EFICIENCIA Y CALIDAD EN LA MOLIENDA DE TRIGO

eslamo@eslamo.com
direccioneslamo@eslamo.com.ve
enzogalluzzof@gmail.com
www.eslamo.com.ve

ENZO GALLUZZO FRANZESE

BIO Enzo Galluzzo Franzese

- +20 años como profesor de ESLAMO
- +25 años en la Industria Molinera
- +4.000 alumnos a todo largo de Latinoamérica
- Intercambios tecnológicos y formación en el área de molinería en diversos Suiza, Italia, Alemania, Canadá y EEUU.
- Estudios formales en Ingeniería y Administración y MBA.

ESLAMO
ESCUELA LATINOAMERICANA DE MOLINERÍA

Existen una serie de factores con gran impacto en el desempeño del molino y en la calidad de los productos finales

- ✓ Calidad del trigo/Limpieza del trigo
- ✓ Humedad de acondicionamiento idónea y constante
- ✓ Tiempo de reposo o acondicionamiento ideal
- ✓ Longitud de molienda adecuada
- ✓ Correcta graduación o ajuste de las rendijas de molienda en las trituraciones
- ✓ Correcta graduación o ajuste de los purificadores
- ✓ Correcta graduación o ajuste de las compresiones
- ✓ Área de cernido y abertura del tamiz adecuada
- ✓ Desgaste de los cilindros de molienda

ESLAMO
ESCUELA LATINOAMERICANA DE MOLINERÍA

Existen una serie de factores con gran impacto en el desempeño del molino y en la calidad de los productos finales

- ✓ Calidad del trigo / Limpieza del trigo
- ✓ Humedad de acondicionamiento idónea y constante
- ✓ Tiempo de reposo o acondicionamiento ideal
- ✓ Longitud de molienda adecuada
- ✓ Correcta graduación o ajuste de las rendijas de molienda en las trituraciones
- ✓ Correcta graduación o ajuste de los purificadores
- ✓ Correcta graduación o ajuste de las compresiones
- ✓ Área de cernido y abertura del tamiz adecuada
- ✓ Desgaste de los cilindros de molienda

ESLAMO
ESCUELA LATINOAMERICANA DE MOLINERÍA

La calidad del trigo es responsable cerca de 75% de la calidad de las harinas y es muy complejo este ámbito…

- ✓ + 30.000 variedades de trigo
- ✓ + 14 especies
- ✓ + 1.000 variedades son comercialmente significativas
- ✓ + 500 variedades en EEUU
- ✓ IP (identity-preserved)
- ✓ Todos los meses del año se cosecha trigo; Enero es el mes donde se cosecha menor cantidad y Junio, Julio y Agosto los de mayor cosecha.

ESLAMO
ESCUELA LATINOAMERICANA DE MOLINERÍA

El trigo presenta una serie de características que afectan el desempeño, estas son:

- ✓ Peso hectolítrico
- ✓ Distribución del tamaño del trigo
- ✓ Humedad
- ✓ Dureza – PSI or SKCS
- ✓ Peso de 1000 granos (TKW)
- ✓ Número de caída (Falling Number)

ESLAMO
ESCUELA LATINOAMERICANA DE MOLINERÍA

Estos factores hacen que la calidad del trigo NO sea constante:

- ✓ Genética
- ✓ Clima (ciclos húmedos/secos y temperatura)
- ✓ Enfermedades/insectos
- ✓ Daño por germinación
- ✓ Operador/método

ESLAMO
ESCUELA LATINOAMERICANA DE MOLINERÍA

La Distribución de tamaño de dos (2) muestras de trigo HRW nos permitirá entender el impacto de esta característica…

Muestra	7W Grande (%)	8W Medio (%)	9W Pequeño (%)	Bandeja (%)
Muestra 1	61.2	31.8	6.8	0.2
Muestra 2	56.2	30.1	12.5	1.2

7W = 2.920 micrones
8W = 2.540 micrones
9W = 2.240 micrones

Importantes cualidades del trigo se muestran afectadas con el tamaño del grano

MUESTRA 1	GRANDE	MEDIANO	PEQUEÑO
Peso Hectolítrico (kg/Hlt)	78,33	72,84	69,56
TKW (grs)	32	19,5	15,5
Cenizas Trigo (%)	1,94	2,06	2,15
Proteína Trigo (%)	12,91	13,84	13,95
Extracción Harina (%)	69,7	65,5	62,1
Cenizas Harina (%)	0,40	0,43	0,50
Proteína Harina (%)	11,05	11,63	11,63

Las cenizas y proteínas están expresadas en base seca

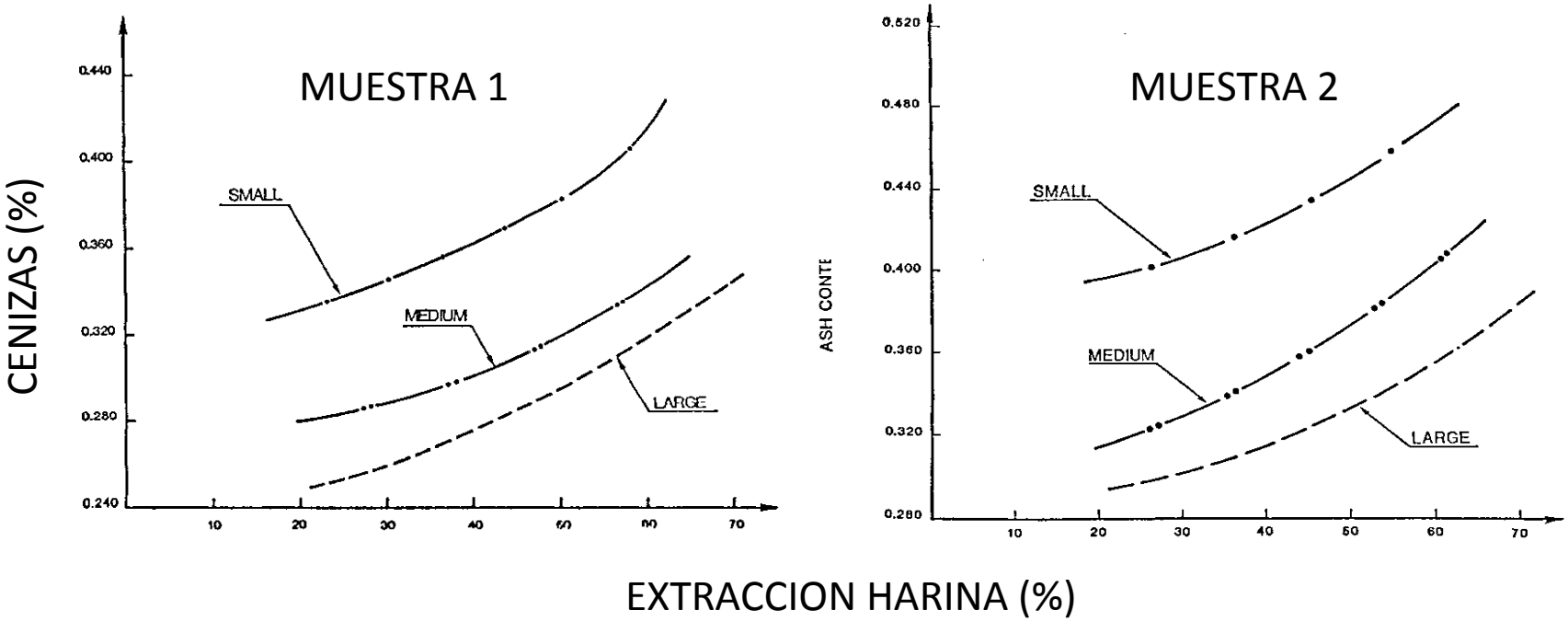
Importantes cualidades del trigo se muestran afectadas con el tamaño del grano

MUESTRA 2	GRANDE	MEDIANO	PEQUEÑO
Peso Hectolítrico (kg/Hlt)	79,12	71,66	69,95
TKW (grs)	31,7	18,7	12,1
Cenizas Trigo (%)	1,98	2,09	2,23
Proteína Trigo (%)	13,14	14,19	14,07
Extracción Harina (%)	71,1	64,5	62,8
Cenizas Harina (%)	0,45	0,49	0,57
Proteína Harina (%)	11,05	11,86	11,40

Las cenizas y proteínas están expresadas en base seca

Las curvas de cenizas validan el impacto de las cualidades del grano en la calidad de las harinas obtenidas…

CURVAS DE CENIZAS



ESLAMO
ESCUELA LATINOAMERICANA DE MOLINERÍA

El peso especifico o hectolitrico es de gran impacto en la calidad del grano…

Peso específico (Kgs/Hlt)	Rendimiento de harina (%)	Salvado (%)	Libras de proteína en salvado de 100 libras trigo	Libras de proteína en harina de 100 libras trigo	Proteína en harina (%)	Diferencia de proteína entre trigo y harina
58,9	53.5	46.5	7.44	5.06	9.64	2.86
73,4	73.8	26.2	4.19	8.31	11.26	1.24
75,9	75.9	24.1	3.86	8.64	11.37	1.13
78,6	77.4	22.6	3.62	8.88	11.47	1.03
82,5	78.6	21.4	3.42	9.08	11.56	0.94
83,8	79.6	20.4	3.26	9.24	11.62	0.88

ESLAMO
ESCUELA LATINOAMERICANA DE MOLINERÍA

Comparación de Calidades de Trigo
Reportes de Embarques 2011 para Exportación

EVALUACION	HRW #1	CWRS # 2
Peso especifico (kg/hl)	78,5	81,4
Proteina (% 12 bh)	12,3	13,8
Peso de 1000 granos	29,6	34,8
Falling Number (seg)	413	442
Absorcion (%)*	57,1	62,9
Estabilidad (min)*	11	8,3
Trabajo W (10-4 joules)**	246	336

(*) Obtenido del análisis de la harina en el faninografo
(**) Obtenido del análisis de la harina en el alveografo

Las compras de trigo deben ser realizadas por VALOR y no por PRECIO…

HOW IT WORKS

Wheat	CWAD	HAD	CWAD	CWAD	HAD	MEX
Grade Wheat	2	1	3	1	2	N/A
Price US $/Mt	469	501	466	525	494	475
			LOWEST PX			
Hectoliter Weight (Test Weight) kg/Hlt	78	83,5	80,9	83,9	81,4	79,9
Total screnings	5,3	2,9	6,4	4,1	6	7,5
Moisture	13,3	10,9	12,6	12,2	11,4	9,7
Dockage	0,5	0,6	0,8	0,7	1	1,3
Specifications Quality:	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO_CUMPLE
Milled Material Index	97,4	102,1	96,7	99,5	98,1	0
Cost S/Mt (only milled material)	481,5	490,7	481,9	527,6	503,6	0,0
Teorical Yield (as is or commercial)	75,4	85,6	77,6	83,4	79,5	0
Real Cost with Teorical Yield (incluyed bran)	535,6	500,7	514,5	544,5	535,7	0,0

BEST OPTION

La Limpieza del trigo es fundamental para lograr la calidad requerida en los productos terminados, así como, una buena eficiencia…

El no remover algunas materias en la limpieza como los los granos mermados o marchitos, pudiera ocasionar un incremento de las cenizas de forma importante que conlleve como consecuencia la perdida de rendimiento; 1% de estos granos no descartados puede impactar entre 2-4% en este indicador.

Las exigencias en materia de inocuidad alimentaria son crecientes y la limpieza de trigo se vuelve cada día mas importante, por ejemplo, la problemática de las micotoxinas…

El hongo causante de las vomitoxinas es el Fusarium graminareum

ESLAMO
ESCUELA LATINOAMERICANA DE MOLINERÍA

Existen una serie de factores con gran impacto en el desempeño del molino y en la calidad de los productos finales

- ✓ Calidad del trigo/Limpieza del trigo
- ✓ **Humedad de acondicionamiento idónea y constante**
- ✓ Tiempo de reposo o acondicionamiento ideal
- ✓ Longitud de molienda adecuada
- ✓ Correcta graduación o ajuste de las rendijas de molienda en las trituraciones
- ✓ Correcta graduación o ajuste de los purificadores
- ✓ Correcta graduación o ajuste de las compresiones
- ✓ Área de cernido y abertura del tamiz adecuada
- ✓ Desgaste de los cilindros de molienda

Los objetivos del acondicionamiento de Trigo son los siguientes:

✓ Ablandar el endospermo
- La extracción de harina puede ser incrementado
- Consumo energético / nivel de ruido de los bancos de molienda se reduce
- El contenido de cenizas en la harina se reduce

✓ Volver mas resistente la cáscara (salvado)
- La cáscara tiende a quebrarse menos y queda en pedazos mas grandes
Hojuelas grandes de cáscara pueden ser mejor „limpiados“ con los rodillos estriados
- Menos pecas de salvadillo en la harina

✓ Ajuste del porcentaje de humedad de la harina
- Porcentaje constante de humedad = condiciones constantes de molienda
- Porcentaje constante de humedad = condiciones constantes de panificación
- Rentabilidad (ganancia)

Humedad de acondicionamiento idónea y constante tiene un gran impacto en la calidad y en la eficiencia, por lo tanto algunas recomendaciones son:

- Tiempos de Acondicionamiento y Humedades

✓ Humedad de Trigo en la primera trituración: 14,0% - 17,5 %

✓ Tiempo de Reposo: 3 - 48 Horas

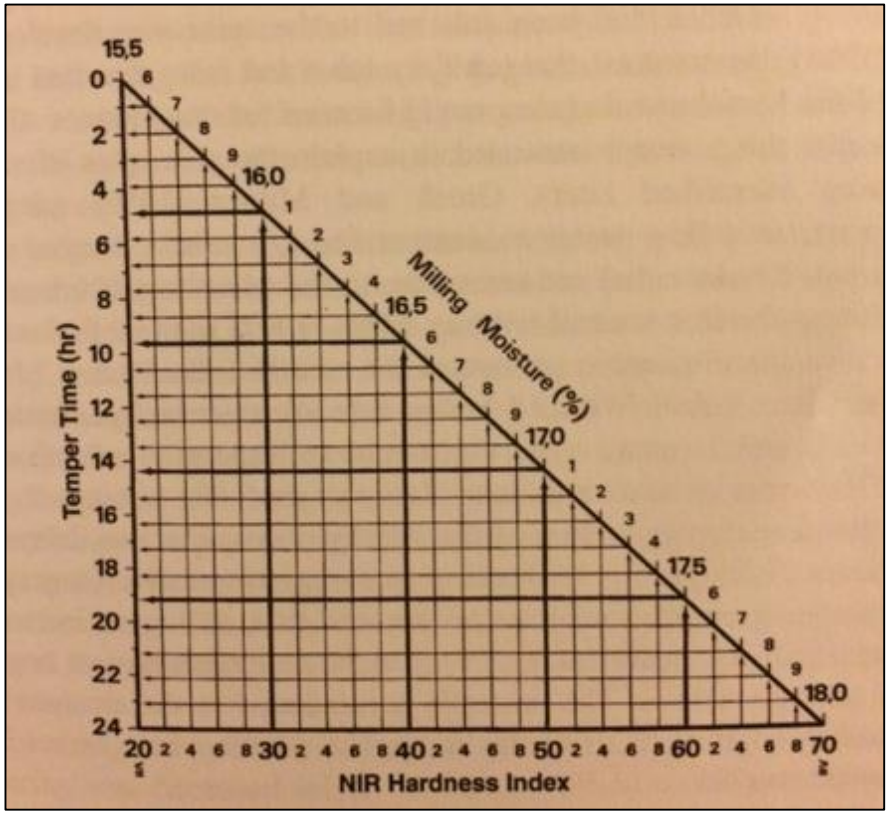
- El porcentaje de humedad en la primera rotura o trituración es influenciado por:

✓ Porcentaje de humedad de la harina
Especificaciones de gubernamentales o del cliente

✓ Dureza del trigo

✓ Porcentaje de humedad del subproducto
Problemas de almacenamiento

✓ Problemas operativos
Problemas en el cernido y en el flujo por las tuberías



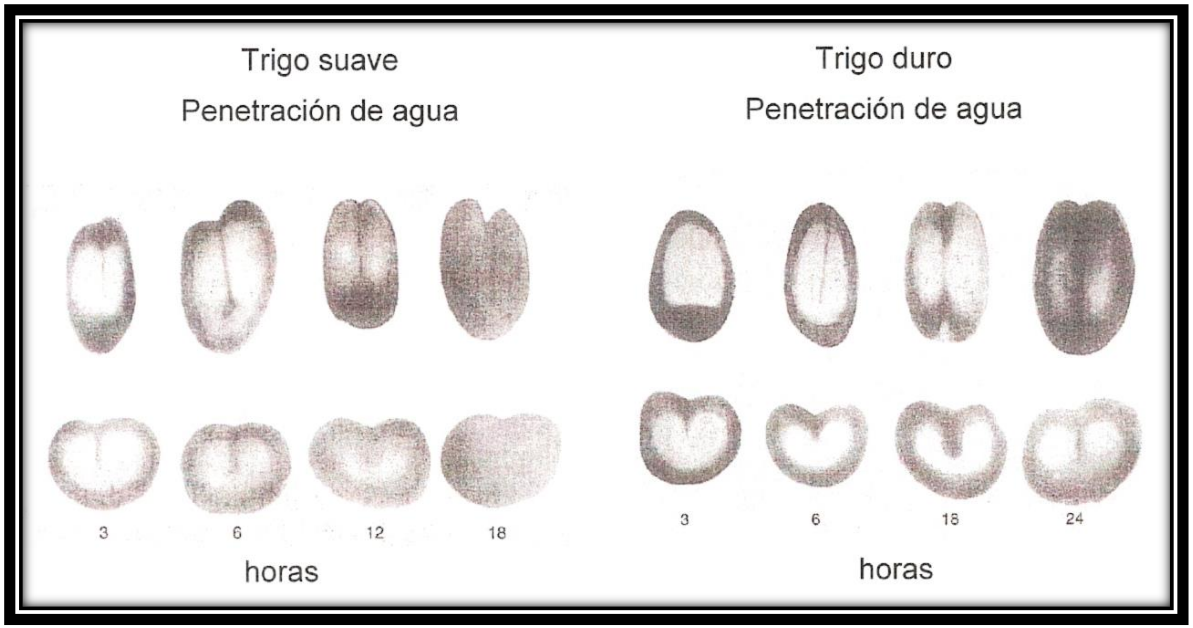
ESLAMO
ESCUELA LATINOAMERICANA DE MOLINERÍA

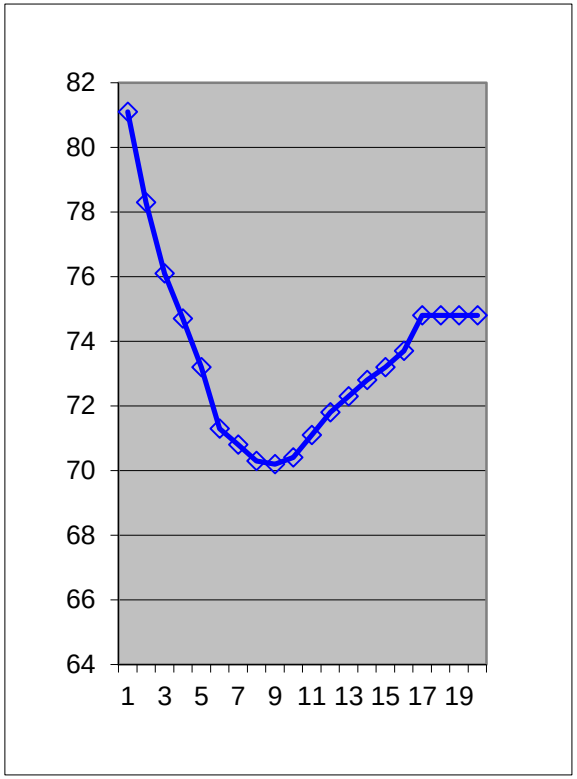
Existen una serie de factores con gran impacto en el desempeño del molino y en la calidad de los productos finales

- ✓ Calidad del trigo/Limpieza del trigo
- ✓ Humedad de acondicionamiento idónea y constante
- ✓ **Tiempo de reposo o acondicionamiento ideal**
- ✓ Longitud de molienda adecuada
- ✓ Correcta graduación o ajuste de las rendijas de molienda en las trituraciones
- ✓ Correcta graduación o ajuste de los purificadores
- ✓ Correcta graduación o ajuste de las compresiones
- ✓ Área de cernido y abertura del tamiz adecuada
- ✓ Desgaste de los cilindros de molienda

ESLAMO
ESCUELA LATINOAMERICANA DE MOLINERÍA

Las variaciones en la humedad y en los tiempos de reposo ocasionan fluctuaciones en la distribución de los productos en el molino, por lo tanto, afectan las cenizas, la apariencia del producto, así como, la calidad funcional de la harina…





No se debe exceder el % de agua recomendado para el humectador

ESLAMO
ESCUELA LATINOAMERICANA DE MOLINERÍA

Existen una serie de factores con gran impacto en el desempeño del molino y en la calidad de los productos finales

- ✓ Calidad del trigo/Limpieza del trigo
- ✓ Humedad de acondicionamiento idónea y constante
- ✓ Tiempo de reposo o acondicionamiento ideal
- ✓ **Longitud de molienda adecuada**
- ✓ Correcta graduación o ajuste de las rendijas de molienda en las trituraciones
- ✓ Correcta graduación o ajuste de los purificadores
- ✓ Correcta graduación o ajuste de las compresiones
- ✓ Área de cernido y abertura del tamiz adecuada
- ✓ Desgaste de los cilindros de molienda

Longitud de molienda debe ser la adecuada en concordancia a la dureza del trigo que se procesa

LONGITUD DE MOLIENDA

10 mm/100kg/24 hr

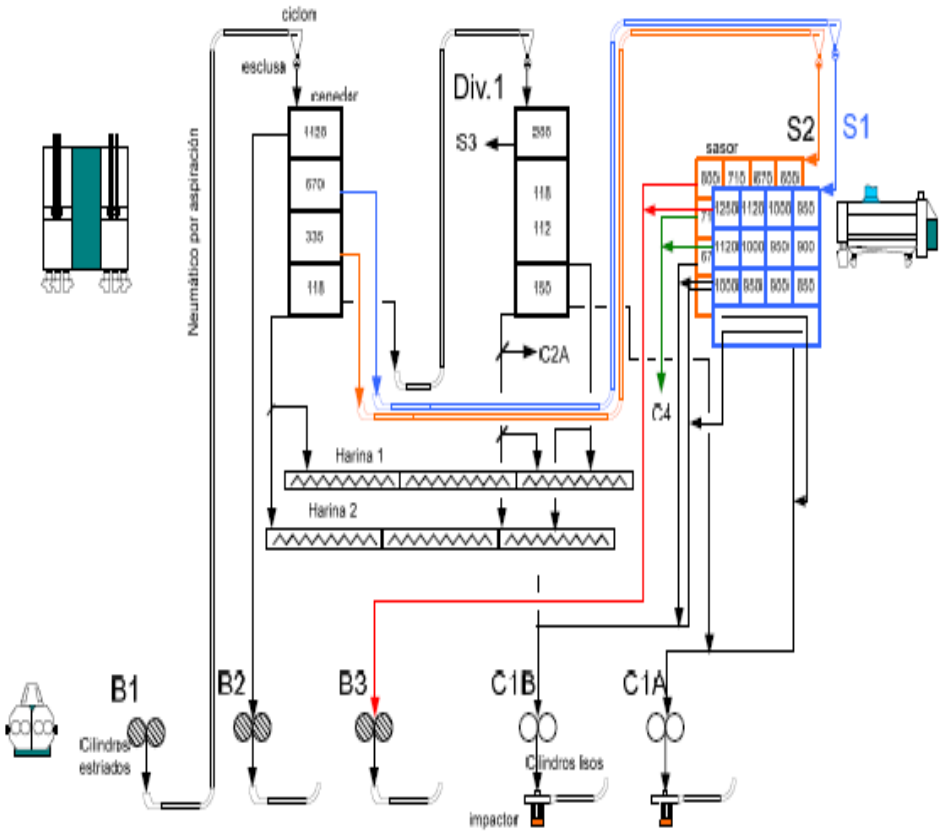
CONTEXTURA DEL GRANO
SOFT **DURUM**

15mm/100kg/24 hr

HARD TRITURACION 35%
SOFT TRITURACION 45%

Las trituraciones deben considerar una serie de aspectos importantes como lo son:

- ✓ Trigo hard 4 pasadas y rendimiento 75-76%.
- ✓ Trigo soft 4 1/2 - 5 pasadas y rendimiento 75-80%.
- ✓ Trigo hard 5 pasadas y molienda de afrecho para rendimiento de 78-80%
- ✓ Se dividen en grueso y fino las últimas dos pasadas.
- ✓ De acuerdo al rendimiento y calidad del trigo pasan 1-3 veces por cepilladora o bran duster; después de la III trituración, en durum no se utiliza salvo ciertas excepciones



