuarta mano, debido a una gran cantidad de polvo, mugre o cuando hay mucho movimiento y manchan las paredes.

Ilustración 22, Pared con última mano de pintura



Graniplast: En la fachada de las torres, puntos fijos, exteriores de las terrazas y los balcones de los apartamentos, luego del friso, se aplicó graniplast de color amarillo y naranja.

Ilustración 23, Fachada antes y después del graniplast



3.2.1.6 Carpintería de madera y metálica. En esta actividad, los marcos, las puertas, los pasamanos y las ventanas serán construidos teniendo sumo cuidado que los vanos sean de la distancia estipulada en los planos de detalles respectivos.

Ilustración 24



Sobre marco, puerta en madera



Ventana en aluminio blanco

Estos serán colocados fijándolos firmemente y sin debilitar los muros, o miembros estructurales, y realizando la nivelación pertinente.

Ilustración 25



Mueble de la cocina



Pasamanos, punto fijo

3.2.1.7 Cielo Raso en sistema Dry hall El Dry wall es un sistema constructivo liviano para instalar completamente en seco y de forma rápida, muros divisorios, fachadas, cielos rasos, recubrimientos, etc., con de Yeso. Este se estructura con rieles descolgados de la cubierta o losa; en ellos se fijan las omegas bajo las cuales se atornillan las láminas de yeso o cemento. Las juntas entre láminas se sellan y se liján para aplicar finalmente el acabado. Se instaló este sistema, en el techo de los baños, para ocultar las instalaciones sanitarias de los apartamentos superiores.

Ilustración 26 Dry wall



Techo sin dry wall



Drywall instalado

En las zonas exteriores se usó Superboard, ya que es un material inalterable, resistente a golpes e impermeable, para cubrir y proteger las tuberías sanitarias y de gas, que quedaban a la intemperie en la fachada y darle una superficie estética.

3.2.2 Supervisión técnica de las actividades de la obra, que se adelantaron en la segunda etapa

A través del acompañamiento continuo en la obra, debía supervisar que se llevaran a cabo, con una apropiada ejecución, cada una de las actividades anteriormente mencionadas, revisando que el acabado fuera excelente y que no hubiera demoras por el rendimiento inadecuado del personal y así se obtuviera el cumplimiento de los requisitos establecidos de normatividad, diseño y programación. Es importante y necesario, realizar este análisis en cuanto al cumplimiento de los tiempos de desarrollo de las mismas, por parte de los contratistas y obreros, ya que si se llega a presentar algún inconveniente afectaría la fecha de entrega programada de las viviendas, y sería perjudicial para la empresa; y también para tener un conocimiento previo en el caso de la programación de otro proyecto.

Otras actividades que se estaban realizando eran: excavación, armado de refuerzo, y fundida para la viga de cimentación del muro de cerramiento, acometida del gas, instalación de contadores, instalación de aparatos eléctricos y sanitarios, y para evitar inconvenientes se enfatizó en una revisión estricta de lo que se iba instalando y los equipos de trabajo utilizados, ya que en un momento hubo pérdidas de ellos.

Ilustración 27



Excavación, viga de cemento



Armado del refuerzo, viga cemento

Otra de las responsabilidades concertadas, era estar presente junto con el contratista y el maestro de obra, y controlar todas aquellas medidas y cortes, para garantizar y certificar las cantidades de obra realmente ejecutadas en esa semana y anexarlas en las actas. Estos cortes se toman cada dos semanas.

Cumplir con las recomendaciones y observaciones hechas en el seguimiento por la CDMB en las obras de construcción, con lo establecido en las normas de señalización requeridas, para evitar cualquier tipo de accidente por falta de una buena organización de ellas. Como por ejemplo, la de salida de emergencia, precaución en el foso del ascensor y algunas otras exteriores.

Ilustración 28 Señalización requerida, foso del ascensor



En la *tabla 3 en los anexos*, se encuentran estipuladas las actividades de obra faltante desde el mes de Marzo, en la segunda etapa. En realidad, una de las actividades que se tuvo menos inconvenientes fue con la mampostería, pues el despacho del material siempre se hacía a tiempo, no hubo problemas ni de transporte, ni de calidad, y en cuanto a la mano de obra siempre realizaron un buen trabajo. En una obra siempre se presentan imprevistos en algunas actividades, que de su desempeño dependen otras que por esta razón también se ven afectadas. Algo que contribuye a esto, son las reformas que no se notifican en un tiempo prudencial, por esta razón, se intenta fijar un plazo para que sean comunicadas.

El diagrama de barras es el tipo de programación es la que se llevó a cabo inicialmente y durante todo el proyecto; como no es un método muy exacto se corría el riesgo que se presentaran datos muy inciertos.

4. “MANUAL DE TECNICAS DE PROGRAMACION EN UN PROYECTO CIVIL”

4.1 PROGRAMACIÓN PARA EL CONTROL DE OBRAS CIVILES

Planificación y Programación

La Planificación consiste en establecer programas con indicación de objetivos así como definir las diferentes etapas que lo conforman, con la finalidad de llegar a la meta trazada, para ello es necesario establecer el control correspondiente en cada etapa del plan y programas propuestos.

Programación: "Es la acción de coordinar en el tiempo y en el espacio las distintas partes que intervienen y son necesarias para la realización de la obra, fijando la interdependencia entre ellos

Concepto de costos

DIRECTOS

Se define como los costos que pueden identificarse con productos específicos .El costo directo es la sumatoria de los costos de materiales, mano de obra (incluyendo leyes sociales), equipos, herramientas y todos los elementos requeridos para la buena ejecución de la obra. Estructuralmente es costo directo es el resultado de la multiplicación de los metrados por los costos unitarios.

Indirectos

Los costos indirectos corresponden a los gastos generales necesarios para la ejecución de los trabajos no incluidos en los costos directos que realiza el contratista, tanto en sus oficinas centrales como en la obra, y comprende entre

otros: los gastos de administración, organización, dirección técnica, vigilancia, supervisión, construcción de instalaciones generales necesarias para realizar conceptos de trabajo, el transporte de maquinaria o equipo de construcción, imprevistos y, en su caso, prestaciones laborales y sociales correspondientes al personal directivo y administrativo.

Los Costos Indirectos son dos:

- Gastos Generales, y
- Utilidad

- **Gastos Generales**

Los gastos generales que podrán tomarse en consideración para integrar el costo indirecto y que pueden aplicarse indistintamente a la administración de oficinas centrales o a la administración de oficinas de campo o ambas, según el caso, son los siguientes:

I. Honorarios, sueldos y prestaciones de los siguientes conceptos:

- a. Personal directivo;
- b. Personal técnico;
- c. Personal administrativo;
- d. Cuota patronal del Seguro Social y del Instituto del Fondo Nacional de la vivienda para los Trabajadores.
- e. Prestaciones a que obliga la Ley del Trabajo para el personal enunciado en los incisos a., b. y c.;
- f. Pasajes y viáticos del personal enunciado en los incisos a., b. y c., y
- g. Los que deriven de la suscripción de contratos de trabajo, para el personal enunciado en los incisos a., b. y c.

II. Depreciación, mantenimiento y rentas de los siguientes conceptos:

- a. Edificios y locales;

- b. Locales de mantenimiento y guarda
- c. Bodegas
- d. Instalaciones generales
- e. Equipos, muebles y enseres
- f. Depreciación o renta, y operación de vehículos
- g. Campamentos

III. Servicios de los siguientes conceptos:

- a. Consultores, asesores, servicios y laboratorios
- b. Estudios e investigaciones;

IV. Fletes y acarreos de los siguientes conceptos:

- a. Campamentos;
- b. Equipo de construcción;
- c. Plantas y elementos para instalaciones, y mobiliario

V. Gastos de oficina de los siguientes conceptos:

- a. Papelería y útiles de escritorio
- b. Correos, fax, teléfonos, telégrafos, radio
- c. Equipo de computación
- d. Situación de fondos
- e. Copias y duplicados
- f. Luz, gas y otros consumos
- g. Gastos de la licitación

VI Capacitación y adiestramiento;

VI Seguridad e higiene;

VIII. Seguros y fianzas, y

IX. Trabajos previos y auxiliares de los siguientes conceptos:

- a. Construcción y conservación de caminos de acceso;

- b. Montajes y desmantelamientos de equipo, y
- c. Construcción de instalaciones generales:
 - De campamentos
 - De equipo de construcción, de plantas y elementos para instalaciones

4.1.1 “Sistemas De Programacion De Obra”

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

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

Pasos

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

Resultados

- Disponer de un diagrama de tiempos.
- Conocer actividades críticas y determinar la necesidad de recursos.

Para comenzar la programación, se ha de partir de los siguientes datos:

- Diagrama de red del proyecto (PDM, ADM...)
- Estimación de duración de actividades
- Recursos asignados a las actividades
- Calendarios de recursos para actividades
- Limitaciones, como fechas fijas para resultados o fases del proyecto.

Según los resultados que deseemos conocer, podemos hacer uso de unas determinadas herramientas o de otras. En el siguiente cuadro se muestran todas ellas, que pasamos a comentar a continuación:

Tabla 1. Representación de dependencias

		ESCALA TEMPORAL	
		NO	SI
REPRESENTACIÓN DE DEPENDENCIAS	NO	Lista de tareas Lista de Hitos	Gráfico de Barras (Gantt) Gráfico de Hitos
	SI	Diagramas de Red PERT (Eventos-nodo) PDM (Actividad-nodo) ADM (Actividad-flecha)	Diagrama de tiempos con vínculos de interdependencia entre tareas

ESCALA TEMPORAL SÍ – DEPENDENCIAS NO

4.1.1.1 Diagrama de barras o Gantt: El diagrama de Gantt, gráfica de Gantt o carta Gantt es una popular herramienta gráfica cuyo objetivo es mostrar el tiempo de dedicación previsto para diferentes tareas o actividades a lo largo de un tiempo total determinado.

En él se muestran las fechas de comienzo y finalización de las actividades y las duraciones estimadas, pero no aparecen dependencias.

