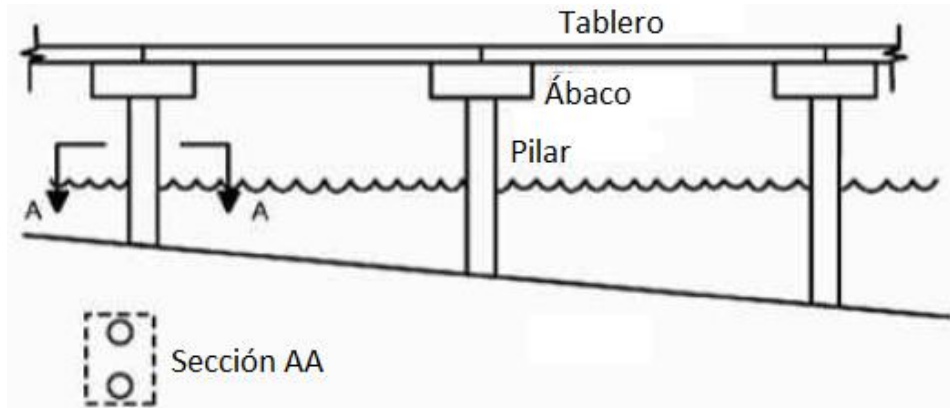


Un ejemplo clásico de espacio-tiempo

Adaptado de Frank Harris, Ronald McCaffer y Francis Edum-Fotwe, *Modern construction management*, tomado de Aldo Mattos y Fernando Valderrama, *Métodos de planificación y control de obras*, Reverté. Barcelona, 2010.



Muelle construido en tramos sucesivos de pilar, ábaco y tablero

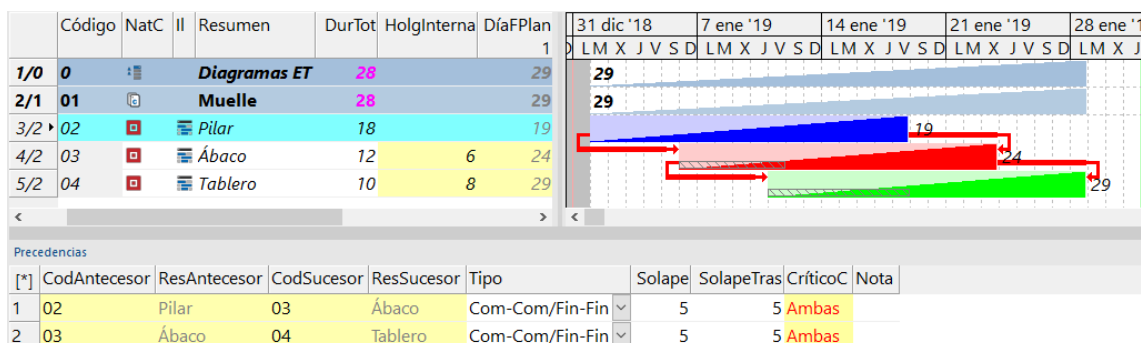
Se trata de un muelle o viaducto de diez tramos o tableros apoyados en un ábaco sobre pilares, que se desea ejecutar en 95 días, con duraciones estimadas de:

| Elemento | Días |
|----------|------|
| Pilar | 18 |
| Ábaco | 12 |
| Tablero | 10 |

Se decide introducir un colchón de cinco días entre las actividades del mismo tramo.

Planificación de un tramo con un espacio

La planificación de cada tramo consiste en tres actividades unidas con enlace doble y solape en ambos extremos. A cada una le asignamos un color para diferenciarlas.



Planificación de un tramo, mostrando las fechas finales en días laborables

En Presto, las actividades sucesoras con enlaces por el final y de menor duración que la antecesora adoptan como fecha temprana de inicio la primera de las posibles, en función de las demás restricciones, creando una holgura interna con la diferencia de duraciones, como se ve en el diagrama con rayado gris.

La duración es de 28 de días laborables (29 menos 1 del primer día) lo que coincide con la duración de la actividad más larga y la suma de los dos colchones. Para simplificar la visualización, todos los días se han marcado como laborables.

Líneas de equilibrio

Para obtener el diagrama de espacio-tiempo ET del tramo creamos un espacio denominado "Tramo 01" y añadimos una línea de medición para cada actividad, asociada a ese espacio, con cantidad "1".

El diagrama se crea automáticamente y se ve en la ventana "Espacios".

