

PROGRAMACIÓN Y GESTIÓN DE UNA OBRA CON EL SISTEMA DE REDES MERCyT.

Pinedo Iglesias, Eduardo M.
pinedo@udc.es
Universidade da Coruña

Resumen:

Este documento de trabajo hace público el método desarrollado en la línea de investigación Ogma para la aplicación de Programación por Sistema de Redes (PSR) como un primer paso hacia Redes en Gestión de procesos productivos utilizando estimaciones borrosas.

Se aplica a la programación y gestión de los procesos constructivos, y con ello se da el primer paso hacia formulaciones que, operando sobre bases de datos para las estimaciones relacionales de calidad-precio, nos permitan aprovechar las prestaciones que nos pueden ofrecer las nuevas tecnologías de la información para llegar a una programación que controla con gran precisión la relación coste-tiempo.

Palabras clave: Programación, gestión y control de proyectos y Procesos Constructivos.

1.- INTRODUCCIÓN.

Al hilo de los continuos avances en las tecnologías de la información, debemos reflexionar si es suficiente con utilizarlas para mejorar los métodos que empleamos en la gestión o empezar de nuevo revisando las bases sobre las que se trabaja desde siempre.

Como resultado de esa reflexión, personalmente he llegado a la conclusión de que debería estudiar si habría una vía que llevase a un método que resuelva las dificultades que encontramos en la programación temporal de los procesos constructivos con los métodos clásicos.

Preguntarnos, ¿podríamos planteamos formas de gestionar las obras basándonos en las nuevas tecnologías de la información en vez de mejorar nuestros métodos por aplicación sobre ellos de los avances en la informática?, es decir, ¿conviene revisar los modelos clásicos con los que venimos trabajando desde siempre?

Si bien debo decir que empecé a estudiar esta posibilidad hacia 1987, he de reconocer que las bases de los actuales desarrollos no empiezan a tomar forma hasta 1992 y que es hacia 1995 cuando decido dedicarle tiempo pues veo que la vía que seguía tenía un fundamento lógico que se podía implementar en las nuevas tecnologías.

Utilizando como base los avances que había logrado, desde hace dos años funciona en la Universidade da Coruña una investigación (el Proyecto I+D “Ogma”) que contiene dos líneas de desarrollo e innovación tecnológica y que se definen por sendos objetivos:

BERCyP[®] para mejorar el formato del Proyecto Técnico del Inmueble.

MERCyT[®] para dar forma al Proyecto de Ejecución de Obra.

Empecemos por recordar que las bases sobre las que se realiza la programación temporal son anteriores al desarrollo de la informática (PERT hacia 1957 y Roy hacia 1961) y que con la utilización de las computadoras solamente se ha buscado mejorar la capacidad, la potencia de cálculo, ser más rápidos,...

Estos dos métodos, y los que evolucionan a partir del método Roy, consideran que las actividades en las que se divide un proceso productivo constituyen un Álgebra booleana; un Grafo con la restricción de que es orientado y conexo.

$$G_a = \left\{ \begin{pmatrix} a_1, a_2, \dots, a_i, \dots, a_n \end{pmatrix} \right. \\ \left. \begin{pmatrix} a_1 a_x, \dots, a_i a_j, \dots, a_n a_m \end{pmatrix} \right\}$$

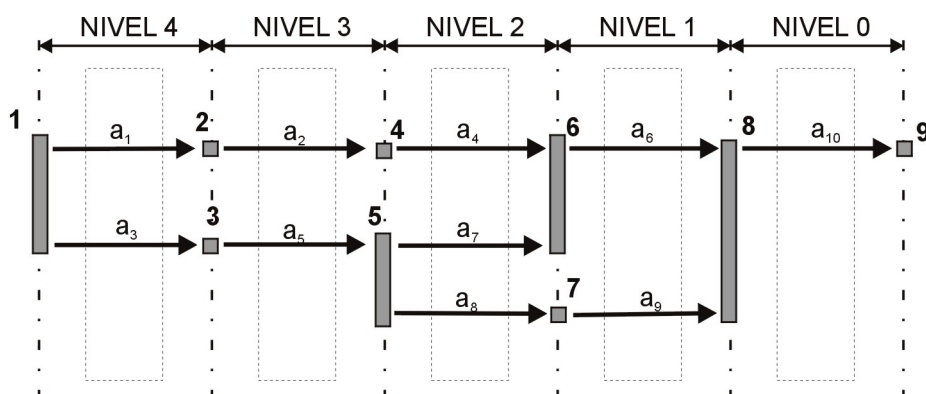
Uno de los métodos, el PERT, consideraba que los arcos del grafo son las actividades y los vértices son las relaciones. El método Roy, y los que le siguen, optan por la otra opción posible, los

arcos son las relaciones y los vértices las actividades. Es evidente que solamente hay estas dos posibilidades.

