

Covap: diseño y cálculo de máquinas de ordeño

JOSÉ R. JIMÉNEZ ROMERO. INGENIERO AGRÓNOMO. SERVICIOS TÉCNICOS COVAP.

El presente artículo desarrolla los criterios básicos de diseño y cálculo de máquinas de ordeño utilizados en el Área de Ingeniería Rural y Medio Ambiente de los Servicios Técnicos de Covap para las nuevas instalaciones de ordeño en el Valle de los Pedroches.

Covap es una empresa cooperativa ganadera fundada en 1959 y que asocia explotaciones de vacuno de leche y carne, ovino de leche y carne, caprino y porcino Ibérico. Actualmente está compuesta por más de 8.700 socios.

Las principales zonas de influencia de Covap son el Valle de la Serena en Badajoz, el Valle de la Alcudia en Ciudad Real y el Valle de los Pedroches y del Guadiato en Córdoba. Juntas constituyen una comarca natural cuya actividad económica está basada en la ganadería.

El principal objetivo de Covap es facilitar una producción eficiente y de calidad en las explotaciones de sus asociados, así como una industrialización y comercialización de las mismas, creando valor añadido que repercuta en mayores precios recibidos por los socios en sus producciones y en la prestación de nuevos servicios.

Pero es en el Valle de los Pedroches donde se concentra la cabaña ganadera de vacuno de leche de Covap, compuesta por unas 500 explotaciones y 30.000 cabezas de vacas de leche adultas. Esta concentración no sólo facilita la eficacia en la recogida de leche, sino que favorece la calidad higiénica de la misma, así como un asesoramiento técnico continuo e inmediato y un intercambio de experiencias y conocimientos entre los ganaderos.

Dentro de esta apuesta constante por la producción de calidad, los socios de vacuno de leche y los Servicios Técnicos de la Cooperativa vienen desarrollando un Programa de Mejora constante de la calidad de leche en el que participan más de diez personas entre técnicos, ingenieros agrónomos y veterinarios.

Para conseguir este objetivo es necesario evaluar la relación existente entre máquina-vaca-ordeñador, y disponer de instalaciones de ordeño adecuadas a las vacas de al-



Aspecto de una sala de ordeño de una cooperativa intergrada en Covap.

ta/media producción de la comarca.

A continuación detallamos los aspectos básicos de diseño y cálculo de máquinas de ordeño que todo profesional relacionado con la producción lechera debe conocer para conseguir una leche de la máxima calidad.

Elección del tipo de máquina y sistema de ordeño

Existen distintos tipos de máquinas de ordeño:

- Máquinas de ordeño con olla.
- Máquinas de ordeño directo a cántara.
- Máquinas de ordeño con depósito medidor de leche.
- Máquinas de ordeño con conducciones de leche.
- Máquinas de ordeño con conducción independientes de aire y leche.
- y tres sistemas de ordeño:
- Sistema de ordeño en línea alta (L.A.).
- Sistema de ordeño en línea media (L.M.).
- Sistema de ordeño en línea baja (L.B.).

Independientemente del tipo de máquina y sistema de ordeño, el diseño de una instalación conlleva la elección del local donde se realice el ordeño:

- Ordeño en plaza.
- Ordeño en sala:
 - Espina de pescado convencional: Paralela.
 - Espina de pescado a 50°: Espina de pescado salida rápida.
 - Rotativa: Autotandem.

A pesar de que los distintos tipos de máquinas y sistemas de ordeño descritos anteriormente están admitidos por las Normas UNE-98, las máquinas de ordeño con conducción de leche en línea baja, en la que la leche fluye desde el pezón de la vaca hasta una conducción que tiene la doble función de proporcionar vacío de ordeño y transportar la leche hasta el receptor, es la que mejor se adapta a las vacas de alta/media producción del Valle de los Pedroches.

Aunque es difícil evaluar la relación máquina/vaca/ordeñador, a la hora de decidimos por un sistema de ordeño debemos tener en cuenta que la línea baja produce menores fluctuaciones de vacío en el colector durante el ordeño y menor riesgo de mamitis.

Por otro lado, son abundantes las referencias bibliográficas que afirman que las instalaciones con línea alta (o media) son

totalmente desaconsejables por producir altos índices de lipólisis de la leche.

Sin embargo existen algunos técnicos que no justifican la mayor inversión que supone la línea baja frente a una línea alta/media, y es que a pesar de que la línea baja duplica el número de unidades de ordeño el rendimiento de ordeño (vacas/hora) no experimenta cambios significativos, independientemente del tamaño de sala, según pone de manifiesto un estudio realizado por los Servicios Técnicos de Covap en 260 explotaciones para determinar el rendimiento de ordeño según el tamaño de la sala y el número de juegos de ordeño (**fig. 1 y fig. 2**).

Este mismo estudio ha permitido caracterizar las instalaciones de ordeño del Valle de los Pedroches, recogiendo información sobre la casi totalidad de las explotaciones de la comarca, 477 explotaciones y un total de 23.000 vacas en ordeño sin contar vacas secas. Se observa que la instalación de ordeño más difundida es la sala con conducción de leche en línea baja, montada en un 36% de las explotaciones (**fig. 3**) y que ordeña al 44% de la cabaña de vacuno de leche del Valle (**fig. 4**).

