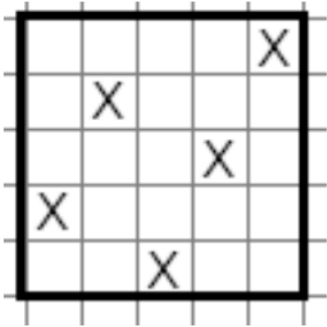


# La teoría de los tejidos de calada



*La teoría de los tejidos de calada da un conjunto de pautas que ayudan a representar gráficamente y a interpretar los tejidos de calada. Son un conjunto de reglas para explicar cómo los hilos de la urdimbre y los de trama se enlazan entre ellos para formar los ligamentos que finalmente darán lugar a los tejidos.*

## Conceptos básicos

Los tejidos de calada están formados por dos series de hilos, unos que van dispuestos de forma vertical, llamados hilos de urdimbre o simplemente hilos, y otros que se disponen horizontalmente ligando con los de urdimbre para formar los ligamentos. Estos segundos son los hilos de trama, también conocidos como pasadas.

Para situar los tejidos de calada en relación con otros tipos de tejidos se puede consultar el contenido.



### Tipos de tejidos

Existen distintos tipos de tejidos que los hacen más o menos ideales para según qué aplicaciones. Para su fabricación se hace uso de diferentes tecnologías.

La teoría de los tejidos da luz a la forma en que los hilos de urdimbre y los de trama se cruzan entre ellos para crear los ligamentos. Nos dota de un conjunto de normas para poder representar sobre el papel los ligamentos que van a formar los tejidos.



### Urdimbre

Se trata de un conjunto de hilos, perfectamente ordenados y con las tensiones adecuadas, situados en un plegador, el plegador de urdimbre. Este término normalmente se aplica en tejeduría de calada o de género de punto por urdimbre.



Ordit



Warp



### Trama

En tejeduría de calada son los hilos que pasan entre los hilos de urdimbre, por dentro de la calada, para formar el tejido según el ligamento diseñado. El concepto también puede ser aplicado a punto para hilos que van de un lado a otro sin hacer mallas.



Trama



Weft

Así pues, los ligamentos explican cómo los hilos de urdimbre y los de trama se entrecruzan entre ellos para formar los tejidos. Las posibilidades a la hora de crear ligamentos son infinitas.



### Ligamento

Es la forma según la cual se combinan o entrelazan los hilos para crear tejidos, según diferentes tecnologías: calada, punto por recogida, punto por urdimbre, redes...

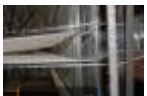


Lligament



Ligament

Los tejidos de calada se fabrican con las máquinas llamadas telares. Con los telares se puede generar un espacio entre dos series de hilos de la urdimbre. Espacio a través del cual pasarán los hilos de trama. A este espacio se le conoce como calada, término que da nombre a este tipo de tejidos.



### Calada

Este término da nombre a una tipología de tejidos. Es el espacio que dejan los hilos de urdimbre cuando en el telar son divididos en dos grupos: los hilos que toman y los que dejan. Por dentro de la calada pasa el hilo de trama para formar el tejido.



Calada

Open Weave

La operación con la que se crean los ligamentos de calada se llama operación de tejer o simplemente tisaje. El término tisaje es también aplicable a la creación de otras tipologías de tejidos como por ejemplo los tejidos de punto. En estos contenidos, y en todo momento, el término solamente hará referencia a la creación de tejidos de calada.



### La operación de tejer

La operación de tejer es la que da sentido a todo el proceso de tejeduría. Será aquí donde, por medio de los telares, se dividirán los hilos de la urdimbre en dos series por donde hacer pasar la trama y así fabricar los tejidos de calada.

## Curso del ligamento, tomos y dejos

Dado que se parte de dos series de hilos, los de urdimbre y los de trama, situadas perpendiculares una con relación a la otra, la manera más práctica de representar cómo los hilos y las pasadas se entrecruzan entre ellas es a través de una cuadrícula. La cuadrícula siempre quedará delimitada formando un cuadrado o un rectángulo.

A representación mínima del ligamento, es decir, la cuadrícula más pequeña posible que lo representa, que se repite a lo largo y ancho del tejido indefinidamente, recibe el nombre de curso del ligamento.



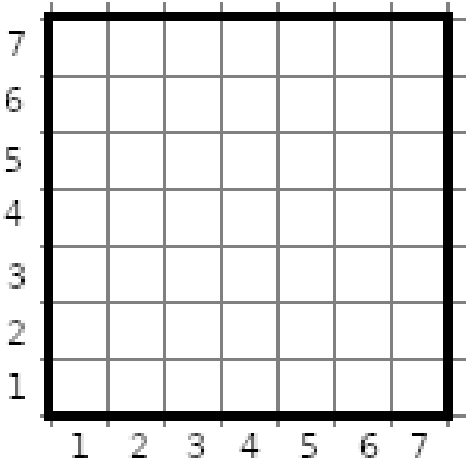
### Curso del ligamento

Relacionado con los ligamentos de calada, es la representación mínima del ligamento sobre una cuadrícula que se repite al largo y al ancho. Es el número más pequeño de hilos y de pasadas necesarios para la representación mínima del ligamento.



Curs del lligament

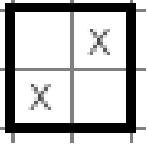
?



Las columnas de la cuadrícula representan los hilos. Estos van ordenados de izquierda a derecha.

Las filas de la cuadrícula representan las pasadas. Se anotan de abajo hacia arriba.

Cada intersección de una columna y de una fila origina un cuadradillo que representa el punto en que un hilo de urdimbre se entrecruza con un hilo de trama. Cada vez que un hilo se cruza con una pasada, puede pasar dos cosas: que el hilo pase por encima de la pasada, o que la pasada pase por encima del hilo. Cuando es el hilo que pasa por encima de la trama, en el lugar donde esto sucede se pone una marca con algún símbolo: \*, +, x... Recibe el nombre de tomo. Cuando el hilo pasa por debajo de la trama, el cuadradillo que corresponde a la intersección de ambos se deja en blanco. Se llama un dejo.



Los términos tomo y dejo tienen relación con la posición que tomarán los lizos del telar. Cuando un lizo toma, o dicho de otro modo, cuando un lizo es subido hacia arriba, todos los hilos que pasan por mallas de ese lizo también suben y, consecuentemente, formarán tomos con relación a las pasadas que se lleve a cabo.

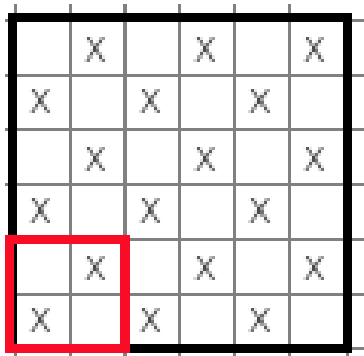
En la imagen de encima está representado el curso del ligamento más simple posible, el tafetán o plana. Para representar el tafetán es suficiente una cuadrícula de 2x2. Cómo se puede apreciar en la imagen, este ligamento está formado por dos tomos y dos dejos, que en cada hilo y pasada se alternan.



