

**E M P R O D E**

(Emprendimientos profesionales para el desarrollo)

INVESTIGACIÓN OPERATIVA

**APUNTES SOBRE PLANIFICACIÓN**

Marzo 2018

# APUNTES SOBRE PLANIFICACIÓN

(INVESTIGACIÓN OPERATIVA)

## IMPORTANCIA DE LA PLANIFICACIÓN

En la actualidad, se ha visto la importancia, de la planificación, en todas las actividades y campos, de manera especial, para lograr, un desarrollo integral, de países subdesarrollados, en los cuales, es necesaria, la utilización racional, de los recursos disponibles, optimizando su empleo, para alcanzar objetivos programados, en períodos de tiempo, determinados.

La planificación, se puede conceptuar, como un modo o proceso, para utilizar correctamente, los medios y recursos existentes y alcanzar metas u objetivos establecidos, mediante acciones o actividades, que se realizarán, en un plazo previsto

La planificación es aplicable, a cualquier actividad, mediante la cual, una institución, asociación de personas o solo una persona, desean lograr, determinados objetivos.

Ha sido, bastante tratada, la planificación referente, a temas económicos, a todo nivel: nacional, regional, provincial, local y personal. Se ha tratado poco, la planificación de orden social, o referente al medio ambiente.

Actualmente, se trata la planificación del desarrollo nacional, uniendo el análisis y la programación.

La planificación, debe elaborarse, en todos los niveles, de la administración pública y de la administración privada. Deben planificar: el presidente de la república, los ministros en sus áreas específicas, con sus direcciones, departamentos, divisiones y secciones. Organismos autónomos, entidades seccionales y municipales. Asociaciones, cajas de ahorro, empresas, cooperativas, sindicatos, comités de barrio, etc.

Es una necesidad, en todas las actividades, desarrolladas, por las organizaciones, conformadas o creadas, para alcanzar, objetivos y metas, debidamente programados.

La planificación, es aplicable, a todos los campos, de la actividad humana. La persona, que debe tomar decisiones, puede hacerlo, de diferentes formas, considerando, diversos medios y procedimientos, para alcanzar, metas diversas.

## PLANIFICACIÓN

En la mayoría, de las actividades económicas, los medios y recursos son limitados y los objetivos propuestos, son numerosos, esto implica, que el proceso de toma de decisiones, debe ser acertado. Planificar, es hacer, que, el proceso de toma de decisiones, sea más acertado y conveniente.

La planificación, crea formas o modos, para optimizar, las relaciones entre medios y objetivos, generando normas y guías, para tomar, decisiones relacionadas, compatibles e integradas, que propicien, un desarrollo, organizado, sistemático y de ejecución coordinada.

La eficacia de la planificación, puede ser: buena, o medio buena.

Una planificación, con buena eficacia, o poder de obrar, debe tomar en cuenta, los siguientes aspectos:

Si se considera, como un proyecto político, el plan debe tener, un contenido nacional, que concuerde con, el tipo deseable, de la sociedad.

Debe considerar, objetivos posibles de lograr, contando no solo, con los recursos existentes, sino también, tomando en cuenta, el ambiente o medio, con sus condiciones físicas, sociales, económicas, políticas, etc., en que se va a elaborar o desarrollar el plan.

Al escogerse los medios, se debe considerar, la seguridad de lograr, los objetivos, con eficacia y costos económicos y humanos menores.

Debe generar, un desarrollo de acción, escalonado y seguido, teniendo las diferentes etapas y formas del proceso, acordes, con la estrategia y el tipo de desarrollo.

Debe permitir, que el pueblo, pueda expresar e indicar: la aceptación, rechazo o rectificaciones, de los programas elaborados, estableciendo,

una comunicación bidireccional, o a su vez, establecer, una participación efectiva del pueblo

Generalmente, se habla de: proyectos, metas, programas, planes y planificación, sin establecer diferencias.

Se admiten, las siguientes distinciones:

Planificación, como proceso de generación de: planes, programas, metas y proyectos.

Planificación, como proceso continuo, que tiende a generar planes, programas, metas y proyectos.

Planificación, es un procedimiento, sin interrupción, expresado, en diferentes planes.

Plan, es la planificación, considerando un espacio de tiempo.

Los términos, proyecto, meta, programa y plan son parte de la planificación, con diferente amplitud y alcance.

**Proyecto**, es el menor componente, de la planificación, con vida propia y forma parte de un programa. Ejemplos:

Proyecto de una carretera, es parte del programa de vialidad.

Proyecto de un parador turístico, es parte del programa de turismo, etc.

Pueden cumplirse, sin relacionarse con otros proyectos, son muy concretos y específicos.

**Programa**, es un conjunto de proyectos, que tienen relación y coordinación entre sí, son parte de las actividades, que tienden a alcanzar, las metas y objetivos de un plan, en un período determinado, de tiempo.

**Plan**, engloba todas las actividades, del proceso de desarrollo, en un período de tiempo, pudiendo ser: de plazo corto (uno o dos años), plazo mediano (tres a ocho años) y plazo largo (diez a quince años).

Es un grupo ordenado de: objetivos generales y específicos, metas, políticas, instrumentos, programas, proyectos, medios y recursos, para

alcanzar el desarrollo, de una área determinada (país, región, provincia, ciudad, pueblo, barrio, etc.), o de un sector (minero, deportivo, agrícola, industrial, pedagógico, sanitario, universitario, etc.).

Se podría enunciar también:

Plan de trabajo, para elaborar un proyecto.

Plan de trabajo de: una Dirección, una División, una Sección, etc., de la administración pública.

En referencia, a la planificación nacional, las expresiones: plan, programa y proyecto, tienen diferente alcance, en niveles de concreción y especificidad.

**PROGRAMACIÓN.** El objeto de la programación, es tener una visión completa, del desarrollo económico del país, zona, o lugar, para conseguir, un sistema de metas de producción, de acuerdo, con la estabilidad del sistema. La visión indicada, da un marco de referencia detallado, de los estudios sectoriales y proyectos específicos, derivando, medidas fiscales, monetarias, de comercio exterior, sueldos y salarios y otras, que propicien la consecución, de los objetivos deseados.

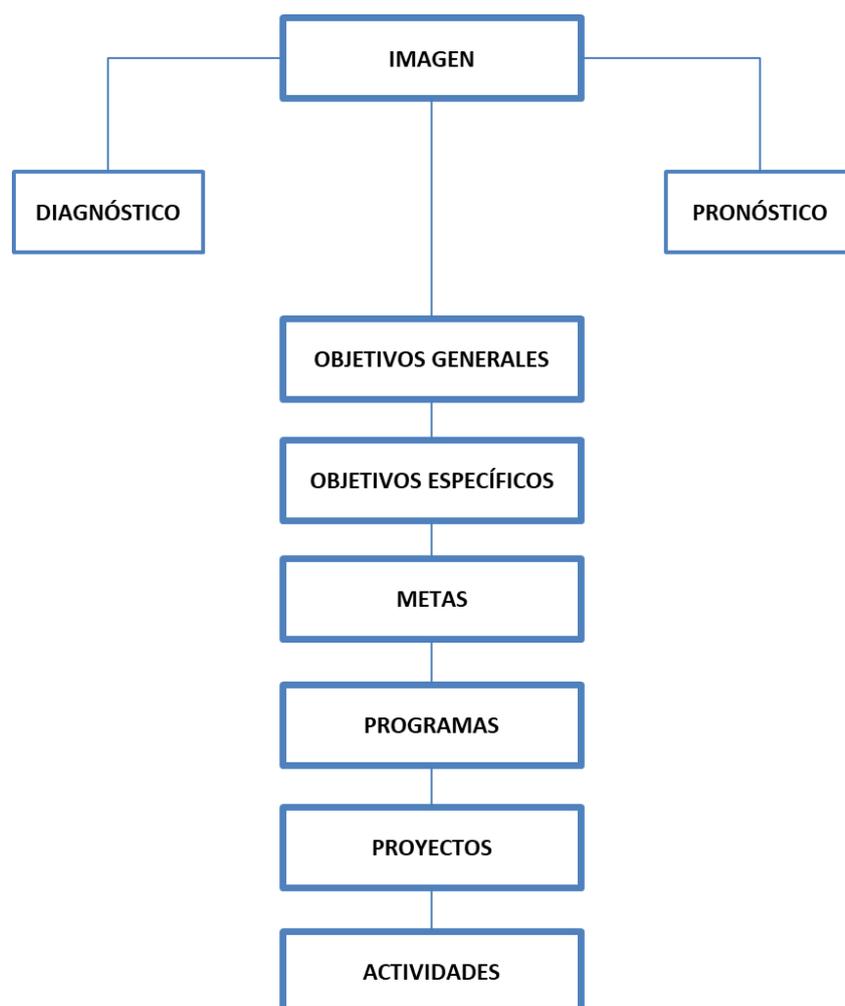
Las tareas de la programación comprenden:

- Un examen de las tendencias pasadas, en el desarrollo económico del país.
- Realización de un diagnóstico actual, de la situación, que posibilite el reconocimiento, de los cambios producidos, en la economía y las razones, que los han causado, mostrando una visión, de la evolución probable, si se mantiene la influencia de las razones causantes, que actuaron en el pasado.

Con la base, obtenida mediante el análisis, podemos elaborar: Un sistema apropiado, de objetivos de producción, para alcanzar el camino más rápido posible, del desarrollo, con las condiciones encontradas, y conociendo la disponibilidad, de activos fijos renovables y de los recursos naturales, humanos y financieros

### **REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE UN PLAN DE DESARROLLO**

Diagrama 1 Plan de Desarrollo



## **CONCEPTOS**

**IMAGEN.-** Fin general, de un proceso de planificación. Objetivo permanente de la sociedad.

**DIAGNÓSTICO.-** Apreciación de una realidad, derivada del conocimiento, de un grupo de datos, perfectamente ordenados y analizados.

**PRONÓSTICO.-** Predicción de sucesos futuros, mediante el análisis de sucesos pasados, en el caso de mantenerse, las condiciones actuales.

**OBJETIVO GENERAL.-** Deseo permanente de la sociedad, objetivo ideal, de un proceso de planificación del desarrollo.

**OBJETIVO ESPECÍFICO.-** Anhelos permanentes de una sociedad, logrables por determinados medios. Son propios, de los diferentes sectores (incremento de la producción agrícola, creación de puestos de trabajo,

construcción de viviendas económicas, mejora de la atención de salud, etc.)

**METAS.**- objetivos específicos, cuantificados para un tiempo determinado (incremento del PIB en un 30%, en el período del plan, construcción de, 50.000 viviendas económicas, aumento de puestos de trabajo, en el 20% de los existentes, etc.)

**PROGRAMA.**- Conjunto de proyectos de características similares, para ser tratados en conjunto y no individualmente.

**PROYECTO.**- Es el instrumento básico, del plan de desarrollo, la menor unidad, con autonomía propia, en la realización de la planificación.

Citamos algunas, definiciones acertadas:

“Es el conjunto ordenado de antecedentes, encuestas, estudios, suposiciones y conclusiones, que permite evaluar, la conveniencia o inconveniencia de destinar factores o recursos, para establecer una unidad productiva.”

“Es el conjunto de actividades, con el fin de utilizar recursos, para obtener beneficios.”

“Actividad en la cual se invierte dinero, esperando obtener beneficios y que lógicamente, puede presentarse a su planificación, financiación y ejecución, como una unidad.”

“Es una actividad específica, con origen específico y punto final específico, que trata de llegar, a una meta específica.”

## **CLASIFICACIÓN DE LOS PROYECTOS**

De acuerdo, a los diferentes sectores y respectivos subsectores, de la economía, para la planificación del desarrollo, podemos enumerar, lo siguiente:

**SECTOR PRODUCTIVO:** Agrícola, pecuario, forestal, artesanía y pequeña industria, fabril, petróleo, pesca, turismo y hotelería, desarrollo rural.

**SECTOR INFRAESTRUCTURA BÁSICA:** Oleoductos, gasoductos, electrificación, infraestructura básica, transporte fluvial, transporte terrestre, transporte aéreo, ferrocarriles.

**ORGANIZACIÓN AGRARIA:** Reforma agraria, tenencia de tierras.

**SERVICIOS DE APOYO:** Cartografía, hidrología, meteorología, comercialización, apoyo al desarrollo agropecuario, ciencia y tecnología, energía nuclear.

**INFRAESTRUCTURA SOCIAL:** Trabajo, capacitación, empleo y recursos humanos, promoción popular, cooperativas, bienestar social, salud, nutrición, saneamiento, vivienda, educación y cultura.

**DESARROLLO MÚLTIPLE E INTEGRAL:** Desarrollo múltiple, desarrollo rural integral.

**CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE:** Control de contaminación y medio ambiente, defensa contra la erosión, defensa contra la sequía, defensa contra las inundaciones,

### **USOS Y OBJETIVOS DE LOS PROYECTOS**

En el ámbito de la economía, se elaboran proyectos para los siguientes usos y objetivos:

- Para uso del inversionista.
- Para conseguir inversionistas
- Para exponer al gobierno y conseguir beneficios.
- Para presentar, a organismos nacionales o internacionales, de desarrollo.

**PROYECTOS PARA USO DEL INVERSIONISTA:** Se elaboran, para montar una empresa propia, ampliar la capacidad instalada de una planta, crear líneas de nuevos productos, modificar procedimientos, etc.

**PROYECTOS PARA CONSEGUIR INVERSIONISTAS:** El gobierno elabora proyectos, o se elaboran proyectos para el gobierno, con el objeto de hacer crecer sectores no desarrollados, para suplir la falta de iniciativa privada, para promover a determinadas industrias, para conseguir aportes

adicionales de capital, de otros socios para constituir o ampliar una empresa.