Es un diagrama de tipo lineal en el que las barras se dibujan en horizontal indicándose las actividades de un proyecto, los tiempos de comienzo de cada uno de ellos y su duración. Sirve para llevar un control temporal de la obra

No es ningún método de programación, solo transmite la información que con otros métodos hemos realizado. Este gráfico consiste simplemente en un sistema de coordenadas en que 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 actividad se hace corresponder una línea horizontal cuya longitud es proporcional a su duración en la cual la medición efectúa con relación a la escala definida en el eje horizontal conforme se ilustra.

Símbolos Convencionales: En la elaboración del gráfico de Gantt se acostumbra utilizar determinados símbolos, aunque pueden diseñarse muchos otros para atender las necesidades específicas del usuario. Los símbolos básicos son los siguientes:

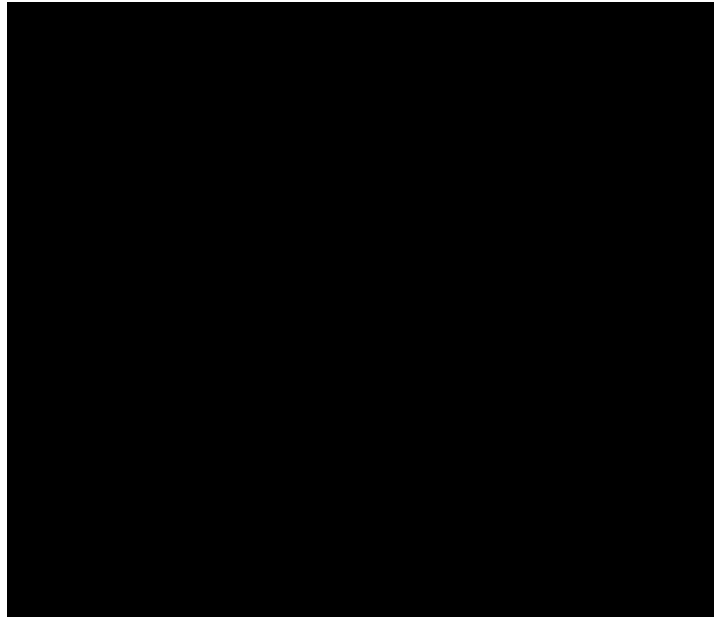
- Iniciación de una actividad.

- Término de una actividad
- Línea fina que conecta las dos “L” invertidas. Indica la duración prevista de la actividad.
- Línea gruesa. Indica la fracción ya realizada de la actividad, en términos de porcentaje. Debe trazarse debajo de la línea fina que representa el plazo previsto.
- Plazo durante el cual no puede realizarse la actividad. Corresponde al tiempo improductivo puede anotarse encima del símbolo utilizando una abreviatura.
- Indica la fecha en que se procedió a la última actualización del gráfico, es decir, en que se hizo la comparación entre las actividades previstas y las efectivamente realizadas.

- **Características**

- Cada actividad se representa mediante un bloque rectangular cuya longitud indica su duración; la altura carece de significado
- La posición de cada bloque en el diagrama indica los instantes de inicio y finalización de las tareas a que corresponden.
- Los bloques correspondientes a tareas del camino crítico acostumbran a rellenarse en otro color (en el caso del ejemplo, en rojo).

Tabla 2. Ejemplo diagrama de Gantt en Excel



- **Método constructivo**

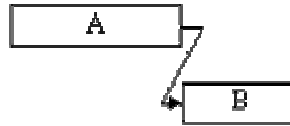
Para construir un diagrama de Gantt se han de seguir los siguientes pasos:

- Dibujar los ejes horizontal y vertical.
- Escribir los nombres de las tareas sobre el eje vertical.
- En primer lugar se dibujan los bloques correspondientes a las tareas que no tienen predecesoras. Se sitúan de manera que el lado izquierdo de los bloques coincida con el instante cero del proyecto (su inicio).

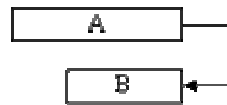
A continuación, se dibujan los bloques correspondientes a las tareas que sólo dependen de las tareas ya introducidas en el diagrama. Se repite este punto hasta haber dibujado todas las tareas. En este proceso se han de tener en cuenta las consideraciones siguientes:

- Las dependencias fin-inicio se representan alineando el final del bloque de la tarea predecesora con el inicio del bloque de la tarea dependiente.

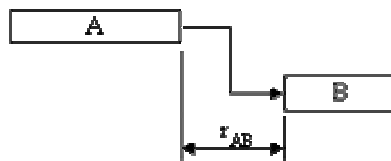
- Las dependencias final-final se representan alineando los finales de los bloques de las tareas predecesora y dependiente.



- Las dependencias inicio-inicio se representan alineando los inicios de los bloques de las tareas predecesora y dependiente.



- Los retardos se representan desplazando la tarea dependiente hacia la derecha en el caso de retardos positivos y hacia la izquierda en el caso de retardos negativos.



- **Ventajas y desventajas**

- Ventajas de éste método de planificación:
 - Nos da una idea clara de cómo planear, programar y controlar procesos productivos en forma rápida y sencilla.
- Desventajas:
 - En la planificación de procesos productivos complejos presenta deficiencias y limitaciones

Relación de desventajas:

- Mezcla la planeación y la programación del proyecto.
- El proyecto solo puede ser descompuesto en actividades de gran volumen.
- No señala las interrelaciones y las dependencias entre actividades.
- No muestra las diferentes alternativas de ejecución de cada actividad.
- No define cuales son las actividades críticas.

- Es posible asegurar la fecha de terminación de cada actividad y del proyecto, pero con incertidumbre.

En resumen, para la planificación de actividades relativamente simples, el gráfico de Gantt representa un instrumento de bajo costo y extrema simplicidad en su utilización. Para proyectos complejos, sus limitaciones son bastantes serias, y fueron éstas las que llevaron a ensayos que dieron como resultado el desarrollo del CPM, el PERT y otras técnicas conexas.

Gráfica de hitos

Un hito es un evento claramente verificable por otra persona y que requiere verificación antes de poder proseguir con la ejecución del proyecto. La utilidad de los hitos se basa en la buena selección de los mismos. Pero al igual que los diagramas de GANTT, *la programación con hitos no aporta o refleja información acerca de la interdependencia entre tareas o actividades.*

ESCALA TEMPORAL NO - DEPENDENCIAS SÍ

Un diagrama de red es cualquiera de las representaciones que vinculan las actividades y los eventos de un proyecto entre sí para reflejar las interdependencias entre las mismas. Una actividad o evento puede presentar interdependencias con actividades o eventos sucesores, predecesores, o en paralelo. Los más importantes son:

- **El Pert**

Programa de evaluación y revisión técnica de proyectos (Projects evaluation report technic), es una metodología o técnica de planeamiento y control, que está basado en el grafo o red.

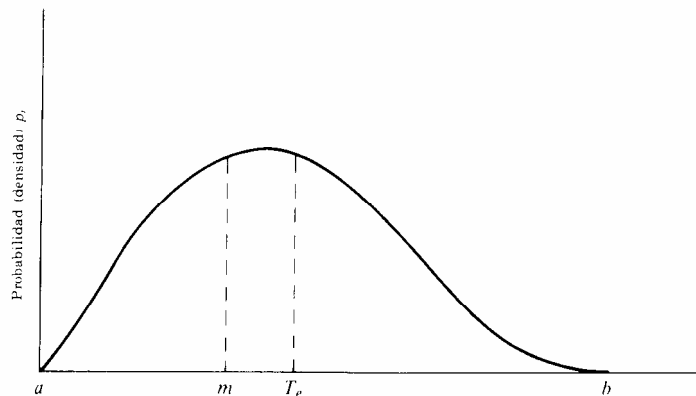
Se trata de un método muy orientado al plazo de ejecución, con poca consideración hacia al costo. Se suponen tres duraciones para cada suceso

a = Tiempo Optimista. Duración de la actividad bajo las condiciones más favorables

b = Tiempo Pesimista. Duración de la actividad bajo las condiciones más desfavorables

m = Tiempo Normal. El valor más probable de la duración de la actividad

La forma de la distribución se muestra en la siguiente Figura. 6 tiempo más probable es el tiempo requerido para completar la actividad bajo condiciones normales. Los tiempos optimistas y pesimistas proporcionan una medida de la incertidumbre inherente en la actividad, incluyendo desperfectos en el equipo, disponibilidad de mano de obra, retardo en los materiales y otros factores.



Con la distribución definida, la media (esperada) y la desviación estándar, respectivamente, del tiempo de la actividad para la actividad Z puede calcularse por medio de las fórmulas de aproximación.

$$T_e(Z) = \frac{a + 4m + b}{6}$$

$$\sigma(Z) = \frac{b - a}{6}$$

El tiempo esperado de finalización de un proyecto es la suma de todos los tiempos esperados de las actividades sobre la ruta crítica. De modo similar, suponiendo que las distribuciones de los tiempos de las actividades son independientes (realísticamente, una suposición fuertemente cuestionable), la varianza del proyecto es la suma de las varianzas de las actividades en la ruta crítica.

Generalmente se denominan técnicas PERT al conjunto de modelos abstractos para la programación y análisis de proyectos de ingeniería. Estas técnicas nos ayudan a programar un proyecto con el costo mínimo y la duración más adecuada. Están especialmente difundidas el PERT y el CPM.

- **Aplicación de las técnicas PERT:**

- Determina las actividades necesarias y cuando lo son
- Busca el plazo mínimo de ejecución del proyecto.
- Busca las ligaduras temporales entre actividades del proyecto.
- Identifica las actividades críticas, es decir, aquellas cuyo retraso en la ejecución supone un retraso del proyecto completo.
- Identifica el camino crítico, que es aquel formado por la secuencia de actividades críticas del proyecto.
- Detecta y cuantifica las holguras de las actividades no críticas, es decir, el tiempo que pueden retrasarse (en su comienzo o finalización) sin que el proyecto se vea retrasado por ello.
- Si se está fuera de tiempo durante la ejecución del proyecto, señala las actividades que hay que forzar.
- Nos da un proyecto de costo mínimo.

