



OVIHUEC.DAT

Caracterización de la gestión forestal e impulso socioeconómico en zonas de montaña
mediante un rebaño comunal en un entorno digital

4.3.3

Puesta en marcha de una ordeñadora
móvil



Información del documento

Número de informe	4.3.3
Nombre del informe	Puesta en marcha de una ordeñadora móvil
Descripción del informe	Este es un informe de capacitación de cómo poner en marcha y hacer funcionar una ordeñadora móvil para rebaños extensivos silvopastoriles
Objetivo	Objetivo 4 - Producto
Actividad	Actividad 4.3 - Puesta en marcha de una sala de ordeño móvil para las cabras de Vilamòs y producción de quesos a maquila
Entidad coordinadora de la actividad	IRTA
Entidades participantes de la actividad	Consell Generau d'Aran
Palabras clave	Rebaños extensivos, productos lácteos, sostenibilidad, producto local, ordeñadora móvil
Autores	Fundació Pau Costa
Colaboradores	
Aprobado por	Antoni Dalmau Bueno

Advertencia:

Este documento es propiedad de los miembros que conforman el proyecto OVIHUEC.DAT. No está permitida su copia o distribución en ningún caso sin el consentimiento previo de los propietarios de este, quienes tienen los derechos de autor del presente escrito.

Parte de la convocatoria de la Fundación Biodiversidad y financiado por la Unión Europea – NextGenerationEU. Sin embargo, las opiniones y visiones expresadas son de los autores del documento y no representan necesariamente las de los entes convocantes y financieros. Por lo tanto, ni la Unión Europea ni la entidad convocante pueden ser responsabilizadas por estas.



Índice

1. Introducción	5
2. Contexto y alcance de la capacitación	5
3. Objetivos de aprendizaje	6
4. Perfil de las personas participantes	6
5. Metodología de la capacitación	7
5.1. Duración y organización.....	7
5.2 Secuencia formativa.....	8
5.3 Rol del personal formador	8
5.4 Evaluación de la capacitación	9
6. Descripción del sistema de ordeño móvil	9
7. Procedimiento operativo estándar (SOP)	10
7.1. Preparación del punto de ordeño.....	10
7.2. Puesta en marcha del equipo	10
7.3. Rutina de ordeño	11
7.4. Limpieza y desinfección	12
7.5. Mantenimiento preventivo.....	13
8. Bienestar animal, seguridad y bioseguridad	13
8.1. Bienestar animal	13
8.2. Seguridad laboral	14
8.3. Bioseguridad y sanidad	15
9. Resultados.....	15
9.1. Resultados relacionados con el ganado.....	15
9.2. Resultados relacionados con el sistema de ordeño móvil.....	16
10. Conclusiones	16
11. Referencias bibliográficas	18
ANEXO I. Checklist operativa de ordeño móvil (material de capacitación)	19
A. Preparación previa al ordeño	19
B. Operación durante el ordeño	19
C. Acciones posteriores al ordeño	19
D. Mantenimiento preventivo	19
ANEXO II. Especificaciones técnicas del remolque de ordeño móvil y de la sala de ordeño.....	20
1. Características generales del remolque.....	20



2. Dimensiones y estructura	20
3. Sala de ordeño	21
ANEXO III. Esquemas funcionales del sistema de ordeño móvil (Muny a Bosc).....	23
Esquema 1. Flujo de animales en el remolque de ordeño móvil.....	23
Esquema 2. Organización funcional del remolque	23
Esquema 3. Circuito básico de ordeño y leche	24
Esquema 4. Sistema de energía y agua.....	24
ANEXO IV. Imágenes Muny a Bosc.....	26



1. Introducción

El presente documento constituye el informe de capacitación técnica asociado a la puesta en marcha y operación de una ordeñadora móvil para pequeños rumiantes en sistemas extensivos y silvopastoriles, en el marco del proyecto OVIHUEC.DAT.

La capacitación tuvo como finalidad capacitar al personal responsable del rebaño comunal de Vilamòs en el uso autónomo, seguro y eficiente del sistema de ordeño móvil, mediante la transmisión de criterios técnicos, indicaciones operativas y protocolos de actuación necesarios para su correcta implantación en condiciones reales de ganadería extensiva, garantizando el bienestar animal y la calidad higiénico-sanitaria de la leche.

El proceso formativo se estructuró como una capacitación eminentemente práctica, combinando contenidos teóricos esenciales con prácticas en campo, e incluyó la preparación del punto de ordeño, el manejo del equipo, la aplicación de la rutina completa de ordeño, los procedimientos de limpieza y desinfección, el mantenimiento básico y la resolución de incidencias operativas. Como resultado, se logró una adaptación satisfactoria del personal y del rebaño, así como la correcta integración del sistema de ordeño móvil en un contexto de ganadería extensiva de montaña.

2. Contexto y alcance de la capacitación

La ganadería extensiva en zonas de montaña presenta condicionantes estructurales y operativos específicos, entre los que destacan la elevada movilidad del rebaño, la ausencia de infraestructuras fijas, la dispersión espacial de las áreas de aprovechamiento y la necesidad de compatibilizar la actividad productiva con objetivos de gestión ecosistémica. Estos factores limitan la implantación de sistemas convencionales de ordeño, diseñados mayoritariamente para explotaciones intensivas o semintensivas.

