

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD
DEL CUSCO**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA



DISEÑO DE ESTABLO LECHERO (VACAS EN PRODUCCION) EN UN SISTEMA DE PRODUCCION CON ESTABULACION LIBRE EN EL FUNDO 'SORAPAMPA' CUIPI – MELGAR – PUNO.

Tesis presentada por el Bachiller en Ciencias Agrarias.
JAIME HITLER CARBAJAL CHAHUASONCO
Para optar al Título Profesional de Ingeniero Zootecnista.

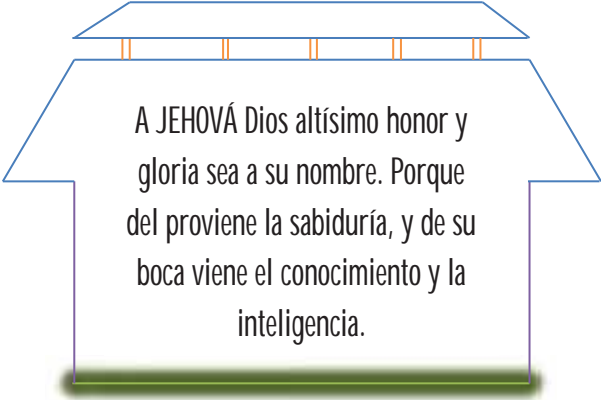
ASESOR:

Ing. M. Sc. ABRAHAM MACHACA MAMANI

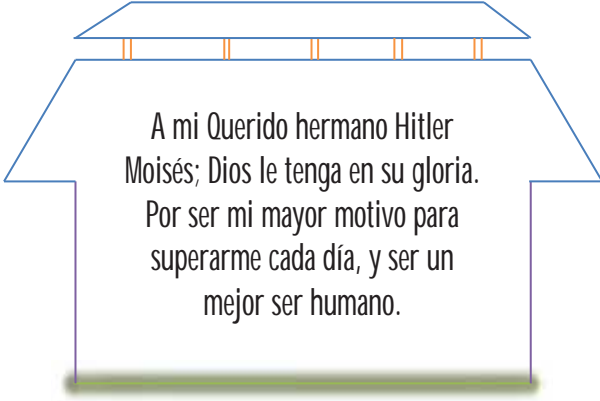
K'AYRA - CUSCO - PERU

2016

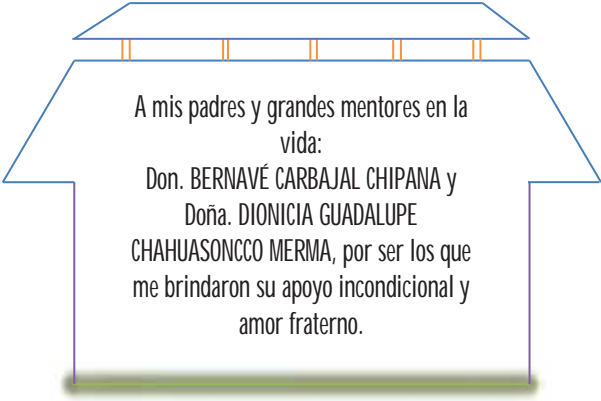
DEDICATORIA



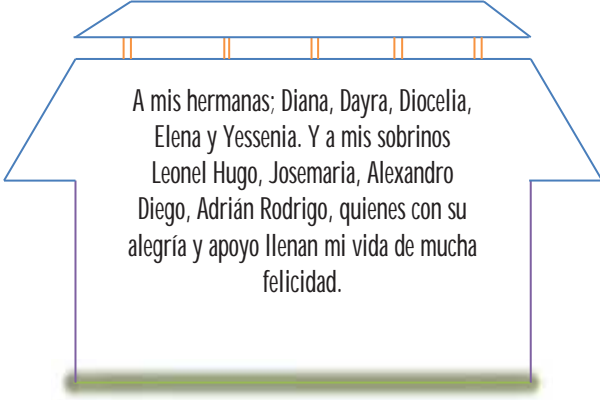
A JEHOVÁ Dios altísimo honor y gloria sea a su nombre. Porque del proviene la sabiduría, y de su boca viene el conocimiento y la inteligencia.



A mi Querido hermano Hitler Moisés; Dios le tenga en su gloria. Por ser mi mayor motivo para superarme cada día, y ser un mejor ser humano.



A mis padres y grandes mentores en la vida:
Don. BERNAVÉ CARBAJAL CHIPANA y
Doña. DIONICIA GUADALUPE
CHAHUASONCCO MERMA, por ser los que me brindaron su apoyo incondicional y amor fraterno.





A mis hermanas; Diana, Dayra, Diocelia, Elena y Yessenia. Y a mis sobrinos Leonel Hugo, Josemaria, Alexandro Diego, Adrián Rodrigo, quienes con su alegría y apoyo llenan mi vida de mucha felicidad.


AGRADECIMIENTO


Me permito en mostrar mis más sinceros muestras de agradecimiento:


A la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, mi alma mater y de la cual siempre estaré orgulloso.


 A todos los docentes de la carrera profesional de Zootecnia, por ser los que me incentivaron a seguir adelante y poder contribuir así; a mi nación y al mundo.

 Al Ing. M. Sc. Abraham Machaca Mamani, por su colaboración trascendental y apoyo constante en calidad de Asesor de Tesis.

 A mis dictaminantes, que con sus acertados consejos, agregaron un valor incalculable para la culminación de dicho trabajo; ing. Roberto Loaiza Miranda y Ing. David Castro Cáceres.

 Al Dr. Gilbert Alagón, por sus acertados comentarios, quien me inspiro para iniciar este trabajo de tesis.

 A todo el personal administrativo de la FAZ Kayra, Al Sr Mario, Sr Elías, Sr Javier, Sr Damián; quienes me brindaron comprensión y apoyo.

 A mis compañeros y amigos del código 2006 – I y el Circulo de Estudios „PURIQ“, Héctor, Alex, Clinton, Lex, Dante, Olga Paisano, Magaly, Eliana, quienes me acompañaron durante difíciles y gratos momentos durante la vida Universitaria. A todos ustedes GRACIAS!!!!

CONTENIDO

AGRADECIMIENTO	1
CONTENIDO	II
INDICE DE TABLAS	IV
INDICE DE FIGURAS	V
RESUMEN.....	VI
INTRODUCCION.....	VII
CAPITULO I.....	1
OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN.....	1
1.1. OBJETIVOS	1
1.1.1. Objetivo general.....	1
1.1.2. Objetivos específicos	1
1.2. JUSTIFICACION	2
CAPITULO II.....	3
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 ANTECEDENTES	3
2.1.1 Establo modelo andino para vacas lecheras criadas en sierra alta	3
2.1.1.1 Propuesta del Proyecto Lechero Cachi Alto “Establo Modelo Andino”.....	3
2.1.2. Cobertizo multifuncional para ganado vacuno (Mini establo).....	6
2.1.2.1. Principales criterios a tener en cuenta para construir un cobertizo multifuncional	6
2.1.2.2. Superficie total y dimensiones del cobertizo.....	7
2.1.2.3. Zona de descanso.....	8
2.1.2.4. Zona de comedero	9
2.1.2.5. Bebedero	10
2.2. ALOJAMIENTO PARA GANADO VACUNO	11
2.3. PRINCIPIOS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ALOJAMIENTOS.....	12
2.3.1. Ubicación de la granja.....	12
2.3.2. Ubicación de la parcela	14
2.3.3. Otros aspectos constructivos	14
2.3.3.1. Saneamientos del terreno y evacuación de aguas pluviales	14
2.3.4. Alojamiento y bienestar	15
2.3.5. Lotificación del rebaño	16
2.4. SUELOS DE LOS ALOJAMIENTOS	16
2.4.1. Preparación de suelos hormigonados	16
2.4.2. Suelos emparrillados.....	17
2.4.3. Interés del uso de suelos blandos de goma cubriendo el piso en los establos ...	17
2.4.3.1. Influencia de suelos duros y blandos en el bienestar y comportamiento animal .	17
2.5. TIPOLOGIA DE ALOJAMIENTOS EN VACUNO LECHERO	18
2.5.1. Tipos de instalaciones.....	18
2.6. DISEÑO DE LOS CUBICULOS.....	21
2.6.1. Dimensionamiento del espacio de descanso.....	21
2.6.2. Elementos y dimensiones del cubículo.....	24
2.6.2.1 Elementos del cubículo	24

2.7. COMEDEROS: CRITERIOS BÁSICOS EN EL DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y MANEJO.....	26
2.7.1. Espacio disponible por animal.....	26
2.7.2. Cornadizas.....	26
2.8. BEBEDEROS: CRITERIOS PARA EL DISEÑO, DIMENSIONAMIENTO Y UBICACIÓN.....	26
2.8.1. Dimensionamiento	27
2.8.2. Ubicación	27
2.8.3. Colocación del bebedero.....	27
2.8.4. Abrevaderos, parte esencial de una granja lechera.....	27
2.8.4.1 Números de abrevaderos y metros lineales de abrevadero.....	28
2.8.4.2. Diseño de los bebederos.....	28
2.8.4.3. Situación de los abrevaderos	28
2.8.4.4 Altura	28
2.8.4.5 Material	29
2.9. COMPORTAMIENTO DEL GANADO.....	29
2.10. DISEÑO DEL CENTRO DE ORDEÑO	30
2.10.1. Criterios generales de elección	30
2.10.1.1.....Criterios de elección	31
4.10.2. Salas en espina de pescado	31
4.10.2.1 Línea media o línea baja	32
CAPITULO III.....	35
MATERIALES Y METODOS	35
3.1. AMBITO DE ESTUDIO	35
3.1.1. Ubicación política y geográfica.....	35
3.1.2. Características climáticas y ambientales.....	35
3.2. MATERIALES Y EQUIPO.....	36
3.2.1. Materiales de gabinete	36
3.2.2. Equipos.....	36
3.2.3. Software usado	36
3.2.4. Tamaño de Hato Estabilizado.....	36
3.3. METODOS	37
3.3.1. PARA EL DISEÑO ARQUITECTONICO DE ESTABLO LECHERO (VACAS EN PRODUCCIÓN) EN UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN CON ESTABULACIÓN LIBRE PARA CONDICIONES DE ALTURA.....	37
3.3.1.1. Para el cálculo de las dimensiones, superficie total disponible y altura del alojamiento	37
3.3.2. Para el diseño sala de ordeño.....	40
CAPITULO IV	41
RESULTADOS Y DISCUSION.....	41
4.1. DISEÑO ARQUITECTONICO DE UN ESTABLO LECHERO (VACAS EN PRODUCCIÓN) EN UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN CON ESTABULACIÓN LIBRE PARA PARA CONDICIONES DE ALTURA	41
4.1.1. Calculo de las dimensiones, superficie total disponible y altura del alojamiento.....	41
4.1.1.1. Dimensiones de la superficie total y la altura del alojamiento.....	41

4.1.1.2. Descripción de los planos arquitectónicos.....	43
4.1.2. Diseño de los cubículos	51
4.1.3. Diseño de los comederos.....	56
4.1.4. Diseño de los bebederos.....	59
4.1.5. Piso del alojamiento	62
4.2. DISEÑO SALA DE ORDEÑO	64
4.2.1 Descripción de los planos arquitectónicos.....	64
CONCLUSIONES	70
RECOMENDACIONES.....	72
BIBLIOGRAFÍA.....	73
ANEXOS.....	75
ANEXO A.....	75
ANEXO B.....	76

INDICE DE TABLAS

Tabla 01.- Tiempo (horas/día) que la vaca dedica a diversas actividades.	15
Tabla 02.- Estructura poblacional equilibrada.	16
Tabla 03.- Ventajas en inconvenientes de dos disposiciones espaciales de los cubículos	22
Tabla 04.- Ejemplo de dimensiones de una vaca adulta y proporciones entre ellas	24
Tabla 05. Formato para calcular las dimensiones de un cubículo.	39
Tabla 06.- Aspectos constructivos y de instalaciones a tomarse en cuenta	42
Tabla 07.- Capacidad de uso de la zona de Cubículos	43
Tabla 08.- Capacidad de uso de corrales dentro del Alojamiento	44
Tabla 09.- Número de plazas de comedero y bebedero por corral	45
Tabla 10.- Numero de pasillos dentro del alojamiento	45
Tabla 11.- Calculo de las dimensiones del cubículo	51
Tabla 12.- Determinación ancho del cubículo	53
Tabla 13.- Calculo del espacio lineal de comedero	56
Tabla 14.- Dimensiones del comedero para vacas en producción	56
Tabla 15.- Distribución de espacios sala de ordeño	64
Tabla 16.- Cuadro de vanos, ventanas sala de ordeño	64
Tabla 17.- Cuadro de vanos, puertas sala de ordeño	64
Tabla 18.- Características constructivas, comedero en sala de ordeño	65

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 01.</i> Esquema distribución de elementos del 'Establo modelo andino'	3
<i>Figura 02.</i> Zona de descanso	4
<i>Figura 03.</i> Vista de comedero y bebederos	5
<i>Figura 04.</i> Puesto de ordeño para 2 vacas	5
<i>Figura 05.</i> Orientación del miniestablo respecto a sol y los vientos dominantes	7
<i>Figura 06.</i> Distribución en planta de cobertizo multifuncional	8
<i>Figura 07.</i> Cobertizo multifuncional no se le da el uso debido, aquí para almacenar heno	8
<i>Figura 08.</i> Comedero en corte acotada	9
<i>Figura 09.</i> Vista lateral comedero fecha actual	9
<i>Figura 10.</i> Esquema de bebedero vista lateral	10
<i>Figura 11.</i> Detalle de bebedero debidamente acotada	10
<i>Figura 12.</i> Bebedero estado actual en desuso	10
<i>Figura 13.</i> Criterios que se deben considerar al diseñar	11
<i>Figura 14.</i> En la imagen de la izquierda se observa como la vaca al pisar sobre suelo duro concentra todo su peso en la pezuña externa	17
<i>Figura 15.</i> Medidas que se consideran para el diseño de cubículos	25
<i>Figura 16.</i> Longitud de la huella que marca la vaca en el suelo cuando está echada	25
<i>Figura 17.</i> Elementos del cubículo para vacunos	26
<i>Figura 18.</i> Nivel de percepción por parte de la vaca	31
<i>Figura 19.</i> Ubicación del fundo Sorapampa-Melgar-Puno	35
<i>Figura 20.-</i> Dimensiones recomendadas para cubículo	38
<i>Figura 21.</i> Esquema que sirvió de modelo para diseñar el comedero y cornadiza	40
<i>Figura 22.</i> Esquema vista en planta, dimensiones Largo x Ancho del alojamiento	42
<i>Figura 23.</i> Esquema que sirvió para diseñar los cubículos	51
<i>Figura 24.</i> Esquema de cubículo acotada para vacas primerizas en producción	51
<i>Figura 25.</i> Esquema de un cubículo para vacas adultas en producción	52
<i>Figura 26.</i> Disposición cabeza con cabeza vista tridimensional	54
<i>Figura 27.</i> Esquema que sirvió de modelo para diseñar el comedero y cornadiza	56
<i>Figura 28.</i> Vista frontal de comedero para vacas en producción	56
<i>Figura 29.</i> Sección acotada de comedero para vacas en producción	57
<i>Figura 30.</i> Sección acotada de comedero, con distancias recomendadas	57
<i>Figura 31.</i> Comedero tipo festón vista tridimensional	57
<i>Figura 32.</i> Detalle de bebedero vista planta y corte A-A'	59
<i>Figura 33.</i> Detalle de comedero en corte, respectivamente acotada	59
<i>Figura 34.</i> Detalle de bebedero en corte transversal	60
<i>Figura 35.</i> Vista en 3D, así luciría el bebedero en una circunstancia real	60
<i>Figura 36.</i> Ranurado longitudinal de piso para evitar accidentes	62
<i>Figura 37.</i> Las vacas se sienten más cómodas sobre el suelo de goma	62

RESUMEN

En la presente Tesis se ha propuesto un diseño arquitectónico de establo lechero (Vacas en producción) en un sistema de producción con estabulación libre en el fundo 'Sorapampa' Cupi – Melgar Puno; en el cual se calculó las dimensiones superficie total disponible y altura del alojamiento. Del mismo modo se diseñó y calculó las dimensiones de cubículos, espacio lineal y tipo de cornadiza de comedero, dimensiones de los bebederos, tipo de piso y una sala de ordeño automatizada.

Se elaboró el diseño para una población de 112 vacas Brown swiss; los cuales fueron lotificados por edad y nivel de producción, así, de dos años 36 vacas. De tres años a más: 28 vacas de alta producción, 24 vacas de media producción, 24 en baja producción. De otro lado los planos arquitectónicos fueron elaborados íntegramente en el *software* de diseño AutoCAD versión 2015 y el modelado 3D en el *software* de modelado, renderización y animación 3DStudio MAX versión 2015

Se realizaron los cálculos superficie total y altura del alojamiento basados en las formulas propuestas por Callejo, por otro lado, para el diseño y cálculo de las dimensiones del cubículo se estimó a partir de las medidas altura a la grupa y ancho del coxis y un modelo patrón de cubículo propuesta por Callejo.

