



**MARIO FRIGERIO**

**MARIO FRIGERIO S.p.A.**

**Sede Legale:**  
20123 Milano  
via del Carroccio 8

**Sede Amm. e Stabilimento:**  
p.o. box 238 - 23900 Lecco (Italy)  
via Ghislanzoni 73  
Tel. +39 0341 358.111  
Fax +39 0341 368.385  
e-mail: [info@mariofrigerio.it](mailto:info@mariofrigerio.it)  
web site:[www.mariofrigerio.it](http://www.mariofrigerio.it)

Reg. Impr. MI 00224520133  
REA 1669649  
Cod. Fisc. e P. IVA 00221520133  
Cap. Soc. 300.000,00 € i.v.

# MARIO FRIGERIO SpA

## Company

### Lecco - Italy

Equipos para el mundo del alambre  
Desde 1897

**¡ Todavía estamos aquí !**

© A.V. MFL



**MARIO FRIGERIO**

**MARIO FRIGERIO S.p.A.**

**Sede Legale:**  
20123 Milano  
via del Carroccio 8

**Sede Amm. e Stabilimento:**  
p.o. box 238 - 23900 Lecco (Italy)  
via Ghislanzoni 73  
Tel. +39 0341 358.111  
Fax +39 0341 368.385  
e-mail: [info@mariofrigerio.it](mailto:info@mariofrigerio.it)  
web site:[www.mariofrigerio.it](http://www.mariofrigerio.it)

Reg. Impr. MI 00224520133  
REA 1669649  
Cod. Fisc. e P. IVA 00221520133  
Cap. Soc. 300.000,00 € i.v.

# LA TECNOLOGÍA DEL TREFILADO Y LA MAQUINARIA PARA DICHO PROCESO



**MARIO FRIGERIO**

**MARIO FRIGERIO S.p.A.**

**Sede Legale:**  
20123 Milano  
via del Carroccio 8

**Sede Amm. e Stabilimento:**  
p.o. box 238 - 23900 Lecco (Italy)  
via Ghislanzoni 73  
Tel. +39 0341 358.111  
Fax +39 0341 368.385  
e-mail: info@mariofrigerio.it  
web site:www.mariofrigerio.it

Reg. Impr. MI 00224520133  
REA 1669649  
Cod. Fisc. e P. IVA 00221520133  
Cap. Soc. 300.000,00 € i.v.

## Indice

|  | pág.      |
|--|-----------|
| <b>INDICE.....</b>   | <b>3</b>  |
| <b>QUÉ QUIERE DECIR TREFILADO .....</b>                                | <b>4</b>  |
| HILERA PARA EL TREFILADO .....   | 4         |
| ÁNGULO DE APROXIMACIÓN Y REDUCCIÓN .....                               | 4         |
| <b>FORMULAS PARA EL TREFILADO DE ALAMBRES .....</b>                    | <b>7</b>  |
| CURVAS DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE LOS ACEROS AL CARBONO .....     | 8         |
| <b>RESUMEN DE LAS OPERACIONES DEL TREFILADO.....</b>                   | <b>9</b>  |
| DATOS PARA EL PROGRAMA .....   | 9         |
| <b>CAJAS DE ENGRANAJES.....</b>  | <b>12</b> |
| <b>REFRIGERACIÓN DE LOS BLOQUES .....</b>                              | <b>13</b> |
| RENDIMIENTO DE LA REFRIGERACIÓN DE LAS MÁQUINAS DE M.FRIGERIO SPA..... | 14        |
| ESPIRA Y HELICE .....  | 16        |
| <b>PORTAHILERAS .....</b>  | <b>18</b> |
| <b>SISTEMAS DE RECOGIDA .....</b>                                      | <b>19</b> |
| BOBINADORAS.....   | 19        |
| ENROLLADORES CON O SIN HILERA.....                                     | 20        |
| EXTRACTORES .....  | 21        |
| MÁQUINAS DE ACUMULACION .....  | 22        |
| MÁQUINAS DE ACUMULACION CON DOBLE CAPSTAN .....                        | 25        |
| MÁQUINAS DE BAILARIN/RODILLO SENSOR.....                               | 27        |



**MARIO FRIGERIO**

**MARIO FRIGERIO S.p.A.**

Sede Legale:  
20123 Milano  
via del Carroccio 8

Sede Amm. e Stabilimento:  
p.o. box 238 - 23900 Lecco (Italy)  
via Ghislanzoni 73  
Tel. +39 0341 358.111  
Fax +39 0341 368.385  
e-mail: info@mariofrigerio.it  
web site:www.mariofrigerio.it

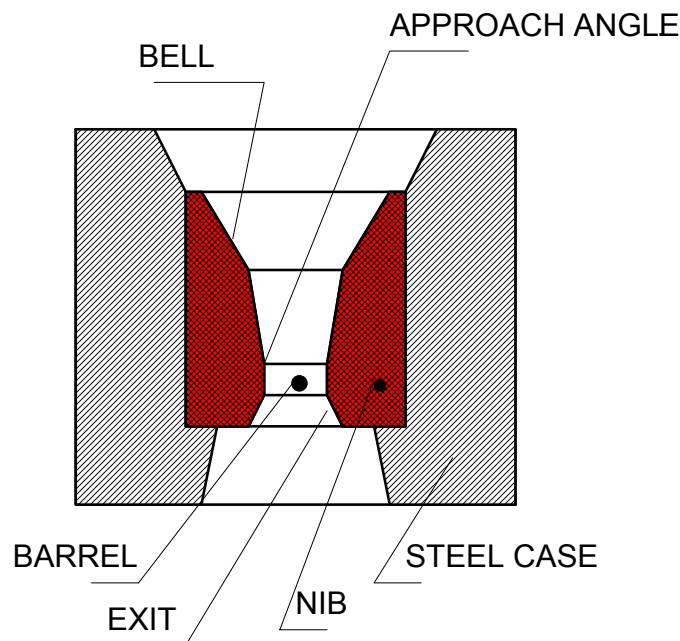
Reg. Impr. MI 00224520133  
REA 1669649  
Cod. Fisc. e P. IVA 00221520133  
Cap. Soc. 300.000,00 € i.v.

## QUÉ QUIERE DECIR TREFILADO

El trefilado es el proceso que se utiliza para la reducción de un alambre desde un diámetro dado a otro más pequeño.

Esto se hace utilizando la hilera para el trefilado.

### HILERA PARA EL TREFILADO



**TIPICAL SECTION OF A DRAWING DIE**

### ÁNGULO DE APROXIMACIÓN Y REDUCCIÓN

El ángulo de aproximación, o ángulo de entrada, es probablemente el parámetro más importante de la hilera para la mayor parte de las aplicaciones.

El efecto del ángulo de aproximación sobre el flujo del metal no puede ser tomado en consideración con independencia de la reducción del área y en la técnica de trefilado moderna se incluyen ambas en el **parámetro  $\Delta$**  que explicaremos en el capítulo siguiente.

La mayor parte de los problemas debidos a la geometría de la hilera puede considerarse que están originados por un único parámetro de diseño.

Este parámetro es la **forma de la zona de deformación** determinada por la hilera.

Esta forma viene determinada por dos parámetros bien conocidos:

- el semi-ángulo  $\alpha$  de la hilera
- el área de reducción  $\Gamma$

La reducción es simplemente 
$$= 1 - \frac{S_{out}}{S_{in}}$$



# MARIO FRIGERIO

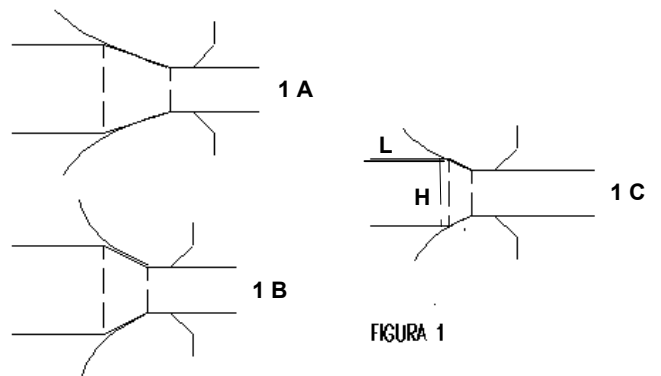
MARIO FRIGERIO S.p.A.

Sede Legale:  
20123 Milano  
via del Carroccio 8

Sede Amm. e Stabilimento:  
p.o. box 238 - 23900 Lecco (Italy)  
via Ghislanzoni 73  
Tel. +39 0341 358.111  
Fax +39 0341 368.385  
e-mail: info@mariofrigerio.it  
web site:www.mariofrigerio.it

Reg. Impr. MI 00224520133  
REA 1669649  
Cod. Fisc. e P. IVA 00221520133  
Cap. Soc. 300.000,00 € i.v.

Ahora, como podemos ver en la siguiente figura, la forma es considerada como la relación entre la Altura de la zona de deformación (H) y su Longitud (L).



|          |                     |            |                 |
|----------|---------------------|------------|-----------------|
| Fig. 1 A | $\alpha = 4^\circ$  | $r = 0,25$ | $\Delta = 0,97$ |
| Fig. 1 B | $\alpha = 10^\circ$ | $r = 0,20$ | $\Delta = 3,14$ |
| Fig. 1 C | $\alpha = 10^\circ$ | $r = 0,10$ | $\Delta = 6,65$ |

Esta relación, denominada también forma, se llama el **parámetro Delta**,  $\Delta$ , y puede ser calculado con la fórmula:

$$\Delta = \frac{\alpha}{r} \cdot (1 + \sqrt{1-r})^2$$

en donde  $\alpha$  está expresado en radianes  $\alpha_r = \frac{\alpha_{deg} \cdot \pi}{180}$

En la tabla 1 se muestra una lista útil del parámetro  $\Delta$ .

TABLA 1-

| semi-ángulo<br>$\alpha$ | % de REDUCCIÓN |             |             |             |             |             |             |
|-------------------------|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                         | 5%             | 10%         | 15%         | 20%         | 25%         | 30%         | 35%         |
| 2°                      | 2.73           | <b>1.33</b> | 0.86        | 0.63        | 0.49        | 0.39        | 0.33        |
| 4°                      | 5.46           | 2.66        | <b>1.72</b> | <b>1.26</b> | 0.97        | 0.79        | 0.65        |
| 6°                      | 8.19           | 3.99        | 2.59        | <b>1.88</b> | <b>1.46</b> | <b>1.18</b> | 0.98        |
| 8°                      | 10.92          | 5.32        | 3.45        | 2.51        | <b>1.95</b> | <b>1.57</b> | <b>1.30</b> |
| 10°                     | 13.65          | 6.65        | 4.31        | 3.14        | 2.44        | <b>1.97</b> | <b>1.63</b> |
| 12°                     | 16.30          | 7.94        | 5.15        | 3.75        | 2.91        | 2.35        | <b>1.95</b> |
| 14°                     | 19.03          | 9.27        | 6.01        | 4.38        | 3.40        | 2.74        | 2.27        |
| 16°                     | 21.76          | 10.59       | 6.87        | 5.01        | 3.89        | 3.14        | 2.60        |

Tal como se pone de manifiesto en la figura 1, un valor bajo de  $\Delta$  significa una zona de deformación larga con una gran cantidad de contacto en el interior de la hilera.

Un valor alto de  $\Delta$  significa una zona de deformación corta con un contacto limitado en el interior de la hilera.

Un valor de  $\Delta$  igual a 1 significa que la longitud y la altura de la zona de deformación son iguales.



**MARIO FRIGERIO**

**MARIO FRIGERIO S.p.A.**

**Sede Legale:**  
20123 Milano  
via del Carroccio 8

**Sede Amm. e Stabilimento:**  
p.o. box 238 - 23900 Lecco (Italy)  
via Ghislanzoni 73  
Tel. +39 0341 358.111  
Fax +39 0341 368.385  
e-mail: info@mariofrigerio.it  
web site:www.mariofrigerio.it

Reg. Impr. MI 00224520133  
REA 1669649  
Cod. Fisc. e P. IVA 00221520133  
Cap. Soc. 300.000,00 € i.v.