**PROYECTOS PARA EXPONER AL GOBIERNO:** Son proyectos que van a ser ejecutados por el gobierno. La estructura de estos proyectos, requiere una presentación completa de todas sus partes, para que sean priorizados y jerarquizados.

### **PROYECTOS PARA PRESENTAR A INSTITUCIONES FINANCIERAS**

**NACIONALES E INTERNACIONALES DE DESARROLLO:** Son proyectos, que van a ser ejecutados, por gobiernos o empresas privadas, con financiamiento, de instituciones financieras de desarrollo. Su estructura debe tener, una presentación completa, de todas sus partes, con énfasis a la evaluación financiera y económica.

### ***ELEMENTOS DE UN PROYECTO***

El objetivo de un proyecto, es organizar y presentar, los antecedentes necesarios, para justificar una inversión.

Los elementos, de un proyecto, se pueden agrupar en algunas partes, de acuerdo, con un esquema, que tiene validez, para la generalidad de casos, anotando, que la importancia que se dé, a uno u otro punto, del esquema general, variará, con la naturaleza del proyecto, o con las circunstancias locales.

Un proyecto, se compone de cuatro, elementos fundamentales, más un elemento administrativo, requerido, para la ejecución del proyecto.

1. ESTUDIO DE MERCADO
2. ESTUDIO TÉCNICO: Tamaño del proyecto. Localización. Ingeniería del proyecto. Costos del proyecto. Ingresos del proyecto.
3. ESTUDIO FINANCIERO: Inversiones. Fuentes de financiamiento y uso de los recursos. Amortizaciones
4. EVALUACIÓN FINANCIERA, ECONÓMICA Y SOCIAL: Evaluación financiera. Evaluación económica. Evaluación social
5. ORGANIZACIÓN Y EJECUCIÓN

Explicación del contenido de las partes del proyecto:

1. ESTUDIO DE MERCADO: Se refiere, al estudio de la oferta y la demanda, de bienes y servicios, que ofrece el proyecto. Determinar, la cantidad demandada del producto, cuánto se debe producir, a qué precio, con las especificaciones del producto o servicio, considerando las dificultades, de materias primas, transporte, bodegas, comercialización, etc.
2. ESTUDIO TÉCNICO: Determinadas las características, del mercado del producto, estas características, deben ser analizadas en forma prolija y objetiva, a fin de extraer de ellas, los parámetros y juicios técnicos necesarios, para fijar, el tamaño necesario, para atender la demanda deducida (**tamaño del proyecto**), lugar de instalación de la empresa (**localización del proyecto**), características, de la maquinaria, del equipo y de los procesos de producción, que se emplearán (**ingeniería de proyectos**), costos del proyecto (**costo del proyecto**), que ingresos va generar el proyecto (**ingresos del proyecto**)

**TAMAÑO DEL PROYECTO.**- Determinación, de la máxima capacidad de producción a instalarse, concordando con la demanda del mercado.

**LOCALIZACIÓN.**- Sitio, más conveniente, para, la localización del proyecto, aquel que, permita producir, con eficiencia, la mayor producción, con la mejor utilidad.

**INGENIERÍA.**- Señala, cuáles son, las características, del proceso de producción, que necesita, el proyecto de inversión, tipo de maquinaria requerida, esquema preliminar de distribución de la planta industrial.

Del proceso productivo, óptimo, se establecerán, los requerimientos de: equipo y maquinaria, de personal, de áreas y de obras físicas.

**COSTOS.**- Surge como conclusión, del estudio técnico, la determinación, de los costos del proyecto, consiste en distribuir, los costos de la inversión, en obras físicas y de operación, en montos totales y unitarios. Se realizará una estimación, del costo total, para todos los años de la vida útil del proyecto.

**INGRESOS:** Se determinan, claramente, los ingresos, que va a generar, el proyecto, durante toda la vida útil.

3. ESTUDIO FINANCIERO.- Señala, las necesidades totales, de capital, para inversiones, deben separarse, en inversiones fijas y capital de trabajo. Mostrará, un resumen ordenado, de las fuentes, de recursos financieros, que se utilizarán y la distribución, en los diferentes usos, que contiene el proyecto (cuadro de fuentes y usos de los recursos). El detalle de amortización, de los financiamientos.
4. EVALUACIÓN.- Evaluar un proyecto, es calificarlo y compararlo, con otro proyecto, de acuerdo, con una escala de valores. Es medir, el grado de eficiencia, al determinar, factores y recursos, de la implementación, de una unidad productiva. Es precisar, las ventajas y desventajas, de la asignación de recursos, para un fin propuesto.

En general, se consideran, tres clases de evaluaciones:

**EVALUACIÓN FINANCIERA.-** Determina, patrones de comparación, para el empresario privado. Determina, cuánto va a recibir, el inversionista privado, por cada dólar invertido.

**EVALUACIÓN ECONÓMICA.-** Interesa, a la comunidad en su conjunto (economía), mide el impacto favorable, que va a causar el proyecto, en la economía.

**EVALUACIÓN SOCIAL.-** Se elabora, en base a los objetivos, del desarrollo del país. No se han establecido metodologías, para su realización.

Los parámetros principales, de evaluación, para medir, la rentabilidad de los proyectos, son:

- Rentabilidad simple.
- Período de recuperación del capital.
- Relación beneficio/costo.
- Valor actual neto (VAN).
- Tasa interna de retorno (TIR)

5. ORGANIZACIÓN Y EJECUCIÓN.- Es la descripción explicativa, de la manera de encarar, las dificultades, relacionadas, con la constitución legal de la empresa y el desarrollo de la ejecución del proyecto.

### ***DESARROLLO DE PROYECTOS***

En el desarrollo, de la vida de un proyecto, que genera una obra física, se pueden distinguir, tres estados:

**Pre inversión.**-se prepara y evalúa el proyecto, determinando si es conveniente, su ejecución. **Tiene las etapas de la idea hasta la etapa de factibilidad.**

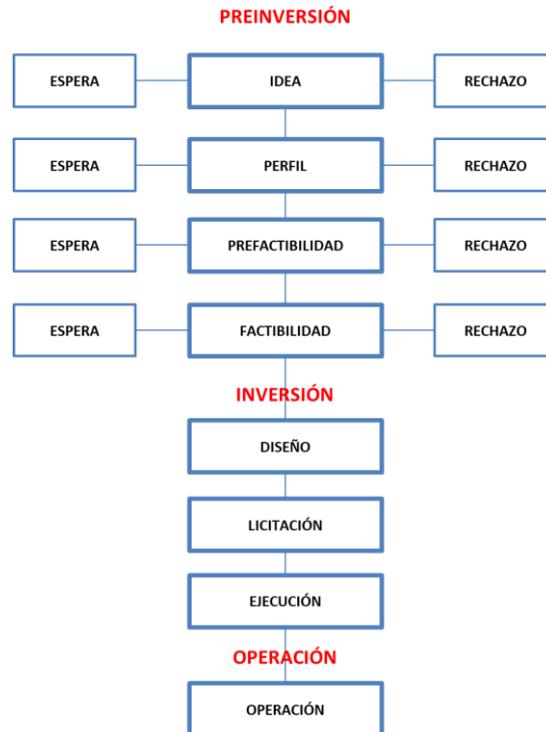
**Inversión.**- se toma la decisión de llevarlo adelante, efectuando el diseño (ingeniería de detalle) y se construye el proyecto. Es una etapa de operación.

**Operación.**- se pone en marcha el proyecto. Etapa de operación.

De acuerdo, al monto económico, necesario, no todos los proyectos, cumplen con todas las etapas indicadas, proyectos de montos importantes, deben cumplir, con todas las etapas. Proyectos con inversiones pequeñas, pueden pasar de la etapa de perfil, a la etapa de ejecución

### **ETAPAS DEL DESARROLLO DEL PROYECTO**

Diagrama 2 Desarrollo del Proyecto



**IDEA.-** Es la etapa, de identificación del proyecto, con ideas generales, sobre la posibilidad de alcanzar, objetivos determinados, mediante un proyecto. Se tienen, ideas generales de la inversión, para tener rendimientos. Se realiza un análisis preliminar, acerca de la factibilidad técnica y económica. Las ideas, de inversiones económicas, surgen como respuesta, a necesidades insatisfechas, planes de desarrollo, existencia de otros proyectos, en estudio o ejecución, que deben ser complementados..

**PERFIL.-** Es la etapa, de estudio de todos los antecedentes, que nos permitan tener un criterio, sobre la utilidad, de realizar, la idea del proyecto, se debe disponer, de información general, sobre el mismo, incluyendo, un análisis preliminar, del estudio de mercado, tamaño, localización y un estimado, de costo y beneficio. El perfil, permite un análisis preliminar, de la conveniencia de las alternativas posibles. En proyectos de montos pequeños, en cuyo perfil, se ha demostrado, la conveniencia de su ejecución, se pasará directamente, al diseño o anteproyecto, de ingeniería de detalle y/o a la contratación.

**PREFACTIBILIDAD.-** Esta etapa sirve, para el análisis minucioso, de los aspectos encontrados, en el perfil. Debe contener:

- Estudio de mercado que permita estimar los ingresos que generará el proyecto.
- Un análisis de demanda, del bien o servicio del proyecto.
- La oferta, del bien o servicio del proyecto, que dan, otros oferentes.
- Análisis de comercialización y precio.

El estudio técnico, se debe realizar, en las cinco partes, en que se ha dividido:

- Tamaño.
- Localización.
- Ingeniería.
- Costos.
- Ingresos del proyecto..

**FACTIBILIDAD.-** Se tratan los mismos puntos considerados en pre factibilidad, profundizando el estudio de las variables, que inciden en el proyecto, se minimiza, la variación esperada, entre costos y beneficios.

En base, a las anotaciones, de pre factibilidad, se definen, aspectos técnicos del proyecto, cómo: tamaño, localización, tecnología, calendario de ejecución y fecha de puesta en marcha.

La evaluación en esta etapa, se debe hacer, desde el punto de vista financiero y económico.

**DISEÑO.-** En esta etapa, toma forma el proyecto, se inicia, el estado de inversión, se realiza, cuando su ejecución, está resuelta y su objetivo, es la ingeniería de detalle y diseño del proyecto (planos arquitectónicos y estructurales). El estudio de ingeniería de detalle, comprende los estudios finales de ingeniería, el diseño de planos de construcción, especificaciones de los equipos y el análisis, de propuestas de materiales, de acuerdo a la relación capital–trabajo, determinada por la tecnología.

**LICITACIÓN.-** En esta etapa, se hace la licitación, selección y calificación de firmas.

**EJECUCIÓN.-** en esta etapa se construye el proyecto.

**OPERACIÓN.**- Etapa, en la cual, comienza a funcionar y producir el proyecto.

### **ESTUDIO DE MERCADO**

El estudio de mercado, es la parte primordial, del proyecto.

Un buen estudio de mercado, permitirá desarrollar, eficientemente, todos los demás estudios, técnico, financiero y la evaluación del proyecto.

Antes de iniciar, el estudio de un proyecto, es necesario, tener una idea, del tamaño del mercado. Si la demanda potencial, es mayor que la oferta, se puede considerar, la factibilidad, de llevar adelante el proyecto. Algunos proyectos, no se han concluido, porque el mercado, no cubre lo proyectado.

El concepto de mercado, debe ser amplio. Debe incluir, todas las variables, en las cuales, la empresa va a participar, como: consumidores, competidores, restricciones: físicas, técnicas, materiales, políticas, legales y administrativas.

#### **DEFINICIONES DE MERCADO:**

“Espacio en el cual convergen, la oferta y la demanda, para establecer un precio único.”

“Conjunto de individuos y/o entidades, cuyos requerimientos ponen en juego el mecanismo de oferta y demanda, llegando a establecer el precio de determinado bien o servicio.”

“Punto o local preciso, donde se realizan transacciones comerciales.”

#### **COMERCIALIZACIÓN:**

“Es la satisfacción, de las necesidades y deseos, de los consumidores, que debe alcanzar, una empresa, al entregar su producto o servicio, a cambio, de un beneficio económico.”

“Suministro, de un nivel de vida, a la comunidad.”

“Conjunto de actividades, necesarias para convertir, el poder de compra, del consumidor, en demanda efectiva.”

“Conjunto de actividades, que dirigen, la concurrencia de los productos, hacia el mercado, con el fin, de asegurar la venta.”

“Realización, de actividades comerciales, que encausan, el conjunto de mercancías y servicios, desde el productor, hasta el consumidor final, o usuario.”

### **MERCADOTECNIA:**

Es la técnica, para lograr, los objetivos de la comercialización. Supone, la realización, de funciones como:

- Análisis, de la conducta del consumidor.
- Obtención de información y realización de investigación, de mercados.
- Resolución, de problemas de distribución (transporte, almacenamiento e inventario).
- Planeación y desarrollo comercial, del producto.
- Identificación y formulación, de estrategias referentes a: líneas de productos, políticas de precios, canales de distribución, formas de promoción y publicidad; planeamiento, organización, ejecución, evaluación y control, de programas específicos; auditoría de planes integrales.”

### **OBJETIVO, O FINALIDAD DEL ESTUDIO DE MERCADO**

El objetivo o finalidad, del estudio de mercado, es evaluar, con la mayor certeza, el monto de bienes o servicios, que la comunidad, está en posibilidad de adquirir, a un precio determinado, y en un período de tiempo previsto (demanda).

Considerando la comercialización, el objetivo será, el conocimiento, de los deseos del consumidor, como respuesta, a las preguntas:

Qué, desea el consumidor?

Cómo desea, el producto o servicio?

Qué cantidad, del producto o servicio, desea?

Donde desea, la entrega, del producto?

