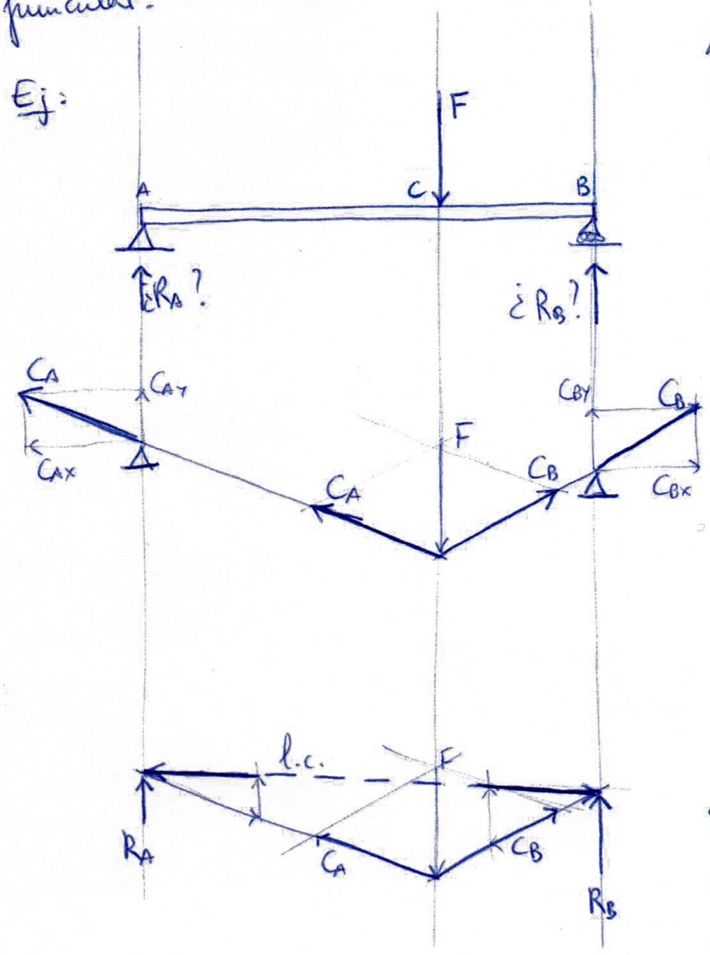
OBTENCIÓN GRÁFICA DE REACCIONES MEDIANTE FUNICULAR

Es <u>necesario</u> usar el funicular para obtener gráficamente las reacciones de una estructura cuando <u>todas las fuerzas actuantes, incluyendo las reacciones, son paralelas</u>.

Es <u>opcional</u> cuando las fuerzas son paralelas pero no incluyendo a las reacciones.

La estrategia es obtener una estructura equivalente, compuesta de cables y puntales trabajando sólo a solicitación axil, y que tenga las mismas reacciones que la estructura original. Para obtener la forma de esta estructura análoga se requiere de la construcción del funicular.

Ej:



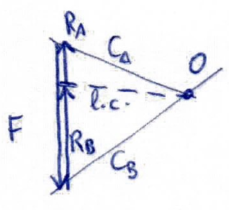
Al ser la fuerza F vertical y también sólo R_B, no queda más remedio a R_A que ser vertical. Por ello no existe intersección entre las rectas de acción de F y de R_B, y no se pueden hallar las reacciones mediante un polígono de fuerzas simple.

Un funicular simple de la fuerza F tendría reacciones de cable, inclinadas. Debe quedar claro que las reacciones de la viga no son las proyecciones verticales de las reacciones de cable: $R_A \neq C_{AY}$; $R_B \neq C_{BY}$ (además de que estas proyecciones dependen del funicular que se elija).

Sin embargo, las proyecciones horizontales (C_{AX}, C_{BX}), que constituyen los empujes del sistema, sí que coinciden; de otra forma no se cumpliría $\Sigma F_x = 0$: $C_{AX} = C_{BX}$.