Para determinar el espacio lineal y tipo de cornadiza del comedero se estimó a partir de la fórmula propuesta por la Asociación americana de ingenieros agrónomos. Asimismo para diseñar y calcular las dimensiones del bebedero se basó en las recomendaciones citadas por la ABEREKIN. Para estimar el tipo de piso se basó en las recomendaciones dadas por Callejo, Gonzales y Zandio. Para el diseño de sala de ordeño se tomaron en cuenta las recomendaciones citadas por Callejo y Majano. El establo lechero está proyectada para albergar 112 vacas en estabulación libre con cuatro filas de cubículos; en su interior está se divide en cuatro corrales y estas a la vez cuentan con pasillos de circulación, pasillo de alimentación, zona de descanso y bebedero. La altura y dimensiones del alojamiento calculadas acorde a las necesidades de área y espacio por animal recomendado.

Palabras Claves: Establo, Cubículos, Estabulación libre, Sala de ordeño.

INTRODUCCION

Una instalación moderna de producción de leche debe permitir expresar a la vaca todo su potencial productivo, y por ello, este lugar, que es donde las vacas comen, descansan, beben y se relacionan entre sí, debe tener como primer propósito, la protección del animal. Su cumplimiento depende directamente del diseño de la instalación (Callejo, 2009). Esto indica que para hacer competitiva y eficiente la producción lechera en zonas de altura, es necesaria intensificar, ya que en estos últimos veinte años, es una realidad incuestionable. De esta manera la presente tesis, pretende exponer los principios generales que deben regir en un diseño de alojamiento para vacuno lechero desde el punto de vista del bienestar, sin entrar en otras consideraciones como el del tipo económico.

En el presente estudio la problemática se resume en animales de alta calidad genética son mantenidas a la intemperie y predispuestas a los eventos climáticos extremos. Como; precipitaciones sólidas¹, corrientes de aire frío, precipitaciones intensas, heladas y radiación solar excesiva en otoño e invierno, estos incidentes provocan que la producción este limitada por el clima. Es evidente entonces que estos factores desencadenen procesos estresantes en el animal afectando su producción. Ante la situación planteada, urge la necesidad de sugerir un nuevo diseño, a partir de modelos existentes y adaptarlas a nuestro medio.

A manera de resumen final, en el proyecto se ven aspectos relacionados con el diseño de cubículos, comederos, bebederos, pisos y sala de ordeño. Sobre la base de las consideraciones anteriores se propone, un **Diseño de establo lechero (Vacas en producción) en un sistema de producción con estabulación libre en el fundo Sorapampa Cupi – Melgar – Puno.**

Creando que con el resultado final obtenido, repercuta positivamente en los actuales sistemas de producción lechera en zonas de altura. Pudiéndose replicar el modelo en granjas vecinas a nuestra región, y servir de a la hora de diseñar un alojamiento para vacas en producción en zonas de altura.

¹ Precipitaciones sólidas. Son consideradas así, las granizadas y nevadas muy recurrentes en las zonas alto-andinas.

CAPITULO I

OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo general

- Proponer un diseño arquitectónico de establo lechero (Vacas en producción) en un sistema de producción con estabulación libre en el fundo 'Sorapampa' Cupi – Melgar - Puno.

1.1.2. Objetivos específicos

- Calcular las dimensiones, superficie total disponible y altura del alojamiento.
- Diseñar y calcular las dimensiones del cubículo.
- Determinar el espacio lineal y tipo de cornadiza del comedero.
- Diseñar y calcular las dimensiones de los bebederos.
- Determinar el tipo de piso.
- Diseñar una sala de ordeño.

1.2. JUSTIFICACION

En términos generales en la zona alto andina el ganado lechero Brown swiss es el de mayor importancia, debido a los buenos resultados obtenidos en su explotación, comparado con el ganado criollo. Hoy en día con la aplicación de biotecnología reproductiva se ha logrado incrementar notoriamente la producción lechera a 1 237 kg/vaca/año en un sistema extensivo, 5 500 kg/vaca/año en un sistema de semi-confinamiento y 8 000kg/vaca/año en confinamiento (PROLECHE, 2008). En consecuencia estos animales son más exigentes en sus requerimientos de espacio (instalaciones) y confort. Dado que, el bienestar no se limita a una alimentación y manejo adecuados; sino, que empieza en el propio diseño y concepción de la explotación en su conjunto (Callejo, 2009). El ganado lechero responde a factores de buenas condiciones con lo que se logran altas producciones, persistencia en el pico de producción, y en consecuencia aumento en la rentabilidad. Y con malas condiciones, caída de la producción y la rentabilidad baja. En este entender las instalaciones juegan un rol fundamental en las explotaciones lecheras actuales, maximizando la producción, minimizando los gastos en el personal y de equipos.

CAPITULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 ANTECEDENTES

2.1.1 Establo modelo andino para vacas lecheras criadas en sierra alta

En la Micro cuenca de Allpachaka (Región-Ayacucho) el modelo de crianza tradicional sin protección contra, lluvias, vientos fríos y durmiendo sobre el barro (mezcla de tierra, estiércol y agua) no satisface los requerimientos mínimos del ganado lechero. El ganado gasta energía durante la noche para calentarse, este gasto de energía ocasiona la reducción considerable de la producción diaria de leche y perjudica la salud y el bienestar del animal. Hay un deficiente manejo del ganado, sin oportunidad de higiene en las prácticas de ordeño, ambiente insalubre para el ganadero y poco aprovechamiento del purín y del estiércol (Pro leche, 2011).

2.1.1.1 Propuesta del Proyecto Lechero Cachi Alto “Establo Modelo Andino”

El Proyecto Lechero Cachi Alto (PLCA), dentro de su componente Manejo de Ganado y Sanidad ha construido establos pilotos por los graves efectos negativos arriba mencionados que ocasionan al animal en una crianza tradicional de corrales abiertos. Se construyeron 2 establos pilotos en la comunidad de Cusibamba para observar su manejo con el ganado de la altura (Pro leche, 2011).

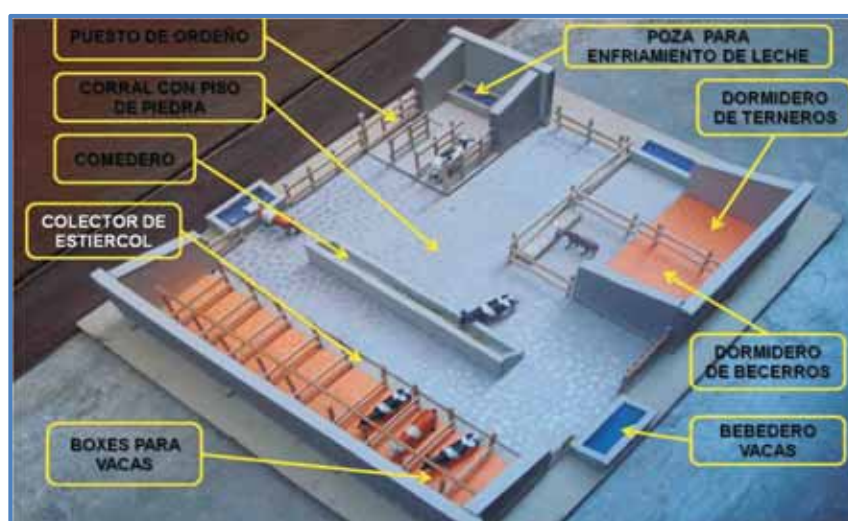


Figura 01. Esquema distribución de elementos del 'Establo modelo andino' (Pro leche, 2011).

a. Características del 'Establo modelo andino' proyecto lechero cachi alto región Ayacucho

a.1. Superficie total disponible

El área construido del establo es de 12.6 m x 15 m = 189 m².

a.2 Dormidero para vacas

El dormidero cubierto con techo cuenta con boxes individuales para vacas. La medida de un box para vaca es de 1.2 m de ancho x 2.4 m de largo = 2.9 m² / vaca. Los boxes ofrecen a las vacas un ambiente individual de suficiente espacio para reposo en lugar seco, limpio y abrigado. El dormidero mantiene las ubres limpias y protege de vientos fríos, de lluvia y granizada. En los pizarrines se anota la información individual de la vaca en cuanto a producción y reproducción. Además posee un canal colector de estiércol donde caen las excreciones que son recogidos con pala o arrastrado por el agua hasta el pozo del purín (Pro leche, 2011).



Figura 02. Zona de descanso (Pro leche, 2011).

a.3. Comedero y bebederos para vacas

El comedero y los 2 bebederos de libre acceso permiten a las vacas el consumo de heno y agua para satisfacer sus necesidades. El comedero está ubicado en la parte central del corral con una longitud de 7 m que sirve para 10 vacas (0.70 m / vaca). El comedero está equipado con una guillotina para evitar peleas entre las vacas. La ubicación central del comedero permite una posterior prolongación del mismo. Los 2 bebederos están situados en lados opuestos del establo, cada bebedero con una longitud de 2 m ,0.60 m de ancho y 0.83 m profundidad con una capacidad aproximada de 1 m³ de agua disponible. Dos

bebederos permiten que vacas más débiles puedan evitar el contacto agresivo de vacas dominantes (Pro leche, 2011).



Figura 03. Vista de comedero y bebederos (Pro leche, 2011).

a.4. Corral con piso de piedra y cerco perimétrico

El cerco perimétrico impide que el ganado y sus crías puedan salir y asegura un buen manejo. Este cerco está construido con madera rollizo, el piso del corral emboquillado con piedra, de área 111.3 m². Esto permite que el ganado pueda moverse libremente cuando lo desee. Las piedras del emboquillado deben ser uniformes para conseguir un piso nivelado con una pendiente de 2 a 3% para permitir que el agua de lluvia y de limpieza pueda drenar fácilmente garantizando un rápido secado (Pro leche, 2011).

a.5. Puesto de ordeño de 2 plazas

El área del ordeño es un área limpia, el piso de concreto y con pendiente 3% facilita las buenas prácticas de ordeño. (Pro leche, 2011).



Figura 04. Puesto de ordeño para 2 vacas (Pro leche, 2011).

a.6. Poza de enfriamiento de leche

Esta poza está ubicada al lado contiguo del área de ordeño, existe un espacio con muros que contiene la poza de enfriamiento de leche. La poza tiene una instalación de agua entubada y una mesa para el lavado y secado de los utensilios del ordeño. La poza está construida de muros de ladrillo, acabados con mortero de cementos, esta tiene una para contener cuatro porongos de 30 litros (Pro leche, 2011).

2.1.2. Cobertizo multifuncional para ganado vacuno (Mini establo)

Es un ambiente que provee protección a los animales alojados. Está techada con calamina o tejas e inclusive en zonas donde existe ichu, se puede construir el techo a base de paja. La finalidad consiste en dar protección de las lluvias, nevadas, granizadas e insolación. Tiene paredes de adobe, tapial o piedras para la protección del viento. Tiene además un corral para varios usos. Pueden servir como dormideros, comederos, corral de manejo. Esta infraestructura puede cobijar 15 vacas con sus respectivas crías (PRONAMACHS Puno, 2007).

2.1.2.1. Principales criterios a tener en cuenta para construir un cobertizo multifuncional

- Se debe ubicar el cobertizo en una zona segura donde no haya torrenteras, inundaciones, huaycos ni peligro de deslizamiento de piedras y/o rocas.
- El suelo donde, se va a construir el cobertizo debe ser sólido, ni arenoso ni húmedo.
- El cobertizo debe quedar de espaldas a la dirección del viento.
- La parte delantera del cobertizo debe quedar orientada hacia la salida del sol (Hacia el este).



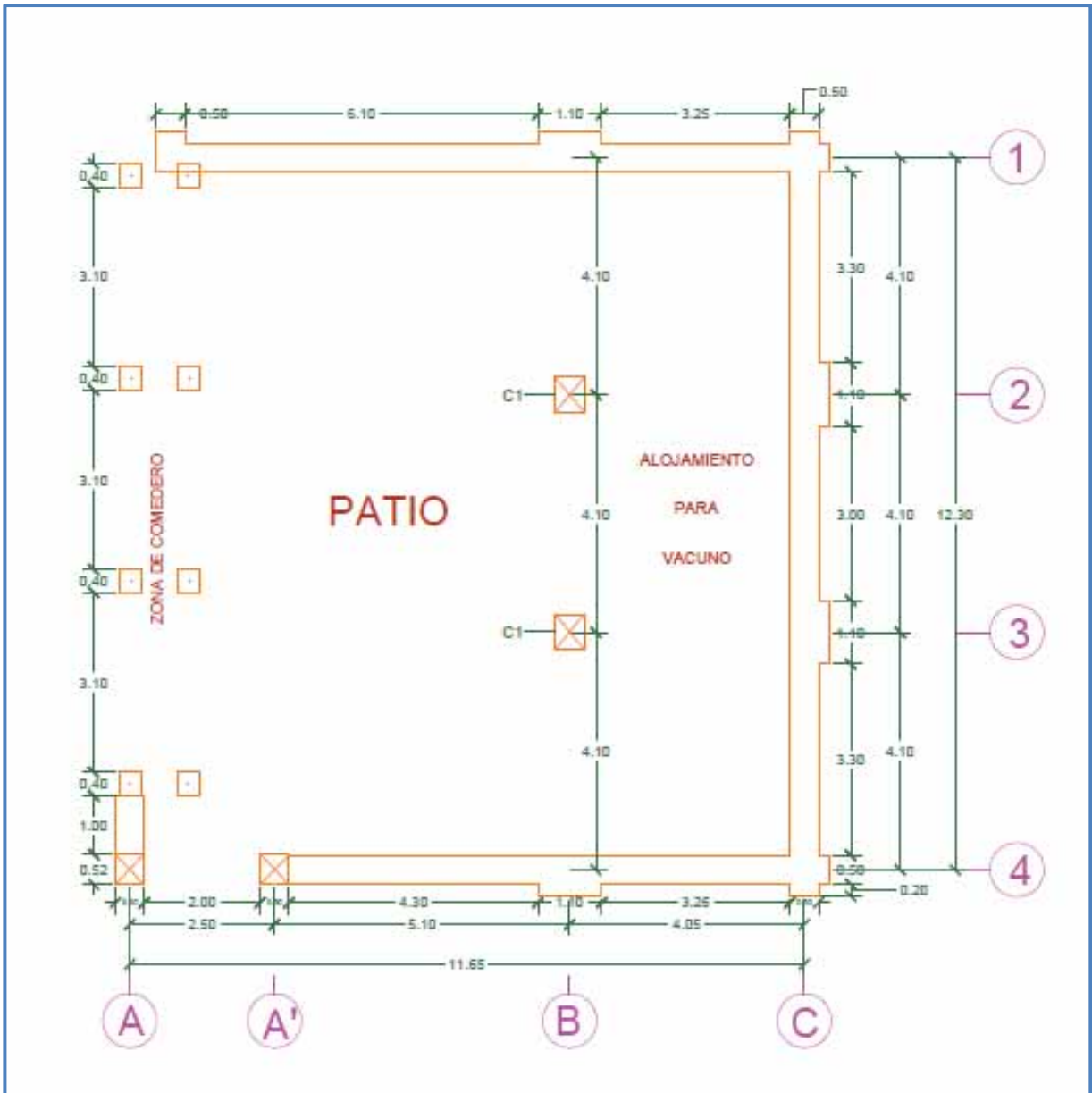
Figura 05. Orientación del miniestablo respecto al sol y los vientos dominantes (PRONAMACHS PUNO, 2007).

A veces no es posible ubicar el cobertizo de forma que esté a espaldas de la dirección predominante del viento y, al mismo tiempo orientado hacia la salida del sol. Si esto ocurre se debe decidir cuál es el factor más importante, la dirección del viento o que las vacas reciban el calor del sol por las mañanas, en las zonas frías el viento suele ser el factor determinante para decidir sobre la orientación del cobertizo. Finalmente, el cobertizo se debe ubicar en terrenos con ligera pendiente, para favorecer el drenaje de la humedad y la limpieza de orina y excrementos (PRONAMACHS Puno, 2007).

2.1.2.2. Superficie total y dimensiones del cobertizo

El área total que comprende el cobertizo es de 136.64 m², superficie techada 44.60 m², con una altura frente abierto de 2.00 metros, altura posterior de 3.25 m.

En el plano de distribución en planta, se puede notar que el diseño consta de una puerta de acceso de 2 m de ancho que da acceso hacia la zona del comedero, patio, bebedero y zona de descanso; los muros de adobe de 1.70 m de altura servirá para proteger de las corrientes de aire frío y dos columnas de concreto armado (C°A°) que servirá de soporte a la cubierta (PRONAMACHS Puno, 2007).



Plano distribución en planta de cobertizo multifuncional (PRONAMACHS Puno, 2007).

2.1.2.3. Zona de descanso

Esta área consta de una superficie techada de 44.60 m² y piso de tierra compactada.



Figura 07. Cobertizo multifuncional no es usado para cumplir su propósito.