En este contexto, el enfoque formativo desarrollado se alinea con las estrategias europeas, estatales y autonómicas orientadas a reforzar la sostenibilidad ambiental, la viabilidad económica y el relevo generacional del sector primario, en coherencia con el Plan Estratégico Nacional de la Política Agrícola Común (PAC) 2023-2027 y con los objetivos del Pacto Verde Europeo, que reconocen el papel de la ganadería extensiva en la provisión de servicios ecosistémicos y en la transición hacia sistemas agroalimentarios más sostenibles.

El ordeño móvil se plantea, desde un punto de vista técnico, como una solución funcional y adaptable a los sistemas extensivos de montaña, al permitir mantener la movilidad del rebaño sin renunciar al aprovechamiento lácteo. Esta tecnología resulta compatible con la gestión activa del territorio, la reducción de cargas de combustible y la prevención del riesgo de incendios forestales, así como con la



obtención de leche de calidad y la diversificación económica mediante la producción de productos lácteos de proximidad.

El alcance de la capacitación abarca los siguientes ámbitos operativos:

- Puesta en marcha y configuración inicial del remolque de ordeño móvil.
- Operación diaria del sistema en condiciones reales de ganadería extensiva.
- Aplicación de protocolos de higiene, sanidad y bienestar animal.
- Ejecución de tareas de mantenimiento preventivo del equipo.
- Implementación de medidas de seguridad laboral y protección ambiental.

3. Objetivos de aprendizaje

La capacitación persiguió los siguientes objetivos formativos:

- Preparar y montar la ordeñadora móvil de forma autónoma en campo.
- Ejecutar una rutina completa de ordeño higiénico adaptada a sistemas extensivos.
- Mantener los parámetros básicos de funcionamiento de la máquina dentro de rangos seguros.
- Aplicar correctamente los protocolos de limpieza y desinfección del equipo y las instalaciones.
- Identificar incidencias frecuentes y aplicar medidas correctivas.
- Garantizar el bienestar animal durante el manejo y el ordeño.
- Aplicar medidas básicas de bioseguridad y seguridad laboral.

4. Perfil de las personas participantes

La capacitación se dirigió al personal directamente implicado en la gestión y operación del sistema de ordeño móvil, concretamente:

- El pastor responsable del rebaño comunal de Vilamòs, encargado del manejo diario del ganado, de la organización del pastoreo y de la ejecución del ordeño.



- Personal vinculado a la fase de producción láctea del proyecto, con responsabilidades en la recogida, manipulación higiénica y conservación de la leche.

El perfil de las personas participantes corresponde a personal de explotación ganadera en régimen extensivo de pequeños rumiantes, con experiencia acreditada en manejo animal en sistemas de montaña y ausencia de infraestructuras fijas, y con necesidad de formación específica en ordeño mecánico móvil y en la aplicación de protocolos asociados de higiene, bienestar animal y bioseguridad.

La capacitación se orientó a dotar a este personal de las competencias técnicas y operativas necesarias para la gestión autónoma del sistema, garantizando su correcta integración en un modelo de ganadería extensiva y silvopastoril y el cumplimiento de los requisitos normativos y sanitarios aplicables.

5. Metodología de la capacitación

La capacitación se estructuró con un enfoque operativo y aplicado, ajustado a las condiciones reales de explotación en sistemas extensivos y silvopastoriles, con el objetivo de garantizar la autonomía funcional del personal en la puesta en marcha, manejo y mantenimiento básico del sistema de ordeño móvil, conforme a los protocolos técnicos y sanitarios establecidos.

5.1. Duración y organización

Se recomienda que la capacitación asociada a la puesta en marcha de un sistema de ordeño móvil en ganadería extensiva se desarrolle a lo largo de varias jornadas, combinando formación teórica y práctica en condiciones reales de explotación.

La duración total orientativa de la capacitación debería situarse entre 12 y 16 horas, distribuidas de la siguiente manera:

- Formación teórica inicial, orientada a los fundamentos del ordeño mecánico en pequeños rumiantes, los principios de higiene y sanidad en la producción láctea y los criterios básicos de bienestar animal.
- Sesiones prácticas en la explotación, centradas en el montaje y puesta en marcha del remolque de ordeño móvil, el manejo del rebaño en contexto extensivo, la ejecución de la rutina completa de ordeño y la limpieza y desinfección del equipo.
- Ajustes técnicos y seguimiento, destinados al calibrado del sistema de ordeño, la verificación de los parámetros de funcionamiento y la resolución de incidencias operativas detectadas durante las prácticas.



Esta organización permite adaptar la capacitación a las condiciones reales de trabajo y facilitar la adquisición progresiva de competencias por parte del personal responsable.

5.2 Secuencia formativa

Se recomienda estructurar la secuencia formativa de manera progresiva y acumulativa, de forma que cada bloque de contenidos sirva de base para el siguiente y facilite la correcta asimilación de los procedimientos operativos.

La secuencia formativa recomendada incluye:

1. Introducción al sistema de ordeño móvil y análisis de sus ventajas operativas en sistemas de ganadería extensiva.
2. Identificación y conocimiento de los principales componentes del equipo y de su funcionamiento básico.
3. Preparación del punto de ordeño y organización del flujo de animales en entornos sin infraestructuras fijas.
4. Ejecución de la rutina completa de ordeño, incluyendo las fases previa, operativa y posterior.
5. Aplicación de los protocolos de limpieza, desinfección y mantenimiento preventivo del sistema.
6. Implementación de medidas de seguridad laboral, bioseguridad y protección ambiental.