ESLAMO
ESCUELA LATINOAMERICANA DE MOLINERÍA

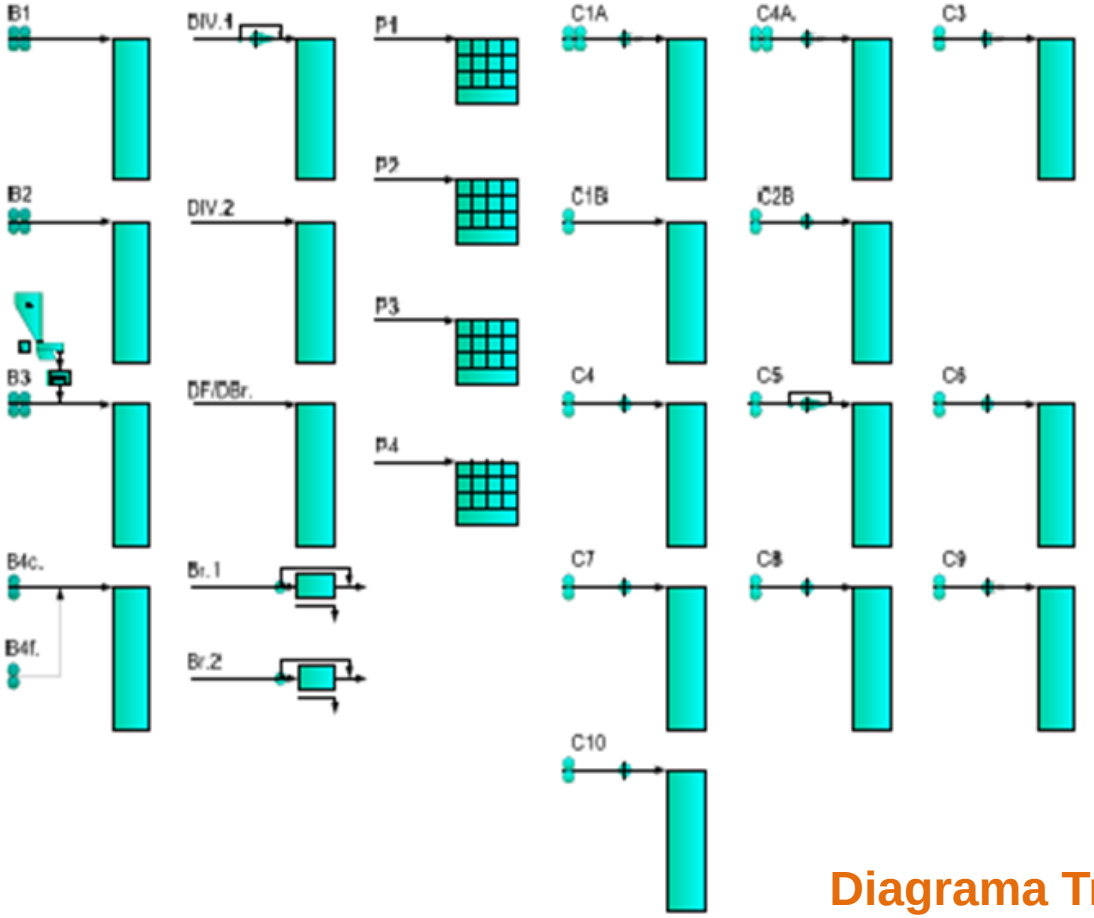


Diagrama Trigo Hard Cuatro (4) Trituraciones

Cortesía Buhler

ESLAMO
ESCUELA LATINOAMERICANA DE MOLINERÍA

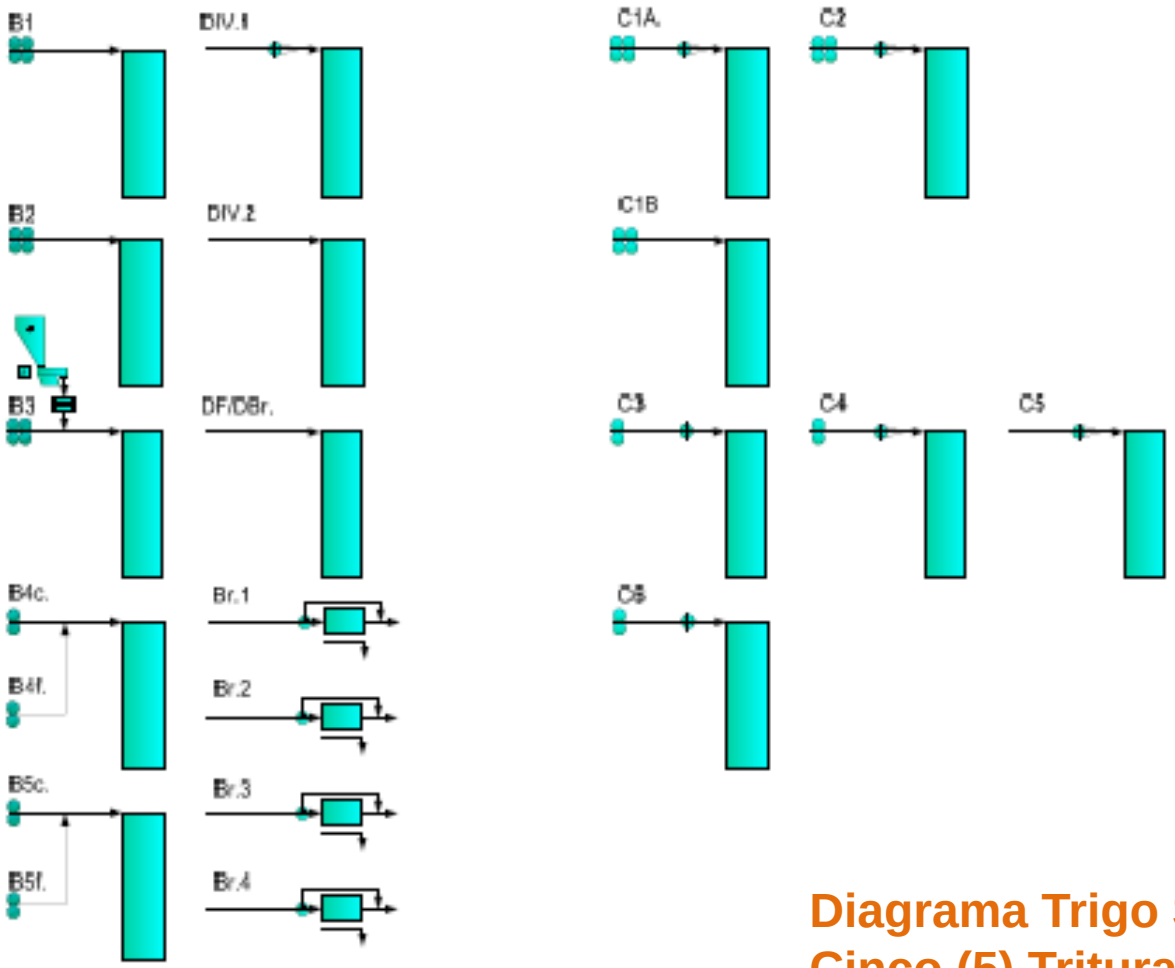


Diagrama Trigo Soft Cinco (5) Trituraciones

Cortesía Buhler

ESLAMO
ESCUELA LATINOAMERICANA DE MOLINERÍA

Existen una serie de factores con gran impacto en el desempeño del molino y en la calidad de los productos finales

- ✓ Calidad del trigo/Limpieza del trigo
- ✓ Humedad de acondicionamiento idónea y constante
- ✓ Tiempo de reposo o acondicionamiento ideal
- ✓ Longitud de molienda adecuada
- ✓ **Correcta graduación o ajuste de las rendijas de molienda en las trituraciones**
- ✓ Correcta graduación o ajuste de los purificadores
- ✓ Correcta graduación o ajuste de las compresiones
- ✓ Área de cernido y abertura del tamiz adecuada
- ✓ Desgaste de los cilindros de molienda

La correcta graduación o ajuste de las rendijas de molienda en las trituraciones propicia la eficiencia a la par de la calidad

	CARGA (%)	AJUSTE (%)	EXTRACCION (%)	EXTRACCION ACUMULADA (%)
B1	100,0	30,0	30,0	30,0
B2	70,0	45,0	31,5	61,5
B3	38,5	40,0	15,4	76,9
B4	23,1	30,0	6,9	83,8

	Extracción B1	**Humedad (%)**	**Cenizas BS (%)**
Harina	77,7	14,1	0,57
Subproductos	20,5	12,7	6,05

ESLAMO
ESCUELA LATINOAMERICANA DE MOLINERÍA

Por el contrario, la graduación o ajuste incorrectos de las rendijas de molienda en las trituraciones genera impactos negativos en la calidad y la eficiencia

	CARGA (%)	AJUSTE (%)	EXTRACCION (%)	EXTRACCION ACUMULADA (%)
B1	100,0	40,0	40,0	40,0
B2	60,0	50,0	30,0	70,0
B3	30,0	55,0	16,5	86,5
B4	13,5	30,0	4,1	90,6

	Extracción B1	**Humedad (%)**	**Cenizas BS (%)**
Harina	77,36	13,9	0,63
Subproductos	20,1	12,4	5,81

Corte transversal del grano de trigo

Pericarpio: 12.5– 14%

- Cubierta externa llamada afrecho ó salvado

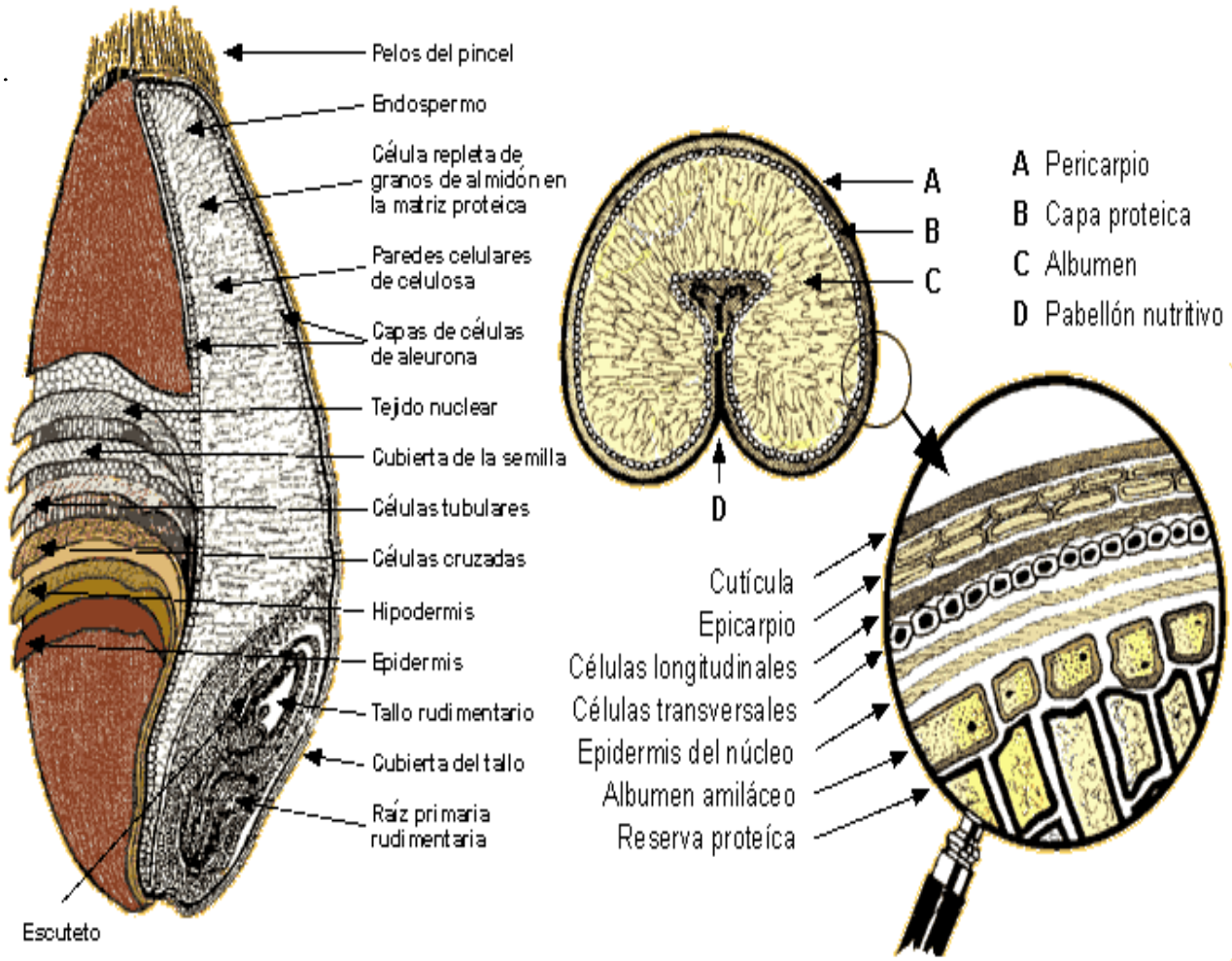
Endospermo :

81 – 83%

- Celdas de almidón en una matriz Proteíca

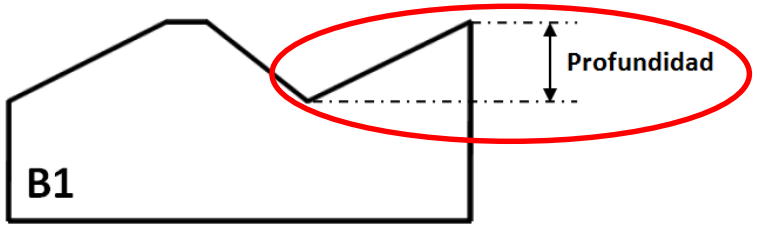
Germen: 2,5 – 3,5 %

- Contiene información genética

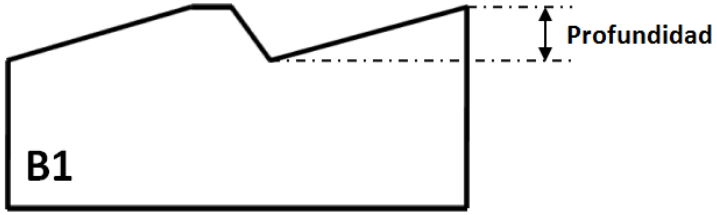


Los cilindros estriados deben tener las estrías con las características adecuadas

A MAYOR ÁNGULO MENOS PROFUNDIDAD

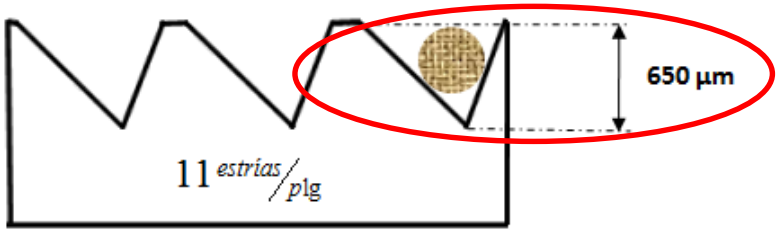


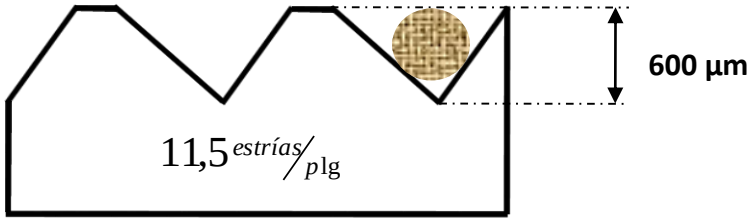
3,5 estrías/cm 40°/60°



3,5 estrías/cm 30°/70°

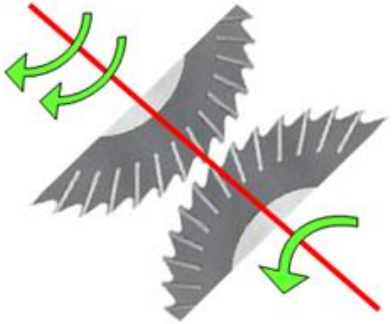
A MAYOR NÚMERO DE ESTRÍAS MENOS PROFUNDIDAD