El conocimiento del mercado, para analizar, el desarrollo de un proyecto industrial, responderá a:

Cuál es el tamaño, del mercado y su crecimiento?

Qué, cantidad producida, espera vender la empresa: en el futuro inmediato, de acuerdo, a clientes potenciales, respuesta de la competencia actual y futura y el esquema de costos y precios?

En qué mercado geográfico o sectorial, se desarrollará y cuál será, su política de comercialización?

Siempre, el estudio de mercado, debe dar, los criterios indispensables, para:

- Fijar la capacidad, de la nueva planta.
- Escoger, la ubicación geográfica, de la planta.
- Apreciar, probables ingresos o réditos, en la vida útil del proyecto.
- Saber, el tipo de la competencia y características de los productos sustitutivos y complementarios.
- Saber las características, del sistema de abastecimiento, de materias primas.
- Conocer, costumbres y reacciones del consumidor, ligados a, modificaciones en precios e ingresos.
- Conocer, la política de estado y sus consecuencias (prohibiciones, impuestos, subsidios, ayudas). Políticas de otros países que tienen relación con el producto o bien ofrecido.
- Conocer, los sistemas de comercialización y sus inconvenientes principales.

## **DESARROLLO DE UN ESTUDIO DE MERCADO**

Tiene dos etapas, bien definidas:

- Reunión, de todos los antecedentes.
- Organización y estudio de los antecedentes, para facilitar , el tener respuestas, a preguntas como:
  - Qué cantidad, se podrá vender?
  - Cuál sería, el precio posible, de venta?
  - Quiénes, serían los compradores?
  - Qué competencia, se esperaría?
  - Cuál será el modo de comercializar, el producto o servicio, ofrecido?

### **RECOPIACIÓN DE ANTECEDENTES**

Los antecedentes, pueden ser estadísticos, como de:

Producción nacional – Importaciones –Exportaciones – Precios de mercado –Precios e índices de precios –Datos socioeconómicos y poblacionales.

También pueden, no ser estadísticos y ser relacionados, con características cualitativas, constituyendo un antecedente apropiado, para el análisis de:

Usos y aspectos relativos a normas reglamentarias – características de los consumidores – información sobre la competencia – normas legales y políticas económicas, relacionadas.

La información estadística, de ser posible, debería recopilar, datos de los últimos 10 o 15 años, para que los gráficos, que con estos datos se elaboren y los análisis posteriores, sean confiables.

### **ELABORACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS ANTECEDENTES**

Tomando como base, la recopilación de antecedentes y previa, una fase de elaboración y análisis, de los datos reunidos, se tratará de determinar:

Volumen del producto, que se podrá vender – manera de crecer, de la demanda, durante la vida útil, del proyecto – precio de venta, para tener una rentabilidad, aceptable – calidad del producto, que respaldará la

aceptación, del consumidor – área geográfica, de nuestro mercado – sistemas de comercialización, apropiados.

## **FUENTES DE INFORMACIÓN**

En el estudio de mercado, no es aconsejable, realizar la investigación de campo, desde el inicio, a menos que, no sea posible conseguir, la información necesaria.

Para la realización, del trabajo de campo, del estudio de mercado, se tienen, dos clases, de fuentes de información.

**Fuentes primarias**, o datos primarios, son conseguidos en el campo, se pueden obtener de: los consumidores – los vendedores – los compradores – los archivos de empresas.

Los métodos, de obtención de estos datos, más utilizados, son:

**Observación.**- Recolección de datos, mediante examen visual y registro del fenómeno tratado.

**Experimentación.**- Ejecución de, pruebas comprobatorias, de las actitudes del mercado, frente a las variables investigadas y proyección, a niveles superiores.

**Encuesta.**- Es el método más utilizado, acertado y económico, tiene las tres modalidades siguientes:

De hecho.- Anota cosas determinadas. Por ejemplo: qué marca de medias

Usa Ud.?

De opinión.- Trata de obtener, los puntos de vista del encuestado.

Ejemplo:

Cuál de estos envases, le gusta, para el producto?

De interpretación.- Trata de interpretar, la inclinación del consumidor.

Ejemplo: por qué utiliza, esta clase de telas?

**Fuentes secundarias**, o datos secundarios, son aquellos, que ya están procesados, por personas o entidades confiables, sin embargo, deben utilizarse, con reserva.

Pueden conseguirse de: publicaciones específicas, de las investigaciones realizadas, por organismos o instituciones de carácter: gubernamental, público, privado, etc. Estos datos, no son la solución total, de la información.

## **PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE PROYECTOS O PROCESOS CONSTRUCTIVOS**

Son indudables, las ventajas que reporta, una adecuada programación, de las actividades de un proyecto, o proceso productivo (trabajos que se deben efectuar para producir un servicio, o un bien), considerando, posibles limitaciones económicas y evitando, la improvisación, o toma de decisiones, sin un análisis previo.

Los métodos más comunes, usados en la programación de proyectos, son los siguientes: Diagrama de Gantt. Red Pert. El Roy. El CPM. El Ramps.

### **DIAGRAMA DE GANTT.**

También conocido como diagrama de barras, útil para elaborar, programas de trabajo. Utilizado, para comparar, los resultados previstos, con los resultados obtenidos, en la ejecución del proyecto.

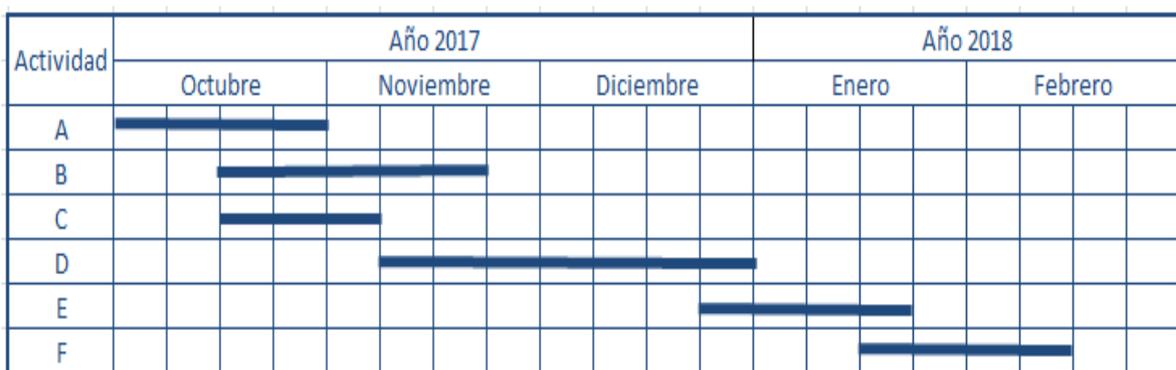
Secuencia de la elaboración de un diagrama de Gantt;

- Se enumeran, las principales actividades del proyecto.
- Se evalúan, las duraciones de las actividades, tomándose en consideración, los recursos disponibles o programados.
- Cada actividad, se representa, mediante una barra recta, cuya longitud concuerda con su duración, mediante una escala escogida.

- Cada actividad, de acuerdo al orden de ejecución, ocupa un renglón, formándose así, el cuadro de actividades.
- Comenzando, con la primera actividad en ejecutarse, se van colocando las barras representativas, en los renglones respectivos, tomándose en consideración, el momento de iniciación de cada actividad.
- La escala de representación, de tiempos efectivos, común a todas las actividades, se establece, a partir de la iniciación de la primera actividad, en la dirección, de los renglones.
- La escala de tiempos efectivos, se convierte en días calendario, iniciándose con la fecha, de inicio del proyecto.
- Si la fecha, de terminación del proyecto, no cubre satisfactoriamente, las expectativas esperadas, se pueden realizar, los ajustes oportunos.

### EJEMPLO, DIAGRAMA DE GANTT PARA UN PROYECTO

Diagrama 3 Ejemplo de Diagrama de Gantt para un Proyecto



Es necesario anotar, algunas desventajas de este método:

- Este método toma en cuenta, solo las actividades principales, las actividades secundarias, deben ser programadas y ejecutadas por los mandos secundarios, en el momento de su iniciación. Este hecho, hace, que las actividades secundarias, no se interrelacionen y el control de los mandos superiores, se efectuará en el sitio de ejecución de la actividad.

- Se mezclan la planeación y la programación. Se utilizan, tiempos y secuencias de actividades, estimados y en consecuencia, la duración del proyecto, resulta arbitraria.
- No se determinan, las actividades, que realmente, influyen en la duración del proyecto, debido a que todas, tienen la misma importancia, si se retrasa una, se retrasa la finalización del proyecto, o a su vez, se aceleran las ejecuciones, de las actividades, que faltan de cumplirse.
- No se toman en cuenta, situaciones imprevistas, que pueden incidir en el proyecto, como: mal tiempo, sismos, huracanes, por ejemplo.
- No hay seguridad, sobre los recursos requeridos, pudiéndose ocasionar: paralización por no tener, los recursos necesarios, almacenamiento innecesario de materiales, tener equipo sin uso, fuerza de trabajo innecesaria.

Lo anterior puede encarecer el costo del proyecto.

Sin embargo, este método, puede mostrar, en forma objetiva, la duración de las actividades, con fechas de inicio y terminación

**PERT (Program Evaluation and Review Technique)**

**CPM (Critical Path Method)**

**Son dos métodos de planeación, programación y control.**

Son sistemas muy similares, basados en diagramas de flechas, diseñados entre 1957 y 1958

PERT, por la Naval Special Project Office (Marina de los Estados Unidos) y otras firmas consultoras, para el Proyecto Polaris. Buscaba la duración del proyecto, reduciéndolo en dos años.

CPM, por J. E. Kelley y M. R. Walker, creada para la construcción y mantenimiento, de una factoría de la industria química E. L. du Pont, destaca la relación existente entre: aumento de mano de obra o recursos y la reducción de la duración del proyecto.

PER y CPM reducen la incertidumbre, que rodea, a la toma de decisiones, de la dirección.

### **FUNDAMENTOS DE LOS METODOS PERT Y CPM.**

- La planeación y la programación, se tratan separadamente.
- En la planeación, se consideran dos fases: enumeración de actividades y secuencia de las mismas.
- Se usa un gráfico de flechas, para la presentación del plan.
- El PERT, considera, las duraciones de las actividades, como variables aleatorias.
- Relacionan, las duraciones de las actividades, con sus costos.
- Permiten analizar, los recursos necesarios para las actividades, de acuerdo. a sus duraciones.
- El PERT, se basa en métodos estadísticos.
- Las técnicas, de programación lineal, son las bases, de estos métodos.
- Utilizan, técnicas de programación lineal.

### **VENTAJAS DE LOS METODOS PERT Y CPM**

- Permiten, analizar un proyecto, considerando actividades, de diferente orden de importancia, para realizar la planificación, programación y control, de acuerdo, al análisis realizado.
- Hacen posible, una eficiente coordinación, en el trabajo, de los diferentes organismos, involucrados en el proceso, durante la planeación, programación y ejecución del proyecto.
- Permiten, el aprovechamiento eficiente, de la experiencia del personal.
- Permiten determinar, las actividades, que controlan la duración, de un proceso y márgenes de tiempos, disponibles, en otras actividades.
- Permiten hallar, la forma de cumplir, un proceso, logrando costo directo menor, o mínimo.
- Permiten, saber de antemano, los requerimientos de recursos, necesarios en la ejecución.

- Permiten comparar, planes y programas alternativos, para seleccionar, los más convenientes.
- Permiten, analizar los efectos, de situaciones imprevistas, posibilitando la introducción, de medidas preventivas.
- Permiten, establecer responsabilidades.
- Permiten, sustituir personal directivo, sin alterar, la ejecución del proyecto.
- Permiten comparar, los datos supuestos, con los datos reales, de la ejecución, para establecer el efecto, de las diferencias.

La planeación y la programación, de proyectos o procesos productivos, se pueden realizar manualmente, o con el concurso de computadoras, tomando en cuenta, el número de actividades.

Para proyectos, sin numerosas actividades, se podrían realizar manualmente.

De los primeros programas, para computadora, tenemos el HRCPM, con capacidad, para proyectos de hasta 2500 actividades.

Frente, a la velocidad de ejecución, con las computadoras, es necesario indicar, que los datos que se entreguen, a la computadora, deben ser, verdaderos y apropiados

### **REQUISITOS IMPORTANTES, PARA LA PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE UN PROYECTO, O PROCESO PRODUCTIVO.**

Para realizar, una planeación y programación apropiadas, se deben contar, con los siguientes requisitos:

- Contar, con personal con experiencia, en la formulación de proyectos, del mismo tipo, o que, conozca profundamente, las fases o etapas del proyecto.
- Tener conocimiento, de alternativas posibles, de la ejecución, de todas y cada una, de las actividades del proyecto, en concordancia, con la disponibilidad de recursos, tales como: materiales necesarios, mano de obra, equipos y herramientas, etc.

- Considerar, los tiempos necesarios, para cada etapa del proyecto, sin dejar de tomar en cuenta, la influencia, de las condiciones, del medio ambiente.

Generalmente, no se realizan, en forma definitiva, el plan y el programa de un proyecto, es necesario, hacer una revisión, considerando, las observaciones que se tengan, para introducir los ajustes y modificaciones pertinentes.

## **DESARROLLO DE UN PROYECTO**

El desarrollo de un proyecto, comienza, estableciendo claramente, sus objetivos.

El detalle de los objetivos, variará según se trate, de:

- Un estudio de factibilidad.
- Un anteproyecto.
- Un proyecto definitivo.

El estudio, en grado de factibilidad, generará los datos necesarios, para tener los objetivos de la etapa subsiguiente. Mientras progresa, el grado del estudio, se consigue mayor posibilidad, de precisar los objetivos específicos, del proyecto analizado.