2.1.2.4. Zona de comedero

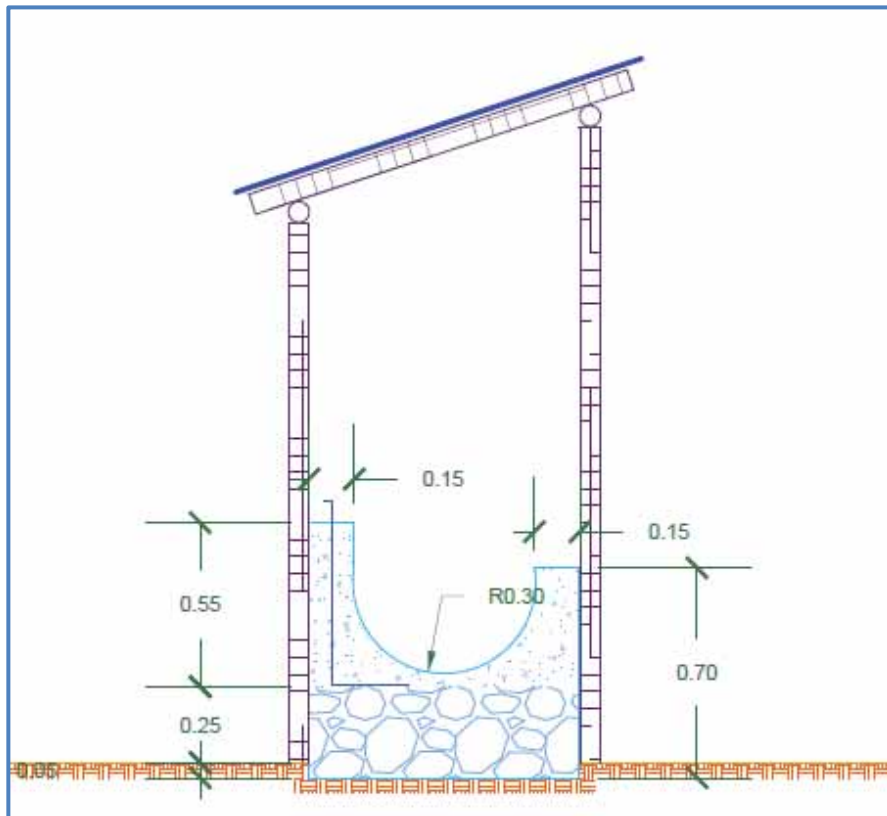


Figura 08. Comedero en corte acotada (PRONAMACH Puno, 2007).



Figura 09. Vista lateral comedero.

2.1.2.5. Bebedero



Figura 10. Esquema de bebedero vista lateral (PRONAMACHS Puno, 2007).

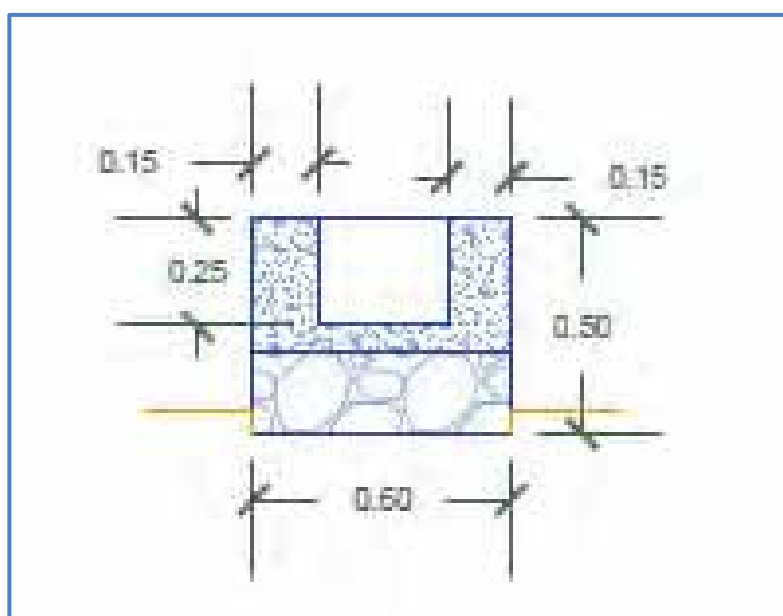


Figura 11. Detalle de bebedero debidamente acotada (PRONAMACHS Puno, 2007).



Figura 12. Bebedero estado actual en desuso.

2.2. ALOJAMIENTO PARA GANADO VACUNO

En su estado primitivo, todas las especies domesticas vivían en libertad y se protegían de las inclemencias del tiempo resguardándose en abrigos naturales. Sus exigencias de alojamiento eran muy pequeñas, y su producción era justamente la necesaria para perpetuar la especie (Fuentes, 1992).

Una instalación moderna de producción de leche debe permitir expresar a la vaca todo su potencial productivo y, por ello, este lugar que es donde las vacas comen, descansan, beben y se relacionan entre sí, debe tener, como primer propósito, la protección del animal. Su cumplimiento depende directamente del diseño de la instalación (Callejo, 2009).



Figura 13. Criterios que se deben considerar al diseñar cubículos (Callejo, 2009).

En la medida en que los animales tengan un acceso cómodo y cercano a zonas de descanso, de alimentación, bebederos, sala de ordeño, otros. Estaremos contribuyendo a su bienestar (Buxadé, 2006).

2.3. PRINCIPIOS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ALOJAMIENTOS

2.3.1. Ubicación de la granja

La elección del emplazamiento de la granja de vacuno lechero tiene mayor importancia de la que en un principio podría pensarse. Existen factores que deben considerarse en la elección del lugar donde ubicar la nueva explotación (Callejo, 2009).

Son:

- a. Datos del lugar.
- b. Criterios de selección.
- c. Aspectos medioambientales.
- d. Selección del sistema de manejo.
- e. Selección del sistema de recogida de deyecciones.

a. Datos del lugar

Cuanta mayor información pueda recogerse, de más datos se dispondrá para adoptar decisiones. Así, información geográfica (topografía, tipo de suelo, drenaje de agua, accesos), climatológica (pluviometría, evaporación, vientos, nieve), disponibilidad de agua, normas medioambientales, etc. Son necesarios para decidir el lugar adecuado para la nueva explotación (Callejo, 2009).

b. Criterios de selección

Factores principales que determinan la selección del lugar son:

b.1 Disponibilidad de agua

Debido al gran consumo de este elemento, se tiene que tener mucho en cuenta su disponibilidad en cantidad y calidad; también deben realizarse análisis pertinentes para comprobar si la calidad de agua disponible sea la adecuada para el ganado (Callejo, 2009).

b.2 Tipo de suelo

Las propiedades requeridas en el suelo pueden ser diferentes según se precise resistencia mecánica para garantizar la estabilidad de la estructura constructiva. No obstante, debe atenderse a las normativas existentes a efectos medioambientales y de contaminación de aguas subterráneas (Callejo, 2009).

b.3 Dirección y velocidad de los vientos predominantes

Según Callejo (2009), este dato es importante para conocer la posibilidad del efecto refrigerante y de barrido de olores e insectos a áreas más o menos alejadas de la granja.

b.4 Orientación

Los edificios serán ubicados respecto al viento y al sol (Callejo, 2009).

b.5 Disponibilidad de servicios

Luz, teléfono e internet (Callejo, 2009).

b.6 Accesos

Tratando de no comprometer la bioseguridad es imprescindible disponer de buenos accesos y estar cerca de buenas carreteras para facilitar el acceso de vehículos de suministro de materias primas y recogida de leche y otros (Callejo, 2009).

b.7 Otros

Pendiente adecuada de (2–3%), que facilite un buen drenaje. Factores climatológicos (temperaturas máximas y mínimas, humedad, cantidad y distribución de la lluvia, frecuencia e intensidad de nevada y granizo, etc.). Disponibilidad de terreno de cultivo, muchas veces es un factor limitante para la instalación de una granja, ya que se hace necesaria para distribuir las deyecciones. Capacidad de expansión, esto evita el amontonamiento de naves. Distancia a vecindarios cercanos, ya que las explotaciones ganaderas son consideradas dentro de las actividades molestas para el hombre si están situadas próximas a poblaciones humanas (Callejo, 2009).

c. Aspectos medioambientales

Según Callejo (2009), juegan un papel decisivo en la elección de la ubicación de la granja, por cuanto pueden suponer un factor muy limitante o incluso excluyente. La dimensión del proyecto marcará el tipo de documento ambiental que habrá que adjuntar a dicho proyecto y la información que deberá contener para la correspondiente autorización ambiental.

2.3.2. Ubicación de la parcela

Una explotación de vacuno lechero está formada de diversos edificios, cada uno de ellos con una función muy concreta. Así, será preciso considerar una instalación para las vacas en producción, recrías, vacas secas, centro de ordeño, los almacenes de materias primas, fosa de purines o el estercolero.

Los diversos edificios considerados deben ubicarse en la parcela de forma que puedan evitarse los cruces de los diferentes circuitos o movimientos que se establecen en una explotación. Según Callejo (2009) básicamente, son los siguientes:

- Alimentación de los animales.
- Retirada y evacuación de las deyecciones y efluentes.
- Retirada de la leche.
- Movimiento de animales.

2.3.3. Otros aspectos constructivos

Según Callejo (2009) estos aspectos incluyen:

- Excelente calidad de aire, para lo que se precisa una ventilación adecuada.
- Zona de reposo confortable, seca, limpia y segura.
- Accesos apropiados al alimento y al agua, además de un suministro adecuado.
- Suelos que proporcionen un desplazamiento seguro y confiado de las vacas.

2.3.3.1. Saneamientos del terreno y evacuación de aguas pluviales

Las vacas soportan muy mal la humedad, esta favorece el desarrollo microbiano ambiental y da lugar a otros problemas:

- Las camas predisponen a la aparición de mamitis y metritis.
- Los suelos de hormigón húmedos favorecen los problemas pódales.
- El ambiente húmedo propicia los problemas respiratorios.

El terreno húmedo se convierte rápidamente en un barrizal por el paso repetido de vehículos y/o animales. Por tanto, los alojamientos deben estar situados preferentemente sobre terreno seco y saneado y, si es posible, en ligera pendiente para evitar el estancamiento de agua (Callejo, 2009).

2.3.4. Alojamiento y bienestar

Por expresarlo de una manera muy simplista pero, creemos, muy clara, podemos afirmar que una vaca produce leche “solo” cuando está en una de las tres situaciones siguientes:

- Ordeñándose.
- Comiendo.
- Tumbada.

Teniendo en cuenta que los tiempos de ordeño deben ser limitados, y que la vaca puede ingerir el alimento sólido y líquido que necesita en un tiempo relativamente reducido, podemos concluir que una de las claves del bienestar de la vaca lechera es que esta puede permanecer tumbada el mayor tiempo posible, para lo que no debe existir ningún factor ni elemento que reduzca el número de horas de descanso del animal.

Tabla 01.- Tiempo (horas/día) que la vaca dedica a diversas actividades.

Actividad	Tiempo dedicado(horas/día)
Comer	3 a 5 (9 a 14 visitas al comedero)
Estar tumbada	12 a 14
Interacciones sociales	2 a 3
Rumiar	7 a 10
Beber	0,5
En el ordeño	2,5 a 3,5

Fuente: Callejo (2009).

La vaca produce un kilo más de leche al día por cada hora adicional de descanso (Callejo, 2009).

2.3.5. Lotificación del rebaño

Según Almeyda (2014) la estructura deseable para un hato lechero estabilizada es:

Tabla 02.- Estructura poblacional equilibrada.

Categoría de los animales	% de la población total	200 animales	300 animales
Total de vacas	55	110	165
Vacas en Producción	45	90	135
Vacas en Seca	10	20	30
Vaquillonas de 17 meses de edad al parto	16	32	48
Vaquillas de 11 a 16 meses de edad	8	16	24
Terneras de 5 a 10 meses de edad	9	18	27
Terneras de 3 a 4 meses de edad	4	8	12
Terneros (as) del nacimiento a 2 meses de edad	8	16	24

Fuente: Almeyda (2014).

De otro lado otra lotificación también que se ajusta a nuestra realidad es propuesta por Gasque (1987) para un número de 100 vientres; de los cuales 85% deben estar en producción, 15% en seca + las novillas de reposición (25% de reposición anual). Con 10% de mortalidad del nacimiento al parto.

2.4. SUELOS DE LOS ALOJAMIENTOS

Uno de los principales aspectos negativos de la intensificación de la producción de leche y, por ello, del confinamiento de las vacas en espacios y/o edificios más o menos amplios, ha sido la necesidad de emplear el concreto para cubrir el suelo y ser este, por tanto, el material de la superficie sobre la que las vacas comen, beben, descansan, se mueven y se ordeñan. Un suelo no adecuado puede ser la causa principal de cojeras (Callejo, 2009).

2.4.1. Preparación de suelos hormigonados

Según Callejo (2009), el suelo donde habitualmente se desplazan las vacas, se preparan creando ranuras paralelas en la superficie del concreto en un determinado momento del fraguado. Para ello una técnica muy útil es; pasarlo el concreto con un rodillo metálico, las medidas de las ranuras más habituales son; 1,0 - 1,5 cm de anchura y 1,0-1,5 cm de profundidad.

2.4.2. Suelos emparrillados

En algunos países son muy numerosas las granjas donde los pasillos de circulación y/o los de alimentación consisten en *slats* o emparrillados a través de los cuales pasan las deyecciones para caer en fosos situados debajo. No somos en absoluto entusiastas de este sistema. La comodidad en el manejo de las deyecciones no es compensada, a nuestro juicio por la mayor incomodidad que aporta y, sobre todo, por la mala calidad del aire de estos establos, pues los fosos se convierten en focos de emisión de gases nocivos en el interior del alojamiento (Callejo, 2009).

2.4.3. Interés del uso de suelos blandos de goma cubriendo el piso en los establos

Según Gonzales y Zandio (2006) las vacas lecheras en explotación intensiva permanecen entre 12 y 14 horas al día en pie, sobre suelos de concreto. Este hecho se contempla como merma de bienestar y limitante para su producción.



Figura14. En la imagen de la izquierda se observa como la vaca al pisar sobre suelo duro concentra todo su peso en la pezuña externa produciéndose una zona de riesgo y dolor. En la imagen derecha, sobre suelo blando, el peso queda repartido.

2.4.3.1. Influencia de suelos duros y blandos en el bienestar y comportamiento animal

En un estudio realizado por B. Benz para la Universidad de HoHenheim de Stuttgart, en suelos de parrilla, con goma y sin goma, se afirma que la longitud del paso en suelo de goma (unos 80 cm) es comparable al pasto y difiere significativamente de la longitud del paso en el piso de concreto (menos de 60 cm). También se observó que aumenta la velocidad de desplazamiento de 81

pasos/hora en suelos duros a 99 pasos/hora en suelos blandos. Esto significa que las vacas caminan más confiadas. La tranquilidad que las gomas colocadas en la sala de espera y sala de ordeño aportan al ganado estimula la fase oxicínica en contraposición con la fase adrenalínica. Se ha observado que defecan menos y que tiran menos pezoneras. Se ha visto en establos en que se ha colocado goma en la mitad de la sala de espera y la otra mitad no, cómo las vacas se concentran en el lado engomado.

2.5. TIPOLOGIA DE ALOJAMIENTOS EN VACUNO LECHERO

2.5.1. Tipos de instalaciones

a. Estabulación fija.

Fue un tipo de alojamiento muy utilizado cuando el número de vacas por explotación era reducido, el establo estaba cercano a la casa o formaba parte de la misma, y el ordeño era manual.

Las vacas permanecen todo el tiempo atadas, lo que les impide manifestar su comportamiento natural, como la interacción social con otras vacas o la monta en caso de celo; la falta de movilidad provoca que las pesuñas no se desgasten, el ordeño, aun mecánico, es incómodo pues es necesario agacharse para colocar y retirar las pezoneras. El rendimiento de ordeño (en vacas/hora y hombre) es bajo, por lo que se dedica mucho tiempo a esta tarea.

Las labores de encamado de las plazas son incómodas pues se realizan con los animales presentes, además de costosas, pues el mantenimiento de cama permanece poco tiempo en un buen estado.

Por todo lo expuesto es razón suficiente para no recomendar este tipo de instalación (Callejo, 2009).

b. Estabulación libre

Se designa con el nombre de estabulación libre de ganado vacuno a un sistema de explotación en el que los animales viven en libertad (Fuentes, 1992)

Según Callejo (2009) este sistema incluye diversas áreas y edificaciones, formando un complejo ganadero más o menos grande en función al número de animales con que se cuenta.

Se pueden distinguir las siguientes unidades:

- ♣ Área de vacas adultas en estado fisiológico de lactación y, por tanto, en ordeño.
- ♣ Centro de ordeño (ordeño, patio o corral de espera, lechería, etc.).
- ♣ Área de maternidad (partos) y tratamiento de vacas enfermas.
- ♣ Corrales exteriores de ejercicio.
- ♣ Área para vacas secas, novillas y terneras.
- ♣ Almacén de alimentos.
- ♣ Sistema de manejo de estiércol y residuos líquidos.

Estas zonas pueden estar incluidas dentro de un edificio completamente cerrado, o bien dispuestas de manera que la superficie cubierta no abarque todo el alojamiento.

b.1. Estabulación libre con sistemas de cubículos

Según Fuentes (1992) en este tipo de alojamientos, la zona de descanso está dividida en compartimientos individuales a la que cualquier vaca puede entrar libremente para descansar. Los cubículos se disponen en hileras paralelas a lo largo de los pasillos de circulación, estos pasillos, normalmente de hormigón, permiten el paso de las vacas a otras áreas del establo y forman parte del sistema de manejo del estiércol. Los pasillos de circulación deberán tener una anchura de al menos, 3.5-3.7 m. Cuanto más ancho es el pasillo, más limpias suelen estar las vacas pues los más estrechos tienen más estiércol por metro cuadrado.