Se basa en la utilización de una red en la que figuran las actividades en los nodos y los arcos representan demoras de tiempo entre los puntos (comienzo o fin de

nodo) que unen, a la vez que muestran las dependencias. Permiten reflejar distintas relaciones de precedencia entre tareas.

- **Ventajas y Beneficios del PERT**

- Separa el proceso de programación del proceso de planeación.
- Produce planes realistas, detallados y de fácil difusión.
- Predice las duraciones y certidumbres de las actividades.
- Centra la atención en las partes críticas del proyecto.
- Informa sobre la utilización de los recursos.
- Representa las posibles alternativas de operación.
- Verifica y da la marcha del desarrollo del proyecto.

Entre las ventajas encontramos que el método PDM tiene más flexibilidad que el método PERT – ADM para la modelización de grandes proyectos, la representación gráfica es más sencilla y no hay actividades virtuales.

ADM (Método del Diagrama de Flechas). Está orientada a las actividades, en la que de forma habitual el tiempo de cada actividad es muy controlable. Las actividades se representan con flechas que se conectan con nodos para mostrar las dependencias.

PDM (Método del Diagrama de Precedencias). Es una técnica de red de proyecto enfocada en las precedencias de las actividades.

La utilización del ADM está cayendo en desuso debido a las ventajas que tiene la representación de actividades mediante nodos, PDM

Las ventajas del PDM hicieron que la mayoría de los sistemas de computación desarrollados en los últimos años usen esa representación.

Las ventajas de PDM frente a ADM son:

- La construcción de la red es mucho más sencilla ya que no requiere actividades ficticias (dummies).
- Su modificación es trivial, frente a las complicaciones que pueden aparecer en ADM.
- Permite introducir demoras en las relaciones, que en ADM implicaría la introducción de una nueva actividad, incluso se pueden usar demoras negativas en el caso en que la sucesora pueda empezar antes de finalizar la precedente.
- Se pueden usar cuatro tipos de precedencias:

Relaciones de precedencias

- **Fin-Comienzo:** Para comenzar la actividad debe haberse completado su precedente.
- **Comienzo-Comienzo:** Para comenzar una actividad debe haber comenzado su precedente.
- **Fin-Fin:** Para finalizar una actividad debe haberse finalizado su precedente.
- **Comienzo-Fin:** Para finalizar una actividad debe haber comenzado su precedente.

En cada una pueden usarse además demoras.

- *Diagrama de tiempos con interdependencias*

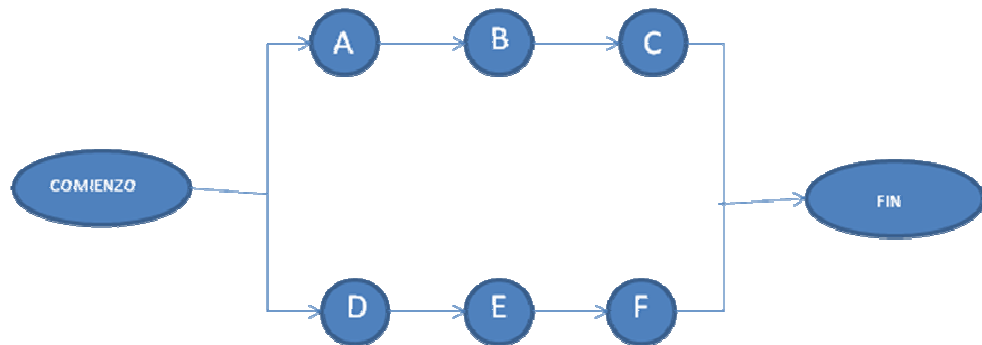


Gráfico PDM. Esta técnica también se denomina “actividad sobre nodo”

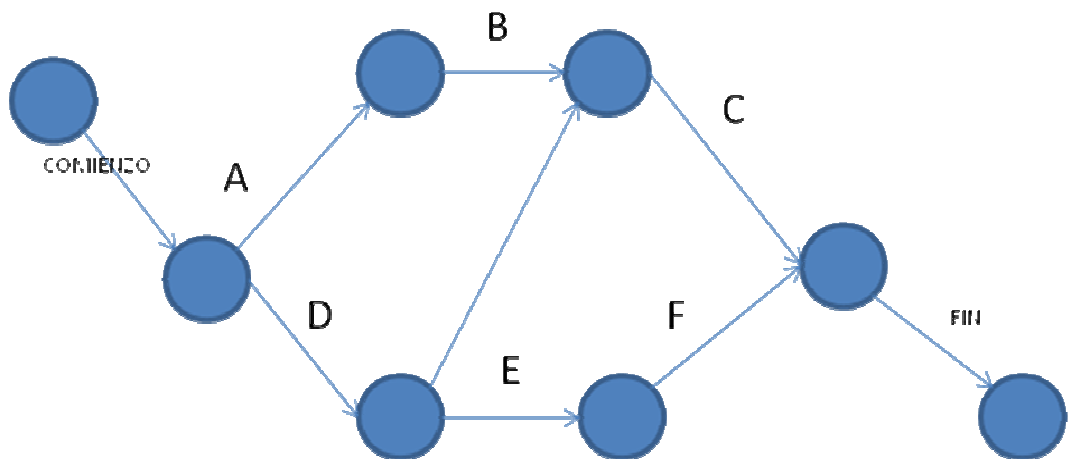


Gráfico ADM. Esta técnica también se denomina “actividad sobre flecha”

Se trata de un gráfico de Gantt en el que aparecen las dependencias entre actividades y los recursos implicados en cada una de ellas. Permite de esta forma tener una idea más real del proyecto que la que obteníamos con el diagrama de Gantt que se mostraba anteriormente.

- **Deficiencias y limitaciones del Pert**

- No considera importantes los costos de las actividades así como la utilización de los recursos.
- No es de aplicación a la mayoría de las Operaciones repetitivas de la producción

- **Pasos para la construcción de un Grafo Pert**

El grafo, es una gráfica de cómo representar y relacionar las múltiples actividades para alcanzar el objetivo final que es el logro del proyecto terminado.

- Se especifica el objetivo del proyecto
- Se hace una lista de las actividades que son necesarias para realizar el proyecto
- Se dibuja un grafo esquematizado del proyecto
- Se anotan las estimaciones de las
- duraciones de las actividades
- Se enumeran los sucesos del grafo.

Consideraciones para la construcción de un grafo Pert

Debemos tener en cuenta los siguientes términos:

- EL SUCESO: Es un punto en el tiempo que puede ser identificado claramente.
- LA ACTIVIDAD: Es el trabajo necesario para alcanzar un suceso.

Bosquejo del Grafo Pert

Para dar forma al Grafo, es importante analizar las siguientes preguntas para cada suceso.

- ¿Que sucesos o actividades deben efectuarse antes de que tenga lugar ese suceso?
- ¿Que sucesos y actividades no pueden efectuarse hasta que ocurra este suceso?
- ¿Que sucesos y actividades no pueden efectuarse simultáneamente?

Consideraciones para la construcción de un grafo Pert



LA ACTIVIDAD: Una actividad no puede empezar hasta que todas sus actividades precedentes hayan sido terminadas.

EL SUCESO: Es un instante específico del tiempo; puede ser el principio o el fin de una actividad.

Orientación y Nomenclatura del Grafo Pert



Un grafo orientado hacia los sucesos, es aquel en el que todas las identificaciones y descripciones corresponden a los sucesos que tienen lugar durante el transcurso del proyecto.

- Un Grafo Pert, se inicia en un único suceso inicial.
- Se ramifica en varios caminos que ligan diferentes sucesos.
- Termina en un único suceso final que señala el fin del proyecto.

4.1.1.2 El Cpm

(Método del camino crítico)

Es una técnica de planeamiento y control que tiene como fundamento el grafo o red. El CPM tiene como objetivo la ejecución óptima de las actividades del proyecto

- Busca la optimización de los costos con un adecuado empleo de los recursos y duración de las actividades
- Se basa en la experiencia, liberándolo de la incertidumbre del tiempo.
- **Ventaja y Beneficios del CPM**
 - Permite definir las funciones y responsabilidades entre el personal encargado de la ejecución de las actividades.
 - Permite mejorar la planificación y ejecución del proyecto,
 - Proporciona una visión general y actualizada del proyecto, permitiendo tomar decisiones sobre bases objetivas bien informadas.
 - Permite la planeación y la programación efectiva de los recursos disponibles.
 - Permite la simulación de caminos alternativos de acción en las operaciones de producción.
 - Permite reducir al mínimo las contingencias adversas a la realización del proyecto

Deficiencias y Limitaciones del CPM

- Por basarse en la experiencia solo considera las duraciones determinísticas en la estimación de las duraciones de las actividades.
- Lo señalado le impide hacer proyecciones probabilísticas en los proyectos de mediano y largo plazo.
- No es de aplicación en la mayoría de las actividades repetitivas de producción.

Bosquejo del Grafo CPM

Una manera sencilla para dar forma al grafo del proyecto, es tener en cuenta y analizar las siguientes preguntas para cada una de las actividades.

- ¿Que otras actividades deben efectuarse antes de que tenga lugar esta actividad por realizar?

- ¿Que otras actividades no podrán efectuarse hasta que ocurra este suceso?
- ¿Que actividades pueden efectuarse simultáneamente a la ejecución de ésta?
- **Pasos para la construcción de un Grafo CPM**



- El Grafo Cpm, sigue prácticamente los mismos lineamientos que el Pert.
- El Cpm considera a las actividades (flechas) orientadas.(no los sucesos)
Un grafo orientado hacia las actividades, es aquel en el que todas las identificaciones y descripciones corresponden a las actividades que tienen lugar durante el transcurso del proyecto.

4.1.2 Diferencias Entre Los Métodos Pert Y Cpm

La principal diferencia entre los métodos es la manera en que se realizan los estimativos de tiempo.

PERT

- Probabilístico.
- Considera que la variable de tiempo es una variable desconocida de la cual solo se tienen datos estimativos.
- El tiempo esperado de finalización de un proyecto es la suma de todos los tiempos esperados de las actividades sobre la ruta crítica.
- Suponiendo que las distribuciones de los tiempos de las actividades son independientes, (una suposición fuertemente cuestionable), la varianza del proyecto es la suma de las varianzas de las actividades en la ruta crítica.