Al puntal superior se le llama "línea de cierre".

El polígono de carga del sistema es:



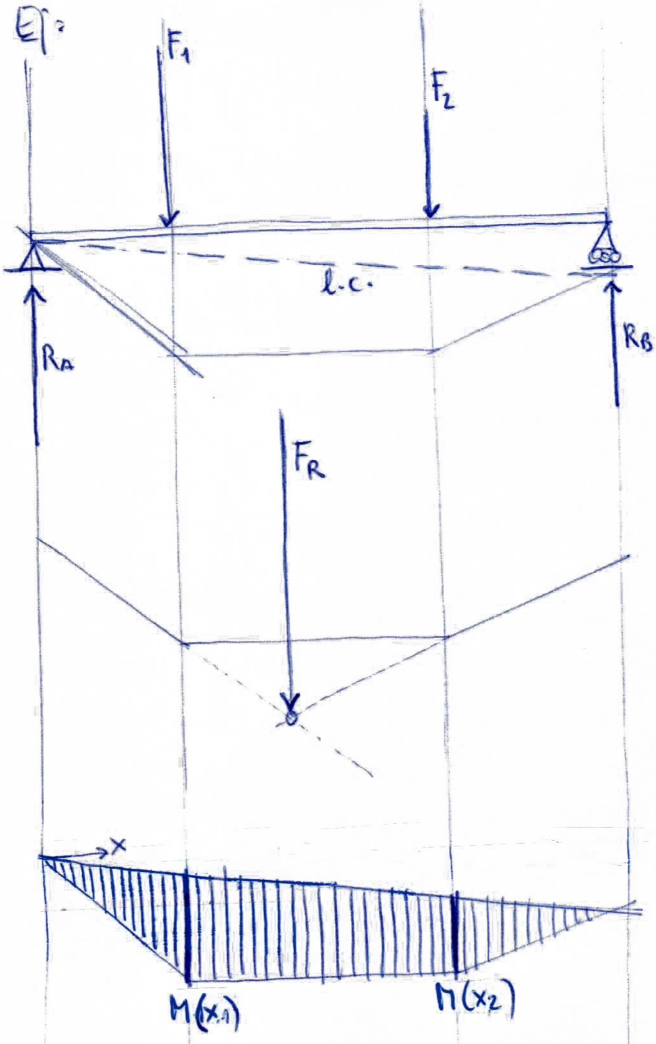
El polígono de fuerzas verticales es cerrado (colapsado en una línea) y representa el equilibrio de fuerzas de la viga, recorrida de izquierda a derecha en esta secuencia:

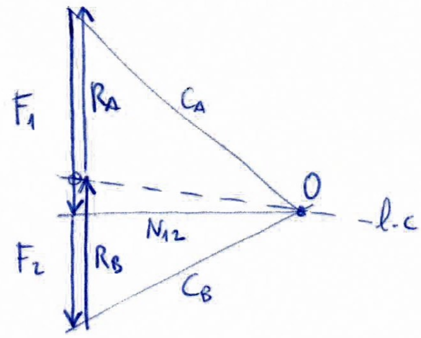
$F \rightarrow R_B \rightarrow R_A \rightarrow F \ldots$

Si se añade un puntal superior comprimido a este cable, se tiene una estructura autocompensada de barras o cables trabajando sólo a esfuerzo axil. Este puntal recoge todo el empuje horizontal sea cual sea su inclinación, y por tanto las reacciones del sistema son las mismas que las de la viga original (sólo verticales)

Por tanto: para hallar las reacciones de una viga cuyas fuerzas y reacciones son todas paralelas, se debe construir un funicular cerrado, y trazar una paralela a la línea de cierre por el polo O del polígono de fuerzas. En la intersección de esta paralela con las fuerzas estará el punto que separa ambas reacciones.