La sala de ordeño más difundida es la

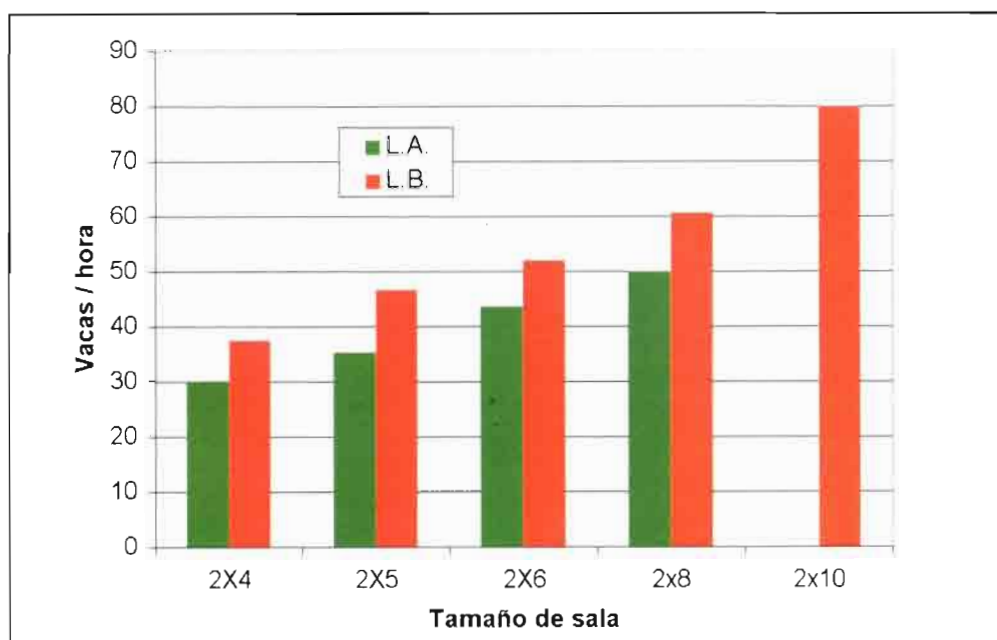


Fig. 1.-Gráfico de rendimientos medios en salas de ordeño tipo espina de pescado convencional, sin ningún tipo de automatismo y 2 ordeñadores.

espina de pescado convencional por su versatilidad y eficacia. La **fig. 5** recoge los diferentes tamaños de salas en espina de pescado convencional incluidas las máquinas de ordeño con conducción de leche y las máquinas de ordeño con depósito medidor.

El fuerte ritmo de construcción de nuevas instalaciones de ordeño con sala que vienen a sustituir a los actuales ordeños en plaza, hace pensar que en un breve periodo de tiempo estos sistemas de ordeño en plaza se reduzcan a niveles insignificantes en el Valle de los Pedroches.



ven

al escaparate del mundo agropecuario

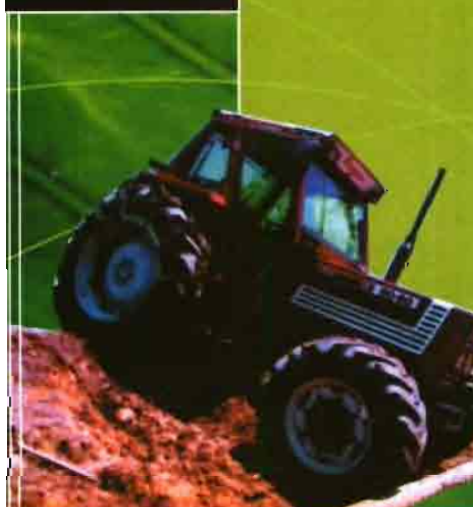




Silleda 7-10 junio 2001

Acudir a la Semana Verde, el mayor espacio profesional del sector agropecuario en la Eurorregión Atlántica, se ha convertido en cita ineludible para los profesionales que quieran ver como aumenta su volumen de negocio. Cuatro días que convertirán la Semana Verde de Galicia en el escaparate agropecuario por excelencia, como lo demuestra los más de 140.000 visitantes profesionales y los 1.357 expositores de 40 países. No se pierda la Semana Verde de Galicia y supere sus expectativas más optimistas







Semana Verde de Galicia
Feria Internacional

2001



SALIMAT 2001



www.feiragalicia.com

Además existe una fuerte reconversión de líneas altas a líneas bajas. Una buena solución para no incrementar excesivamente los costes duplicando los juegos de ordeño es la utilización de líneas bajas con conducción de leche y juegos de ordeño intercambiables.

Otro hecho significativo es la paulatina sustitución de las máquinas de ordeño con depósito medidor por máquinas de ordeño con conducción de leche y equipos accesorios de medición electrónica de flujo, que permiten automatizar algunas operaciones del ordeño y la informatización de datos.

Componentes de una máquina de ordeño

Una máquina de ordeño no es más que un conjunto de elementos mecánicos que permiten la extracción de la leche de la vaca, alternando periodos de succión y masaje sobre los pezones, al igual que hace un ternero al mamar.

Para poder diseñar correctamente una máquina de ordeño debemos conocer cómo y cuándo se acoplan los distintos elementos. La **fig. 6** recoge el esquema de la máquina de ordeño con conducción de leche en línea baja recomendado por Covap.

Diseño del sistema de evacuación de leche

¿Cómo se produce la leche?

Para poder comprender la importancia que tiene el diseño del sistema de evacuación de leche sobre la calidad del producto final es preciso conocer la morfología y fisiología de la ubre.