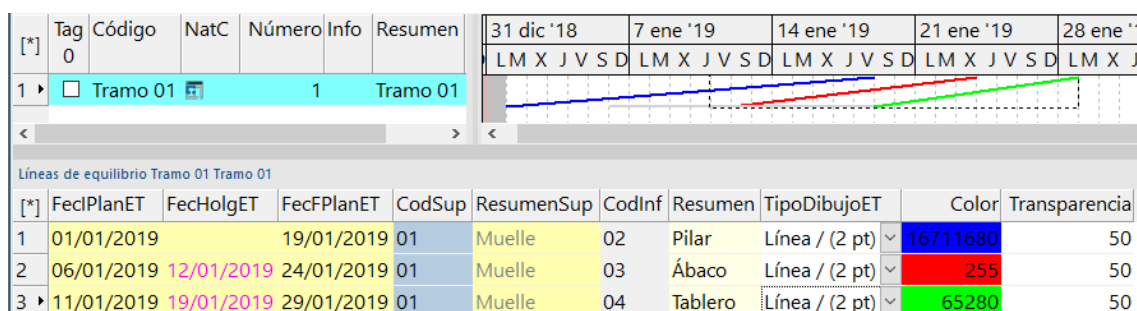
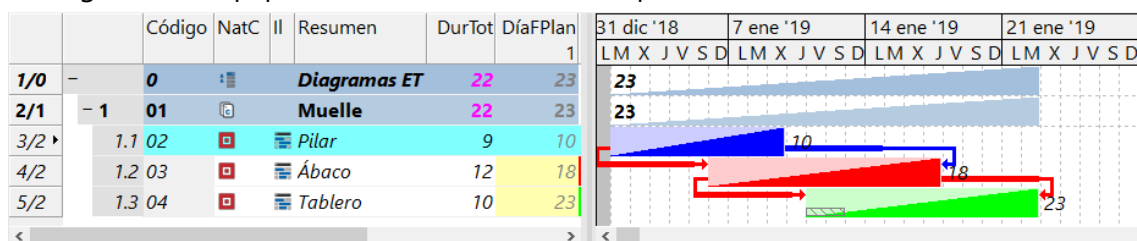


Diagrama ET

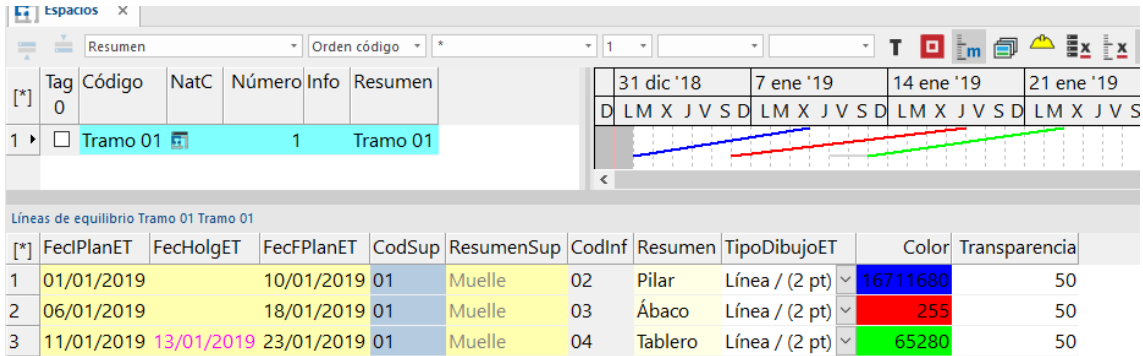
La pendiente de las actividades indica su ritmo o producción. La holgura interna, si existe, se visualiza mediante un tramo horizontal inicial.

En la figura hay dos holguras internas superpuestas. Puede detectar la longitud de cada una seleccionando cada segmento en la ventana subordinada.

Para trabajar con mayor eficiencia es necesario equilibrar las velocidades, es decir, las pendientes. Si dividimos la duración de la primera actividad por dos, suponiendo que se asignan dos equipos, obtenemos el nuevo esquema.



