

Control de instalaciones de ordeño mecánico (3ª parte)

SUMARIO

En el número anterior (167) de esta revista exponíamos la 2ª parte de nuestro trabajo referente al Control de las instalaciones de ordeño. En dicho número explicábamos la tipología de instalaciones de ordeño (con cubo, con conducción y con depósito medidor) así como los diversos puntos de conexión de los aparatos de control. Posteriormente, se describían los distintos puntos a revisar en la instalación, con la máquina parada, y las recomendaciones y normas de montaje de los distintos elementos de la misma.

En este número abordamos la 3ª parte del trabajo, explicando el procedimiento a seguir en la toma de datos con la máquina en funcionamiento. Siguiendo las especificaciones de la Norma ISO¹ el proceso es, en nuestra opinión, largo y complejo, por lo que, sin apartarnos de lo dictado por dicha Norma, abordaremos un protocolo que pretende hacer más entendible y simple el conjunto de conexiones, mediciones, operaciones, etc. que lleva aparejado el control de una instalación de ordeño.

1. INTRODUCCIÓN

Con esta tercera parte² se completa un conjunto de artículos cuyo objetivo es proponer una serie de recomendaciones prácticas que hagan posible un correcto, sistemático y ordenado control estático de la máquina de ordeño. Estas recomendaciones van principalmente dirigidas a los técnicos controladores, muchos de los cuales continúan haciendo su trabajo basándose en normas ya derogadas (UNE 68061-83), pero a los que resulta complicado seguir la Norma en vigor dada su compleja redacción y secuencias de procedimiento³. También se dirige a los que pretenden iniciarse en esta tarea y a los que necesitan adquirir los conocimientos fundamentales para poder interpretar los resultados de un control.

La mayor parte de las recomendaciones recogidas en este conjunto de trabajos deben interpretarse como eso, como recomendaciones, pues tanto el productor como el fabricante no están obligados a respetar en sentido estricto lo recogido en las Normas, pues estos documentos técnicos son de aplicación voluntaria. Por tanto, deben interpretarse como límites a partir de los cuales se tienen pautas objetivas (avaladas científicamente) del correcto funcionamiento de la máquina de ordeño.

No obstante, estas recomendaciones tienen un valor considerable ya que surgen y se acuerdan entre sectores (fabricantes, productores, investigadores, etc.) con diferentes puntos de vista, conocimientos e intereses, no siempre coincidentes, lo que les confiere un gran valor técnico y, en cierto modo, garantiza el correcto funcionamiento de la ordeñadora.

2. CONEXIONES DE LOS INSTRUMENTOS DE CONTROL

Para que el lector no tenga que con-

sultar de nuevo la 2ª parte de este trabajo, volvemos a colocar la figura 1⁴ donde se muestra el emplazamiento de los diferentes puntos de conexión así como otros elementos que facilitan los trabajos de control.

Es preciso hacer dos aclaraciones previas:

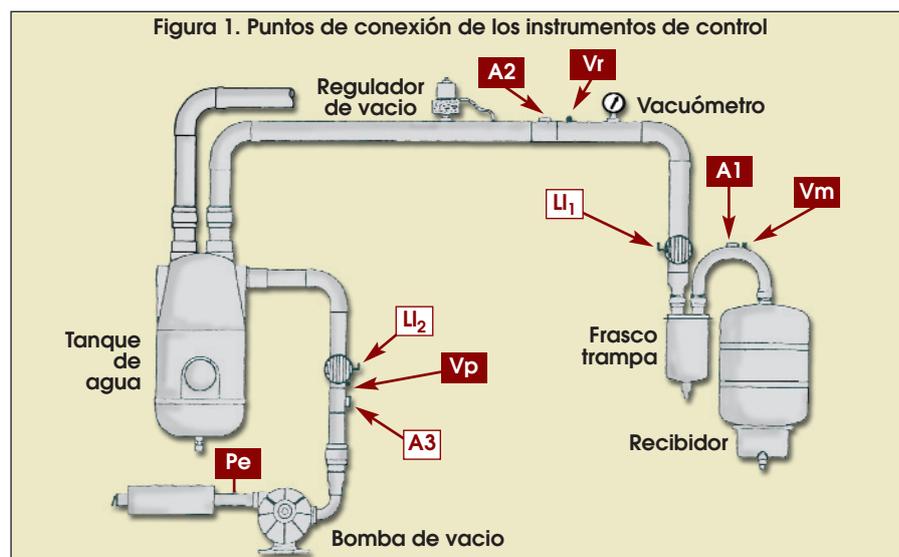
- En las instalaciones de ordeño con cubo o directo a cántara, $V_m=V_r$, y $A_1=A_2$ (figura 2).
- En máquinas con tubería de leche, V_m puede situarse sobre la unidad final o entre ésta y el depósito sanitario. En todo caso, siempre detrás del punto A_1 (figura 3).

3. ANOTACIONES PREVIAS⁵

En el primer control que se realice de la explotación y siempre que haya alguna modificación en la misma, se deben hacer las siguientes anotaciones:

3.1. Identificación

Ficha nº: Se propone para una rápida identificación del control realizado y para llevar un registro ordenado y cronológico



Antonio Callejo Ramos. Ingeniero Agrónomo. Dpto. Producción Animal. E.U. de Ing. Técnica Agrícola. Ciudad Universitaria, s/n. 28040 Madrid.
e-mail: acallejo@agricolas.upm.es

¹ Norma ISO 6690:2007 (27-02-2007). Milking machine installations - Mechanical tests

² Aún habrá una última, dedicada al mantenimiento de la instalación

³ Una gran parte de las instalaciones tampoco están adaptadas a los requerimientos de la Norma actual.

⁴ Figura 4 en la citada 2ª parte

⁵ Se deja a consideración del técnico controlador o de la Institución responsable la omisión de alguna de las anotaciones que se proponen o la adición de otras.

Figura 2. Puntos de conexión del caudalímetro y vacuómetro en máquinas de ordeño con cubo o directo a cántara.

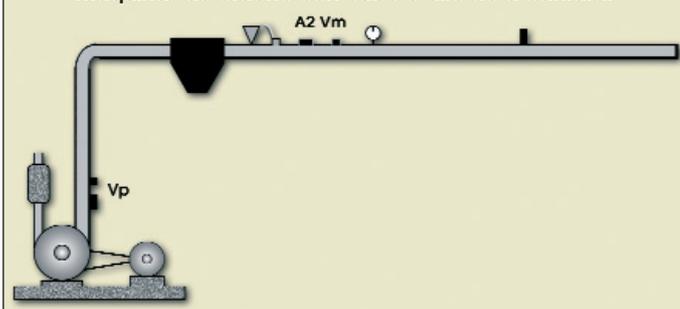
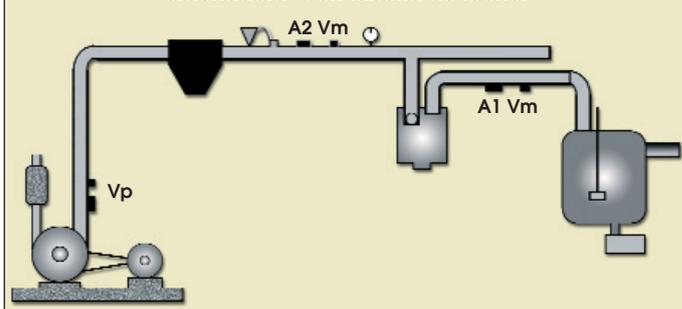


Figura 3. Puntos de conexión del caudalímetro y vacuómetro en ordeñadoras con tubería de leche.



de los trabajos efectuados por el controlador.