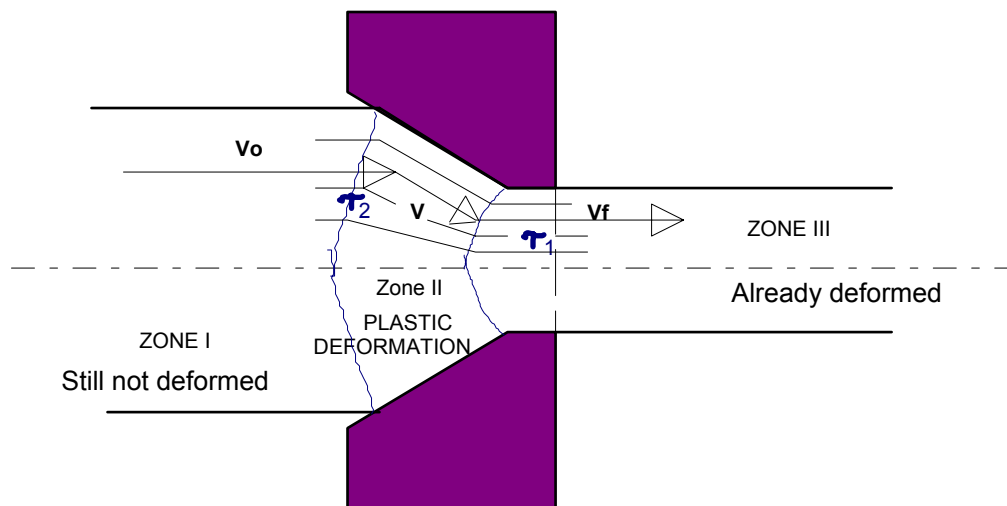
*Ángulo pequeños de la hilera y reducciones altas significa unos valores bajos de  $\Delta$ .*

*Ángulos altos de la hilera y reducciones bajas significa unos valores elevados de  $\Delta$ .*

Es extremadamente importante comprender que el efecto del ángulo de la hilera y la reducción del área han de ser consideradas de manera conjunta.

Son de una importancia suma dado que influyen en la “forma de la zona de deformación, o el parámetro  $\Delta$ .”

El control del parámetro  $\Delta$  es extremadamente importante para evitar la formación de un **estallido central**, una de las causas principales de rotura de los alambres en el ciclo del trefilado, manteniendo siempre un flujo uniforme del metal durante el proceso del trefilado, tal como se muestra en la figura G que se incluye a continuación.



**FIGURE G** Lines of uniform flow

**Podemos por regla general decir que:**

Con ALAMBRE DE BAJO CONTENIDO DE CARBONO el parámetro  $\Delta$  deberá ser de 1÷3

Con ALAMBRE DE ALTO CONTENIDO DE CARBONO el parámetro  $\Delta$  deberá ser de 1÷2 (2,5 máx.)

**lo que quiere decir que:**

Con ALAMBRE DE BAJO CONTENIDO DE CARBONO el semi-ángulo de la hilera deberá ser de 5÷8°

Con ALAMBRE DE ALTO CONTENIDO DE CARBONO el semi-ángulo de la hilera deberá ser de 4÷7°



**MARIO FRIGERIO**

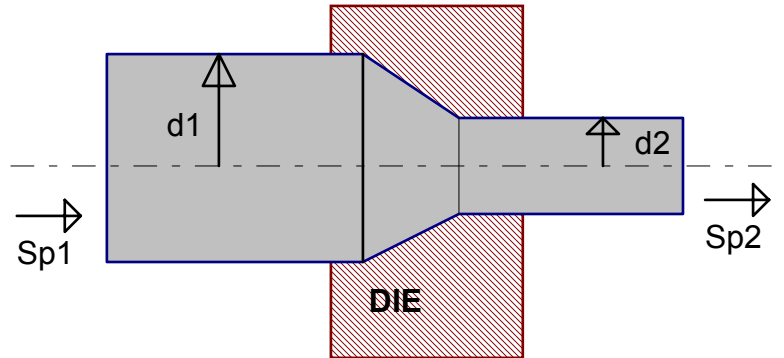
**MARIO FRIGERIO S.p.A.**

**Sede Legale:**  
20123 Milano  
via del Carroccio 8

**Sede Amm. e Stabilimento:**  
p.o. box 238 - 23900 Lecco (Italy)  
via Ghislanzoni 73  
Tel. +39 0341 358.111  
Fax +39 0341 368.385  
e-mail: info@mariofrigerio.it  
web site:www.mariofrigerio.it

Reg. Impr. MI 00224520133  
REA 1669649  
Cod. Fisc. e P. IVA 00221520133  
Cap. Soc. 300.000,00 € i.v.

## FORMULAS PARA EL TREFILADO DE ALAMBRES



$$S_1 \times V_1 = S_2 \times V_2 = \text{constante}$$

$$d_1 \times V_1 = d_2 \times V_2 = \text{constante}$$

d1 = Diámetro de entrada

d2 = Diámetro de salida

V1 = Volumen de entrada

V2 = Volumen de salida

R1 = Resistencia de entrada

R2 = Resistencia de salida

S1 = Área de entrada

R2 = Área de salida

T = Resistencia en kg.

r = Reducción del ÁreaP

=

Potencia

en

Kw

A = Alargamiento %

$$\text{Deformación Logarítmica} = \Sigma = \ln \frac{S_1}{S_2} = \ln \left( \frac{d_1}{d_2} \right)^2 = 1 - \frac{1}{1-r}$$

$$T = \frac{S_2 \cdot R_2 \cdot \Sigma}{0.57}$$

$$P = \frac{T \cdot Sp}{102}$$

$$r = \frac{S_1 - S_2}{S_1}$$

$$A = \frac{r}{1-r} = 1 - \left( \frac{d_1}{d_2} \right)^2$$



**MARIO FRIGERIO**

MARIO FRIGERIO S.p.A.

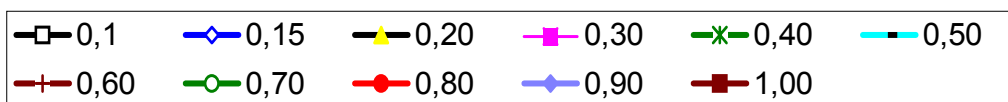
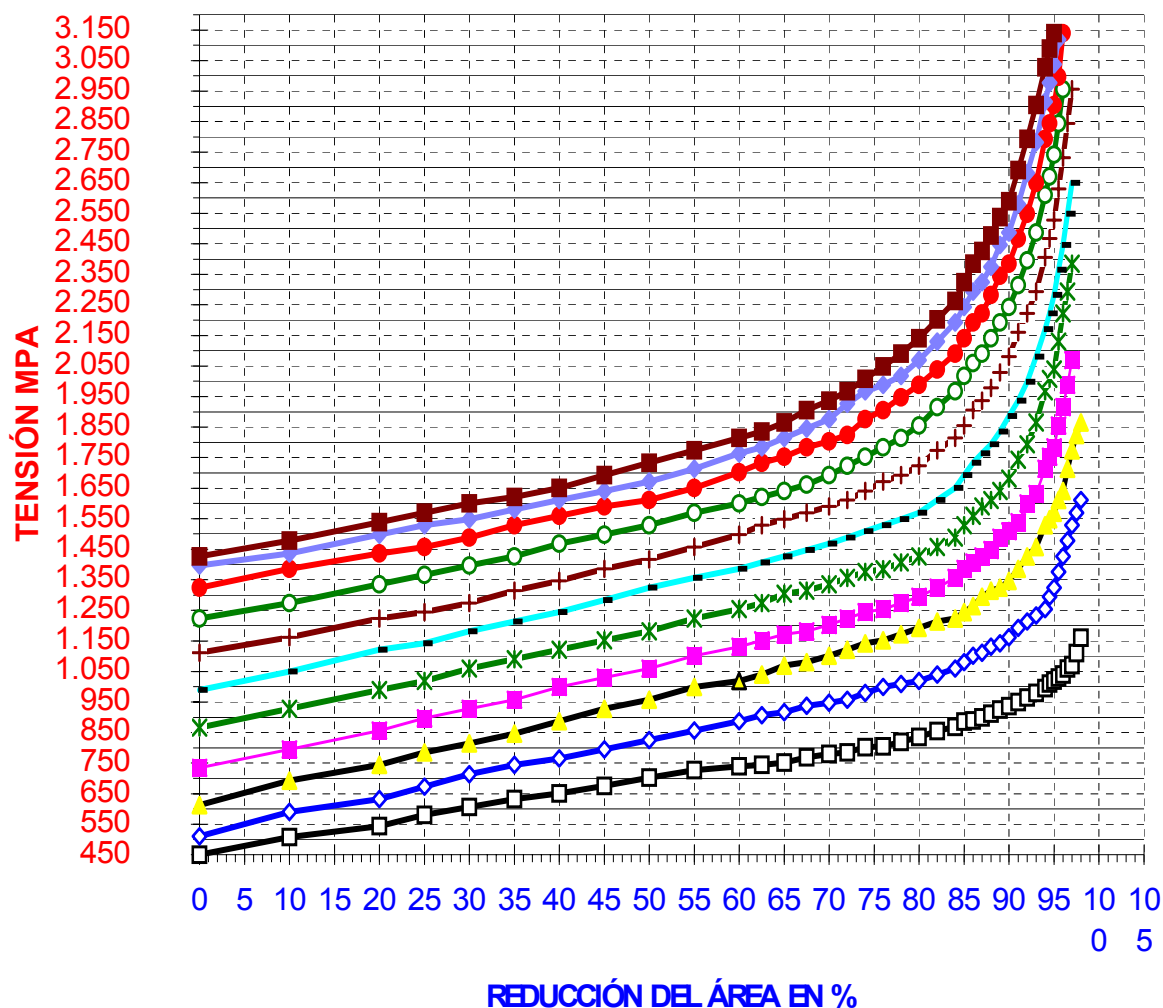
Sede Legale:  
20123 Milano  
via del Carroccio 8

Sede Amm. e Stabilimento:  
p.o. box 238 - 23900 Lecco (Italy)  
via Ghislanzoni 73  
Tel. +39 0341 358.111  
Fax +39 0341 368.385  
e-mail: info@mariofrigerio.it  
web site:www.mariofrigerio.it

Reg. Impr. MI 00224520133  
REA 1669649  
Cod. Fisc. e P. IVA 00221520133  
Cap. Soc. 300.000,00 € i.v.

## CURVAS DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE LOS ACEROS AL CARBONO

### ALAMBRES AL CARBONO PATENTADOS EN BAÑO DE PLOMO







**MARIO FRIGERIO**

**MARIO FRIGERIO S.p.A.**

**Sede Legale:**  
20123 Milano  
via del Carroccio 8

**Sede Amm. e Stabilimento:**  
p.o. box 238 - 23900 Lecco (Italy)  
via Ghislanzoni 73  
Tel. +39 0341 358.111  
Fax +39 0341 368.385  
e-mail: info@mariofrigerio.it  
web site:www.mariofrigerio.it

Reg. Impr. MI 00224520133  
REA 1669649  
Cod. Fisc. e P. IVA 00221520133  
Cap. Soc. 300.000,00 € i.v.

## **RESUMEN DE LAS OPERACIONES DEL TREFILADO**

Las exigencias del mercado de hoy en día está obligando a la mayor parte de los clientes a buscar maquinaria que sea capaz de manejar una amplia gama de operaciones de trefilado.

El objetivo es obtener unos equipos que permitan maximizar la producción anual de alambre de calidad al tiempo que se mantengan unos costes de explotación reducidos.

El diseño de las máquinas, los dispositivos de enfriamiento de los bloques, la velocidad de producción, los requerimientos en cuanto al mantenimiento, la facilidad de manejo, así como otros aspectos, constituyen todos ellos consideraciones importantes.

### **DATOS PARA EL PROGRAMA**

**Para dar inicio a un programa de reducción de espesores por trefilado, necesita básicamente definir lo siguiente:**

- material que se ha de trefilar
- diámetro del alambón/alambres de entrada
- operaciones para la limpieza y el recubrimiento
- diámetro de los alambres acabados respectivos
- resistencias a la tracción de los alambres y tensiones deseadas para los alambres acabados
- requerimiento de empaquetado de los alambres acabados.

Para empezar, se necesita definir el tipo del material a estirar y la composición química general del mismo.