Tabla 03.- Ventajas en inconvenientes de dos disposiciones espaciales de los cubículos.

	Ventajas	Inconvenientes	Ventajas	Inconvenientes
Cabeza con cabeza	No cubículos frente a pared		Posible espacio de balanceo común	
	Mejor flujo de aire. Construcción más sencilla de la pared lateral, protección con cortinas o cortavientos. Vacas protegida del sol y de la lluvia sin necesidad de alero.	Retirada de estiércol con tiempo frío (riesgo de congelación). Menos cubículos en igual longitud de establo.	Menor anchura de fila de cubículo. Pasos de cruce más anchos permiten colocar bebederos.	Proximidad de cabezas posibles problemas de dominancia.
	Pasillo común de acceso a comedero y a cubículos		Acceso a cubículos desde pasillos diferentes	
	La vaca elige comer o descansar.	Mayor anchura del pasillo de alimentación.	Las vacas no se estorban al salir de los cubículos.	El encamado debe hacerse desde dos pasillos.
	Cubículos frente a pared		No espacio de balanceo común	
Cola con cola	El estiércol está más lejos de la pared, menos riesgo de congelación en invierno. Más cubículos en la misma longitud de nave.	Necesidades de proteger el lateral del sol y la lluvia con un alero. Las vacas del lateral obstruyen el flujo del aire. Puede requerirse una nave más alta.	No existen interferencias entre vacas.	Cubículo algo más largo.
	Pasillo único de acceso a comedero		Acceso a cubículos desde el mismo pasillo	
	Las vacas pueden ser aisladas junto al comedero o en el pasillo interior. El pasillo junto al comedero puede ser más estrecho.	Las vacas no pueden ir a comer o a descansar si se les contiene en el pasillo.	El encamado de dos filas se hace desde el mismo pasillo.	Más estiércol en el pasillo de cubículos que en el de comederos. Mismas rutas de acceso al comedero para todas las vacas. Las vacas pueden estorbarse al salir de los cubículos.

Fuente: Callejo (2009).

2.6. DISEÑO DE LOS CUBICULOS

La intensificación de la producción lechera en los últimos veinte años es una realidad incuestionable. A la reducción del número de explotaciones y el tamaño de las mismas se le une la menor cantidad y calidad de la mano de obra disponible, por lo que es preciso diseñar alojamientos que tengan menor dependencia de este factor de producción (Callejo, 2009).

El fin de los cubículos es claro: maximizar el tiempo de descanso de la vaca y reducir los gastos de mantenimiento (material de cama). Finalmente se sintetiza las razones por las que la conducta de descanso de la vaca es importante:

- ♣ Mayor producción de leche:

Por un mayor flujo de sangre a la glándula mamaria (15-25 %) y, por tanto, mayor aporte de nutrientes. Menor ingestión de materia seca cuando no descansan lo suficiente.

- ♣ Mayor incidencia de cojeras cuanto más tiempo permanecen de pie.
- ♣ Mayor probabilidad de interacciones agresivas cuanto más se mueven las vacas.
- ♣ La conducta de reposo muestra una prioridad muy acusada en las vacas de leche, es decir, es una clara manifestación de su comportamiento natural (Callejo, 2009).

2.6.1. Dimensionamiento del espacio de descanso

Según Callejo (2009) es necesario conocer cuáles son las medidas de una vaca y sus necesidades de espacio para diseñar correctamente un cubículo, que va a ser su lugar de descanso. También se precisa conocer su comportamiento en cuanto a cómo se levantan, como se tumban y cómo se comportan entre ellas. Por tanto, las dimensiones del cubículo tienen que ser apropiadas para que la vaca entre en él, se tumbe, descanse y se levante sin herirse, sin experimentar dolor y sin miedo.

Dada la diferencia entre rebaños que puede tener el tamaño de las vacas, el primer paso para diseñar las dimensiones de los cubículos es tomar medidas a las vacas de primera lactación y a las vacas adultas del rebaño. Puesto que tampoco dentro de un mismo rebaño todas las vacas son iguales, se toma como patrón el 25% de vacas del rebaño que tienen mayor tamaño. La altura a la grupa

y la anchura al nivel de las tuberosidades coxales son medidas útiles para estimar otras dimensiones corporales. Puesto que varias de ellas son proporcionales, estas proporciones proveen razonables estimaciones corporales para todas las razas lecheras.

Lo más recomendable (y así se va haciendo cada vez a menudo) es construir cubículos dimensionados para tres tipos de vacas, reconociendo así su distinto tamaño y necesidades dentro del rebaño:

- Vacas de primera lactación.
- Vacas adultas.
- Vacas secas (realmente, vacas de parto).

Tabla 04.- Ejemplo de dimensiones de una vaca adulta y proporciones entre ellas.

Dimensiones corporales	En mm (intervalo de variación)	Proporciones
Longitud de hocico a cola*	2.591 (2.438-2.794)	1,6 x altura a la grupa
Longitud de la marca que deja en el suelo al estar tumbada	1.829 (1.727-1.930)	1,2 x altura a la grupa
Anchura de dicha marca	1.321 (1.219-1.372)	2 x anchura del coxis
Espacio de balanceo**	610 (584-660)	0.4 x altura a la grupa
Longitud de paso al levantarse	457	0,3 x altura a la grupa
Altura a la grupa, vaca adulta	1.524 (1.473-1.626)	
Altura a la grupa, vaca primera lactación	(25% más grandes: 1.499)	
Distancia entre pezuñas delanteras y traseras	1.524 (1.473-1.626)	1 x altura a la grupa
Altura a la cruz	1.524 (1.473-1.626)	1 x altura a la grupa
Anchura del coxis	660 (610-686)	
*Longitud medida con la vaca de pie y la cabeza levantada.		
**Espacio por delante que la cabeza de la vaca ocupa cuando se levanta.		
Fuente: A. Callejo Ramos (2009) sacado de (Anderson, 2005)		

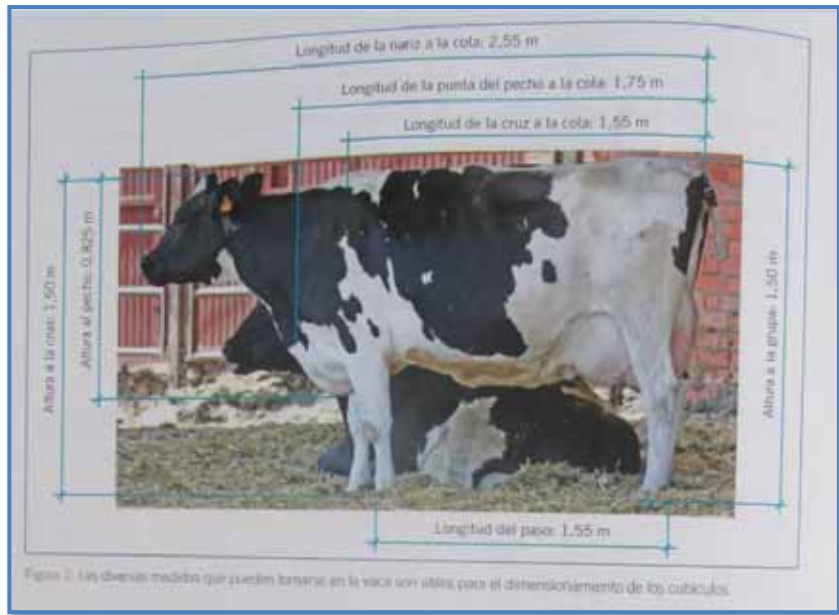


Figura 15. Medidas que se consideran para el diseño de cubículos (Callejo, 2009).

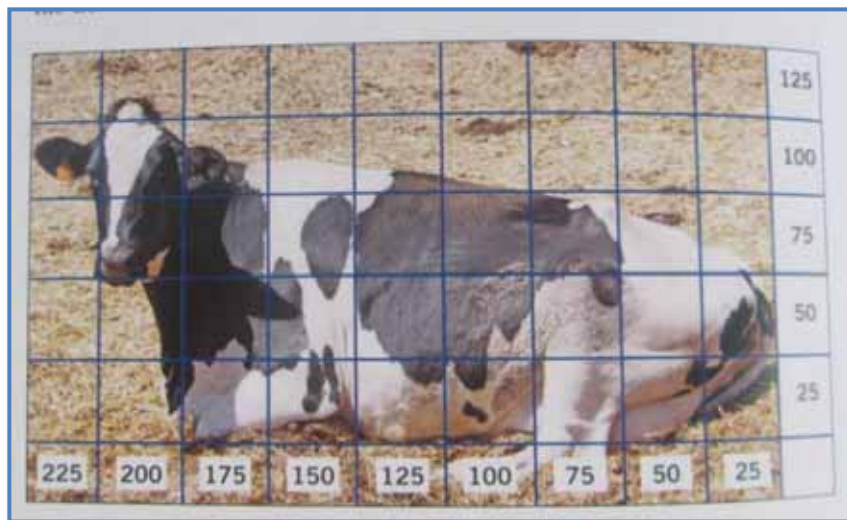


Figura 16. Longitud de la huella que marca la vaca en el suelo cuando está echada (Callejo, 2009).

2.6.2. Elementos y dimensiones del cubículo

El cubículo es un área de descanso individual diferenciada de las áreas contiguas mediante separaciones formadas por tubos metálicos.

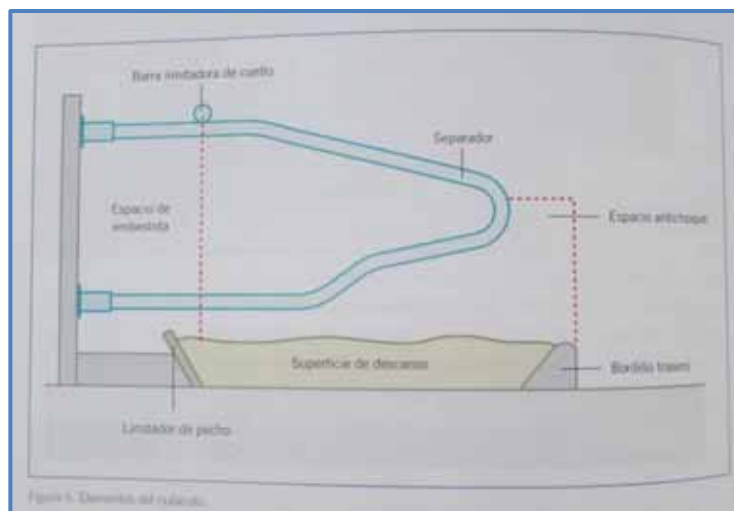


Figura 17. Elementos del cubículo (Callejo, 2009).

2.6.2.1 Elementos del cubículo

a. Bordillo trasero.- Es un elemento separador del cubículo con el pasillo. Tiene la finalidad de impedir que las deyecciones depositadas en el pasillo entren en el cubículo al realizar la limpieza. Las aristas internas y externas deben ser redondeadas para evitar lesiones a los animales (Callejo, 2009).

b. Limitador de pecho.- Su labor es evitar que las vacas, una vez acostadas, “gateen” en el interior del cubículo y se coloquen excesivamente adelantadas, pudiendo defecar en su interior. También tendrían luego serias dificultades para levantarse. El material de este limitador es diverso (tubos de PVC, tabloncillos de madera, tubo metálico, otros) (Callejo, 2009).

c. Barra limitadora de cuello.- Obliga a que los animales se detengan delante de ella y se tumben a la distancia correcta del bordillo trasero. Su posición horizontal es esencial pues si está muy retrasada, las vacas quedarán con los cuartos traseros fuera del cubículo, y si está muy adelantada, las vacas ensuciarán su interior. También es importante su posición vertical. Si está muy baja la vaca puede rehusar entrar en el cubículo (Callejo, 2009).

d. Separador.- Estos separadores tienen la misión de delimitar el espacio de descanso de cada animal. Su forma ha experimentado una importante evolución en la búsqueda de una mayor comodidad del animal (Callejo, 2009).

e. Espacio de embestida.- Es el área frontal y lateral que el animal necesita para lanzar la cabeza hacia delante, transferir peso desde los cuartos traseros y así levantarse con facilidad (Callejo, 2009).

f. Espacio de la boca.- No es una zona a la que se haga mucha referencia pero también tiene importancia (A. Callejo Ramos, 2009).

g. Espacio antichoque.- La parte trasera del separador debe quedar a una cierta distancia de la vertical del borde exterior del bordillo, con el fin de evitar que los animales se golpeen con el separador cuando caminan por los pasillos (A. Callejo Ramos, 2009).

2.6.3. Confort de los cubículos desde el punto de vista de las vacas

En principio, cuanto más dura sea la cama menos les gusta a las vacas y por lo tanto menos tiempo están tumbadas y más de pie. Pero incluso en camas duras, al añadir gran cantidad de cama (paja, serrín) por encima, se minimizan estas diferencias. La dureza de las camas también afecta a la aparición de lesiones en patas o su desarrollo. Así que entre la relación de ciertos tipos de cama y el aumento de las infecciones mamarias por un lado y el coste de mantenimiento de los cubículos que deben ser rellenados de forma regular por otro, se llegó a la conclusión de uso de sistemas de colchonetas, que para algunos ganadero parece que no requieren gran mantenimiento (Martin, 2015).

2.5.4. Que cama es mejor para las vacas

Según Martin (2015) en su artículo publicado en 'la revistafrisona'; la cama ideal sería la que mantuviera limpia y seca a las vacas, fuera de fácil manejo, barata y a ser posible que durara toda la vida. Para decidir que cama es la mejor debemos considerar qué necesita la bacteria para crecer: nutrientes (orgánicos), humedad y temperatura. Todo esto lo encuentra en mayor o menor medida en una cama orgánica pero también en menor cantidad en una inorgánica.

2.7. COMEDEROS: CRITERIOS BÁSICOS EN EL DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y MANEJO

El comedero debe permitir una distribución adecuada de la ración, proporcionar espacio suficiente a las vacas para que estas puedan consumir la cantidad que necesitan, estar limpio y libre de residuos de comidas anteriores y fáciles de limpiar (Callejo, 2009).

Los criterios básicos en el diseño, construcción y manejo de comederos, son:

- Estimular y permitir que cada animal consuma la cantidad de alimento que desea cada vez que se acerca al comedero y a lo largo de todo el día.
- Que el acceso al comedero y la estancia en el mismo no suponga una fuente de estrés para el animal.
- Disponer de alimento de calidad a lo largo del día.
- Estar limpia y ser fácil de limpiar.

2.7.1. Espacio disponible por animal

El espacio de comedero requerido para que el animal coma de manera confortable es un aspecto esencial del bienestar. Habitualmente se maneja la cifra de 60 a 70cm de longitud de comedero por cada animal cuando se dispone de cornadizas que delimitan la posición del animal, y de 80cm cuando la cornadiza es una simple barra que impide el paso del animal hacia el pasillo (Callejo, 2009).

2.7.2. Cornadizas

Su finalidad es que las vacas no coman de forma selectiva. Además, evita que el animal se introduzca en el comedero y ensucie el alimento (Callejo, 2009).

2.8. BEBEDEROS: CRITERIOS PARA EL DISEÑO, DIMENSIONAMIENTO Y UBICACIÓN

Los bebederos deben proporcionar agua en cantidad y calidad adecuadas, limpia y en lugares convenientemente ubicados para que las vacas puedan acceder con facilidad y sin interacciones negativas con sus congéneres (Callejo, 2009).

2.8.1. Dimensionamiento

Según Callejo (2009), Podemos determinar si la disponibilidad de bebederos de una explotación permite ese tiempo de acceso, empleando dos sencillas ecuaciones:

$$\text{Longitud total de acceso a bebederos (m)} / 0,04 \text{m} \times [24 \text{h} - \text{tiempo total de ordeño (h)}] = \text{Tiempo total de acceso a bebederos}$$

$$\text{Tiempo total de acceso a bebederos} / \text{n}^\circ \text{ de vacas} = \text{Tiempo total de acceso a bebederos/vaca.}$$

Se recomienda 60cm de espacio lineal de bebedero cada 15-20 vacas. Por tanto, un grupo de 100 vacas necesitan entre 3-3.5 m de acceso al bebedero, mejor si se reparte en dos o tres localizaciones.

2.8.2. Ubicación

Para ubicar los bebederos, además de considerar su longitud, es necesario tener en cuenta que las vacas no deberían desplazarse más de 15 m para encontrar uno. Asimismo no deben pasar más de una hora sin acceso al agua de bebida. En los últimos años gana fuerza la recomendación de instalar bebederos en el interior de la sala de ordeño y permitir a los animales beber nada más terminado de ordeñarse (Callejo, 2009).

2.8.3. Colocación del bebedero

La altura de colocación del bebedero varía entre los 60 y 80 cm, no debiendo superarse el 61% de la altura de la cruz del animal. Las últimas recomendaciones sitúan esta altura a 90cm del suelo. La profundidad del agua recomendable se sitúa entre 10 y 20cm, ya que debemos considerar que las vacas introducen el morro en el agua entre 2 y 5 cm, inclinando la cabeza unos 60° (Callejo, 2009).

2.8.4. Abrevaderos, parte esencial de una granja lechera

La leche contiene un 87% de agua. Este dato demuestra la importancia que desempeña en la alimentación de las vacas lecheras. La cantidad, situación y mantenimiento de los abrevaderos o piletas suele ser uno de los aspectos simples, pero de gran importancia, que se descuidan en una granja.