Diagramas de barras con la primera actividad en 9 días



Diagramas de ET con la primera actividad en 9 días

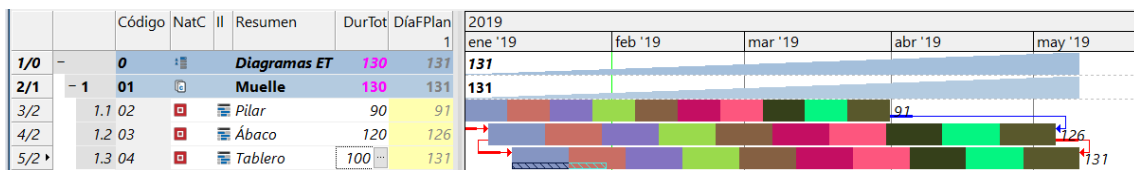
Cada uno de los valores de la duración, la producción y el número de equipos se pueden calcular a partir de los otros dos valores, pero nunca se alteran de forma automática por el programa.

Planificación de diez tramos

Añadimos la información de los diez tramos.

1. Multiplicamos por diez la duración de cada actividad.
2. Creamos los nueve espacios que faltan. Puede crear la lista de códigos en una hoja de cálculo y pegarla en códigos y en resúmenes. Asigne color a los espacios, si no lo tienen por defecto.
3. Añadimos las nueve líneas de medición que faltan en cada actividad. Puede rellenar las mediciones de la primera actividad copiando y pegando los códigos de espacios, poner cantidad 1 en todas las líneas y luego copiar las diez líneas en las demás actividades.

La separación automática por colores permite una comprobación rápida. En el diagrama de barras active la visualización "Por espacios".



Cada actividad con diez tramos, dividida automáticamente por espacios

Observe ahora el diagrama ET, creado automáticamente.

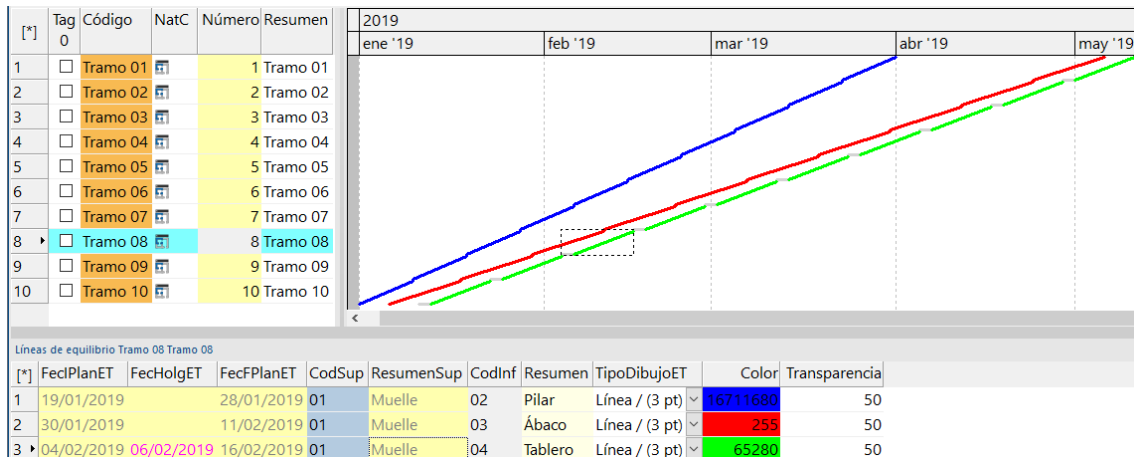


Diagrama ET con separación automática por espacios

Por defecto se construyen primero los espacios situados más abajo de la tabla, ya que en edificación corresponden a los pisos inferiores. En este ejemplo es preferible utilizar el orden inverso, por lo que activamos la opción "Propiedades: Tiempos: Considerar los espacios en orden creciente de número".

Para que los segmentos de las actividades tengan continuidad acceda también al campo "TipoDibujoET" en el diagrama de barras y elija "Línea \ (3 pt)".