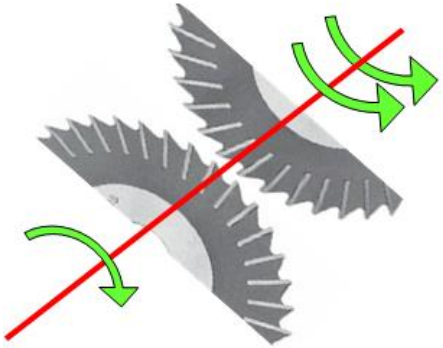


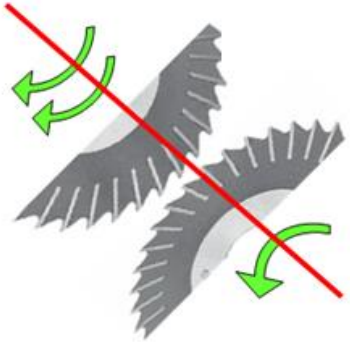
Los cilindros estriados deben tener la disposición adecuada para el correcto efecto de molienda

CORTE CONTRA CORTE

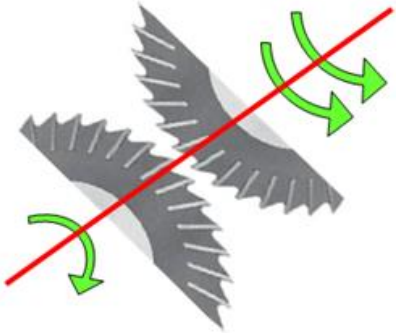


DORSO CONTRA CORTE





CORTE CONTRA DORSO

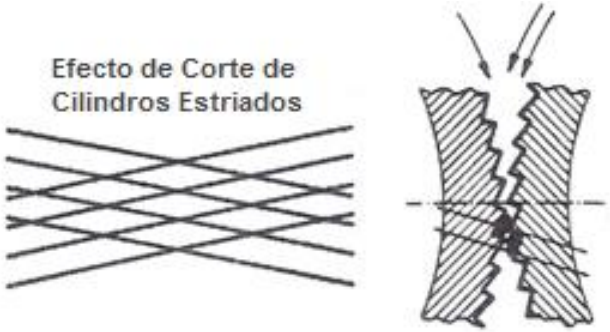


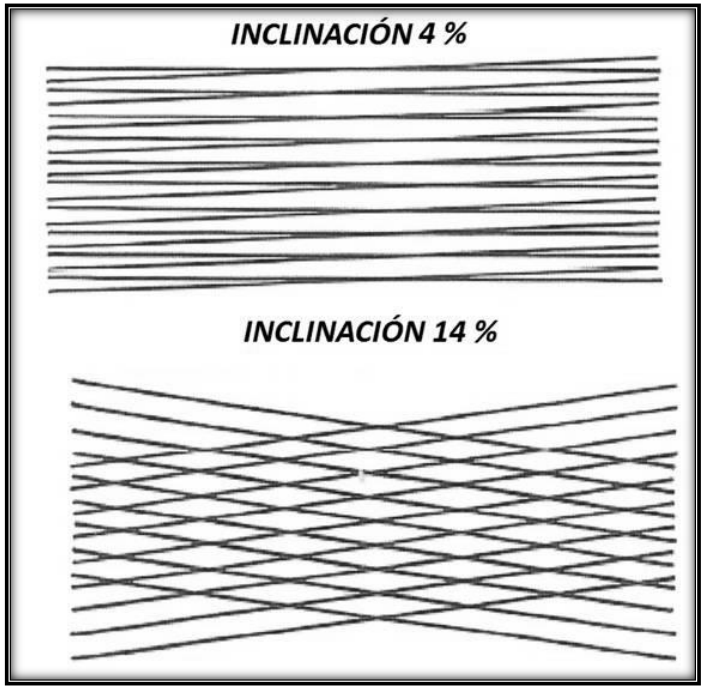
DORSO CONTRA DORSO

El espiral en los cilindros estriados es una de las características con mas impacto en el efecto de molienda

✓ Es la diferencia porcentual de la estría con respecto al eje longitudinal del cilindro.

✓ A mayor inclinación mayor corte de estrías (mayor puntos de corte)





✓ **Inclinaciones Típicas:**

+ Expresadas en longitud: 20 - 87 mm/m
+ Expresadas en porcentaje: 2 – 8 %

ESLAMO
ESCUELA LATINOAMERICANA DE MOLINERÍA

Existen una serie de factores con gran impacto en el desempeño del molino y en la calidad de los productos finales

- ✓ Calidad del trigo/Limpieza del trigo
- ✓ Humedad de acondicionamiento idónea y constante
- ✓ Tiempo de reposo o acondicionamiento ideal
- ✓ Longitud de molienda adecuada
- ✓ Correcta graduación o ajuste de las rendijas de molienda en las trituraciones
- ✓ **Correcta graduación o ajuste de los purificadores**
- ✓ Correcta graduación o ajuste de las compresiones
- ✓ Área de cernido y abertura del tamiz adecuada
- ✓ Desgaste de los cilindros de molienda

Correcta graduación o ajuste de los purificadores

El purificador tiene una importancia muy grande en la obtención de harinas con bajo contenido de cenizas, esto siempre y cuando se trate de trigos semiduros, duros o extremadamente duros (durum o candeal).

Cortesía Ocrim

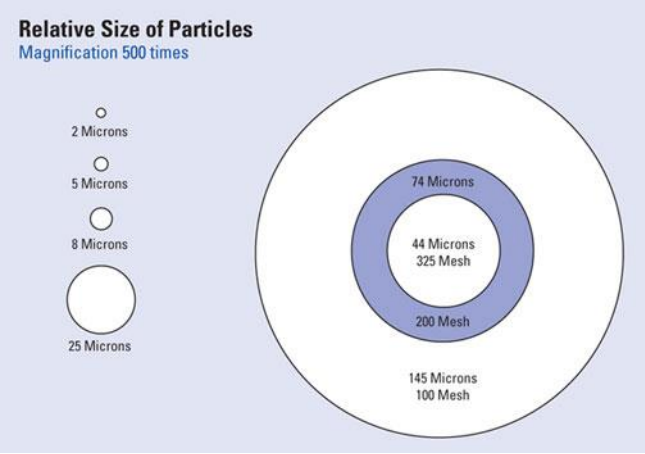
Los principios claves de funcionamiento del purificador son dos (2):

- ✓ **Resistencia a la corriente del aire o resistencia aerodinámica**

PESO ESPECÍFICO DE MATERIALES DE MOLIENDA

Material	Peso Específico
Endospermo	1,46
Almidon (87,5 % del endospermo)	1,48
Proteina (12,5 % del endospermo)	1,32
Salvado	1,27
Germen	1,34

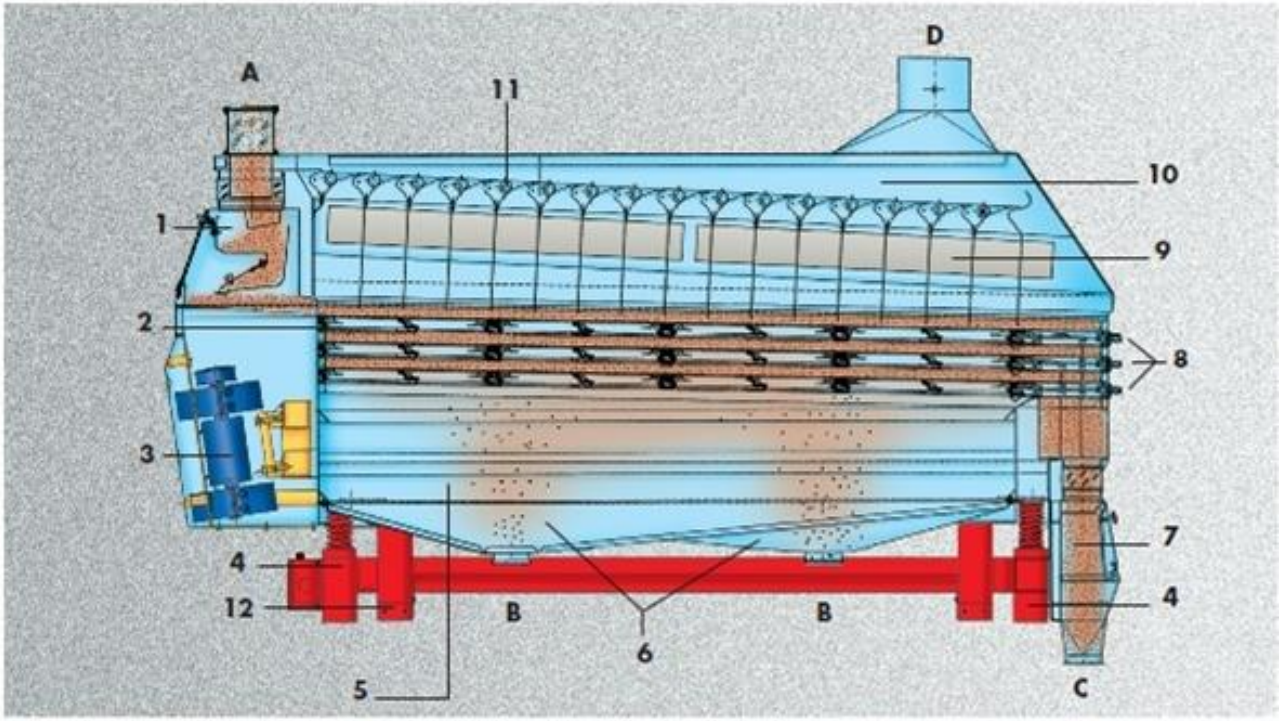
- ✓ **Tamaño de las partículas**



Elementos y partes del Purificador o Sasor

A Entrada
B Salida de Producto
C Salida Colas
D Aspiración

1 Grupo de Alimentación
2 Tamices
3 Motovibradores
4 Base bandejas oscilantes
5 Bandejas oscilantes
6 Canales colectores
7 Grupo de salida de colas
8 Seguros de tamices
9 Visores laterales de inspección
10 Canal de Aspiración
11 Valvulas de Aspíración
12 Soporte del Canal de Aspiración



Cortesía Buhler

Los Sistemas de Clasificación en el Molino pueden ir de tres (3) a cinco (5) granulaciones:

1.- Tres Granulaciones.

Sémola Gruesa	1110 – 525 μm
Sémola Fina	525 – 290 μm
Semolina	290 – 150 μm

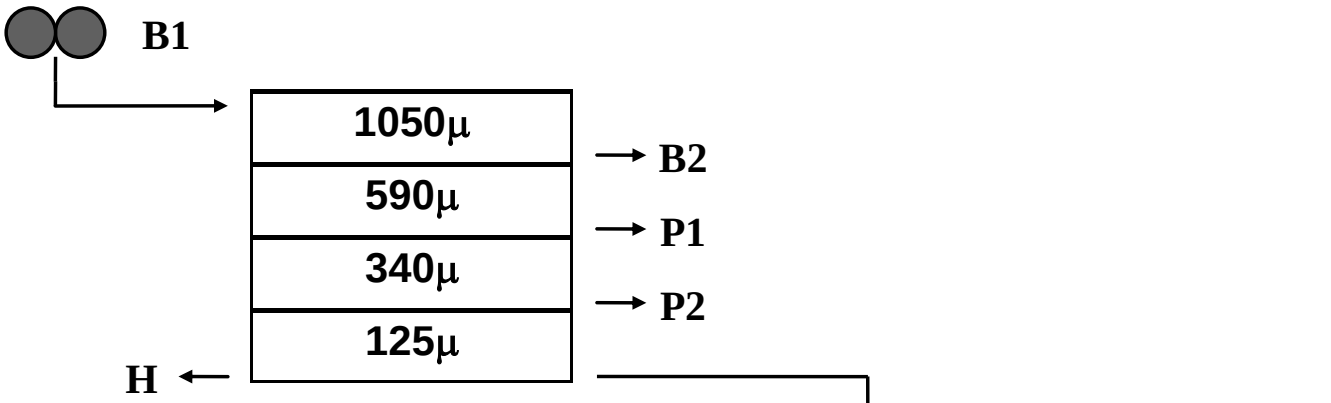
2.- Cuatro Granulaciones.

Sémola Gruesa	1110 – 590 μm
Sémola Fina	590 – 340 μm
Semolina Gruesa	340 – 212 μm
Semolina Fina	212 – 150 μm

3.- Cinco Granulaciones.

Sémola Gruesa	1110 – 670 μm
Sémola Media	670 – 460 μm
Sémola Fina	460 – 340 μm
Semolina Gruesa	340 – 212 μm
Semolina Fina	212 – 150 μm

El Sistema de Clasificación Cuatro Granulaciones es el mas empleado



GRANULACIONES

1110-590μ ①
590-340μ ②
340-212μ ③
212-150μ ④

El Sistema de Clasificación en el Molino

La forma en la cual debemos escoger las telas de la clasificación es la siguiente:

REGLA DE ORO

"***La diferencia en micrones entre una clasificación y la siguiente debe ser menor que la abertura de la clasificación más fina***".