Esta secuencia facilita la consolidación de los aprendizajes y reduce el riesgo de errores operativos en fases posteriores.

5.3 Rol del personal formador

Se recomienda que la capacitación sea impartida por personal técnico especializado, con experiencia demostrable en ordeño de pequeños rumiantes y en sistemas de ganadería extensiva y silvopastoril.

El personal formador debería asumir, como mínimo, las siguientes funciones:

- Demostración práctica de los procedimientos operativos asociados al sistema de ordeño móvil.
- Supervisión directa del personal durante las prácticas en campo.



- Identificación y corrección de errores, adaptando los protocolos al contexto específico del rebaño y de la explotación.
- Resolución de dudas técnicas y operativas, con el objetivo de garantizar la autonomía del personal capacitado.

5.4 Evaluación de la capacitación

La evaluación de la capacitación se realizó mediante observación directa del desempeño del personal durante las sesiones prácticas, complementada con la aplicación de listas de verificación operativas diseñadas específicamente para el sistema de ordeño móvil.

Estas listas de verificación permitieron comprobar, de forma sistemática, la capacidad del personal para ejecutar de manera autónoma y correcta los procedimientos establecidos, incluyendo la preparación del punto de ordeño, la rutina completa de ordeño, la limpieza y desinfección del equipo y la aplicación de las medidas de bienestar animal, higiene, bioseguridad y seguridad laboral.

El modelo de checklist utilizado durante la capacitación se incorpora como [ANEXO I](#), constituyendo una herramienta de apoyo a la evaluación, seguimiento y replicabilidad del proceso formativo.

6. Descripción del sistema de ordeño móvil

El sistema de ordeño móvil consiste en un remolque homologado y autónomo, diseñado específicamente para su uso en sistemas de ganadería extensiva y silvopastoril en zonas de montaña, donde no existen infraestructuras fijas de ordeño, todas las especificaciones se encuentran en el [ANEXO II](#).

El remolque integra los siguientes elementos funcionales:

- Sala de ordeño, equipada con un banco elevado que permite una correcta ergonomía del ordeño y un flujo unidireccional de los animales, optimizando los tiempos de trabajo y reduciendo situaciones de estrés.
- Sala limpia independiente, físicamente separada de la zona de animales, que alberga el tanque de refrigeración de la leche, el equipo de ordeño mecánico (bomba de vacío, motor y sistema de pulsación) y el sistema de agua caliente, garantizando las condiciones higiénico-sanitarias exigidas.
- Depósitos de agua potable, que aseguran la disponibilidad de agua para la limpieza y desinfección del equipo, y depósitos de recogida de aguas residuales, destinados a una gestión ambientalmente adecuada de los efluentes generados durante el proceso de ordeño.



- Sistema eléctrico polivalente, preparado para conexión a red, uso de grupo electrógeno y, de forma opcional, integración de sistemas de generación fotovoltaica con almacenamiento, lo que permite incrementar la autonomía energética del conjunto y su adaptación a entornos aislados.

El diseño del sistema permite su rápida instalación y retirada en campo, facilitando la movilidad del rebaño y la adaptación del ordeño a la disponibilidad estacional de recursos forrajeros, sin comprometer la calidad de la leche ni la seguridad de las personas trabajadoras.

El conjunto cumple la normativa vigente en materia de control de la leche cruda de oveja y cabra (*Real Decreto 753/2011*), así como los requisitos básicos de higiene, bienestar animal y separación de zonas sucia/ limpia, lo que permite su utilización en condiciones reales de montaña sin infraestructuras permanentes.

7. Procedimiento operativo estándar (SOP)

El presente procedimiento operativo estándar integra los protocolos técnicos, higiénico-sanitarios y de bienestar animal aplicados durante la capacitación y la operación del sistema de ordeño móvil, desarrollados a partir de la experiencia práctica y validados en condiciones reales de ganadería extensiva.

7.1. Preparación del punto de ordeño

Previamente a la instalación del remolque de ordeño móvil, se debe seleccionar un emplazamiento adecuado que garantice la seguridad, la operatividad y las condiciones higiénicas del proceso. A tal efecto, se recomienda:

- Seleccionar un terreno firme, estable y accesible, que permita el correcto posicionamiento y nivelación del remolque.
- Garantizar la disponibilidad de sombra, así como un buen drenaje, minimizando la presencia de polvo en condiciones secas y de barro en condiciones húmedas.
- Organizar de forma clara el flujo de entrada y salida de los animales, asegurando un recorrido unidireccional que facilite el manejo, reduzca tiempos de ordeño y minimice situaciones de estrés.

7.2. Puesta en marcha del equipo

Antes de iniciar el ordeño, se debe realizar una verificación completa del estado y funcionamiento del equipo, con el objetivo de prevenir incidencias técnicas y sanitarias. Esta fase incluye:



- Inspección visual del estado de mangueras, pezoneras, tubos y conexiones, comprobando la ausencia de grietas, suciedad o deterioro.
- Verificación del suministro energético (red eléctrica, grupo electrógeno o sistema autónomo) y del correcto funcionamiento del sistema de vacío y pulsación.
- Preparación higiénica del personal, asegurando el acceso a manos limpias, ropa de trabajo adecuada y condiciones básicas de higiene personal antes de iniciar el proceso.