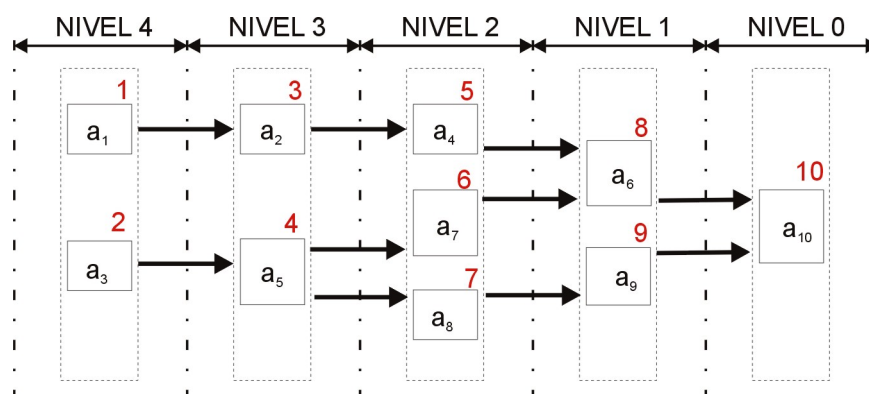
Veamos ambas representaciones para un grafo de diez nodos. Primero lo ordenamos con la matriz asociada

	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅	a ₆	a ₇	a ₈	a ₉	a ₁₀	V ₀	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄
a ₁		1									1	1	1	1	0
a ₂				1							1	1	1	0	-
a ₃					1						1	1	1	1	0
a ₄						1					1	1	0	-	-
a ₅							1	1			2	2	2	0	-
a ₆										1	1	0	-	-	-
a ₇							1				1	1	0	-	-
a ₈									1		1	1	0	-	-
a ₉										1	1	0	-	-	-
a ₁₀											0	-	-	-	-
											a ₁₀	a ₆ a ₉	a ₄ a ₇ a ₈	a ₂ a ₅	a ₁ a ₃

Según el criterio en el que se basa el PERT y representándolo según un formato personal que permite ver sus diferencias y parecidos con el Roy:



El otro criterio, el utilizado por el Roy, nos da esta representación:



Con estos dos criterios quedan agotadas las posibilidades (arcos-vértices ó vértices-arcos) y vemos que solamente tiene sentido ir al desarrollo de modelos de gestión que se basen en dar

tratamiento de vértice al nodo de información (en nuestro caso la actividad) y la relaciones representarlas por arcos. El segundo sistema.

De esta manera podemos programar actividades que se desarrollan en paralelo y definir para ellas criterios de posposición y prelación de todo tipo, FP, FF, PP y PF (F = final y P = principio). Lo que, como decía, deja agotado el modelo.

Pero si tenemos en cuenta que el objetivo de la programa temporal debe ser el conocimiento y control de la relación coste-tiempo, los vértices del grafo son nodos que contienen toda la información necesaria. Elementos de este nodo será la duración, cantidad de recursos, su coste, fechas, prelación,...

Pero este camino no lleva a un modelo que nos relacione las repercusiones económicas que tienen las modificaciones en la programación.

Varios son los motivos para hacer esta afirmación, destacaré los dos más importantes:

- Los procesos productivos son muy complejos y tienen gran número de actividades por lo que su programación es muy difícil de controlar globalmente para un técnico, incluso con la ayuda de la computadora. Considerese que un proceso constructivo medio tendría no menos de doscientas o trescientas actividades de este tipo.
- Algunas de las actividades tienen gran número de prelación y de estas actividades no conocemos su duración por lo que no podemos programarlas inicialmente.

Además hay otros objetivos que no están cubiertos y como parece lógico debemos pretender hacer un programa que relacione toda la información posible de generar para poder llegar a saber, por ejemplo:

- Que efectos económicos tiene una decisión. Varíe o no la programación temporal.
- Información sobre el cash flow y las necesidades para financiar el proceso.
- Durante cuanto tiempo necesitaremos un determinado recurso, normalmente unitario, que no es proporcional a la cantidad de producto obtenido por lo que no podemos proponer su duración como dato para programar el proceso.

Para justificar estas insuficiencias de los métodos actualmente en uso debemos buscar las causas en planteamientos globales del Sector de la Construcción, pues de momento parece no interesar a las empresas un programa de gestión que lo controle todo.

Razones económicas las hay, al menos de momento los beneficios de los promotores se mantienen por arriba de los estándares que manejan otros sectores y además como el

apalancamiento es muy grande no hay necesidad de implantar sistemas que van a requerir la contratación de técnicos economistas.

Por otro lado, no se exige por ningún Organismo de la Administración un Proyecto de Ejecución de Obra para autorizar la realización de la misma. Así, y en la mayoría de los casos, se inicia el proceso constructivo sin un proyecto definido.