El conocimiento de los diámetro de entrada y de los respectivos diámetro de acabado permite el cálculo de la reducción total del área para cada una de las operaciones de trefilado.

A partir de esta información se puede determinar el número de hileras que se requieren en la máquina.

**MARIO FRIGERIO****MARIO FRIGERIO S.p.A.**Sede Legale:  
20123 Milano  
via del Carroccio 8Sede Amm. e Stabilimento:  
p.o. box 238 - 23900 Lecco (Italy)  
via Ghislanzoni 73  
Tel. +39 0341 358.111  
Fax +39 0341 368.385  
e-mail: info@mariofrigerio.it  
web site:www.mariofrigerio.itReg. Impr. MI 00224520133  
REA 1669649  
Cod. Fisc. e P. IVA 00221520133  
Cap. Soc. 300.000,00 € i.v.

Tomando en consideración el sistema de trefilado “de variación progresiva” (cuando la reducción del área es más alta al principio de la máquina y progresivamente más reducida hacia el final, con el objeto de utilizar la misma potencia en cada bloque), esto daría como resultado una máquina de 10 hileras con una gama de operaciones de trefilado desde alrededor del 27% al 17%.

|                                     |             |                        |
|-------------------------------------|-------------|------------------------|
| <b>Material Patented / Stelmoré</b> | <b>0,08</b> | % stelmoré <b>0,10</b> |
|-------------------------------------|-------------|------------------------|

| BLOCK # | WIRE Ø mm |       | REDUCTION |       | SPEED m/sec | TENSILE             |     | Pull kg | POWER kW | Production   |              |
|---------|-----------|-------|-----------|-------|-------------|---------------------|-----|---------|----------|--------------|--------------|
|         | Actual    | Calc. | %         | TOT   |             | kgf/mm <sup>2</sup> | MPa |         |          | kg/h         | ton/year     |
| Pat.    | 5,50      | 5,50  |           |       |             |                     |     |         |          |              |              |
| P.O.    | 5,50      | 5,50  |           | 0,0%  | 2,48        | 40                  | 392 |         |          |              |              |
| 1       |           | 4,704 | 26,8%     | 26,8% | 3,38        | 53                  | 520 | 505     | 16,8     |              |              |
| 2       |           | 4,052 | 25,8%     | 45,7% | 4,56        | 66                  | 647 | 446     | 19,9     |              |              |
| 3       |           | 3,514 | 24,8%     | 59,2% | 6,06        | 70                  | 687 | 339     | 20,2     |              |              |
| 4       |           | 3,070 | 23,7%     | 68,8% | 7,95        | 76                  | 746 | 267     | 20,8     |              |              |
| 5       |           | 2,700 | 22,6%     | 75,9% | 10,27       | 79                  | 775 | 204     | 20,5     |              |              |
| 6       |           | 2,392 | 21,5%     | 81,1% | 13,09       | 82                  | 804 | 157     | 20,1     |              |              |
| 7       |           | 2,134 | 20,4%     | 84,9% | 16,45       | 85                  | 834 | 122     | 19,6     |              |              |
| 8       |           | 1,917 | 19,3%     | 87,9% | 20,38       | 89                  | 873 | 97      | 19,3     |              |              |
| 9       |           | 1,734 | 18,2%     | 90,1% | 24,90       | 92                  | 903 | 76      | 18,6     |              |              |
| 10      |           | 1,580 | 17,0%     | 91,7% | 30,00       | 94                  | 922 | 60      | 17,7     | <b>1.331</b> | <b>9.587</b> |

o bien una máquina de 11 hileras con una gama de operaciones de trefilado desde alrededor del 25% al 15%.

|                                     |             |                        |
|-------------------------------------|-------------|------------------------|
| <b>Material Patented / Stelmoré</b> | <b>0,70</b> | % stelmoré <b>0,80</b> |
|-------------------------------------|-------------|------------------------|

| BLOCK # | WIRE Ø mm |       | REDUCTION |       | SPEED m/sec | TENSILE             |       | Pull kg | POWER kW | Production   |              |
|---------|-----------|-------|-----------|-------|-------------|---------------------|-------|---------|----------|--------------|--------------|
|         | Actual    | Calc. | %         | TOT   |             | kgf/mm <sup>2</sup> | MPa   |         |          | kg/h         | ton/year     |
| Pat.    | 5,50      | 5,50  |           |       |             |                     |       |         |          |              |              |
| P.O.    | 5,50      | 5,50  |           | 0,0%  | 2,06        | 120                 | 1.177 |         |          |              |              |
| 1       |           | 4,769 | 24,8%     | 24,8% | 2,74        | 131                 | 1.285 | 1.171   | 31,5     |              |              |
| 2       |           | 4,160 | 23,9%     | 42,8% | 3,61        | 144                 | 1.413 | 939     | 33,2     |              |              |
| 3       |           | 3,649 | 23,0%     | 56,0% | 4,69        | 154                 | 1.511 | 740     | 34,0     |              |              |
| 4       |           | 3,220 | 22,1%     | 65,7% | 6,02        | 161                 | 1.579 | 575     | 34,0     |              |              |
| 5       |           | 2,858 | 21,2%     | 73,0% | 7,64        | 169                 | 1.658 | 454     | 34,0     |              |              |
| 6       |           | 2,552 | 20,3%     | 78,5% | 9,58        | 178                 | 1.746 | 362     | 34,0     |              |              |
| 7       |           | 2,292 | 19,4%     | 82,6% | 11,88       | 188                 | 1.844 | 293     | 34,1     |              |              |
| 8       |           | 2,070 | 18,4%     | 85,8% | 14,56       | 198                 | 1.942 | 238     | 34,0     |              |              |
| 9       |           | 1,881 | 17,4%     | 88,3% | 17,64       | 210                 | 2.060 | 196     | 34,0     |              |              |
| 10      |           | 1,719 | 16,5%     | 90,2% | 21,13       | 220                 | 2.158 | 161     | 33,4     |              |              |
| 11      |           | 1,580 | 15,5%     | 91,7% | 25,00       | 227                 | 2.227 | 132     | 32,2     | <b>1.110</b> | <b>7.989</b> |

Como regla general, los aceros con un bajo contenido de carbono pueden ser trefilados de una forma más fuerte que los aceros con un elevado contenido de carbono o que los aceros inoxidables. Por lo tanto, si el material tuviera un contenido de carbono bajo, utilizaría probablemente maquinaria con 10 operaciones de trefilado y si fuera de alto contenido en carbono o bien un acero inoxidable usaría probablemente maquinaria con 11 operaciones de trefilado.

Hablando en términos generales, cuanto mayor es el diámetro del alambón y más alto el contenido de carbono, tanto mayor es la potencia se necesita.



# MARIO FRIGERIO

**MARIO FRIGERIO S.p.A.**

**Sede Legale:**  
20123 Milano  
via del Carroccio 8

**Sede Amm. e Stabilimento:**  
p.o. box 238 - 23900 Lecco (Italy)  
via Ghislanzoni 73  
Tel. +39 0341 358.111  
Fax +39 0341 368.385  
e-mail: [info@mariofrigerio.it](mailto:info@mariofrigerio.it)  
web site: [www.mariofrigerio.it](http://www.mariofrigerio.it)

Reg. Impr. MI 00224520133  
REA 1669649  
Cod. Fisc. e P. IVA 00221520133  
Cap. Soc. 300.000,00 € i.v.

La influencia de la nueva tecnología del decapado mecánico en línea da como resultado que algunos clientes deseen utilizar tamaños de alambón de entrada mayores para incrementar su reducción total del área.

El objetivo es el de reducir la velocidad del alambón de entrada pasando por del decapado mecánico hasta un límite aceptable, al tiempo que se lleva al máximo la velocidad del trefilado final.

Esto exige de manera típica uno o más bloques adicionales en la máquina de trefilado, debiéndose tomar en consideración el impacto que ello significa sobre las características del alambre final.

Los diferentes materiales y los diferentes productos serán trefilados y enrollados de maneras también diferentes para conseguir las características de resistencia a la tracción y las formas de empaquetado que se desean, basándose en la utilización final específica del alambre.

De nuevo, hablando en términos generales, los aceros con un bajo contenido de carbono pueden aceptar reducciones totales más fuertes del área, mientras que los aceros con un alto contenido de carbono y las aleaciones inoxidables sólo pueden admitir una reducciones totales menores, dependiendo del contenido de carbono y/o de otras características metalúrgicas.

En la mayor parte de los casos, a medida que el alambre va teniendo un diámetro más pequeño la fuerza de tracción que se requiere en la hilera disminuye, con lo que la potencia necesaria se hace menor.

Sin embargo y al mismo tiempo, la velocidad y la tensión del alambre se incrementan, lo que requiere una mayor potencia.

La ventaja, y lo que se pretende, al tomar en consideración el trefilado de variación progresiva es que ello da como resultado una distribución más regular de los requerimientos de potencia por bloque y permite que la máquina sea utilizada en la forma para la que ha sido diseñada.

Hoy en día, los cálculos de las operaciones de trefilado, junto con los cálculos de la fuerza tractora en la hilera y de los requerimientos de potencia, se llevan a cabo de una forma rápida, y se corrigen, haciendo uso de programas informáticos de trefilado.

A continuación, vamos a echar un vistazo a las características principales de la máquina de trefilado.



**MARIO FRIGERIO**

**MARIO FRIGERIO S.p.A.**

**Sede Legale:**  
20123 Milano  
via del Carroccio 8

**Sede Amm. e Stabilimento:**  
p.o. box 238 - 23900 Lecco (Italy)  
via Ghislanzoni 73  
Tel. +39 0341 358.111  
Fax +39 0341 368.385  
e-mail: info@mariofrigerio.it  
web site:www.mariofrigerio.it

Reg. Impr. MI 00224520133  
REA 1669649  
Cod. Fisc. e P. IVA 00221520133  
Cap. Soc. 300.000,00 € i.v.

## **CAJAS DE ENGRANAJES**

Sea cual fuere el tipo de equipo que se utilice, el “corazón” de la máquina es la caja de engranajes, o tren de la transmisión.

El proyectista de la maquinaria de Mario Frigerio SpA se refiere a las operaciones de trefilado establecidas para calcular las fuerzas de tracción requeridas para el trefilado del alambre.

A continuación, se toman en consideración las velocidades de trefilado para la determinación de la potencia de los motores y de la gama de velocidades de los mismos.

Mario Frigerio SpA ha establecido unos tipos de máquina que disponen típicamente de toda una gama de fuerzas de tracción y de potencias para los motores, habiendo determinado el tipo de transmisión a emplear, engranajes cilíndricos de dentadura recta, y a partir de un punto vamos a ir a la transmisiones directas por correa.

### **Los criterios clave para esta decisión son:**

- la eficiencia de funcionamiento
- la capacidad de transporte de las cargas
- la vida útil de servicio del diseño elegido para la transmisión. Dado que los engranajes cilíndricos de dentadura recta funcionan con unos rendimientos considerablemente más elevados, los mismos son la opción preferida por los productores de maquinaria de alta calidad como Mario Frigerio SpA, incluso si los mismos resultan más costosos y de unas dimensiones mayores.

Mario Frigerio SpA utiliza una combinación de transmisiones de cajas de engranajes y correa para obtener la relación de reducción total que se necesita en cada posición de bloque.

Cuando se requieren fuerzas de tracción grandes, velocidades bajas y potencias de motor grandes, se hace uso de las cajas de engranajes.

Cuando la velocidad es más elevada, la fuerza de tracción más ligera y la potencia de los motores más reducida, se pueden utilizar de una manera fiable las transmisiones directas por correa.

La filosofía del fabricante resulta evidente en este “corazón” de la máquina.

El tamaño de la caja de engranajes, el diseño del tipo de los engranajes, la capacidad de lubricación, las dimensiones y el tipo de los cojinetes, son todos ellos factores que cada fabricante toma en consideración y que poseen un impacto directo sobre la vida útil en servicio, la fiabilidad de funcionamiento y el coste de esta maquinaria.

Este es el motivo por el que los productores de máquinas de alta calidad, como la Mario Frigerio SpA utilizan tan sólo cajas de engranajes “hechas a la medida” en lugar de las que pueden encontrarse en el mercado.