Para desarrollar un proyecto, se pueden establecer las siguientes etapas:

### **PLANEACIÓN.**

Se comienza, estableciendo los objetivos del proyecto, debemos responder la pregunta, **qué queremos hacer?**

Se determinan:

- Dimensiones de elementos.
- Definición de procesos de funcionamiento,
- Equipos y materiales a instalarse,
- Equipos y materiales, que se utilizarán en la ejecución,
- Técnicas y modalidades de ejecución,

- Calidades requeridas,
- Personal especialista, necesario.

En esta etapa se realizan:

- La lista de actividades, que integran el proyecto.
- La secuencia de realización, de las actividades.

### **PROGRAMACIÓN.**

Fijada, la secuencia de realización, de las actividades, se calcularán, los tiempos de realización, de las mismas, que generará, el tiempo de realización, del proyecto completo, mostrándonos, la posibilidad, de lograr los objetivos, con referencia a los plazos fijados.

En la etapa de planeación, se determinaron los recursos necesarios, para las actividades. En la etapa de programación, se determinarán, los requerimientos de recursos, en el calendario de ejecución.

El cumplimiento de esta etapa, responde a la forma, en que se va a ejecutar el proyecto, viene dada, por tablas y gráficos, que permiten conocer:

- Costo total del proyecto, como suma, de los costos de las actividades.
- Plazo de ejecución, del proyecto y de las etapas parciales.
- Programa de utilización, de los recursos, requeridos por las actividades
- Programas financieros

En esta etapa, se visualiza, que la duración del proyecto, no es la suma de las duraciones, de todas las actividades, sino que es, la duración que corresponde, a la secuencia de mayor duración, de entre las varias secuencias interrelacionadas y paralelas que pueden presentarse

En esta etapa, se determinan actividades, cuya ejecución, tiene un margen disponible de tiempo, este margen, se conoce como:

**holgura de actividad, o tiempo flotante.**

## **ETAPA DE AJUSTE**

Efectuada la programación, a veces, se detectan, aspectos conflictivos, que se relacionan, con la disponibilidad de recursos, o con los plazos previstos. Entonces, es necesario resolver, los problemas encontrados, mediante revisiones adecuadas, que pueden orientarse, mediante el esquema siguiente:

Para problemas financieros:

- Desplazamiento de las actividades, aprovechando sus holguras.
- Cambiando, la modalidad de ejecución.
- Aumentando, el plazo para la ejecución.
- Realizando cambios, en los materiales, equipo, mano de obra.

Para problemas, de uso de recursos:

- Desplazamiento de actividades, utilizando sus holguras.
- Cambiando, la modalidad de ejecución.
- Aumentando, el plazo para la ejecución.
- Cambio de la fuente, que provee el recurso.
- Cambio, del tipo de recurso.

Para problemas, de plazos de ejecución:

- Cambiando, la modalidad de ejecución.
- Aumentando o disminuyendo, los recursos.

Cumplida apropiadamente, esta etapa, el proyecto puede comenzar, su ejecución.

## **ETAPA DE ASIGNACIÓN DE TAREAS.**

El objetivo, de esta etapa, es la preparación de órdenes de trabajo.

En algunos casos, la preparación de concursos, selección y adjudicación, de cada actividad.

## **ETAPA DE EJECUCIÓN Y CONTROL.**

Iniciada, la realización del proyecto, se ven, las ventajas de estos métodos de programación, pues basándose, en el trabajo realizado previamente, se puede:

- Controlar, el tiempo de ejecución.
- Estimar, el valor de la obra, en cantidad y calidad.
- Revisar, los suministros.
- Realizar, correctas liquidaciones de pago.
- Aprobar y elaborar, actividades complementarias.
- Elaborar informes, a todo nivel, de acuerdo a las conveniencias.
- Supervisar, la fase administrativa.
- Realizar, reajustes convenientes, en la programación, al detectarse retrasos.

De la etapa de control, se encargarán, los niveles de dirección, 2 y 3.

### **NIVELES DE RESPONSABILIDAD, DE LA DIRECCIÓN DE UN PROYECTO.**

**Nivel 1.** Autoridad máxima, propietario del proyecto.

**Nivel 2.** Director responsable, conduce el proyecto, desde el inicio hasta el fin, tiene responsabilidad técnica, económica, financiera y administrativa.

**Nivel 3.** Responsables de áreas específicas, área técnica, área económica financiera, área administrativa.

**Nivel 4.** Ejecutor físico, supervisor o contratista.

### **FASES DE LA ETAPA DE PLANEACIÓN**

**ENLISTADO DE ACTIVIDADES.**- Esta fase se puede cumplir de la siguiente forma:

- Se determinan las actividades de primer orden, o mayores, del proyecto.
- Las actividades de primer orden, se subdividen en actividades de segundo orden, las cuales a su vez, se subdividen en actividades de tercer orden, y en esta forma, se siguen subdividiendo, las

actividades, hasta conseguir el grado de detalle deseado, en el proyecto.

Se puede elaborar un cuadro, con el enlistado de actividades, del proyecto, como se muestra:

## ACTIVIDADES DEL PROCESO

Tabla 1 Actividades del Proceso

Categoría	1er Orden	2do Orden	3er Orden ...
Proceso Productivo	A 1	A 1.1	A 1.1.1
			A 1.1.2
			....
		A 1.k	A 1.1.r
			....
			A 1.k.1
	A 2	A 2.1	A 1.k.s
			....
			A 2.1.1
		A 2.i	A 2.1.2
			....
			A 2.i.1
A n	A n.1	....	
		A 2.i.n	
		....	
	A n.r	A n.i.1	
		....	
		A n.1.p	
A n.r	....		
	A n.r.1		
	....		
			A n.r.q

### SECUENCIA DE REALIZACIÓN, DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO:

Para desarrollar esta fase, generalmente se elabora, **una tabla de secuencias**. En esta tabla, se deben tomar en cuenta:

El orden de ejecución de las actividades.

Requisitos del proyecto.

Condiciones propias, de la persona o empresa, que ejecutará el proyecto.

#### **Elaboración de una tabla de secuencias:**

- Se anotan, los nombres de cada actividad, como título de una fila y de una columna, de tal forma, que, a cada actividad corresponda una sola fila y una sola columna, teniéndose siempre, una matriz de n filas y n columnas.
- Se examina, la actividad, que corresponde a cada fila, se determinan, la actividad, o actividades, que pueden realizarse, **inmediatamente, de cumplida la actividad examinada**, se marcan con una **x**, las columnas correspondientes a las actividades de realización inmediata, en la fila de la actividad examinada.
- Examinadas, las actividades de las filas, procedemos en forma similar, a examinar de las actividades, de las columnas y recorriendo todas las filas, marcamos con una x, el casillero de la actividad, o actividades, que puedan realizarse, **inmediatamente antes de la examinada**.

La aplicación, de las dos, últimas reglas, se puede realizar, en cualquier orden.

Elaborada la tabla de secuencias, debe ser revisada, para corregir, cualquier error.

Tabla 2 Secuencia de Actividades para Reparación de automóvil

Activ. Inmediatas precedentes \ Activ. Inmediatas siguientes	Orden de inicio de trabajo	Arreglo del motor	Retirar vestidura antigua	Confeccionar vestidura nueva	Colocar vestidura nueva	Trabajo de hojalatería	Pintura	Alinear ruedas	Sellar	Limpieza total	Adquirir molduras	Instalar molduras	Sopletear	Inspección
Orden de inicio de trabajo	X													
Arreglo del motor		X												
Retirar vestidura antigua			X											
Confeccionar vestidura nueva				X										
Colocar vestidura nueva					X									
Trabajo de hojalatería						X								
Pintura							X							
Alinear ruedas								X						
Sellar									X					
Limpieza total										X				
Adquirir molduras											X			
Instalar molduras												X		
Sopletear													X	
Inspección														X

Tomada del texto del profesor Melchor Rodriguez C.

## PROGRAMACIÓN

Cumplida la **planeación**, se inicia la **programación**, que generará gráficos y tablas, que mostrarán, la forma de iniciar la realización, del proyecto

## REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL PLAN

Cumplida la planeación, en sus dos etapas, se debe presentar objetivamente, la secuencia de las actividades, mediante un gráfico.

## CONCEPTOS GEOMÉTRICOS BASICOS, DE UN GRAFICO

**Gráfico:** conjunto de dos o más puntos, unidos por una o más líneas. Los puntos, se denominan **nudos** y las líneas, se denominan **ramas**.

**Los nudos**, son representados por círculos, que se identifican con números.

**Las ramas**, se identifican por los números, de los nudos extremos.

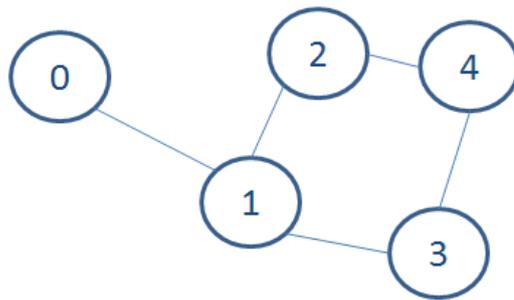


Diagrama 4 Símbolos Gráficos en Diagrama de Flechas

**Rama dirigida:** es una rama con dirección, o sentido. Normalmente, el nudo inicial de la rama se denomina con la letra *i*, el nudo final con la letra *j*.

Una rama dirigida, se representa por el símbolo  $i - j$

$I = 0, 1, 2, 3, 4, 5, \dots, n$

$J = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, n+1$

En general  $i = j$   $J > i$

**Gráfico dirigido:** Es el conjunto de ramas dirigidas.

**Trayectoria:** Con origen, en el nudo *i* y con el extremo, en el nudo *j*, de un gráfico dirigido. Es un conjunto de ramas del gráfico, tal que, a cualquier nudo, con excepción de los nudos *i* y *j*, llega una sola rama del conjunto y sale también, una sola rama.

Ejemplo:

0-1, 1-3, 3-4

0-1, 1-2, 2-4

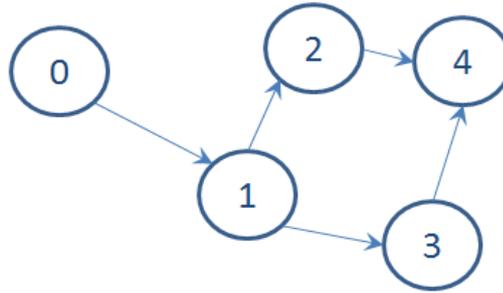


Diagrama 5 Ejemplo de Representación Gráfica de un Plan.

**Trayectoria cerrada:** El nudo inicial coincide con el nudo final.

**Gráfico conexo:** en este gráfico, dos nudos cualesquiera, están conectados por una trayectoria.

**Red:** Es un gráfico cuyas ramas, pueden considerarse como ductos, por los cuales, se produce un flujo, de cualquier naturaleza, pudiéndose por ejemplo, expresarse en: m/seg., \$/día, Km/hora.

**Fuente de una red:** Es el nudo del cual, solo salen ramas hacia otros nudos.

**Resumidero de una red:** Es el nudo al cual, solo llegan, ramas procedentes de otros nudos

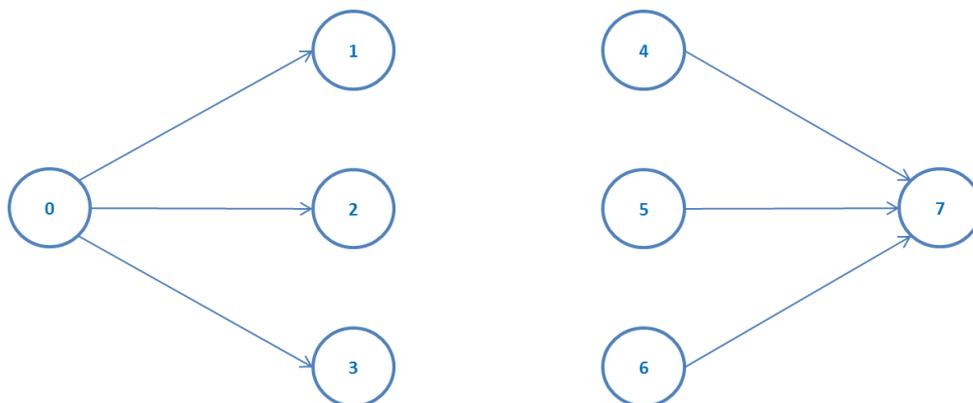


Diagrama 6 Representación fuente de una red y resumidero de una red.

## GRAFICO DEL PLAN DE UN PROYECTO, O PROCESO PRODUCTIVO

Se puede representar gráficamente, el plan de un proceso productivo o proyecto, mediante un gráfico dirigido, que se llama, **gráfico de flechas o diagrama de flechas**.

**Representación direccional, de una actividad:** Una actividad se representa por medio de una flecha, con longitud y dirección arbitrarias, con dos círculos en los extremos. El círculo del punto inicial se llama **evento de partida** indica la iniciación de la actividad, el círculo del extremo de la flecha se llama **evento de terminación** de la actividad

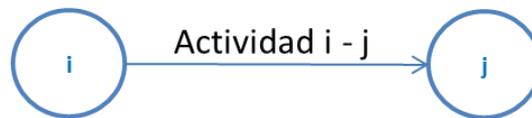


Diagrama 7 Representación dirección de una actividad

**Actividades que pueden comenzar al mismo tiempo:** En este caso, el evento de partida, es el mismo, para las actividades que pueden iniciarse simultáneamente.