Para entelar se utilizan las siguientes constantes, las cuales van acorde a la granulación:

Sémolas Gruesas (700 – 1100 μm) + 100 μm

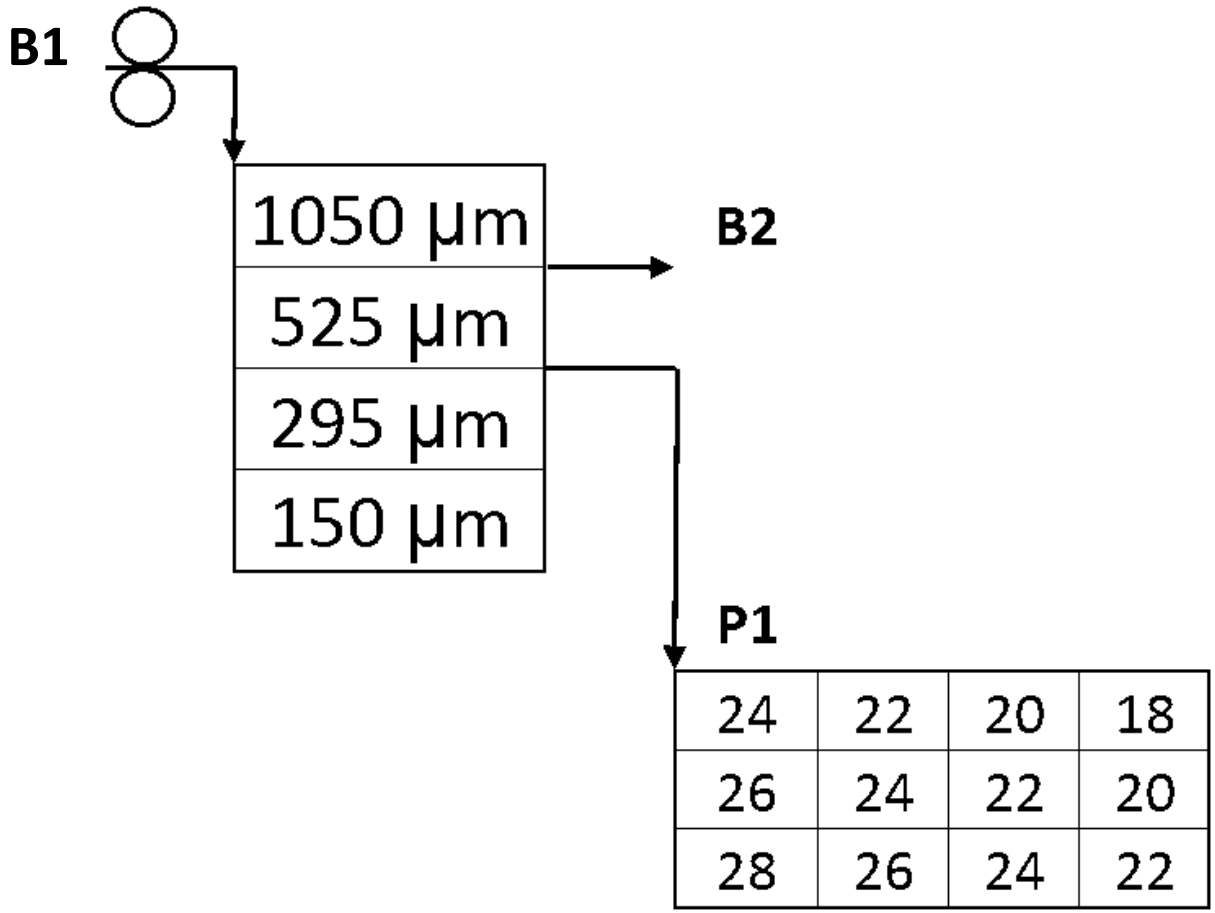
Sémolas Medias (500 – 700 μm) + 120 μm

Sémolas Finas (300 – 500 μm) + 150 μm

PET-12GG – 1800
PET-14GG – 1600
PET-15GG – 1400
PET-16GG – 1320
PET-18GG – 1180
PET-20GG – 1000
PET-22GG – 950
PET-23GG – 900
PET-24GG – 850
PET-26GG – 800
PET-27GG – 750
PET-28GG – 710
PET-30GG – 670
PET-31GG – 630
PET-32GG – 600
PET-34GG – 560
PET-36GG – 530
PET-38GG – 500
PET-40GG – 475
PET-42GG – 450
PET-44GG – 425
PET-45GG – 400
PET-47GG – 375
PET-50GG – 355
PET-52GG – 335
PET-54GG – 315
PET-58GG – 300
PET-60GG – 280
PET-64GG – 265
PET-66GG – 250
PET-70GG – 236
PET-72GG – 224
PET-74GG – 212

La selección correcta de las aberturas de las mallas o enteladuras

Ejemplo:



Ajustes de los Purificadores o Sasores

Primeramente, antes de ajustar se debe verificar lo siguiente:

- ✓ Que la alimentación de entrada de entrada es pareja a través del tamiz y que la apertura de alimentación esta trabajando bien.
- ✓ Que todos los cepillos estén funcionando correctamente.
- ✓ Que no haya acumulación de material fibroso en las uniones entre los tamices.
- ✓ Que los conductos de aire estén libres.

Ajustes de los Purificadores o Sasores

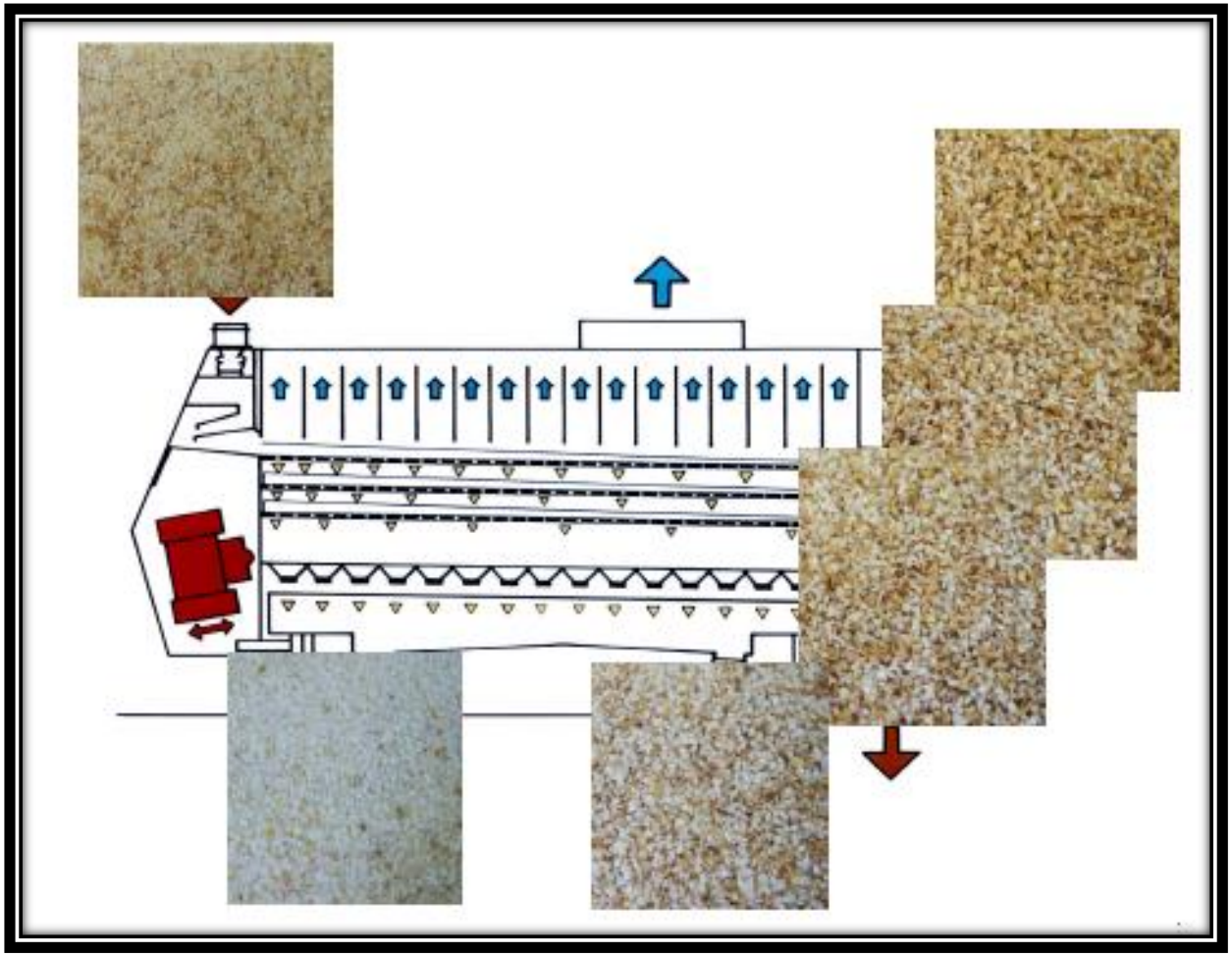
Luego:

- ✓ Ajustar la válvula maestra de aire con la finalidad de distribuir el producto equitativamente a lo largo del purificador.

- ✓ Afinar el purificador ajustando las válvulas individuales de aire que controla la distribución del mismo dentro del purificador.

- ✓ Ajustar la división de los materiales que atraviesa.

Confirmación del correcto ajuste de los purificadores



ESLAMO
ESCUELA LATINOAMERICANA DE MOLINERÍA

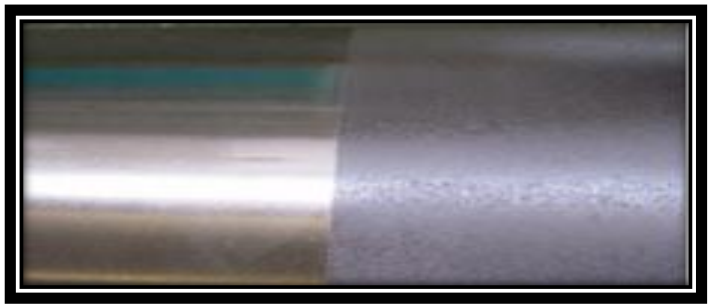
Existen una serie de factores con gran impacto en el desempeño del molino y en la calidad de los productos finales

- ✓ Calidad del trigo/Limpieza del trigo
- ✓ Humedad de acondicionamiento idónea y constante
- ✓ Tiempo de reposo o acondicionamiento ideal
- ✓ Longitud de molienda adecuada
- ✓ Correcta graduación o ajuste de las rendijas de molienda en las trituraciones
- ✓ Correcta graduación o ajuste de los purificadores
- ✓ **Correcta graduación o ajuste de las compresiones**
- ✓ Área de cernido y abertura del tamiz adecuada
- ✓ Desgaste de los cilindros de molienda

Correcta graduación o ajuste de las compresiones

- ✓ Alimentación uniforme a lo largo del cilindro
- ✓ Disposición o configuración paralela de los cilindros
- ✓ Verifique la temperatura del producto
- ✓ Verifique la granulación del producto
- ✓ Compruebe el efecto de la molienda en el centro y en los extremos del banco de los cilindros
- ✓ Evalúe el correcto ahusamiento de los cilindros

Los cilindros lisos deben tener la correcta rugosidad y ahusamiento la poder realizar el trabajo adecuado



Cilindro Liso/ Rugosidad

- ✓ Para los cilindros lisos mateados la rugosidad es: 2.5/3.5 Ra
- ✓ Para los cilindros rectificados listos para estriar es: 0.5/0.8 Ra

c a l i d a d e s

dureza	aplicaciones
480-530 HB	estandar para molinería y piensos
420-470 HB	molinería - liso / mateado
380-430 HB	molinería - liso / mateado
510-550 HB	quebrador de malta - cerveza - café
540-580 HB	laminadores de aceite - alto rendimiento
520-560 HB	chocolate - pintura - jabón
220-250 HB	fundición gris centrifugada
450-500 HB	laminadores de aceite
550-600 HB	quebrador molinería, aceite, piensos y café - alto rendimiento
510-550 HB	quebrador molinería, aceite, piensos y café
otros	otros

Cortesía Balaguer

Cilindros de Molienda:

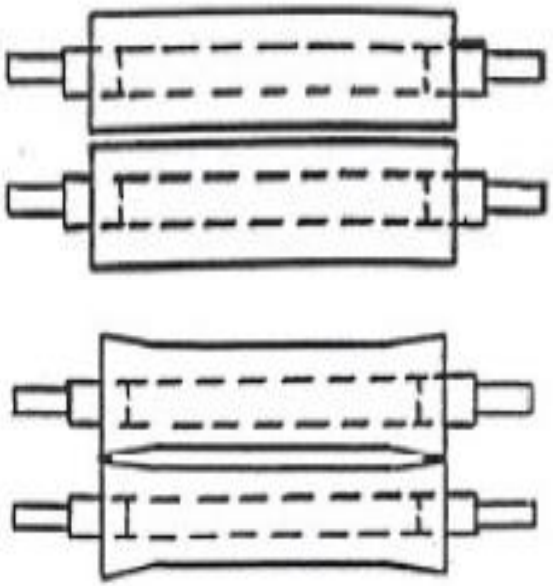
El efecto de molienda se logra en pares de cilindros (rollos) horizontales y paralelos, fabricados en acero, los cuales rotan en direcciones opuestas.

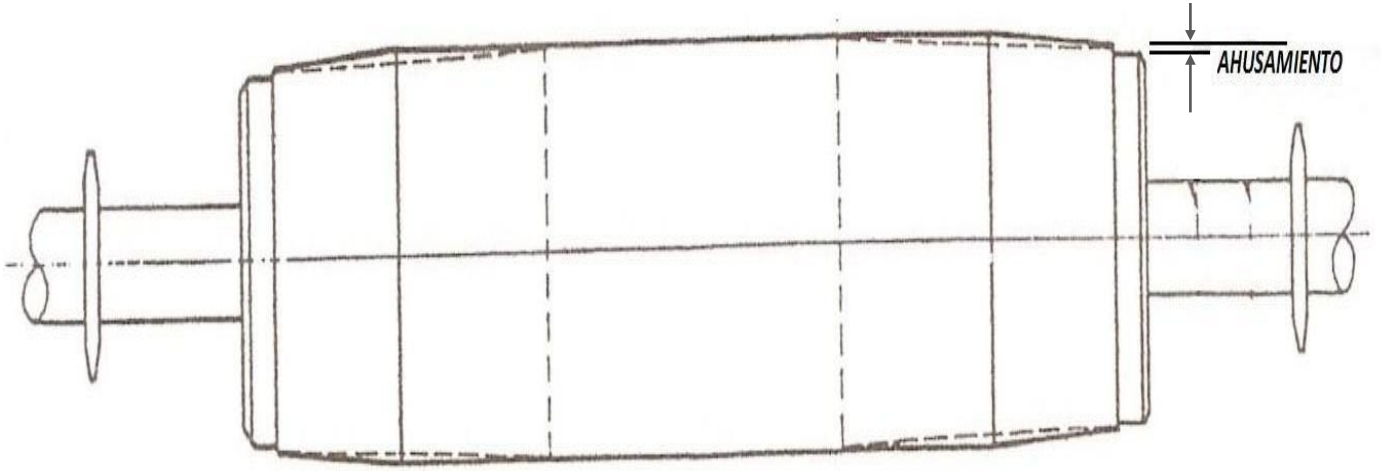
El ahusamiento es muy importante para el correcto trabajo de los cilindros lisos

Ahusamiento

✓ Ligera reducción en el diámetro al en los extremos del cilindros, que compensa la expansión de material debido al incremento de temperatura durante su funcionamiento.