Controlador: Identificación del técnico responsable del control, residencia laboral, teléfonos, fax y correo electrónico. Si trabaja para una empresa, mencionar el nombre de ésta.

Explotación: Nombre de la explotación o granja

Ubicación: Dirección postal, teléfonos y correo electrónico de la granja.

Vacas en ordeño: Citar el número total de vacas y de vacas en ordeño en la granja en el momento del control.

Producción: Citar la producción de la explotación el día del control. Si no fuera representativa, anotar el valor promedio de la última semana.

Industria: Anotar la industria que recoge y/o compra la leche.

Nº registro: Anotar el número de registro de la granja (el que figura en el REGA⁶)

3.2. Descripción de la instalación

Estas anotaciones permiten identificar los principales elementos que conforman la máquina de ordeño cuyo control se efectúa.

Marca: Es definida de la siguiente manera:

- Si todos los componentes son del mismo fabricante la marca identificativa de la ordeñadora es la del fabricante
- Si dos o más componentes son de marcas diferentes, se anotan las diversas marcas.

Tipo de instalación: Tándem, espina de pescado, paralelo, etc., mencionando, en su caso, las posibles variantes (por ejemplo, el ángulo de las plazas –en las salas en espina–)

Tipo de ordeñadora: con cubo, con conducción de leche, etc.

Número de unidades de ordeño (Nº U.O.): Citar el número de unidades de ordeño.

Número de plazas: Este dato de número de plazas, junto con el del número de unidades de ordeño, permite definir si la instalación es de simple o de doble equipamiento (1 ud/2 plazas ó 1 ud/plaza, respectivamente).

Tubería de vacío:

- **Longitud:** Medir y anotar la longitud de la tubería de vacío, sumando las longitu-

des de la tubería principal y la de vacío de pulsación. Si ésta fuese doble línea o doble línea cerrada en anillo, especificar la longitud de una ramificación; por ejemplo, 2 x 15 metros.

- **Diámetro:** Medir y anotar los diámetros interiores (en mm) de la tubería de vacío
 - Principal: entre la bomba y el depósito sanitario (primera casilla)⁷
 - Pulsación: sobre la que se encuentran montados los pulsadores (segunda casilla)
 - Simple, doble, en anillo: marcar con una cruz si la tubería de pulsación es simple, doble o en anillo.

Pulsación: mencionar el sistema de pulsación. Por ejemplo, individual o central con repetidores, alternado o simultáneo, neumático o electrónico.

Tubería de leche:

- **Longitud:** medir y anotar la longitud de la tubería de leche. En el caso de ser doble línea o cerrada en anillo, se especifica la longitud de una ramificación, mencionando, por ejemplo, 2 x 15 m.
- **Diámetro:** Medir y anotar los diámetros interiores (en mm)
- **Pendiente:** Medir y anotar la pendiente de esta tubería, expresada en %, indicando si es simple, doble o cerrada en anillo.
- **Altura:** Utilice las siguientes referencias:
 - Baja: tubería montada por debajo del nivel del andén de los animales
 - Intermedia: montada a una altura máxima de 1,25 m de dicho nivel
 - Alta: montada a una altura superior a 1,25 m.

3.3. Control Visual

Tiene por objetivo identificar los defectos de la instalación y/o problemas de mantenimiento de los elementos de la ordeñadora. Remitimos al lector a la 2ª parte de este trabajo (Frisona Española, nº 167)

4. PREPARACIÓN DE LA INSTALACIÓN DE ORDEÑO

Esta preparación consta de las siguientes etapas:

1. Se pone en marcha la bomba de vacío, dejándola funcionar durante unos 15 minutos, para que adquiera su

temperatura normal de funcionamiento antes de comenzar las mediciones.

2. Se conectan todos los juegos de ordeño. Si son portátiles (caso de ordeño en establo) se conectarán en los puntos más alejados de la Unidad Final.
3. Si hay retiradores automáticos de pezonerías (RAP), estarán en posición de ordeño pero con el mecanismo de retirada en posición manual para evitar el corte automático del vacío.
4. Todos los equipos auxiliares (puertas de entrada y salida, puertas de selección, etc.) que trabajan con el vacío de la bomba de ordeño, deben estar conectados.

El conjunto de las mediciones a efectuar se clasifican en tres categorías:

1. Medición del nivel de vacío y caudales de aire
2. Control de las unidades de ordeño
3. Control de pulsación

El orden en que se ejecutan estos trabajos no influye en la duración del control, pero dentro de cada categoría es preciso respetar el orden y el método propuesto.

Como veremos posteriormente, será necesario medir el vacío en tres puntos (V_m , V_r y V_p). Para ello, se conectará un tubo flexible a cada uno de los puntos citados. El otro extremo de cada tubo se conectará a un vacuómetro. Para evitar conexiones y desconexiones reiteradas, se recomienda conectar estos tubos al vacuómetro a través de una válvula de tres vías (V_m , V_r y vacuómetro) o de cuatro (V_m , V_r , V_p y vacuómetro) (figura 4, siguiente página).

También se conectará el caudalímetro en el punto A1. (Figura 5, siguiente p.)