La ubre de la vaca está constituida por cuatro cuarterones totalmente independientes, entre los cuales puede haber diferencia en cantidad y en calidad de leche producida, encontrando en general mayor producción de leche en los cuarterones posteriores. Cada cuarterón está formado por millones de alvéolos que constituyen una pequeña bolsita formada por una gran cantidad de células secretoras de leche, esta leche se libera cuando el alvéolo se contrae por el efecto de la oxitocina sobre las fibras musculares que la rodean, y es conducida hasta la cisterna

por unos conductos llamados galactóforos. La cisterna del cuarterón es un depósito con una capacidad aproximada de un litro y que se conecta con el exterior a través del esfínter del pezón.

Cuando el juego de ordeño se aplica a la vaca, los pezones se introducen en el manguito de ordeño. La diferencia de presión entre el interior del manguito (vacío) y la leche contenida en la cisterna o canal del pezón que está a una presión ligeramente superior a la atmosférica en el momento de flujo constante de leche, hace

objetivo que debemos marcarnos en un ordeño mecánico, para lo cual debemos aumentar el nivel de flujo máximo y evitar el sobreordeño.

Para obtener el máximo nivel de flujo debemos partir de una buena estimulación de la vaca mediante una adecuada rutina de ordeño (factor ordeñador), además se sabe perfectamente que un aumento del nivel de vacío incrementa la velocidad máxima de flujo y disminuye el tiempo de ordeño. Sin embargo debemos evitar niveles de vacío excesivos que nos aumentan

la leche de apurado y el riesgo de eversión del esfínter y/o hiperqueratosis del mismo. Un aumento en la proporción y frecuencia de pulsación está demostrado que aumenta la velocidad de ordeño.

El juego de ordeño

El juego de ordeño debe ser capaz de evacuar adecuadamente la producción del animal. Sólo conociendo qué ocurre dentro del mismo podremos comprender la importancia que tiene este elemento en el equilibrio máquina-ordeñador-animal.

En la fase de flujo máximo el tubo corto de leche puede verse obstruido por el paso de

líquido. Si tenemos en cuenta que a su vez debajo de la punta del pezón se están produciendo cambios de volumen por el movimiento del manguito de ordeño, y que el aire del colector no puede moverse por esta obstrucción de leche, para compensar los cambios de volumen producidos, estamos provocando sobre la punta del pezón lo que conocemos como fluctuaciones cíclicas.

Cuando el resto de elementos de evacuación están infradimensionados y/o existen entradas indeseadas de aire se pueden generar fluctuaciones acíclicas o irregulares que afectan negativamente a la salud de la ubre.

Hay que saber que los microorganismos patógenos no pueden pasar directamente de un cuarterón a otro a través de los tejidos de la ubre, sin embargo los reflujos de leche favorecidos por las fluctuaciones facilitan la transmisión de patógenos entre cuartos infectados.

Estos tapones de leche pueden llegar a provocar un gradiente de presión entre la punta del pezón y el colector muy elevado, especialmente si se produce una entrada de aire en la pezonera opuesta.

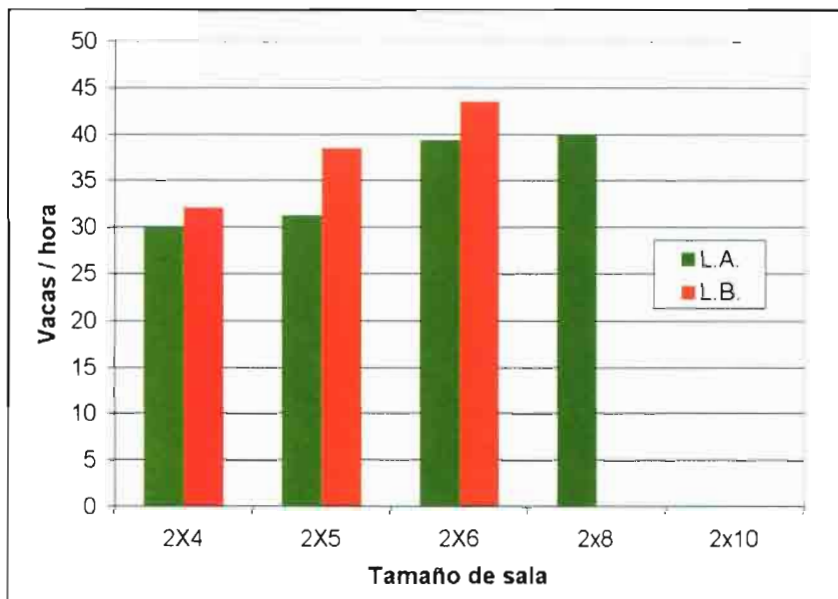


Fig. 2.-Gráfico de rendimientos medios en salas de ordeño tipo espina de pescado convencional, sin ningún tipo de automatismo y 1 ordeñador.

que se abra el esfínter del pezón y que la leche comience a fluir. El sistema de pulsación permite la entrada de aire atmosférico en la cámara de pulsación y la unión de los lados opuestos del manguito de ordeño (colapso). Al irse cerrando el manguito de ordeño el canal del pezón se cierra progresivamente hacia arriba a partir del esfínter, cesando la salida de leche, cuando el manguito se abre ocurre el proceso inverso.

Si se repite este proceso hasta el final del ordeño, obtenemos la curva típica de producción de leche, en la cual encontramos un primer periodo de flujo creciente seguido de un periodo de flujo constante, que podemos considerar de flujo máximo, y un periodo de flujo decreciente.

