

Webinar Diagramas de espacio-tiempo

Un ejemplo paso a paso: zanja, tubo, relleno

Los diagramas de espacio-tiempo ET surgen como forma de visualizar la planificación de obras lineales, donde las actividades suelen ejecutarse simultáneamente, pero manteniendo una distancia entre ellas, como el ejemplo que vamos a ver.

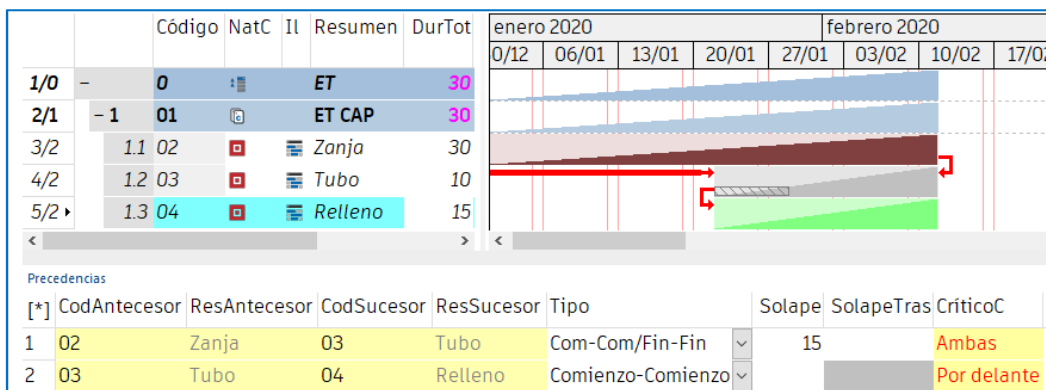
Se trata de la instalación de una tubería de 1000 m de longitud, que requiere la excavación de una zanja, el tendido de la tubería y el posterior relleno.

No tiene sentido enlazar tres actividades una detrás de otra, ya que se puede empezar a tender la tubería, aunque no esté finalizada la zanja, y lo mismo pasa con el relleno.

Se pueden enlazar por el comienzo con un solape o desfase, es decir, una separación para que los equipos no se estorben.

Esta separación debería ser en distancia, pero como el diagrama de barras se basa en tiempos, hay que hacer la conversión, por ejemplo, 150 m serían unos cinco días. En el diagrama ET será mucho más fácil ver la separación.

La actividad que va detrás no puede terminar antes que la primera. Si la segunda dura más, no es problema, pero si dura menos, necesitamos crear un enlace entre los extremos finales, que también debe llevar un solape. Para ello es muy conveniente el doble enlace, porque funciona en todas las condiciones.



Actividad con holgura intermedia

Cuando el tendido del tubo dura menos que la excavación de la zanja Presto indica que se puede colocar la tubería desde el primer día posible, aunque vaya a sobrar tiempo. Este tiempo, la holgura intermedia, se indica mediante un rayado.

Otros programas se limitan a iniciar la segunda actividad en el último momento posible, ocultando esta información al usuario.

Aquí podemos tomar varias decisiones:

- Retrasar el inicio de la segunda, aumentando el solape, para terminar a tiempo.
- Iniciar la segunda lo antes posible, pero realizarla más despacio.
- Lo mismo, pero en varias veces, parando algunos días intermedios.

La decisión depende de las condiciones de ejecución, por ejemplo, si la zanja se puede desmoronar no se debe mantener abierta mucho tiempo.

El diagrama ET nos ayuda porque visualizamos las actividades que trascurren en el espacio entre sus fechas de inicio y final, de forma que se ve tanto la velocidad de ejecución, marcada por la pendiente, como el desfase o solape.

[*]	Tag	Código	Resumen	Color	Transparencia	Pres	enero 2020				febrero 2020						
							30/12	06/01	13/01	20/01	27/01	03/02	10/02				
1	▾	□	E01	E01	7883504												

Líneas de equilibrio E01 E01											
[*]	FecIPlanET	FecHolgET	FecFPlanET	FecIRealET	FecFRealET	CodSup	ResumenSup	CodInf	Resumen	TipoDibujoET	Color
1	01/01/2020		12/02/2020			01	ET CAP	02	Zanja	Línea / (3 pt)	4210816
2	22/01/2020	29/01/2020	12/02/2020			01	ET CAP	03	Tubo	Línea / (3 pt)	12632256
3	▾	22/01/2020		12/02/2020		01	ET CAP	04	Relleno	Línea / (3 pt)	8454016

Diagrama ET de la misma planificación

En el ejemplo de la figura vemos que, si el tendido del tubo dura menos que el relleno, y para iniciar el tendido esperamos al último momento, cuanto menos se tarde en tender el tubo más dura la obra, problema denominado "criticidad inversa" que hemos visto en una nota técnica específica.

Podemos ir alterando las duraciones y los solapes probando las distintas posibilidades.

La situación es distinta si podemos contar con más de un equipo para alguna de las actividades, ya que podemos descomponer la obra en tramos y hacer que trabajen los equipos simultáneamente.