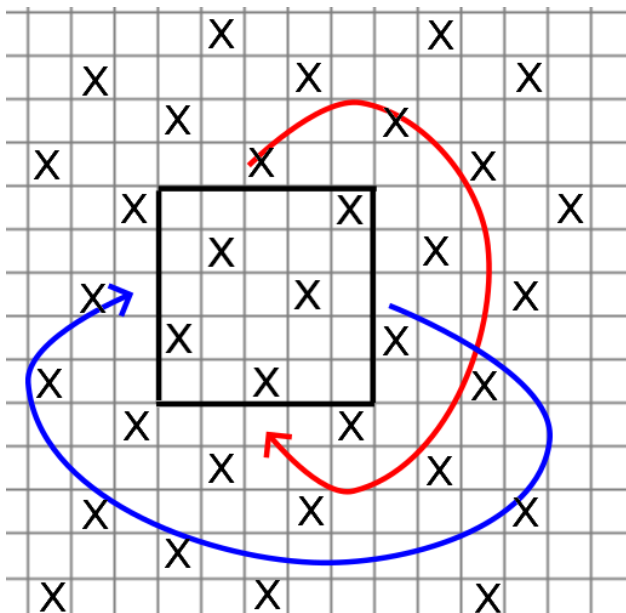
### Tafetán o plana

El tafetán, también llamado tejido de llanura, es el ligamento de calada lo más básico posible, y también uno de los más utilizados para según qué aplicaciones.

Para crear el tejido, el curso del ligamento se repetirá a lo largo y ancho del tejido indefinidamente. En la imagen de abajo se ha representado el tafetán 9 veces.



Es importante tener presente que visto que la cuadrícula donde se dibuja el curso de un ligamento es la representación mínima del ligamento que se repite a lo largo y ancho del tejido, la parte superior de la cuadrícula tiene continuidad con la parte inferior, y la parte derecha de la cuadrícula tiene continuidad con la parte izquierda.



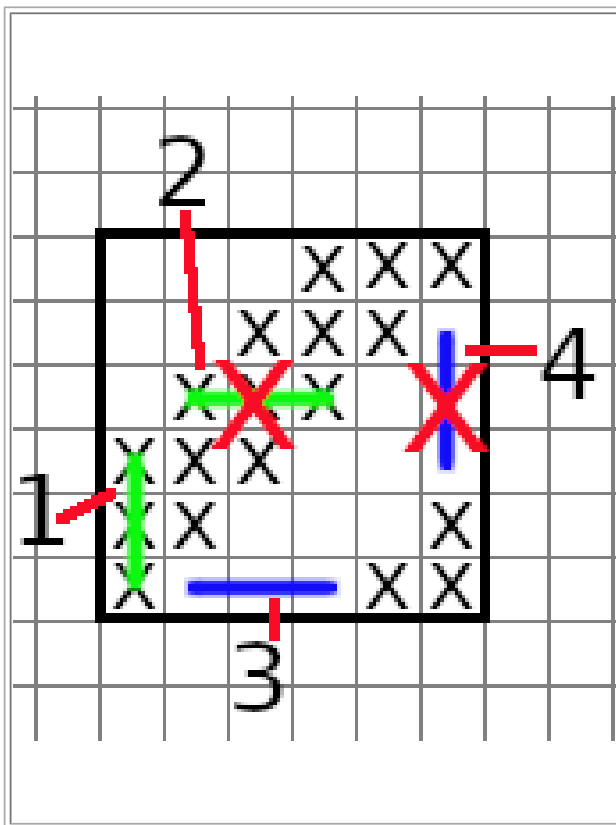
## Bastas de urdimbre y bastas de trama

Una característica de los tejidos que tendrá una importancia relevante en el aspecto final de los mismos son las bastas de urdimbre y las bastas de trama. Gracias al uso de bastas en los ligamentos, y debido a la sobre posición de estas, será posible conseguir efectos sobre los tejidos

que de otro modo no serían posibles. Más adelante se explica en qué consiste la sobre posición de bastas y el porqué de su importancia.

Una basta de urdimbre se produce cuando un mismo hilo toma durante dos o más pasadas consecutivas. Si un hilo toma dos veces seguidas se tendrá una basta de dos, si lo hace durante tres veces seguidas se tendrá una basta de tres, y así sucesivamente.

Una basta de trama se produce cuando una misma pasada deja de forma consecutiva con relación a los hilos durante dos veces consecutivas o más. Como antes se hablará de bastas por trama de dos, de tres... Para aclarar mejor este concepto observa las bastas y las NO bastas de la imagen del ligamento que hay debajo.



1. Es una basta de urdimbre de tres, ya que el mismo hilo toma tres veces seguidas sobre pasadas consecutivas.
2. NO es una basta de urdimbre, ya que a pesar de que haya tres tomos de lado, estos están situados en hilos vecinos pero diferentes.
3. Es una basta por trama de tres, ya que la misma pasada deja con relación a tres hilos consecutivos.
4. NO es una basta de trama, ya que a pesar de haber tres deijos seguidos están situados en tres pasadas diferentes.

Así pues, las bastas de urdimbre se dan cuando hay tomos consecutivos en la misma columna (hilos) de la cuadrícula, y las bastas de trama cuando hay deijos consecutivos en la misma fila (pasadas) de la cuadrícula.

## Sobreposición de bastas

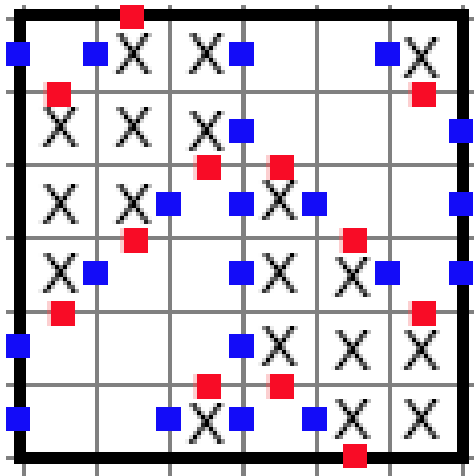
Las bastas vecinas pueden quedar situadas unas con relación a otras con sobre posición. Esto significa que pueden situarse unas encima o debajo de otras, según se mire. Cuando un hilo queda por debajo de otro suceden dos cosas:

- El hilo que queda encima, tapa u oculta total o parcialmente al que queda debajo.
- El hilo que queda por debajo realza al que queda por encima y este segundo da un efecto de relieve en el tejido. Un relieve que será más o menos pronunciado en función de las características de los hilos, la densidad y otros factores.

