

January 1983

Comprensión de redes en proyectos de construcción

Miguel Mejía

Universidad de La Salle, revista_uls@lasalle.edu.co

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/ruls>

Citación recomendada

Mejía, M. (1983). Comprensión de redes en proyectos de construcción. *Revista de la Universidad de La Salle*, (9), 29-35.

This Artículo de Revista is brought to you for free and open access by the Revistas de divulgación at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in *Revista de la Universidad de La Salle* by an authorized editor of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

Comprensión de redes en proyectos de construcción

MIGUEL MEJIA S.
Ingeniero Decano de la
Facultad de Ing. ULS.

Generalmente cuando se hace un plan de trabajo para un proyecto de construcción por diferentes métodos de programación y planeación (Gantt, Pert, C.P.M., L.P.U., etc.), no se considera la posibilidad de disminuir el "tiempo" en el proyecto, muchas veces por desconocimiento de los procesos o por que los procesos son complicados.

En este artículo quiero presentar un sistema de trabajo o metodología para comprimir redes manualmente en proyectos hasta de 50 actividades, ya que redes más grandes requieren el uso del computador.

La actividad en un proyecto está basada en su relación COSTO-DURACION, esta relación se aproxima a una forma lineal aunque en la práctica es una curva (Figura No. 1).

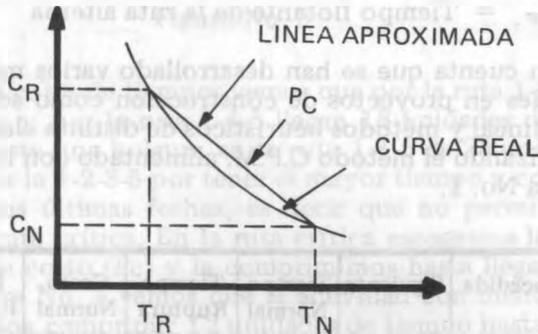


Figura No. 1

En la construcción es posible reducir las actividades en cuanto a su duración hasta que sea físicamente imposible reducirla más; esto implica un aumento en el costo de cada actividad. Esto quiere decir que en una actividad podemos "COMPRAR TIEMPO".

En una actividad debemos distinguir los factores que se deben tener en cuenta para efectuar la comprensión y son los de la Figura No. 1.

T_N = Tiempo Normal
 C_N = Costo Normal
 T_R = Tiempo de ruptura o de falla
 C_R = Costo de ruptura o falla
 P_c = Pendiente de costo

$$P_c = \frac{C_R - C_N}{T_N - T_R}$$

La pendiente de costo nos indica el aumento del costo por unidad de tiempo al reducir (comprimir) la duración.

El método que vamos a aplicar consiste en alimentar la red con el sistema mostrado en la Figura No. 2.

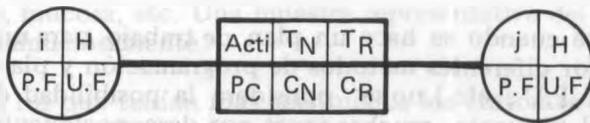


Figura No. 2

en donde: i = Número de evento inicial
 j = Número de evento final
 P.F. = Primera fecha
 U.F. = Última fecha
 $T_{.T.}$ = Tiempo terminal de la ruta alterna
 H = Holgura
 $T_{.F.}$ = Tiempo flotante de la ruta alterna

Teniendo en cuenta que se han desarrollado varios métodos para la compresión de redes en proyectos de construcción como son los de Fulkerson, programación lineal y métodos heurísticos de distinta clase. Resolveremos un caso Tipo, utilizando el método C.P.M. alimentado con los datos de la Figura No. 2 y la tabla No. 1.

Actividad	Procedida	Siguiente	Tiempo Normal	Tiempo Ruptura	Costo Normal	Costo Ruptura	Pendiente de Costo
A	—	B	8	3	1'5	14'50	2.60
B	A	C	16	2	3'0	5'80	0.20
C	B	—	17	5	3'5	4'94	0.12
D	—	E	10	2	2'0	2'80	0.10
E	D	—	8	7	1'5	1'90	0.40

Tabla No. 1

En base a la tabla de datos No. 1 y aplicando el sistema de la figura No. 2 elaboramos el diagrama de flechas con toda la información necesaria (fig. No. 3). Al resolver el diagrama vemos que necesitamos 41 unidades de tiempo a un costo directo de 11'500.000 unidades monetarias. El costo directo de un proyecto antes de comprimir sus actividades es igual a la sumatoria de los costos normales de todas las actividades.