- Considera tres estimativos de tiempos: el más probable, tiempo optimista, tiempo pesimista.

CPM

- Determinístico. Ya que considera que los tiempos de las actividades se conocen y se pueden variar cambiando el nivel de recursos utilizados.
- A medida que el proyecto avanza, estos estimados se utilizan para controlar y monitorear el progreso.
- Si ocurre algún retardo en el proyecto, se hacen esfuerzos por lograr que el proyecto quede de nuevo en programa cambiando la asignación de recursos.
- Considera que las actividades son continuas e interdependientes, siguen un orden cronológico y ofrece parámetros del momento oportuno del inicio de la actividad.
- Considera tiempos normales y acelerados de una determinada actividad, según la cantidad de recursos aplicados en la misma.

4.1.3 Procedimiento Para Trazar Un Modelo De Red

Para aplicar CPM o PERT se requiere conocer la lista de actividades que incluye un proyecto. Se considera que el proyecto está terminado cuando todas las actividades han sido completadas. Para cada actividad, puede existir un conjunto de actividades predecesoras que deben ser completadas antes de que comience la nueva actividad. Se construye una malla o red del proyecto para graficar las relaciones de precedencia entre las actividades. En dicha representación gráfica, cada actividad es representada como un arco y cada nodo ilustra la culminación de una o varias actividades.

Consideremos un proyecto que consta de solo dos actividades A y B. Supongamos que la actividad A es predecesora de la actividad B. La

representación grafica de este proyecto se muestra en la figura. Así, el nodo 2 representa la culminación de la actividad A y el comienzo de la actividad B.

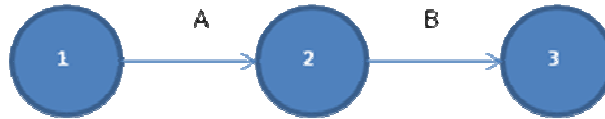


Fig.1.1

Si suponemos ahora que las actividades A y B deben ser terminadas antes que una actividad C pueda comenzar, la malla del proyecto queda como se muestra en la figura2. En este caso, el nodo representa que las actividades A y B se han terminado, además del inicio de la actividad C. Si la actividad A fuera predecesora de las actividades B y C, la red quedara como se muestra en la figura 3.

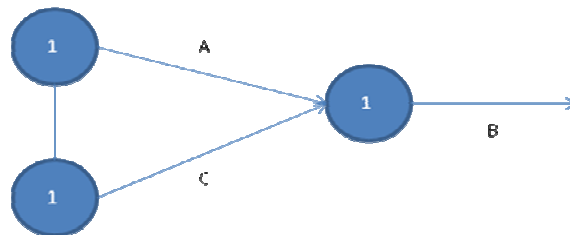


Fig. 2 Proyecto de tres actividades

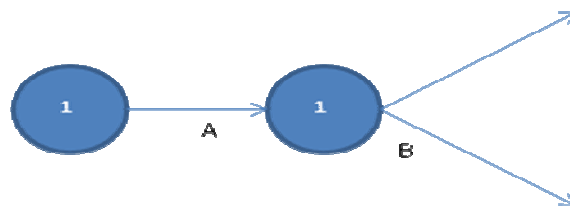


Fig. 3 Proyecto de tres actividades

Dado un conjunto de actividades y sus relaciones de predecesor, se puede construir una representación grafica de acuerdo a las siguientes reglas:

1. El nodo 1 representa el inicio del proyecto. Por lo tanto, las actividades que parten del nodo 1 no pueden tener predecesoras.
2. El nodo Terminal o final del proyecto debe representar el término de todas las actividades incluidas en la red.
3. Una actividad no puede ser representada por más de un arco en la red.
4. Dos nodos deben estar conectados por a lo más un arco.

Para no violar las reglas 3 y 4, a veces es necesario introducir una actividad **artificial o dummy** que posee tiempo de duración nulo. Por ejemplo, supongamos que las actividades A y B son predecesoras de la actividad C y además comienzan al mismo tiempo. En este caso, una primera representación podría ser la indicada en la figura 2.4. Sin embargo, la red de la figura 3 viola la regla 4. Para corregir este problema, se introduce una actividad artificial indicada con un arco segmentado en la figura

La red de la figura 4 refleja el hecho de que la actividad C tiene como predecesoras a A y B, pero sin violar la regla 4. En otros casos, se deben agregar actividades artificiales para no violar la regla 3.

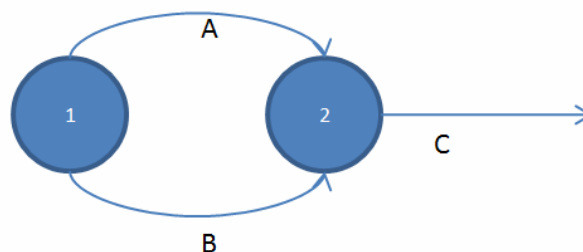


Fig. 4 A y B predecesoras de C

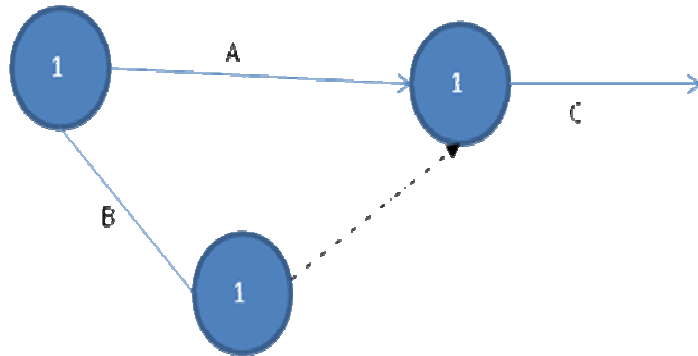


Fig. 5 Incorporación de una actividad artificial.

Ilustración 29 Lógica seguida para la construcción de una red

Red lógica	Significado
	<p>Actividad A tiene que estar terminada antes de empezar B, o B no puedo comenzar sin que antes termine A, o B sigue a A; C sigue a B; C comienza al terminar B.</p>
	<p>Actividad A precede a las actividades B y C. B y C no tienen el mismo evento de terminación. B y C son actividades concurrentes.</p>

	<p>Las actividades A y C tienen un evento común de comienzo. B comienza después de terminada A. B y C tienen el mismo evento de Terminación.</p>
	<p>C puede comenzar con el mismo evento de comienzo de A. B no puede comenzar hasta que A y C no estén terminados.</p>
	<p>B y C comienzan al terminar A; (A precede a B y C). B-C Terminan en un evento común.</p>
	<p>Actividades A y B tienen que terminar antes de comenzar C, A y B son actividades concurrentes (comienzan con eventos diferentes).</p>

4.1.3.1 Pasos en el proceso de planeamiento del Pert

El planeamiento del PERT implica los pasos siguientes:

- Identifique las actividades y duración específica
- Determine la secuencia apropiada de las actividades
- Construya un diagrama de red
- Determine el tiempo requerido para cada actividad
- Determine la trayectoria crítica
- Ponga al día la carta del PERT según como progresa el proyecto.

Identifique las actividades y los precedentes

Las actividades son las tareas requeridas para terminar el proyecto. Los precedentes son los acontecimientos que marcan el principio y el final de una o más actividades. Es provechoso enumerar las tareas en una tabla, y más adelante, se pueda ampliar para incluir la información sobre secuencia y duración.

Determine la secuencia de la actividad

Este paso se puede combinar con el paso de la identificación de la actividad puesto que la secuencia de la actividad es evidente para algunas tareas. Otras tareas pueden requerir más análisis para determinar el orden exacto en la cual deben ser realizadas

Construya el diagrama de red

Usando la información de la secuencia de la actividad, un diagrama de la red se puede dibujar demostrando la secuencia de actividades seriales y paralelas.

Tiempos de actividad de estimación

Para cada actividad, se requiere estimar las siguientes cantidades:

a = Tiempo Optimista. El que representa el tiempo mínimo posible sin importar el costo o cuantía de elementos materiales y humanos que se

requieran; es simplemente la posibilidad física de realizar la actividad en el menor tiempo

b = Tiempo Pesimista. Es un tiempo excepcionalmente grande que pudiera presentarse ocasionalmente como consecuencia de accidentes, falta de suministros, retardos involuntarios, causas no previstas, etc.

m = Tiempo Normal. El valor más probable de la duración de la actividad, basado en la experiencia personal del informador.

Si T_{ij} es la variable aleatoria asociada a la duración de la actividad ($i; j$), PERT asume que T_{ij} sigue una distribución Beta. Sin entrar en mayores detalles de esta distribución, se puede demostrar que el valor esperado y la varianza de la variable aleatoria T_{ij} quedan definidas por:

$$E[T_{ij}] = \frac{a + 4m + b}{6}$$

$$V[T_{ij}] = \frac{(b - a)^2}{36}$$

En PERT se asume además que la duración de las actividades es independiente. Por lo tanto, el valor esperado y la varianza de una ruta pueden ser estimadas según:

$$\sum_{(ij \in Ruta)} [T_{ij}] = \text{Duración esperada de la ruta}$$

$$\sum_{(ij \in Ruta)} [V_{ij}] = \text{Variación de la duración de la ruta}$$

4.1.3.2 Pasos en el planeamiento del proyecto del Cpm

- Especifique las actividades individuales.
- Determine la secuencia de esas actividades.
- Dibuje un diagrama de la red.
- Estime la época de la terminación para cada actividad.
- Identifique la trayectoria crítica (la trayectoria más larga a través de la red)

- Ponga al día el diagrama del CPM como progresa el proyecto.
- Especifique las actividades individuales

Especifique las actividades individuales.

Este listado se puede utilizar como la base para agregar la información de la secuencia y de la duración en pasos más últimos.

Determine la secuencia de las actividades

Algunas actividades son dependientes en la terminación de otras. Un listado de los precursores inmediatos de cada actividad es útil para construir el diagrama de la red del CPM.