## Puntos de ligadura de urdimbre y de trama

Cuando un hilo o una pasada pasa de la parte superior del tejido en la parte inferior, o lo hace al revés, se tiene un punto de ligadura. Los puntos de ligadura pueden ser por urdimbre y por trama, dependiendo de si se trata de hilos o de pasadas.

En la imagen de un curso que hay debajo se han marcado con puntos rojos los puntos de ligadura de urdimbre y en azul los puntos de ligadura por trama.



En la imagen se puede observar que cada uno de los seis hilos del curso del ligamento tiene dos puntos de ligadura de urdimbre. También hay dos pasadas con dos puntos de ligadura por trama, las pasadas 2 y 5; y cuatro pasadas con cuatro puntos de ligadura por trama, las pasadas 1, 3, 4 y 6.

Si un ligamento tiene demasiado pocos puntos de ligadura, puede presentar problemas en su consistencia y caída. Lo poco o muy ligado que está un tejido puede determinarse por medio del coeficiente de ligadura del ligamento.

## Coeficiente de ligadura de un ligamento

El coeficiente de ligadura es un valor numérico adimensional entre 0 y 1 que da una idea de lo muy o poco ligado que será un tejido según su ligamento.

Los tejidos fabricados a partir de ligamentos con valores bajos en el coeficiente de ligadura quedarán poco ligados. En cambio, se conseguirán tejidos altamente ligados si provienen de ligamentos con coeficientes de ligadura altos.

Para calcular el coeficiente de ligadura de un tejido es necesario encontrar el coeficiente de ligadura por urdimbre ( $K_{lu}$ ), el coeficiente de ligadura por trama ( $K_{lt}$ ), y realizar la media aritmética de los dos valores encontrados ( $K_{lm}$ ).

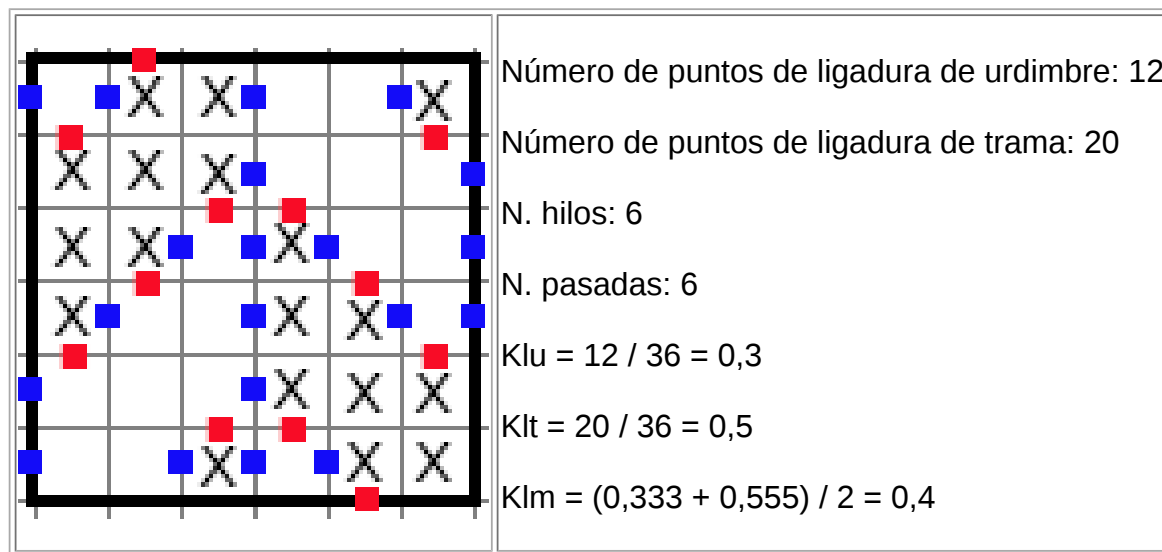
El cálculo del coeficiente de ligadura por urdimbre consiste en dividir el total de puntos de ligadura de urdimbre que presenta el curso del ligamento, entre el resultado de la multiplicación del número de hilos por el número de pasadas de curso del ligamento. El cálculo de coeficiente de ligadura por trama se obtiene de dividir el número de puntos de ligadura por trama existente en el curso del ligamento, entre el resultado de la multiplicación del número de hilos por el número de pasadas del curso del ligamento.

$$K_{lu} = \frac{\text{Número de puntos de ligadura por urdimbre}}{\text{Número de hilos} \times \text{Número de pasadas}}$$

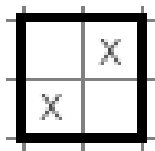
$$K_{lt} = \frac{\text{Número de puntos de ligadura por trama}}{\text{Número de hilos} \times \text{Número de pasadas}}$$

$$K_{lm} = \frac{K_{lu} + K_{lt}}{2}$$

Veámoslo con un ejemplo. Lo haremos con el ligamento anteriormente dibujado.



El valor más alto posible para el coeficiente de ligadura es la unidad, y solamente se alcanza con el ligamento de tafetán, donde  $K_{lu} = 1$ ,  $K_{lt} = 1$  y  $K_{lm} = 1$ .



# Enunciado de un ligamento

El término "Enunciado de un ligamento" hace referencia a la forma en que se pueden anotar los ligamentos con un conjunto de números y letras, a partir de unas normas acordadas y conocidas por las personas que se dedican a la creación de tejidos de calada. Ejemplos de enunciados de ligamentos, que ahora mismo les dirán poco, pero que más adelante sabrán cómo transformar en un conjunto de tomos y dejos sobre una cuadrícula, son los siguientes:

- $3e^2$
- $7et^3$  bt: 3,7
- $4p e^{2,1,2-1}$  b: 2,2
- $9e^1$  b: 1,1,1,1,1,1,1,3

Los enunciados anteriores corresponden a las representaciones gráficas que siguen:

| Ejemplo 1                           | Ejemplo 2                           | Ejemplo 3                                              | Ejemplo 4                             |
|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| $3e^2$                              | $7et^3$ bt: 3,7                     | $4p e^{2,1,2-1}$ b: 2,2                                | $9e^1$ b: 1,1,1,1,1,1,1,3             |
|                                     |                                     |                                                        |                                       |
| 5 hilos y 5 pasadas<br>Raso         | 10 hilos y 10 pasadas<br>Raso       | 4 hilos y 4 pasadas<br>Sarga satina de dos direcciones | 10 hilos y 10 pasadas<br>Sarga romana |
| Klu = 0,4<br>Klt = 0,4<br>Klm = 0,4 | Klu = 0,6<br>Klt = 0,2<br>klm = 0,4 | Klu = 0,5<br>Klt = 0,75<br>klm = 0,625                 | Klu = 0,8<br>Klt = 0,8<br>Klm = 0,8   |

Posiblemente, si no ha estudiado la teoría de tejidos con anterioridad, en estos momentos le será difícil encontrar la correspondencia entre los enunciados y las representaciones gráficas de los ejemplos anteriores. En este apartado se tratará de que aprenda a representar ligamentos sobre una cuadrícula a partir de su enunciado y, al mismo tiempo, a enunciar ligamentos, siempre que sea posible encontrarles un enunciado, a partir de la representación gráfica de los tomos y los dejos en

una cuadrícula. Más adelante, según su estructura, también habrá que aprender a dar nombres a los ligamentos. Nombres como raso, sarga romana, teletón, acanalado...