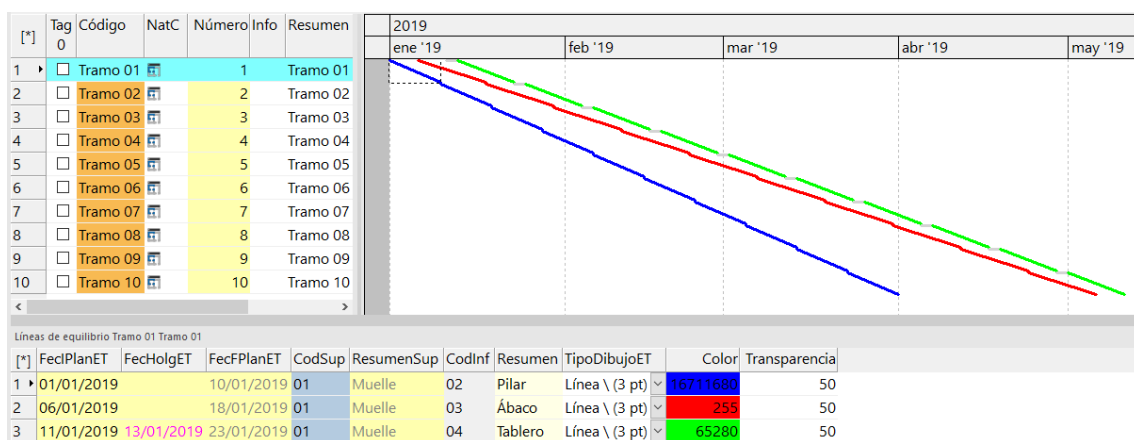


Diagrama ET en orden c reciente de espacios

Puede comprobar que en el diagrama de barras también se han invertido los colores.

Holguras internas

Cuando una actividad que abarca varios espacios tiene holgura interna ésta se reparte entre los espacios, como se ve en la ejecución del tablero, utilizando siempre un número entero de días.

Si prefiere consumir la holgura interna al principio de la actividad sucesora aumente el solape inicial el número de días necesarios, en este caso, desde 5 hasta 25.

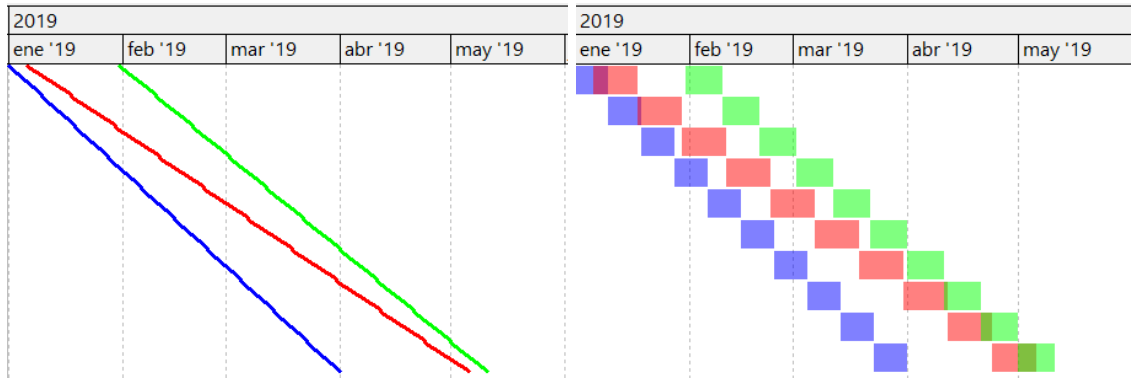


Diagrama ET por líneas y por rectángulos con la holgura al inicio

La visualización por rectángulos con transparencia 50 % muestra los tramos donde se trabaja en dos actividades simultáneamente, como se puede comprobar también en el diagrama de barras con la visualización por colores.

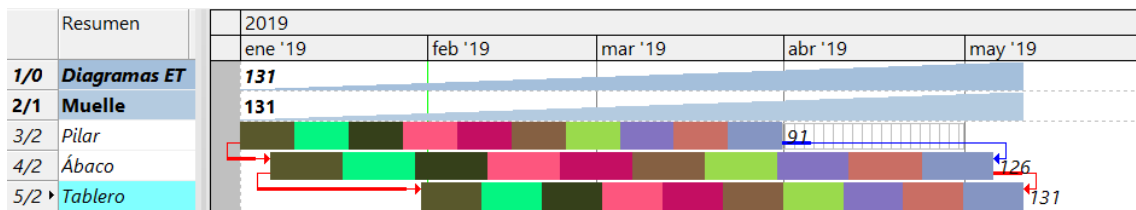


Diagrama de barras con la holgura de la tercera actividad al inicio

Puede ir modificando los solapes y el número de equipos hasta lograr la duración total deseada para la ejecución sin interferencias y con el máximo equilibrio posible entre los tres oficios.

Orden de los espacios

El orden de los espacios en la ventana de espacios se puede elegir mediante la lista desplegable o reordenando por cualquiera de los campos.