Muchas veces la situación y el número de los abrevaderos en las granjas quedan en un segundo plano, ya que el presupuesto económico es el principal limitador

de la nueva infraestructura. Se mantiene la idea de que la cantidad de abrevaderos de agua en una granja no es importante ya que, al estar al alcance las 24 horas del día, las vacas tienen un fácil acceso a ellos.

Pero, según Francesc Alboquers, veterinario del Centro Veterinario Manlleu, esta idea es errónea. "Al haber pocos puntos de agua hace que los animales dominantes no permitan beber a los otros, o no dejen beber la cantidad suficiente de agua que debieran" argumenta. Este tipo de situaciones provoca que los animales se aglutinen en las zonas de abrevaderos, lo que provoca empujones, tropiezos y resbalones que en algunos casos son irreversibles (Luchsinger, 2008).

2.8.4.1 Números de abrevaderos y metros lineales de abrevadero

Al aumentar la cantidad de pilas de agua se mejora el acceso de los animales a los abrevaderos, evitando así que los dominantes impidan el acceso a las demás vacas. A la hora de determinar cuántos metros lineales de agua por vaca, lo aconsejable es que se coloque un abrevadero por cada 15 o 20 vacas. Aun así, este dato es orientativo pues varía en función del caudal, la profundidad y la anchura de la pila (Luchsinger, 2008).

2.8.4.2. Diseño de los bebederos

Según Luchsinger (2008) los bóvidos necesitan beber en una postura cómoda, recta, con el cuello ligeramente estirado y que puedan hundir su boca de 5 a 10 centímetros en el agua. Para ello, el abrevadero debe contar con una profundidad, altura y anchura adecuada para evitar que las vacas defequen en su interior.

2.8.4.3. Situación de los abrevaderos

Es recomendable evitar los pasillos estrechos a la hora de situar un bebedero ya que las vacas, dadas sus dimensiones, no cabrían. Asimismo, hay que evitar ubicarlos lejos de la sala de ordeño. Lo ideal es situarlos cerca de la zona de alimentación, a la salida de la sala de ordeño y distribuidos de manera uniforme en la cuadra, en zonas espaciales y no obstruyendo pasillos (Luchsinger, 2008).

2.8.4.4 Altura

Normalmente los abrevaderos se sitúan demasiado altos, lo que provoca que el animal levante el cuello en una posición contraria a su fisiología, y que dificultaría que beba cantidades importantes de agua. Lo ideal es que la

profundidad del bebedero sea de 25 a 40 centímetros y a una altura de 70 a 100 centímetros (Luchsinger, 2008).

2.8.4.5 Material

El concreto, el hierro o galvanizados, aunque más económicos, son difíciles de limpiar y no dan buen resultado. También es habitual que sean de plástico o de fibra, pero mucho más frágiles. Lo más recomendable es que los abrevaderos estén contruidos de acero inoxidable, un material más caro, pero que permite aplicar sistemas giratorios de vaciado rápido (Luchsinger, 2008).

Según Pylman, citado por (Luchsinger, 2008), recomienda abrevaderos más grandes, ya que aduce que estos estimulan a que los animales puedan beber más. Estos siendo de dimensiones, 4 metros de largo por 90 centímetros de ancho y 86 centímetros de profundidad, con capacidad para 912 litros.

2.9. COMPORTAMIENTO DEL GANADO

Según Callejo (2009), para que los tratamientos se lleven a cabo con la máxima seguridad, comodidad y eficiencia para animales y operarios, el diseño de esta instalación debe tener en cuenta algunos aspectos etológicos del vacuno:

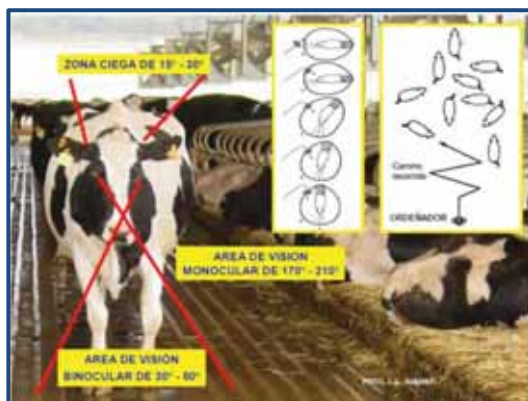


Figura 18. Nivel de percepción por parte de la vaca (Vásquez. J, cow confort).

a. Visión

- Visión panorámica de más de 300°.
- Percepción limitada a nivel del suelo cuando lleva la cabeza levantada.
- Las sombras causan problemas, por tanto, evitar cambios en la intensidad de luz.

- Tendencia a moverse desde las zonas oscuras a las iluminadas siempre que la luz no les deslumbre.
- Elementos que “aleteen” como ventiladores o trapos colgados de una valla pueden dar problemas.
- Perciben los colores, por lo que deben evitarse los cambios bruscos color o de textura cuando el ganado se esté moviendo.

b. Oído

- Son más sensibles a los sonidos de alta frecuencia (8.000 Hz) que las personas.
- Se adaptan rápidamente a niveles razonables de ruido continuo, como una radio.

c. Aislamiento

Las vacas son animales gregarios. Cuando son aislados y separados del grupo, se muestran extremadamente nerviosos, sobre todo si no hay contacto visual. En estas condiciones, pueden ser peligrosos para el operario y para sí mismos, así como dañar la instalación (Callejo, 2009).

d. Memoria

Las vacas son capaces de recordar experiencias que les causen temor o dolor y reaccionan consecuentemente. Del mismo modo, las experiencias no gratas en la instalación de manejo como un trato brusco, descarga eléctricas, pinchazos o golpes, resbalones o estar de pie sobre una rejilla incomoda e inestable, afectaran a su conducta futura (A. Callejo Ramos, 2009).

2.10. DISEÑO DEL CENTRO DE ORDEÑO

La sala de ordeño supone una importante inversión para el ganadero, por lo que debe estudiarse muy bien su ubicación, diseño, dimensión, etc. Pues los errores cometidos no son de fácil ni de barata corrección (Callejo, 2009).

2.10.1. Criterios generales de elección

La elección de un determinado tipo de sala de ordeño, así como la determinación del número de unidades que se necesita para ordeñar es una tarea que debe ser correcta y minuciosamente realizada para llegar a la mejor solución (Callejo y Majano, 2011).

2.10.1.1. Criterios de elección

a. Técnicos y económicos: estudio de la inversión y el rendimiento esperado.

Los criterios técnicos y económicos son aquéllos que analizan e interrelacionan las inversiones a realizar, en cada tipo de instalación, con los rendimientos esperados, y estos dos factores con el resto de las circunstancias de la explotación (Callejo y Majano, 2011). Por ejemplo

- N° de vacas a ordeñar, actual y futuro.
- N° de ordeños diarios.
- N° de ordeñadores.
- Nivel de automatización, actual y futuro.
- Tiempo disponible para ordeñar.
- Recursos económicos.
- Preferencias personales.
- Producción media de las vacas.
- Rutina de ordeño a seguir.

b. Otros criterios: comerciales, comodidad, moda.

4.10.2. Salas en espina de pescado

Callejo y Majano (2011) afirman; que las vacas que entran en la sala de ordeño en tandas, se colocan a ambos lados de un foso, una junto a otra, en un ángulo que viene determinado por la puerta de salida y que es aproximadamente de 30-32° con respecto al eje longitudinal del foso. Las vacas están colocadas durante el ordeño entre un rail trasero y otro delantero. El ordeñador desde el foso puede manejar, de una forma manual o automática.

En este sistema, la entrada y salida de ganado se realiza en tandas o grupos de 3, 4, 5, 6..., hasta 24 vacas. La vaca que más tarda en ordeñarse es la que marca el ritmo de esa tanda de ordeño. Por ello, con este sistema se consiguen los rendimientos más elevados cuando todas las vacas de cada tanda son de un nivel productivo similar (rebaños con partos agrupados o que estén divididos en lotes de producción).

Las ventajas principales de este sistema se pueden resumir en los puntos:

- Postura cómoda de ordeñador.
- Acceso a la totalidad de la ubre.
- Rendimientos muy altos (hasta 100 vacas por hombre y hora).

- Se puede ampliar muy fácilmente.
- El sistema de herrajes y puertas puede ser muy sencillo.
- Existe la posibilidad de ajustar las barras delanteras cuando las vacas son más pequeñas o son novillas; esto facilita el ordeño.

Los principales inconvenientes son:

- No permite el tratamiento individual del ganado.
- El acceso a la ubre es lateral. Es más fácil recibir patadas o golpes del ganado, que en la sala tándem.
- Tiempos muertos más prolongados en instalaciones en línea baja.
- La longitud empieza a ser un hándicap a partir de 8 plazas (tuberías más largas, mayores desplazamientos, peor visibilidad de todas las ubres).

4.10.2.1 Línea media o línea baja

Callejo y Majano (2011) hace referencia a la posición de la tubería de leche. En el caso de la línea media, esta tubería se sitúa en la mitad del foso de ordeño, a una altura de unos 2 metros respecto al suelo del foso (1,25 m sobre el suelo del andén donde se colocan las vacas). En este caso, una unidad de ordeño puede ordeñar alternativamente tanto las vacas colocadas en el lado derecho como las situadas en el lado izquierdo (Figura 1).



Fuente: Callejo y Majano (2011).

En la sala en línea baja, la tubería de leche es doble, sujeta en las paredes del foso y aconsejándose que se unan ambos tramos para formar un anillo cerrado (Figura 2).



Fuente: Callejo y Majano (2011).

El argumento principal en favor de la instalación en línea media es fundamentalmente económico. El número de unidades de ordeño es la mitad que el de plazas; por tanto, es preciso instalar menos unidades (la mitad) y una bomba de menor capacidad que en una sala con el mismo número de plazas pero disponiendo cada una de su propia unidad de ordeño (1 unidad/plaza). Del mismo modo, se reduce a la mitad la posible instalación de automatismos (retiradores de pezoneras, medidores electrónicos de producción, etc.).

En las salas donde las vacas se disponen en ángulo de 30°, la distancia entre ubres oscila entre 1,10 m y 1,20 m, mientras que la distancia entre la barrera trasera y la delantera está entre 0,95 y 1,00 m. El montaje de las barras de contención delantera y trasera, las puertas de entrada y salida y el posible bordillo del foso son elementos fundamentales que condicionan la correcta colocación de las vacas en la posición de ordeño y, por ello, el correcto y cómodo trabajo del ordeñador.

La longitud del foso depende del número de plazas. También hay que considerar una distancia de alrededor de 1,40 m para la apertura de la puerta de entrada a la plataforma de ordeño y considerar 1,00 a 1,20 m para el paso de las vacas en el caso de que la salida de los dos grupos de ordeño se realice por un mismo lado de la sala (Figuras 3a y 3b). También será necesario considerar una longitud

adicional de unos 0,60 m en el lado del corral de espera para la colocación de una escalera de entrada y salida al foso (Callejo y Majano, 2011).



Fuente: Callejo y Majano (2011).

La Tabla 1 presenta las principales dimensiones de una sala en Espina de Pescado.

Tabla 1. Principales dimensiones de una sala en Espina de Pescado (Billo y col., 2009)	
Parámetro	Dimensión recomendable (m)
Anchura de la plaza (distancia entre ubres) (α)	1,10-1,20
Longitud del foso	$n \times (\alpha) + 2,00$
Longitud de la sala	$n \times (\alpha) + 3,20$
Anchura del andén	1,50
Distancia entre las barras delantera y trasera	0,95-1,00
Anchura de la sala de ordeño (sin pasillo de retorno)	5,00-5,20*
Anchura de la sala de ordeño (con pasillo de retorno)	5,90-6,20*
*según anchura del foso de ordeño n: número de plazas de ordeño en cada andén	

Fuente: Callejo y Majano (2011).

CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1. AMBITO DE ESTUDIO



Figura 19. Ubicación del fundo Sorapampa-Melgar-Puno (Google Earth).

3.1.1. Ubicación política y geográfica

Región	: Puno.
Departamento	: Puno.
Provincia	: Melgar.
Distrito	: Cupu.
Comunidad	: Aquesaya.
Fundo	: 'Sorapampa'.

A una altitud promedio de 3 957 m.s.n.m, de clima frio seco, siendo sus coordenadas Latitud Sur 14°50'04.60'' Longitud Oeste 70°50'33.23''.

3.1.2. Características climáticas y ambientales

Las características climáticas y ambientales (Estación Climatológica Ayaviri, ubicado a 3,850 msnm) del lugar de estudio muestra temperatura máxima de 19.8°C. El promedio de las temperaturas mínimas fue de -4.6°C, la mínima absoluta fue de -12.7°C, la precipitación pluvial media de 121.7 mm.

3.2. MATERIALES Y EQUIPO

3.2.1. Materiales de gabinete

- Planos de modelo de establos convencionales.
- Material bibliográfico.
- Papelería en general.
- Materiales de graficación y dibujo.

3.2.2. Equipos

- PC con procesador de gran capacidad.
- GPS Marca GARMIN.
- Tablet.

3.2.3. Software usado

- AutoCAD 2015.
- 3D Estudio MAX.

3.2.4. Tamaño de Hato Estabilizado

Para determinar la población para la que se diseñó el establo, se basó en la propuesta de Almeyda (2014), Estructura de un Hato estabilizado que se puede encontrar en cualquier época del año para una Población de 250 animales, donde:

Categoría de los animales	% de la población	250 Animales
Total de vacas	55%	137
Vacas en producción	45%	112
Vacas en seca	10%	25
Vaquillonas 17 meses al parto	16%	40
Vaquillas de 11 a 16 meses	8%	20
Terneras de 5 a 10 meses	9%	23
Terneras de 3 a 4 meses	4%	10
Terneros(as) del nacimiento a 2 meses	8%	20

Entonces para una población de 112 vacas en producción:

Vacas en Producción	En % Pobl.	N° animales
Vacas de dos años	32%	36
Vacas de tres años a mas	68%	76
Alta producción (≤ 120 DEL*)	26%	28
Media producción	21%	24
Baja producción	21%	24
Total	100%	112

3.3. METODOS

3.3.1. PARA EL DISEÑO ARQUITECTONICO DE ESTABLO LECHERO (VACAS EN PRODUCCIÓN) EN UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN CON ESTABULACIÓN LIBRE PARA CONDICIONES DE ALTURA

3.3.1.1. Para el cálculo de las dimensiones, superficie total disponible y altura del alojamiento

a. Dimensionamiento de la superficie total y altura del alojamiento

Para el cálculo del dimensionamiento se basó, en la siguiente Fórmula propuesta por (Callejo, 2009).

a.1. Superficie total disponible

$$S_{total} = \sum_i n \times (S_i + S_x) + S_{adicional}$$

Dónde:

$\sum_i n$: Numero de animales alojados.

S_i : Superficie que ocupa cada animal.

S_x : Superficie adicional necesaria por cada animal.

$S_{adicional}$: Superficie adicional dentro del alojamiento.

a.2. Altura del alojamiento

Se calculó a partir de la siguiente formula:

$$H = \frac{\sum n_i \cdot V_i}{S_{Total}}$$

Dónde:

H : Altura del alojamiento (m).

n_i : Numero de animales dentro del alojamiento con las mismas necesidades volumétricas.

V_i : Volumen estático del aire necesario por cada animal, de similares necesidades volumétricas, en función de su edad y estado fisiológico (m³).

S_{Total} : Superficie total del alojamiento (m²).

a.3. Dimensiones del alojamiento

Para el cálculo de las dimensiones del alojamiento, $L = \text{Largo} \times A = \text{Ancho}$ de la edificación. Se estimó a partir de las recomendaciones dadas por Callejo (2009), donde sugiere considerar los siguientes aspectos:

- La superficie total requerida.
- Área zona de descanso.
- Pasillos de circulación, alimentación y de cruce.
- Ubicación de los bebederos.
- Ancho del pasillo de distribución del alimento.
- Ancho de las puertas de acceso y salida.
- Disposición de los cubículos.

3.3.1.2. Para el diseño y cálculo de las dimensiones del cubículo

Para dimensionar el área de descanso, se tomó las medidas; longitud altura a la grupa y ancho del coxis (máxima anchura entre uno y otro lado de las crestas iliacas), estas son medidas útiles para estimar otras medidas corporales y a partir de estos se calculó las dimensiones que tendrá el cubículo.

Para lograr tal propósito se tuvo que recurrir al registro de mediciones zoométricas (Archivos del Fundo 'Sorapampa' 1998-2015). De este modo se desarrolló una base de datos en el programa Excel 2010, donde se analizaron para obtener el promedio de las medidas, altura a la grupa y ancho del coxis del 25% de vacas primerizas y adultas de mayor tamaño.

Para calcular los elementos del cubículo como se muestra en la Figura 20, se elaboró la Tabla 05, el cual ayudo sistemáticamente a poder encontrar dichas medidas.