Es práctica habitual en algunos ganaderos el buscar un cuarto periodo de lo que llamamos leche de escurrido, sin embargo podemos considerar que esto es una práctica errónea y que el apurado total es imposible ya que la ubre no deja de producir leche nunca, y con esta práctica incrementamos el tiempo de ordeño innecesariamente.

El conseguir la producción del animal en el menor tiempo posible es el principal

PROGRAMA DE ALIMENTACIÓN PARA ENGORDE DE TERNEROS



Cargill es una empresa multinacional que comercializa, procesa y distribuye productos agrarios, alimentos, productos financieros y productos industriales, con 82.000 empleados en 59 países. Cargill es en la actualidad, el mayor productor de piensos a nivel mundial. La División Nutrición Animal, con presencia en 19 países y 106 fábricas, es una de las Unidades de Negocio estratégicas y clave dentro de la estructura de Cargill, con una larga tradición y experiencia en el sector.

El programa de Alimentación Hens para Engorde de Terneros cubre todas las fases de cebo de Terneros Pastores y Mamones, obteniendo el máximo crecimiento diario, las mejores conversiones y canales de gran calidad. Cargill pone a su disposición soluciones completas e individualizadas, destinadas a incrementar los beneficios de la explotación, a través de su servicio de asesoramiento técnico.



Expertos en Nutrición Animal



CARGILL ESPAÑA, S.A.
Acadé Barrio, s/n Tel: 91 85 81 91 00
0690 SAINT CUGAT DEL VALLE (BARCELONA)
CARGILL PORTUGAL, S.A.
Quinta da Figueira Tel: 35 1 85 067 10
2815-771 SOBRALIM (PORTUGAL)

Si esto ocurre estos tapones revientan y el aire con pequeñas gotas de leche impactan a velocidades increíblemente altas (450 km/h) contra la punta del pezón, favoreciendo la entrada de bacterias en el canal del pezón.

Para poder disminuir las fluctuaciones de vacío y el riesgo de impactos sobre el pezón podemos aumentar la sección transversal del tubo corto de leche y evitar los estrechamientos y/o cualquier obstrucción al flujo de leche dentro del mismo. El efecto de la pulsación sobre el riesgo de impacto será analizado más adelante en este artículo.

El tamaño efectivo del colector y su diseño deben garantizar un vacío estable en el mismo.

La mayoría de los juegos de ordeño comercializados, con colectores de 350 a 500 cc. y tubos cortos de leche de sección apropiada, garantizan un nivel bajo de fluctuaciones. Sin embargo los antiguos juegos de ordeño infradimensionados resultan insuficientes para el ordeño de vacas de alta/media producción.

Otro mecanismo que facilita la evacuación de leche y la reducción de las fluctuaciones es el orificio de entrada de aire en el colector, normalmente opuesto a la salida del mismo, y que ocasiona a menudo problemas en la época estival por la obstrucción de polvo, moscas, etc. Esta entrada de aire se conoce como consumo del colector, y deberá tenerse en cuenta en el diseño de la bomba de vacío.

Las Normas UNE recogen que el fabricante deberá declarar el caudal máximo de leche (l/min) de su juego de ordeño, información que resulta difícil conseguir de las casas comerciales.

Además, un juego de ordeño debe ser



capaz de limitar la entrada de aire durante la colocación de pezoneras y proporcionar los medios adecuados para cortar el vacío antes de la retirada de las mismas. Si bien el ordeñador deberá hacer un manejo correcto de los mismos, con técnicas que impidan la entrada de aire durante su colocación o la retirada a tiempo.

Las fugas de los cierres y la admisión de aire del juego de pezoneras deberá estar dentro de los límites que marcan las Normas UNE.

La ergonomía en el diseño del juego de ordeño debe ser un factor a tener en cuenta en la elección del mismo.

Tubo largo de leche

Para una adecuada elección del tubo largo de leche, debemos saber que su diámetro interno, longitud y alineamiento, son los factores que más influyen en la aparición y amplitud de las fluctuaciones y caídas de vacío en el colector.

A pesar de que la Norma admite diámetros iguales o superiores a 12,5 mm., éstos pueden resultar insuficientes. Por ejemplo, la diferencia de capacidad de evacuación de leche entre un tubo largo de leche de 13 mm de diámetro y otro de 16 mm. de diámetro es del 50%.

En el caso de líneas bajas no debemos recomendar diámetros internos inferiores a 16 mm. o iguales al diámetro de salida del colector. En línea alta no está permitido montar diámetros mayores a 16 mm. En Covap diseñamos las instalaciones con tubos largos de leche superiores siempre a 18 mm.

Por regla general, el tubo largo de leche debe tener la menor longitud posible y evitar bucles o puntos bajos donde se acumule la leche. La circulación debe verse favorecida por la gravedad desde el colector hasta la boquilla de entrada en la conducción de leche, de lo contrario el transporte de leche se realizará de forma fraccionada, al igual que ocurre en una línea alta, ocasionando innecesarias fluctuaciones y caídas de vacío en el colector.

En el mercado podemos encontrar una amplia gama de tubos largos de leche que satisfagan nuestras necesidades. Tan solo el material homologado y las buenas prácticas de uso y mantenimiento pueden garantizar la durabilidad de los mismos.

El instalador deberá especificar la longitud y el diámetro interno del tubo largo de leche, e indicar el caudal de aire en el extremo de éste, según lo especificado en las Normas UNE.