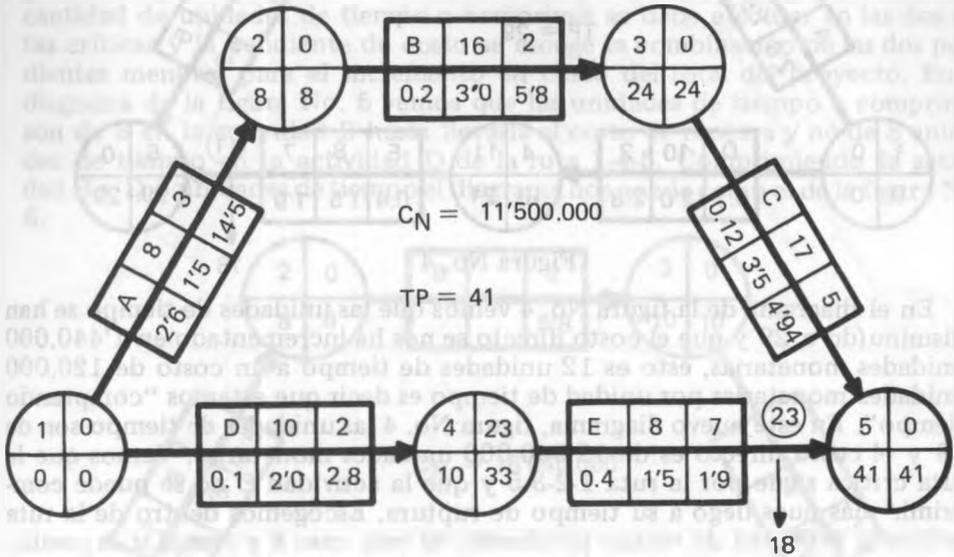


Figura No. 3

Al efectuar los cálculos de tiempos vemos que por la ruta 1-2-3-5 llegan 41 unidades de tiempo y por la ruta 1-4-5 llegan 18 unidades de tiempo, esto quiere decir que existe una holgura en la ruta 1-4-5 de 23 unidades de tiempo. La ruta crítica es la 1-2-3-5 por tener el mayor tiempo y coincidir sus primeras fechas con sus últimas fechas, es decir que no permite holguras, es considerada como ruta crítica. En la ruta crítica escogemos la actividad con menor pendiente de costo (P_c) y la comprimimos hasta llegar al tiempo de ruptura. En la Figura No. 3 vemos que la actividad con menor P_c es la actividad C y la podemos comprimir 12 unidades de tiempo hasta llegar a 5 unidades de tiempo que es el tiempo de ruptura de la actividad C. Cuando se establece una ruta crítica en un proyecto, la actividad a comprimir es aquella de menor pendiente de costo y se comprime hasta el tiempo de ruptura si es posible, es decir si no existe un impedimento para hacerlo, en este caso las unidades de tiempo a comprimir (12 unidades de tiempo) es menor que la holgura de la ruta 1-4-5 (23 unidades de tiempo).

Al efectuar la compresión el nuevo diagrama quedaría como el de la figura No. 4, vemos que en la actividad C desaparecen T_N , C_N y P_c .