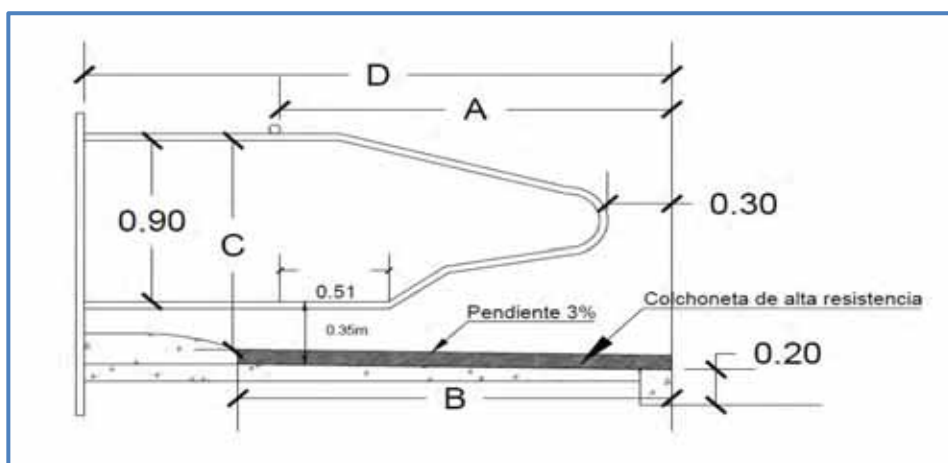


Figura 20.- Dimensiones recomendadas para cubículo (Callejo, 2009).

Tabla 05. Formato para calcular las dimensiones de un cubículo.

Dimensiones del cubículo	Proporción respecto a las dimensiones del cuerpo
D	1.8 x Altura a la grupa
B	1.2 x Altura a la grupa
C	0.8 x Altura a la grupa
C reemplazo	0.75 x Altura a la grupa
A	1.2 x Altura a la grupa
Ancho	2 x Ancho del coxis

Nota. Para calcular las dimensiones de un cubículo, a partir de las proporciones estimadas respecto a las dimensiones corporales. Fuente: Anderson, 2005.

Para optar por la disposición de los cubículos y el espacio de descanso se basó en las recomendaciones dadas por Callejo (2009).

3.3.1.3. Para determinar el espacio lineal y tipo de cornadiza del comedero

Para determinar el espacio necesario para una vaca, se determinó mediante la fórmula propuesta por la Asociación Americana de Ingenieros Agrónomos (citada por Callejo, 2009), a partir de la anchura de pecho aplicando un coeficiente determinado.

$$\text{Espacio lineal}_{\text{vaca}} = \text{Ancho de pecho} \times \text{Factor}$$

Así; en nuestro caso, para lograr tal propósito, se desarrolló una base de datos en el programa Excel 2010, donde se analizó la medida del ancho de pecho, para obtener el promedio de la anchura de pecho, del 25% de vacas de mayor tamaño según sea el caso:

- Vacas primerizas.
- Vacas adultas en lactación.

Para optar por el tipo de Cornadiza, se basó en las recomendaciones dadas por la Junta de Andalucía, 2002 (citado por callejo, 2009).

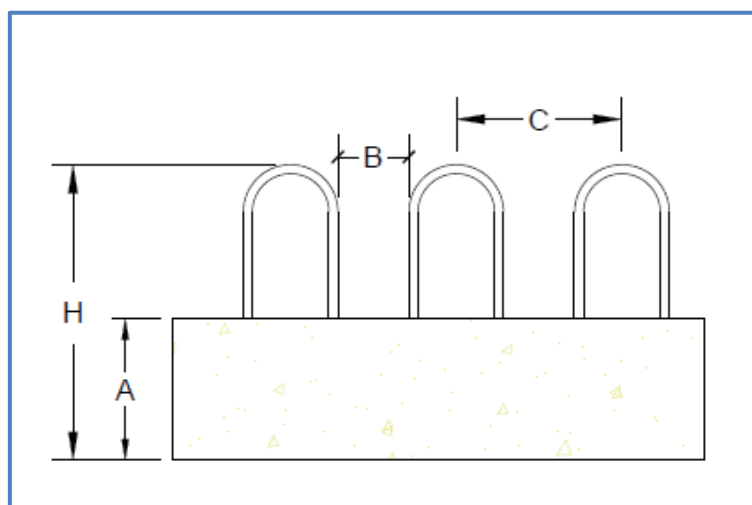


Figura 21. Esquema que sirvió de modelo para diseñar el comedero y cornadiza del tipo festón.

3.3.1.4. Para diseñar y calcular las dimensiones del bebedero

Dado que los bebederos deben de proporcionar agua en cantidad y calidad adecuadas, limpia y en lugares convenientemente ubicados, para el diseño se basó en las consideraciones recomendadas por Callejo (2009) y ABEREKIN, (2008).

3.3.1.5. Para determinar el tipo de piso del alojamiento

Para efectos de diseño se basó en las recomendaciones dadas por Callejo (2009), Gonzales y Zandio (2006).

3.3.2. Para el diseño sala de ordeño

Para el diseño de sala de ordeño, se tomó en cuenta las recomendaciones que citan Callejo y Majano (2011), así como diferentes planos de salas de ordeño existentes de la zona.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. DISEÑO ARQUITECTONICO DE UN ESTABLO LECHERO (VACAS EN PRODUCCIÓN) EN UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN CON ESTABULACIÓN LIBRE PARA PARA CONDICIONES DE ALTURA

4.1.1. Cálculo de las dimensiones, superficie total disponible y altura del alojamiento

4.1.1.1. Dimensiones de la superficie total y la altura del alojamiento

Este capítulo, trata de los resultados que se obtuvo a partir de las recomendaciones hechas por; Callejo (2009), Fuentes (1992) y Gasque (2002).

Es importante destacar que alojamiento, se considera a una edificación que cumple un propósito y un fin. Esto indica que el propósito es el de producir leche más y mejor. En consecuencia cabe destacar la importancia de las construcciones e instalaciones ganaderas, elemento fundamental dentro del complejo sistema lechero; ya que este debe proporcionar protección y bienestar a sus ocupantes.

a. Superficie total del alojamiento

Cálculo de la superficie total del alojamiento.

$$S_{total} = \sum_i n_i \cdot (S_i + S_x) + S_{adicional}$$

$$S_{total} = 112 \text{ vacas} \cdot (5.20\text{m}^2 + 7.07\text{m}^2) + 323.69\text{m}^2$$

$$S_{total} = 1697.93 \text{ m}^2$$

La superficie total necesaria para albergar 112 vacas en producción, con un requerimiento 5.20 m²/vaca de espacio social, con 7.07 m²/vaca zona de descanso y espacio adicional de 274.61 m² (otros espacios dentro del alojamiento) para condiciones de estabulación libre fue de **1 697.93 m² restando**

las dimensiones de los muros.

b. Altura del alojamiento

Se obtuvo a partir de la siguiente fórmula:

$$H = \frac{\sum n_1 \cdot V_1}{S_{Total}}$$

$$H = \frac{112 \times 40\text{m}^3}{1697.93\text{m}^2}$$

$$H = 2.64 \text{ m}$$

La altura del alojamiento, necesaria para albergar 112 vacas en producción, con un requerimiento de aire estático 40 m³/Vaca y para una superficie de alojamiento 1697.93m², fue de **2.64 metros**.

c. Dimensiones del alojamiento

Para determinar las dimensiones del alojamiento, $L = \text{Largo} \times A = \text{Ancho}$. Se estimó a partir de las recomendaciones dadas por Callejo (2009).

Tabla 06.- Aspectos constructivos y de instalaciones a tomarse en cuenta.

Consideraciones constructivas	Dimensión	
Ancho de pasillo de circulación	3.3m	A
Ancho de pasillo de alimentación - cubículo	5.29m	B
Ancho paso de cruce	2.92m	C
Ancho pasillo zona de bebedero	4.36m	D
Ancho de pasillo zona de distribución de alimento	5.29m	E
Ancho Zona de descanso	5.53m	F
Área de comedero	103.12m ²	G
Área de bebedero	5.44m ²	H

Fuente: elaboración propia.

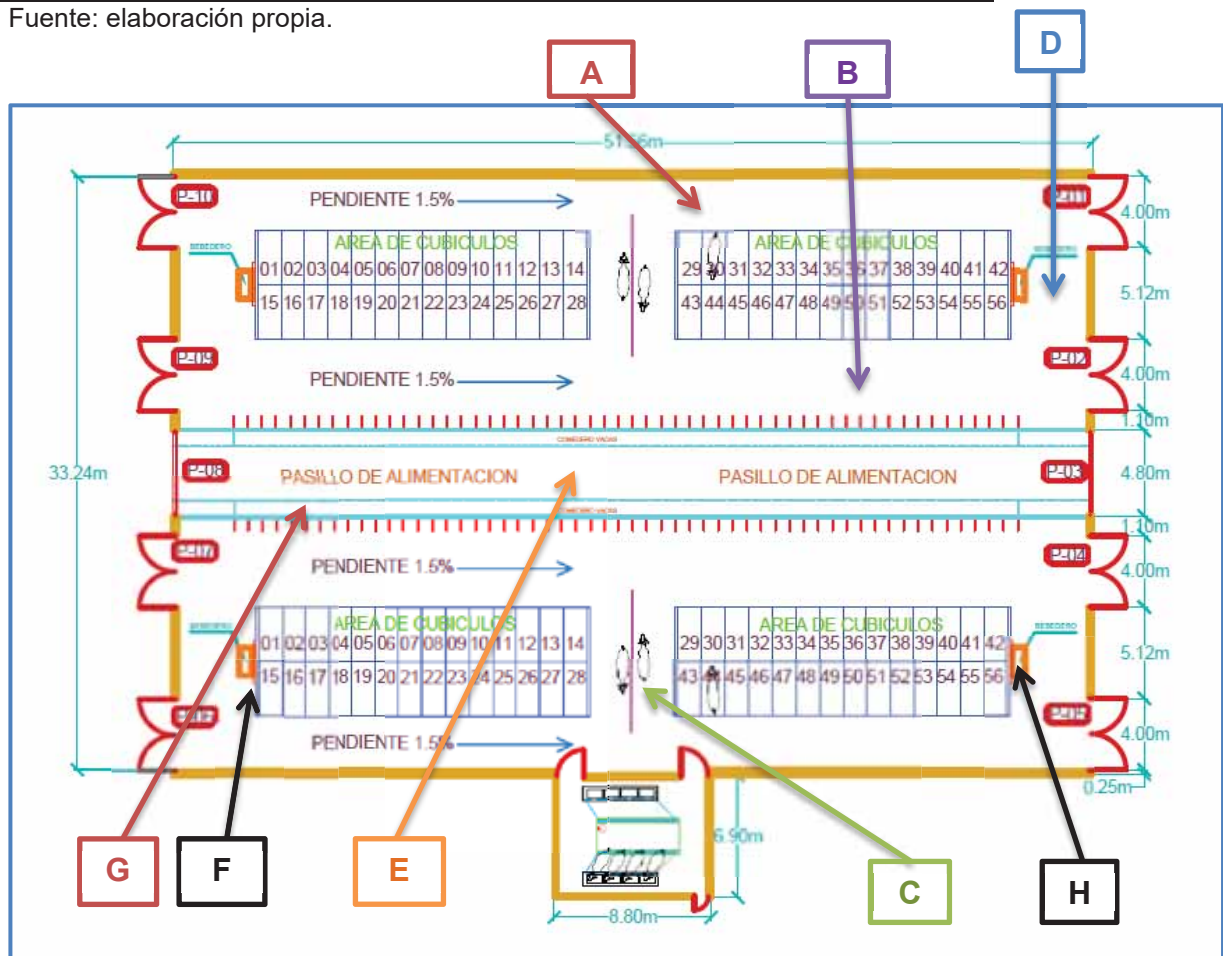


Figura 22. Esquema vista en planta, dimensiones Largo x Ancho del alojamiento para vacas en producción (Fuente: Elaboración propia).

4.1.1.2. Descripción de los planos arquitectónicos

En este capítulo se hace una descripción de los planos arquitectónicos elaborados en el programa AutoCAD 2015, resultado del análisis y el diseño. Dado que el proyecto en su conjunto está compuesto por diferentes elementos y espacios, para una mejor interpretación de estos; se elaboró los planos en planta, corte, elevación y detalles.

El terreno que fue seleccionada para la proyección del establo lechero, cuenta con un área total de 57 Has, sin embargo para este espacio arquitectónico solo fue ocupada un área de 1 Has; con un área total construida de 1 739.63 m², por otro lado el área restante podría ser utilizado para la proyección de otros espacios arquitectónicos que complementen el Establo.

a. Lamina 01. Plano en planta Establo para vacas en producción

Tabla 07.- Capacidad de uso de la zona de Cubículos.

Espacio	Capacidad Máxima (N° de animales)
Zona de cubículos 1	36
Zona de cubículos 2	24
Zona de cubículos 3	24
Zona de cubículos 4	28
Capacidad Total	112

El alojamiento está compuesto de un conjunto de espacios con áreas bien diferenciadas, así la Tabla 07 muestra estos valores, donde el área de cubículos o zona de descanso comprende el lugar donde las vacas permanecerán echadas para realizar actividades como rumiar y descansar. Cuanto más tiempo permanezcan echadas, mayor será la circulación sanguínea en la zona de la ubre y por consiguiente mayor producción de leche. Por otra parte esta distribución de los cubículos tiene por propósito facilitar la lotificación del ganado por estado de lactancia y edad (vacas primerizas y adultas).

Tabla 08.- Capacidad de uso de corrales dentro del Alojamiento.

Espacio	Capacidad aproximada (N° de animales)
Corral 1	36
Corral 2	24
Corral 3	24
Corral 4	28
Capacidad Total	112

Un corral lo componen la zona de cubículos, los pasillos de circulación y alimentación y bebedero. Las plazas de descanso, fueron calculadas en función a la estructura de un Hato estabilizado (Almeyda, 2014) como se calculó en el Anexo A. Se optó por la categorización echa para 250 animales; donde, las vacas en producción representan el 45% ósea 112 animales y de este grupo 36 animales están en primera lactación. Es por esto que el Corral 1 se diseñó con una capacidad de 36 animales y sus medidas de los cubículos están de acuerdo a las dimensiones corporales propias de este grupo de edad como lo veremos más adelante.

El diseño permite clasificar al hato en función de su estado de lactancia: baja, media y alta producción. Es así que los corrales 3 y 4, se ubican cercanas a la sala de ordeño ya que estos animales por ningún motivo pueden gastar energía más de lo debido ya que esto significa perdidas en litros de leche; y así del mismo modo que para las primerizas, estos corrales fueron diseñados en función al número de animales que ocuparan en cada caso. En el primer caso 24 cubículos y 28 cubículos en el segundo.

El corral 2 se diseñó para las vacas en baja producción; en un numero de 24 plazas de cubículos, están ubicadas al otro extremo del centro de ordeño juntamente con las vacas jóvenes, ya que estas no tendrán problemas a la hora de desplazarse al ordeño.

Tabla 09.- Número de plazas de comedero y bebedero por corral.

Espacio	Capacidad máxima (N° de animales)	N° de Bebederos
Corral 1	36	01
Corral 2	24	01
Corral 3	24	01
Corral 4	28	01
Total	112	04

Según Callejo (2009) recomienda que es conveniente contar con una plaza de comedero por cada animal y este número no exceda a la cantidad de cubículos por corral, como vemos en la Tabla 09, el número de plazas de comedero/corral no excede al número de cubículos/corral lo que significa que no existirá competencia por el alimento y la zona de descanso y además cada corral cuenta con un bebedero de características y dimensiones calculadas (Ver Cap. bebederos) suficientes para abreviar a todos sus ocupantes.

Tabla 10.- Numero de pasillos dentro del alojamiento.

Espacio	Ancho de pasillo
02 Pasillos de cubículos	3.30 m
02 Pasillos zona de alimentación	5.29 m
01 Pasillo de alimentación	4.80 m

El alojamiento cuenta con cinco pasillos longitudinales, la importancia de estos ya se mencionó (Ver antecedentes). Es así que el pasillo de cubículos, ubicada entre la zona de cubículos y el muro del edificio, posee un ancho de 3.30 m. Las recomendaciones indican 3 m (Díaz, 2004), pero es recomendable que sean un poco más anchas para poder ubicar los cubículos correspondientemente y no exista mucha variación a la hora de puesta en obra. De otro lado también un espacio adicional de pasillo ayudara a disminuir las interacciones negativas de conducta dentro del recinto (Golpes, resbalones, etc).