Dividimos la obra en diez tramos de 100 m, creando los correspondientes espacios y asignando las cantidades en líneas de medición.

Código	NatC	Il	Resumen	DurTot	enero 2020					
					0/12	06/01	13/01	20/01	27/01	
1/0	-	0	ET	30						
2/1	-	01	ET CAP	30						
3/2	▾	1.1	02 Zanja	30						
4/2		1.2	03 Tubo	10						
5/2		1.3	04 Relleno	15						

Mediciones 01/02					
[Y]	Especio	FasePlan	Cantidad	CanPres	Pres
	E10		1	1000,00	1000,00
1	E01	1	100,00	100,00	☑
2	E02	1	100,00	100,00	☑
3	E03	1	100,00	100,00	☑
4	E04	1	100,00	100,00	☑
5	E05	1	100,00	100,00	☑
6	E06	1	100,00	100,00	☑
7	E07	1	100,00	100,00	☑
8	E08	1	100,00	100,00	☑
9	E09	1	100,00	100,00	☑
10	E10	1	100,00	100,00	☑

División en diez tramos

El diagrama ET muestra la subdivisión de cada segmento automáticamente. La holgura intermedia de la tubería se representa deteniendo la ejecución de vez en cuando mediante tramos horizontales, en los que avanza la fecha, pero no cambia el espacio.

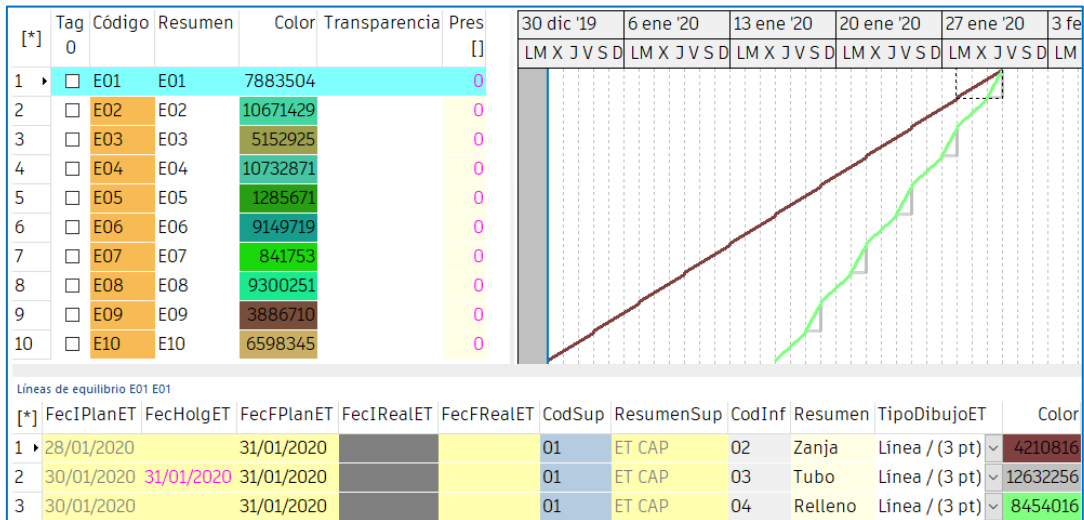
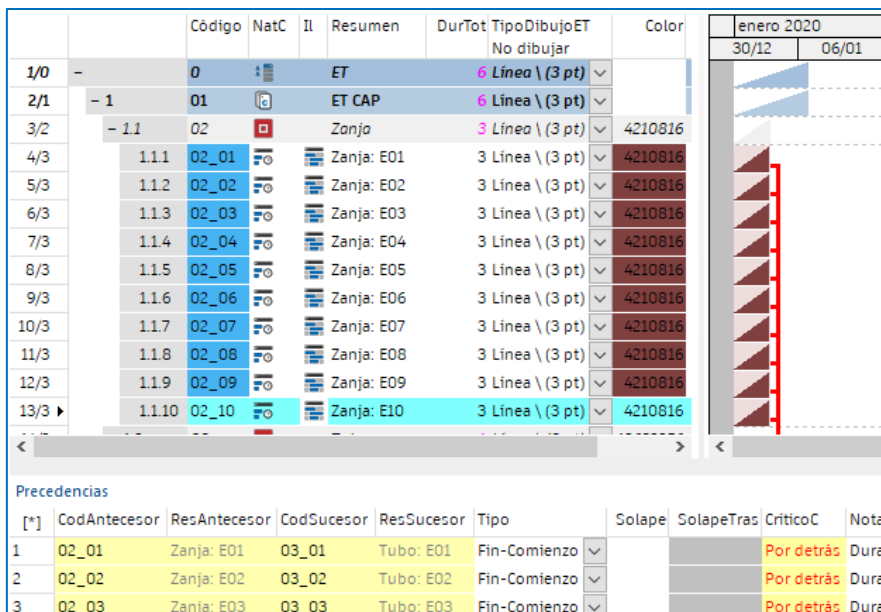


Diagrama ET dividiendo en diez tramos

Ahora podemos eliminar las restricciones *blandas*, que no son debidas a la lógica de la construcción sino a la disponibilidad de recursos. Para ello dividimos cada actividad en sus tramos. Podemos hacerlos dividiendo la unidad de obra por espacios, pero en Presto se puede mantener la unidad de obra como tal y crear tareas.