# MARIO FRIGERIO

**MARIO FRIGERIO S.p.A.**

**Sede Legale:**  
20123 Milano  
via del Carroccio 8

**Sede Amm. e Stabilimento:**  
p.o. box 238 - 23900 Lecco (Italy)  
via Ghislanzoni 73  
Tel. +39 0341 358.111  
Fax +39 0341 368.385  
e-mail: info@mariofrigerio.it  
web site:www.mariofrigerio.it

Reg. Impr. MI 00224520133  
REA 1669649  
Cod. Fisc. e P. IVA 00221520133  
Cap. Soc. 300.000,00 € i.v.

## REFRIGERACIÓN DE LOS BLOQUES

Otra consideración clave es el diseño de la refrigeración de los bloques.

Para decirlo de una forma simple, cuanto mayor sea la cantidad de calor que pueda ser eliminada del alambre que se trefila entre uno y otro trefilado, tanto mayor será la posibilidad de alcanzar unas velocidades de trefilado elevadas, al tiempo que se obtiene una calidad uniforme de los alambres.

Esto implica una combinación de factores que incluye el rendimiento de la transferencia de calor del diseño seleccionado para la refrigeración del bloque y el tiempo en el bloque para permitir que se produzca la transferencia del calor.

El calor originado por el proceso del trefilado ha de ser transferido desde el alambre al bloque y a continuación ha de ser eliminado de éste por el sistema de refrigeración interna y externa del bloque

La efectividad y la regularidad de este sistema de refrigeración permite que el lubricante de trefilado lleve a cabo su cometido de manera correcta, y esta combinación permite asimismo la producción de alambre de alta calidad a unas velocidades de producción más elevadas, al tiempo que se mantiene todavía una buena duración útil de las hileras y un buen rendimiento operativo total.

El diseño típico de la refrigeración de los bloques de hoy en día es el que se conoce de una manera genérica como un sistema de "estrecha separación".

Cada fabricante tiene su propio diseño y sus propias reivindicaciones en cuanto al rendimiento y al buen funcionamiento del mismo.

### **Las consideraciones importantes en la aplicación de cualquier sistema de refrigeración son:**

- el mantenimiento de un contacto completo con el agua en la superficie interna de los bloques
- la seguridad de un cambio constante del agua caliente "vieja" por el agua fría "nueva"
- la creación de una turbulencia elevada para llevar al máximo la eficiencia de la transferencia del calor
- las consideraciones de diseño por lo que respecta al coste del agua y/o el coste del mantenimiento de la temperatura del agua - en otras palabras, cuántos metros cúbicos (m<sup>3</sup>) se requieren y qué incremento de la temperatura del agua de la refrigeración cabe esperar.

La Mario Frigerio SpA ha patentado un nuevo diseño de la refrigeración que disminuye en número de componentes que forman parte del sistema de la refrigeración, mejorando con ello el rendimiento de la misma.

Otras consideraciones a tener en cuenta para llevar al máximo la capacidad de refrigeración del alambre son el mantenimiento del contacto del alambre individual con el bloque y la promoción de acumulaciones de alambre elevadas.

El tener unos diámetros grandes de los bloques asegura un tiempo máximo en el bloque, lo cual a su vez permite la máxima transferencia del calor desde el alambre al bloque.

La aplicación de una refrigeración por aire alrededor de la circunferencia del bloque se suma a la capacidad de eliminación del calor de la maquinaria.

Esto no constituye un factor importante en la eliminación del calor en la maquinaria más reciente, en especial en el caso de los tamaños de alambre pequeños, pero es a pesar de todo otro elemento que contribuye a la refrigeración del bloque que merece ser mencionado, siendo ciertamente un diseño de la refrigeración que ha demostrado ser eficaz y fiable en las máquinas más antiguas.

El inconveniente de tener un soplado con aire alrededor del bloque es que se soplan al mismo tiempo la suciedad y el polvo asociados con el proceso del trefilado y/o con el proceso del desoxidado.

Sin embargo, una protección del medio ambiente con aspiración del polvo limita realmente todo esto a una preocupación de orden menor.



**MARIO FRIGERIO**

**MARIO FRIGERIO S.p.A.**

**Sede Legale:**  
20123 Milano  
via del Carroccio 8

**Sede Amm. e Stabilimento:**  
p.o. box 238 - 23900 Lecco (Italy)  
via Ghislanzoni 73  
Tel. +39 0341 358.111  
Fax +39 0341 368.385  
e-mail: info@mariofrigerio.it  
web site:www.mariofrigerio.it

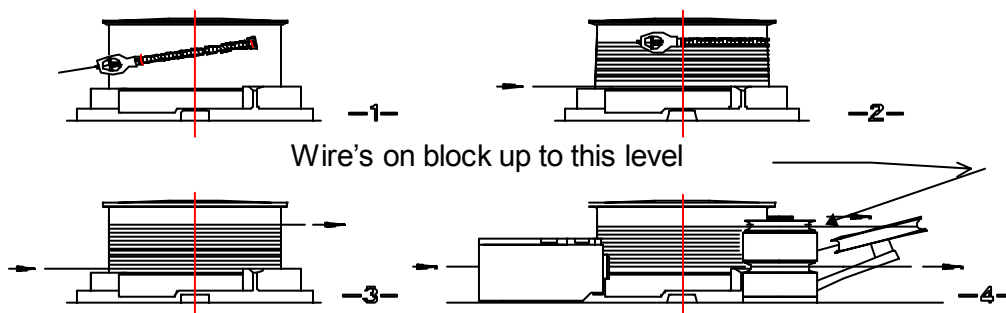
Reg. Impr. MI 00224520133  
REA 1669649  
Cod. Fisc. e P. IVA 00221520133  
Cap. Soc. 300.000,00 € i.v.

## RENDIMIENTO DE LA REFRIGERACIÓN de las máquinas de M.Frigerio SpA

Tal como ya antes se ha dicho, cada máquina tiene su propia capacidad de refrigeración, las cuales pueden ser resumidas en el siguiente esquema aproximado:

| DIÁMETRO del bloque en mm/pulgadas | Capacidad de Refrigeración en kW |
|------------------------------------|----------------------------------|
| 150 / 6                            | 4                                |
| 200 / 8                            | 7                                |
| 300 / 12                           | 12                               |
| 400 / 15,7                         | 15                               |
| 460 / 18                           | 18                               |
| 500 / 19,7                         | 20                               |
| 560 / 22                           | 25                               |
| 630 / 24,8                         | 35                               |
| 710 / 28                           | 50                               |
| 760 / 30                           | 65                               |
| 900 / 35.5                         | 85                               |
| 1.200 / 47.3                       | 105                              |

Esta capacidad de refrigeración significa la capacidad de la máquina para llevar la temperatura del alambre que entra en la hilera siguiente hasta el mismo valor de la temperatura de la hilera anterior, lo cual se obtiene llenando el bloque de vueltas de alambre hasta llegar al nivel de la polea superior, en las máquinas de bailarín, o hasta la trayectoria más alta del alambre del rodillo sensor.





# MARIO FRIGERIO

MARIO FRIGERIO S.p.A.

Sede Legale:  
20123 Milano  
via del Carroccio 8

Sede Amm. e Stabilimento:  
p.o. box 238 - 23900 Lecco (Italy)  
via Ghislanzoni 73  
Tel. +39 0341 358.111  
Fax +39 0341 368.385  
e-mail: info@mariofrigerio.it  
web site:www.mariofrigerio.it

Reg. Impr. MI 00224520133  
REA 1669649  
Cod. Fisc. e P. IVA 00221520133  
Cap. Soc. 300.000,00 € i.v.

En el siguiente informe de temperaturas se muestra lo que esto significa.

## ESTUDIO DE LAS TEMPERATURAS

FECHA:

MFL

Hecho por M.F.L. en la fábrica de

CLIENTE:

TIPO DE MÁQUINA: RT635/9 73,5 kW Instalados Gama Par/Potencia 1:1,5

DIÁM. DE ENTRADA: 5,5 mm

DIÁM. FINAL : 1,78 mm

Potencia Total utiliz.: 298 kW

Consumo de agua: Aprox. 250 litros/minuto

TENSIÓN DE ENTRADA 115÷120 kg/mm<sup>2</sup> TENSIÓN FINAL: 200÷210 kg/mm<sup>2</sup>

Tipo de MATERIAL: C 0,70 %

VELOCIDAD FINAL: 18 m/segundo

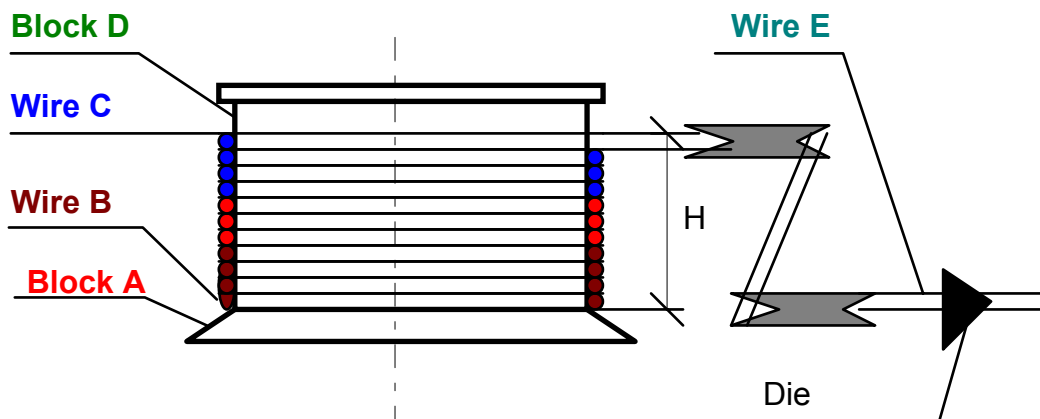
Tipo de Pirómetro: WILLIAMSON

Temperatura de Entrada del agua: 13 ° C

Temperatura de Salida del agua: 24 ° C

$\Delta T \approx 11 \text{ }^\circ\text{C}$

Temperatura Ambiente: 18 ° C



| Bloque n° | Alambre $\phi$ mm | Reduc. % | H mm | Temp. del Bloque |      | Temperatura del Alambre |      |      | $\Delta T^\circ\text{C} = \text{B} - \text{E}$ |
|-----------|-------------------|----------|------|------------------|------|-------------------------|------|------|--|
|           |                   |          |      | A °C             | D °C | B °C                    | C °C | E °C |  |
| Pay-Off   | 5,50              |          |      | A                | D    | B                       | C    | E    | delta T  |
| 1         | 4,71              | 26,66%   | 140  | 41               | 39   | 124                     | 45   | 39   | 85   |
| 2         | 4,06              | 25,70%   | 140  | 48               | 44   | 164                     | 57   | 35   | 129  |
| 3         | 3,53              | 24,40%   | 140  | 50               | 44   | 177                     | 64   | 39   | 138  |
| 4         | 3,10              | 22,88%   | 140  | 58               | 46   | 193                     | 84   | 40   | 153  |
| 5         | 2,73              | 22,45%   | 140  | 58               | 45   | 191                     | 75   | 43   | 148  |
| 6         | 2,42              | 21,42%   | 140  | 48               | 42   | 180                     | 57   | 39   | 141  |
| 7         | 2,17              | 19,59%   | 140  | 47               | 41   | 156                     | 47   | 37   | 119  |
| 8         | 1,96              | 18,42%   | 140  | 45               | 40   | 150                     | 45   | 37   | 113  |
| 9         | 1,78              | 17,52%   | 140  | 41               | 40   | 145                     | 47   | 38   | 107  |



**MARIO FRIGERIO**

**MARIO FRIGERIO S.p.A.**

**Sede Legale:**  
20123 Milano  
via del Carroccio 8

**Sede Amm. e Stabilimento:**  
p.o. box 238 - 23900 Lecco (Italy)  
via Ghislanzoni 73  
Tel. +39 0341 358.111  
Fax +39 0341 368.385  
e-mail: info@mariofrigerio.it  
web site:www.mariofrigerio.it

Reg. Impr. MI 00224520133  
REA 1669649  
Cod. Fisc. e P. IVA 00221520133  
Cap. Soc. 300.000,00 € i.v.

## ESPIRA Y HELICE

Otro punto muy importante para tener la seguridad de que se está manteniendo el alambre en contacto con la superficie del bloque, es tener el ESPIRA y HELICE correctamente ajustados en cada bloque.