Todos los ligamentos de los ejemplos anteriores tienen cursos cuadrados, pero podría no ser así, ya que existen ligamentos que tienen cursos rectangulares.

No todos los ligamentos pueden enunciarse. Los ligamentos que no se pueden anunciar solamente podrán representarse con la ayuda de una cuadrícula con los tomos y los dedos marcados. Entonces se dice que ese ligamento no tiene anunciado.

Los enunciados de los ligamentos constan de dos partes:

- El escalonado, que se identifica con la letra **e** y,
- la base de evoluciones, que se identifica con la letra **b**.

Al hacer la representación gráfica de un ligamento se comienza siempre por el escalonado y, a continuación, al escalonado representado, se le aplica la base de evoluciones.

En el primer ejemplo de los anteriores no se ha puesto la base de evoluciones. No es que el enunciado sea incorrecto. Simplemente, se ha omitido la base de evoluciones y se dice que se le aplica la base de evoluciones fundamental. Más adelante se verá que significa exactamente esto.

## El escalonado

Centrémonos ahora en la primera parte de la ecuación del enunciado de los ligamentos, la que habla del escalonado. Después ya nos ocuparemos de la parte de la base de evoluciones.

Si se ha mirado con atención los ejemplos de ligamentos de encima, habrá observado que hay de dos tipos: los que tienen la ecuación general  $ne^m$ ; y los que siguen el patrón de la ecuación  $np e^{x,y,\dots}$ . Cuando los enunciados son de tipo  $ne^m$  se dice que son regulares. Por el contrario, cuando los enunciados son de tipo  $np e^{x,y,\dots}$  se dice que son enunciados irregulares. Veamos a continuación que significa esto y cómo funciona.

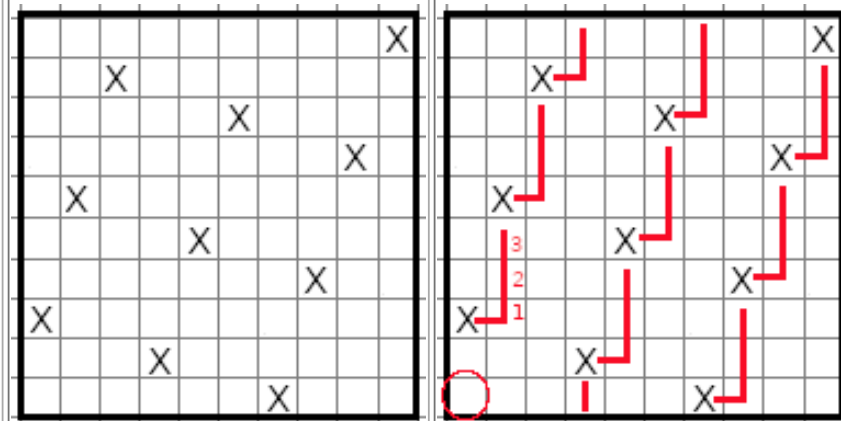
## Enunciados con escalonados regulares

Antes de entrar en materia, comentar que dos números,  $n$  y  $m$ , son primos entre sí si no tienen divisores comunes distintos a la unidad. Por ejemplo, 10 y 3 son primos entre sí, ya que solamente tienen como divisor común el número 1. En cambio, 18 y 3 no son primos entre sí, ya que ambos son divisibles por 1 y por 3.

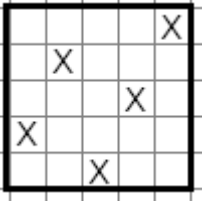
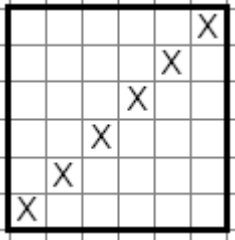
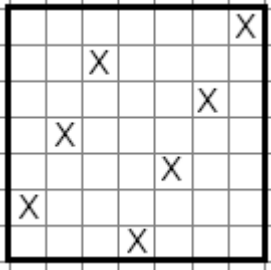
Cuando los enunciados son de tipo regular. Es decir, tienen la ecuación general  $ne^m$ , y siempre que los valores de  $n$  y  $m$  sean primos entre ellos, dan lugar a cursos cuadrados. Los tamaños de los cursos, y, por tanto, el número de hilos y pasadas del curso de los ligamentos, se obtiene de la suma de  $m$  y  $n$ . Por ejemplo, el enunciado  $7e^3$  da lugar a una cuadrícula de  $7 + 3 = 10$  hilos y 10 pasadas.

Para dibujar el ligamento  $7e^3$  es necesario proceder de la siguiente manera:

- Se comprueba si los valores de antes y de después de la "e" son primos entre ellos. Los casos en que estos números tengan divisores comunes distintos a la unidad los trataremos después. 3 y 7 son primos entre ellos.
- Se suman los valores que hay antes y después de la "e" para saber qué tamaño tendrá la cuadrícula sobre la que se hará el dibujo. En este caso  $7 + 3 = 10$  hilos y pasadas.
- Se observa el valor que existe después de la "e", que normalmente se sitúa en formato de superíndice. En ese ejemplo es 3.
- Con la cuadrícula en blanco se sitúa el primer tomo en el cuadradillo que hace 3 del primer hilo, el de más a la izquierda, empezando a contar desde el cuadro inferior izquierdo de la cuadrícula. En el dibujo de la izquierda se ha marcado el punto desde el que se empieza a contar con una redonda.
- El segundo tomo se dibuja haciendo un desplazamiento a la derecha (hilo siguiente) y contando otra vez 3 hacia arriba, que corresponde a saltar 3 pasadas hacia arriba.
- El resto de tomos se realizan a partir del anterior dibujado hasta que se llega al último hilo, el que hay más a la derecha.