7.3. Rutina de ordeño

Antes del ordeño

Antes de la entrada de los animales en la sala de ordeño, se deben aplicar las siguientes actuaciones:

- Acceder a la sala de ordeño con ropa y manos limpias, evitando la contaminación del entorno.
- Verificar el correcto funcionamiento del equipo, prestando especial atención a la presión de vacío, el estado de las pezoneras y la ausencia de ruidos anómalos.
- Comprobar que no existen restos de agua de limpieza del ordeño anterior en el circuito.
- Colocar el pienso en los comederos y preparar los sistemas de amarre.
- Identificar y separar los animales que no deben ordeñarse, incluyendo aquellos bajo tratamiento veterinario, con mamitis clínica o en fase de calostro.
- Limpiar las ubres con agua limpia y jabón neutro, únicamente cuando sea necesario.

Durante el ordeño

Durante la fase operativa del ordeño se deben aplicar las siguientes medidas:

- Realizar un control visual continuo de la leche, descartando aquella que presente alteraciones.
- Colocar correctamente las pezoneras, evitando entradas de aire que puedan afectar al sistema de vacío o a la salud mamaria.
- Evitar el sobre-ordeño, retirando las pezoneras cuando la ubre esté vacía.

- Aplicar el sellado post-ordeño de los pezones como medida preventiva frente a la mamitis.
- Filtrar la leche antes de su entrada en el tanque de refrigeración.

Después del ordeño

Una vez finalizado el ordeño, se deben llevar a cabo las siguientes actuaciones:

- Favorecer que los animales beban agua y evitar que se tumben inmediatamente tras el ordeño.
- Verificar que la leche alcanza una temperatura igual o inferior a 6 °C en las dos horas posteriores al ordeño.
- Proceder a la limpieza inmediata del equipo y de la sala de ordeño, aplicando los protocolos de limpieza y desinfección establecidos.

7.4. Limpieza y desinfección

La correcta limpieza y desinfección de las instalaciones, equipos y elementos asociados al ordeño es un requisito crítico para garantizar la calidad higiénico-sanitaria de la leche, la salud del rebaño y la durabilidad del equipamiento, especialmente en sistemas de ordeño móvil en entornos extensivos.

A continuación, se presenta el plan de limpieza y desinfección, estructurado por espacios, frecuencia y metodología, que debe aplicarse de forma sistemática tras cada jornada de ordeño y según las necesidades operativas del sistema.

Tabla 1: Plan de limpieza y desinfección del sistema de ordeño móvil.

Espacio	Frecuencia	Metodología	Responsable
Sala de ordeño	Diaria	Barrido de residuos y fregado con agua y desinfectante. Evitar humedad permanente	Ordeñador/a
Equipo de ordeño	Diaria	Enjuague con agua templada, lavado con detergente (>60 °C) y aclarado con agua fría	Ordeñador/a
Equipo de ordeño (ácido)	2–3 veces/semana	Limpieza con detergente ácido (>60 °C) y aclarado	Ordeñador/a
Tanque de enfriamiento	Tras cada recogida	Enjuague, lavado con detergente y aclarado	Responsable

Corrales	Según necesidad	Retirada total del lecho, desinfección y colocación de cama nueva	Ganadero/a
Bebederos y comederos	Diaria	Limpieza con material exclusivo	Ganadero/a
Almacenes de comida	Mensual	Orden y limpieza general	Ganadero/a

**La aplicación sistemática de este plan permite minimizar riesgos de contaminación microbiológica, prevenir patologías mamarias y asegurar el cumplimiento de los requisitos normativos en materia de producción de leche cruda de pequeños rumiantes.*

7.5. Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo del sistema de ordeño móvil es un elemento clave para garantizar su correcto funcionamiento, prevenir averías, prolongar la vida útil del equipamiento y mantener las condiciones higiénico-sanitarias exigidas para la producción de leche.

A tal efecto, se establecen las siguientes actuaciones mínimas de mantenimiento:

- Revisión diaria del equipo tras el ordeño, comprobando el estado general de pezoneras, tubos, mangueras, juntas y conexiones, así como la ausencia de fugas, obstrucciones o deterioros visibles.
- Sustitución periódica de los elementos de contacto con la leche, con una frecuencia mínima anual para pezoneras y tubos, o antes en caso de desgaste, deformación o deterioro.
- Control periódico del sistema de vacío y pulsación, verificando que los parámetros de funcionamiento se mantienen dentro de los rangos recomendados para pequeños rumiantes y ajustándolos en caso necesario.

La correcta aplicación de estas medidas contribuye a reducir el riesgo de incidencias técnicas y sanitarias, asegurar el bienestar animal durante el ordeño y preservar la eficiencia operativa del sistema.