Grifos y boquillas de entrada de leche

Los grifos y las boquillas de entrada de leche en la conducción no deben ser causa de caídas de vacío adicionales. La Norma UNE recoge la metodología de ensayo.

En el diseño de la instalación deberemos exigir que la boquilla de entrada tenga al menos el mismo diámetro que el orificio de salida de leche del colector, o que el tubo largo de leche.

Además se deberá disponer entre el tubo largo de leche y la boquilla algún medio para evitar el aplastamiento y la consiguiente reducción de la sección al paso de leche.

Las boquillas de entrada deberán montarse por encima del diámetro horizontal de la conducción de leche y quedar perfectamente fijadas a la misma. El movimiento relativo entre estas boquillas y los orificios de la conducción de leche han ocasionado innumerables problemas de mamitis en máquinas perfectamente dimensionadas.

A pesar de que la mayoría de las casas comerciales montan estas entradas perpendiculares a la conducción de leche, las

Porcentaje de explotaciones con respecto al total

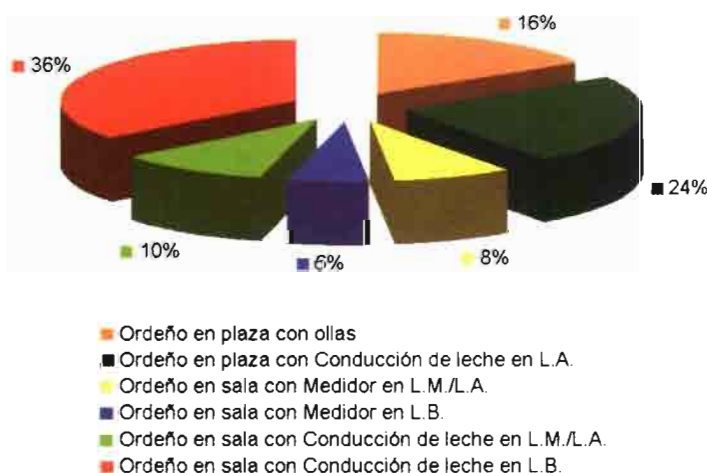


Fig. 3.-Porcentaje de explotaciones con respecto al total según el tipo de máquina y sistema de ordeño en el Valle de los Pedroches (Covap- año 2000).

condiciones de flujo podrían mejorar con entradas oblicuas, de tal forma que la leche y el aire procedentes del tubo largo de leche entren en la conducción en la dirección en la que circula el caudal hacia el receptor.

Conducción de leche

En las conducciones de leche de doble uso (transporte de leche y vacío de ordeño) la leche debería fluir por la parte inferior de la conducción, dejando por encima un espacio vacío que permita la circulación de aire. En estas condiciones se dice que la leche está circulando en régimen laminar. Este régimen puede cambiar a otro que llamamos turbulento cuando la velocidad es excesiva o cuando aparecen tapones que ocupan toda la sección.

Las condiciones de flujo turbulento inducen caídas de vacío de más de 2 kpa. en la conducción de leche. La Norma UNE recoge que una turbulencia permanente en la conducción de leche causa un nivel de vacío medio más bajo, un ordeño más lento y un valor más elevado de ácidos grasos libres.

Sin embargo, los taponamientos ocasionales en la conducción de leche, que en la práctica son casi inevitables, no deberían considerarse como una prueba de fallo. La Norma UNE define como flujo en condiciones normales cuando está libre de toda turbulencia durante al menos el 95% del tiempo de ordeño del rebaño.

A continuación detallaremos los factores que influyen en el cálculo de la capacidad real de transporte de una conducción de leche.

El aumento del diámetro interno es el que tiene mayor efecto individual. La capacidad potencial de transporte de leche en una conducción es proporcional al diámetro elevado a la quinta potencia.

En las conducciones de leche prácticamente horizontales el caudal de leche se ve afectado principalmente por el aire que circula sobre la superficie de la leche. El rozamiento entre las superficies de aire y leche provoca el movimiento a causa de la transferencia de energía cinética del aire a la leche. Este tipo de conducciones no son en absoluto recomendadas por Covap.

Una mayor pendiente de la conducción de leche aumenta la influencia de la gravedad como fuerza motriz secundaria del movimiento de la leche. El aumento de la pendiente de la conducción produce un aumento en la velocidad de transporte y una disminución del calado de la leche, disminuyendo la superficie ocupada por la leche en la sección transversal de la conducción, para cualquier caudal. Sin embargo esta pendiente nunca debe superar el 2%. Pendientes superiores aumentan el

riesgo de régimen permanentemente turbulento que facilita la formación de ácidos grasos libres y la pérdida de calidad en la leche. En Covap diseñamos las conducciones de leche con una pendiente entre el 1 y el 2%.

Un punto crítico en una conducción de leche es la entrada en el receptor, donde a veces el montaje se hace con poca pendiente, horizontal o incluso en contrapendiente. Es aquí donde los caudales de leche y aire son mayores y por tanto el riesgo de taponamientos aumenta considerablemente.

Otro factor importante que afecta a la formación de turbulencias en la conducción es la admisión de aire ocasional

profesionalidad del ordeñador.

Una forma sencilla de disminuir la formación de estos tapones y aumentar la capacidad de la conducción de leche es cerrarla en anillo, de esta forma el caudal de aire en cada ramal se reduce ya que el aire puede fluir hacia el receptor a través de ambos ramales del anillo. Todas las nuevas instalaciones de ordeño de los asociados a Covap se diseñan cerradas en anillo.