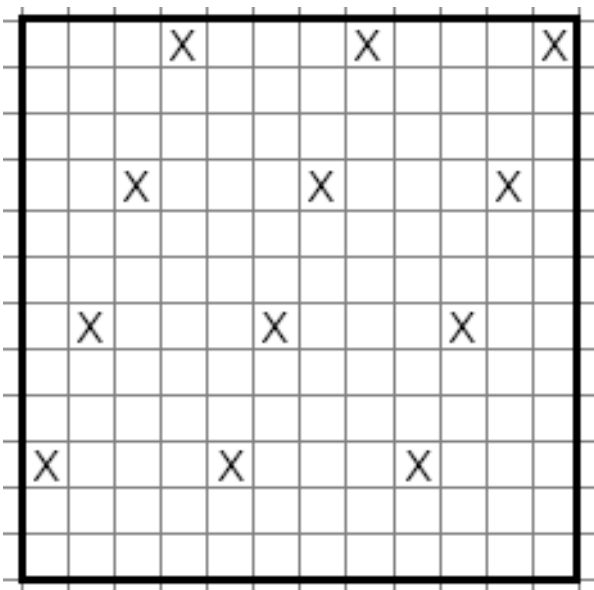


Otros ejemplos de ligamentos con enunciado regular cuadrado son los siguientes:

|                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| $3e^2$                                                                            | $5e^1$                                                                            | $1e^1$                                                                            | $5e^2$                                                                             |
|  |  |  |  |
| 5 hilos y 5 pasadas<br>Raso                                                       | 6 hilos y 6 pasadas<br>Sarga                                                      | 2 hilos i 2 pasadas<br>Tafetán o plana                                            | 7 hilos y 7 pasadas<br>Raso                                                        |

Se observa que, en todos los casos, el último tomo termina en el margen superior derecho de la cuadrícula, y esto será siempre así.

Vemos que ocurre cuando los valores de  $m$  y  $n$  tienen divisores comunes. Pongamos por ejemplo el raso  $9e^3$ . Si se procede como se ha hecho antes y se hace uso de una cuadrícula de  $9 + 3 = 12$ , se obtiene el siguiente ligamento:

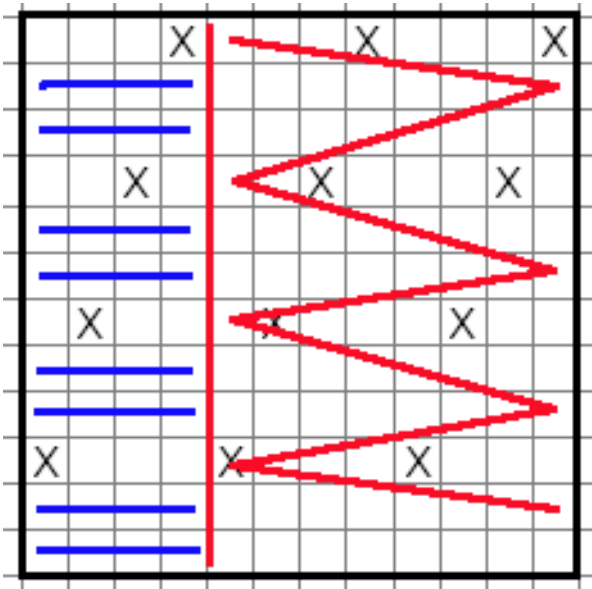


En el ligamento dibujado hay que observar un par de cosas:

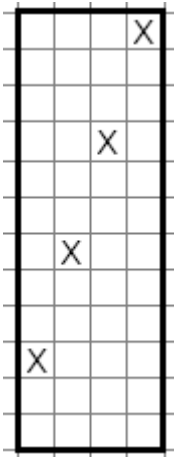
- El curso termina en el hilo que hace 4, ya que a partir de ahí se repite un par de veces. Por tanto el ligamento resultante no sería de 12 hilos por 12 pasadas, sino que sería de 4 hilos por

12 pasadas. La parte que se repite debe eliminarse del curso.

- Hay algunas pasadas que no ligan con ningún hilo, lo que haría que este ligamento no tuviera sentido. Se trata de las pasadas pintadas de color azul.



El ligamento resultante de aplicar el enunciado  $9e^3$  sería el siguiente:



A este tipo de ligamentos se les llama rasos incumplidos. Son incompletos porque por ellos mismos, sin más, no se podrían fabricar por haber pasadas que no atan con ningún hilo. Habrá que completarlos con una base de evoluciones, que después se explica que es.

El ligamento del ejemplo, después de aplicarle una base de evoluciones, podría ser el de la imagen de abajo, ahora sí posible. Tendrá el enunciado  $9e^3$  b: 3, 9.

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
|   |   |   | X |
|   |   | X |   |
|   |   | X |   |
|   |   | X |   |
|   | X |   |   |
|   | X |   |   |
|   | X |   |   |
| X |   |   |   |
| X |   |   |   |
| X |   |   |   |
|   |   |   | X |
|   |   |   | X |

Ahora sí que todas las pasadas atan con algún hilo y no queda ninguna pasada sin atar.

### Enunciados con escalonado irregular

Los escalonados irregulares tienen el enunciado general  $np\ e^x.y\dots$ , donde  $np$  indica el número de pasadas que debe tener el curso del ligamento. Encima de la "e" del escalonado debe haber dos o más valores enteros.

Como puede observarse el enunciado nos da el número de pasadas que debe tener el curso del ligamento, pero no nos dice nada del número de hilos, lo que nos genera dudas de qué tamaño ha de tener la cuadrícula a dibujar para poder representar el curso del ligamento. Sin embargo, no es necesario preocuparse, ya que el número de hilos se puede calcular a partir del mismo enunciado. Veámoslo con un ejemplo:

Supongamos que se nos da el enunciado  $6p\ e^{2,3,4,4,3,2}$ . Se trata de un raso irregular, el raso de la reina. A partir del enunciado está claro que el curso del ligamento debe tener 6 pasadas. Vamos a calcular cuál es el número de hilos que debe tener el curso. Con el número de hilos y pasadas ya se podrá dibujar la cuadrícula donde representar el curso del ligamento. Para realizar este cálculo se procederá de la siguiente manera:

- Se multiplica el número de pasadas que se nos ha dado por la cantidad de valores que hay sobre la "e". En el ejemplo es  $6 \times 6 = 36$ .
- Se calcula el máximo común divisor del número de pasadas dado por la suma de los valores sobre la "e". En el ejemplo es  $\text{mcd}(6, 18) = 6$ . El valor de 18 sale de la suma  $2+3+4+4+3+2 = 18$ .
- El número de hilos se obtiene de dividir el valor hallado en el punto 1 entre el valor hallado en el punto 2.  $N \text{ de hilos} = 36 / 6 = 6$ .

$$\begin{array}{c}
 \text{1 2 3 4 5 6} \\
 \text{2, 3, 4, 4, 3, 2} \\
 \text{6p e} \\
 \text{N.hilos} = \frac{6 \times 6}{\text{mcd}(6, 18)} = \frac{36}{6} = 6
 \end{array}$$