8. Bienestar animal, seguridad y bioseguridad

8.1. Bienestar animal

Las prácticas de manejo y ordeño se diseñaron para minimizar el estrés de los animales, favorecer su adaptación progresiva al sistema y garantizar una correcta salud mamaria. Entre las principales medidas aplicadas destacan:



- Adaptación progresiva de los animales al remolque de ordeño y a los sistemas de amarre, evitando cambios bruscos en el manejo.
- Uso de flujo unidireccional de entrada y salida, reduciendo bloqueos y situaciones de aglomeración.
- Manejo tranquilo durante el ordeño, evitando gritos, golpes o estímulos estresantes.
- Disponibilidad de alimento en los comederos durante el ordeño para favorecer un comportamiento calmado.
- Prevención del sobre-ordeño mediante la retirada de pezoneras cuando la ubre se encuentra vacía.
- Aplicación sistemática del sellado post-ordeño como medida preventiva frente a la mamitis.
- Observación diaria del estado general del rebaño y detección precoz de posibles incidencias sanitarias.

Estas medidas permiten garantizar un ordeño compatible con el bienestar animal y adecuado a sistemas extensivos de montaña.

8.2. Seguridad laboral

La capacitación incluyó medidas específicas destinadas a prevenir riesgos laborales asociados al manejo animal y al uso de maquinaria en un entorno móvil. Entre ellas:

- Diseño del banco de ordeño con barras de protección, reduciendo el riesgo de codos durante el ordeño.
- Organización del flujo de animales para minimizar situaciones de riesgo durante la entrada y salida del remolque.
- Uso de ropa de trabajo adecuada y calzado antideslizante.
- Manipulación segura de productos de limpieza y desinfección, evitando el contacto con mucosas y la inhalación de vapores, especialmente durante la limpieza con agua caliente.
- Formación del personal en el uso seguro del equipo de ordeño y del sistema eléctrico.

Estas medidas contribuyen a crear un entorno de trabajo seguro, incluso en condiciones de movilidad y ausencia de infraestructuras fijas.



8.3. Bioseguridad y sanidad

La bioseguridad del sistema se basa en la aplicación de protocolos higiénico-sanitarios específicos, orientados a proteger la salud del rebaño y garantizar la calidad de la leche producida. Las principales actuaciones incluyen:

- Separación física entre la zona de ordeño y la sala limpia, conforme a la normativa vigente.
- Aplicación de protocolos de limpieza y desinfección del equipo, instalaciones y utensilios tras cada jornada de ordeño.
- Identificación y manejo diferenciado de animales con tratamiento veterinario, mamitis clínica o en periodo de calostro.
- Control regular de la temperatura de refrigeración de la leche.
- Implementación de un plan sanitario preventivo, acordado con el personal veterinario, que incluye control de mamitis, analíticas periódicas y programas de vacunación y desparasitación.
- Gestión adecuada de residuos, aguas residuales y subproductos, evitando impactos sobre el medio.

La integración de estas medidas garantiza un alto nivel de bioseguridad, compatible con la movilidad del sistema y con los requisitos normativos aplicables a la producción de leche cruda de pequeños rumiantes.

9. Resultados

La puesta en marcha del sistema de ordeño móvil y la capacitación asociada permitieron evaluar su funcionamiento en condiciones reales de ganadería extensiva de montaña, tanto desde el punto de vista del comportamiento y rendimiento del ganado como del desempeño técnico del sistema de ordeño.

9.1. Resultados relacionados con el ganado

La adaptación del rebaño al sistema de ordeño móvil fue progresiva y satisfactoria, observándose una mejora progresiva en el comportamiento de los animales durante la entrada, permanencia y salida del remolque de ordeño.

Tras las primeras sesiones, se redujeron los indicadores de estrés asociados al manejo, como bloqueos en la rampa, resistencia al amarre o conductas de inquietud durante el ordeño. La disponibilidad de alimento en los comederos y el flujo unidireccional de animales facilitaron la aceptación del sistema por parte del rebaño.



Las producciones obtenidas se consideran coherentes con el perfil del rebaño y el sistema extensivo, situándose en valores acordes a la edad y estado fisiológico de los animales. En el caso de cabras de primer parto, las producciones medias se situaron entre 0,8 y 1 litro por animal y día, mientras que en animales adultos se alcanzaron producciones cercanas a 1,5 litros diarios.

La correcta aplicación de la rutina de ordeño y de las medidas de bienestar animal contribuyó a mantener una adecuada salud mamaria, sin incidencias sanitarias relevantes durante el periodo de evaluación.

9.2. Resultados relacionados con el sistema de ordeño móvil

Desde el punto de vista técnico, el sistema de ordeño móvil presentó un funcionamiento estable tras el calibrado inicial realizado durante la fase de capacitación.

El equipo operó con una presión de vacío aproximada de 40 kPa y una frecuencia de pulsación en torno a 110 pulsaciones por minuto, parámetros adecuados para el ordeño de pequeños rumiantes en sistemas extensivos. Estos valores se mantuvieron estables durante el periodo de funcionamiento evaluado.

La capacitación permitió al personal responsable identificar y corregir incidencias operativas menores, principalmente relacionadas con el ajuste de pezoneras, el manejo del llenado del tanque de refrigeración y la aplicación de los protocolos de limpieza.

Asimismo, se constató la correcta aplicación de los procedimientos de limpieza, desinfección y mantenimiento preventivo, lo que contribuyó a garantizar la calidad higiénico-sanitaria de la leche y la durabilidad del equipamiento.

Como parte de los resultados técnicos, se dispone de evidencias gráficas del sistema en funcionamiento y del proceso de capacitación, incorporadas como material de verificación en los anexos correspondientes.