Asimismo, será necesario disponer de los siguientes datos previos:

- Presión atmosférica del lugar en el momento del control
- Caudal nominal teórico de la bomba
- Reserva real teórica
- Caudal de aire necesario para el lavado de la instalación⁸

5. CONTROL DE LOS NIVELES DE VACÍO

5.1. Unidades de ordeño fuera de servicio

Error del vacuómetro

Con la ordeñadora en funcionamiento, proceder del siguiente modo:

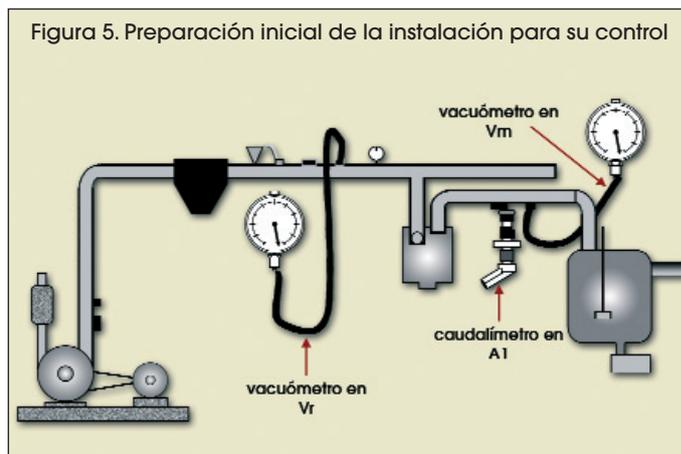
- a) En instalaciones con cubo, desconec-

⁶ Registro general de explotaciones ganaderas (Real Decreto 479/2004, de 26 de marzo)

⁷ Ver Fichas al final del artículo

⁸ Ver nuestro artículo "Cálculo de la maquinaria de ordeño" (frisona Española, nº 157)

Control de instalaciones de ordeño mecánico (3ª parte)



- b) En instalaciones con conducción de leche, cortar el vacío en el colector y dejar los pulsadores funcionando, excepto si hay un dispositivo que provoca su parada cuando se retiran las pezoneras.
- c) Las pezoneras están destapadas (al menos, una de ellas).

Se deben anotar las lecturas del vacuómetro de la instalación (a), y las del vacuómetro de control en V_m (b), V_r (c)⁹.

El **error del vacuómetro** se calcula como la diferencia "a-c" ó "a-b", pues, en la práctica se toma el vacío medido más próximo al vacuómetro, ya sea V_r o V_m .

El error del vacuómetro debe ser igual o inferior a 1 kPa

5.2. Unidades de ordeño en servicio

5.2.1. Sensibilidad de regulación, vacío de ordeño y presión de escape

Se abren las válvulas de los colectores, se obturan las pezoneras con los tapones y con el vacuómetro de control se realizan las siguientes mediciones de vacío y (anotaciones)¹⁰:

- En V_m (d). Es el vacío de ordeño
- En V_r (e)
- En V_p (f)
- Medir la presión en el escape (punto P_e); anotar en (g)

Se efectúan los siguientes cálculos:

- Sensibilidad de regulación: (b)-(d). Debe ser igual o inferior a 1 kPa.

- El vacío de ordeño (d) debe estar comprendido dentro del rango establecido por el instalador según el tipo de instalación para lograr un nivel de vacío en el colector de leche de 36-40 kPa durante el período de caudal máximo de ordeño (Tabla 1).

Tabla 1. Nivel de vacío nominal recomendado según el tipo de instalación

| Tipo de instalación | Vacío nominal (kPa) |
|---------------------|---------------------|
| Tubería alta | 46-50 |
| Tubería media | 44-46 |
| Tubería baja | 42-45 |

- La presión en el escape debe ser inferior a la especificada por el fabricante de la bomba.

5.2.2. Caídas de vacío

- Se abre el caudalímetro conectado en A1 y se deja pasar aire hasta que el nivel de vacío en V_m disminuya en 2 kPa con respecto al valor anotado en (d).
- Anotar en (h) el nivel de vacío (d)- 2 kPa.
- Medir el nivel de vacío en el punto V_r y anotar este valor en (i), para las instalaciones con conducción de leche.
- Medir el vacío en el punto V_p y anotar este valor en (j).

La caída de vacío entre V_m y V_p es igual a (j)-(h). *Debe ser ≤ 3 kPa*

La caída de vacío entre V_m y V_r es igual a (i)-(h)¹¹. *Debe ser ≤ 1 kPa*

Puede considerarse que una instalación funciona correctamente si los niveles de vacío son tales que (h) \leq (i) \leq (j)¹². O por

expresarlo de otra manera:

$$V_m \leq V_r \leq V_p$$

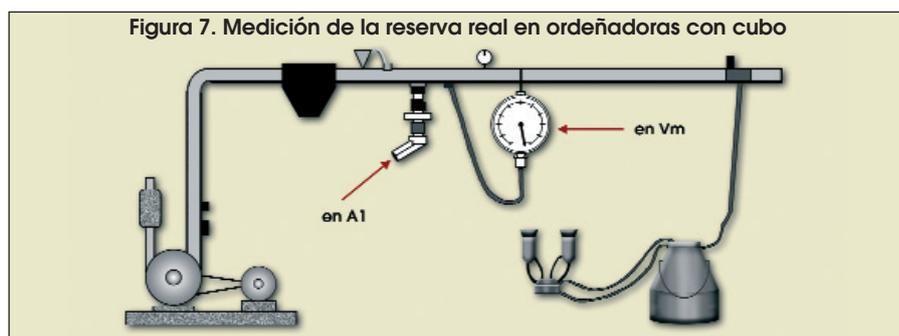
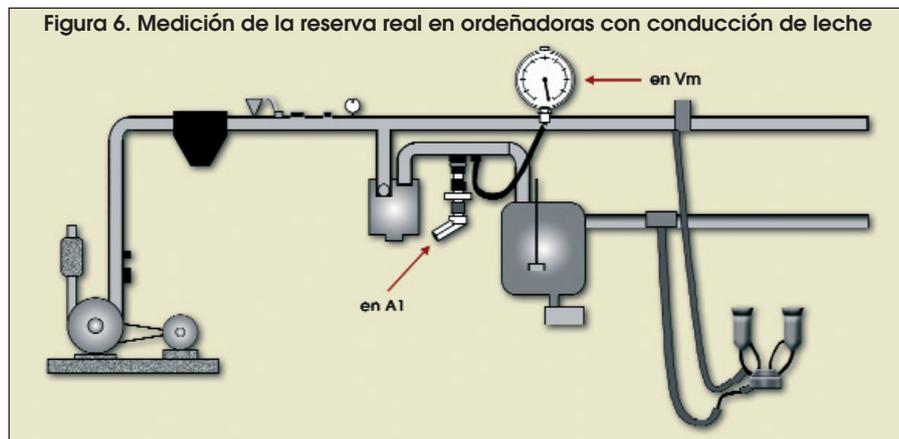
6. CONTROL DE LAS RESERVAS Y DE LA REGULACIÓN

6.1. Medidas con el regulador en servicio

Reserva Real

- Conectar el caudalímetro en A1 y el vacuómetro de control en V_m . Abrir el caudalímetro hasta que el nivel de vacío en V_m disminuya en 2 kPa con respecto al valor registrado en (d).
- Anotar en (k) el dato leído en el caudalímetro. Este caudal es el mismo que se utilizó para fijar el nivel de vacío anotado en (h).

El proceso se esquematiza en las Figuras 6 y 7.



⁹ Las letras entre paréntesis corresponden a la denominación de cada casilla en las fichas de control que se proponen y en las que se anotan los valores medidos.

¹⁰ En las instalaciones con ordeño a cubo V_r y V_m son los mismos. Este valor se anota en la casilla (d).