La longitud de la conducción de leche no es un factor de diseño importante para determinar el diámetro de la conducción en el caso de conducciones con pendiente superior al 0,4%.

Para el cálculo del caudal máximo de



Fig. 4.-Porcentaje de vacas ordeñadas con respecto al total según el tipo de máquina y sistema de ordeño en el Valle de los Pedroches (Covap- año 2000).

(intermitente). En un régimen laminar la resistencia debida al rozamiento de los caudales de aire continuos en la superficie de la leche provoca la formación de olas; velocidades superiores a 1 m/s aumentan el tamaño de estas olas que son el primer paso para la aparición de tapones. Una entrada de aire intermitente provoca la formación de un tapón y el paso a régimen turbulento.

Es típico observar la entrada fraccionada de leche en el receptor ("tapones de leche") cuando la instalación está infradimensionada y el ordeñador deja entrar mucho aire en la colocación de pezoneras.

Esta cantidad de aire intermitente se ve afectada por la longitud y diámetro de los tubos largos de leche, el diámetro interior de los tubos cortos de leche y el diseño del colector, de tal forma que juegos de ordeño de gran capacidad provocan mayores entradas de aire durante la colocación de pezoneras y por lo tanto exigen mayor

leche que asegura un flujo laminar durante el ordeño en condiciones normales podemos utilizar con más de un 95% de fiabilidad la fórmula empírica propuesta por la Norma UNE 68050:98.

La capacidad máxima de la conducción será siempre mayor que el caudal de leche máximo previsto para esa conducción, que depende del número de unidades de ordeño, intervalo de colocación de pezoneras y caudal máximo medio por vaca.

Receptor-extractor y conducción de evacuación de leche

Los diámetros de entrada de leche en el receptor deben ser iguales al diámetro de la conducción de leche, evitando reducciones que obstruyan la circulación de leche.

El receptor deberá tener un volumen útil mínimo de 18 l. medidos según la UNE 68061.

El extractor debe ser el adecuado para

evacuar el caudal máximo de leche y líquidos de limpieza y desinfección que circulan, indistintamente, por el sistema. La fugas del extractor deberán comprobarse según la UNE 68061.

La bomba de leche (extractor) deberá controlarse automáticamente por la cantidad de leche del receptor.

En la conducción de evacuación de leche deben instalarse los dispositivos necesarios en los puntos bajos para asegurar el drenaje de la conducción, de los filtros y de cualquier equipo intercambiador de temperaturas situado en la conducción.

Si tenemos instalado un equipo intercambiador de temperaturas en la conducción de leche, éste no debe limitar el caudal de leche por debajo de caudal máximo de leche necesario de evacuar del receptor.

Para evitar que el intercambiador limite los caudales de limpieza deberán facilitarse medios para anularlo durante el lavado, además el intercambiador siempre deberá cortar el paso de fluido refrigerante durante el ciclo de lavado.

Sistema de pulsación

El objeto del sistema de pulsación es provocar movimientos cíclicos de vacío que abren y cierran el manguito de orde-

generador de pulsaciones, el cual suministra energía de baja tensión a los pulsadores, que a su vez accionan una serie de válvulas solenoidales que comunican de forma cíclica la cámara de pulsación de la pezonera con el sistema de vacío y la presión atmosférica.

En el generador de pulsaciones podemos regular la relación y la frecuencia de pulsación. Sabemos que un aumento en la relación de pulsación y en la frecuencia aumentan la velocidad de ordeño.

Las nuevas instalaciones de Covap se diseñan con una relación de ordeño-masaje al menos del 60:40, preferiblemente del 65:35 ó 70:30 en vacas de alta producción, si bien no podemos reducir excesivamente la fase de masaje, y en concreto la fase-d que no debe ser inferior al 20%. Un masaje insuficiente sobre el pezón puede acabar con eversión del esfínter y/o hiperqueratosis del mismo, provocado la proliferación de nuevas infecciones en la ubre. Nunca admitimos la relación de ordeño 50:50 ya que el riesgo de impactos con esta relación se da al máximo.

Por otra parte tendremos que seleccionar si queremos ordeñar con pulsación alterna o simultánea.

La pulsación alterna provoca movimientos cíclicos entre dos de los manguitos de ordeño pertenecientes al juego de

veniente de que provoca mayores niveles pico de flujo de leche, por lo que debe tenerse en cuenta en el diseño del sistema de evacuación. Además provoca consumos puntuales de aire mayores que la pulsación alterna o la pulsación en cascada, por lo que debe tenerse en cuenta en el diseño de la conducción de pulsación. Sin embargo con la pulsación simultánea disminuye el riesgo de impactos. En Covap diseñamos preferiblemente con pulsación alterna.

Otro elemento a tener en cuenta en el diseño es el tubo largo de pulsación. Los ensayos de campo realizados por lo Servicios de Control de Máquinas de ordeño de nuestra Cooperativa han puesto de manifiesto que a medida que aumenta el tubo largo de pulsación aumentan las fases a y c del ciclo medido en la cámara de pulsación, disminuyendo las fases b y d, por lo que cabe esperarse una disminución de la velocidad de ordeño y de masaje. La situación del pulsador y colector determinan la longitud de este tubo, que debe diseñarse con la menor longitud posible.

Sistema de vacío

Bombas

La finalidad de la bomba de vacío es extraer aire continuamente del sistema de ordeño, de tal modo que mantenga en éste el vacío necesario para el funcionamiento (ordeño y limpieza) de la instalación, incluyendo todos los equipos y accesorios que requieran una demanda de aire durante el ordeño, de un modo continuo o intermitente.