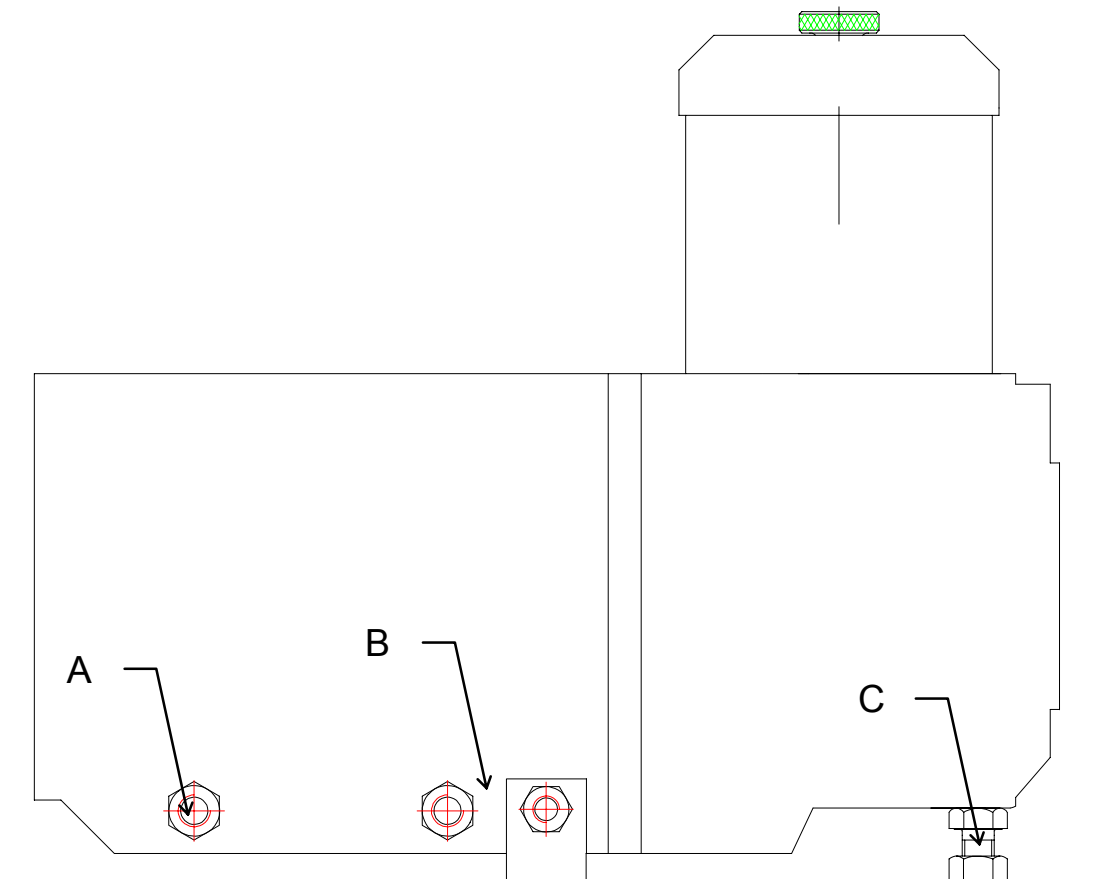
Esto puede hacerse fácilmente utilizando los dispositivos de ajuste del portahileras tal como se indica a continuación.

Durante el enhebrado, compruebe la orientación del portahileras con respecto a la dirección del alambre.

Para centrar el agujero posterior de la hilera, haga girar los tornillos A.

Para ajustar el centrado del alambre que sale de la hilera, con respecto al bloque de tracción, haga girar los tornillos B.

Para los ajustes hacia abajo con respecto al ángulo de descarga del bloque, haga girar los tornillos C.







# MARIO FRIGERIO

MARIO FRIGERIO S.p.A.

Sede Legale:  
20123 Milano  
via del Carroccio 8

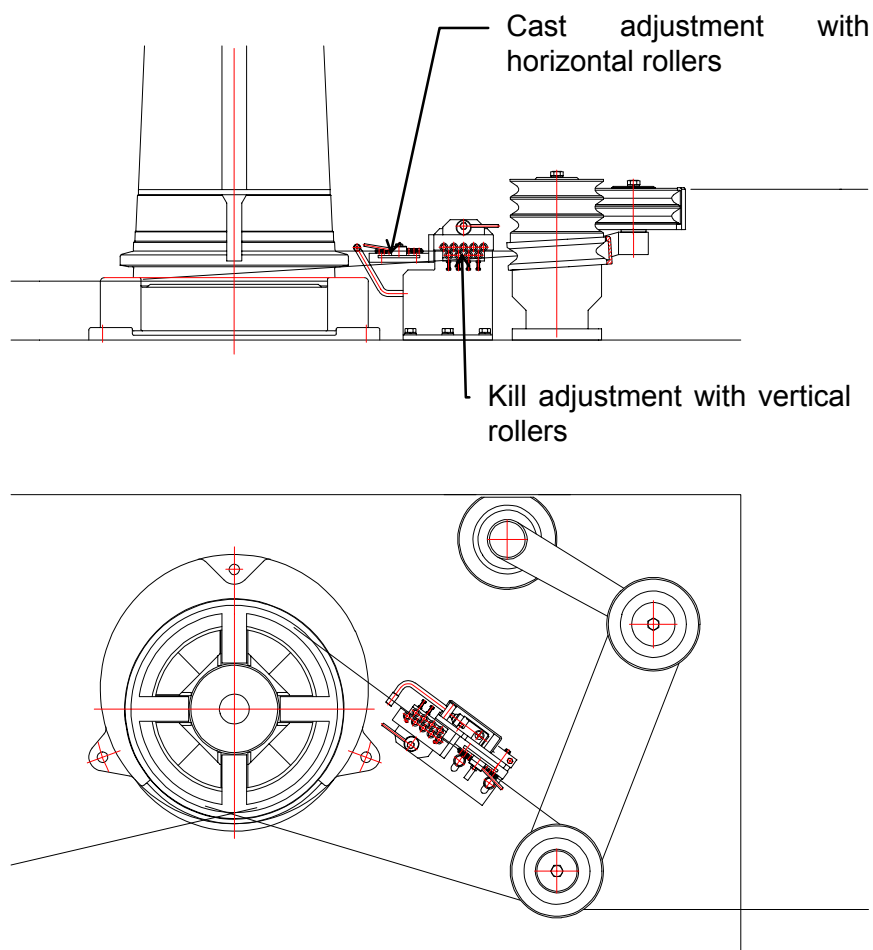
Sede Amm. e Stabilimento:  
p.o. box 238 - 23900 Lecco (Italy)  
via Ghislanzoni 73  
Tel. +39 0341 358.111  
Fax +39 0341 368.385  
e-mail: info@mariofrigerio.it  
web site:www.mariofrigerio.it

Reg. Impr. MI 00224520133  
REA 1669649  
Cod. Fisc. e P. IVA 00221520133  
Cap. Soc. 300.000,00 € i.v.

El ajuste correcto de la espira y hélice en cada bloque es asimismo muy importante para evitar la utilización de una fuerza muy elevada sobre rodillos enderezadores en el bloque con extractor o bobina doble.

**Es MUY IMPORTANTE tener en cuenta que cuanto más elevada es la fuerza que se utiliza en los rodillos de enderezado:**

1. Tanto más reducida es la duración útil de los mismos, con un incremento de los costes, de los tiempos muertos y, en definitiva, la obtención de una producción menor.
2. Tanto más alta es la posibilidad de rayar el alambre, con la correspondiente disminución de la calidad del mismo.
3. Tanto más alta es la posibilidad de modificar las propiedades mecánicas del alambre, y una vez más, con la correspondiente disminución en la calidad del mismo.





**MARIO FRIGERIO**

**MARIO FRIGERIO S.p.A.**

**Sede Legale:**  
20123 Milano  
via del Carroccio 8

**Sede Amm. e Stabilimento:**  
p.o. box 238 - 23900 Lecco (Italy)  
via Ghislanzoni 73  
Tel. +39 0341 358.111  
Fax +39 0341 368.385  
e-mail: info@mariofrigerio.it  
web site:www.mariofrigerio.it

Reg. Impr. MI 00224520133  
REA 1669649  
Cod. Fisc. e P. IVA 00221520133  
Cap. Soc. 300.000,00 € i.v.

## PORTAHILERAS

Otra área a tener en cuenta es la refrigeración de las hileras de trefilado.

Esta refrigeración no contribuye mucho en realidad a la eliminación del calor del alambre, pero algo se puede ganar con la misma y todo ayuda.

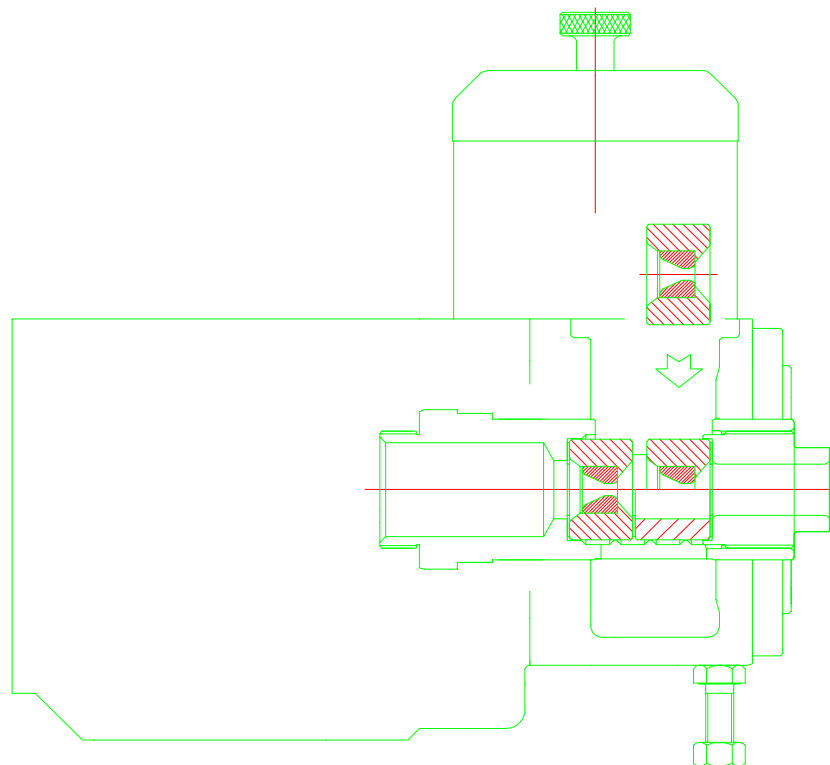
La refrigeración de las hileras de trefilado es más importante realmente para el buen comportamiento del lubricante y para la vida útil total de dichas hileras.

El contacto directo del agua con el cuerpo de la hilera de trefilado es lo que proporciona la mejor eliminación del calor, disponemos para ello diversos sistemas fiables y experimentados.

El diseño en general de los portahileras deviene otra consideración importante.

Si va a utilizar hileras de presión o no; el tamaño de los cuerpos o el tipo de las hileras que vaya a usar; si quiere portahileras rotativos o no; todo ello son cosas de las cuales necesita tener conocimiento el constructor de la maquinaria.

## PATENTED ROTATING DIE BOX



© A.V. MFL



**MARIO FRIGERIO**

**MARIO FRIGERIO S.p.A.**

**Sede Legale:**  
20123 Milano  
via del Carroccio 8

**Sede Amm. e Stabilimento:**  
p.o. box 238 - 23900 Lecco (Italy)  
via Ghislanzoni 73  
Tel. +39 0341 358.111  
Fax +39 0341 368.385  
e-mail: info@mariofrigerio.it  
web site:www.mariofrigerio.it

Reg. Impr. MI 00224520133  
REA 1669649  
Cod. Fisc. e P. IVA 00221520133  
Cap. Soc. 300.000,00 € i.v.

## **SISTEMAS DE RECOGIDA**

El enrollado del alambre trefilado se lleva a cabo normalmente sobre bobinador, enrolladores o capstans con extractor.