El orden de visualización de los espacios en el diagrama de barras o en el de espacio tiempo en las actividades que tienen más de uno depende del número del espacio, visible en la ventana "Espacios". Puede elegir el orden creciente o decreciente en la opción "Propiedades: Tiempos: Considerar los espacios en orden creciente de número".

El orden en que se generan las actividades en algunas opciones, como la creación de tareas, es el orden alfabético del resumen del espacio y, si no existe, del código.

Separación por tramos

El trabajo con espacios automáticos permite una comprobación rápida pero no realizar enlaces entre los distintos segmentos. Para afinar la planificación hay que crear una actividad por cada espacio. Para ello, marcamos las tres unidades de obra y ejecutamos "Procesos: Diagrama de barras: Crear tareas: Crear tareas por división de partidas o tareas", eligiendo el campo "Espacio".

También es posible desglosar directamente cada unidad de obra en diez, sin usar tareas. Este sistema es más sencillo, pero se altera la estructura del presupuesto.

Es necesario mantener las unidades de obra originales para mantener la referencia de las tareas al coste y otros datos. Se puede hacer de distintas maneras:

- Convertirlas en actividades de tipo resumen y asignar sus diez actividades como conceptos inferiores.
- Eliminar los enlaces entre ellas y mantenerlas como cabecera visual, con fechas bloqueadas.
- Retirarlas de la planificación sin eliminarlas. Puede volver a añadirlas en cualquier momento.

Al mantener las unidades de obra originales, además, se pueden eliminar las tareas más adelante y generarlas de otra manera, si hace falta.

Enlace de las actividades

Enlace las actividades entre sí siguiendo la secuencia constructiva, es decir, cada pilar con su ábaco y cada ábaco con su tablero, con un solape de cinco días entre ambas.

Estos enlaces se pueden crear automáticamente:

1. Seleccione todas las actividades y en el menú contextual active "Crear precedencias: Entre seleccionadas por espacios".
2. Abra la ventana subordinada "Precedencias" y active "Inicio: Filtrar: Anular" para que aparezcan todas.
3. Introduzca un solape de cinco días en todas las relaciones.

Consideramos estos enlaces como enlaces "duros", ya que estas actividades tienen que realizarse necesariamente en este orden por razones constructivas.

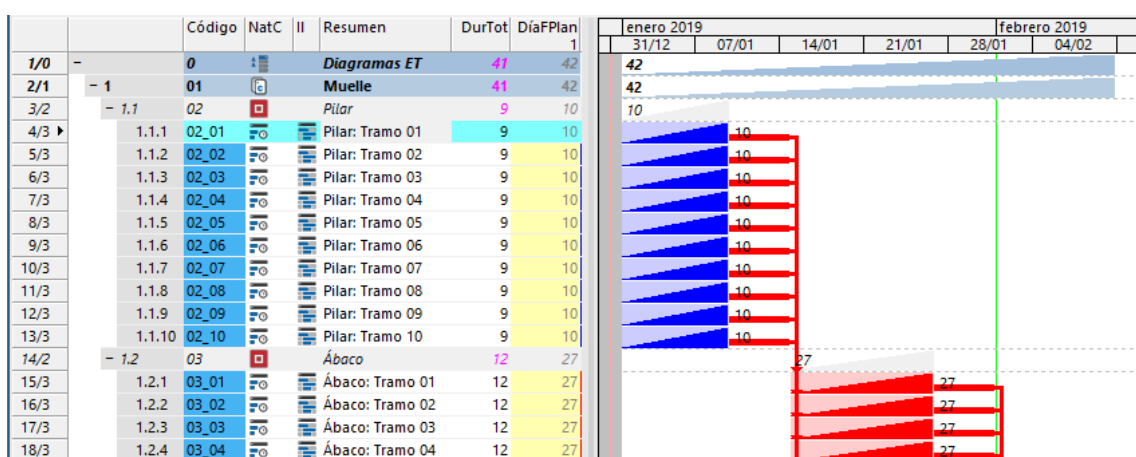


Diagrama de barras con enlaces duros

Sin embargo, los diez grupos de pilares podrían iniciarse todos al tiempo, o por grupos, dependiendo del número de recursos. Las restricciones debidas a los recursos se tienen en cuenta mediante enlaces que denominamos "blandos".