Además la instalación debe tener una reserva real mínima, y dada por la Norma UNE.

Sin embargo, la reserva real mínima calculada según las Normas UNE para las instalaciones con menos de 10 unidades de ordeño puede resultar insuficiente para que la caída de vacío, en o cerca del receptor, no sea superior a 2 kPa. durante el ordeño normal, incluyendo la puesta y la retirada de los juegos de ordeño, los deslizamientos de los manguitos de ordeño, o la caída de las pezoneras, como exige la propia Norma.

Las bombas son instaladas en una zona cubierta y perfectamente ventilada, fuera de la sala de ordeño y la lechería, lo más cerca posible de la unidad final. Además su instalación debe permitir la medición de la velocidad de rotación, el caudal y el nivel de vacío.

Los conductos de escape de las bombas de vacío lubricadas con aceite deben llevar un separador de aceite, y el con-

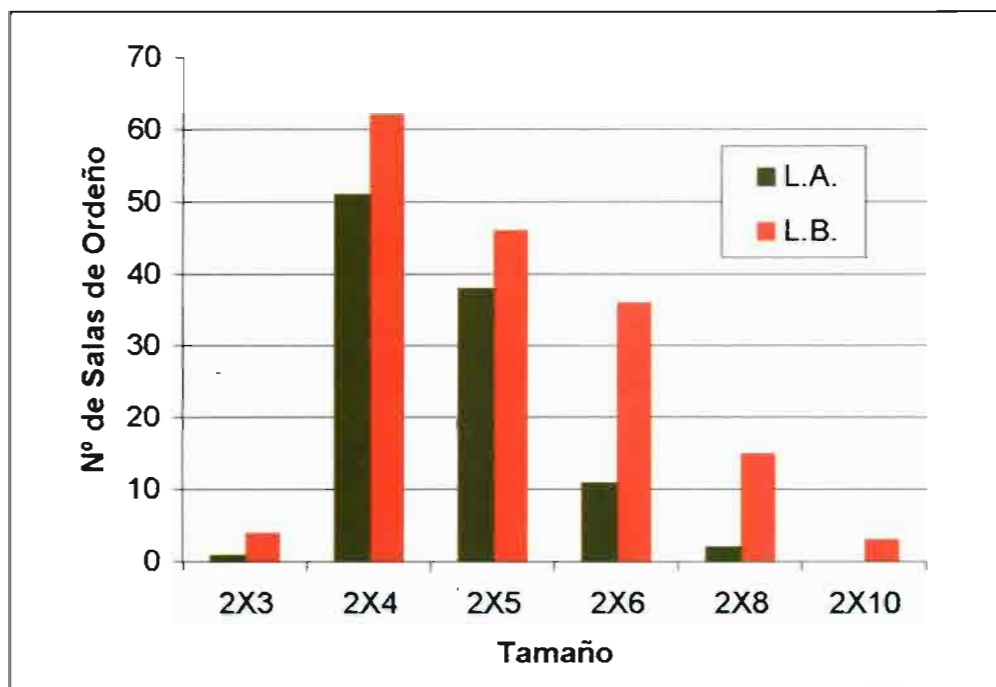


Fig. 5.-Tipología de salas de ordeño espina de pescado convencional en Covap.

ño sobre el pezón, originando las fases de succión y masaje. La **fig. 7** recoge la forma típica y las fases de un ciclo de pulsación.

En los modernos sistemas de pulsación electrónica el origen de la pulsación es el

ordeño que se alternan con los movimientos de los otros dos, mientras que en la pulsación simultánea los movimientos cíclicos de todos los manguitos se producen al mismo tiempo.

La pulsación simultánea tiene el incon-

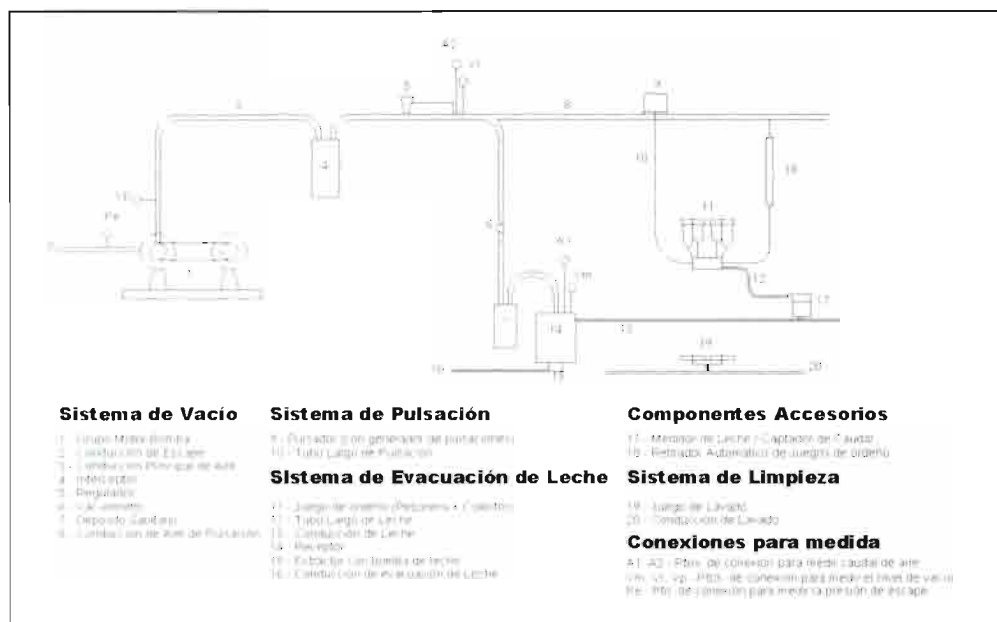


Fig. 6.-Esquema de una máquina de ordeño con conducción de leche.

ducto de escape debe tener una pendiente uniforme descendente desde la bomba de vacío. Deben evitarse obstrucciones al paso del aire mediante codos, piezas en T o silenciadores inadecuados en el conducto de escape.