¹¹ En instalaciones de ordeño con cubo se calcula sólo la caída de vacío entre V_m y V_p

¹² Siempre y cuando estén dentro de los límites señalados.

Control de instalaciones de ordeño mecánico (3ª parte)

La RESERVA REAL es el valor anotado en (k)

El caudal de reserva mínima necesaria viene expuesto en la Tabla 2.

Tabla 2. Caudal de reserva mínima necesaria*, en l/min. Según Norma ISO 5707-2007

| Nº de unidades | Ordeño con cubos | Ordeño con conducción |
|--|-------------------|-----------------------|
| Hasta 10 (n) | 80 + 25 x n | 200 + 30 x n |
| Más de 10 | 330 + 10 x (n-10) | 500 + 10 x (n-10) |
| En unidades sin válvula de cierre automático | + 80 l/ud | +200 l/ud |

* Añadir el consumo de los equipos auxiliares que consumen aire durante el ordeño o la limpieza, debiendo ser especificado por el fabricante.

Cuando los equipos auxiliares no funcionan durante el control y no se alimentan por un sistema de vacío independiente, el fabricante debe especificar el valor mínimo del caudal de aire que es necesario añadir para calcular la reserva real.

A continuación (figura 8):

- Dejar el caudalímetro en el punto de conexión A1.
- Conectar el vacuómetro en el punto Vr.
- Abrir el caudalímetro hasta que el nivel de vacío en Vr disminuya en 2 kPa con respecto al valor anotado en (e).
- Anotar en (l) el valor leído en el caudalímetro. Como en instalaciones de ordeño a cubo Vm y Vr son iguales, la casilla (l) debe quedar vacía.

6.2. Medidas con el regulador fuera de servicio

Pérdidas de regulación y Fugas del regulador

Para asegurarse de que el regulador está fuera de servicio se recomienda desconectarlo de la instalación o bien cerrar una llave o válvula que se instale entre aquél y la tubería principal de vacío (Figura 9). También se debe desconectar el sensor o taponar el orificio de admisión de

aire.

A continuación:

- El caudalímetro queda en la posición A1
- Conectar el vacuómetro de control en Vm.
- Abrir el caudalímetro hasta que el nivel de vacío en Vm disminuya 2 kPa con relación al valor anotado en (d).
- Anotar la lectura del caudalímetro en (m)
- Con el caudalímetro en A1, conectar el vacuómetro en Vr
- Abrir el caudalímetro hasta que el nivel de vacío en Vr disminuya en 2 kPa con respecto al valor anotado en (e).
- Anotar la lectura del caudalímetro en (n). No se hace esta medición en las ordeñadoras de cubos

Pérdida de regulación: (m)-(k). Deben ser inferiores al mayor valor de 35 l/min o del 10% del valor anotado en (m) (reserva con regulador fuera de servicio o RESERVA MANUAL).

Fugas del regulador: (n)-(l). Deben ser inferiores al mayor valor de 35 l/min o del 5% de la reserva manual.

En instalaciones con cubos, la pérdida de regulación coincide con las fugas del regulador.

Las fugas en el regulador evidencian defectos de éste, mientras que en la pérdida de regulación se incluyen las fugas del regulador y los defectos de concep-

ción y montaje de las conducciones entre Vm y Vr y posibles fugas en este tramo de tubería, debiéndose a conexiones inadecuadas entre unidad final, interceptor y conducción principal de vacío y/o una importante fuga en el regulador. En el primer caso, puede verificarse una elevada caída del nivel de vacío entre Vm y Vr.

Los esquemas de estas mediciones serían similares a los expuestos en las figuras 6, 7 y 8, pero con el regulador desconectado.

Aunque lo explicado es lo que dice la Norma, habría que preguntarse si no sería adecuado medir también el caudal en la bomba para tener en cuenta el tramo de la tubería de vacío entre ésta y el regulador, a efectos de determinar las pérdidas de regulación.

7. CONTROL DE LA BOMBA DE VACÍO

7.1. Caudal de la bomba a 50 kPa

En este caso, debe procederse de la siguiente forma:

- Aislar la bomba de vacío del resto de la instalación. Para evitar tener que desenroscar o desconectar alguna tubería, es muy útil tener instalada una llave o válvula de corte como la que muestra la figura 10.
- Anotar la velocidad teórica de rotación de la bomba, en (o). Esta velocidad figura en la placa de características colocada en la bomba.

Figura 8. Medición del caudal con el regulador en servicio y vacuómetro en Vr

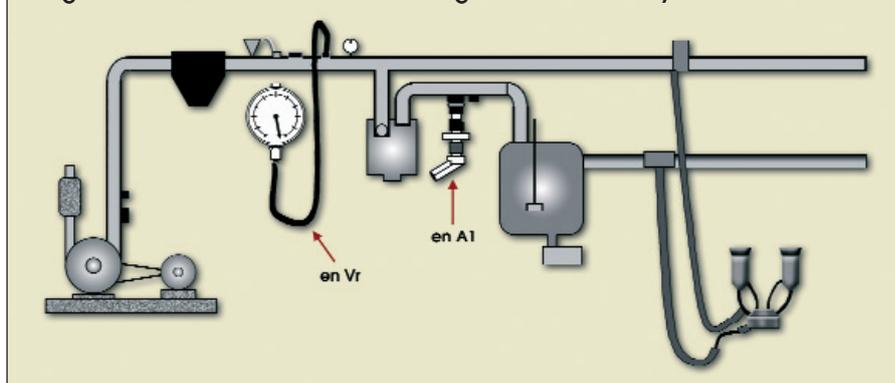


Figura 9. Desconexión del regulador y del sensor.



Figura 10. Válvula para desconectar la bomba del resto de la instalación

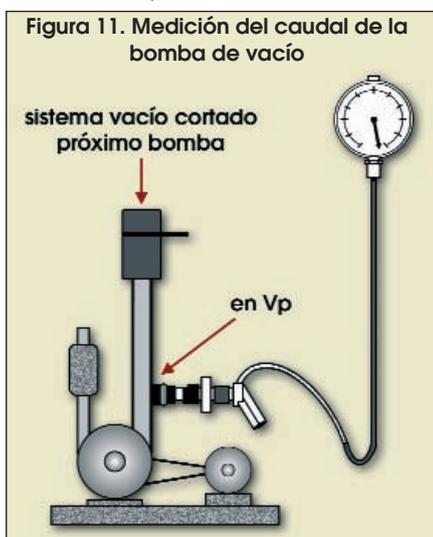


Tabla 3. Variación del caudal de las bombas de vacío según la presión atmosférica (altitud) y el nivel de vacío de trabajo en la entrada de la bomba (Franch, 2002)

| Altitud (m) | Presión atmosférica (kPa) | Caudal de aire de la bomba de vacío | | | |
|-------------|---------------------------|---|-----|-----|-----|
| | | Nivel de vacío en la entrada de la bomba de vacío, en % del valor nominal | | | |
| | | 50 | 45 | 42 | 40 |
| 100 | 100 | 100 | 112 | 120 | 125 |
| 300 | 98 | 97 | 110 | 118 | 123 |
| 500 | 95 | 93 | 107 | 114 | 120 |
| 1000 | 90 | 86 | 100 | 108 | 114 |
| 1500 | 85 | 78 | 93 | 101 | 107 |
| 2000 | 79 | 67 | 83 | 92 | 98 |
| 2500 | 75 | 58 | 75 | 85 | 92 |
| 3000 | 70 | 46 | 64 | 75 | 82 |



- Conectar el caudalímetro en la boca de entrada de la bomba o en el punto de conexión dispuesto al efecto y el vacuómetro de control en el punto V_p ¹³. (Figura 11).