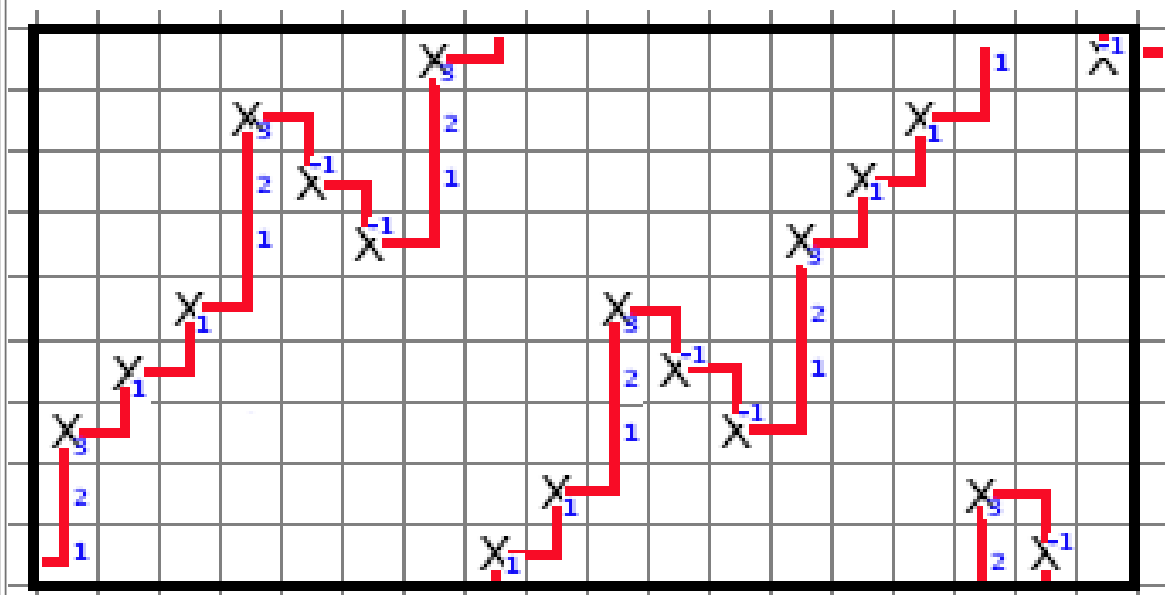
$\parallel$   
 $2 + 3 + 4 + 4 + 3 + 2$

Ya sabemos que la cuadrícula en la que se debe dibujar el curso del ligamento debe ser de 6 hilos y 6 pasadas. Vamos a ver cómo se procede para representar al escalonado y, de este modo, obtener el ligamento.

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>Empezando por el cuadrado inferior izquierda se contarán 2 pasadas hacia arriba y se marcará la segunda pasada. Así se tendrá marcado el primer tomo del ligamento. El segundo tomo se marcará en el hilo de la derecha del primero. En este caso será necesario contar 3 y marcar el tomo. Para realizar el tercer tomo nos volveremos a mover un hilo hacia la derecha y, en esta ocasión, se marcará la pasada que hace 4. Seguiremos moviéndonos hilos hacia la derecha con los saltos de 4, 3 y 2 sucesivamente.</p> <p>Como habrá observado, los movimientos hacia arriba que se han hecho han sido exactamente los que se indican en el escalonado del enunciado del ligamento: 2, 3, 4, 4, 3 y 2.</p> |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Veamos otro ejemplo. Dibujaremos el ligamento 9p e<sup>3,1,1,3,-1,-1</sup>. Se trata de una sarga interrumpida de dos direcciones. En este caso, el escalonado está formado por 6 valores, un par de ellos negativos.

Lo primero es calcular el número de hilos. En este caso será: N. hilos =  $9 \times 6 / \text{mcd}(9, 6) = 54 / 3 = 18$  hilos. Se necesita, pues, una cuadrícula de 9 por 18 cuadros.



Para dibujar el ligamento se procede similar a antes. En esta ocasión los saltos son de 3, 1, 1, 3, -1 y -1 respectivamente, tal y como se especifica en el enunciado del ligamento.

Cuando el valor del enunciado es negativo se salta igualmente un hilo hacia la derecha, pero en lugar de contarse hacia arriba se cuenta hacia abajo.

La secuencia 3, 1, 1, 3, -1, -1 se representa tantas veces como sea necesario hasta que se llega al último hilo de la cuadrícula. Tal y como ha ido ocurrido en todos los ejemplos anteriores, el último tomo del enunciado quedará en el cuadro superior derecho de la cuadrícula.

Al observar el curso del ligamento dibujado encima se ve que hay bastas por trama de 10. También, al inverso del tejido, hay bastas de urdimbre de 8. Tejidos con bastas tan largas no quedarán bien, aparte de que será fácil que los hilos que forman estas bastas tan largas se enganchen con elementos como botones, hebillas, y por lo general con partes salientes. También, bastas tan largas darán lugar a tejidos con coeficientes de ligadura demasiado bajos, los cuales quedarán poco atados. Los coeficientes de ligadura del ligamento de encima son de  $Klu = 0,111$ ,  $Klt = 0,222$  y  $Klm = 0,166$ . El ligamento liga demasiado poco. Para resolver este problema de las bastas demasiado largas se puede aplicar una base de evoluciones. Vamos a ver que son y cómo se aplican a los ligamentos.

## La base de evoluciones

Por el momento del enunciado de los ligamentos se ha explicado que es el escalonado. Falta contar la segunda parte, la de la base de evoluciones. Recuerde que el enunciado de un ligamento consta de dos partes:

## escalonado + base de evoluciones

La base de evoluciones indica cómo evoluciona un hilo a partir del tomo del escalonado del mismo enunciado en relación con las pasadas del ligamento. Se aplica, siempre, después de haberse dibujado la parte del escalonado.

Vamos a ver cómo se dibuja la base de evoluciones a partir de un ejemplo. Vamos a aplicar una base de evoluciones en el ligamento anterior. Por ejemplo, dibujamos el ligamento:  $9p e^{3,1,1,3,-1,-1} b$ :  $4,1,1,3$ .

Para ello es necesario aplicar, sobre cada uno de los hilos, la secuencia de la base de evoluciones con tomas y dejos sobre el ligamento con el escalonado dibujado, y tomando como referencia el tomo que se ha dibujado en el escalonado. A partir del tomo del escalonado se hacen 4 tomas, 1 deajo, 1 tomo y 3 dejos. Tenga presente que al contar los primeros 4 tomas el tomo del escalonado ya cuenta.

|                |                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|----------------|----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1              | X <sup>4</sup> |   | X | X | X | X |   |   |   | X |   | X | X | X |   |   | X |
| X <sup>1</sup> | 1              | X | X | X | X |   |   |   | X |   | X | X | X | X |   |   |   |
| 1              | X <sup>4</sup> | X |   | X | X |   |   | X | X | X |   | X | X |   | X |   |   |
| X <sup>4</sup> | X <sup>3</sup> | X |   |   | X |   | X |   | X | X | X | X |   |   |   | X |   |
| X <sup>3</sup> | X <sup>2</sup> | X |   |   |   | X |   | X | X | X | X |   |   |   | X |   | X |
| X <sup>2</sup> | X <sup>1</sup> |   | X |   |   |   | X | X |   | X | X |   |   | X | X | X |   |
| X <sup>1</sup> | 3              |   |   | X |   | X | X | X |   |   | X |   | X |   | X | X | X |
| 3              | 2              |   | X |   | X | X | X | X |   |   |   | X |   | X | X | X | X |
| 2              | 1              | X | X | X |   | X | X |   | X |   |   |   | X | X |   | X | X |

En la imagen se ha pintado con un recuadro verde el inicio, que corresponde al lugar al que ha ido a parar el tomo del escalonado. En rojo las cuentas hechas por los valores impares de la base de evoluciones, que corresponden a los tomos, y en azul los pares, que corresponden a los dejes. En la imagen solamente se han dibujado los números sobre los dos primeros hilos, pero la base de evoluciones, como puede apreciarse, se ha aplicado a todos y cada uno de los hilos del ligamento.