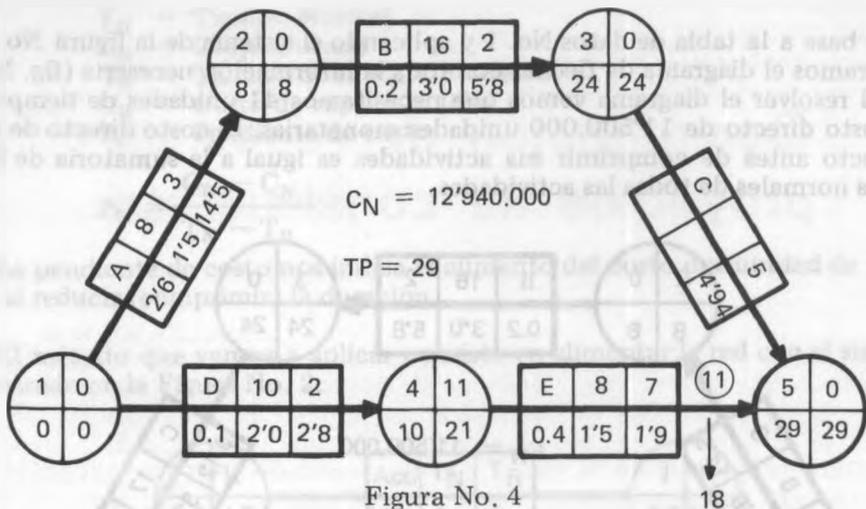


Figura No. 4

En el diagrama de la figura No. 4 vemos que las unidades de tiempo se han disminuído a 29 y que el costo directo se nos ha incrementado en 1'440.000 unidades monetarias, esto es 12 unidades de tiempo a un costo de 120.000 unidades monetarias por unidad de tiempo es decir que estamos "comprando tiempo". En este nuevo diagrama, figura No. 4 las unidades de tiempo son de 29 y el costo directo es de 12'940.000 unidades monetarias. Vemos que la ruta crítica sigue por la ruta 1-2-3-5 y que la actividad C no se puede comprimir más pues llegó a su tiempo de ruptura. Escogemos dentro de la ruta crítica la actividad de menor pendiente, en este caso B y vemos si es posible comprimirla hasta el tiempo de ruptura, es decir 14 unidades de tiempo. Como la holgura de la ruta 1-4-5 es de 11 unidades de tiempo, no es posible comprimirla sino en 11 unidades de tiempo.

Comprimiendo la actividad B el diagrama queda como el mostrado en la figura No. 5.

Observando el diagrama de la figura No. 5 vemos que todas las actividades del proyecto se vuelven críticas existiendo dos rutas críticas. La ruta 1-2-3-5

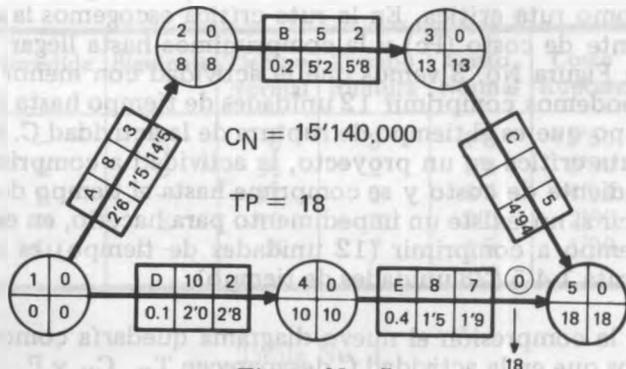


Figura No. 5.

y la ruta 1-4-5. El costo total del proyecto es de 16'240.000 unidades monetarias para 18 unidades de tiempo.

Cuando existen dos rutas críticas o más se deben escoger las actividades de menor pendiente en cada una de las rutas críticas y se hace el análisis correspondiente. En nuestro caso en la ruta 1-2-3-5 la actividad B es la de menor pendiente y en la ruta 1-4-5 la actividad D es la de menor pendiente. La cantidad de unidades de tiempo a comprimir se debe efectuar en las dos rutas críticas y la pendiente de costo se escoge la combinación de las dos pendientes menores para el incremento en costo del total del proyecto. En el diagrama de la figura No. 5 vemos que las unidades de tiempo a comprimir son de 3 en la actividad B hasta llevarla al costo de ruptura y no de 8 unidades de tiempo en la actividad D de la ruta 1-4-5. Comprimiendo la actividad B y D 3 unidades de tiempo el diagrama nos queda como el de la figura No. 6.