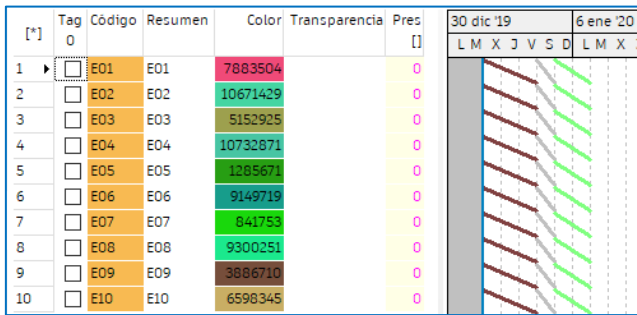
Una vez creadas se pueden adentrar bajo la unidad de obra y convertir a esta en una tarea de tipo resumen para aumentar la legibilidad, como se ve más adelante.



Enlaces duros entre excavación y tendido del tubo

Eliminamos los enlaces, si los hay, y creamos sólo los enlaces *duros* debidos a la lógica de la construcción, es decir, los que no dependen del número de recursos, los que hay entre cada tramo de zanja y cada tramo de tubo, y entre estos y su relleno. Se puede usar el campo "Nota" para marcarlos, de forma que se identifiquen fácilmente de los demás para no borrarlos si se calculan varias simulaciones.

El diagrama ET muestra el tiempo mínimo si no hubiera restricciones de equipos.



El tiempo de ciclo indica el tiempo mínimo

Ahora se crean los enlaces *blandos*, que se deben a las restricciones creadas por el número de equipos, por ejemplo, si hay dos equipos excavando la zanja, se enlazan dos grupos de cinco tramos entre sí.

El siguiente paso es asignar el tendido del tubo alternando en los tramos recién excavados, del 1 al 6, del 2 al 7, y así sucesivamente. Este reparto en general no se puede hacer automáticamente porque pueden existir muchas combinaciones.

Posteriormente se enlazan de la misma manera las actividades de relleno y se obtiene la mejor programación posible con esta combinación de recursos.

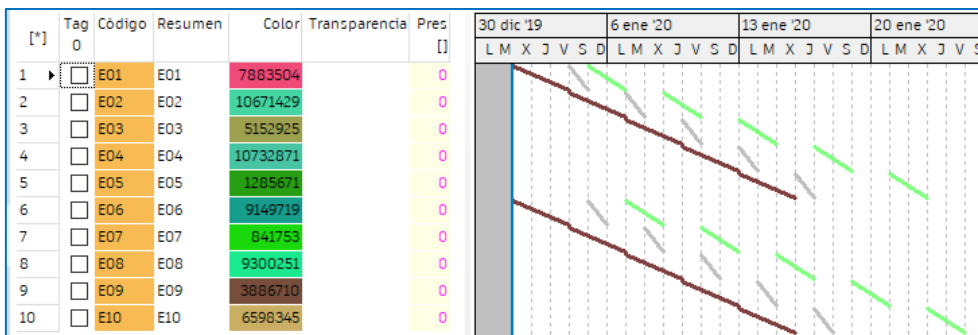


Diagrama ET con dos equipos de excavación y uno de tubo y relleno

Cada tramo se ejecuta en el orden correcto: zanja, tubo, relleno, y en ningún momento hay dos equipos de tubos o relleno trabajando simultáneamente.

Tanto en el diagrama de barras como en el diagrama ET se ve fácilmente que la actividad crítica es ahora el relleno, por lo cual habría que acelerarla o poner también dos equipos. En este caso, se eliminan los enlaces entre actividad de relleno y se comprueba directamente el ahorro de tiempo.

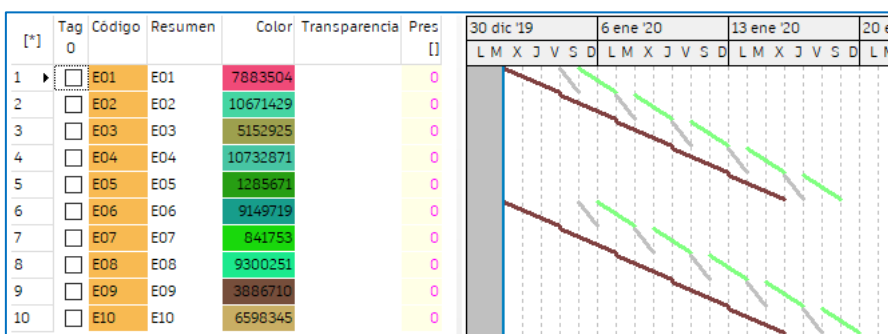


Diagrama ET con dos equipos de excavación y relleno y uno de tubo