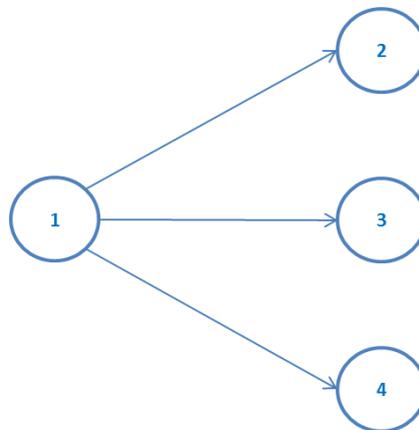


Diagrama 8 Representación actividades que inician al mismo tiempo

**Actividades de terminación simultánea:** estas actividades, tienen diferentes eventos de partida, pero llegan, a un solo evento de terminación, común para todas.

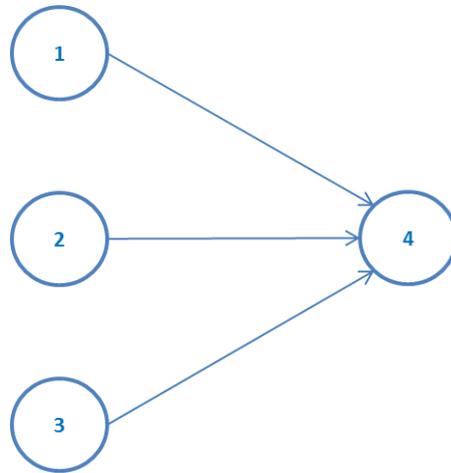


Diagrama 9 Representación terminación simultánea

**Representación de un conjunto de actividades, que pueden iniciarse, con la terminación, de otro conjunto de actividades:**

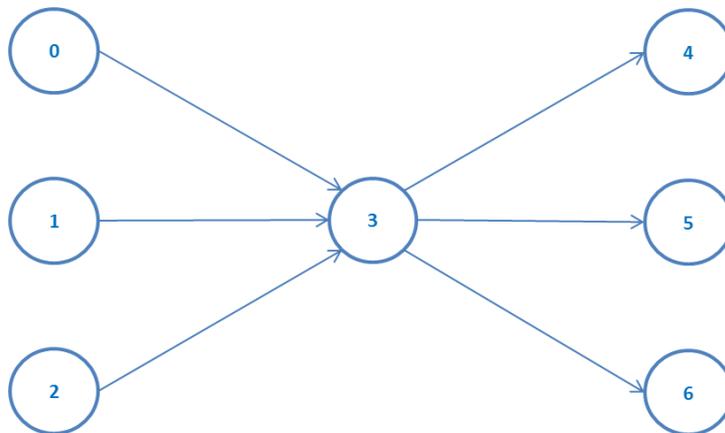


Diagrama 10 Representación de actividades que inician con la terminación de otras.

Esta representación, no indica, que necesariamente, terminen al mismo tiempo, las actividades que concurren al nudo central (de confluencia de los dos conjuntos de actividades), ni que tampoco, tengan un inicio simultáneo, las actividades, que parten del nudo central.

**Uso de actividades ficticias:** Con frecuencia, en la representación de un proceso, se deben cumplir ciertas condiciones o restricciones, que dificultan la elaboración del gráfico del proceso. Entonces se recurre, a las llamadas actividades **ficticias**, que no tienen, ni costo ni duración.

Estas actividades se representan, con flechas segmentadas.

Podemos mostrar algunos casos, del uso de las actividades ficticias:

**Condición:** El evento  $j$ , ocurre, concluidas las actividades que llegan al nudo  $i$

El caso se resuelve con la actividad ficticia  $i-j$

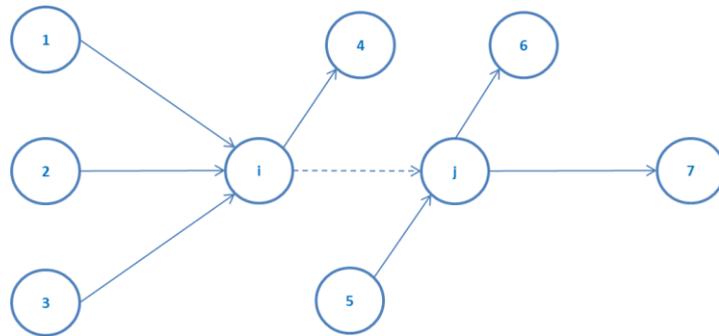


Diagrama 11 Empleo de actividad ficticia  $i-j$ .

**Condición:** Actividades que pueden iniciarse al mismo tiempo y terminarse antes del inicio de una, o más actividades.

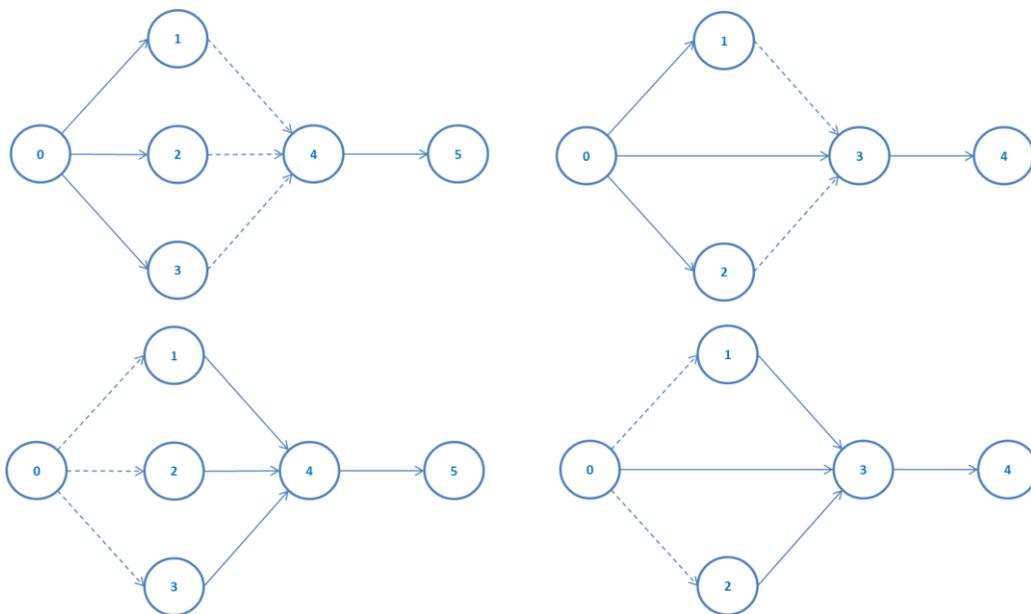


Diagrama 12 Representación de actividades ficticias que pueden iniciarse al mismo tiempo y terminarse antes del inicio de una o más actividades.

Los cuatro esquemas, significan lo mismo, pero serían escogidos los esquemas con menor número de actividades ficticias.

**Condición:** La actividad **M**, precede a las actividades **Q** y **R**. La actividad **N** precede a las actividades **P**, **Q** y **R**. **M** no precede a **P**.

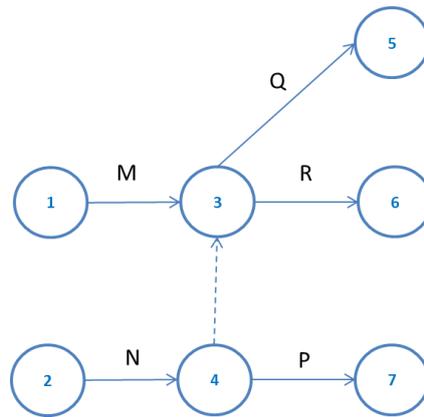


Diagrama 13 Representación actividad ficticia en actividades que preceden a otras.

## ELABORACIÓN DE UN GRÁFICO DE FLECHAS DE UN PROCESO PRODUCTIVO O PROYECTO.

Contando con la tabla o matriz de secuencias (aunque no es necesario), se puede seguir, el siguiente procedimiento:

1. Trazar la flecha, de una de las actividades del proyecto, poniéndole el nombre, de la actividad.
2. En la fila de la flecha trazada, se leen los encabezados, de las columnas, pertenecientes a los casilleros que contienen **x**, que son las actividades, que pueden realizarse inmediatamente después, de la actividad de la flecha trazada.
3. En la columna de la flecha trazada, se leen los títulos de las filas, pertenecientes a los casilleros que tienen **x**, son las actividades que preceden inmediatamente, a la actividad trazada.
4. Aplicando los criterios de los numerales 2 y 3, se representan gráficamente, tanto las actividades inmediatamente precedentes y las que siguen a la actividad trazada.
5. Para cada flecha trazada, se repiten los numerales 2 y 3, hasta terminar el proceso total.

6. Se numeran los eventos, tratando de mantener la condición, que el número del evento  $i$ , sea menor que el número del evento  $j$ .
7. Concluido el gráfico, es conveniente verificar el cumplimiento de las secuencias.

### **ANOTACIONES, SOBRE EL GRÁFICO DE FLECHAS:**

- Es una representación, completa, de un proceso productivo, que muestra todas sus actividades, indicando, el orden de ejecución.
- Es el equivalente más claro, de la matriz de secuencias.
- Numerados los eventos o nudos, las actividades pueden identificarse mediante el par de números, correspondientes a los eventos de iniciación y terminación.
- El gráfico de flechas, de un proyecto, no puede tener, trayectorias cerradas
- Si entre dos eventos, existe solo una trayectoria, con una sola flecha continua y una flecha punteada, en cualquier orden, se puede suprimir la flecha punteada.

### **CONDICIONES VENTAJOSAS DEL GRÁFICO DE FLECHAS**

- Es una base normada, para la planeación de un proceso.
- Muestra el plan, en forma clara.
- Sirve, para comparar planes, alternativos.
- Evita, ignorar actividades, de un proceso.
- Sirve, para fijar responsabilidades.
- Permite aprovechar, la experiencia, de procesos similares.
- Permite, el entrenamiento, del personal, de proyectos de planeación.

### **EJEMPLO**

**( de, “Aplicaciones en Ingeniería, de Métodos de Planeación ,  
Programación y control de Procesos Productivos”, de Melchor Rodríguez  
Caballero, catedrático de U.N.A.M.)**

## **Plan de construcción de una bodega de materiales y herramientas**

### **1.- Actividades principales o de primer orden del proyecto:**

- A Proyecto
- B Trámite
- C Bodega de materiales y herramientas.
- D Nivelación del terreno y replanteo del proyecto
- E1 50% de excavación
- E2 Completar excavación al 100%
- F1 50% de la cimentación
- F2 Completar cimentación al 100%
- G1 50% del relleno
- G2 Completar relleno al 100%
- H1 50% de contrapisos
- H2 Completar contrapisos hasta el 100%
- I1 Construcción del 50% de columnas
- I2 Terminación de construcción de columnas
- J1 50% de construcción y entrega de estructura de acero.
- J2 Completar construcción y entrega de estructura de acero
- K1 Instalación del 50% de estructura de acero
- K2 Terminación de la instalación de la estructura de acero
- L1 50% de construcción de instalaciones eléctricas
- L2 Terminación de construcción de instalaciones eléctricas
- M1 50% de muros de tabiques
- M2 Terminación de muros de tabiques.
- N1 50% de aplanados
- N2 Terminación de aplanados

- O1 50% de techos de lámina
- O2 Terminación de techos de lámina
- P1 50% de puertas y ventanas
- P2 Completar puertas y ventanas
- Q1 50% de instalación de vidrios
- Q2 Completar colocación de vidrios
- R1 50% de pintura
- R2 Terminación de pintura
- S Detalles y limpieza.

Tabla 3 Tabla de Secuencias

Activ. Inmediatas precedentes	Activ. Inmediatas siguientes	
	↓	→
Proyecto		
Tramitación	x	
Bodega mat. y heram.	x	
Limpieza terr. y replant.	x	
50% de excavación		x
100% de excavación		x
50% cimentación		x
100% cimentación		x
50% rellenos		x
100% rellenos		x
50% de pisos		x
100% de pisos		x
50% de columnas		x
100% de columnas		x
50% entreg. estruc. acero		x
Completar construcción y entrega de estructura de acero		x
Instalación del 50% de estructura de acero		x
Terminación de la instalación de la estructura de acero		x
50% de construcción de instalaciones eléctricas		x
Terminación de construcción de instalaciones eléctricas		x
50% de muros de tabiques		x
Terminación de muros de tabiques.		x
50% de aplanados		x
Terminación de aplanados		x
50% de techos de lámina		x
Terminación de techos de lámina		x
50% de puertas y ventanas		x
Completar puertas y ventanas		x
50% de instalación de vidrios		x
Completar colocación de vidrios		x
50% de pintura		x
Terminación de pintura		x
Detalles y limpieza.		x