Ej:





El polígono (colapsado en línea) de fuerzas verticales se recorre de izquierda a derecha como:

$F_1 \to F_2 \to R_B \to R_A \to F_1 \cdots$

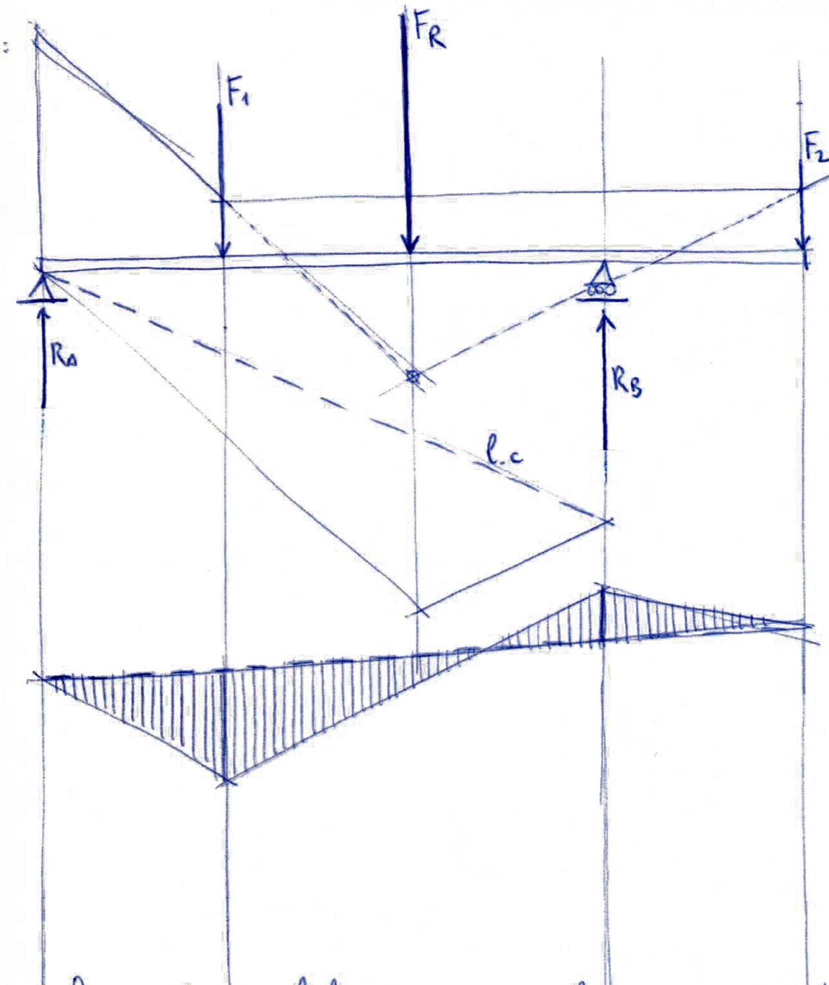
Nótese que el funicular sirve también para hallar la posición de la resultante F_R, cuyo módulo no es más que la suma de los módulos de F_1 y F_2.

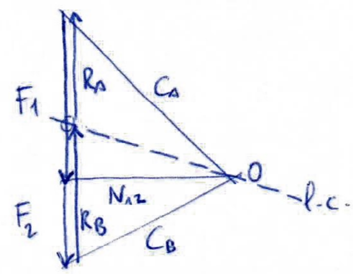
Es importante recordar que la distancia vertical entre la línea de cierre y el funicular corresponde con el diagrama de momentos de la viga.

Cuando no todas las fuerzas se encuentran situadas entre las dos reacciones, es necesario hallar la resultante previamente. Esta fuerza, aunque quede sobre la viga en una posición no intermedia entre las reacciones, sí que se considera siempre intermedia a efectos de su lugar dentro del polígono de fuerzas.

Primero se construye un funicular de las cargas originales (sin las reacciones), se halla la resultante y se construye un segundo funicular con línea de cierre para hallar las reacciones.