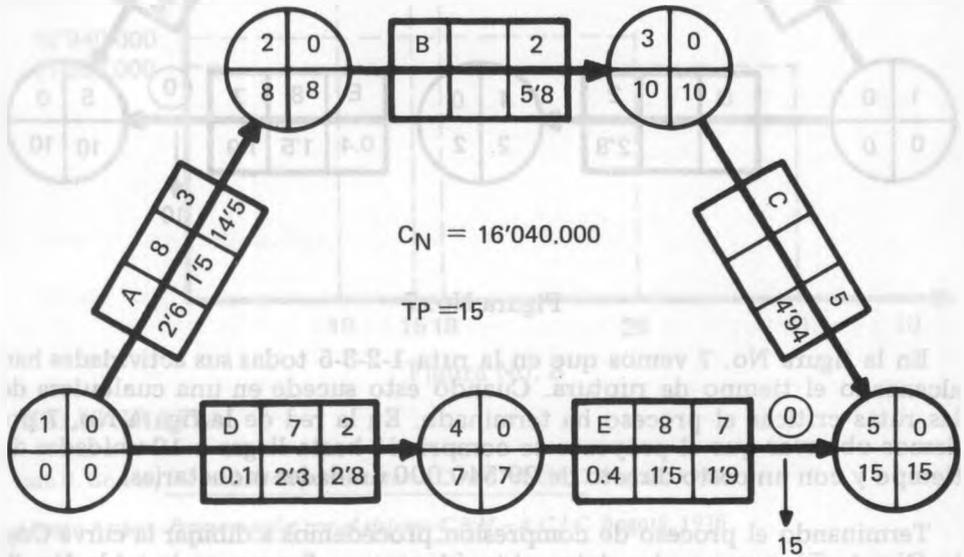


Figura No. 6

En la figura No. 6 vemos que el incremento del costo es de: 200.000 Pe de la actividad B más 100.000 Pc de la actividad D por tres unidades de tiempo = $(200.000 + 100.000) \cdot 3 = 900.000$.
 $15'140.000 + 900.000 = 16'040.000$ unidades monetarias.

En el diagrama de la figura No. 6 las actividades de menor pendiente de costo son: por la ruta 1-2-3-5 la actividad A pues las actividades B y C alcanzaron su tiempo de ruptura y por la ruta 1-4-5 la actividad de menor pendiente es la actividad D. Analizando el tiempo a comprimir nos podemos dar cuenta que es de 5 unidades de tiempo alcanzado su tiempo de ruptura las dos actividades A y D. Comprimiendo estas dos actividades 5 unidades de tiempo podemos observar el resultado en la figura No. 7.

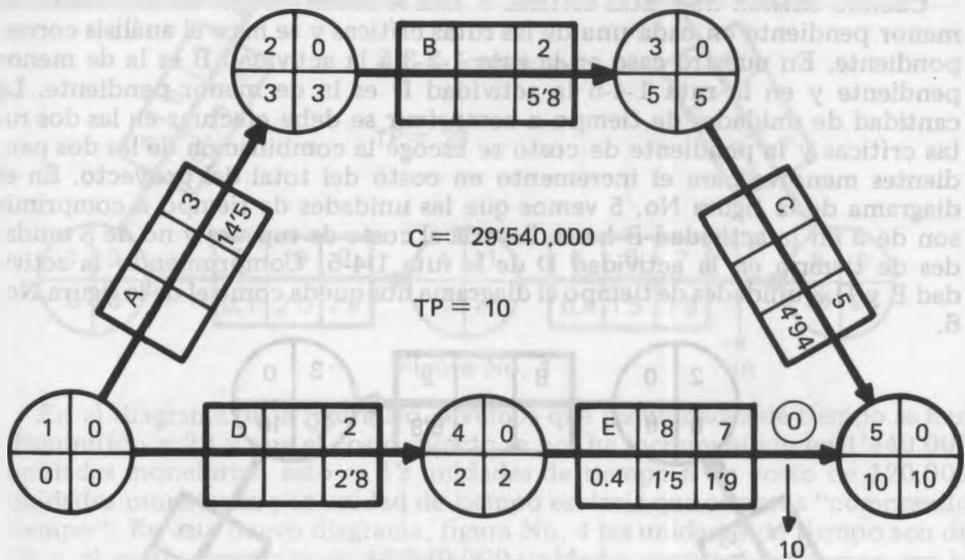


Figura No. 7

En la figura No. 7 vemos que en la ruta 1-2-3-5 todas sus actividades han alcanzado el tiempo de ruptura. Cuando esto sucede en una cualquiera de las rutas críticas el proceso ha terminado. En la red de la figura No. 7 podemos observar que el proyecto se comprimió hasta llegar a 10 unidades de tiempo y con un costo directo de 29'540.000 unidades monetarias.