Ahora bien, hay otras causas que impulsarán el avances técnicos, se está provocando el cambio en las relaciones entre los agentes y las responsabilidades de estos que van a obligarnos a mejorar los métodos de gestión. Algunas de estas causas son:

- Inaceptable el seguir manteniendo los altos índices de siniestralidad que tenemos en los procesos constructivos. El Estudio de Seguridad de Obra, y el Plan de Seguridad que presenta la Empresa Constructora al inicio de la misma, son documentos que se “gestionan” independientemente, cuando técnicamente es posible implementarlo en los procedimientos de gestión como luego veremos.
- La *cultura de cliente* del que encarga o adquiere un inmueble está mejorando día a día. Ya no es posible (y pronto no estará permitido) vender una vivienda en construcción sin que se documente contractualmente las características de la misma. Esto obligará a diseñar el Proyecto de Ejecución de Obra que actualmente no existe.

Es tal el estado de caos determinado por la ausencia de este proyecto que a los responsables de gestionar procesos constructivos no se les pide formación técnico-económica. Una realidad que abarca toda Europa y que en referencia económica para España podemos cuantificar que en breve la producción del sector será de 20 billones de pesetas anuales (unos 120.000 millones de _ anuales).

Esta realidad del Sector no puede estar justificada exclusivamente por la incompetencia de la totalidad de las empresas. Para este estado de cosas también deben buscarse causas en la desidia de las administraciones, las imperfecciones del sistema y también por las dificultades de implementar modelos de gestión que permitiesen manejar adecuadamente la información.

La solución que presento pasa por entender que los procesos constructivos encierran dos procesos productivos: Construir un inmueble y montar-desmontar la unidad de obra que aporta los medios (técnicos y económicos) para poder construir.

A continuación se expone el modelo que se propone según el siguiente esquema de trabajo:

- 1) **Justificar que dos o más redes pueden relacionarse.-** Desde el punto de vista tecnológico es posible construir una parte de un inmueble de manera independiente. El programar este proceso supone definir un grafo orientado y conexo. Si esto es posible,

también será posible que este grafo parcial pueda programarse como un subgrafo del grafo que contemple la construcción de todo el inmueble.

2) **Definir un grafo cuyos nodos sean a su vez redes.**- Un grafo orientado y conexo supone definir una estructura en red en la que los vértices son procesos productivos que les llamamos actividades. No hay ningún problema para suponer que estos nodos son en realidad un complejo proceso productivo que se puede dividir en actividades. Es decir, redes dentro de redes.

3) **Crear un grafo distinto con las actividades que no podemos definir su duración.**- Suponemos que hemos seguido un criterio de prelación tecnológica para definir la estructura de los grafos y que éstos en conjunto permiten programar el proceso. Habremos programado todas las actividades de proceso en un sistema de redes. Nos ha quedado fuera las actividades de montaje-desmontaje de los medios técnicos necesarios y la asignación-desasignación de las necesidades económicas. Será un subgrafo del sistema de grafos anterior (grafo acoplado)

4) **Relacionarlo todo para formar un sistema de redes.**- El conjunto de todos los procesos o actividades (actividades de proceso, hitos, actividades acopladas) forma un sistema de grafos que permite programar y determinar la duración de las actividades acopladas.

Si me atrevo a presentar este modelo basado en combinación de álgebras booleanas es porque no he encontrado ningún modelo en el mercado y no conozco ninguna línea de trabajo que tenga estos objetivos.

Y por último antes de entrar en la exposición del modelo, decir que estamos estudiando la posibilidad de que este método en el futuro utilice técnicas fuzzy en la gestión del proceso constructivo, implementando procedimientos que nos permitan crear modelos de gestión sobre los que nos sea fácil diseñar Proyectos de Ejecución. O por lo menos posible.

2.- MODELO.

Entraré ahora en la descripción de un método de programación apropiado a los procesos constructivos que puede ser utilizado con la tecnología actual y que permitirá en el futuro (a medio y largo plazo) incorporar los avances en la gestión de procesos productivos que van a producirse.

Quizás este método, pensado para la programación temporal de los procesos constructivos, también pueda servir para programar y gestionar otros procesos productivos. Esto, en cierto modo, es uno de los objetivos que se persigue al presentar este trabajo.

Recordemos que, en mi opinión, todos los pasos que se están dando en la programación temporal son para mejorar métodos que son anteriores a la aparición de las computadoras o que son pequeñas modificación de criterios de tratamiento de la información. Sobre todo si consideramos que hubo dos impulsores de la programación actual, el Pert-CPM y el Roy-Precedencias.

Para entrar en la exposición habrá que citar, en buen rigor histórico, como un antecedente del PERT, el gráfico de Gantt; con él solamente se llegaba a la programación visual, pero a partir de la programación temporal se utiliza para su visualización.