Dibuje el diagrama de la red

Una vez que se hayan definido las actividades y el su ordenar, el diagrama del CPM puede ser dibujado. El CPM fue desarrollado originalmente como actividad en red del nodo (AON), pero algunos planificadores del proyecto prefieren especificar las actividades en los arcos.

Estime la época de la terminación para cada actividad.

El tiempo requerido para terminar cada actividad se puede estimar usando alguna experiencia previa o las estimaciones de personas bien informadas. El CPM es un modelo determinista que no considera la variación en el tiempo de la terminación, tan solamente un número se utiliza para la estimación del tiempo de una actividad.

4.1.3.3 Determinación de la Ruta crítica

La trayectoria crítica es determinada agregando los tiempos para cada una de las actividades en cada secuencia y determinando la trayectoria más larga del proyecto.

La trayectoria crítica determina el tiempo total del calendario requerido para el proyecto. Si las actividades fuera de la trayectoria crítica aceleran o retrasaron el tiempo (dentro de los límites), entonces el tiempo total de proyecto no varía, la cantidad del tiempo de una actividad no crítica de la trayectoria, que no altera la duración del proyecto, se denomina como tiempo flojo.

Si la trayectoria crítica del proyecto no resulta obvia, entonces puede ser provechoso determinar las cuatro cantidades siguientes para cada actividad:

- **ES**, Principio temprano.
- **EF**, principio tardío.
- **LS**, terminación temprana.
- **LF**, terminación tardía.

Se calculan estos tiempos usando la época prevista para las actividades relevantes. Los tiempos más tempranos del comienzo y del final de cada actividad son determinados trabajando adelante a través de la red y determinando el tiempo más temprano en el cual una actividad puede comenzar y acabar a considerar sus actividades del precursor. Los tiempos más últimos del comienzo y del final son los tiempos más últimos que una actividad puede comenzar y acabar sin variar el proyecto. El LS y el LF son encontrados trabajando al revés a través de la red. La diferencia en el final más último y más temprano de cada actividad, es la holgura de esa actividad. La trayectoria crítica, entonces, es la trayectoria a través de la red en la cual ninguna de las actividades tiene holgura, es decir, la trayectoria para la cual $ES=LS$ y $EF=LF$, para todas las actividades en la trayectoria.

La variación en el tiempo de la terminación del proyecto puede ser calculada sumando las variaciones en los tiempos de la terminación de las actividades en la trayectoria crítica. Con esta variación, se puede calcular la probabilidad que el proyecto será terminado por cierta fecha si se asume una distribución normal de la probabilidad para la trayectoria crítica.

Sea CP la variable aleatoria asociada a la duración total de las actividades de la ruta crítica determinadas mediante CPM. PERT asume que la ruta crítica encontrada a través de CPM contiene suficientes actividades para emplear el Teorema Central del Límite y concluir que CP se distribuye normalmente.

$$CP = \sum_{(ij \in \text{Ruta})} Tij$$

Puesto que la trayectoria crítica determina la fecha de la terminación del proyecto, el proyecto puede ser acelerado agregando los recursos requeridos para disminuir la época para las actividades en la trayectoria crítica.

4.1.4 Fundamentos De Programacion Pert-Cpm

TERMINOLOGIA PERT-CPM

Pert –Cpm es una técnica que combina al Pert y el Cpm, por tener ambas los mismos fundamentos

Definición de actividades y relación de precedencia

La primera parte del proceso PERT-CPM consiste en identificar todas las tareas o actividades asociadas con el proyecto y sus interrelaciones. Observemos un ejemplo, un proyecto de un ajuste de una obra civil.

Tabla 3. Relación de procedencia

IDENTIFICACION	DESCRIPCION	PRECEDENCIA
	ACERO DE REFUERZO	
	Armado	
A	corte y figurado	-----
B	Acomodo del acero sobre los parales	A

IDENTIFICACION	DESCRIPCION	PRECEDENCIA
C	Amarre	B
	Colocación	
D	transporte interno del chamizo	C
E	Amarre del chamizo a la parrilla	D,J
F	Apuntalado	E
G	Aplomado	F
	Replanteo	
H	Ubicación de ejes principales	----
I	Cimbrado	H
J	Alineamiento con escuadra	I

Para el ejemplo se requieren diez actividades; es evidente que el número de actividades variará según el tipo de proyecto.

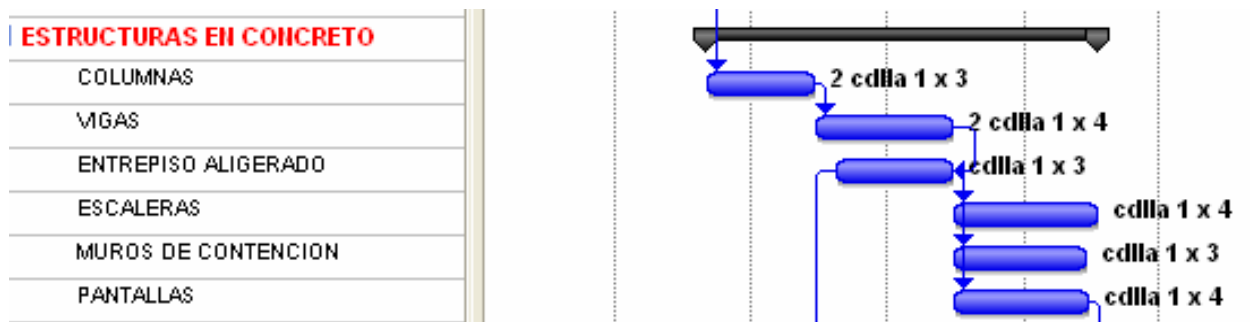
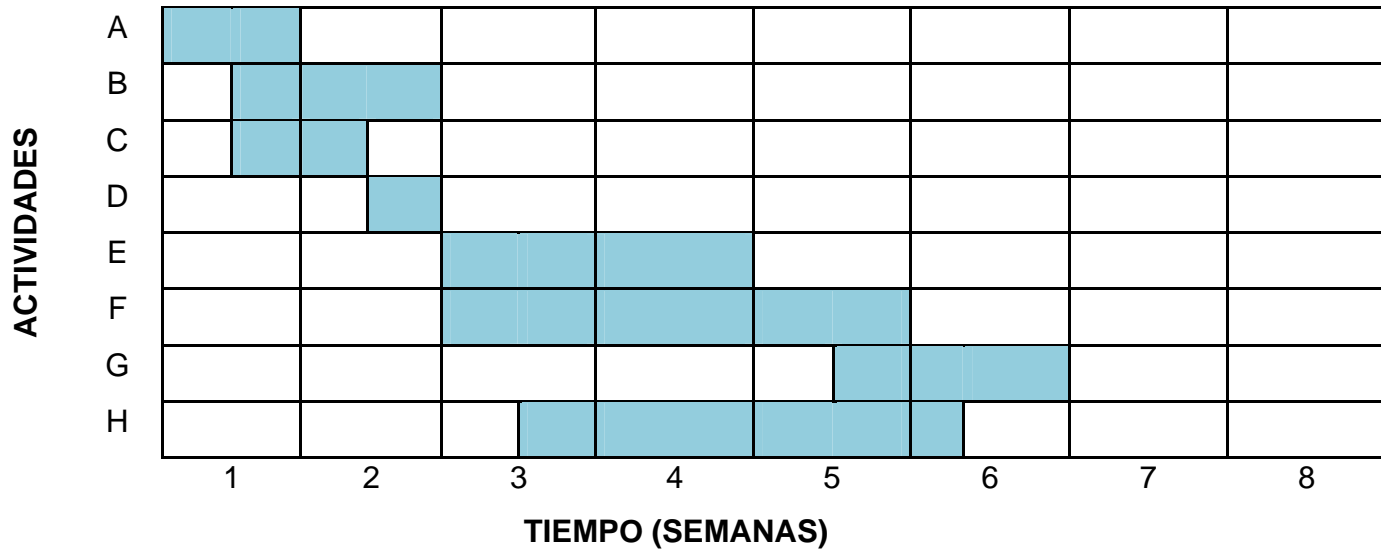
En cualquier caso, el punto clave es tener, en esta etapa de planeación, una lista precisa y de actividades (y las relaciones correctas de precedencia entre ellas).

Además cabe destacar que en el ejemplo anterior se tiene una columna de “Predecesores inmediatos”. Para cada una de las actividades, deben terminarse todas las precedentes inmediatas antes que poder comenzar esa actividad. En el ejemplo, las actividades **E** no puede comenzar sino hasta que las actividades **D** y **J** se hayan terminado.

Estructura de red.

Una vez que se ha elaborado una lista completa y precisa de actividades y de sus predecesoras, es posible ilustrar en forma grafica sus relaciones. Antes del desarrollo de PERT se utilizaban diagramas de barras que fueron diseñados por H.L. Gantt, y a los que con frecuencia se denominaba grafica o carta Gantt.

Ejemplo



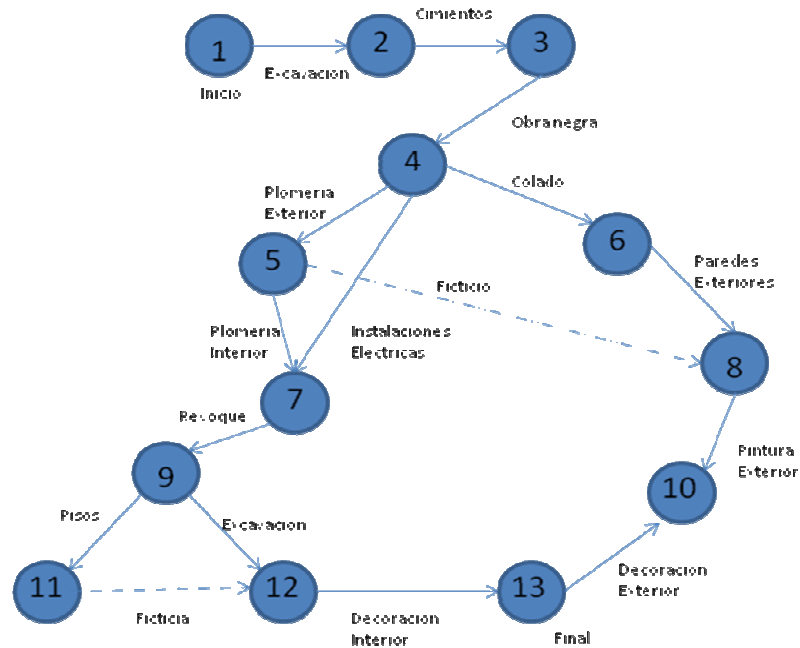
Ejemplo de diagrama de Gantt

Características

- Conceptualmente correcta
- Poco clara la relación de precedencia (ejemplo ¿las actividades **E** y **F** dependen de **B** o **D**? ¿la actividad **D** depende de que se termine **A** y **C**, sólo **A**, solo **C** o ninguna de ellas?)