### **BOBINADORAS**

El bobinado es simplemente el proceso de acumulación del alambre trefilado en bobinas o en rollos sin carrete. Existen bobinadoras verticales y horizontales; bobinadoras automáticas, semiautomáticas y manuales; bobinadoras para un solo tamaño de bobina y bobinadoras para tamaños de bobina múltiples; y las combinaciones y las explicaciones acerca de todas ellas podrían ser materia para otro artículo.

Hablando en términos generales, los tamaños de las bobinas oscilan dentro de la gama de los 250 a los 2.500 kg, si bien pueden ir de los 3 a los 8.000 kg.

Los tamaños de las bobinas vendrán dictados por restricciones que pueden tener carácter interno para la fábrica de alambre y/o estar relacionadas con los clientes, como pueden ser: limitaciones en la manipulación de pesos o de dimensiones, o bien limitaciones del dispositivo de desenrollado subsiguiente, como en el caso de una máquina de trenzar o de una agrupadora.

El deseo general es el de tener una bobina tan grande como sea posible con el objeto de que la maquinaria pueda funcionar tanto tiempo como se pueda entre uno y otro cambio de bobinas.

Es extremadamente importante que el suministrador del equipo tenga conocimiento de las dimensiones exactas definidas para las bobinas

Dado que el alambre se va acumulando en la bobina, las revoluciones por minuto (r.p.m.) de ésta deben disminuir de una forma continua y de manera controlada para mantener la concordancia de la velocidad y el control de la tensión con la máquina de trefilado. La consideración de los diámetros de los núcleos en relación con los diámetros de las valonas o, en otras palabras, de la acumulación del alambre, es crítica para la determinación de las potencias correctas de los motores y de la gama de las velocidades para las bobinadoras.



# MARIO FRIGERIO

**MARIO FRIGERIO S.p.A.**

**Sede Legale:**  
20123 Milano  
via del Carroccio 8

**Sede Amm. e Stabilimento:**  
p.o. box 238 - 23900 Lecco (Italy)  
via Ghislanzoni 73  
Tel. +39 0341 358.111  
Fax +39 0341 368.385  
e-mail: [info@mariofrigerio.it](mailto:info@mariofrigerio.it)  
web site:[www.mariofrigerio.it](http://www.mariofrigerio.it)

Reg. Impr. MI 00224520133  
REA 1669649  
Cod. Fisc. e P. IVA 00221520133  
Cap. Soc. 300.000,00 € i.v.

## ENROLLADORES CON O SIN HILERA

El estirar o el bobinar en enrolladores implica un volante rotativo, equipado con hilera de trefilado y/o rodillos de enderezado, que se desplaza alrededor del capstan estático que aplica el alambre sobre el bloque en revoluciones continuas.

Los enrolladores se fabrican en varios modelos, con sistemas horizontales o verticales, y con unos tamaños de bloque que oscilan de manera típica de los 300 a los 760 mm.

El tamaño de los capstans se determina teniendo en cuenta la medida del alambre y las dimensiones de recogida que se desean.

Tanto si trata del trefilado, como si se trata sólo del bobinado, lo que se quiere es producir un rollo tan pesado y tan denso como sea posible, que se desenrolle más adelante con el mínimo de enredos.

Esto se consigue haciendo uso de un dispositivo de rosetado, o de una mesa rotativa motorizada, o de algún otro tipo de dispositivo, para crear una caída en roseta de las vueltas del alambre que están siendo aplicadas sobre el soporte para el mismo.

En la mayor parte de los casos, el alambre que hay en los argadillos se utiliza directamente para desenrollarlo en una operación subsiguiente de conformación, o bien para hacerlo pasar a través de una línea de procesado de los hilos, como pueda ser una línea de recocido y galvanizado, o bien una de temple en baño de plomo y recubrimiento galvánico.

Los enrolladores de trefilado no disponen de lubricación de trefilado (caja de jabón) en la hilera y deben confiar en el arrastre de lubricante desde la última hilera de la máquina de trefilado.

Esto exige de manera típica un trefilado más ligero y un cierto cuidado para promover una buena vida útil de las hileras.

Otro aspecto a tener en cuenta es que los cojinetes de los rodillos de enderezado están sometidos a las fuerzas centrífugas del volante rotativo.

Dichas fuerzas dan lugar a una expulsión de lubricante desde dichos cojinetes y pasan a constituir una preocupación crítica en el momento en que las velocidades superan el límite de los 20 a 22 (25) metros por segundo.

Hablando de una forma general, el bobinado permitirá unas velocidades de trefilado más elevadas que el arrollado en un enrollador de bloque fijo.

Cuando se bobina, todo el esfuerzo de trefilado queda en la máquina de trefilado con lubricante disponible en cada trefilado.

Tampoco hay aquí el severo curvado que se asocia con la recogida en un bloque fijo; ni tampoco existe el problema de las fuerzas centrífugas que actúan sobre los cojinetes de los enderezadores del dispositivo de enderezado.

También se acepta con carácter general, que los alambres bobinados/rollos pueden ser protegidos de una forma mejor durante los envíos (siendo la excepción los paquetes sin carrete), y que es probable que se produzcan menos enredos que incluso en el caso de un rollo con roseta.



**MARIO FRIGERIO**

**MARIO FRIGERIO S.p.A.**

**Sede Legale:**  
20123 Milano  
via del Carroccio 8

**Sede Amm. e Stabilimento:**  
p.o. box 238 - 23900 Lecco (Italy)  
via Ghislanzoni 73  
Tel. +39 0341 358.111  
Fax +39 0341 368.385  
e-mail: [info@mariofrigerio.it](mailto:info@mariofrigerio.it)  
web site: [www.mariofrigerio.it](http://www.mariofrigerio.it)

Reg. Impr. MI 00224520133  
REA 1669649  
Cod. Fisc. e P. IVA 00221520133  
Cap. Soc. 300.000,00 € i.v.

## EXTRACTORES

Otro método para la acumulación del alambre trefilado es sobre extractores.

Se trata de un bloque de trefilado con acabado de “canal” doble con unas ranuras especiales para acomodar un separador del alambre. Normalmente, después de que se ha acumulado el alambre, se inserta el separador en el bloque y las ranuras para el separador.

Los pies del separador se extienden por debajo del alambre acumulado y cuando se le eleva “separa” el alambre acumulado del bloque.

Un aspecto a tener en cuenta por el constructor de la maquinaria, es que las ranuras para el separador no permiten la utilización de los sistemas de refrigeración del tipo de estrecha separación.

Cuando se utiliza para la mayor parte de las aplicaciones con aceros de alto contenido de carbono, el extractor se monta encima del bloque de trefilado final, sobre el mismo eje, lo que permite que la sección del bloque inferior disponga de la refrigeración de “estrecha separación”.

Típicamente, el alambre sale de la sección del bloque inferior, hacia afuera y alrededor de una polea de gran diámetro para dar la vuelta, que hace girar el alambre retrocediendo hacia la sección superior, del separador, del cabrestante final, pasando normalmente a través de un conjunto de rodillos de enderezado.

Los pesos de los alambres acumulados dependen en gran manera de los diámetros del bloque y del alambre.



**MARIO FRIGERIO**

**MARIO FRIGERIO S.p.A.**

**Sede Legale:**  
20123 Milano  
via del Carroccio 8

**Sede Amm. e Stabilimento:**  
p.o. box 238 - 23900 Lecco (Italy)  
via Ghislanzoni 73  
Tel. +39 0341 358.111  
Fax +39 0341 368.385  
e-mail: info@mariofrigerio.it  
web site:www.mariofrigerio.it

Reg. Impr. MI 00224520133  
REA 1669649  
Cod. Fisc. e P. IVA 00221520133  
Cap. Soc. 300.000,00 € i.v.

## **HISTORIAL DE LOS TIPOS DE MÁQUINAS**

Existen diversos diseños básicos de máquinas que puede tomar en consideración: máquinas de acumulación, máquinas de doble bloque, de bailarín, de rodillo sensor, máquinas de brazo sintonizador y máquinas en línea recta.

### **MÁQUINAS DE ACUMULACION**

Las máquinas de acumulación hacen que el alambre se acumule o se desacumule sobre los bloques a todo lo largo del proceso del trefilado.

Dichas máquinas tienen accionamientos de motor único y un eje de la línea acoplado.

No existe método alguno para el cambio de la velocidad de bloques individuales en comparación con otros bloques, por lo que el trefilado ha de ajustarse para hacer que el alambre se acumule gradualmente en cada cabrestante.

La reducción en tanto por ciento del área del alambre en cualquier bloque no puede en ningún caso ser inferior a la relación de transmisión incorporada de la máquina en dicho bloque.

Para acumular el alambre, la reducción en área de cada operación de trefilado debe sobrepasar ligeramente la relación de transmisión incorporada de la máquina en cada bloque, típicamente en un 1 ó 1,5% a un 2% que se considera como lo ideal.

Cuando el alambre alcanza el nivel de acumulación máximo, dicho bloque y todos los que le preceden deben ser detenidos.

La maquinaria continúa funcionando, consumiendo para ello el alambre acumulado en el bloque parado.

Cuando se alcanza el nivel de acumulación mínimo, el bloque y todos los que le siguen deben volver a ser puestos en marcha. Los bloques que hay en estas máquinas están típicamente refrigerados sólo por aire.

La refrigeración únicamente por aire, junto con las limitaciones de control del alambre, mantienen las velocidades máximas de las máquinas en alrededor de los 7 a 10 metros por segundo.



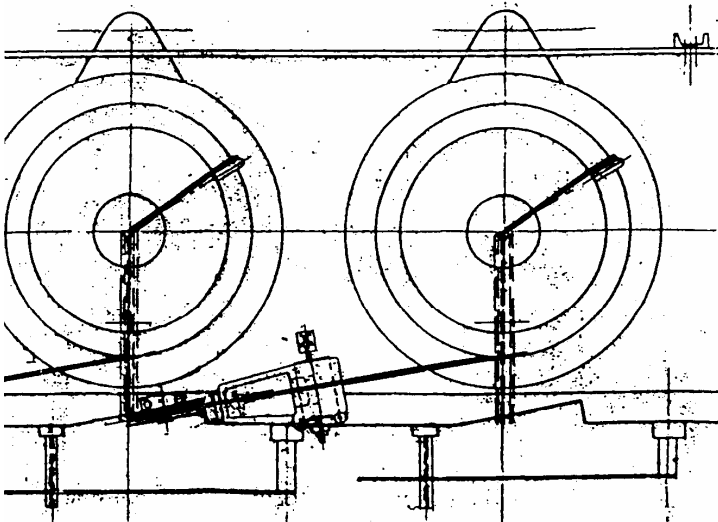
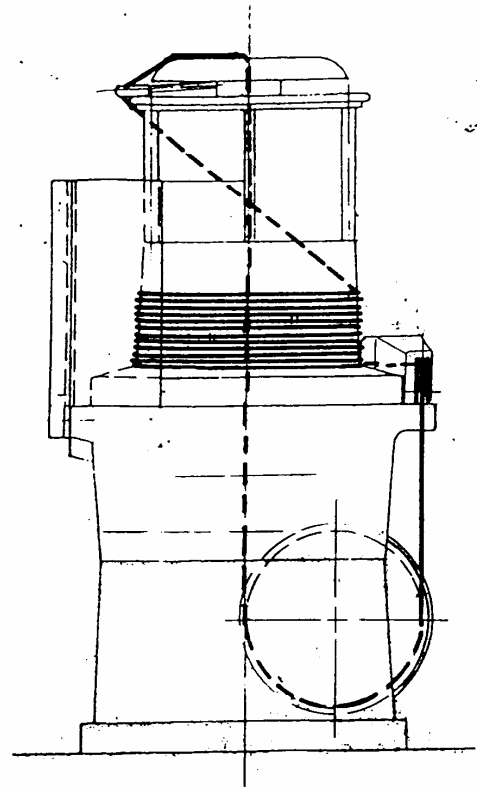
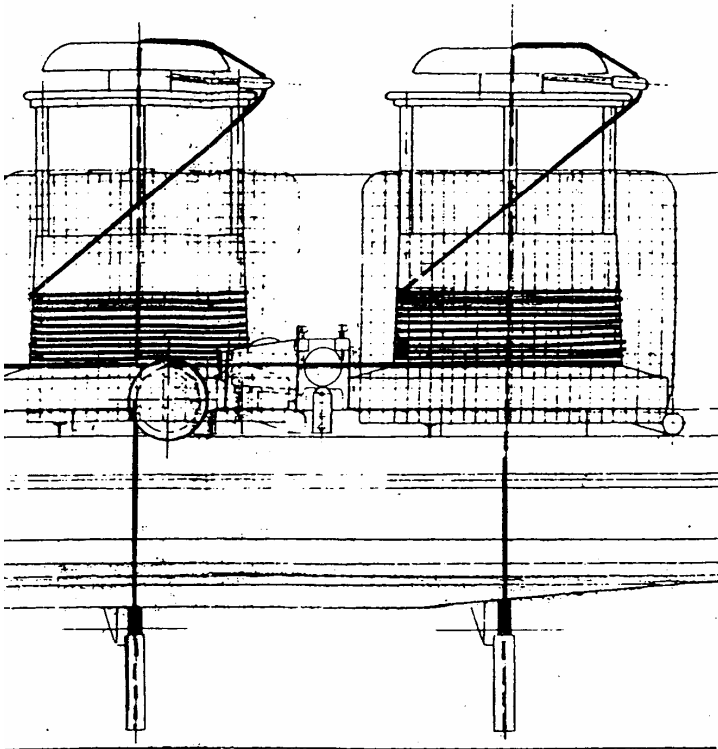
# MARIO FRIGERIO

MARIO FRIGERIO S.p.A.