La base de evoluciones debe satisfacer los siguientes requisitos:

- Debe tener un número par de valores enteros: 2, 4, 6, 8..., separados por comas. En este caso del ejemplo tiene 4.
- La suma de los valores de la base de evoluciones debe ser igual al número de pasadas del ligamento. En el ejemplo se satisface la condición, ya que  $4 + 1 + 1 + 3 = 9$ , que es igual al número de pasadas del ligamento.

Ejemplos de bases de evoluciones incorrectas para el ejemplo de ligamento anterior podrían ser:

- 4, 1, 2, 3, puesto que la suma de los valores de la base de evoluciones es superior al número de pasadas.
- 4,2,3, ya que el número de valores de la base de evoluciones es impar.

Cuando en un enunciado no se pone ninguna base de evoluciones, se interpreta que el curso hace uso de la base de evoluciones fundamental, donde el hilo solamente toma en el sitio donde ha ido a ponerse el tomo del escalonado y deja todas las demás pasadas del mismo hilo. Por ejemplo, el  $3e^2$ .

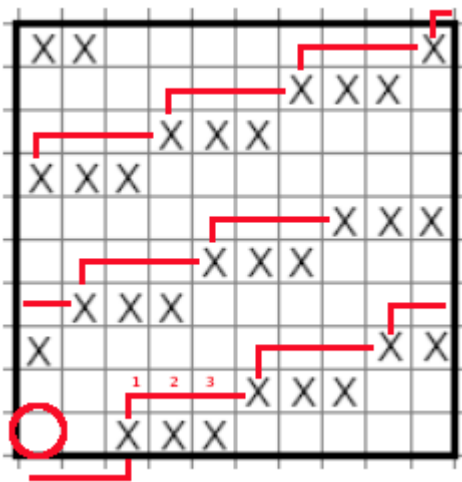
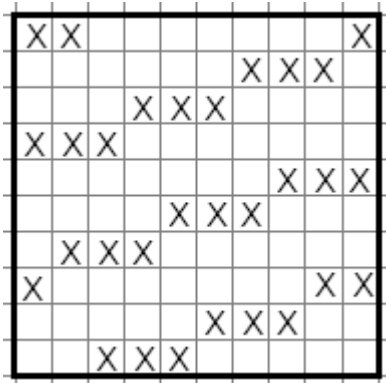
|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   | X |
|   | X |   |   |   |
|   |   |   | X |   |
| X |   |   |   |   |
|   |   | X |   |   |

El enunciado anterior con la base de evoluciones escrita sería  $3e^2$  b: 1,4.

## Enunciados de los ligamentos por urdimbre y enunciados por trama

Todos los enunciados que se han visto hasta ahora, salvo el enunciado del segundo ejemplo, el  $7et^3$  bt: 3,7, son por urdimbre. Vamos a ver cómo son y cómo funcionan los enunciados por trama. Ahora, con todo lo visto, no será complicado entenderlo. Los enunciados por trama se identifican porque después de la **e** y de la **b** se escribe la letra **t**, que nos dice que el escalonado y la base de evoluciones deben representarse por trama.

Vamos a ver cómo se dibuja el ligamento con el enunciado por trama:  $7et^3$  bt: 3,7.



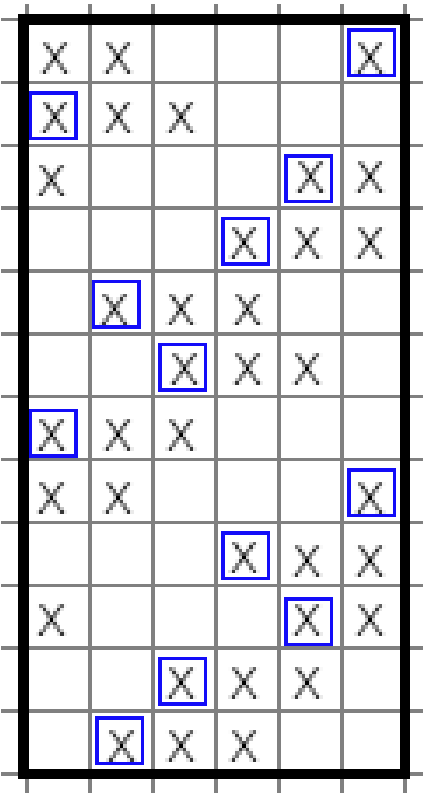
Como en el caso del dibujo de los ligamentos con enunciado por urdimbre se empieza a contar por el cuadradillo inferior izquierda de la cuadrícula. Aquí se ha resaltado con un círculo de color rojo. A partir de este cuadradillo se cuentan los tomos que corresponden al escalonado hacia la derecha, en horizontal. De un tomo del escalonado al siguiente debe saltarse una pasada hacia arriba. Si el valor del escalonado fuese negativo, debería contarse hacia la derecha.

Para dibujar la base de evoluciones es necesario, tal y como se ha hecho antes, empezar a contar, a partir del tomo situado al dibujar el escalonado, con la secuencia de tomas y dejes que corresponda hacia la derecha.

Veamos otro ejemplo con el ligamento irregular enunciado por trama  $6f\ et^{2,1,2,-1}$  bt: 3,3. Nótese que aquí se da el número de hilos en lugar de darse el número de pasadas. Para calcular el número de pasadas se procederá exactamente igual que se ha hecho en el caso de los enunciados por urdimbre.

$$N. \text{ pasadas} = 6 \times 4 / \text{mcd}(6,4) = 24 / 2 = 12 \text{ pasadas}$$

Ahora que ya se saben las dimensiones de la cuadrícula, se puede proceder a dibujar el ligamento teniendo en cuenta lo comentado sobre los enunciados por trama.