Es decir, no desaparece, todo lo contrario, con la utilización de la computación como herramienta para el cálculo en la programación de procesos productivos, el gráfico Gantt recobra protagonismo y gana, por decirlo de alguna manera, su tercera dimensión. Yo lo voy a utilizar para visualizar más fácilmente los avances que aporta la Programación por Sistema de Redes (PSR).

Si tenemos en cuenta las características propias del Proceso Constructivo podemos suponer que por éstas se puede necesitar de ciertas matizaciones en la forma de programar un proceso productivo. O quizá una forma de programar realmente propia.

La investigación seguida para desarrollar este método trataba, forma parte del punto de partida, de ver las peculiaridades de este proceso productivo, de sus características, de como se trabaja,... y luego de como llevarlo a una programación.

Es decir recoger la estructura operativa del sector, de sus empresas, de como disponen de sus medios de producción y tratar de programarlo.

Para empezar con las explicaciones, supongamos que solamente queremos realizar una parte de la obra, lo que sería un Proyecto Parcial, por ejemplo hacer la cimentación y la estructura de un edificio. Vemos esto todos los días en el panorama de las ciudades, como se ha construido una estructura y se paraliza la obra.

Este proceso productivo puede definirse según una grafo y "programarse" como una red tipo precedencias muy evolucionada.

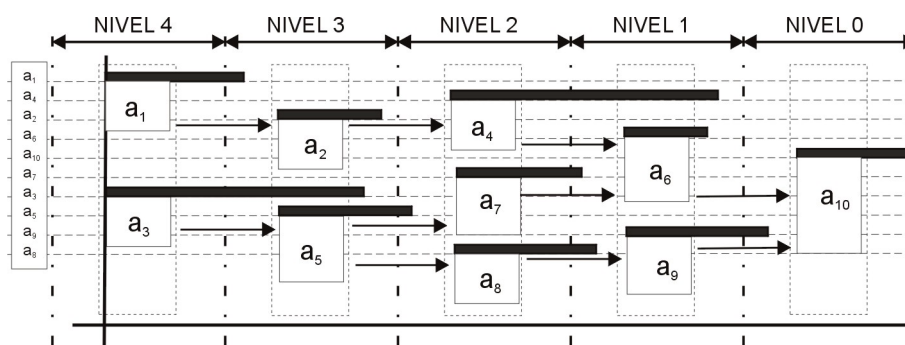
Es decir con el mínimo de restricciones posibles. Ya se ha visto y su representación, dándole nueva denominación, sería la indicada anteriormente:

$$A = \left\{ \left(a_1, a_2, \dots, a_i, \dots, a_n \right) \right. \\ \left. \left(a_1 a_x, \dots, a_i a_j, \dots, a_n a_m \right) \right\}$$

Donde:

- Todos los nodos (actividades) han de estar al menos en uno de los pares. Es decir el grafo ha de ser conexo además de orientado.
- Las prelacións serán de precedencia y podrán ser de los tipos: F-P, F-F, P-P, P-F.
- Se ha de fijar para cada par la posposición.
- Podremos hacer la programación mediante una sencilla matriz de encadenamientos.

Si representamos en un diagrama de Gantt el ejemplo anterior tendríamos:



Este Proyecto Parcial ha sido "extraído" del Proyecto Técnico del Inmueble para llevar a cabo una producción con utilización de un tipo de mano de obra (gremio). Se habrá hecho un fraccionamiento del Proyecto Técnico del Inmueble para separar las partidas que requieren de este tipo de mano de obra. De encofradores, ferrallistas,...

Siguiendo con el supuesto hipotético, pasado el tiempo la obra se reanuda, se han ido los encofradores, ferrallistas,... y entran otros gremios, los albañiles para hacer las divisiones interiores, cerramientos,... Y podemos hacer un nuevo fraccionamiento del Proyecto Técnico, diseñamos para ello otro Proyecto Parcial, para dejar para una tercera fase, carpintería, pintura,....

Pues bien, supongamos por un momento que queremos iniciar el segundo Proyecto Parcial antes de terminar el primero. Es decir, que cuando está al estructura en la planta enésima se empieza la albañilería en la primera planta.

Al interrelacionar estos Proyecto Parciales, al agruparlos, estamos creando un Proyecto que cubre más número de actividades y habremos de cambiar la denominación de Proyecto Parcial por la de Subproyecto.

En este ejemplo tendremos el Subproyecto de Cimentación y Estructura y el de Fachada, Particiones e Instalaciones; habiendo dejado para una siguiente fase el Proyecto Parcial (de momento, pues lo podemos convertir en subproyecto) de Carpintería, Pavimentos y Revestimientos.

Desde el primer momento nos damos cuenta que cada subproyecto puede ser programado "independientemente" y lo podríamos representar de una manera parecida al gráfico que acabamos de ver. Y hacernos las siguientes preguntas.