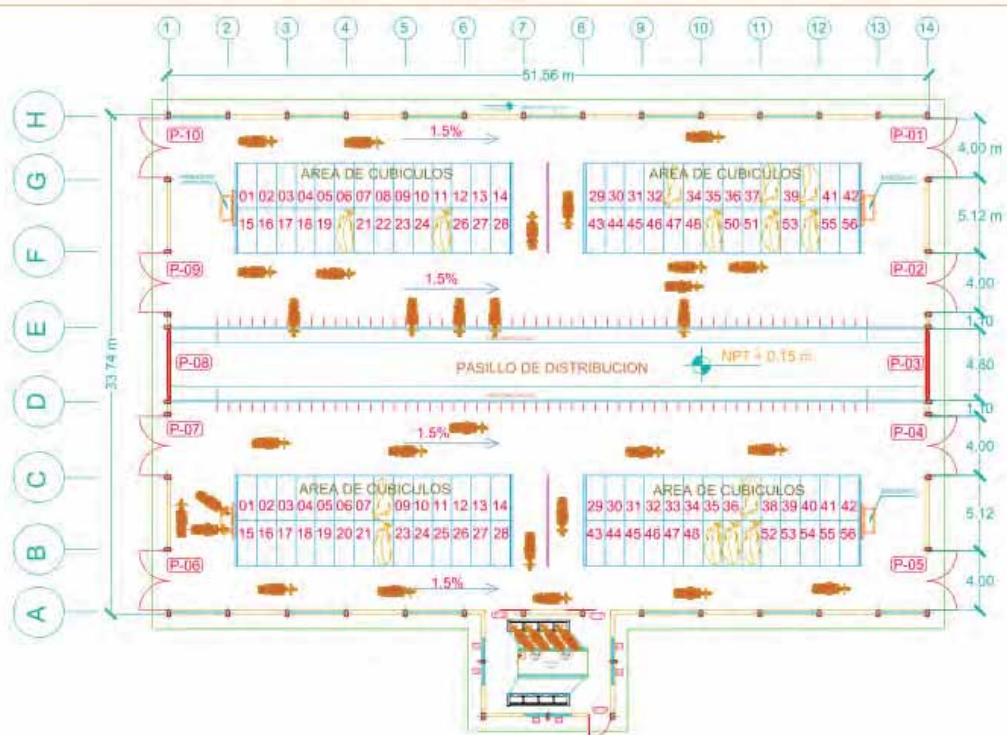
De la Tabla 10, también hace mención al ancho del pasillo de alimentación o pasillo común de acceso a comedero y a cubículo, se consideró un ancho de 5.29 m, las recomendaciones hacen mención a 3.8 – 4.5m. Como se ve en el plano Corte A-A' (Lamina 02) la medida del ancho de este pasillo fue calculada en función al tipo de uso y conducta animal; así este pasillo es suficiente para permitir circular sin ningún problema a dos vacas en sentidos opuestos mientras las demás estén comiendo sin provocar congestionamientos.

b. Lamina 02. Plano en corte A-A'

De este plano se puede observar la distribución transversal del alojamiento, las dimensiones están citadas en la Tabla 10. El alojamiento posee una altura de muro 2.63m y 9.33m hasta la cumbrera, esto ayudara mantener ventilado y sin afectar la calidad del aire en el interior del alojamiento.

c. Lamina 03. Plano de elevación

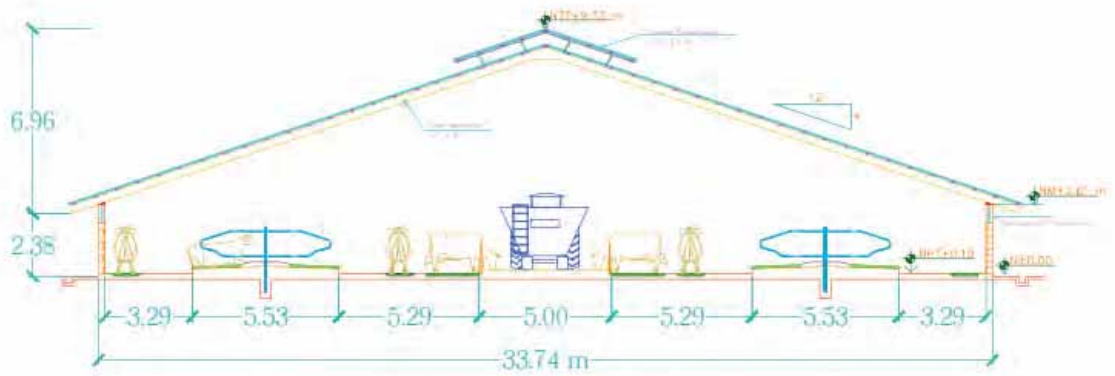
El plano de elevación, frontal, lateral y lateral – sala de ordeño nos muestra una idea general del proyecto. Muestra claramente los niveles de acabado en Techo terminado, altura de ventanas, dimensiones de puertas, nivel de muros.



PLANO EN PLANTA ESTABLO VACAS EN PRODUCCION

ESCALA: 1/150

01	
----	--



PROYECTO		02
FECHA		
AUTOR		
REVISOR		
APROBADO		

HOJA DE CALCULO CUBIERTA

Fuerzas verticales y horizontales

CALCULO DE CARGAS VIVAS

Presión del viento: $V_{max} = 40$ Km/h (Mes de agosto mayor influencias vientos).

Tomado de la estación meteorológica AYAVIRI

Latitud = $14^{\circ} 52' 21.6''$

Longitud = $70^{\circ} 35' 34.4''$

Altitud = 3928 m.s.n.m.

$$PV = Sen\alpha \cdot Ph$$

Dónde:

PV: Presión perpendicular a la vertiente.

Ph: Presión horizontal ejercida (Kg/m^2).

$$PV = Sen18^{\circ} \times \left(\frac{30Kg}{m^2} \right)$$

$$PV = 0.3090 \times 30 \text{ Kg}/m^2$$

$$PV = 9.27 \text{ Kg}/m^2$$

Por lo tanto la presión ejercida sobre la cubierta de $9.27 \text{ Kg}/m^2$ el cual se considera leve. Y no habrá problemas con la cubierta, ángulo de inclinación 18° considerándose la pendiente de adecuada.

Presión de la nieve: Reporte de los últimos 20 años, 10cm en Ayaviri – chuquibambilla – Cupi.

$$PN = Cos\alpha \times Ph$$

Dónde:

Ph: Presión por espesor de nieve.

PN: Presión ejercida por la nevada.

$$PV = Cos18^{\circ} \times \left(\frac{50Kg}{m^2} \right)$$

$$PV = 0.9511 \times \left(\frac{50Kg}{m^2} \right)$$

$$PV = 47.55 \text{ Kg}/m^2$$

Para una inclinación de cubierta 18° la presión que ejerce una posible nevada de 10cm de espesor, es de $47.55 \text{ Kg}/m^2$ el cual se considera de moderado y fácilmente será evacuada por resbalamiento.

4.1.2. Diseño de los cubículos

A partir de los datos analizados en la hoja de cálculo del *software* EXCEL, se determinó el dato Promedio para el 25% de **Vacas primerizas** de mayor tamaño del Fundo 'Sorapampa', encontrando los valores mostrados en la Tabla 11, con cuyos promedios se realizó el cálculo de las dimensiones que tiene los cubículos para cada caso; considerando lo sugerido por Anderson, 2005 (como se citó en Callejo, 2009).

Tabla 11.- Calculo de las dimensiones del cubículo.

DIMENSIONES DEL CUBÍCULO	PROPORCIÓN RESPECTO. DIM. CUERPO	VPL	VAL
D (m)	1.8 x AG	2.59	2.73
B (m)	1.2 x AG	1.72	1.82
C (m)	0.8 x AG	1.15	1.21
A (m)	1.2 x AG	1.72	1.82
Ancho (m)	2 x AC	1.18	1.28

Dónde:

VPL = Vaca primeriza en lactación.

A = Distancia barra de cuello a bordillo.

VAL = Vaca adulta en lactación.

B = Longitud de la zona de descanso.

AG = Altura a la grupa.

C = Altura barra de cuello-piso cubículo

AC = Ancho de coxis.

D = Longitud del cubículo.

Cabe agregar que para cuestiones de la elaboración de los planos, se usó este diseño patrón en el cual existen valores fijas¹ y valores que variaran² de acuerdo al requerimiento espacial de las vacas

¹ Acotada en números.

² A, B, C, D.

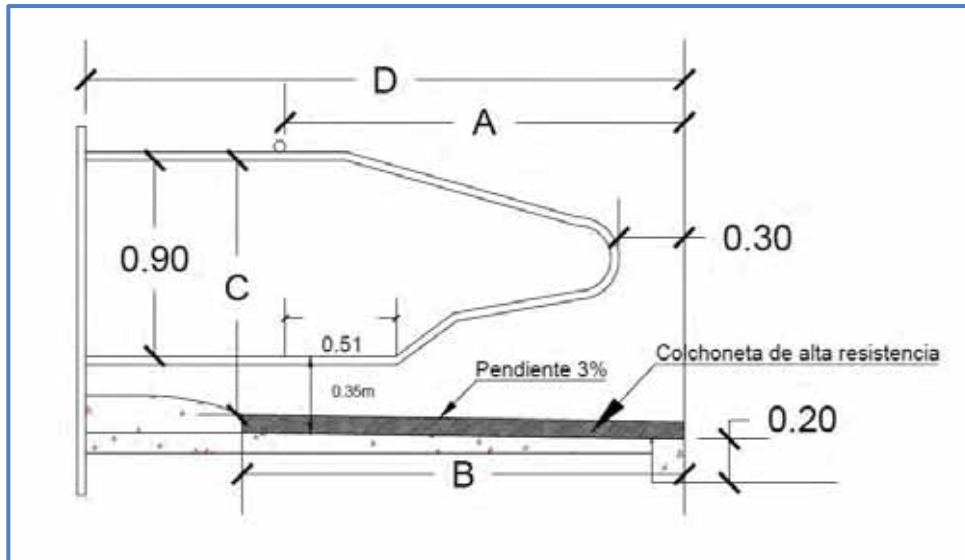


Figura 23. Esquema que sirvió para diseñar los cubículos.

La *Figura 24*, muestra un diseño de cubículo para vacas primerizas en producción, disposición cabeza con cabeza; para el bordillo posterior y pasillo se consideró al concreto dada su alta resistencia y fácil manejo para la limpieza, el área de descanso 3.06 m², material de cama colchoneta de alta resistencia a la corrosión y el desgaste, dispuesta en una pendiente 3%, limitador de pecho de hormigón con aristas redondeadas, separador tubo de acero reforzado Ø 1 ¼" y de 3".

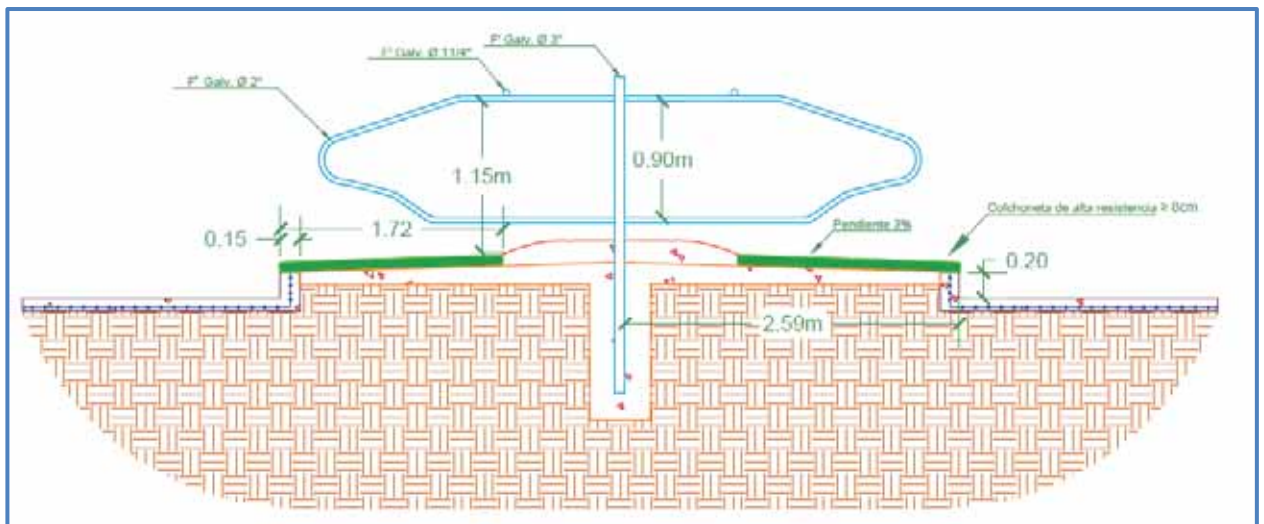


Figura 24. Esquema de cubículo acotada para vacas primerizas en producción.

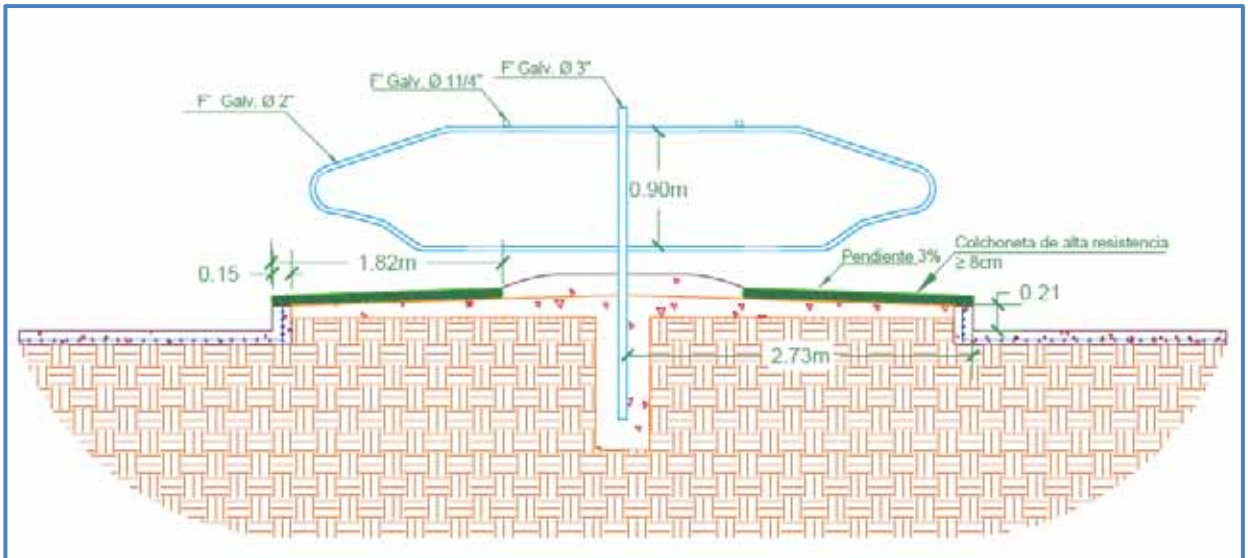


Figura 25. Esquema de un cubículo para vacas adultas en producción.

En síntesis el esquema muestra las características del diseño (Figura 25), para vacas adultas, con una área de zona de descanso 3.49 m² relativamente más grande que el de las vacas primerizas, esto debido al mayor desarrollo corporal, y las demás características del cubículo son similares al de las vacas de primer parto.

a. Ancho de los cubículos

Se determinó a partir de los cálculos tomados (Tabla 11) medida de la mayor longitud de uno a otro lado de las crestas ilíacas (Ancho del coxis).

Tabla 12.- Determinación ancho del cubículo.

Vacas en producción	Ancho del cubículo (metros)
Adultas	1.28
Primerizas	1.18

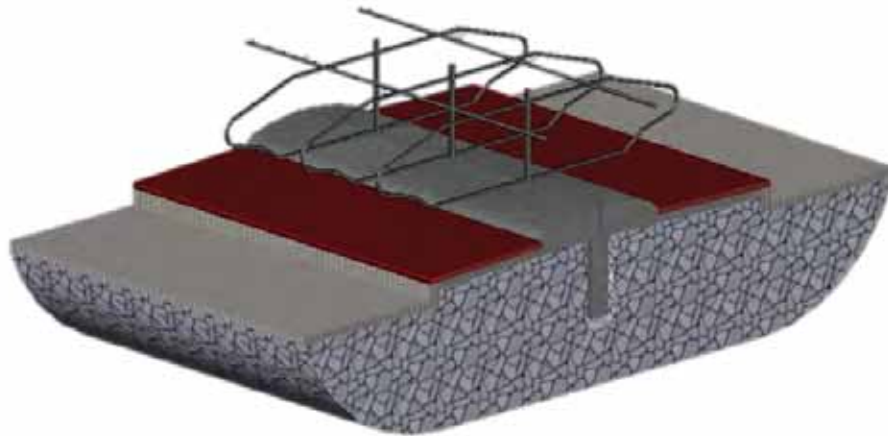
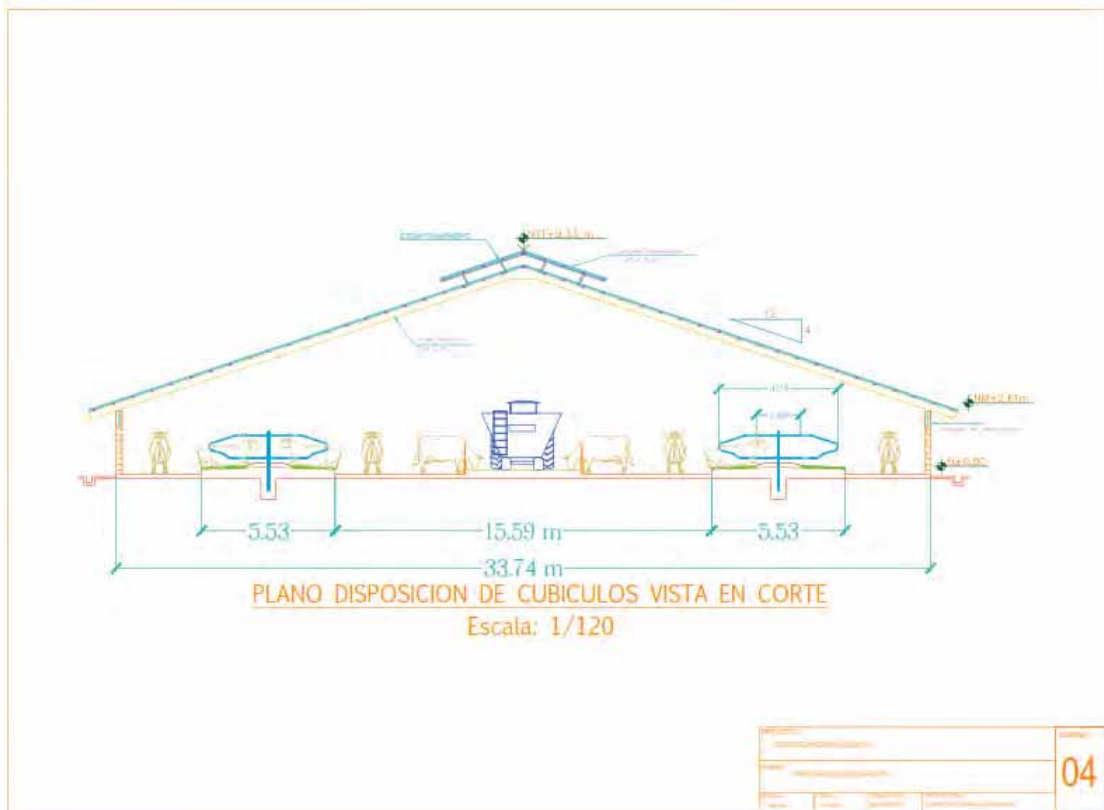


Figura 26. Disposición cabeza con cabeza vista tridimensional.