Diagrama de red

Ejemplo



Características

La red consta de diversos **círculos** (1 al 13) e interconectados por **flechas** (A, B, C, D, etc...). En terminología de redes, los círculos se denominan **nodos**, y las flechas que los conectan se denominan **ramas** o **arcos**. En una red particular como la PERT-CPM, las flechas o ramas representan **actividades** y los círculos o nodos se denominan **eventos**. Las actividades implican tiempo y por lo general consumen recursos como mano de obra, material o dinero. Los eventos no consumen ni tiempo ni recursos sino que, mas bien, sirven como “puntos de referencia del proyecto y representan los puntos lógicos de conexión para asociar las diversas actividades.

Si realizamos una comparación de la carta Gantt y la red, vemos claramente que en esta última las precedencias están representadas apropiadamente.

Elaboración de la red

(Observando la tabla en que se listan las actividades y sus relaciones de precedencia, y el diagrama de flechas podemos inferir que su elaboración es bastante simple.)

No existe procedimiento secreto para elaborar con éxito una red adecuada; sin embargo, existen diversas reglas que deben tomarse en cuenta, al igual que algunas “sugerencias” que pueden facilitar la tarea de elaborarla.

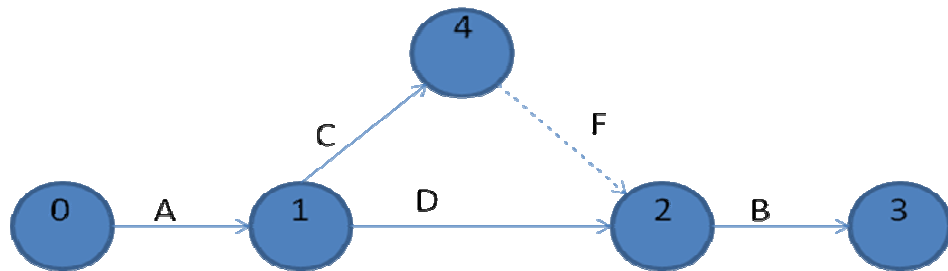
- Antes de que pueda comenzar una actividad, todas las actividades precedentes deben haber terminado.
- Las flechas indican sólo precedencia lógica; ni su longitud ni su dirección tienen significado.
- Cada flecha (actividad) debe comenzar y terminar en un nodo de evento.
- Ningún par de nodos de la red puede estar directamente conectado por más de una flecha.
- Cuando se enumeran los nodos es aconsejable, y en particular en una red grande, utilizar múltiplos de 10 para que sea fácil incorporar cualquier cambio o adiciones futuros.
- Todas las flechas de la red deben estar dirigidas, más o menos, de izquierda a derecha.
- La clasificación de las actividades no debe ser más detallado que lo que se requiere para representar un plan de acción lógico y claramente definido.

Uno de los errores comunes que se cometen en la lógica de las redes es colocar las actividades en la red con base en algún sentido del tiempo.

Actividades ficticias

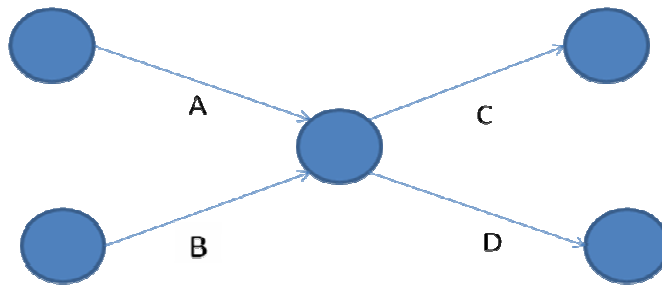
Si observamos el diagrama anterior tenemos dos **actividades ficticias**, las cuales se representan por flechas punteadas, estas consumen cero tiempo y cero recursos. Se utilizan las actividades ficticias para mostrar relaciones correctas

entre actividades y/o para evitar tener que conectar en forma directa dos nodos a través de más de una flecha.



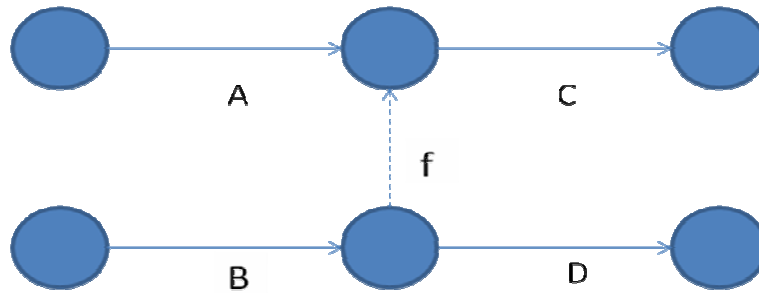
- Es necesario incluir en la elaboración de la red, las actividades ficticias, que no consumen trabajo, tiempo o recursos, sino que sirven para dar consistencia a las interrelaciones de las actividades en circunstancias especiales.

Ejemplos de Actividades ficticias y ejemplos de elaboración de Grafos



- Sea una tarea C que sucede a otras dos denominadas A y B.
- Además la tarea D debe suceder a la tarea B.

El Grafo tal como representado es inconsistente



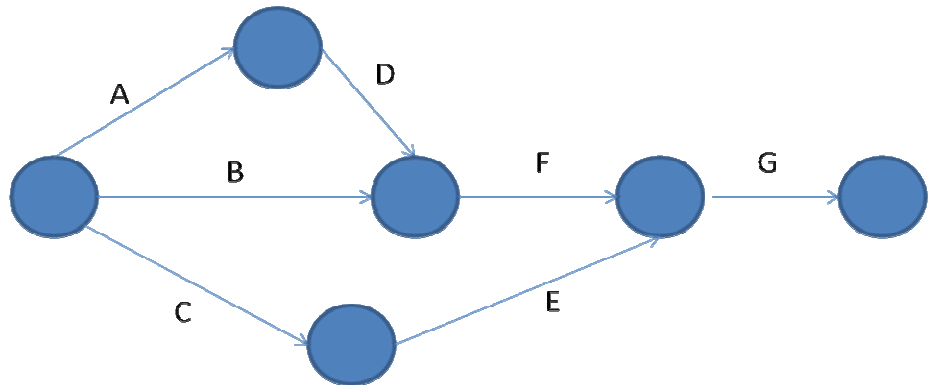
- La representación correcta es la presentada en el presente Grafo.
- Se ha agregado una actividad ficticia para asegurar que C suceda a A y B; en tanto que D sucede a B.

Ejemplo 1: Las actividades de un proyecto están correlacionadas según las relaciones de precedencia que se indica. Se requiere graficar la red de flechas.

Matriz de precedencia

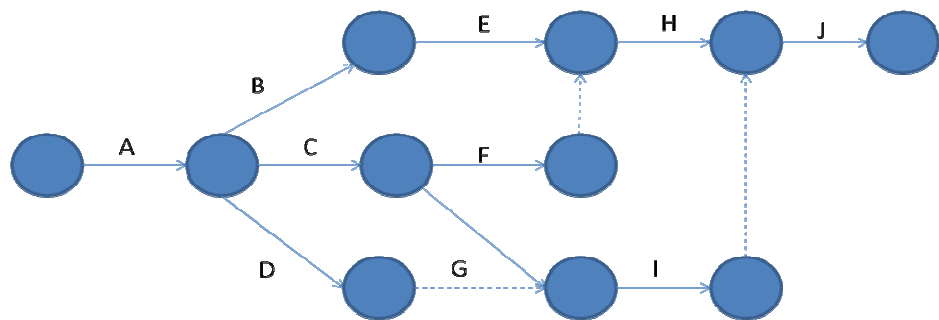
ACTIVIDAD	PRECEDENCIA
A	-
B	-
C	-
D	A
E	C
F	B, D
G	E, F

Grafo. Eje 1.



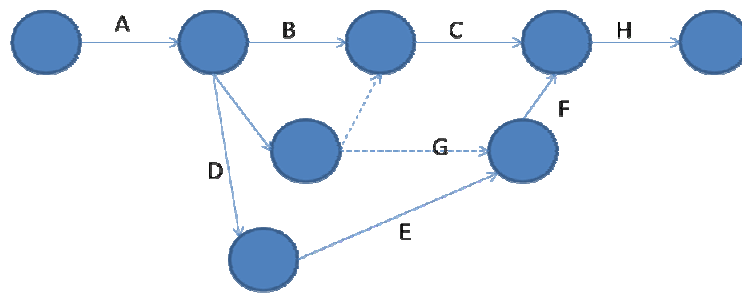
Ejemplo 2:

Símbolo	Lista de Actividades	Precedencia
A	Diseño Estructural del proyecto	-
B	Selección del lugar	A
C	Selección de proveedores	A
D	Selección de mano de obra	A
E	Preparación del lugar	B
F	Fabricación del generador	C
G	Preparación de un manual de operaciones	C
H	Instalar el generador	E,F
I	Entrenar a los operadores	D,G
J	Obtención de la licencia	H,I