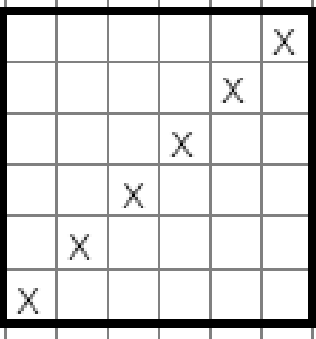
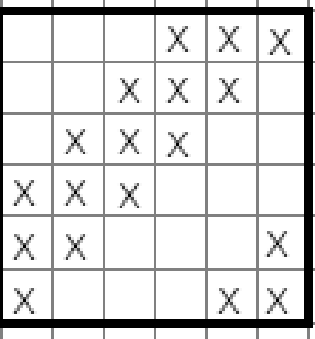
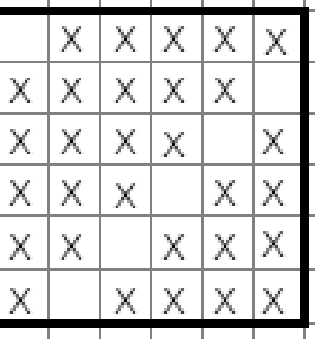
Como puede apreciarse a partir de los dos ejemplos anteriores, de nuevo, el último tomo de los escalonados ha ido a parar al cuadro superior derecho de la cuadrícula. En el dibujo los tomos que corresponden al escalonado se han remarcado con un cuadrado de color azul para ayudar a clarificar los conceptos.

Nótese que la forma de dibujar enunciados de ligamentos por urdimbre o por trama es similar, y lo único que cambia es la forma en que se hacen las cuentas a la hora de dibujar los tomos.

## Ligamentos ligeros, neutros y pesados

Un ligamento será ligero cuando tenga menos tomos que dejes, y será pesado cuando tenga más tomos que dejes. Si el número de tomos y dejes del ligamento es igual se dice que es un ligamento neutro. Un mismo ligamento puede ser ligero, neutro o pesado según la base de evoluciones que le sea aplicada. Veámoslo con un ejemplo sobre la sarga  $5e^1$ .

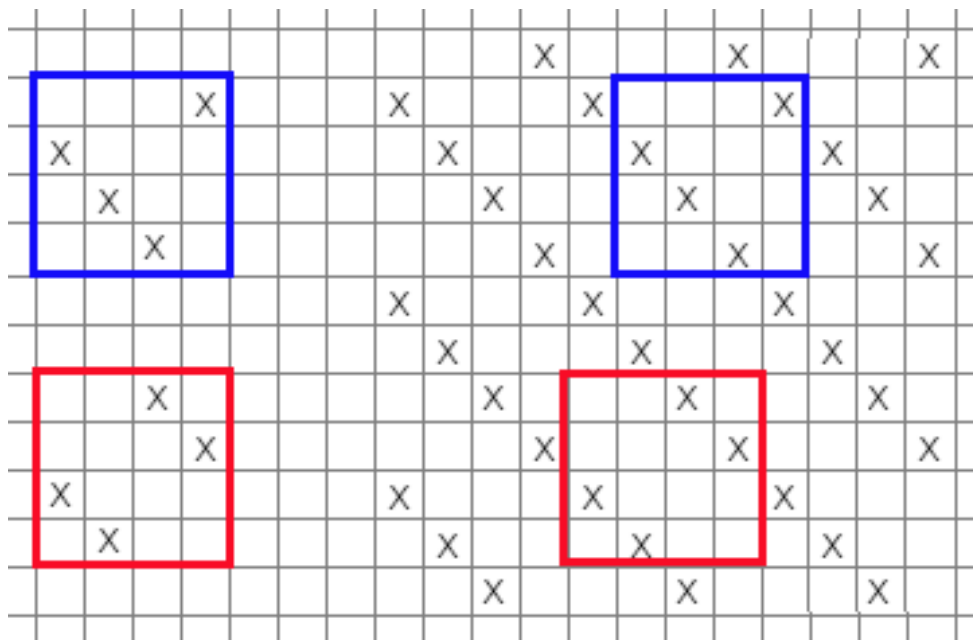
|               |               |               |
|---------------|---------------|---------------|
| $5e^1$ b: 1,4 | $5e^1$ b: 3,3 | $5e^1$ b: 4,1 |
|---------------|---------------|---------------|

|                                                                                   |                                                                                   |                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |
| Ligero                                                                            | Neutro                                                                            | Pesado                                                                             |

## Ligamentos dibujados en el pie y ligamentos dibujados a despie

Todos los ligamentos que se han representado hasta ahora se han dibujado en el pie. En todos los casos el último tomo del escalonado ha ido a parar al cuadradillo superior derecho de la cuadrícula.

Observe el dibujo de los dos ligamentos que hay debajo para darse cuenta de que, a pesar de estar representados de diferente forma, son lo mismo. Es el  $3e^1$ . Cuando los cursos de ambas representaciones se repite infinitamente a lo largo y en el ancho, se obtiene exactamente el mismo resultado. Sin embargo, el ligamento representado con el cuadro rojo está dibujado a despie. En cambio, el ligamento dibujado en el cuadro azul está dibujado en el pie.



Normalmente, se dibujarán los ligamentos en el pie, puesto que son más fáciles de identificar. Sin embargo, en algunas ocasiones, sobre todo cuando se hacen dibujos de ligamentos compuestos por diferentes ligamentos simples, hay que dibujar alguno o algunos de ellos a despie.

## Los ligamentos fundamentales

Dado un enunciado de tipo  $ne^m$ , dará lugar a un curso de ligamento fundamental si los valores de  $n$  y  $m$  son primos entre sí. Es decir, si los valores de  $n$  y  $m$  no tienen divisores comunes distintos a la unidad. De lo contrario dará lugar a ligamentos de tipo raso o satén llamados rasos incompletos.

Con los enunciados de cursos fundamentales se obtienen los ligamentos fundamentales, que pueden ser de tres tipos:

- Tafetán o plana: tanto **n** como **m** valen 1. Tiene el enunciado  $1e^1$
- Sargas: solamente uno de los dos valores de **n** o **m** es igual a la unidad. El otro elemento es superior a la unidad. Tienen el enunciado  $1e^n$  o  $ne^1$
- Raso o satén: tanto **n** como **m** son diferentes a la unidad. Son enunciados de tipo  $ne^m$ , donde  $n$  y  $m$  son mayores que 1, y donde **n** y **m** son primos entre ellos.

Se puede encontrar una explicación más extensa sobre los ligamentos fundamentales en el contenido específico que trata de esta tipología de ligamentos.



### Los ligamentos fundamentales

Entre los ligamentos de calada existe un conjunto que, por su estructura, se conocen como los ligamentos fundamentales. Son ligamentos muy usados que a menudo son su origen o base para la creación de otros ligamentos más complejos.

---

Font: [https://texwiki.net/textil/displaycontent/es\\_la-teoria-de-los-tejidos-de-calada](https://texwiki.net/textil/displaycontent/es_la-teoria-de-los-tejidos-de-calada)

Entrado el 07 de agosto de 2023 por [Albert Pérez Monfort](#)

Autor: [Albert Pérez Monfort](#)

Traducción por: [Albert Pérez Monfort](#)