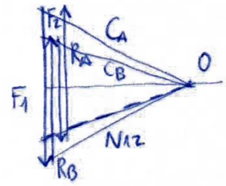
Ej:



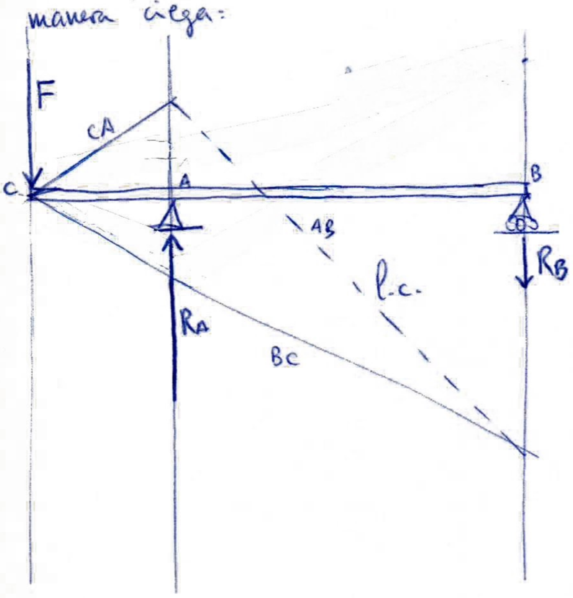


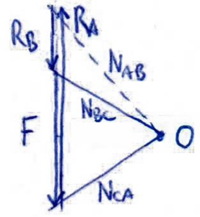
Para hallar la ley de momentos de la viga original, hay que construir un nuevo funicular con su correspondiente polígono de cargas en orden:

$F_1 \to R_B \to F_2 \to R_A \to F_1 \cdots$



En el caso de un voladizo con una sola carga en punta, el funicular y la línea de cierre no corresponden con esfuerzos teóricos de tracción y compresión, respectivamente. Se recomienda no hacer ninguna analogía con una estructura de cables y puntales, y seguir el procedimiento de manera "ciega":