Terminando el proceso de compresión procedemos a dibujar la curva Costo Directo-Tiempo con los datos obtenidos y que figuran en la tabla No. 2.

ITERACION	TIEMPO	COSTO
1	41	11'500.000
2	29	12'940.000
3	18	15'140.000
4	15	16'040.000
5	10	29'540.000

Tabla No. 2

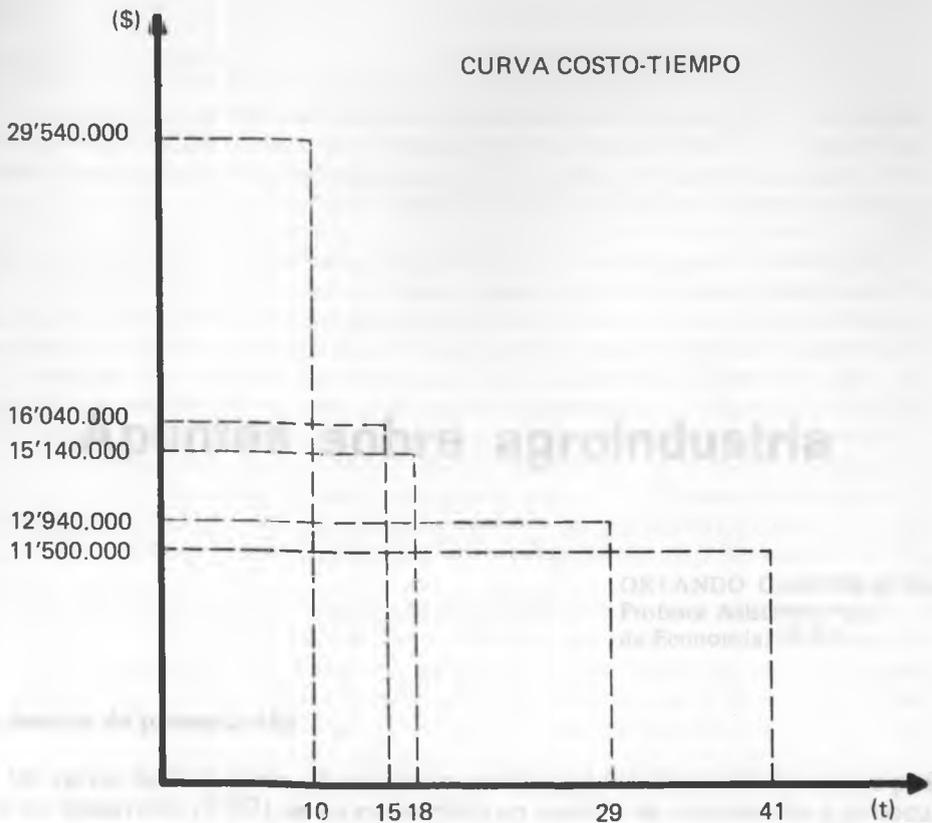


Figura No. 8

BIBLIOGRAFIA:

- Juan B. Gómez, Programación por el sistema C.P.M. - A.C.I.C. Bogotá, 1976.
- Alberto Arrieta, Programación por el sistema C.P.M. - A.C.I.C. Bogotá, 1976.
- Germán Puyana, Control Integral de la Edificación - CENAC. Bogotá.
- Perera, Sriral. Linear Programming Solution to network compression. Journal of the Construction Division, ASCE, Vol. 106 Bº. C03 Septiembre de 1980. Pág. 315-326.
- Fulkerson, D.R., A Network Flow Computation for Project Cost Curves Management Science, Vol. 7, No. 2, 1961.
- Perera, Sriral, Compression of Overlapping Precedence Networks. Journal of the Construction Division. A.S.C.E. Vol. 108 No. C 01 Marzo de 1982. Pág. 1-12.
- Janes M. Antill. R. Woodhead, Método de la ruta crítica Capítulo 5. Editorial Limusa.
- Ramón Companys. Planificación de Proyectos. Editorial Limusa.
- Ben Benson, Métodos de la ruta crítica para construcción de Edificios, Capítulo 10. Editorial C.E.C. S.A.