Sede Legale:  
20123 Milano  
via del Carroccio 8

Sede Amm. e Stabilimento:  
p.o. box 238 - 23900 Lecco (Italy)  
via Ghislanzoni 73  
Tel. +39 0341 358.111  
Fax +39 0341 368.385  
e-mail: info@mariofrigerio.it  
web site:www.mariofrigerio.it

Reg. Impr. MI 00224520133  
REA 1669649  
Cod. Fisc. e P. IVA 00221520133  
Cap. Soc. 300.000,00 € i.v.





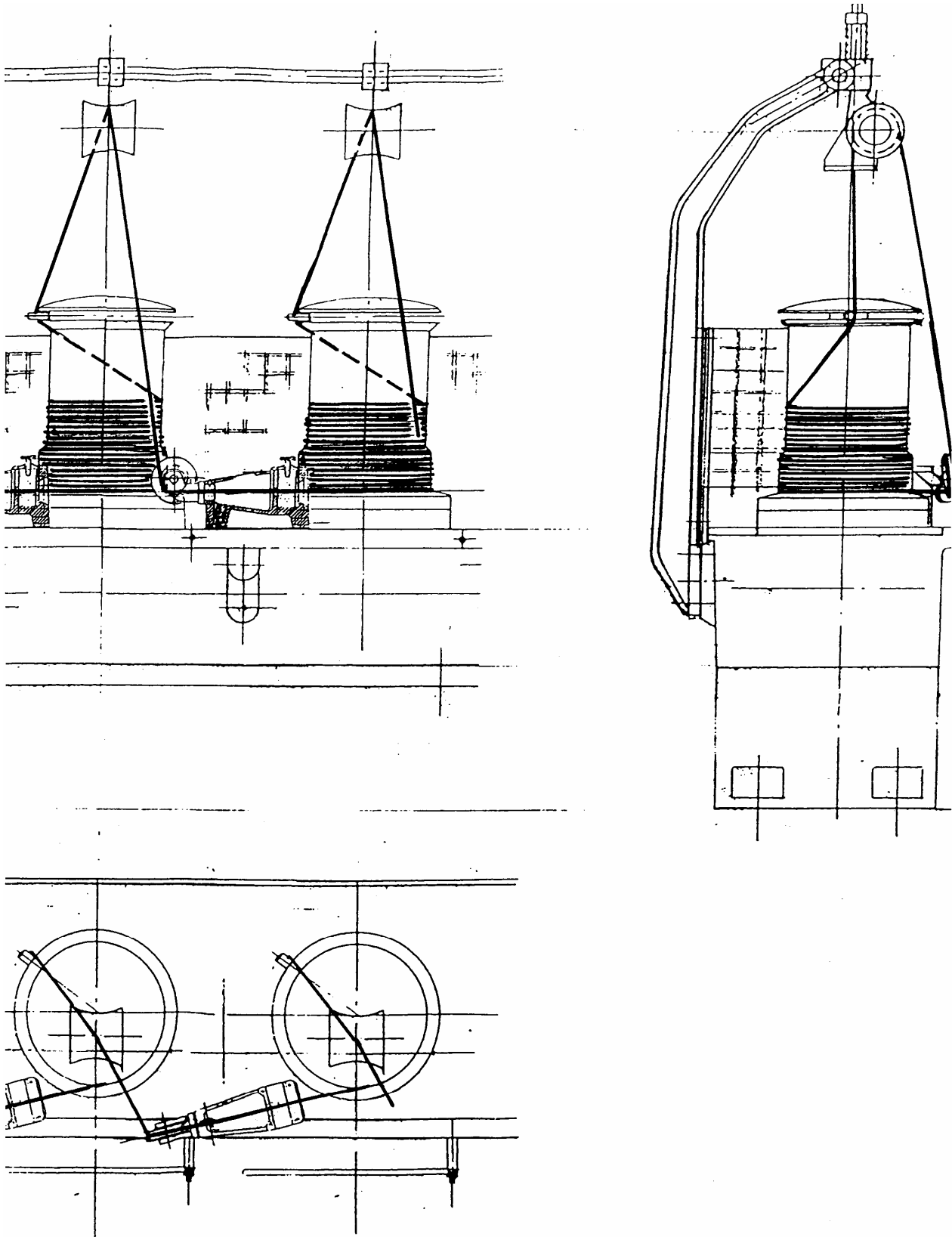
# MARIO FRIGERIO

**MARIO FRIGERIO S.p.A.**

**Sede Legale:**  
20123 Milano  
via del Carroccio 8

**Sede Amm. e Stabilimento:**  
p.o. box 238 - 23900 Lecco (Italy)  
via Ghislanzoni 73  
Tel. +39 0341 358.111  
Fax +39 0341 368.385  
e-mail: [info@mariofrigerio.it](mailto:info@mariofrigerio.it)  
web site: [www.mariofrigerio.it](http://www.mariofrigerio.it)

Reg. Impr. MI 00224520133  
REA 1669649  
Cod. Fisc. e P. IVA 00221520133  
Cap. Soc. 300.000,00 € i.v.







**MARIO FRIGERIO**

**MARIO FRIGERIO S.p.A.**

**Sede Legale:**  
20123 Milano  
via del Carroccio 8

**Sede Amm. e Stabilimento:**  
p.o. box 238 - 23900 Lecco (Italy)  
via Ghislanzoni 73  
Tel. +39 0341 358.111  
Fax +39 0341 368.385  
e-mail: [info@mariofrigerio.it](mailto:info@mariofrigerio.it)  
web site: [www.mariofrigerio.it](http://www.mariofrigerio.it)

Reg. Impr. MI 00224520133  
REA 1669649  
Cod. Fisc. e P. IVA 00221520133  
Cap. Soc. 300.000,00 € i.v.

## **MÁQUINAS DE ACUMULACION CON DOBLE CAPSTAN**

Las máquinas de bloques dobles, o máquinas "bb", son las que se hacían con dos (2) bloques montados el uno encima del otro sobre un solo eje.

El cabrestante inferior está refrigerado por agua y por aire, mientras que el cabrestante superior está refrigerado por aire.

Cada una de las posiciones de bloques posee su propio accionamiento y la acumulación en los bloques se controla de forma manual por el operador o bien es controlada de forma automática por medio de sensores de la posición del alambre.

Dichas máquinas permitían un alto grado de acumulación del alambre y proporcionaban una buena refrigeración del alambre para su época.

Un problema de dichas máquinas es el de las bandas de freno que controlan la tensión entre los bloques superiores y los inferiores.

Las bandas de freno del tipo de amianto eran muy eficaces, pero son casi imposibles de obtener, o de utilizar, en la actualidad. Aún cuando se han desarrollado para ello nuevos materiales, el desgaste de las bandas de freno sigue siendo un problema.

Además, este tipo de máquinas está sometido a unos esfuerzos mecánicos intensos y requieren un mantenimiento regular y continuado.



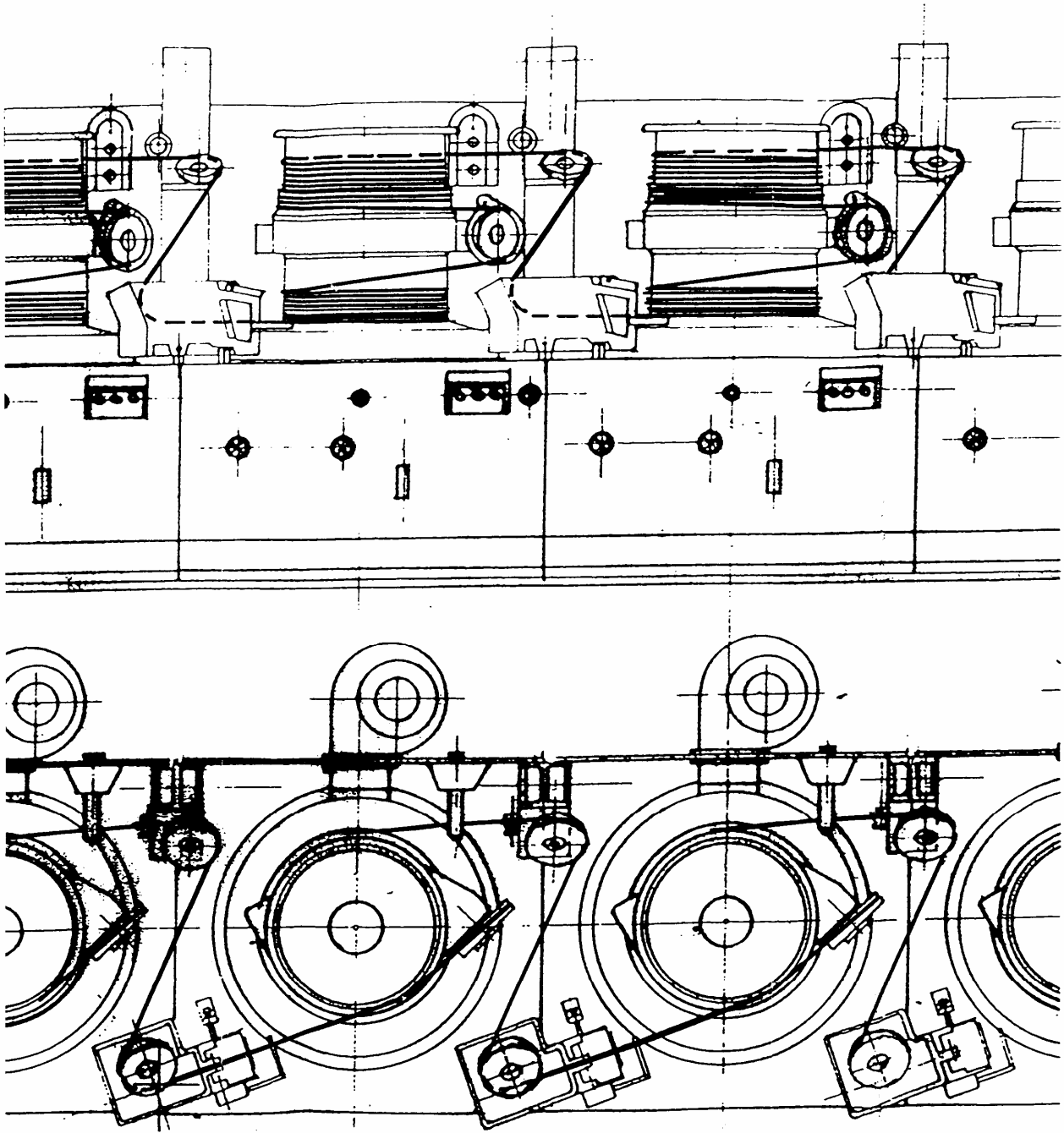
# MARIO FRIGERIO

MARIO FRIGERIO S.p.A.