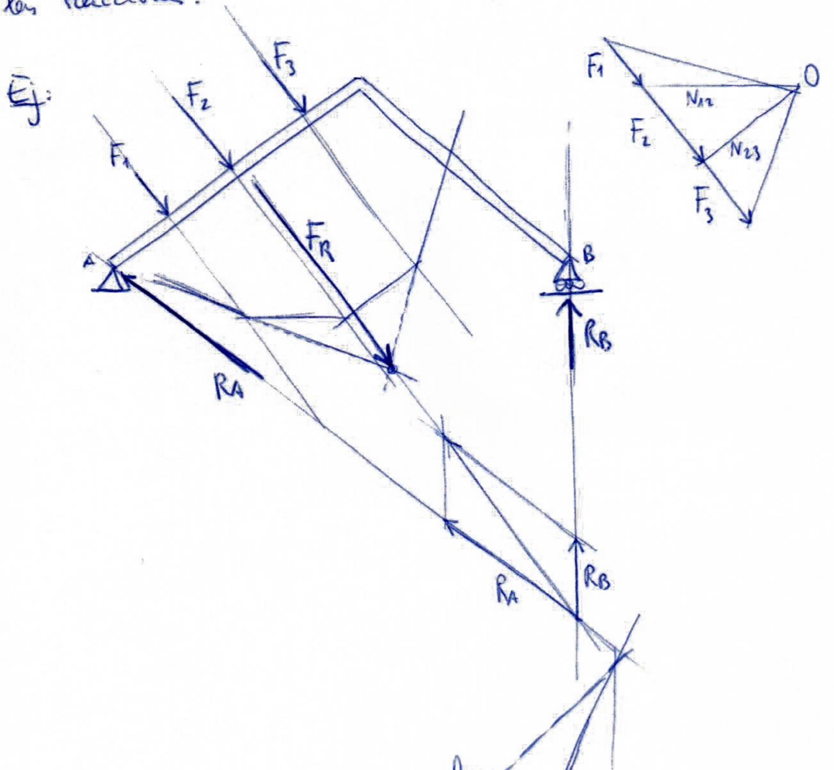


Si la viga se recorre en el sentido A→B→C→A→···, el polígono de fuerzas se construye colocando F y un polo arbitrario. La fuerza que une el origen de F con O será la fuerza del tramo de funicular "antes de C", que es donde está aplicada la fuerza. Por tanto, entre B y C se traza paralela a N_{BC}, y análogo con el tramo CA ("después de C"). La línea de cierre se sitúa en una posición en que no une los extremos.

(Nótese que la construcción gráfica tendría el significado habitual de cable traccionado y puntal comprimido si se mira cabeza abajo, como una viga con carga vertical R_A y apoyada en C y en B).

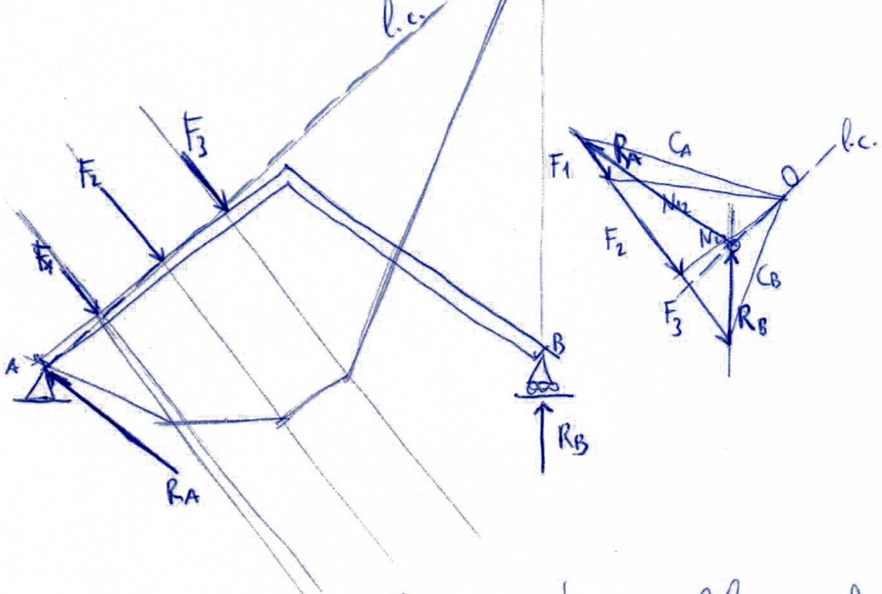
Finalmente, en el caso en que las fuerzas sean paralelas entre sí pero no sean también paralelas ambas reacciones, se puede utilizar el funicular de dos maneras para hallar las reacciones.

Ej:



SOLUCIÓN 1

Hallar la fuerza inclinada mediante un funicular solo de las cargas. Una vez hallada la resultante F_R, se aplica el teorema de las tres fuerzas con las dos reacciones R_A y R_B, conociendo que la línea de acción de R_B es vertical y sabiendo que las tres fuerzas deben ser concurrentes



SOLUCIÓN 2

Se construye un funicular de todas las cargas, que pase por A (puesto que sólo se conoce que la reacción en A pasa por ese punto, sin saber en qué dirección) y por la vertical de B (que sí se conoce que es su línea de acción).

Una vez hallada la línea de cierre, se traza paralela por el polo O del polígono. Como se conoce la dirección vertical de R_B, se traza vertical por el final de F_3 (puesto que el orden de las fuerzas en la viga es $F_1 \rightarrow F_2 \rightarrow F_3 \rightarrow R_B \rightarrow R_A \rightarrow F_1 \cdots$) y donde corte a la paralela a la línea de cierre, ahí está la unión entre R_B y R_A (fin de R_B e inicio de R_A)