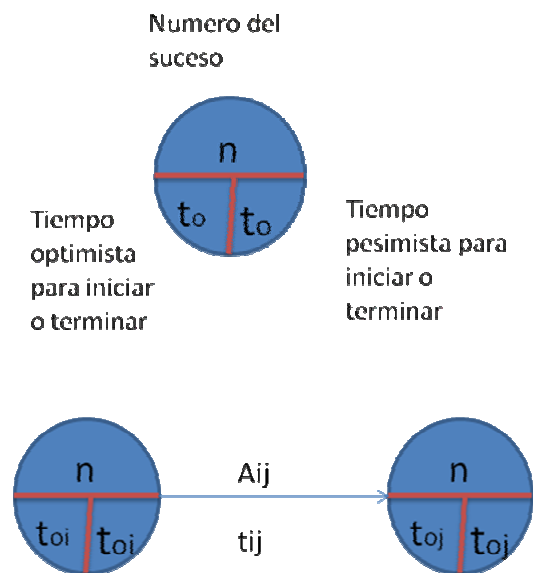
Ejemplo 3

Actividad	Precedencia
A	-
B	A
C	B,G
D	A
E	D
F	E,G
G	A
H	CF



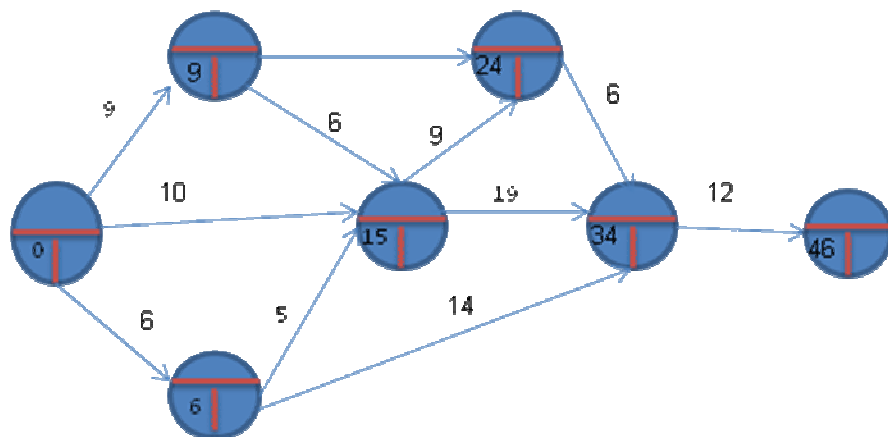
4.1.5 Analisis De Una Red Pert-Cpm

Representación de tiempos para comenzar y terminar una actividad



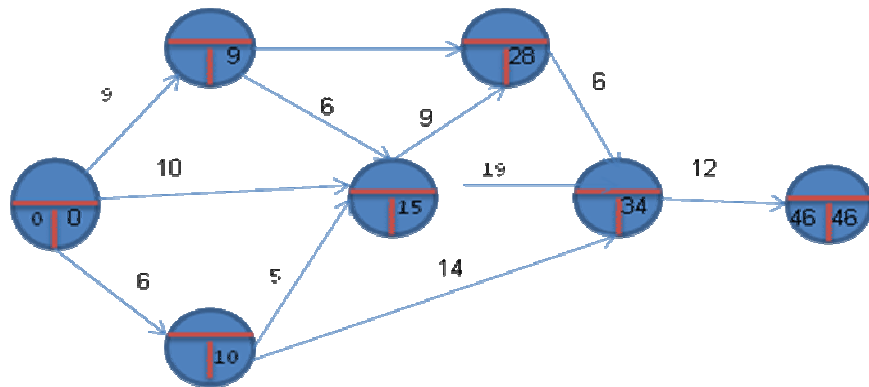
Cada actividad se representa con un suceso inicial y otro final, con sus respectivos tiempos optimistas y pesimistas para comenzar y terminar

Calculo de tiempos optimistas



- La primera actividad se inicia con cero.
- Si en un suceso termina solo una actividad, aplicar la fórmula $toj = toi + tij$.
- Si en un suceso terminan varias actividades, aplicar la fórmula $toj = \text{máx} (toi + tij)$

Calculo de los tiempos pesimistas



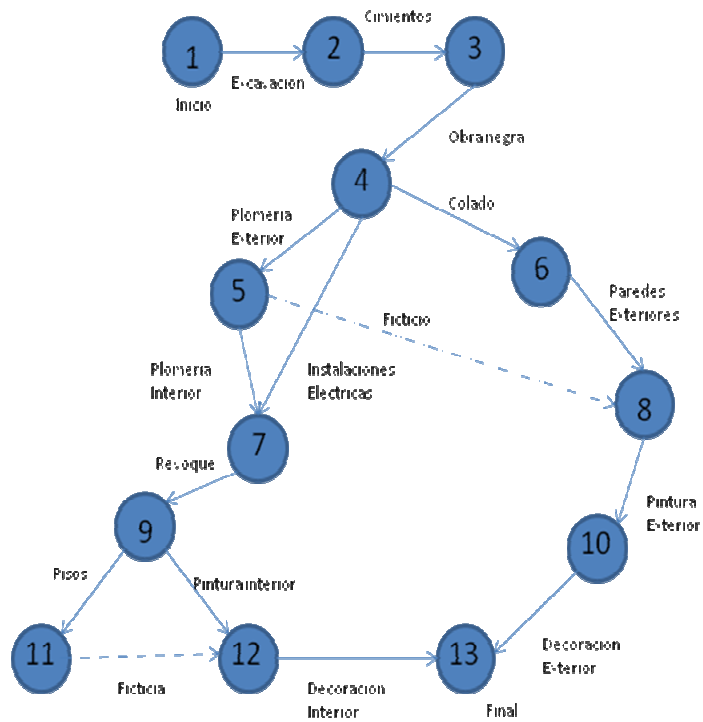
- La primera actividad se inicia del último suceso con la fórmula $tpj = toj$
- Si en un suceso termina solo una actividad, aplicar la fórmula $tpj = tpj - tij$.
- Si en un suceso terminan varias actividades, aplicar la fórmula $tpj = \text{min} (tpj - tij)$.

El análisis de la red Pert-Cpm permite visualizar que actividades no pueden sufrir atraso, así mismo qué actividades se pueden demorar para reasignar recursos de ser necesario.

Ejemplo Pert-Cpm. Construcción de una casa

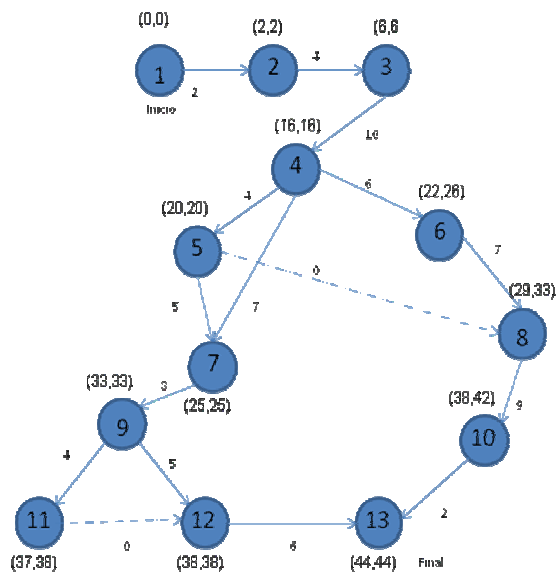
Tabla 4. Matriz de precedencia ejemplo pert-cpm

	Actividad	Predecesora
A	Excavación	-
B	Cimientos	A
C	Obra negra	B
D	plomería exterior	C
E	Instalaciones eléctricas	C
F	Colado	C
G	Plomería interior	D
H	Paredes Exteriores	F
I	Revoque	D,E
J	Pintura Exterior	H,D
K	Pisos	I
L	Pintura interior	I,K
M	Decoración exterior	J
M	Decoración interior	L



Cálculos básicos de la programación

Se estiman los tiempos de cada actividad



Tiempo más próximo de un evento. Es el tiempo (estimado) en el que ocurrirá el evento, si las actividades que lo preceden comienzan lo más pronto posible.

Se calcula hacia adelante y la iniciación se etiqueta con cero.

Tabla 5. Tabla del tiempo más próximo

	Evento anterior	Tiempo mas próximo + Tiempo actividad	Máximo = tiempo mas próximo
1	-	-	0
2	1	0 + 2	2
3	2	2 + 4	6
4	3	6 + 10	16
5	4	16 + 4	20
6	4	16 + 6	22
7	4	16 + 7	25
	5	20 + 5	
8	5	20 + 0	29
	6	22 + 7	
9	7	25 + 8	33
10	8	29 + 9	38
11	9	33 + 4	37
12	9	33 + 5	38
	11	37 + 0	
13	10	38 + 2	44
	12	38 + 6	

El proyecto tomará para el mejor de los casos 44 días para su ejecución

Tiempo mas lejano de un evento: Es el último momento (estimado) en el que podría ocurrir un evento, sin retrasar la duración total del proyecto.

La revisión de la red se realiza hacia atrás.

Tabla 6. Tabla del tiempo más lejano

Evento	Evento inmediato anterior	Tiempo mas lejano + Tiempo actividad	Máximo = tiempo mas lejano
13	-	-	44
12	13	44 + 6	38
11	12	38 + 0	38
10	13	44 + 2	42
9	12	38 + 5	33
	11	38 + 4	
8	10	42 + 9	33
7	9	33 + 8	25
6	8	33 + 7	26
5	8	33 + 0	20
	7	25 + 5	
4	7	25 + 7	16
	6	26 + 6	
	5	20 + 4	
3	4	16 + 10	6
2	3	6 + 4	2
1	2	2 + 2	0

El último valor siempre debe ser cero.

Holguras

Sea la actividad (i, j) aquella que va del evento i al evento j, en la red del proyecto.

Entonces;

- Holgura para un evento: Se define como la diferencia entre el tiempo más lejano y su tiempo más próximo.