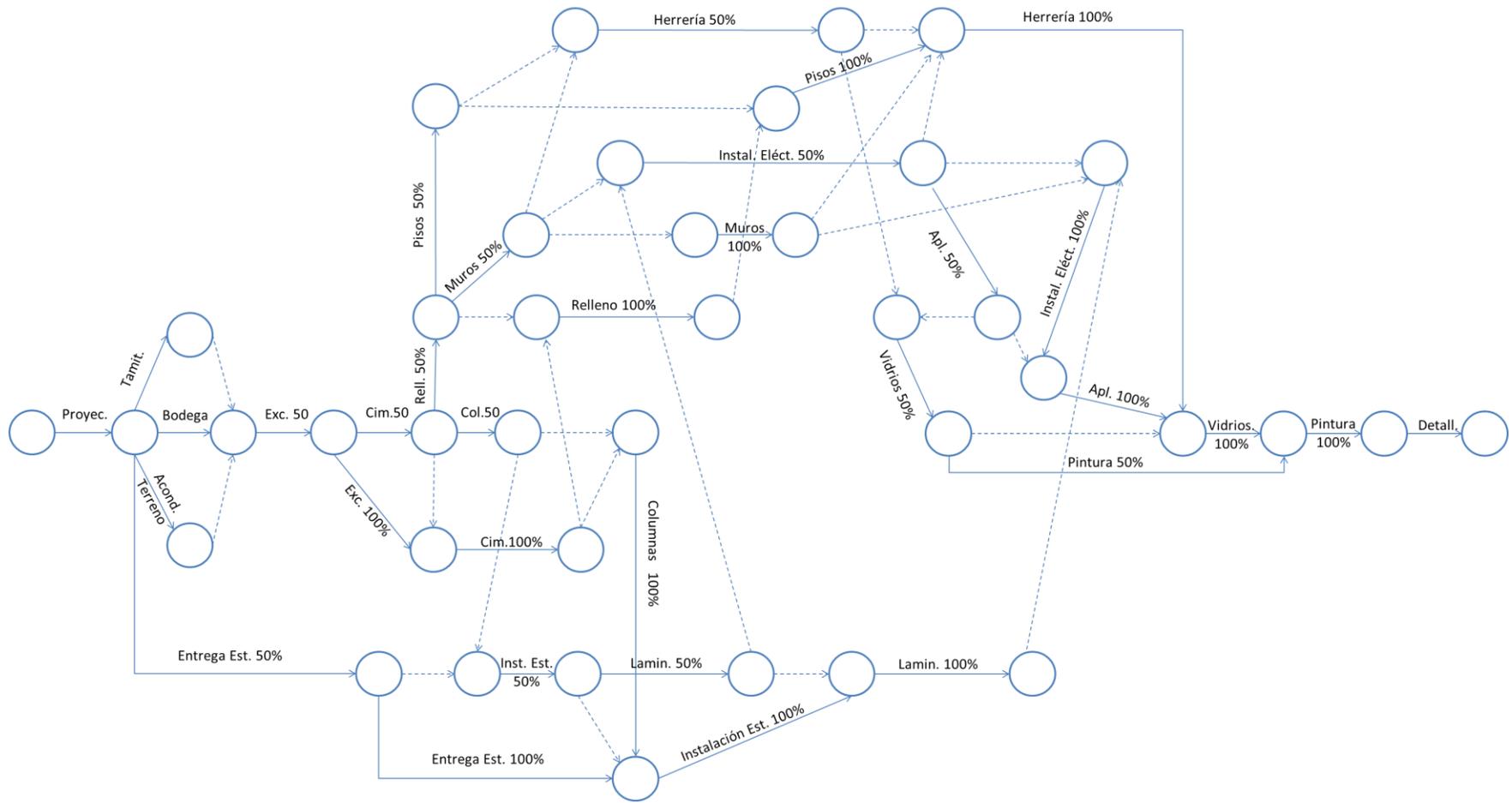


Diagrama 14 Diagrama de Flechas

## **PERT (METODO DE PROGRAMACIÓN)**

El proceso productivo, al cual se desea, aplicar el **PERT**, debe ser planeado, con anterioridad y su **plan** estar representado, por **un gráfico de flechas**.

**DURACIÓN DE UNA ACTIVIDAD.** La duración depende, de los siguientes factores: Cantidad y calidad, de los recursos disponibles. Métodos de ejecución, utilizados. Condiciones, en que se realizan.

Si los tres factores enunciados, se mantienen sin cambios, la duración de la actividad, sería siempre igual. Pero, pueden producirse, otros factores imprevistos, que modifiquen, a los factores nombrados. Por esto, la duración de la actividad, puede ser considerada, una variable aleatoria. La distribución de la probabilidad, de duración de la actividad, depende del grado de control, sobre los factores de ejecución.

### **DETERMINACIÓN, DE LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDADES, DE LA DURACIÓN DE UNA ACTIVIDAD.**

Se puede determinar, por uno, de los dos procedimientos:

- Repetir la actividad, un número de veces suficiente, para hacer un análisis estadístico, de las duraciones observadas.
- Suponer, un tipo de distribución estadística, y hacer estimaciones de los parámetros, de la distribución, mediante criterios, de los especialistas en el proceso.

El primer procedimiento, es confiable, pero no es aplicable, en la práctica, generalmente, se recurre al segundo procedimiento, pero se debe tener, un gran número de distribuciones estadísticas, para elegirse.

Un procedimiento, que se ha generalizado, para determinar, la distribución de probabilidades, de la duración de una actividad, es el siguiente:

- Se supone, que es del tipo beta, la distribución de probabilidades de duración, con los extremos del intervalo: **(a) y (b)**.

- Con el criterio, de personal, experimentado en el proceso, se define, duración optimista **a**, aquella duración, en la cual  $\Pr(d < a) = 0.01$ , si la actividad se repitiera un gran número de veces, **d**, es la duración de la actividad. Igualmente, definiendo: **b**, como duración pesimista, en la cual  $\Pr(d > b) = 0.01$ . Siendo **m**, duración más probable de la actividad. Si se repiten gran número de veces, el resultado más frecuente es **m**.
- Con lo indicado, se puede establecer el tiempo esperado para la ejecución de la actividad, usando la relación:

Ecuación 1 Fórmula 1

$$(1) \quad te = (a + 4m + b) / 6$$

Ecuación 2 Fórmula Desviación Standard

$$(2) \quad \sigma = (b - a) / 6$$

Desviación standard

### **TRAYECTORIA O RUTA CRÍTICA.**

Para elaborar, la ruta crítica o trayectoria crítica, de las actividades que determinan, la duración de todo el proyecto o proceso productivo, se toman en cuenta:

- El gráfico de flechas, elaborado para el proceso.
- Las duraciones escogidas, de las actividades del proceso.

### **TIEMPO DE REALIZACIÓN MÁS PROXIMO Y TIEMPO DE REALIZACIÓN MÁS TARDÍO DE UN EVENTO**

Un nudo o evento, de un gráfico de flechas, puede interpretarse, de las siguientes formas:

- Como un evento de terminación, de todas las actividades que llegan al evento o nudo.

- Como evento de iniciación, de todas las actividades, que parten o salen del evento.

Para facilitar, la comprensión de los cálculos, se da la nomenclatura siguiente:

**$E_i$  = tiempo de realización, más próximo, del evento terminal (i) de la actividad  $i - j$ .**

**$E_j$  = tiempo de realización, más próximo, del evento terminal (j) de la actividad  $i - j$ .**

**$T_{Pij}$  = tiempo de terminación, más próximo, de la actividad  $i - j$ .**

**$L_i$  = tiempo de realización, más tardío, del evento inicial (i), de la actividad  $i - j$ .**

**$L_{Lij}$  = tiempo de iniciación más lejano, de la actividad  $i - j$ .**

**$T_{eij}$  = duración seleccionada, de la actividad  $i - j$ .**

**$L_j$  = tiempo de realización, más tardío, del evento terminal (j), de la actividad  $i - j$ .**

Evidentemente, se puede asumir:

Ecuación 3 Fórmula 3

$$(3) \quad T_{Pij} = E_i + t_{eij}$$

$E_j$  = máximo de los valores  $T_{Pij}$  de las actividades que terminan en el nudo  $j$ .

Ecuación 4 Fórmula 4

$$(4) \quad L_{Lij} = L_j - t_{eij}$$

$L_i$  = mínimo de los valores  $L_{Lij}$ , de las actividades, que se inician en el nudo  $i$ .

Conviene destacar, que para el primer evento del proceso,  $E_1 = L_1$ , generalmente  $E_1 = 0$ , para el último evento  $E_n = L_n$ .

El cálculo de  $E_j$  y  $L_i$ , puede realizarse, mediante la elaboración de cuadros, o en el mismo gráfico de flechas.

Lo indicado, se puede mostrar, con el siguiente ejemplo:

Tabla 4 Tiempos de Ocurrencia

Actividad		tiempo optimista	tiempo pesimista	tiempo probable	tiempo esperado	$\sigma$	$\sigma^2$
A	0-1	3	9	7	6.7	1	1
B	1-2	5	12	8	8.2	1.17	1.37
C	1-3	4	15	8	8.5	1.83	3.35
D	2-4	2	4	3	3	0.33	0.11
F	2-6	9	12	11	10.8	0,50	0.25
I	3-8	12	18	14	14.3	1	1
E	4-5	6	12	7	7.7	1	1
G	6-7	2	5	3	3.2	0.5	0.25
J	8-9	11	16	13	13.2	0.83	0.69
H	7-9	4	9	6	6.2	0.83	0.69
K	9-10	2	5	3	3.2	0.5	0.25
Fcia	5-7	0	0	0	0	0	0

La tabla muestra el cálculo de: tiempos esperados para cada una de las actividades del proceso. En las dos últimas columnas están la desviación estándar y la varianza.

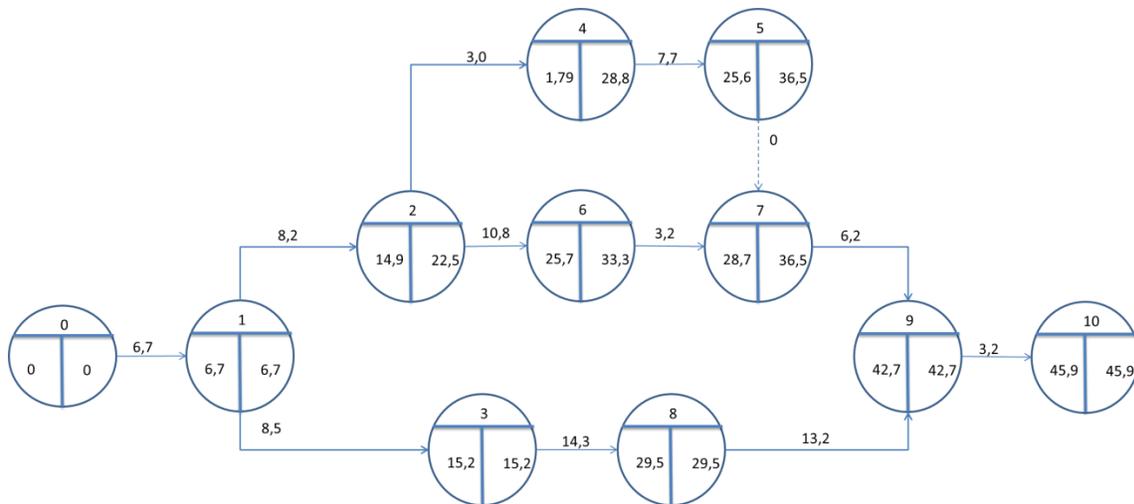


Gráfico 1 de Flechas

En la parte superior de las flechas, consta el tiempo esperado, para la actividad. En el gráfico de flechas, se acostumbra presentar los resultados, de todos los nudos, que constan en las tablas anteriores, usando la siguiente simbología:

$N$  es el número asignado, a cada nudo ( $N=(i \text{ o } j)$ )

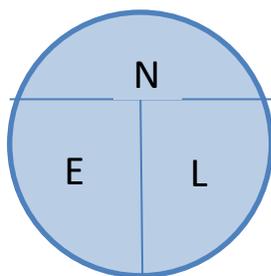
Evento (i)	Actividades que terminan en (j)	E1	teij	Tpij	Ej
0	-				-
1	0-1	0	6.7	6.7	6.7
2	1-2	6.7	8.2	14.9	14.9
3	1-3	6.7	8.5	15.2	15.2
4	2-4	14.9	3	17.9	17.9
5	4-5	17.9	7.7	25.6	25.6
6	2-6	14.9	10.8	25.7	25.7
7	5-7	25.6	0	25.6	28.9
	6-7	25.7	3.2	28.9	
8	3-8	15.2	14.3	29.5	29.5
9	7-9	28.9	6.2	35.1	42.7
	8-9	29.5	13.2	42.7	
10	9-10	42.7	3.2	45.9	45.9

Los cuadros que siguen, tienen los resultados, de aplicación de las fórmulas 3 y 4, para determinar tiempos de ocurrencia, más próximos y más tardíos de cada evento o nudo.

Evento (i)	Actividades que se inician en (j)	Lj	te ij	LIj	Lj2
10	-			-	-45.9
9	9-10	45.9	3.2	42.7	42.7
8	8-9	42.7	13.2	29.5	29.5
7	7-9	42.7	6.2	36.5	36.5
6	6-7	36.5	3.2	33.3	33.3
5	5-7	36.5	0	36.5	36.5
4	4-5	36.5	7.7	28.8	28.8
3	3-8	29.5	14.3	15.2	15.2
2	2-4	28.8	3	25.8	
	2-6	33.3	10.8	22.5	22.5
1	1-2	22.5	8.2	14.3	
	1-3	15.2	8.5	6.7	6.7
0	0-1	6.7	6.7	0	0

Tabla 5 Tiempos de Ocurrencia calculados con fórmulas

Usualmente, se presenta en el gráfico de flechas, los resultados obtenidos en las tablas anteriores, con la siguiente simbología, adaptada a cada uno de los nudos



N = número asignado al nudo

(N= i ó j)

## HOLGURA, O TIEMPO FLOTANTE, DE UNA ACTIVIDAD

Los tiempos de un proceso productivo:

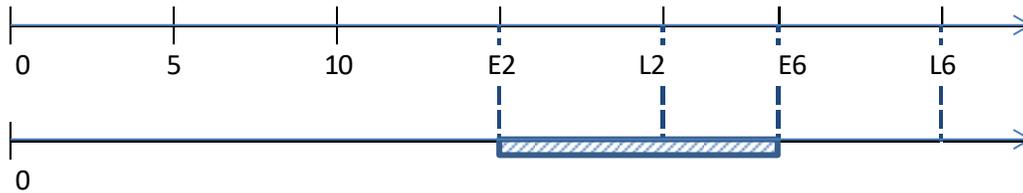
$E_i$  = tiempo de ocurrencia más próximo, del evento terminal (**i**),  
de la actividad **i – j**.