¿Como debemos entender estos subproyectos?

Si los hemos programado independientemente, tenemos su duración total, tenemos los recursos utilizados,... y ¿parece que podríamos decir que es en realidad una actividad? Le llamaríamos en todo caso superactividad si fuese necesario, pero le seguiremos llamando subproyecto. Es suficiente.

Si esto es así, podemos considerar que el Proyecto Técnico del Inmueble se puede dividir en subproyectos según gremios, y tratarlos como nodos en un grafo que llamaríamos Grafo de Subproyectos, cuya denominación sería:

$$S_G = \left\{ \begin{array}{l} (A, B, \dots G_i, \dots X_n) \\ (\text{prelaciones}) \end{array} \right\}$$

¿Como se relacionan los subproyectos?

Ésta es una de las innovaciones que presenta la programación por sistema de redes. Veamos, si consideramos que cada G_i pasa a ser una actividad, pero es en realidad un programa, podemos relacionar una actividad de un G_i con una actividad de un G_j y definir el par ordenado. Esta prelación es evidentemente en principio tecnológica y le podemos llamar ligaduras potenciales, aunque yo prefiero darles la denominación de vínculos. Así los llamaremos y el grafo tiene la siguiente representación:

$$S_G = \left\{ \begin{array}{l} (G_a, G_b, \dots G_i, \dots G_n) \\ (a_x b_y, \dots, p_i q_j, \dots x_n z_m) \end{array} \right\}$$

G_i = subproyecto que se considera un nodo (similar a lo que eran las actividades en A) del grafo S_G

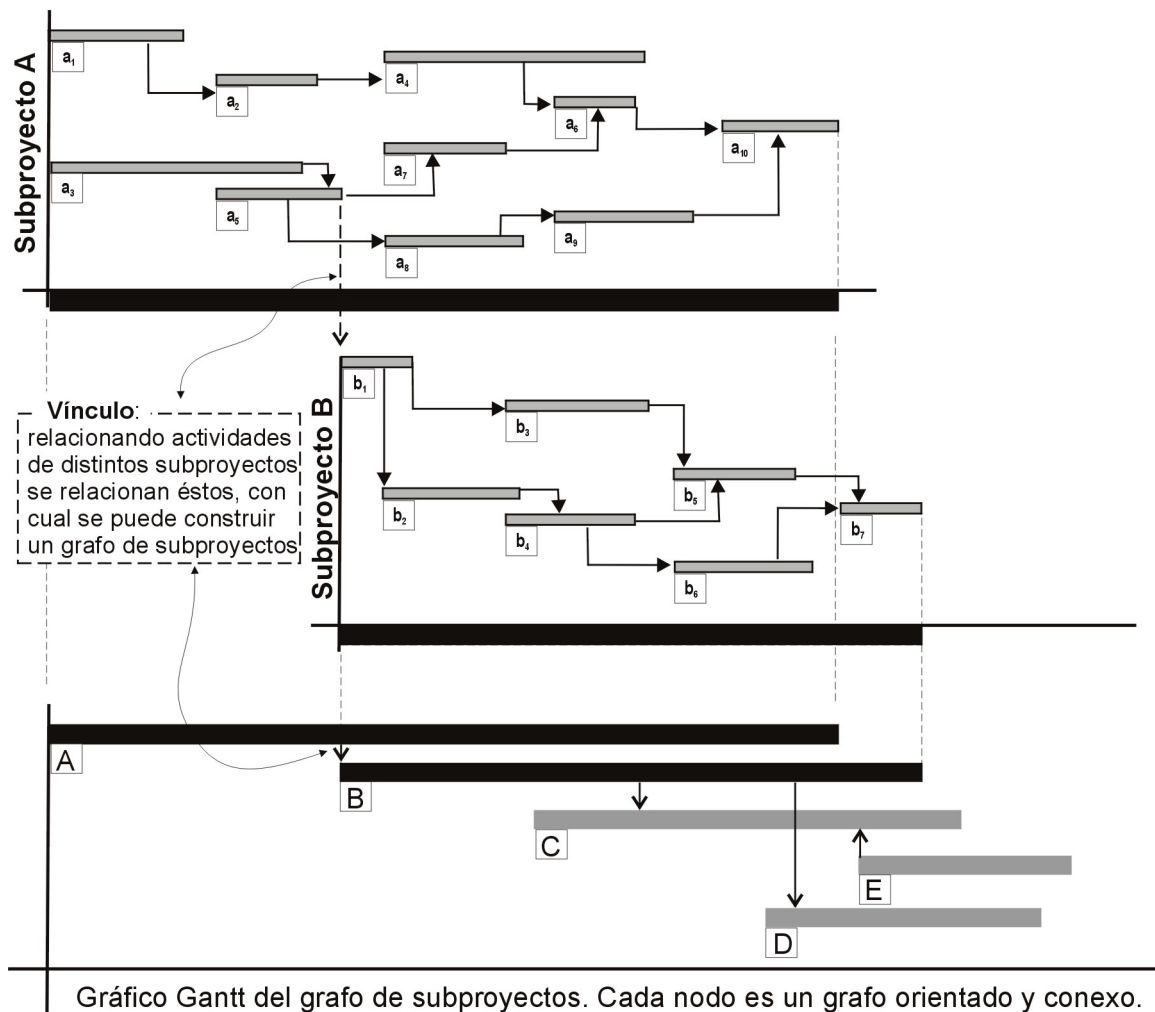
$a_x b_y$ = par ordenado de actividades pertenecientes, la primera al grafo " G_x " y la segunda al grafo " G_y ".