- Abrir el caudalímetro hasta que el nivel de vacío se estabilice en 50 kPa
 - Anotar este valor en (a)
 - Con el cuentarevoluciones, medir la velocidad de rotación de la bomba de vacío y anotarlo en (p).
 - Abrir el caudalímetro hasta que el nivel de vacío se estabilice y sea igual al anotado en (f)
 - Anotar este valor de caudal en (r).
- El caudal nominal q' de la bomba de

vacío a 50 kPa resulta de la ecuación siguiente:

$$q' = \frac{0 \times q}{0 \times q}$$

Si en razón de la altitud del lugar de la instalación, la presión atmosférica es diferente de la presión atmosférica normal a nivel del mar (100 kPa), se debe aplicar el coeficiente de corrección previsto (Tabla 3).

El caudal nominal de la bomba de vacío, corregido por la altitud, debe ser superior o igual al caudal teórico previsto por el fabricante de la bomba y que figura en la placa de características de la misma. Asimismo, debe ser superior al mayor valor calculado de las necesidades para lavado o necesidades para ordeño.

8. MEDICIÓN DE LAS FUGAS DEL SISTEMA DE VACÍO

Se procede de la forma siguiente:

- Conectar de nuevo la bomba de vacío a la instalación de ordeño.
- Aislar el sistema de vacío del resto de la instalación, es decir, desconectar el sistema de leche.
- El regulador de vacío está desconectado.
- Los pulsadores están parados y, si pueden ser causa de fugas, deben desconectarse.
- Según sea la instalación, el sistema de

leche estará aislado antes o después del depósito sanitario: si la hay, cerrar la válvula entre la conducción de vacío y el sanitario (figura 12); si no, desconectar la canalización de aire de la unidad final y taponar el orificio que proviene del sistema de vacío.

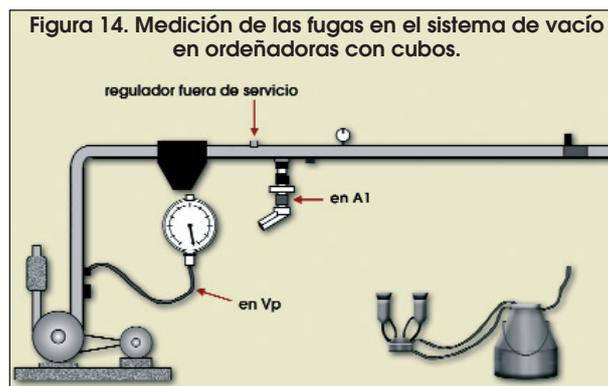
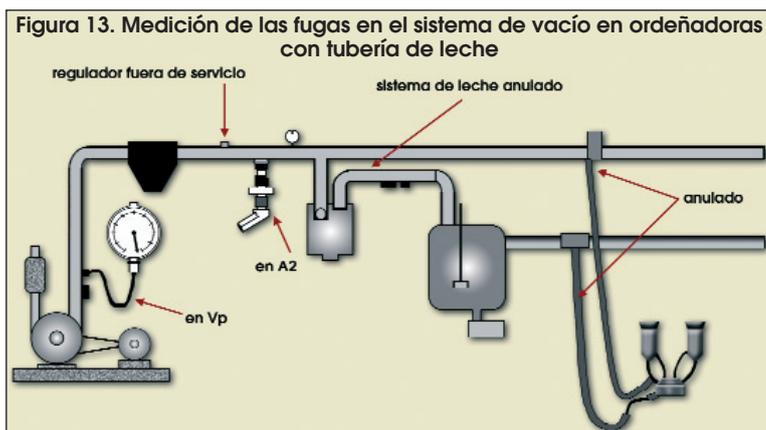
El esquema de conexiones y desconexiones es el de la Figura 13 (ordeño con conducción) y el de la figura 14 (ordeño con cubo).

- Conectar el caudalímetro en el punto A2, cerca del regulador de vacío y con el vacuómetro en V_p .
 - Abrir el caudalímetro hasta que el nivel de vacío indicado en el vacuómetro sea igual al anotado en (f).
 - Anotar este valor en (s).
- Las fugas del sistema de vacío son (r)-(s). Deben ser inferiores o iguales al 5% del caudal de la bomba de vacío al vacío de trabajo, es decir, 5% de (r).

9. MEDICIÓN DE FUGAS EN EL SISTEMA DE LECHE

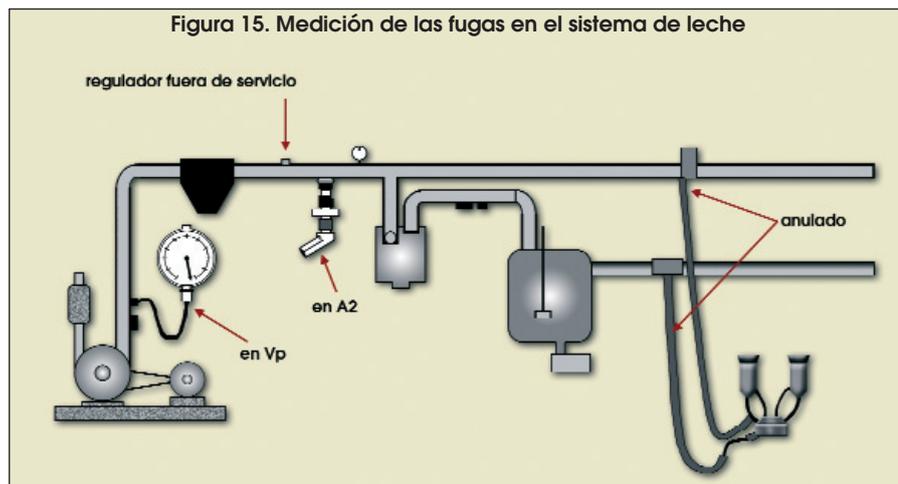
Se procede del modo siguiente:

- Restablecer la conexión entre el sistema de vacío y el sistema de leche
- Las unidades de ordeño deben desconectarse. Para estar seguro de no considerar las posibles fugas del sistema de corte de vacío del colector, es preferible desconectar los tubos largos de leche y, si el sistema de conexión lo requiere, taponar los grifos de conexión.
- Los pulsadores están parados o des-



¹³ También puede conectarse directamente al caudalímetro

Control de instalaciones de ordeño mecánico (3ª parte)



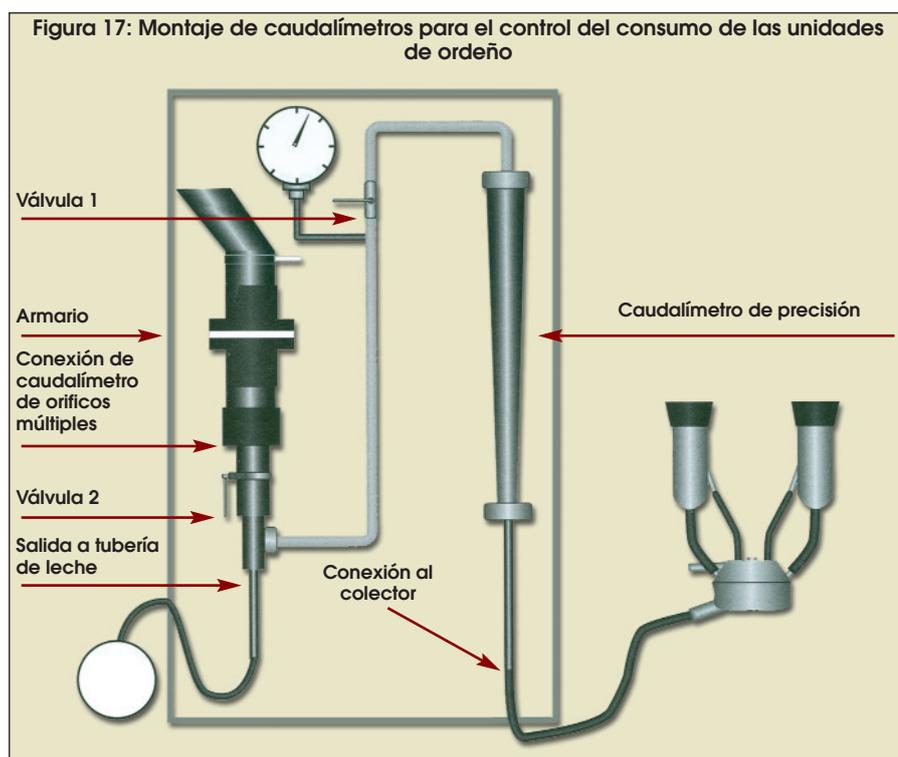
- conectados.
- Conectar el caudalímetro en A2 y el vacuómetro de control en Vp. El esquema de la instalación para esta medida se muestra en la Figura 15.
 - Abrir el caudalímetro hasta que el nivel de vacío se igual al vacío de funcionamiento de la bomba anotado en (f).
 - Anotar esta medida en (f). Las fugas del sistema de leche son (s)-(f). Deben ser inferiores o iguales a:
 - a) 10 l/min + 1 l/min por conexión o grifo, en conducción en establo.
 - b) 10 l/min + 2 l/min por unidad de ordeño, en sala de ordeño.

10. CONTROL DE LAS UNIDADES DE ORDEÑO

Para el control de los juegos de ordeño se necesita un dispositivo que permita medir las imperceptibles entradas de aire. Se recomienda un caudalímetro de orificio variable que permita medidas de 0 a 20 l/min. (Figura 16)

Este control permite también la medida del caudal en el extremo del tubo largo de leche por medio de un caudalímetro de orificios múltiples o variables. También permite controlar:

- a) Fugas en la válvula de cierre de vacío en el colector
 - b) Admisión total de aire del juego de ordeño
 - c) Fugas del juego de ordeño
 - d) Entradas de aire en el colector
- Se procede así (Figura 17):
- Cerrar las válvulas 1 y 2 del sistema de medición (ver figura 16)
 - Desconectar el primer juego de ordeño de su tubo largo de leche
 - Conectar el extremo del tubo largo de leche a la salida del dispositivo de medición.
 - Conectar por medio de otro tubo el colector a la entrada del sistema de medición.
 - Los pulsadores deben estar parados, pues su funcionamiento impide una lectura correcta en el caudalímetro



variable.

A continuación:

- Cerrar la válvula de cierre del colector, o el dispositivo para este uso y dejar una pezonera abierta (o todas), sin tapón.
 - Abrir la válvula 1 y leer el caudal indicado
 - El valor leído es la **fuga en la válvula de cierre** cuando está cerrada. Anotar este resultado en la ficha. Debe ser inferior o igual a 2 l/min
 - Volver a colocar el tapón en la pezonera y abrir el colector.
 - Leer el caudal indicado
 - El valor leído es la **admisión de aire total del juego de ordeño**. Anotar este valor en la ficha. Debe ser inferior o igual a 12 l/min
 - Taponar la entrada de aire del colector con un dedo o tapón adaptado
 - Leer el caudal indicado. El valor leído es la **fuga del juego de ordeño**, es decir, las fugas a través de la válvula cuando ésta está abierta. Anotar este resultado en la ficha. Debe ser inferior o igual a 2 l/min.
 - Abrir el caudalímetro de orificios múltiples a 10 l/min y leer el nivel de vacío en el vacuómetro de control.
 - Regular el caudalímetro de orificios múltiples de manera que el nivel de vacío disminuya en 5 kPa con respecto al valor leído anteriormente.
 - Leer el caudal indicado. El valor leído es el **caudal en el extremo del tubo largo de leche**. Anotar este resultado en la ficha. Debe ser inferior a la Reserva Real y superior o igual a la especificación del instalador (en instalaciones con conducción de leche), o a 65 l/min (para cubos de ordeño).
- La entrada de aire por el colector es igual a la diferencia entre la admisión de aire total y la fuga del juego de ordeño. Debe ser superior o igual a 4 l/min. Para juegos de ordeño comercializados cuando la Norma UNE anterior (1982) estaba en vigor, la entrada de aire al colector debe ser de 4-10 l/min (incluye entrada de aire y fugas).

Estas operaciones deben realizarse para cada uno de los juegos de ordeño, aunque si la instalación tiene más de 14

Control de instalaciones de ordeño mecánico (3ª parte)

unidades de ordeño, anotar sólo los resultados de los juegos que presenten anomalías. Una diferencia del orden del 10% puede significar un problema para los juegos con los caudales más bajos.

Las mediciones descritas sólo son posibles en juegos de ordeño con entrada continua de aire.

El caudal medido al final del tubo largo de leche puede disminuir de forma sensible cuando entre el colector y la tubería de leche se intercala un medidor de leche.