- Holgura para una actividad: $L_j - (E_i + t_{ij})$
- L_j : tiempo más lejano del evento j
- E_i : tiempo más próximo del evento i
- t_{ij} : duración de la actividad (i,j)

Tabla 7. Calculo holguras

Evento	Holgura	Actividad	Holgura: $L_j - (E_i + t_{ij})$
1	$0 - 0 = 0$	1,2	$2 - (0 + 2) = 0$
2	$2 - 2 = 0$	2,3	$6 - (2 + 4) = 0$
3	$6 - 6 = 0$	3,4	$16 - (6 + 10) = 0$
4	$16 - 16 = 0$	4,5	$20 - (16 + 4) = 0$
5	$20 - 20 = 0$	4,6	$26 - (16 + 6) = 4$
6	$26 - 22 = 4$	4,7	$25 - (16 + 7) = 2$
7	$25 - 25 = 0$	5,7	$25 - (20 + 5) = 0$
8	$33 - 29 = 4$	6,8	$33 - (22 + 7) = 4$
9	$33 - 33 = 0$	7,9	$33 - (25 + 8) = 0$
10	$42 - 38 = 4$	8,10	$42 - (29 + 9) = 4$
11	$38 - 37 = 1$	9,11	$38 - (33 + 4) = 1$
12	$38 - 38 = 0$	9,12	$38 - (33 + 5) = 0$
13	$44 - 44 = 0$	10,13	$44 - (38 + 2) = 4$
		10,13	$44 - (38 + 6) = 0$

La holgura para una actividad indica cuánto retraso puede tolerarse para llegar a esa actividad sin retrasar la terminación del proyecto.

La diferencia entre tiempos tardíos-tempranos de una actividad será la holgura o tiempo flotante de la actividad (LS-ES o LF-EF), que indica el margen suplementario de tiempo que se tiene para finalizar esa actividad sin retrasar la duración total del proceso. La holgura permite discriminar las actividades en

críticas, aquellas para las cuales este valor es cero y no críticas las actividades con holgura diferente de cero. Cuanto mayor sea el número de actividades en una red y menor su holgura será más probable que tienda a convertirse en una ruta crítica. En los diagramas de flechas, las holguras se colocan en la parte superior de la actividad y en los diagramas de nodos las holguras se escriben dentro del nodo en la parte superior

Una ruta crítica en un proyecto es una ruta a través de la red tal que todas sus actividades tienen holgura cero. Un proyecto siempre tiene por lo menos una ruta crítica

En este ejemplo podemos observar que la ruta crítica es los eventos **1 2 3 4 5 7 9 12 13**.

Para lograr una adecuada comprensión del tema se toma precaución de desarrollar un glosario que sirva como guía para comprender la terminología empleada.

PERT. La traducción de las siglas en inglés significan: técnica de revisión y evaluación de programas, es una técnica de redes desarrollado en la década de los 50, utilizada para programar y controlar programas a realizar. Cuando hay un grado extremo de incertidumbre y cuando el control sobre el tiempo es más importante sobre el control del costo, PERT es mejor opción que CPM.

CPM. La traducción de las siglas en inglés significan: método del camino crítico, es uno de los sistemas que siguen los principios de redes, que fue desarrollado en 1957 y es utilizado para planear y controlar proyectos, añadiendo el concepto de costo al formato PERT. Cuando los tiempos y costos se pueden estimar relativamente bien, el CPM puede ser superior a PERT.

Actividad. Es un trabajo que se debe llevar a cabo como parte de un proyecto, es simbolizado mediante una rama de la red de PERT.

Lista de actividades. Es una lista cuidadosa y ordenada donde se recopilan todas las diferentes actividades que intervienen en la realización de un proyecto.

Evento. Se dice que se realiza un evento, cuando todas las actividades que llegan a un mismo nodo han sido terminadas. Son los círculos numerados que forman parte del diagrama de red y representan el principio y el fin de las actividades que intervienen en el proyecto.

Rama. Son las flechas que forman Parte del diagrama de red y significan las actividades en el proyecto.

Ruta crítica o camino crítico. Camino es una secuencia de actividades conectadas, que conduce del principio del proyecto al final del mismo, por lo que aquel camino que requiera el mayor trabajo, es decir, el camino más largo dentro de la red, viene siendo la ruta crítica o el camino crítico de la red del proyecto.

Predecesor Inmediato. Es una actividad que debe Preceder (estar antes) inmediatamente a una actividad dada en un proyecto, también nombradas prioridades inmediatas.

Diagrama de red. Es una red de círculos numerados y conectados con flechas, donde se muestran todas las actividades que intervienen en un determinado proyecto y la relación de prioridad entre las actividades en la red.

Actividad ficticia. Actividades imaginarias que existen dentro del diagrama de red, sólo con el Propósito de establecer las relaciones de precedencia y no se les asigna tiempo alguno, es decir, que la actividad ficticia Permite dibujar redes con

las relaciones de Precedencia apropiadas, se representa por medio de una línea punteada.

Holgura. Es el tiempo libre en la red, es decir, la cantidad de tiempo que puede demorar una actividad sin afectar la fecha de terminación del, proyecto total.

Distribución beta. Distribución utilizada para la estimación del tiempo de actividad esperado en el PERT, esta estimación se basa en el supuesto de que el tiempo de la actividad es una variable aleatoria cuya Probabilidad tiene una distribución beta unimodal.

Tiempo optimista. Es el tiempo mínimo o más corto posible en el cual es probable que sea terminada una actividad si todo marcha a la Perfección, utilizado en el PERT y simbolizado con a.

Tiempo más probable. Es el tiempo que esta actividad sea más probable que tome sí se repitiera una y otra vez, en otras palabras, es el tiempo normal que se necesita en circunstancias ordinarias, utilizado en el PERT y simbolizado con m.

Tiempo pesimista. Es el tiempo máximo o más largo posible en el cual es probable sea terminada una actividad bajo las condiciones más desfavorables, utilizado en el PERT y simbolizado con b.

Tiempo esperado para una actividad. Es el tiempo calculado en el PERT usando el promedio ponderado $(a+4m+b)/6$.

Tiempo normal. Es el tiempo en el CPM requerido para terminar una actividad si esta se realiza en forma normal. Es el tiempo máximo para terminar una actividad con el uso mínimo de recurso, el tiempo normal se aproxima al tiempo estimado probable en PERT.

Tiempo acelerado. Tiempo en el CPM que sería requerido si no se evita costo alguno con tal de reducir el tiempo del proyecto. Tiempo mínimo posible para terminar una actividad con la concentración máxima de recursos.

5 CONCLUSIONES

- En el desarrollo y reconocimiento de los procesos constructivos mencionados en el trabajo de grado, que se llevaban a cabo en el tiempo de la práctica, aunque no están en su totalidad los que abarca una obra civil, es completamente útil para mi desempeño laboral, incursionando en mi vida profesional, ya que se complementan todos aquellos conocimientos estudiados y analizados durante mi desempeño como estudiante.
- Es preciso reconocer, en nuestro diario vivir, que como profesionales desempeñando el cargo de ingeniero residente de obra, no implica hacerse cargo de todas las labores que llevan a cabo en una construcción; es necesario, ya que estamos capacitados, a saber delegar funciones que puedan desempeñar otros a cargo como por ejemplo, el auxiliar de residente, maestro de obra, almacenista, que le sirvan de apoyo y así obtener excelentes resultados, en cuanto a la calidad en los procesos ejecutados.
- El cargo que desempeñé de auxiliar de residente, me permitió experimentar y conocer como debía ser el manejo de personal masculino.
- En toda obra civil se puede presentar algún tipo de retrasos, así sean poco significativos de alguna forma y por condiciones ajenas a la voluntad del ingeniero residente, en donde uno de los factores sea, el absentismo o escasez de mano de obra, retraso en suministro de materiales, fallas mecánicas, entre otros; otro de ellos puede ser en el momento en el que los dueños de las viviendas deseen realizar algún tipo de reformas y el aviso llegue tarde y haya sobrepasado el tiempo de límite de las mismas.
- El acta que se realiza, está compuesta por los cortes en las actividades de las que son responsables cada uno de los contratistas, cada dos semanas; midiendo el trabajo desempeñado y adelantado en ese tiempo. Para esto es

importante supervisar y colaborar, adjuntando cada dato para que luego no hayan inconsistencias.


- En un proyecto de construcción, lo primero que se realiza es la programación que se va a llevar a cabo en el mismo, con sus tiempos en cuanto a procesos y actividades se refiere, para llevar un adecuado seguimiento y no hayan inconvenientes por falta de organización. Este proyecto se programó por medio del diagrama de barras, que a medida que avanzaba la obra, se iba reprogramando de tal forma que no representara una gran diferencia entre lo inicialmente establecido. En este manual guía, se especifican algunos posibles métodos que se pueden utilizar para mejorar este tipo de programación de obra, en donde se obtienen resultados un poco más exactos.

BIBLIOGRAFIA

- Análisis de Redes pert-cpm, www.investigación-operaciones.com
- Método del camino Crítico. www.gestiopolis.com
- Programación de Obra, y flujo de inversión, Proyecto Conjunto Residencial Florida del Country
- Elaboración de Texto guía para la asignatura de construcción I, Planificación, programación y costos de procesos y operaciones en la construcción.
- Técnica Pert-Cpm, www.monografías.com

ANEXOS

ANEXO B. PROGRAMACIÓN INICIAL DEL MES DE MARZO DE 2010

	PROGRAMACION DE OBRA Versión 1

OBRA GRIS Y ACABADOS TORRE B-FLORIDA DEL COUNTRY

ACTIVIDAD	Mar-10	Abr-10	May-10	Jun-10	Jul-10
MAMPOSTERIA DE 8 AL 11 PISO	█				
DUCTERIAS SANITARIAS - HIDRAULICAS Y ELECTRICAS	█				
FRISOS INTERNOS	█	█			
CUBIERTAS PENT-HOUSE	█	█			
FRISOS FACHADA	█				
ENCHAPE DE FACHADA	█	█	█		
ESTUCO Y PINTURA PRIMERA MANO	█				
ENCHAPE MUROS, BAÑOS Y COCINAS	█	█	█		
MORTEROS Y PISOS EN GENERAL	█	█			

CARPINTERIAS METALICA-ZAVALA Y VENTANAL					
CARPINTERIAS MADERA-VLADIMIR Y FABIO					
PINTURA SEGUNDA MANO					
INSTALACION ASCENSOR					
EQUIPOS HIDRONEUMATICOS					
CIELO RASO EN BAÑOS					
APARATOS ELECTRICOS Y SANITARIOS					
GRANIPLAST					
RESANES Y TERCERA MANO DE PINTURA					
MURO EXTERIOR					
INICIO CANCHA MULTIPLE					