Como la actividad de más duración es la ejecución de los ábacos, es la que determinará la duración total si sólo dispone de un equipo. Enlace estas diez actividades mediante "Crear precedencias: Entre seleccionadas con fechas calculadas". La duración mínima del proyecto en esta situación, indicada por la variable "DíaFPlan", es 149 días laborables (150 - 1).

Puede enlazar entre sí los pilares y los tableros para ver las distintas holguras, aunque la duración total no quedará afectada.

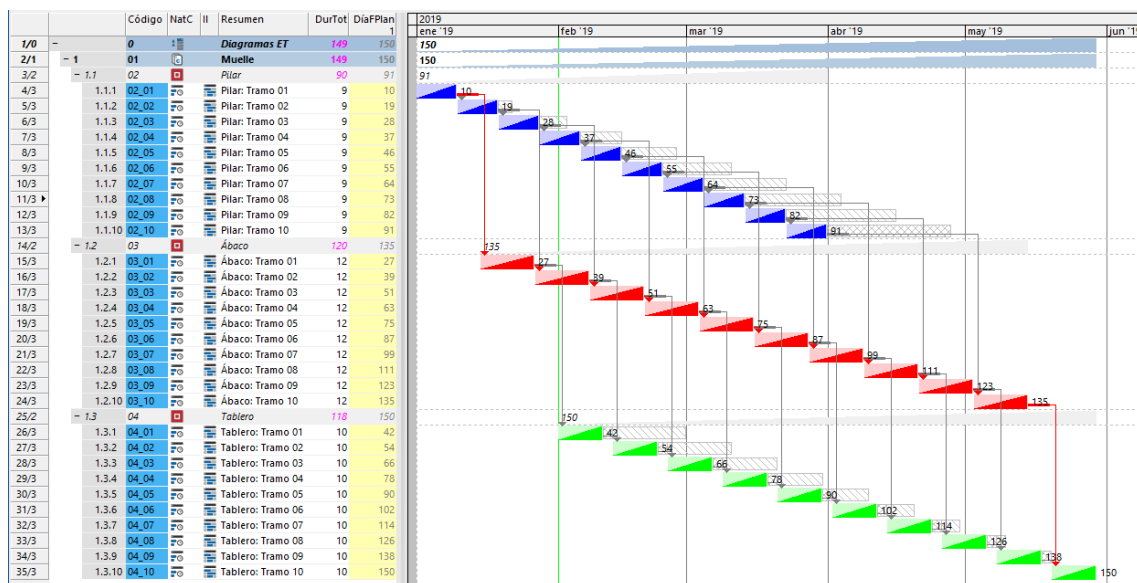


Diagrama de barras con enlaces para un solo equipo en cada actividad

El diagrama ET muestra los distintos ritmos y la holgura en la ejecución de cada tramo de tablero si se inician todas las actividades en el primer momento posible con las restricciones dadas.

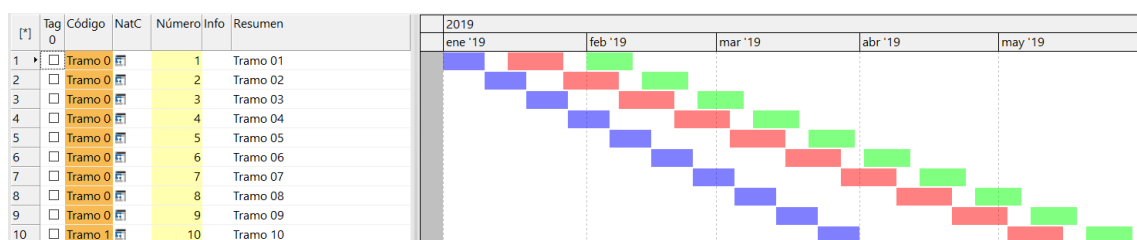


Diagrama ET con un solo equipo en cada actividad

Alternativas

En estas planificaciones rápidas hemos asignado dos equipos a cada grupo de pilares. Para optimizar la ejecución no podemos en general asignar varios equipos a cada actividad en el mismo espacio, ya que interferirían entre ellos. Es más viable asignar un equipo a cada actividad y espacio, pero incrementar el número de equipos, pasando de unos espacios a otros.

Una primera posibilidad es disponer de tres equipos para pilares, restaurando la duración inicial de 18 días a cada grupo, y dos para ábacos y tramos.

Es fácil eliminar todos los enlaces blandos porque son los que no tienen solape. Posteriormente se crean enlaces entre los pilares 1 y 4, 2 y 5, 3 y 6, etc., y lo mismo entre ábacos y tramos impares y pares.