Sede Legale:  
20123 Milano  
via del Carroccio 8

Sede Amm. e Stabilimento:  
p.o. box 238 - 23900 Lecco (Italy)  
via Ghislanzoni 73  
Tel. +39 0341 358.111  
Fax +39 0341 368.385  
e-mail: info@mariofrigerio.it  
web site:www.mariofrigerio.it

Reg. Impr. MI 00224520133  
REA 1669649  
Cod. Fisc. e P. IVA 00221520133  
Cap. Soc. 300.000,00 € i.v.



## MÁQUINA DE BLOQUES DOBLES



**MARIO FRIGERIO**

**MARIO FRIGERIO S.p.A.**

**Sede Legale:**  
20123 Milano  
via del Carroccio 8

**Sede Amm. e Stabilimento:**  
p.o. box 238 - 23900 Lecco (Italy)  
via Ghislanzoni 73  
Tel. +39 0341 358.111  
Fax +39 0341 368.385  
e-mail: [info@mariofrigerio.it](mailto:info@mariofrigerio.it)  
web site:[www.mariofrigerio.it](http://www.mariofrigerio.it)

Reg. Impr. MI 00224520133  
REA 1669649  
Cod. Fisc. e P. IVA 00221520133  
Cap. Soc. 300.000,00 € i.v.

## **MÁQUINAS DE BAILARIN/RODILLO SENSOR**

Las máquinas de bailarín, de brazo sensor, o de rodillo sensor constituyen la opción más popular hoy en día.

Para decirlo de una forma muy simple, el bailarín, sensor proporciona la retroalimentación a los accionamientos eléctricos que supervisan las velocidades de los motores en cada bloque para mantener un flujo másico del 100%.

En otras palabras, por cada kilogramo de alambroón o de alambre que entra en la máquina, se saca un kilogramo de alambre de la misma; es decir, no hay ninguna acumulación, o desacumulación, que tenga lugar en los bloques.

En la ilustración adjunta se muestra, de una manera genérica, la disposición de estas máquinas.

Las máquinas de bailarín están constituidas típicamente por la polea "oscilante" y un conjunto de poleas estacionarias con la trayectoria del alambre viniendo del cabrestante, pasando en torno de la polea estacionaria superior, saliendo alrededor de la polea oscilantes, hacia atrás en torno a la polea estacionaria inferior, y guiada siguiendo una trayectoria recta hasta la hilera siguiente.

Las máquinas de rodillo sensor, consisten típicamente en el rodillo sensor cabalgando contra el alambre, bajo una tensión controlada. El desplazamiento de la polea oscilante o del rodillo sensor proporciona la retroalimentación al sistema de accionamiento para el control de las velocidades de los bloques y para el mantenimiento de una circulación constante.

Con los accionamientos eléctricos modernos, este tipo de maquinaria ofrece un control excelente del alambre entre los bloques, incluso a altas velocidades de más de 50 metros por segundo.

Las máquinas de trayectoria recta utilizan el sistema eléctrico y, todavía, la técnica del operador, para controlar la tensión del alambre entre bloques.

Es obvio que existen algunas ventajas deseables en este tipo de máquinas y que es posible que las mismas puedan constituir la próxima generación de esta clase de equipos, pero hasta el momento presente no han demostrado ser fiables o justificables desde un punto de vista económico en las actuales fábricas de producción de alambre, en particular por lo que hace referencia a las aplicaciones para los diámetros de alambre más reducidos, incluso teniendo en cuenta que la primera de estas máquinas fabricada por Mario Frigerio está funcionando en la actualidad desde hace más de 12 años.



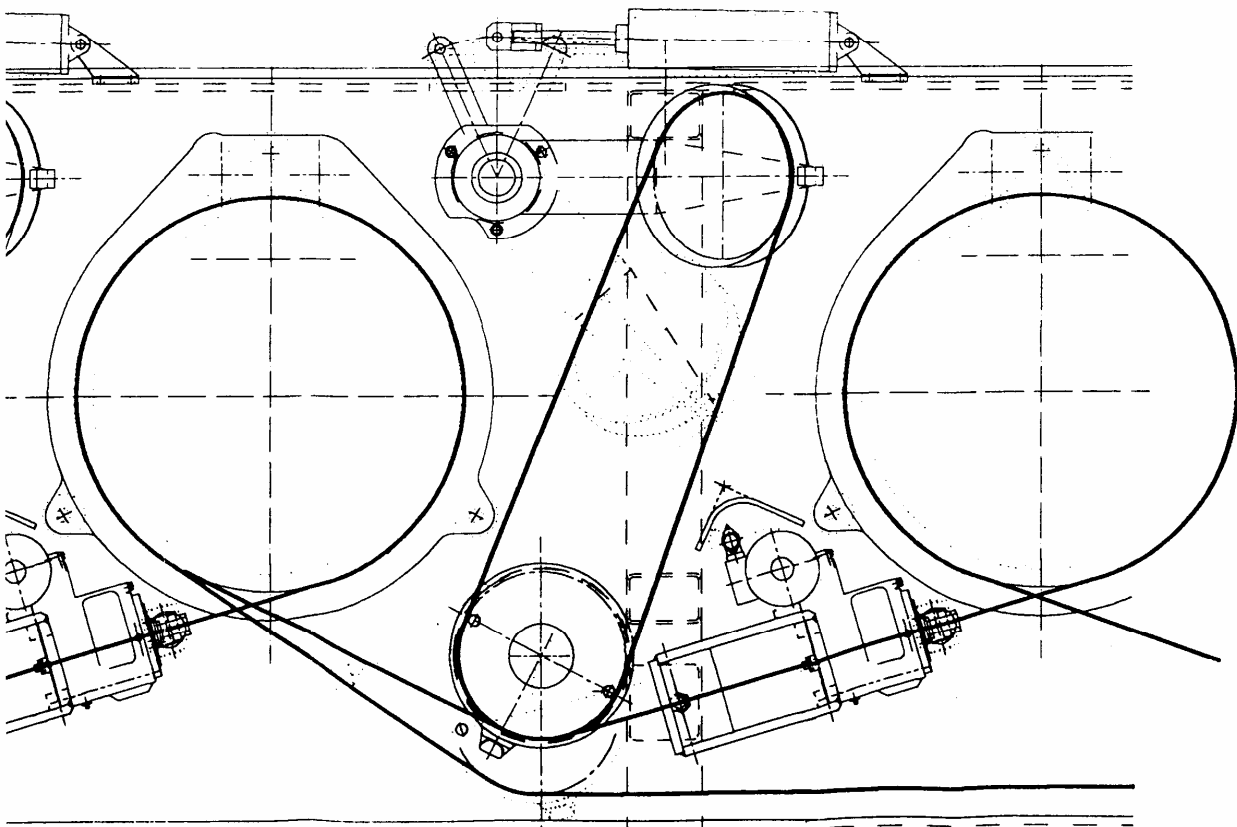
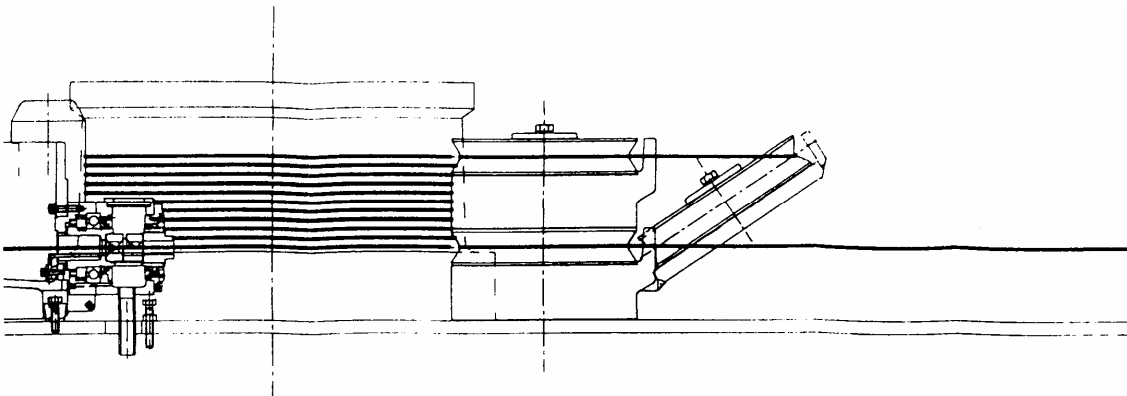
**MARIO FRIGERIO**

**MARIO FRIGERIO S.p.A.**

**Sede Legale:**  
20123 Milano  
via del Carroccio 8

**Sede Amm. e Stabilimento:**  
p.o. box 238 - 23900 Lecco (Italy)  
via Ghislanzoni 73  
Tel. +39 0341 358.111  
Fax +39 0341 368.385  
e-mail: [info@mariofrigerio.it](mailto:info@mariofrigerio.it)  
web site: [www.mariofrigerio.it](http://www.mariofrigerio.it)

Reg. Impr. MI 00224520133  
REA 1669649  
Cod. Fisc. e P. IVA 00221520133  
Cap. Soc. 300.000,00 € i.v.



**MÁQUINA DE BAILARIN**



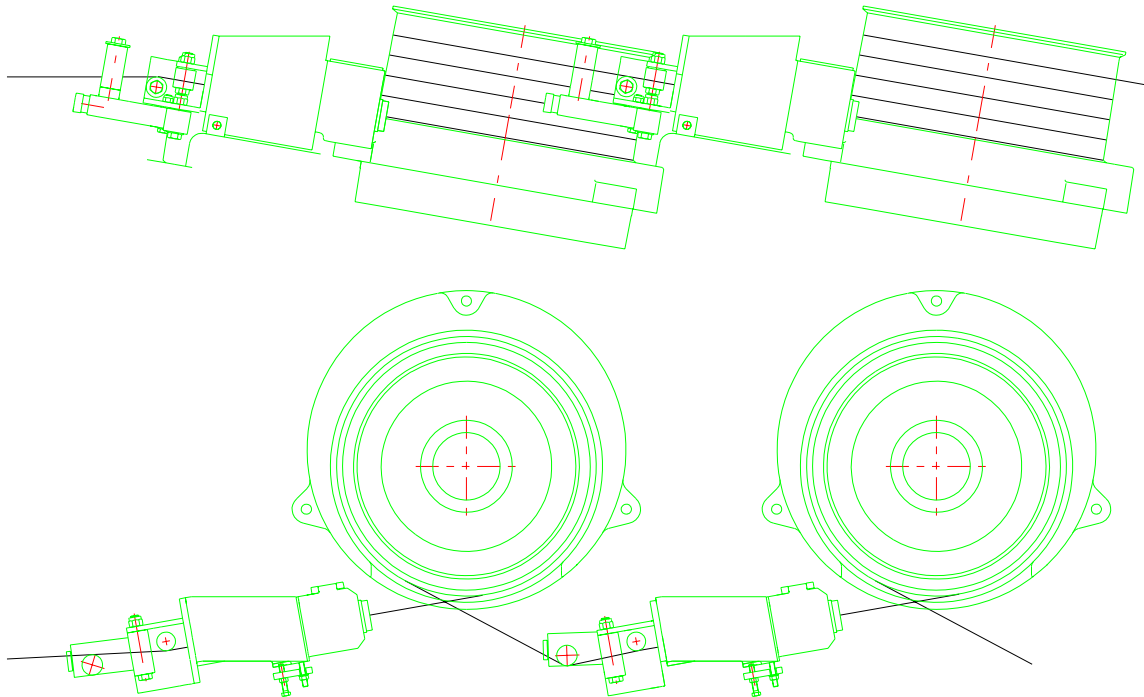
**MARIO FRIGERIO**

**MARIO FRIGERIO S.p.A.**

**Sede Legale:**  
20123 Milano  
via del Carroccio 8

**Sede Amm. e Stabilimento:**  
p.o. box 238 - 23900 Lecco (Italy)  
via Ghislanzoni 73  
Tel. +39 0341 358.111  
Fax +39 0341 368.385  
e-mail: [info@mariofrigerio.it](mailto:info@mariofrigerio.it)  
web site: [www.mariofrigerio.it](http://www.mariofrigerio.it)

Reg. Impr. MI 00224520133  
REA 1669649  
Cod. Fisc. e P. IVA 00221520133  
Cap. Soc. 300.000,00 € i.v.



## **MÁQUINA DE RODILLO SENSOR**