Los caudales indicados por el caudalímetro de orificios variables depende del nivel de vacío durante la medición. Conviene utilizar una escala de medida graduada para el nivel de vacío de la instalación. Si en una instalación particular el nivel de vacío difiere sensiblemente de estos valores, será necesario corregir el caudal leído.

11. CONTROL DE LA PULSACIÓN

Debe actuarse de la forma siguiente:

- Utilizando un tubo y una conexión en "T", conectar el pulsógrafo¹⁴ en los tubos corto de pulsación, entre el colector y dos pezoneras que funcionen en pulsación alternada. (Figura 18)
- Poner en marcha el pulsógrafo, registrar la pulsación e imprimir resultados o guardar en memoria para la posterior impresión conjunta de los resultados de todos los pulsadores.
- Repetir la operación en cada juego de ordeño.

Con los valores obtenidos, anotar en las casillas correspondientes y para cada unidad de ordeño:

- Frecuencia de pulsación. Anotar en (Fr). Debe ser inferior o igual a $\pm 5\%$ al valor especificado por el fabricante
- Los valores de las fases a, b, c y d
- Relación de pulsación $(a+b)/(a+b+c+d)$
- Anormalidades de pulsación: frecuencia, relación, cojeo¹⁵, de fase b ($\geq 30\%$) y fase d ($\geq 15\%$ y 150 ms). El

¹⁴ Medidor electrónico. Véase la 1ª parte de este trabajo. Frisona Española, nº 165.

¹⁵ Cojeo: diferencia entre las relaciones de pulsación de dos pezoneras que funcionan en pulsación alternada. Debe ser inferior a 5 unidades porcentuales

vacío no debe fluctuar más de 4 kPa durante las fases b y d.

- Medir el nivel de vacío máximo durante la fase "b" del ciclo de pulsación, en la unidad de ordeño más alejada de la bomba de vacío.
- Anotar este valor en (u).
- **La caída de vacío entre V_m y la última unidad de ordeño es (d)-(u)**. Debe ser inferior o igual a 2 kPa.
- La diferencia entre todas las unidades de ordeño debe ser inferior o igual a 5 unidades porcentuales.

Recordemos (figura 19) que la fase "a" corresponde a la entrada de vacío en la cámara de pulsación entre el manguito y la copa de la pezonera, abriéndose aquél; y que la fase "c" corresponde a la entrada de aire atmosférico en dicha cámara de pulsación, comprimiendo el manguito o pezonera sobre el pezón, de manera que se corta el flujo de leche por aplastamiento del canal del pezón, recibiendo éste, teóricamente, un masaje.

Si esta fase "c" es muy corta (figura 20), el manguito se va a cerrar muy bruscamente sobre el pezón, produciéndose en el extremo del esfínter un efecto de cizallamiento, lo que puede dar lugar a eversión del esfínter. Se recomienda, por

ello, que no sea inferior al 12% de la duración total del ciclo.

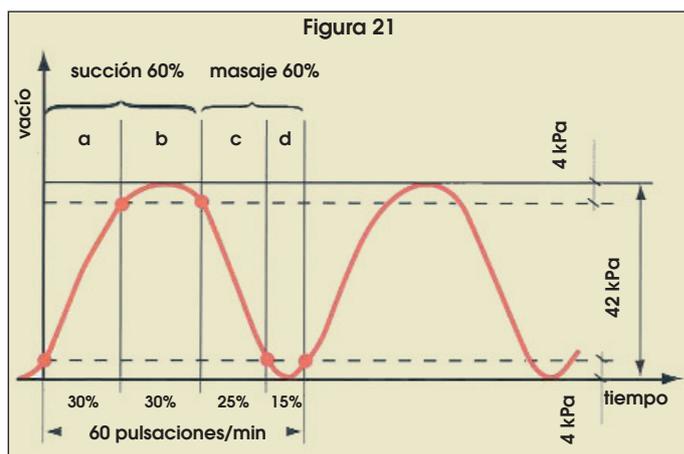
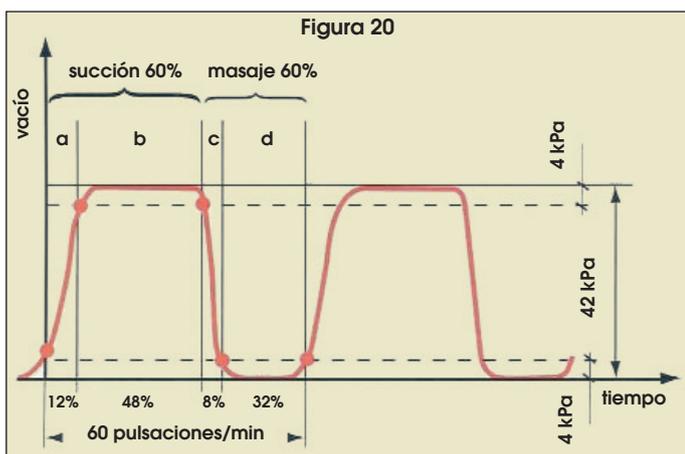
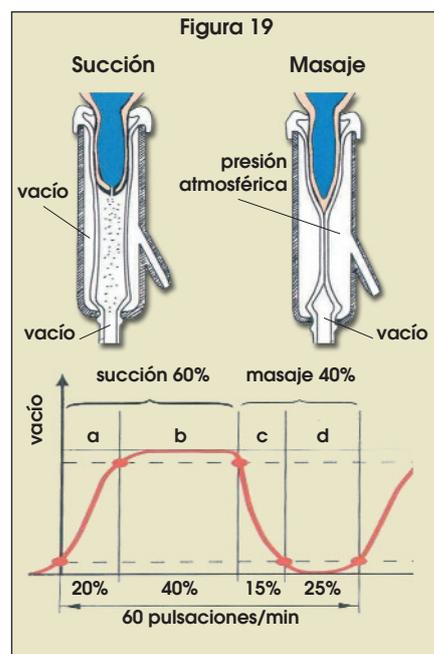
Sin embargo, si esta fase es muy larga (18-25%) (figura 21) es indicativo de que los pulsadores pueden estar sucios o los tubos largos de pulsación deteriorados. En esta circunstancia, el ordeño es lento y muy probable la aparición de mamitis subclínicas.

Como hemos podido comprobar, el procedimiento de control implica la medición del vacío y de caudales en distintos puntos de la instalación y los elementos de ésta en diversos estados de conexión. Por ello, y con el fin de sintetizar estos aspectos, se incluyen las tablas 4, 5 y 6.

En las Tablas 7 y 8 se incluyen dos plantillas para introducir los datos de mediciones de vacío y de caudales, así como cálculo de resultados.

CONCLUSIONES.