En esta situación puede comprobar que se tardan 105 días laborables. Como el último tramo de pilares se acaba el día 73, no hay ninguna posibilidad de acabar a tiempo el último ábaco y el último tramo, incluso suponiendo que el último grupo de pilares no requiere un tramo final.

Una nueva planificación rehaciendo los enlaces blandos, esta vez con cuatro equipos para los pilares, y dos para ábacos y tramos, tampoco permite terminar a tiempo, ya que requiere 99 días. Es necesario disponer de tres equipos para los ábacos, disposición en la que se tardan 93 días.

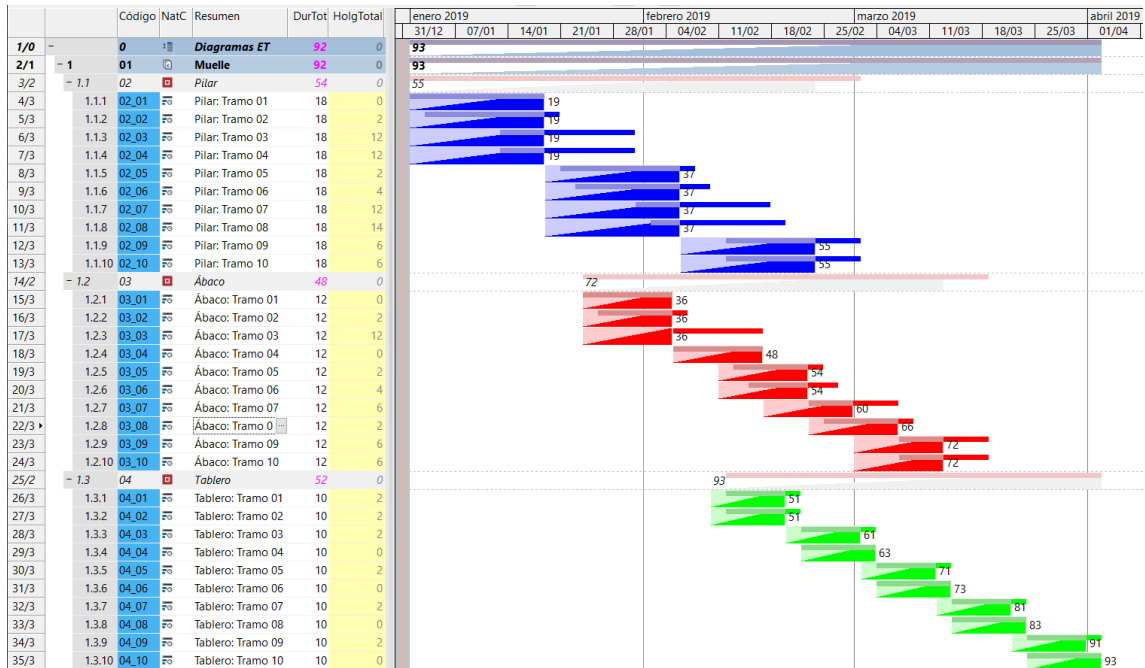
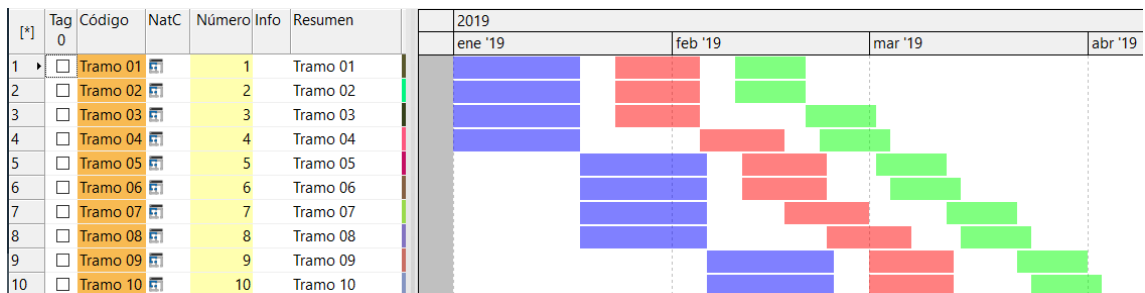


Diagrama de barras de la planificación final con las barras ASAP y ALAP



La misma planificación como diagrama ET