10. Conclusiones

La puesta en marcha del sistema de ordeño móvil, junto con la capacitación técnica asociada, ha permitido implantar un modelo de aprovechamiento lácteo compatible con la ganadería extensiva de montaña, superando las limitaciones derivadas de la ausencia de infraestructuras fijas y de la elevada movilidad del rebaño.

Los resultados obtenidos demuestran que el sistema de ordeño móvil es técnicamente viable, operativamente estable y adecuado al bienestar animal, permitiendo mantener la calidad higiénico-sanitaria de la leche y garantizando condiciones de trabajo seguras para el personal responsable.



La capacitación desarrollada ha sido determinante para la correcta implantación del sistema, facilitando la adquisición de competencias prácticas y la autonomía del personal en la gestión diaria del ordeño, la aplicación de los protocolos de higiene y bioseguridad y la resolución de incidencias operativas básicas.

Asimismo, el modelo presentado muestra un alto potencial de replicabilidad en otros territorios de montaña con características similares, contribuyendo a la diversificación productiva de las explotaciones extensivas, al refuerzo de su viabilidad socioeconómica y a la prestación de servicios ecosistémicos asociados a la gestión activa del territorio.

En conjunto, la actuación se alinea con los objetivos de sostenibilidad ambiental, transición ecológica y bioeconomía en el medio rural, constituyendo una experiencia demostrativa transferible para contextos de ganadería extensiva en zonas de montaña.



11. Referencias bibliográficas

Las siguientes referencias bibliográficas proceden del documento original del proyecto y enmarcan la capacitación realizada dentro de las políticas públicas, estrategias sectoriales, compromisos ambientales y normativa aplicable al sector de la ganadería extensiva y la producción de leche de pequeños rumiantes:

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA). ****Plan Estratégico Nacional de la Política Agrícola Común (PEPAC) 2023-2027****. Disponible en: <https://www.mapa.gob.es> y <https://www.redpac.es>

Comisión Europea. ****Pacto Verde Europeo (European Green Deal)****. Disponible en: <https://commission.europa.eu>

Naciones Unidas. ****Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)****. Disponible en: <https://www.un.org/ODS>

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO). ****Convenio sobre la Diversidad Biológica****. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es>

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). ****Acuerdo de París sobre el Clima****. Disponible en: <https://unfccc.int>

Generalitat de Catalunya. ****Pla Estratégic de la Ramaderia Extensiva a Catalunya 2021-2030****. Disponible en: <https://ruralcat.gencat.cat>

ARCC - Associació de Ramaders de Cabrum de Catalunya. Información institucional y técnica. Disponible en: <https://arcc.cat>

ACREFA - Associació Catalana de Ramaders i Elaboradors de Formatge Artesà. Información institucional y técnica. Disponible en: <https://acrefa.cat>

Escola de Pastors de Catalunya. Programas formativos y documentación técnica. Disponible en: <https://escoladepastorsdecatalunya.cat>

Ramats de Foc. Proyecto de gestión del territorio y prevención de incendios mediante ganadería extensiva. Disponible en: <https://www.ramatsdefoc.org>

España. ****Real Decreto 753/2011, de 27 de mayo****, por el que se regula el control del sector de la leche cruda de oveja y cabra. Boletín Oficial del Estado. Disponible en: <https://www.boe.es>

Agència Catalana de Seguretat Alimentària (ACSA). ****Guía de documentos y buenas prácticas en higiene alimentaria****. Disponible en: <https://acsat.gencat.cat/ca/Publicacions/guies-i-documents-de-bones-practiques/>



ANEXO I. Checklist operativa de ordeño móvil (material de capacitación)

El presente anexo forma parte del material utilizado durante la capacitación y sirve como herramienta práctica para garantizar la correcta aplicación de los procedimientos operativos en condiciones reales de ganadería extensiva.

A. Preparación previa al ordeño

Antes de iniciar el ordeño, el personal capacitado debe verificar que el punto de trabajo y el equipo cumplen las condiciones mínimas de seguridad, higiene y operatividad. Esto incluye la correcta ubicación del remolque en un terreno firme y estable, la disponibilidad de agua potable y agua caliente (mínimo 60 °C), la verificación de la fuente de energía y la inspección visual completa del equipo de ordeño (pezoneras, tubos, juntas y conexiones). Asimismo, se debe preparar el manejo de los animales, colocando el pienso en los comederos, ajustando los amarres y separando previamente los animales que no deben ordeñarse (tratamientos veterinarios, calostro o mamitis).

B. Operación durante el ordeño

Durante el ordeño, se debe garantizar un manejo tranquilo de los animales, evitando gritos o golpes. El ordeñador debe observar visualmente la leche de cada animal, asegurar la correcta colocación de las pezoneras y retirar el equipo cuando la ubre esté vacía para evitar el sobre-ordeño. Se debe aplicar el sellado post-ordeño de los pezones y filtrar la leche antes de su entrada en el tanque de refrigeración.

C. Acciones posteriores al ordeño

Una vez finalizado el ordeño, se debe favorecer que los animales beban agua y no se tumben inmediatamente. El personal debe comprobar que la leche alcanza una temperatura igual o inferior a 6 °C en las dos horas posteriores. A continuación, se realiza la limpieza inmediata del circuito de ordeño, la sala y la plataforma, aplicando los protocolos de detergente básico y ácido según la frecuencia establecida, y gestionando adecuadamente las aguas residuales.