Del mismo modo que en los grafos G_i , tendremos que el grafo S_G es un grafo orientado y conexo.

Donde:

- Todos los nodos (subproyectos) han de estar representados al menos en uno de los pares. Es decir el grafo ha de ser conexo además de orientado.
- Las prelacións serán de precedencia y podrán ser de los tipos: F-P, F-F, P-P, P-F.
- Se ha de fijar para cada par la posposición.
- Podremos hacer la programación mediante una sencilla matriz de encadenamientos.

Si representamos nuevamente el diagrama de Gantt del ejemplo anterior, ahora simplificado, y añadimos otro nuevo, el correspondiente al otro subproyecto y resumidamente los representamos como unos “nodos” del grafo S_G tendríamos:



Con la consideración de que todo subgrafo G_i tiene al menos un elemento (actividad) en uno de los pares. Exigencia necesaria para que el grafo sea conexo.

Hasta ahora se han definido dos niveles de desarrollo. Podemos hacer una visión y un análisis de conjunto de los subproyectos y podemos entrar en uno para analizar sus actividades.

En esta red de redes podemos colocar todas las actividades que son necesarias para obtener un producto final (en el proceso que se está exponiendo sería un inmueble). Le vamos a llamar grafo del proceso por contener todas las actividades de proceso.

Pero hay otras actividades (y actuaciones) que no tienen por objeto obtener producto final. Por poner un par de ejemplos: la grúa torre y la financiación necesaria; con la primera aportamos un medio auxiliar para producir y con la segunda dinero, y tanto en una como en la otra no sabemos durante cuanto tiempo se va a necesitar. Ambas dependerán del ritmo de la obra.

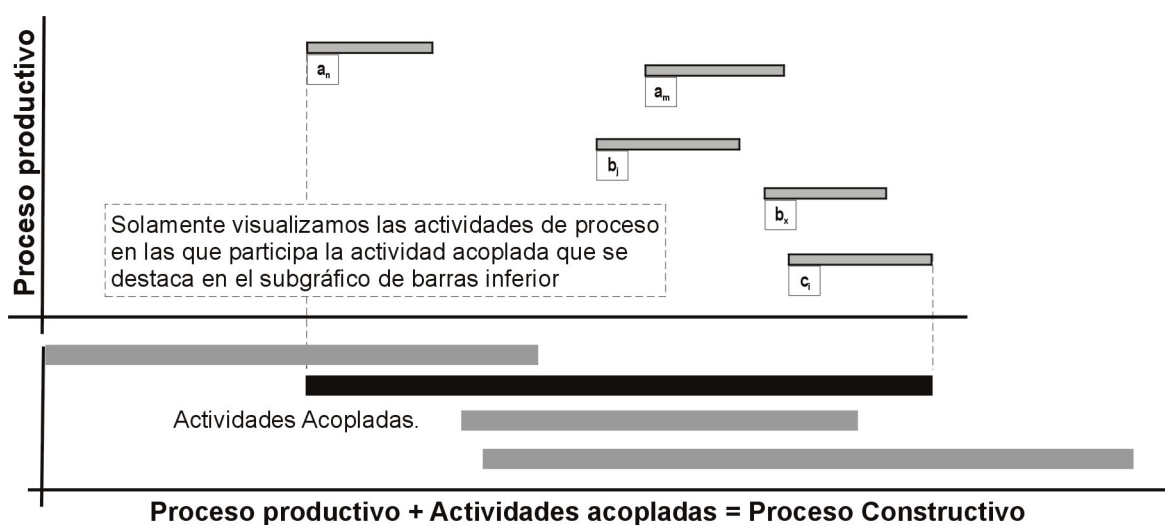
El conjunto de estas actividades nos va a dar otro grafo que vamos a llamar grafo acoplado.

Es evidente que las actividades de este grafo van a ser las necesarias y su duración será la que por las circunstancias se requieran. Como había dicho anteriormente, de estas actividades no conocemos su duración, sabemos solamente para que las necesitamos.