$L_i$  = tiempo de ocurrencia más tardío, del evento terminal (**i**)  
de la actividad **i – j**

$E_j$  = tiempo de ocurrencia más próximo, del evento terminal (**j**).  
de la actividad **i – j**

$L_j$  = tiempo de ocurrencia más tardío, del evento terminal (**j**),  
De la actividad **i – j**

Se pueden representar, en un eje de tiempo para los eventos (2) Y (6) del ejemplo anterior.



Si la actividad **2-6**, se iniciaría en instante **E2**, la actividad terminaría después del tiempo  $E2 + t_{e\ 2-6}$ , es decir  $14,9+10,8 = 25.7$ .

Se pueden tener, tener las siguientes relaciones:

a)  $E_j = E_i + t_{e\ i-j}$       b)  $L_j = E_i + t_{e\ i-j}$

## HOLGURA TOTAL

La holgura total, de la actividad  $i-j$  está dada por la diferencia:

$$(5) \quad HT_{ij} = L_j - (E_i + te_i)$$

En el ejemplo, se nota, que si la terminación de la actividad **2-6** se retrasa hasta el límite **L6 = 33,3**, no se afecta la duración del proceso.

Pero, queda claro, que al retrasar, la terminación de la actividad **2-6** hasta **L6**, se retrasa el tiempo **E6** hasta **L6**, y entonces se retrasan los tiempos **E**, para los eventos subsecuentes a **(6)** y se alteran las holguras de las actividades subsecuentes a la actividad **2-6**.

De lo anterior, se concluye:

La holgura total de cualquier actividad, es el mayor tiempo, que puede retrasarse, la terminación de la actividad, sin retrasar la terminación del proceso.

## HOLGURA LIBRE

Holgura libre de la actividad  $i-j$ , es la diferencia:

$$(6) \quad HL_{i-j} = E_j - (E_i + te_{i-j})$$

Tomando del ejemplo:

$$HL_{2-6} = E_6 - (E_2 + te_{2-6}) \quad HL_{2-6} = 25,7 - (14,9 + 10,8) = 0$$

Sabiendo que **E<sub>j</sub>** es el mayor tiempo de terminación, de las actividades que concurren a **j**, se puede notar, que si la terminación de la actividad **i-j** se retrasa hasta **E<sub>j</sub>**, no se afectan los tiempos **E**, de las actividades subsecuentes, ni la duración del proceso.

**Holgura libre de una actividad, es el mayor tiempo, que puede retrasarse la terminación de la actividad, sin afectar las holguras de las otras actividades del proceso.**

## HOLGURA INDEPENDIENTE

Holgura independiente de una actividad i-j, es la diferencia:

$$(7) \quad HI_{i-j} = E_j - (L_i + t_{e\ i-j})$$

En el ejemplo:

$$HI_{2-6} = E_6 - (L_2 + t_{2-6}) \quad HI_{2-6} = 25,7 - (22,5 + 10,8) = -7,6$$

La holgura independiente, indica el tiempo que puede retrasarse la actividad i-j.

Cuando se retrasa la terminación, de las actividades que llegan a **(i)**, el máximo retraso debe llegar a **L<sub>i</sub>**, para no retrasar la terminación del proceso, para iniciar las actividades que salen de **j**, lo más pronto posible en, **E<sub>j</sub>**.

Si la holgura independiente resulta negativa, el significado de este resultado es:

Si se retrasa la ocurrencia de evento **2**, a **L<sub>2</sub> = 22,5**, entonces necesariamente **E<sub>6</sub> = 25,7**, debe retrasarse a **25,7 + 7,6 = 33,3**

## TRAYECTORIA CRÍTICA, PARA UN PROCESO PRODUCTIVO O PROYECTO

Cumplido el proceso de cálculo indicado, es posible determinar las actividades críticas, que son aquellas con holguras totales, nulas.

Trayectoria crítica, ruta crítica o camino crítico, es el conjunto formado por las actividades críticas del proceso.

A los eventos, o nudos de iniciación o terminación de las actividades críticas, se le llama eventos críticos.

## CRITERIOS SOBRE LA TRAYECTORIA CRÍTICA

- Seleccionadas, las duraciones de las actividades de un proceso productivo, la duración del proceso, será dado por la suma de las

duraciones, de las actividades críticas existentes, entre el evento inicial y el evento final del proceso.

- Seleccionadas diferentes duraciones, para las actividades de un proceso, las actividades críticas, pueden generar varias trayectorias , que parten del evento inicial, para llegar al evento final del proceso.
- Si la terminación, de una actividad crítica se retrasa, en un tiempo t, la terminación del proceso se retrasará el mismo tiempo t. Una trayectoria crítica, se comporta, como un proceso productivo en serie.
- La misma duración, de un proceso productivo, puede lograrse con infinidad de diferentes selecciones, de las duraciones de las actividades del proceso. Es necesario seleccionarse, las duraciones, tomando en cuenta, criterios, que se enunciarán posteriormente.

### ELABORACIÓN DE LA TABLA DE TIEMPOS.

Establecidos: las duraciones de las actividades del proceso, los tiempos E y L de cada evento, se pueden calcular en forma tabular, las holguras de cada actividad, generando la tabla de tiempos.

Tabla de tiempos, del ejemplo:

Tabla 6 Tabla de Tiempos

ACTIVIDADES		te i-j	Ei	Li	Ej	Lj	HT i-j	HL i-j	HI i-j	(HT i-j)/ (te i-j2)
Descrp	i-j									
A	0-1	6,7	0	0	6,7	6,7	0	0	0	0
B	01-feb	9,2	6,7	6,7	14,9	22,5	7,6	0	0	0,927
C	01-mar	8,5	6,7	6,7	15,2	15,2	0	0	0	0
D	02-abr	3,0	14,9	22,5	17,9	28,8	10,9	0	-7,6	3,633
F	02-jun	10,8	14,9	22,5	25,7	33,3	7,6	0	-7,6	0,704
I	03-jun	14,3	15,2	15,2	29,5	29,5	0	0	0	0
E	04-may	7,7	17,9	28,8	25,6	36,5	10,9	0	-10,9	1,416
G	06-jul	32	25,7	33,3	28,9	36,5	7,6	0	-7,6	2,375
J	08-sep	13,2	29,5	29,5	42,7	42,7	0	0	0	0
H	07-sep	6,2	28,9	36,5	35,1	42,7	7,6	7,6	0	1,226
K	09-oct	3,2	42,7	42,7	45,9	45,9	0	0	0	0
Fict.	05-jul	0	25,6	36,5	28,9	36,5	10,9	3,3	-7,6	-

De la tabla de tiempos, se establece, que el camino crítico del proceso, viene dado por las actividades: 0-1, 1-3 , 3 -8 , 8 -9 , 9 -10

## ELABORACIÓN DEL DIAGRAMA DE BARRAS A PARTIR DE LA TABLA DE TIEMPOS.

La programación descrita, se visualiza más objetivamente, si es trasladada a un diagrama de barras, para lo cual se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Se debe suponer, que todas las actividades del proceso, se inician, lo más cerca del evento inicial del proceso.
- La escala de tiempos, corresponde a una escala de días hábiles de trabajo, que puede ser convertida en una escala de días calendario, cuando ha sido fijada la fecha de iniciación del proceso.
- El diagrama de barras, se puede tomar como un posible calendario de trabajos, para el proceso considerado.

### DIAGRAMA DE BARRAS

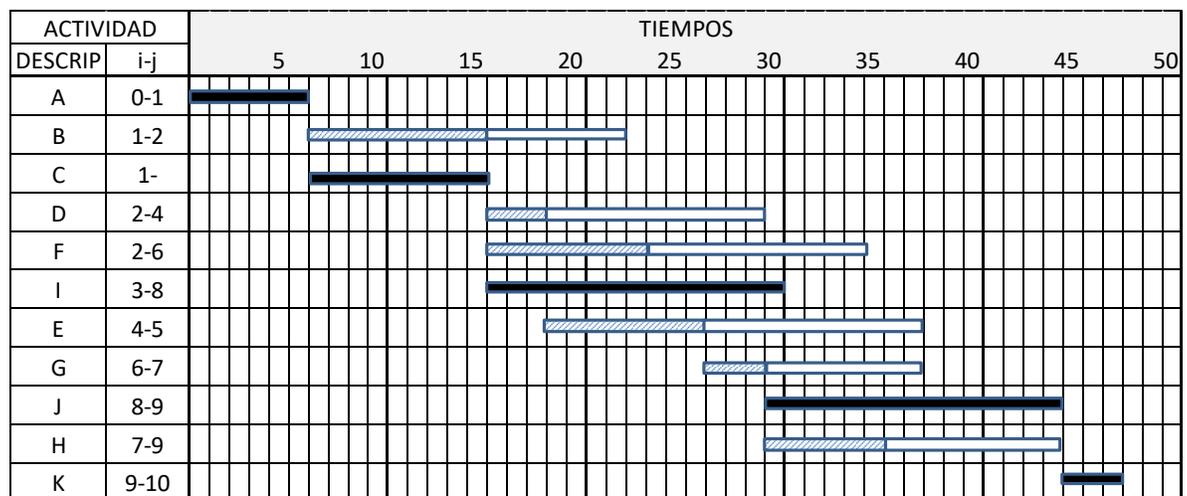


Diagrama 15 Diagrama de Barras

## PROBABILIDAD DE CUMPLIMIENTO DEL PROYECTO, O PROCESO PRODUCTIVO.

Cumplido el análisis, tomando en cuenta los criterios propuestos, se puede garantizar en un 50% la probabilidad, del cumplimiento del proceso.

Si se varía, el tiempo de cumplimiento de todo el proceso, sin tener un cuidadoso análisis, de las actividades del proceso, se puede estimar, la probabilidad del cumplimiento, aplicando la siguiente fórmula

$$(8) \quad Z = (T_s - T_E) / V$$

Z = parámetro de entrada, a tablas de distribución normal.

T<sub>s</sub> = tiempo deseado, para cumplimiento del proceso.

T<sub>E</sub> = tiempo esperado y calculado, para la ejecución del proceso..

= varianza calculada, para cada actividad.

Para el ejemplo:

$$T_s = 40$$

T<sub>E</sub> = 45,9 (valor determinado, bajo las condiciones antes analizadas)

$$\sigma^2 = 9,96 \text{ (de la tabla del literal D.1)}$$

De las tablas de distribución normal, el valor de Z calculado, corresponde a la probabilidad: Pr = 3,07%

Por otro lado, se adopta para T<sub>s</sub> un valor de 50.

$$Z = (50 - 45.9) / \sqrt{9,96} = 1,30$$

La probabilidad de cumplimiento, aumenta a Pr = 90,32 %

### **DURACIÓN, COSTO DIRECTO Y RECURSOS NECESARIOS, PARA REALIZAR UNA ACTIVIDAD.**

Los tres factores: duración, costo directo y recursos necesarios, para la ejecución de una actividad, están muy relacionados entre sí,

Se puede analizar, la variación, del costo directo y recursos requeridos, con la reducción, o ampliación, del tiempo de duración de la actividad.

Es conveniente, estimar, la incidencia de la variación, del tiempo de duración, de la actividad, en el costo de la misma.

Con el fin de visualizar, normas, que nos permitan, tomar decisiones acertadas, en relación, con la disminución del tiempo de duración, de las actividades, podemos anotar, los siguientes casos:

### **ACTIVIDADES, SIN LIMITACIÓN DE PERSONAL Y EQUIPO, CON LIMITACIÓN DE ESPACIO.**

Se consideran, uno o varios, grupos de personal, con el respectivo equipo de trabajo, para realizar una actividad.

Pueden emplearse, un grupo, o varios grupos, simultáneamente.

El número de grupos, tendrá un número máximo, de acuerdo al espacio disponible para la realización de la actividad.

El objetivo, es conseguir un gráfico de costos, en función del tiempo.

Utilizando la siguiente nomenclatura:

T = duración de la actividad en: horas-grupo, días-grupo, etc.

N = número de grupos.

d = duración de la actividad, trabajando N grupos

R = rendimiento, de N grupos, que trabaja, al mismo tiempo

C = costo de la actividad, cuando trabajan, N grupos

c = costo, por hora de trabajo, de cada grupo

Tenemos:             $d = T/NR$                      $C = N.c.d$

Estas ecuaciones, se aplican, para cada alternativa, analizada

### Ejemplo

Tomamos una actividad, para la cual, tenemos:

$$T = 100 \text{ (horas)} \quad c = 1.200 \text{ (\$/hora)}$$

Podemos tener, el rendimiento (R), de las siguientes alternativas:

- 1)  $N = 1$   $R = 1$ , 2)  $N = 2$   $R = 1$ , 3)  $N = 3$   $R = 0,95$ , 4)  $N = 4$   $R = 0,9$ ,  
5)  $N = 5$   $R = 0,85$

Aplicando las relaciones, antes indicadas:

- |  |   |
|--|---|
| 1) $d = 100/1 \times 1 = 100$ (horas)  | $C = 1 \times 1.200 \times 100 = \$ 120.000$  |
| 2) $d = 100/2 \times 1 = 50$ (horas)   | $C = 2 \times 1.200 \times 50 = \$ 120.000$   |
| 3) $d = 100/3 \times 0,95 = 35,09$ (h) | $C = 3 \times 1.200 \times 35,09 = \$126.324$ |
| 4) $d = 100/4 \times 0,9 = 27,78$ (h)  | $C = 4 \times 1.200 \times 27,78 = \$133.348$ |
| 5) $d = 100/5 \times 0,85 = 23,53$ (h) | $C = 5 \times 1.200 \times 23,53 = \$141.180$ |

Con los resultados obtenidos, podemos trazar, un sistema de coordenadas, tomando en las abscisas, los tiempos y en las ordenadas, los costos.