D. Mantenimiento preventivo

El mantenimiento incluye la revisión diaria del estado general del equipo, el control del sistema de vacío y pulsación, la limpieza de filtros y la planificación de la sustitución anual de pezoneras y tubos de leche. Estas acciones fueron explicadas y practicadas durante la capacitación.



ANEXO II. Especificaciones técnicas del remolque de ordeño móvil y de la sala de ordeño

El presente anexo recoge las especificaciones técnicas del remolque de ordeño móvil y de los espacios funcionales que lo integran, conforme al diseño implementado y validado en el marco del proyecto. Su objetivo es servir como documentación técnica de referencia para la verificación, replicabilidad y correcta comprensión del sistema.

1. Características generales del remolque

- Tipo de remolque: Remolque homologado para uso ganadero.
- Masa Máxima Autorizada (MMA): 3.500 kg.
- Chasis: Chasis completamente galvanizado por inmersión, apto para condiciones de humedad y uso en exteriores.
- Ejes:
 - 2 ejes con freno, capacidad de carga de 1.800 kg por eje.
- Sistema de enganche:
 - Enganche con freno de inercia homologado para 3.500 kg.
- Ruedas:
 - 4 ruedas 195 R14 C 106R (capacidad de carga 950 kg/unidad).
 - 1 rueda de recambio de las mismas características.
- Estabilización:
 - 4 pies estabilizadores para nivelación del remolque durante el ordeño.

2. Dimensiones y estructura

- Dimensiones exteriores del remolque:
 - Longitud: 6.000 mm
 - Anchura: 2.440 mm
 - Altura: 2.630 mm



- Caja exterior:
 - Dimensiones: 4.500 × 2.400 × 2.040 mm
 - Estructurada en dos compartimentos independientes: sala de ordeño y sala limpia.
- Materiales constructivos:
 - Panel sándwich de 25 mm de espesor, con capacidad aislante superior al estándar de 30 mm.
 - Doble techo preparado para la instalación de placas solares y para soportar carga de nieve.
 - Suelo de tablero finlandés naval de 12 mm, recubierto con laminado antibacteriano y antideslizante (clase II), completamente sellado e impermeable.

3. Sala de ordeño

- Dimensiones interiores:
 - 2.960 × 2.350 × 2.000 mm (alto).
- Equipamiento principal:
 - Banco de ordeño elevado, diseñado para mejorar la ergonomía del ordeño.
 - Mesa regulable en altura con 9 puntos de amarre para ovino y caprino, con posibilidad de configuración reversible según el sentido de acceso de los animales.
 - Barras de protección desmontables y ajustables para mejorar la seguridad y el bienestar animal.
 - Rampas de acceso y salida, que permiten un flujo unidireccional de animales.
- Accesos y aberturas:
 - Puerta-rampa lateral para acceso de los animales.
 - Rampa posterior de salida.
 - Ventana lateral para suministro de alimento a los comederos.



ANEXO III. Esquemas funcionales del sistema de ordeño móvil (Muny a Bosc)

Los siguientes esquemas funcionales se incorporan como material técnico de apoyo a la capacitación, basados en el diseño y funcionamiento del sistema de ordeño móvil *Muny a Bosc*, desarrollado y validado en el marco del proyecto *Ramats de Foc*.

Su finalidad es facilitar la comprensión operativa del sistema, en particular en lo relativo al flujo de entrada y salida de los animales, el circuito de ordeño y de la leche, y la organización funcional interna del remolque, contribuyendo a la correcta aplicación de los procedimientos operativos y a la replicabilidad del modelo.

Esquema 1. Flujo de animales en el remolque de ordeño móvil

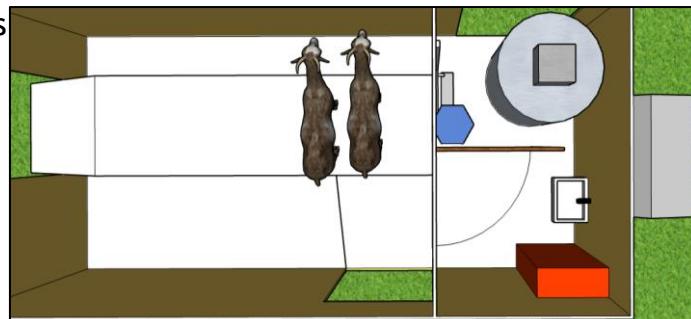


Esquema 2. Organización funcional del remolque

Zona 1: Sala de ordeño

Figura 1: Esquema organización del remolque

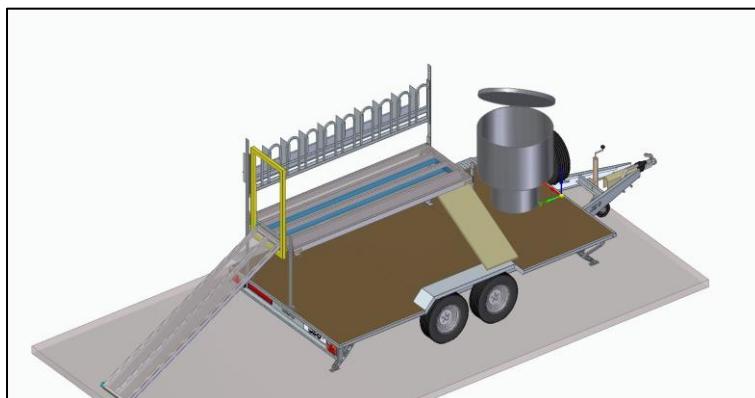
- Banco elevado con amarres ajustables
- Pasarela de alimentación
- Rampas de entrada y salida