Es evidente que si sabemos lo que necesitamos podemos hacer un conjunto con estas necesidades y definir una operación, en este caso, “no interna” del grafo que consistirá en:

Cada actividad se este subgrafo se relaciona por “acoplamiento” a las actividades del grafo de proceso en las que participa para obtener producto final, por lo que su duración será la que determine el programa por asignarle como principio el más temprano de todas y como final el más tarde de todas.

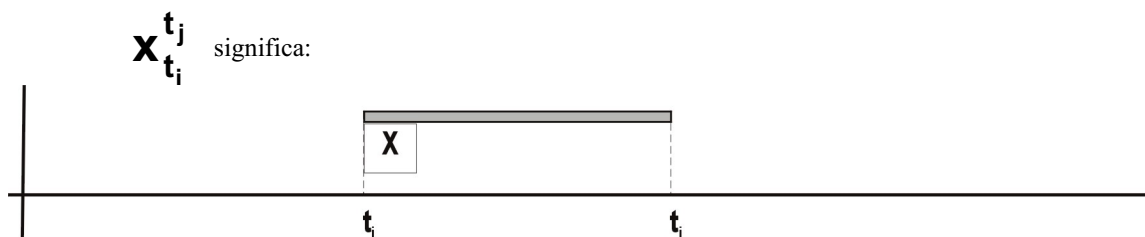
Gráficamente es muy fácil de ver:



Este conjunto de actividades lo podríamos representar, mas o menos, así:

$$H_{\text{proy}} = \left\{ (C_1, C_2, \dots, C_i, \dots, C_n) \right. \\ \left. \left[C_1 \cap \text{early} \left(a_{t_i}^{t_j}, \cup b_{t_k}^{t_h}, \dots \right)^{\text{last}}, C_2 \cap \dots \right] \right\}$$

Según se desprende de las relaciones indicadas, la duración de cada una de las actividades C_i viene determinada por las necesidades de ésta para llevar a cabo las correspondientes actividades de procesos en las cuales interviene.

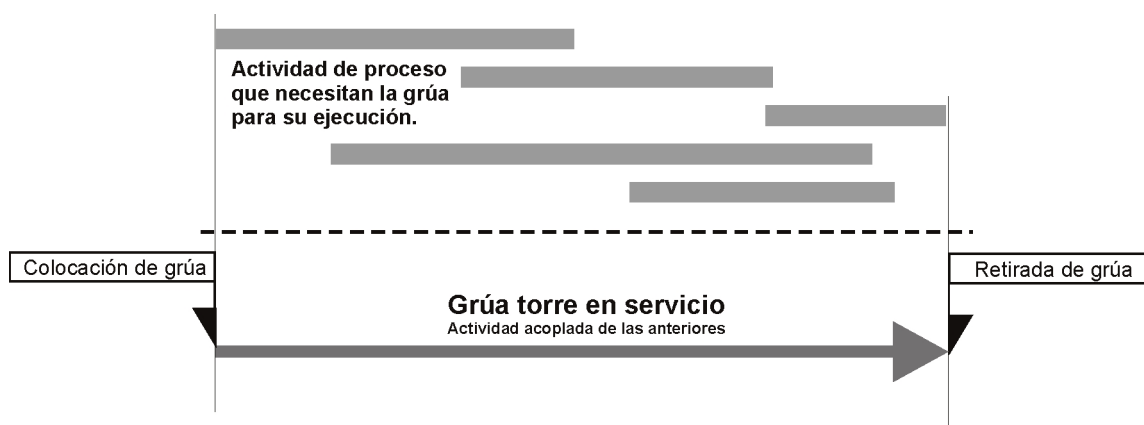


Como he dicho anteriormente a estas actividades, atendiendo a su característica funcional las llamaré "**acopladas**", para hablar un poco más de ellas veamos otro tipo de actividades que también se recoge en otros modelos de programación.

Son los **hitos**, en programación por sistema de redes le doy un significado ligeramente distinto al que se le da en otros métodos consultados. Para entenderlo y ver las diferencias, veamos que debemos entender por **actuación**.

Muchos de los procesos que se llevan a cabo gestionando unos determinados factores o productos no se pueden descomponer de manera correcta en un conjunto de actividades.

Por ejemplo: La grúa torre dada como ejemplo de actividad acoplada, en la programación debemos fijar su colocación, considerar su servicio durante el periodo operativo de la misma (es una actividad acoplada) y su retirada. Estamos hablando de dos operaciones con fecha fija a definir (cuándo deber estar en servicio y cuándo se puede retirar) y de una actividad acoplada cuyos early y last marcan el final de la primera y el principio de la segunda. Véase gráficamente.



Visto desde el análisis de costes, tenemos el coste de montaje y el de retirada que son fijos, mientras que el coste de servicio depende del período. Todo debe relacionarse en el programa para determinar las fechas.