Dilatación por calentamiento





ESLAMO
ESCUELA LATINOAMERICANA DE MOLINERÍA

Existen una serie de factores con gran impacto en el desempeño del molino y en la calidad de los productos finales

- ✓ Calidad del trigo/Limpieza del trigo
- ✓ Humedad de acondicionamiento idónea y constante
- ✓ Tiempo de reposo o acondicionamiento ideal
- ✓ Longitud de molienda adecuada
- ✓ Correcta graduación o ajuste de las rendijas de molienda en las trituraciones
- ✓ Correcta graduación o ajuste de los purificadores
- ✓ Correcta graduación o ajuste de las compresiones
- ✓ **Área de cernido y abertura del tamiz adecuada**
- ✓ Desgaste de los cilindros de molienda

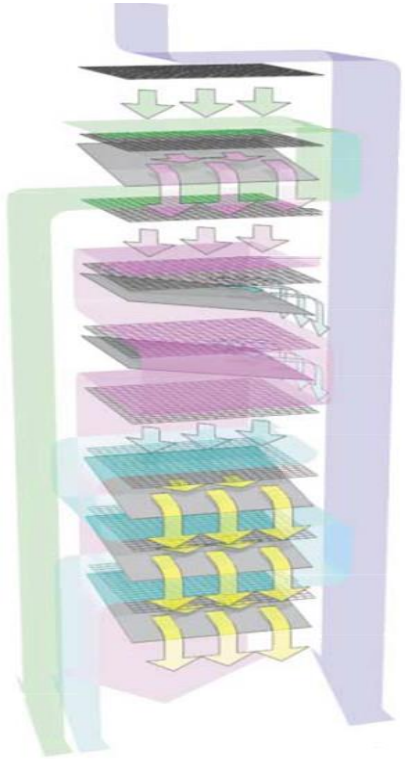
El área de cernido debe ser la acorde a la dureza del trigo, granulometría de la harina, humedad, etc...

0.05 m2/100kg/24 hr

CONTEXTURA DEL GRANO

HARD **SOFT**

0.065 m2/100kg/24 hr



DIAGRAMAS DE HARD Y SOFT

45-50% TRITURACION

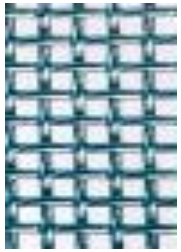
CLASIFICACION

50-55% HARINAS

Telas en molinos harineros

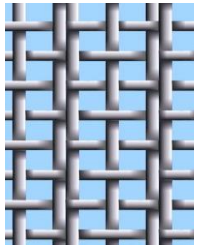
2.1 Plansifter

Nytal Wire Mesh

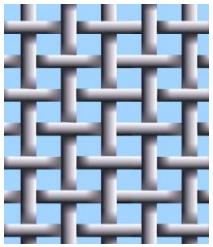


Eficiencia

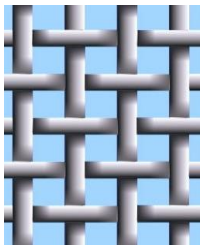
PA-XX - N
Normal Quality



PA-MF
Milling Forte



PA-XXX
Heavy Duty

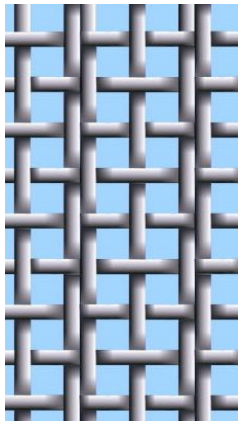


Duración

ESLAMO
ESCUELA LATINOAMERICANA DE MOLINERÍA

PA-XX - N

Milling / N-Quality

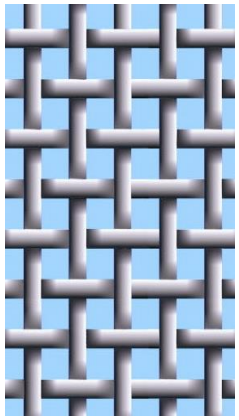


PA-XX se usa para trigo suave, bizcocho y pan de centeno.

XX-calidad tiene una superficie gruesa, grande porcentaje de superficie libre y muestra **el mejor efecto de tamización.**

PA-MF

Milling Forte

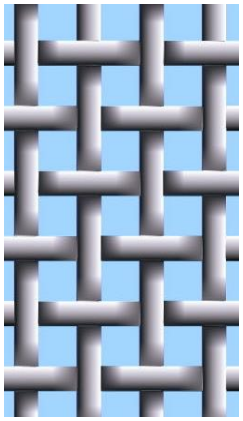


PA-MF se usa para trigo medio duro. Es la nueva generación para los marcos metálicos.

MF-tejidos están ajustados para mejor duración en **combinación con alto efecto de taminación.**

PA-XXX

Heavy Duty



PA-XXX se usa para trigo duro y "Durum"

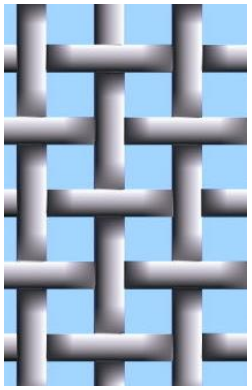
Están ajustadas para larga duración y **buena resistencia de abrasión.**

Telas en molinos harineros

2.2 Purificadores

PET-GG

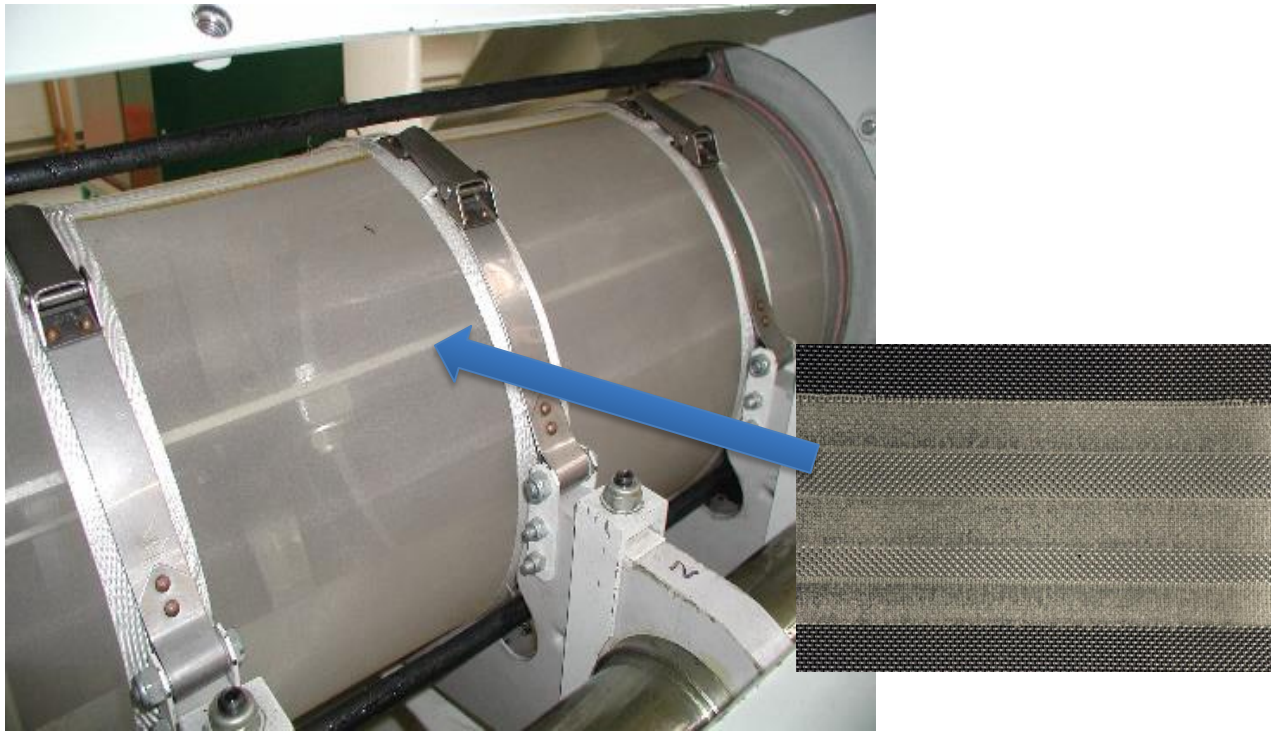
Grit Gauze



PET-GG no le afecta casi ningún cambio de humedad y temperatura. Tamizadores de polyester mantienen la tensión constante.
La superficie gruesa de la tela mantiene más tiempo el producto en el tamizador. Esto ayuda mejorar la separación.

Purificadores separan los productos por su peso y tamaño específico

2.3 Vibro-/Turbo-Cernedores



1a costura

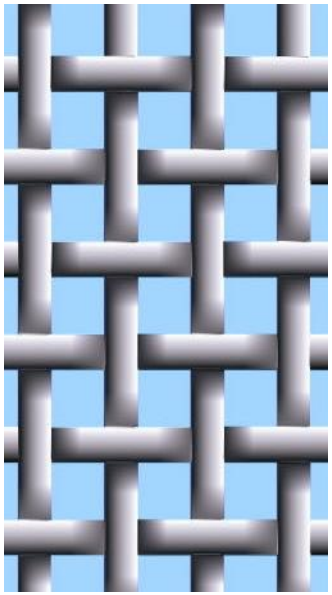
2a costura

3a costura

Telas en molinos harineros

2.3 Vibro-/Turbo-Cernedores

PA-HD (ASTM)
Heavy Duty



Tejidos PA-HD (ASTM)
aseguran un buena y eficiente
tamización y útil es la larga vida

ESLAMO
ESCUELA LATINOAMERICANA DE MOLINERÍA

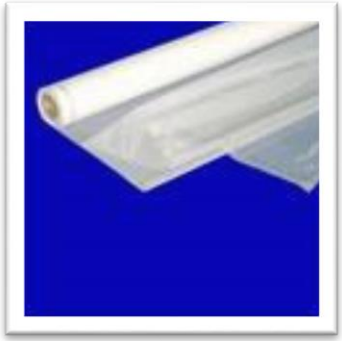
La selección de la abertura de la malla adecuada, así como, del tipo de tejido es muy importante…

NYLON (Nytex)

- # Grits Gauze (GG) → Telas Medias
- # N ó XX
- # MF
- # XXX

} Telas para Harinas

- # HD (ASTM) → Telas de Alta Resistencia



POLIESTER (PeCap) → # Grits Gauze (GG)

Telas Sintéticas

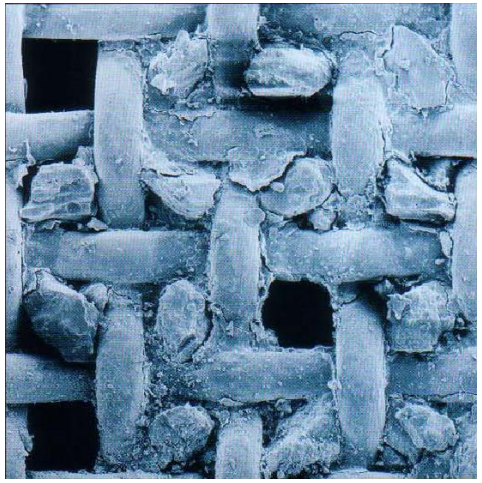
La selección de la abertura de la malla adecuada, así como, del tipo de tejido es muy importante…

Tela de Cernido de Acero Inoxidable - Stainless Steel Bolting Cloth (SS)

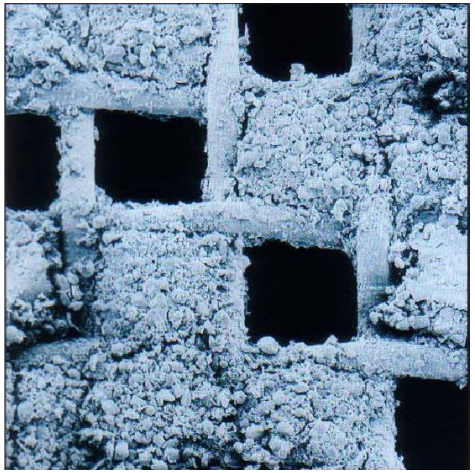
- ✓ Tela de alambres livianos de alta durabilidad tejidos en un patrón de malla cuadrado muy liso y resistente.
- ✓ Debido a su superficie lisa permite acelerar la acción de cernido en la tela lo que a su vez incrementa la capacidad de la maquinas o equipos en la cual se encuentran instaladas.
- ✓ La mejorada fuerza y dureza de la tela la convierten en la más duradera de todas la telas metálicas, ideal para usos donde una combinación alta superficie abierta y resistencia es requerida.

Telas Metálicas

El área de cernido debe mantenerse a plenitud, por lo tanto, se debe evitar la obstrucción de las mallas



Es el proceso en que partículas muy finas, debido a su humedad, se adhieren a la superficie filtrante reduciendo el paso de las mismas entre ellas, hasta que finalmente las terminan cerrando y cubriendo.