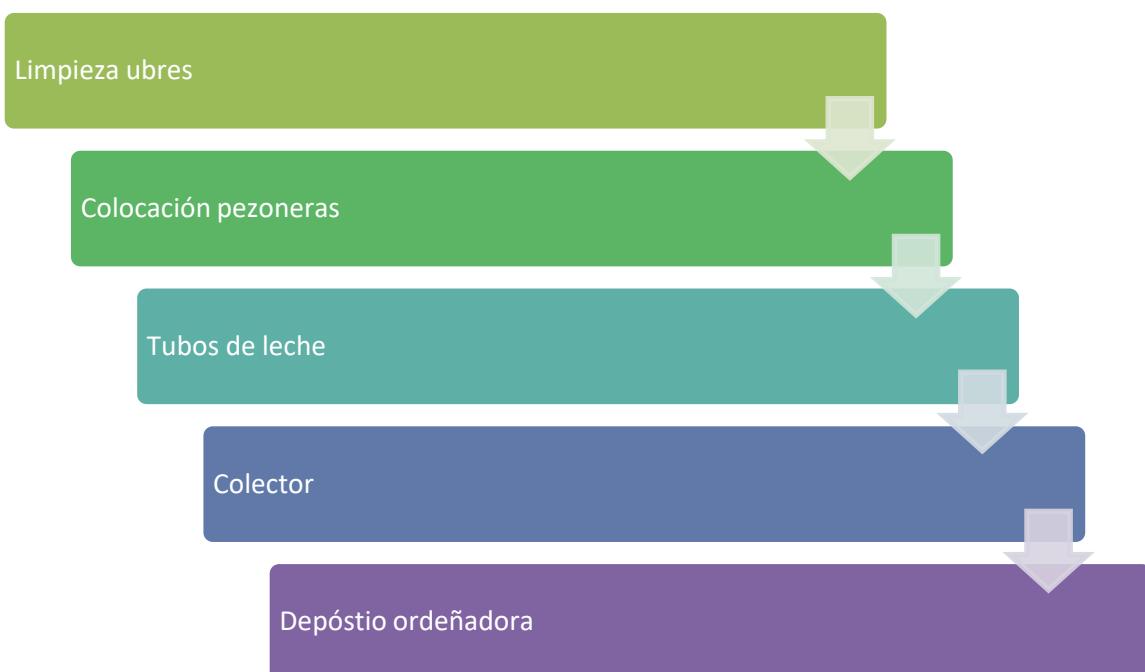
Zona 2: Sala limpia

- Tanque de refrigeración de leche
- Equipo de ordeño (bomba de vacío, motor, pulsadores)
- Fregadero y calentador de agua
- Armario de productos de limpieza y desinfección

Figura 2. Croquis remolque - sala de ordeño.



Esquema 3. Circuito básico de ordeño y leche



Esquema 4. Sistema de energía y agua

Sistema energético

El sistema de ordeño móvil dispone de un sistema eléctrico polivalente, preparado para su funcionamiento mediante conexión a red eléctrica, grupo electrógeno externo o mediante un sistema autónomo de generación fotovoltaica con almacenamiento, en función de la disponibilidad energética del emplazamiento.

El sistema fotovoltaico (opcional) está compuesto por cuatro placas solares de 360 W y 24 V, instaladas en el techo del remolque, dos baterías de litio de 48 V y un convertidor inteligente tipo Multiplus 48/3000, que permite la conversión a 220 V para el suministro eléctrico del conjunto. Este sistema permite alimentar los



principales consumos del remolque, incluyendo el equipo de ordeño, el tanque de refrigeración de la leche, el calentador de agua y el alumbrado interior y exterior, incrementando la autonomía operativa del sistema en entornos sin acceso a red eléctrica.

Sistema de agua

El remolque incorpora un depósito de agua potable de 300 litros, que garantiza la autonomía necesaria para las tareas de limpieza y desinfección del equipo y de las instalaciones. El circuito hidráulico incluye un calentador de agua de 100 litros, que permite alcanzar temperaturas iguales o superiores a 60 °C, un depósito interior auxiliar de 50 litros destinado al lavado de manos y utensilios, los distintos puntos de limpieza del sistema y un sistema de recogida de aguas residuales para la gestión controlada de los efluentes generados, evitando vertidos directos al medio.

La definición detallada de los sistemas energético e hidráulico facilita la comprensión técnica del funcionamiento integral del sistema, permite evaluar su autonomía, eficiencia y adecuación a contextos aislados, y contribuye a reforzar los contenidos impartidos durante la capacitación, favoreciendo la replicabilidad del modelo de ordeño móvil en otros territorios de montaña, especialmente en sistemas de ganadería extensiva sin infraestructuras fijas.

ANEXO IV. Imágenes Muny a Bosc

Figuras 3 y 4. Máquina de ordeño





Figura 5. Tanque de almacenamiento de leche cruda.





Figuras de la 6 a la 13. Estructura remolque.