Pues bien, ¿Cómo se le puede llamar a uno de estos conjuntos?. Le llamo **actuaciones**, y recoge la totalidad de las actividades que contienen un determinado recurso.

Si queremos llegar a la aplicación de un método económico que nos permita relacionar los costes con la duración debemos cumplir un requisito muy fácil de enunciar:

Aplicar los costes por las variables que los definen.

Comentario: Al comienzo de estos trabajos eliminé de mi diccionario los términos de costes indirectos y de costes directos. Algunos autores cuando encuentran dificultad en clasificar costes llegan a definir costes semidirectos, semifijos,... y a establecer divisiones en los costes de estructura dado que el comportamiento de estos no se puede controlar al variar las duraciones en los procesos.

Tanto los hitos como las actividades acopladas son necesarias para que la programación de un proceso productivo y su posterior gestión de obra permita implementar el control de costes.

3.- CONCLUSIONES.

Que podemos hacer a partir de aquí.

He dejado muchas cosas fuera de esta presentación del método de programación por sistema de redes. Tenía que ser breve y además alguna de ellas, como la utilización de valores imprecisos y la creación de estructuras de grafos multiplanarios aún estoy trabajando sobre ellas.

Pero una cosa sí tengo que decir aunque ya me encuentre en las conclusiones y es que la programación por sistema de redes que he expuesto es la más elemental posible.

Baste pensar que la idea de crear redes dentro de redes no tiene porqué quedarse en los dos niveles que hemos visto. Podemos llegar a tres o cuatro y por supuesto a más.

También es posible crear redes con subredes de otras redes. Por ejemplo si tenemos varios procesos del tipo:

$$S_A = \left\{ \begin{matrix} (A_a, B_a, \dots, J_a, \dots, P_n) \\ (a_x^a b_y^a, \dots, p_i^a q_j^a, \dots, x_n^a z_m^a) \end{matrix} \right\}$$

Donde por la naturaleza de cada nodo (subproyecto) éste está condicionado por otros procesos constructivos programados como S_B, \dots, S_J, \dots en los cuales también interviene, podremos crear una red de redes del tipo:

$$J = \left\{ \begin{matrix} (J_a, J_b, \dots, J_i, \dots, J_n) \\ (a_x^a b_y^a, \dots, j_i^h j_j^k, \dots, j_n^x j_m^y) \end{matrix} \right\}$$

Por ejemplo, si queremos llevar a cabo la programación de una gran obra que vamos a ejecutar por fases, tendremos que programar las actividades a realizar por un determinado gremio condicionadas a la programación de este gremio en todo el proyecto.

A este nivel de desarrollo hemos llegado en la programación por sistema de redes para implementar el **Método para la Estimación Relacional de Costes y Tiempos**.

Es el MERCyP que figura en el título de este trabajo y que para la programación temporal de obra define cuatro niveles en el desarrollo de las redes, define nodos asociados que constituyen otra red (la que permite gestionar los recursos y controlar las actividades del Plan de Seguridad) y permite elaborar redes paralelas con los subproyectos de la red principal.

En cuanto a las actividades acopladas (recordando que por su naturaleza las encontramos de dos tipos: las técnicas que aportan los medios auxiliares necesarios y las económicas que nos informan de las necesidades financieras para llevar a cabo el proceso) el MERCyT nos permite el

control y seguimiento de estos dos grupos por separado, considerando que en el primero, el de las actividades técnicas, tenemos a su vez dos tipos, las auxiliares y las complementarias.

Así pues, como última conclusión de este trabajo, destacar el interés que por las actividades acopladas de naturaleza económica tiene la programación por sistema de redes.

Las actividades acopladas “de naturaleza económica” son el último grupo de los que se han expuesto y ellas nos informan de las necesidades financieras para llevar a cabo el proceso productivo (informando del cash flow), ya que al informarnos de la evolución de los procesos productivos nos informa de los derechos de cobro que genera éste.

Comentario: Una de las características singular del proceso constructivo es que genera derechos de cobro mensualmente para un producto único. Son los correspondientes a la obra ejecutada y se calculan a origen, deduciendo los cobrados en el mes anterior se saben los derechos de cobro del mes. La programación temporal puede informar de cual es la producción del mes y por lo tanto saber cual es el coste y cual el derecho de cobro.

Del mismo modo que lo indicado para los constructores, los promotores pueden definir las obligaciones de pago a la Empresa Constructora (o sección si es autoconstrucción) y controlar los costes para definir su plan de ventas (ingresos).

Y con la implementación en el método de un análisis financiero dinámico, como por ejemplo el VAN-TIR, podemos saber cuanto nos cuesta cada decisión que tomamos durante la gestión del proceso.

Referencias bibliográficas

(1) Programación y Gestión de Obras. *Programación y Gestión de Obras.* EDITA Programa EGC. Universidade da Coruña.