Por otro lado, es obligatorio desde el 1 de enero de 1995 con la entrada en vigor de la Directiva de Máquinas que en las bombas aparezca el marcado CE, de lo contrario no debemos admitir el montaje de esta bomba en nuestra explotación.

Además, deberán figurar los datos:

- Sentido de rotación.
- Gama de velocidades y potencias absorbidas, en kW.
- Gama de caudales de aspiración, en l/min., a un vacío de 50 kPa. y una presión atmosférica de 100 kPa.
- Tipo e identificación (número de serie o código).
- Lubricante recomendado, si fuera necesario.
- Nombre del fabricante o suministrador.

Conducciones de aire

La fricción del aire con las paredes de la conducción provoca caídas de vacío. Estas diferencias de presión entre un punto y otro de la conducción dependen de la longitud existente entre los dos puntos, número de codos, piezas en T y otras piezas singulares que provoquen contracciones y expansiones bruscas, del caudal de aire que circule, del diámetro interno de la conducción y de la rugosidad del material empleado.

La Norma UNE 68050 proporciona unas fórmulas empíricas de gran utilidad para el cálculo del diámetro interno de estas conducciones en función de la caída de vacío de diseño.

En Covap diseñamos la conducción

principal de vacío para una caída máxima de 1 kPa. entre la bomba y el receptor, a pesar de que la Norma UNE admite hasta 3 kPa.

Interceptor

El interceptor debe colocarse cerca de la bomba de vacío, entre ésta y el regulador.

El diámetro interno de los orificios de entrada y salida del interceptor no deben

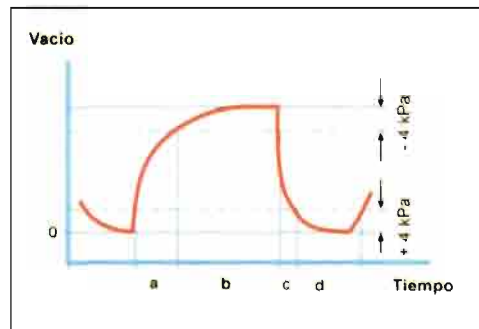


Fig. 7.-Ciclo de pulsación.

ser menores que el de la conducción principal de vacío. Además el interceptor debe incorporar un dispositivo de cierre del vacío controlado por el nivel de líquido y además debe disponer de un sistema de drenaje automático y de una abertura para facilitar su inspección y limpieza.

El regulador

Existen tres tipos de reguladores en el mercado: de peso, de resorte y servoreguladores.

En Covap diseñamos las nuevas máquinas con servoreguladores. Estos disponen de un sensor, situado lo más cerca posible del depósito sanitario, y del propio regulador, que debe montarse rígidamente sobre la conducción principal de vacío y

antes de la conducción de pulsación, siempre en un punto donde el ruido percibido por el ordeñador sea el menor posible y asegure la aspiración de aire limpio.

La capacidad del regulador debe ser mayor que la capacidad de la bomba. Si no fuera suficiente, en la instalación pueden colocarse varios reguladores en serie.

La sensibilidad, las pérdidas y las fugas del regulador deben adecuarse a las especificaciones de las normas UNE.

Además en el regulador deberá figurar la siguiente información:

- Nombre del fabricante o suministrador.
- Marca y tipo.
- Gama de niveles de vacío de trabajo previstos.
- Caudal de aire a un nivel de vacío de trabajo de 50 kPa., expresado como aire libre a una presión de 100 kPa.

Vacuómetro

El vacuómetro debe estar graduado a intervalos de 2 kPa o menos, en la gama de vacío de 20 a 80 kPa. El error en el nivel de vacío de trabajo no debe ser superior a 1 kPa.

El vacuómetro deberá situarse entre el regulador y el receptor, y en un lugar donde pueda leerse durante el ordeño.

Depósito sanitario

En la selección del depósito sanitario deberemos exigir que los orificios de conexión con la conducción principal de vacío no supongan obstrucciones adicionales, ni tampoco la conexión con la unidad final.

El fabricante deberá especificar el volumen útil del mismo. Además deben estar provistos de un sistema de drenaje e incorporar un dispositivo de cierre del vacío controlado por el nivel de líquido.

Debe ser posible detectar el paso de cualquier impureza, por lo que deben utilizar al menos una sección de material transparente.

Componentes accesorios

A este grupo pertenecen los medidores de leche, indicadores de caudal, captadores de caudal y retiradores automáticos de pezoneras.

El retirador automático de pezoneras es un dispositivo que corta de manera automática el vacío en el juego de ordeño y lo retira en función del caudal de leche y/o tiempo.

Para poder verificar la conformidad de la instalación se requiere diseñar unos puntos de conexión para los equipos de medida. En las nuevas instalaciones de Covap estos puntos de conexión están de acuerdo con las especificaciones de la Norma UNE. ■