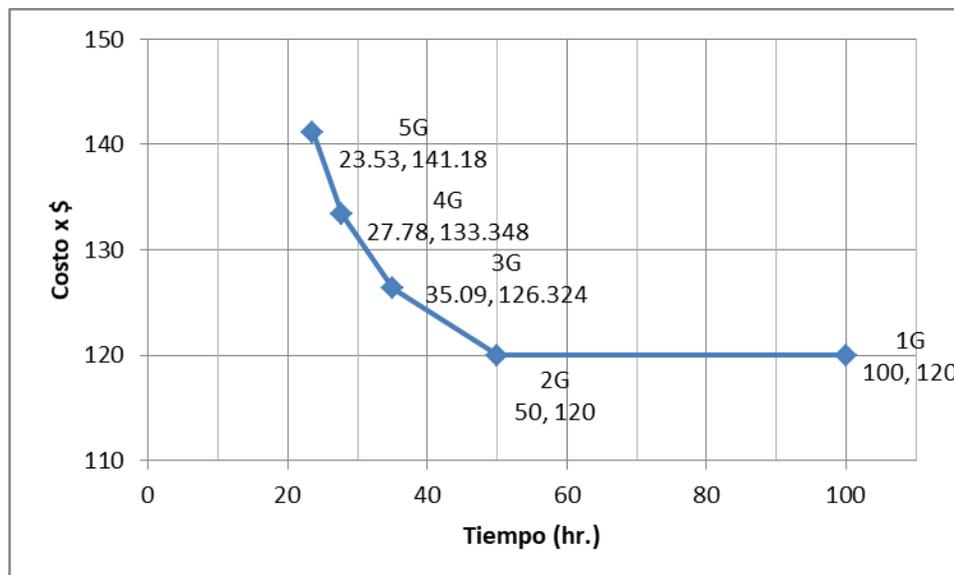


Gráfico 2 Gráfico de Costos con actividades sin limitación del personal y equipo limitación de espacio.

- **ACTIVIDADES, CUYA EJECUCIÓN, TIENE LIMITACIONES D E PERSONAL Y EQUIPO DE TRABAJO.**

En el caso, de estas actividades, si se desea, acortar la duración de su ejecución, se hará mediante, el trabajo en sobretiempos (horas extras). Considerando que, en función del aumento, de las horas de trabajo, el rendimiento disminuirá.

Si tenemos:

T = tiempo de realización de la actividad, con trabajo normal

tn = número de horas diarias, de trabajo normal ( 8 horas)

te = horas extras de trabajo diario

R = rendimiento del equipo, en función del número de horas del trabajo diario.

tF = número real, de horas diarias de trabajo.

DF = número de días de trabajo efectivo, requeridos

Dc = número de días completos, de trabajo, horario normal y extra.

tc = número de horas extras, para realizar la actividad

tr = número total de horas reales diarias, pagadas

C = costo total de la actividad

cn = costo de la hora de trabajo normal

ce = costo de la hora de trabajo extra

Del análisis, se puede determinar:

$$tF = (t_f + t_e) R \quad DF = T/tF \quad Dc = \text{número entero de DF}$$

$$tc = T - Dc \cdot F \quad C = (t_n \cdot c_n + t_e \cdot c_e) Dc + t_c \cdot c_n$$

Cuando, el número de horas extras, es mayor, que el número, de horas diarias de trabajo normal (  $t_c > t_n$ ), tendremos:

$$C = (t_n \cdot c_n + t_e \cdot c_e) Dc + t_n \cdot c_n + (tR - t_n) c_e$$

Ejemplo:

Si tenemos:  $T = 112$  horas,  $t_n = 8$  horas,  $t_e = 2$  horas,  $R = 0,9$

$$C_n = \$ 350,00 \quad C_e = \$ 525,00$$

Resolviendo:  $t_F = (8 + 2) 0,9 = 9$  hrs  $DF = 112 \text{ horas} / 9 \text{ hrs/día} = 12,44$  días

$$D_c = 12 \text{ días} \quad t_c = 112 - 12 \times 9 = 112 - 108 = 4 \text{ horas}$$

$$C = (8 \times 350 + 2 \times 525) \times 12 + 4 \times 350 = \$ 47.600$$

El análisis, puede realizarse, para diferentes, números de, horas extras, y con los diferentes valores, de DF, se puede realizar un gráfico.

### **ACTIVIDADES CON LIMITACIÓN, DE NÚMERO DE EQUIPOS, PERO SIN LIMITACIÓN DE PERSONAL.**

Para aprovechar, eficientemente, el equipo disponible, se pueden establecer, dos o tres turnos con el personal.

Si tenemos:  $T =$  duración normal, de la actividad

$t_n =$  número normal, de horas de trabajo

$R =$  factor de rendimiento

$t_{FTi} =$  número de horas, de trabajo efectivo, por turno

$t_f =$  número de horas, de trabajo efectivo por día

$DF =$  número de días, de trabajo efectivo, requeridos

$D_c =$  núm. de días compl. de trabajo, considerando, todos los turnos

$t_c =$  número de horas extras para cubrir la actividad

$t_{c1} =$  número de horas, que exceden, al primer turno



Un turno	dos turnos	tres turnos
$R1 = 1$	$R2 = 0,95$	$R3 = 0,90$
$C1 = \$ 1000$	$C2 = \$ 1500$	$C3 = \$ 2000$

Trabajando un turno:

$$t_{FT1} = 8 \text{ (h)} \times 1 = 8 \text{ (h)} \quad t_F = 8 \text{ (h/día)}$$

$$DF = 150 \text{ (h)} / 8 \text{ (h/día)} = 18,75 \text{ (días)} \quad D_c = 18 \text{ (días)}$$

$$t_c = 150 - 18 \times 8 = 6 \text{ (horas)} \quad t_c < t_{FT1}$$

$$C = 18,75 \times 1000 = \$ 18750$$

Trabajando dos turnos:

$$t_{FT2} = 8 \text{ (h)} \times 0,95 = 7,6 \text{ (horas)}$$

$$t_f = 8 \text{ (h)} \text{ (1er. Turno)} + 7,6 \text{ (h)} \text{ (2do. turno)} = 15,6 \text{ (h)}$$

$$DF = 150 \text{ (h)} / 15,6 \text{ (h/d)} = 9,62 \text{ (días)}$$

$$D_c = 9 \text{ (días)} \quad t_c = 150 - (9 \times 15,6) = 9,6 \text{ (horas)}$$

$$T_c > t_{FT1} \quad t_{c1} = 9,6 \text{ (h)} - 8 \text{ (h)} = 1,6 \text{ (h)}$$

$$C = 9 (1000 + 1500) + 1000 + 1,6(1500/7,6)$$

$$C = \$ 23.815,80 \quad (9,62 \text{ (días)}, \$ 23.815,80)$$

Trabajando tres turnos:

$$t_{FT3} = 8 \text{ (h)} \times 0,90 = 7,2 \text{ (h)}$$

$$t_F = 8 \text{ (h)} \text{ (1er. turno)} + 7,6 \text{ (h)} \text{ (2do. turno)} + 7,2 \text{ (h)} \text{ (3er. turno)} = 22,8 \text{ (h)}$$

$$DF = 150 \text{ (h)} / 22,8 \text{ (h/día)} = 6,6 \text{ (días)} \quad D_c = 6 \text{ (días)}$$

$$t_c = 150 - (6 \times 22,8) = 13,2 \text{ (h)}$$

$$t_c > t_{FT1} \quad \text{pero} \quad t_c < (t_{FT1} + t_{FT2})$$

$$tc1 = 13,2 - 8 = 5,2 \text{ (h)}$$

$$C = 6(1000 + 1500 + 2000) + 1000 + 5,2(1500/7,6) = \$ 29.026,30$$

$$6,6 \text{ (días)}, \quad \$ 29.026,30$$

Con los resultados obtenidos, se puede trazar, un gráfico (abscisas = tiempos y ordenadas = costos)



Gráfico 3 Gráfico de Costos con limitación de número de equipos sin limitación de personal

### GRAFICO DE COSTOS

Los gráficos obtenidos.

Formados, por puntos independientes, debido, a que las formas de ejecutar, una actividad, son limitadas, se denominan: “gráficos discretos de costos” y los puntos, que conforman estos gráficos, se denominan: “puntos característicos”

Si una actividad, tiene la posibilidad de realizarse en infinito número de formas, su representación gráfica será una curva continua.

Las aproximaciones del gráfico de costos, puede representarse por: una recta, varias rectas, o por una curva, a las cuales, pertenecen los puntos representativos, de coordenadas, tiempo (abscisa) y costo (ordenada)

### **COSTO, DE LA REDUCCIÓN, DEL TIEMPO DE EJECUCIÓN, DE UNA ACTIVIDAD.**

En el caso, que el gráfico tiempo – costo de una actividad, es un polígono convexo, aproximado a una recta, para reducir el tiempo de ejecución de la actividad, el costo de tal reducción será:

Para un intervalo  $Q = (CL - CN) / (tN - tN)$  En (\$ / unid. Tiempo)

Para dos intervalos  $Q1 = (C1 - CN) / (tN - t1)$

$Q2 = (CL - C1) / (t1 - tL)$

$Q1$  = gasto necesario, para reducir, la ejecución de la actividad, de  $tN$  a  $t1$

$Q2$  = gasto necesario, para reducir, la ejecución de la actividad, de  $t1$  a  $tL$

En caso de aproximaciones de varios intervalos, se calcularán tantos gastos como aproximaciones existan

Determinado el tiempo de duración, de un proyecto o proceso productivo y si es necesario reducir este tiempo, se debe tomar en cuenta, que son las actividades críticas, las que imponen la duración del proyecto. Se hará necesario estudiar los costos de reducción de estas actividades, escogiendo aquellas que produzcan los menores gastos adicionales.

## RECURSOS NECESARIOS PARA LA REALIZACIÓN DE UNA ACTIVIDAD.

Dependen de varios factores, de los cuales se pueden destacar, los siguientes:

- Métodos o sistemas de ejecución de la actividad, que se puedan utilizar, con la disponibilidad de personal idóneo, tecnología, equipo, materiales, tiempo disponible.
- Duración de la realización, de la actividad.
- Unidades de medida de la actividad.
- Disponibilidad de los materiales necesarios, para cada unidad de la actividad.
- Disponibilidad de espacio, equipo, servicios y combustibles por cada grupo de trabajo.
- Disponibilidad de recursos económicos, para salarios del personal de trabajadores y personal técnico y administrativo.
- Producción de unidades de actividad, por tiempo unitario.
- Disponibilidad de recursos económicos, para gastos extras e imprevistos.

Determinados los factores que intervienen, en las necesidades de recursos, se puede estimar, el flujo de volúmenes de los mismos.

El flujo necesario de un recurso, estaría dado por la cantidad total del recurso dividido por la duración de ejecución de la actividad.

$$fR1 = CTR1/DA \quad fR1 = \text{flujo del recurso 1} \quad CTR1 = \text{cantidad total de R1}$$

$$DA = \text{duración de la actividad}$$

El flujo necesario de un recurso, se puede calcular para diferentes duraciones de la actividad y con esos datos, se puede elaborar el cuadro respectivo y un gráfico de coordenadas, abscisas = tiempos, ordenadas = flujos

Tabla 7 Recursos necesarios para realizar una actividad

Duración	t (normal)		t1		t2		t3		t (límite)	
	Cant.	Int.	Cant.	Int.	Cant.	Int.	Cant.	Int.	Cant.	Int.
Material (1)										
Material (2)										
Material (3)										
Equipo Trabajo										
Equipo Mecánico										
Capital										
etc.										
etc.										

## ANEXOS

### Listado de Diagramas

Diagrama 1 Plan de Desarrollo.....	6
Diagrama 2 Desarrollo del Proyecto .....	12
Diagrama 3 Ejemplo de Diagrama de Gantt para un Proyecto .....	21
Diagrama 4 Símbolos Gráficos en Diagrama de Flechas .....	32
Diagrama 5 Ejemplo de Representación Gráfica de un Plan.....	33
Diagrama 6 Representación fuente de una red y resumidero de una red. ....	33
Diagrama 7 Representación dirección de una actividad.....	34
Diagrama 8 Representación actividades que inician al mismo tiempo .....	34
Diagrama 9 Representación terminación simultánea.....	35
Diagrama 10 Representación de actividades que inician con la terminación de otras. ....	35
Diagrama 11 Empleo de actividad ficticia i-j. ....	36
Diagrama 12 Representación de actividades ficticias que pueden iniciarse al mismo tiempo y terminarse antes del inicio de una o mas actividades. ....	36
Diagrama 13 Representación actividad ficticia en actividades que preceden a otras.....	37
Diagrama 14 Diagrama de Flechas.....	42
Diagrama 15 Diagrama de Barras.....	52

### Listado de Gráficos

Gráfico 1 de Flechas .....	46
Gráfico 2 Gráfico de Costos con actividades sin limitación del personal y equipo limitación de espacio. ....	55
Gráfico 3 Gráfico de Costos con limitación de número de equipos sin limitación de personal .....	60

### Listado de Tablas

Tabla 1 Actividades del Proceso.....	29
Tabla 2 Secuencia de Actividades para Reparación de automóvil.....	30
Tabla 3 Tabla de Secuencias.....	41
Tabla 4 Tiempos de Ocurrencia.....	46
Tabla 5 Tiempos de Ocurrencia calculados con fórmulas.....	47
Tabla 6 Tabla de Tiempos.....	51
Tabla 7 Recursos necesarios para realizar una actividad.....	63