Como ha quedado expuesto en las anteriores páginas, el procedimiento de control de instalaciones de ordeño mecánico según la Norma UNE vigente es largo y complejo si se quiere hacer completo y exhaustivo. Muchas instalaciones no están completamente preparadas para realizarlo, aunque con algunas sen-



cillas intervenciones en la misma, sería posible realizarlo.

Es evidente que se requiere personal cualificado y especializado para realizar el control, así como instrumentación específica y de precisión.

El control estático aquí descrito permite detectar y resolver el 90% de los fallos, desajustes y problemas de la instalación. Para el otro 10% será necesario realizar test dinámicos, que permiten determinar los niveles de vacío existentes en el interior del manguito de la pezonerera durante un ordeño real.

BIBLIOGRAFÍA

- Franch, A. 2002. El control de las instalaciones de Ordeño. En: "El ordeño en el ganado vacuno: aspectos claves". pp:217-¿. Mundi-Prensa Libros, S.A.
- International Organization for Standardization. 2007. Normas ISO. Proyecto Norma ISO 5707. Borrador Final. 2006
- Sauvée, O. 2005. Optitrait. Méthode de controle pour les installations de traite mecanique. Institut de l'Elevage.
- Taverna, M. 2003. EstatiControl. Metodología para el control estático de ordeñadoras. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Rafaela-Santa Fe (Argentina)



| Medición | Instrumento de medición | Posición de la instalación | | | | Vacío en Vm | Conexiones en | | Anotar en |
|----------------|-------------------------|----------------------------|---------------|---------------|------|-------------|---------------|--------------|-----------|
| | | Tubería vacío | Tubería leche | Unidad ordeño | Reg. | | Vacuómetro | Caudalímetro | |
| Vacío inst. | V | * | * | x | * | Normal | - | - | a |
| Cerca UF | V | * | * | x | * | Normal | Vm | - | b |
| Cerca Reg | V | * | * | x | * | Normal | Vr | - | c |
| Cerca UF | V | * | * | * | * | Normal | Vm | - | d |
| Cerca Reg | V | * | * | * | * | Normal | Vr | - | e |
| Cerca B.V. | V | * | * | * | * | Normal | Vp | - | f |
| Presión escape | M | * | * | * | * | Normal | Pe | - | g |
| Cerca UF | V | * | * | * | * | d-2 kPa | Vm | A1 | h |
| Cerca Reg | M | * | * | * | * | d-2 kPa | Vr | A1 | i |
| Cerca B.V. | V | * | * | * | * | d-2 kPa | Vp | A1 | j |

V: vacuómetro; M: manómetro; B.V.: bomba de vacío; UF: unidad final; *: en servicio; x: fuera de servicios

| Medición | Instrumento de medición | Posición de la instalación | | | | Vacío en Vm | Conexiones en | | Anotar en |
|--------------------------|-------------------------|----------------------------|---------------|---------------|------|-------------|---------------|--------------|-----------|
| | | Tubería vacío | Tubería leche | Unidad ordeño | Reg. | | Vacuómetro | Caudalímetro | |
| Reserva real | C | * | * | * | * | d-2 kPa | Vm | A1 | k |
| Caudal c/reg | C | * | * | * | * | e-2 kPa | Vr | A1 | l |
| Reserva s/reg | C | * | * | * | x | d-2 kPa | Vm | A1 | m |
| Caudal s/reg | C | * | * | * | x | e-2 kPa | Vr | A1 | n |
| Veloc. Rot | T | x | x | x | x | 50 kPa | Vp | Bomba | p |
| Cdal. bomba 50 kPa | C | x | x | x | x | 50 kPa | Vp | Bomba | q |
| Cdal. bomba a vacío f | C | x | x | x | x | f | Vp | Bomba | r |
| Caudal sin sistema leche | C | * | x | x | x | f | Vp | A2 | s |
| Caudal con sistema leche | C | * | * | x | x | f | Vp | A2 | t |

C: Caudalímetro; T: Tacómetro; *: en servicio; x: sin servicio



| Medición | Instrumento | Posición válvulas | | Unidad de ordeño | | | Vacío | Anotar en |
|-------------------------------|-------------|-------------------|-----------|------------------|--------------|-----------|--------|-----------|
| | | Válvula 1 | Válvula 2 | Válvula cierre | Entrada aire | Pezoneras | | |
| Fugas en la válvula de cierre | CP | A | C | C | A | A | Normal | Col 1 |
| Admisión total de aire | CP | A | C | A | A | C | Normal | Col 2 |
| Fugas en la válvula | CP | A | C | A | C | C | Normal | Col 3 |
| Caudal en el tll | C | C | A | A | A | C | -5 kPa | Col 4 |

CP: caudalímetro de precisión; C: Caudalímetro; A: abierta; C: Cerrada; tll: tubo largo de leche

| NIVELES DE VACÍO | | Uds. sin servicio | | Uds. en servicio | | Vacío máx. en fase b |
|---------------------------------------|-----------|-------------------|-----------|------------------|----------|----------------------|
| Instrumento | Medición | Medición | Medición | Medición | Medición | |
| Vacuómetro instalación | a | d normal | | h = d-2 kPa | | |
| Vacuómetro control | Vm b | d | e | h | i | |
| Vacuómetro control | Vr c | e | f | h | j | |
| Vacuómetro control | Vp | f | g | | | |
| Presión en escape | Pe | g | | | | u |
| CAUDALES EN A1 | | | | | | |
| Regulador | Conectado | | Desconec. | | | |
| Vacío en Vm d-2 kPa | k | | m | | | |
| Vacío en Vr e-2 kPa | l | | n | | | |
| CAUDALES EN BOMBA | | | | | | |
| Velocidad bomba | | Teórica | | Medida | | |
| Caudal a 50 pKa | | o | | p | | |
| Caudal a vacío f | | | | q | | |
| | | | | r | | |
| CAUDALES EN A2 | | | | | | |
| Caudal sin sistema de leche a vacío f | | | | s | | |
| Caudal con sistema de leche a vacío f | | | | t | | |

| RESULTADOS | LIMITES | MEDIDOS |
|---------------------------------------|------------|----------------|
| Error vacuómetro instalación | a-b a-c | ≤ 1 kPa |
| Sensibilidad de regulación | b-d | ≤ 1 kPa |
| Vacío de ordeño | d | |
| Presión en escape | g | |
| CAÍDAS DE VACÍO | | |
| Entre Vm y Vp | j-h | ≤ 3 kPa |
| Entre Vm y Vr | l-h | ≤ 1 kPa |
| Entre Vm y fase b | d-u | ≤ 2 kPa |
| Reserva real | k | |
| Pérdidas de regulación | m-k | ≤ 35tm ó 10% m |
| Fugas del regulador | n-l | ≤ 35tm ó 5% m |
| Caudal corregido de la bomba a 50 kPa | o* | |
| | q/p | |
| Fugas de conducción de aire | r-s | ≤ 5% de r |
| Fugas de conducción de leche | s-t | |