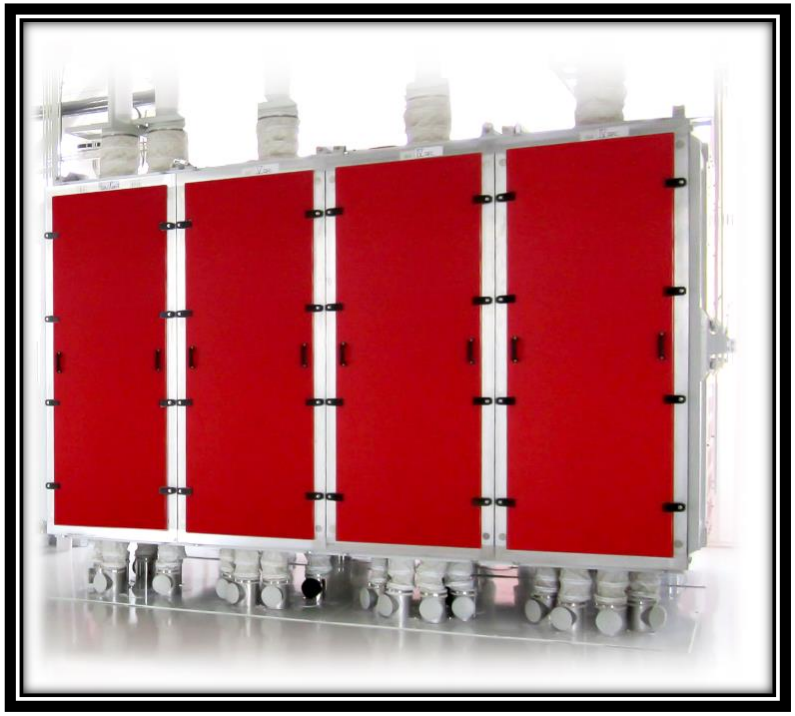


Este proceso puede reducirse mediante:

- La elección de una tela con mayor superficie de cernido.
- Utilización de accesorios (limpiadores) acoplados a los tamices. (bolas de gomas, cepillos de limpieza, etc.)
- Limpieza periódica y cuidadosa de cada uno de los tamices de cernido

ESLAMO
ESCUELA LATINOAMERICANA DE MOLINERÍA

El escaso cernido, así como, el sobre cernido tienen impacto en la ceniza y granulometría, por lo tanto, en la calidad de la harina.



ESLAMO
ESCUELA LATINOAMERICANA DE MOLINERÍA

Existen una serie de factores con gran impacto en el desempeño del molino y en la calidad de los productos finales

- ✓ Calidad del trigo/Limpieza del trigo
- ✓ Humedad de acondicionamiento idónea y constante
- ✓ Tiempo de reposo o acondicionamiento ideal
- ✓ Longitud de molienda adecuada
- ✓ Correcta graduación o ajuste de las rendijas de molienda en las trituraciones
- ✓ Correcta graduación o ajuste de los purificadores
- ✓ Correcta graduación o ajuste de las compresiones
- ✓ Área de cernido y abertura del tamiz adecuada
- ✓ **Desgaste de los cilindros de molienda**

ESLAMO
ESCUELA LATINOAMERICANA DE MOLINERÍA

Los cilindros estriados deben tener las estrías en buen estado para lograr otorgar el efecto de molienda deseado

Algunos métodos para medir el desgaste de los cilindros estriados son:

- ✓ "Memorizando" el aumento del calentamiento de la superficie del cilindro.
- ✓ Observando el aumento del amperaje de los motores eléctricos.
- ✓ Control del comportamiento reológicos de las harinas de cada pasaje estriado.
- ✓ Observando el grado de corte o aplastamiento que tenían los granos o partículas en cada pasaje estriado.

TECNOLOGIA DEL ESTRIADO
Desgaste de los cilindros

¿Cuándo debo desmontar o bajar los cilindros estriados y estriarlos nuevamente?

- **El comportamiento del ancho del vértice**

  - Ver el aumento el desgaste del estriado debido a la acción de la molienda.

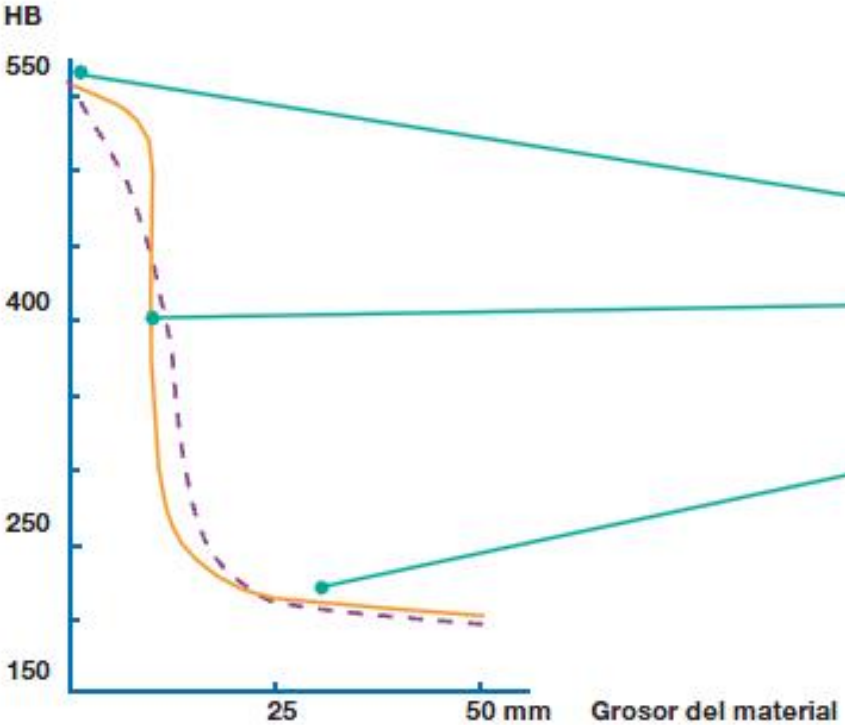
  - Cada pasaje de trituración es un caso distinto de análisis

  - Para el cálculo necesitamos conocer:

    - ✓ Diámetro del cilindro
    - ✓ Estrías por centímetro
    - ✓ Ancho del vértice de las estrías

ESLAMO
ESCUELA LATINOAMERICANA DE MOLINERÍA

Curva de caída de dureza en cilindros.



Corte transversal de un cilindro de fundición centrifugada.
Clara diferenciación entre la capa externa, de fundición dura, y la capa exterior, de fundición gris.

TECNOLOGIA DEL ESTRIADO
Desgaste de los cilindros

Ejemplo N°1:
Caso de un Cilindro nuevo (Figura A)
Pasaje: T1 ó B1
Estrías por centímetros: 3.2
Ancho del vértice: 0.20mm
Diámetro del cilindro: 250mm

a) Perímetro del cilindro	= π x D = 3.1416 x D
	= 3.1416 x 250mm
	= 785.40mm
	= 78.54cm
b) Total de estrías	= 78.54cm x 3.2 estrías
	= 251.33 estrías

TECNOLOGIA DEL ESTRIADO
Desgaste de los cilindros

c) Total de superficie lisa	= 251.33 x 0.20mm (Ancho del vértice) = 50.27mm = 5.03cm
% Superficie lisa	= (5.03cm/78.54cm)*100 = 6.40% (de la superficie lisa total)

El porcentaje de superficie lisa (6.40%) se mantiene independiente del diámetro del cilindro, para el caso que estamos analizando.

Nota: Tomando como base el procedimiento, podemos en períodos de tiempo calcular el porcentaje de superficie lisa, con las nuevas variables, ancho del vértice y el diámetro del cilindro.

TECNOLOGIA DEL ESTRIADO
Desgaste de los cilindros

Ejemplo Nº2:
Analizando el mismo cilindro, en operación con nuevas variables. (A excepción de la cantidad de estrías por centímetro)
Estrías por centímetros: 3.2
Ancho del vértice: 0.80mm
Diámetro del cilindro: 249.10mm

a) Perímetro del cilindro
= 3.1416 x D = 3.1416 x 249.10mm= 782.57mm= 78.26cm

b) Total de estrías
= 251.33 estrías

TECNOLOGIA DEL ESTRIADO
Desgaste de los cilindros

C) Total de superficie lisa
= 251.33 x 0.80mm (Ancho del vértice)= 201.06mm= 20.11cm

% Superficie lisa
= (20.11cm/78.26cm)*100
= 25.69% (de la superficie lisa total)

Con este porcentaje de superficie lisa (25.69%); observaremos los siguientes cambios en la operación de los cilindros:

- ✓ Aumenta levemente el consumo de energía eléctrica
- ✓ Aumenta levemente el calor en los cilindros

TECNOLOGIA DEL ESTRIADO
Desgaste de los cilindros

Ejemplo Nº3:
Analizando el mismo cilindro, con nuevas variables.
Estrías por centímetros: 3.2
Ancho del vértice: 1.56mm
Diámetro del cilindro: 248.80mm

a) Perímetro del cilindro
= 3.1416 x D = 3.1416 x 248.80mm= 781.63mm= 78.16cm
b) Total de estrías
= 251.33 estrías

c) Total de superficie lisa	= 251.33 x 1.56mm (Ancho del vértice) = 392.07mm=39.21cm
% Superficie lisa	= (39.21cm/78.16cm)*100 = 50.16% (de la superficie lisa total)

TECNOLOGIA DEL ESTRIADO
Desgaste de los cilindros

Con este porcentaje de superficie lisa (50.16%); técnicamente este es un cilindro mixto aquí respondemos la pregunta; quién da los parámetros para desmontar o bajar los cilindros es el porcentaje de superficie lisa del cilindro

En estas condiciones, el cilindro causa las siguientes desventajas:

- ✓ Considerables aumento en el consumo de energía eléctrica
- ✓ Aumenta el calentamiento en los cilindros
- ✓ El grano de trigo es comprimido levemente
- ✓ La producción de sémola (grano) es variable
- ✓ Se hace un poco difícil raspar el endospermo de afrecho
- ✓ Aumenta la intensidad del ruido, debido al martilleo de los engranajes

TECNOLOGIA DEL ESTRIADO
Desgaste de los cilindros

Ejemplo Nº4:

Analizando el mismo cilindro, con nuevas variables.

Estrías por centímetros: 3.2

Ancho del vértice: 1.90mm

Diámetro del cilindro: 248.40mm

a) Perímetro del cilindro	= 3.1416 x D = 3.1416 x 248.40mm = 780.37mm= 78.04cm
b) Total de estrías	= 251.33 estrías

TECNOLOGIA DEL ESTRIADO
Desgaste de los cilindros

C) Total de superficie lisa	= 251.33 x 1.90mm (Ancho del vértice) = 477.53mm= 47.75cm
% Superficie lisa	100 = (47.75cm/78.04cm)*100 = 61.19% (de la superficie lisa total)

Con este porcentaje de superficie lisa (61.19%); observaremos lo siguiente:

- ✓ Mayor consumo de energía eléctrica
- ✓ Los cilindros se calientan fuera de lo normal
- ✓ Tienden a bajar el rendimiento
- ✓ Se hace más difícil raspar el endospermo del afrecho
- ✓ Aumenta el porcentaje de almidones dañados

TECNOLOGIA DEL ESTRIADO
Desgaste de los cilindros

► Análisis de la eficiencia del estriado (Pasaje T_1 ó B_1)

Caso	(Av) Ancho del Vértice	(E) Estrías por Centímetros	(Dc) Diámetro del Cilindro	(P) Perímetros del cilindro	(Te) Total de Estrías	(TSL) Total de superficie lisa	(%TSL) % Total de superficie lisa
A	0.20mm	3.20	250.0mm	785.40mm	251.33	50.27mm	6.40%
B	0.80mm	3.20	249.10mm	782.57mm	251.33	201.06mm	25.69%
C	1.56 mm	3.20	248.80mm	781.63mm	251.33	392.07mm	50.16%
D	1.90 mm	3.20	248.4mm	780.37mm	251.33	477.53mm	61.19%

$$P = Dc \times 3.1416; Te = \frac{E \times P}{100}; TLS = Te \times Av; \%TLS = \frac{TLS}{P} \times 100$$

TECNOLOGIA DEL ESTRIADO
Desgaste de los cilindros

Efectos producidos por el ancho del vértice de la estría:

Caso	Ancho del Vértice	% Total de Superficie Lisa	Efectos
A	0.20mm	6.40%	a) Bajo consumo de energía eléctrica b) Cilindros trabajan (trituran) fríos c) Producto triturado es uniforme d) Intensidad del ruido es baja e) Buenas condiciones de molienda
B	25.69%	25.69%	a) Aumenta levemente el consumo de energía eléctrica b) Aumenta levemente el calor en los cilindros c) Producto triturado se mantiene uniforme d) Intensidad del ruido es “normal” e) Condiciones de molienda normales

TECNOLOGIA DEL ESTRIADO
Desgaste de los cilindros

Efectos producidos por el ancho del vértice de la estría:

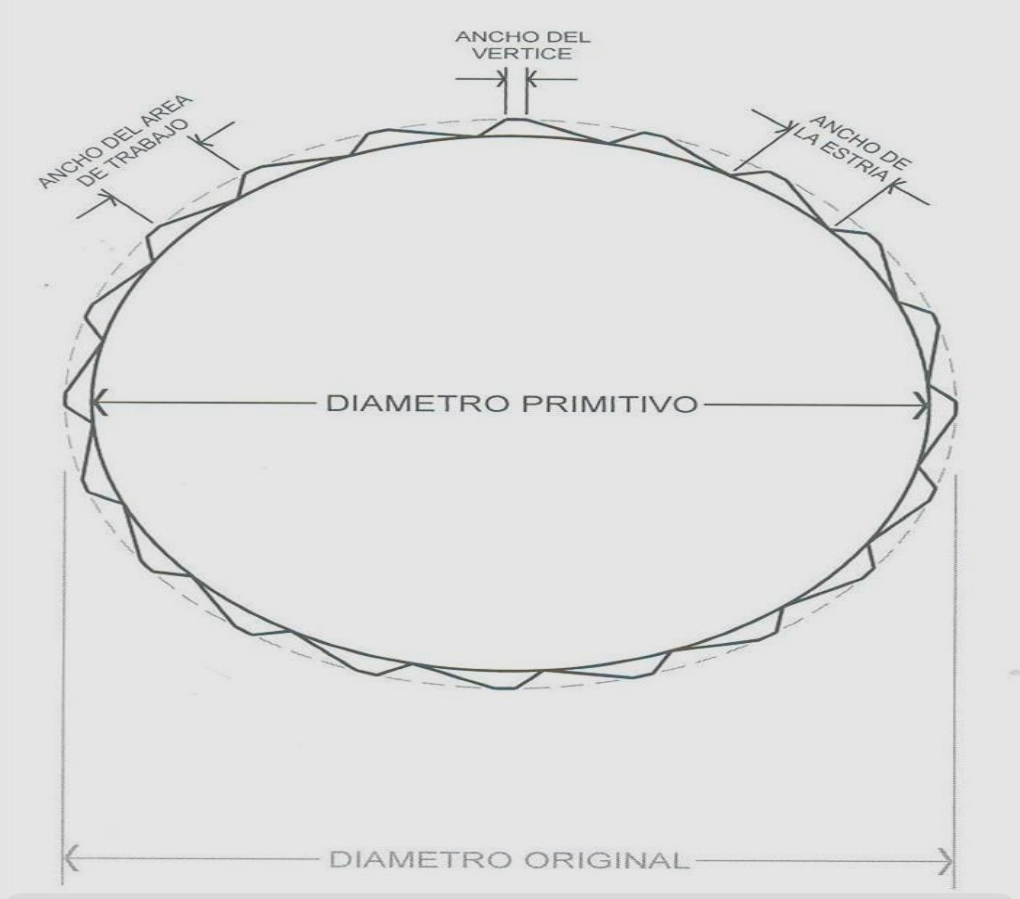
Caso	Ancho del Vértice	% Total de Superficie Lisa	Efectos
C	50.16%	50.16%	a) Teóricamente es un cilindro mixto (estriado-liso) b) Aumento considerable en el consumo de energía y el calor de los cilindros c) El grano de trigo es "comprimido" levemente d) Producto triturado es variable e) Se hace poco difícil "raspar" el endospermo del afrecho f) Aumenta levemente el porcentaje de almidones dañados

TECNOLOGIA DEL ESTRIADO
Desgaste de los cilindros

Efectos producidos por el ancho del vértice de la estría:

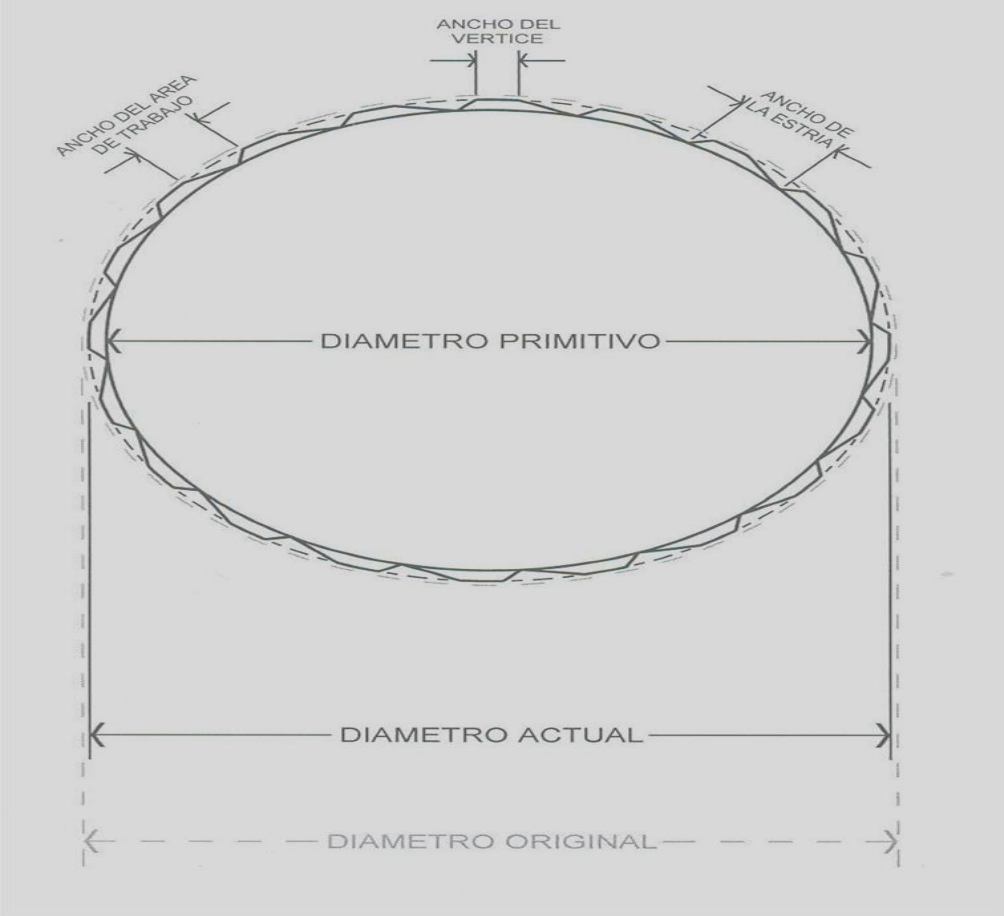
Caso	Ancho del Vértice	% Total de Superficie Lisa	Efectos
D	61.19%	61.19	a) Mayor consumo de energía eléctrica b) Los cilindros se calientan fuera de lo normal c) El grano de trigo es "comprimido" d) Se hace más difícil "raspar" el endospermo del afrecho e) Baja el rendimiento (extracción) f) Aumenta el porcentaje de almidones dañados entre otros

TECNOLOGIA DEL ESTRIADO
Desgaste de los cilindros



Caso A "Normal"

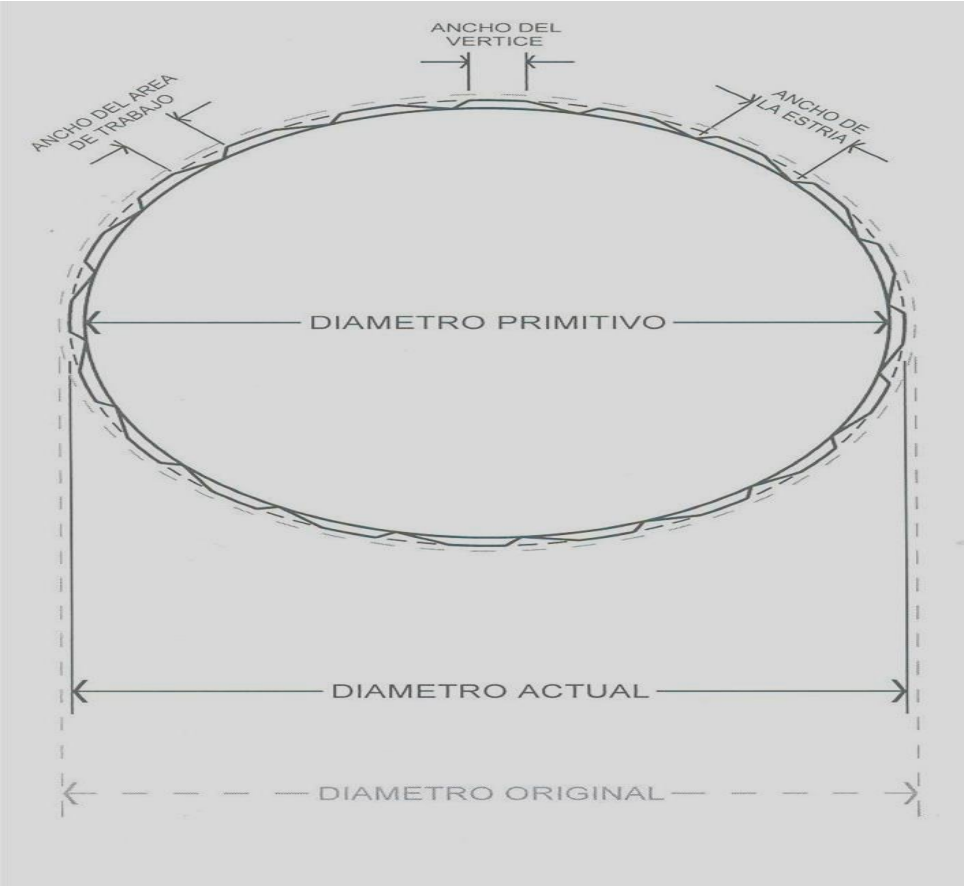
TECNOLOGIA DEL ESTRIADO
Desgaste de los cilindros



Caso B "Desgaste Leve"

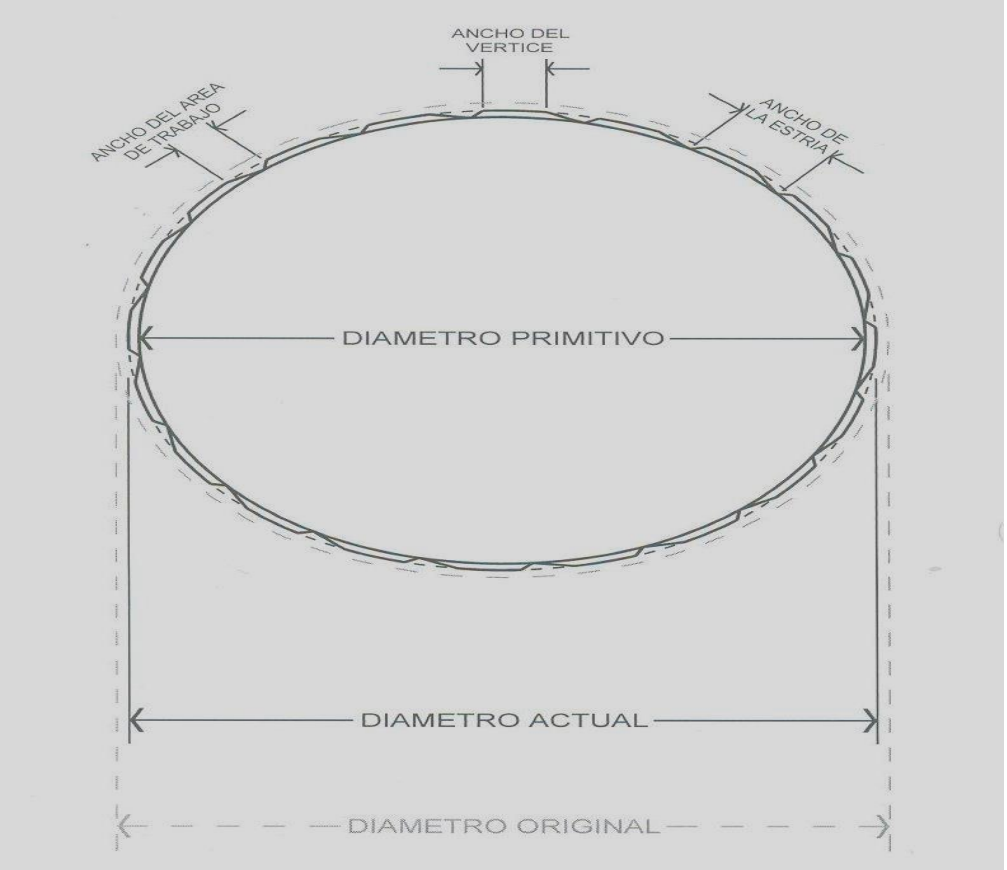
ESLAMO
ESCUELA LATINOAMERICANA DE MOLINERÍA

TECNOLOGIA DEL ESTRIADO
Desgaste de los cilindros



Caso C "Desgaste Pronunciado"

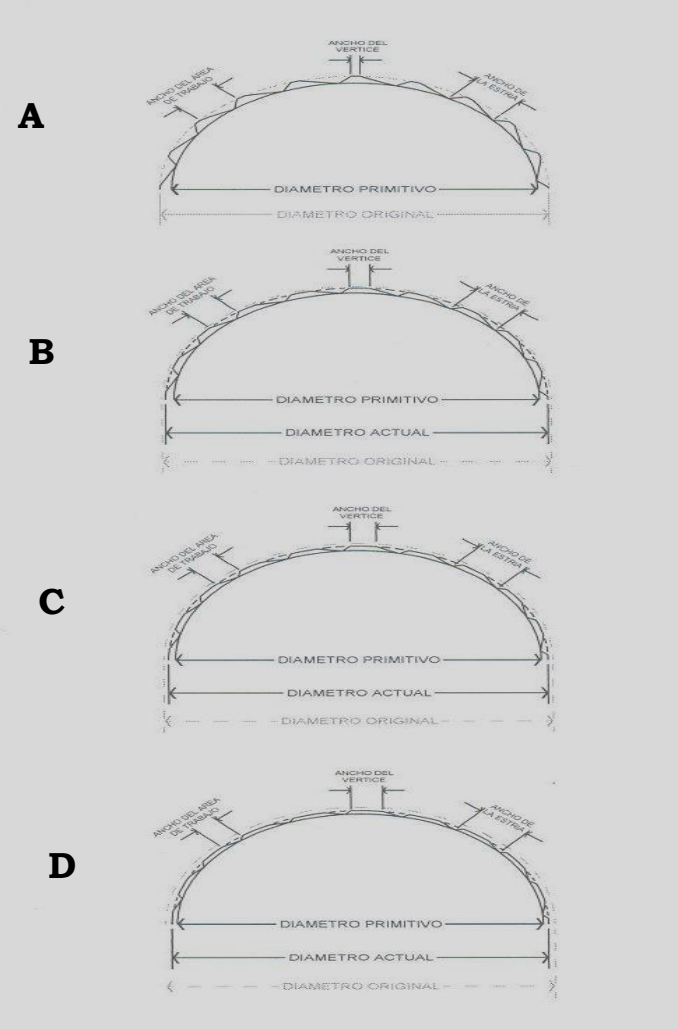
TECNOLOGIA DEL ESTRIADO
Desgaste de los cilindros



Caso D "Desgaste Excesivo"

TECNOLOGIA DEL ESTRIADO
Desgaste de los cilindros

Análisis esquemático del comportamiento del ancho del vértice y del ancho del área de trabajo



ESLAMO

ESCUELA LATINOAMERICANA DE MOLINERÍA

eslamo@eslamo.com
direccioneslamo@eslamo.com.ve
enzogalluzzof@gmail.com
www.eslamo.com.ve