En la *Figura 26* se muestra una vista tridimensional de los cubículos, es así como luciría en un ambiente físico una vez ejecutada el proyecto, se pueden apreciar los elementos y de que materiales están compuestos. La base puede ser de grava o tierra apisonada, pasillos y limitador de pecho en concreto, colchonetas recubiertas de tejido en red de polipropileno impermeable colocadas en pendiente 3%, barra limitadora de cuello a 1.15 m medido desde la superficie de la colchoneta.

b. Lamina 04, Plano disposición de cubículos vista en corte

Este plano complementa lo mencionado anteriormente, hace mención a las acotaciones vista de costado, vista de uso de espacios, distribución y medidas de espacios con que mantiene relación la zona de cubículos.



4.1.3. Diseño de los comederos

Tabla 13.- Calculo del espacio lineal de comedero.

Vacas en producción	Longitud Promedio (m)	Factor	Espacio lineal/Vaca (m)
Adultas	0.472	1.15	0.57
Primerizas	0.498	1.15	0.54

La *Figura 27* muestra un esquema para elaborar un diseño propio, a partir de constantes que varían de acuerdo a las dimensiones de las vacas, esto nos ayudó a elaborar el diseño de los comederos.

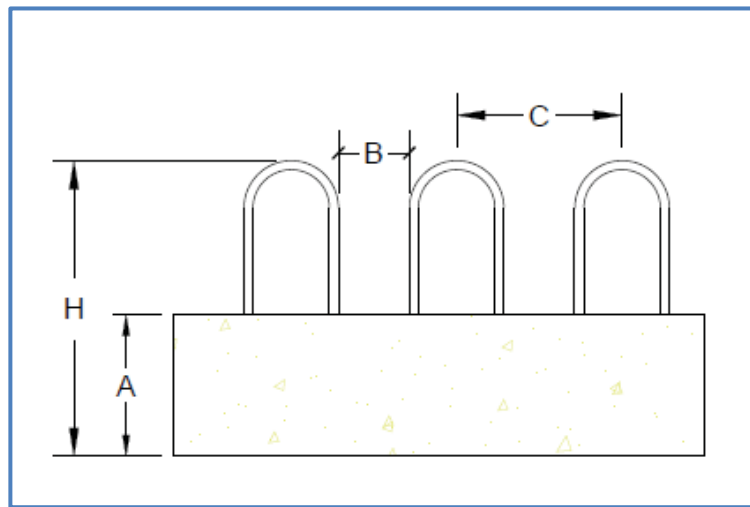


Figura 27. Esquema que sirvió de modelo para diseñar el comedero y cornadiza del tipo festón.

Tabla 14.- Dimensiones del comedero para vacas en producción.

Estado fisiológico	H (m)	A (m)	B (m)	C (m)
Vaca adulta en producción	1.25	0.6	0.3	0.75

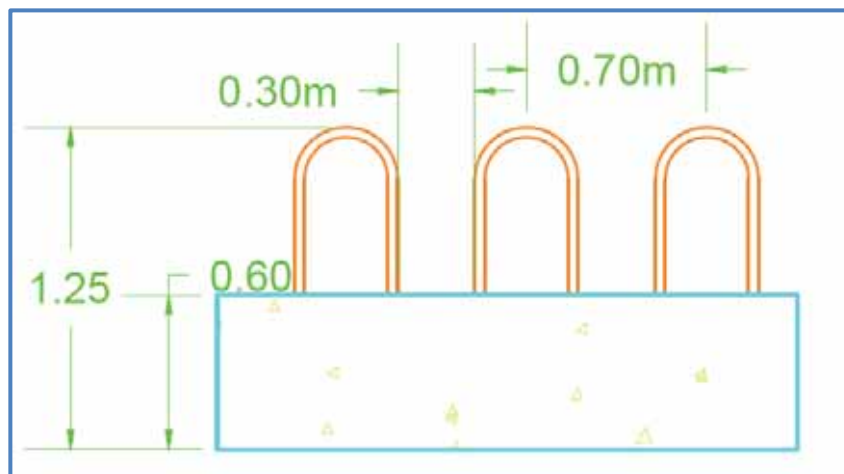


Figura 28. Vista frontal de comedero para vacas en producción.

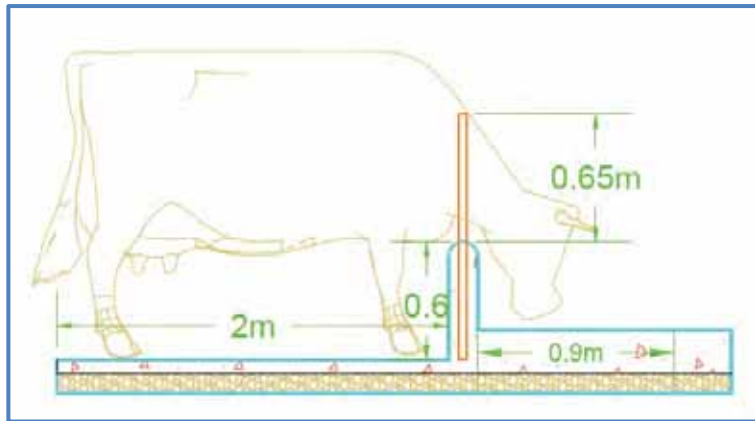


Figura 29. Sección acotada de comedero para vacas en producción.

En la *Figura 28*, se aprecia claramente el espacio lineal de ocupación por animal de 0.70 m. según los cálculos obtuvimos 0.57 m y 0.54 m respectivamente estos resultados no afectan el bienestar más aún permite bajar los índices de competencia por el alimento.

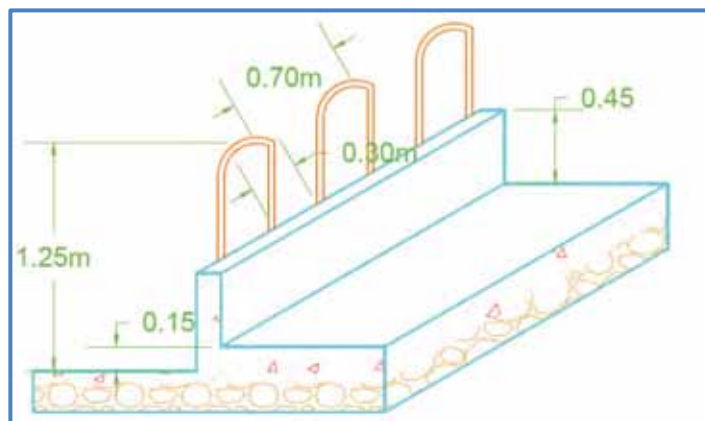
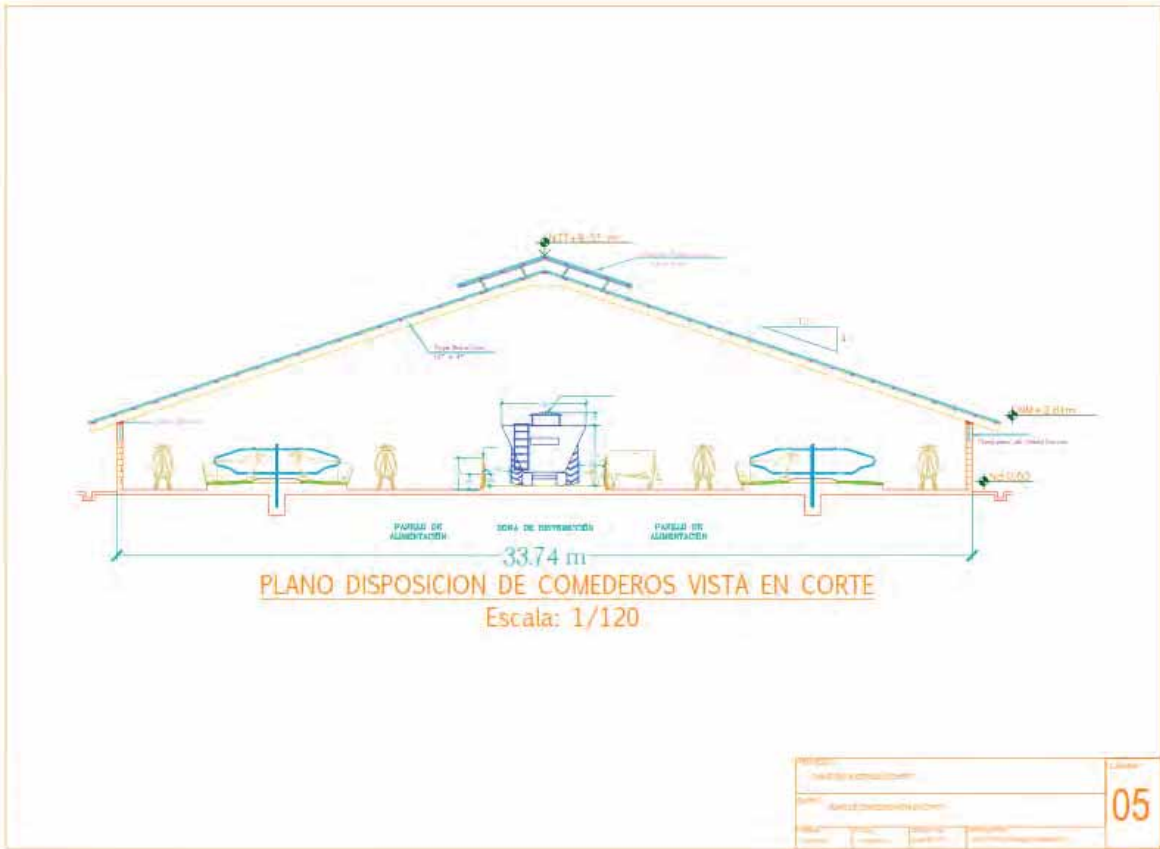


Figura 30. Sección acotada de comedero, con distancias recomendadas.



Figura 31. Comedero tipo festón vista tridimensional.



4.1.4. Diseño de los bebederos

De las recomendaciones tomadas de Callejo (2009), se propone.

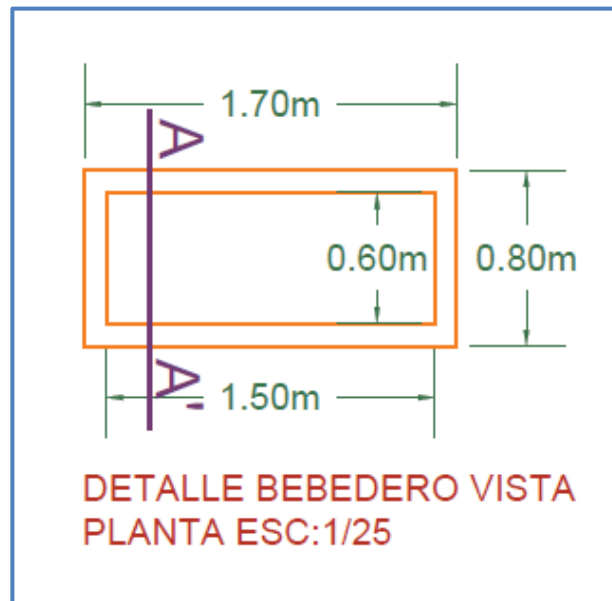


Figura 32. Detalle de bebedero vista planta y corte A-A'

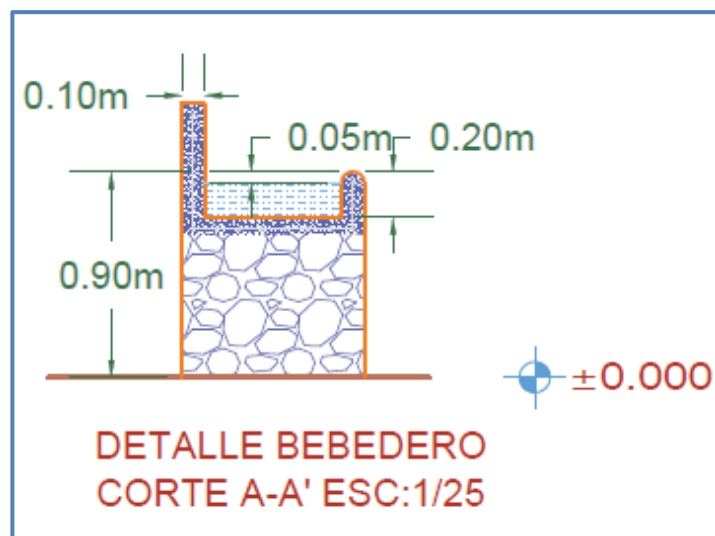


Figura 33. Detalle de comedero en corte, respectivamente acotada.

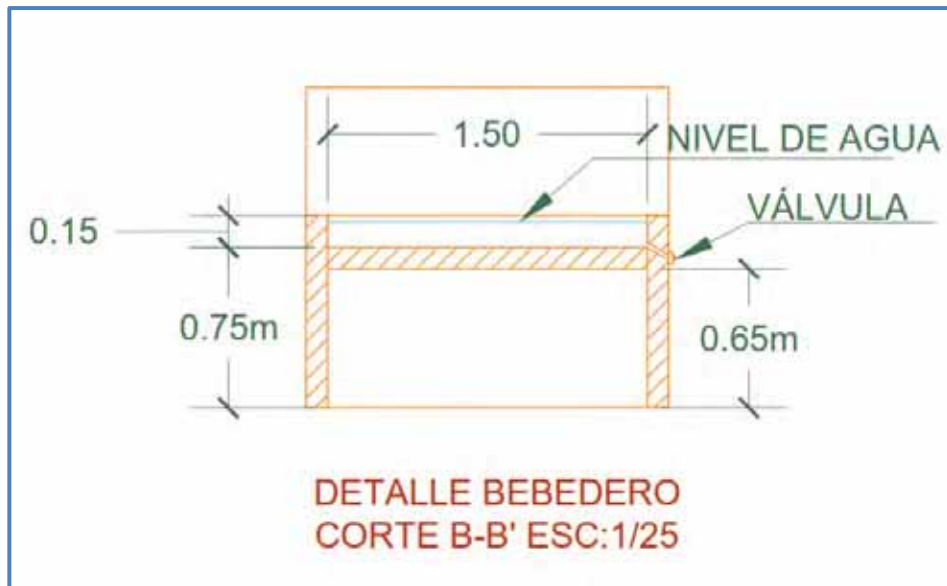
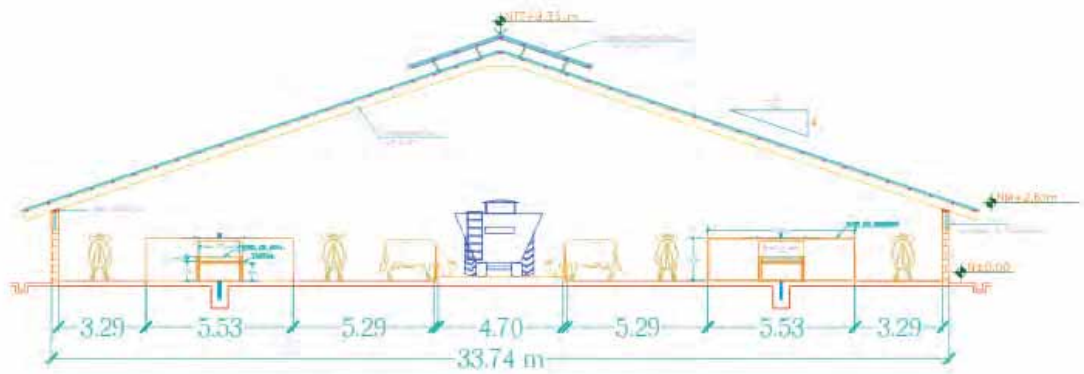


Figura 34. Detalle de bebedero en corte transversal.



Figura 35. Vista en 3D, así luciría el bebedero en una circunstancia real, tomado a partir de un Render en el software 3d max.



PLANO DISPOSICION DE BEBEDEROS EN CORTE

Escala: 1/120

AUTOR		06
PROYECTO		
FECHA		
LUGAR		

4.1.5. Piso del alojamiento

Para efectos de diseño se basó en las recomendaciones dadas por Callejo (2009).

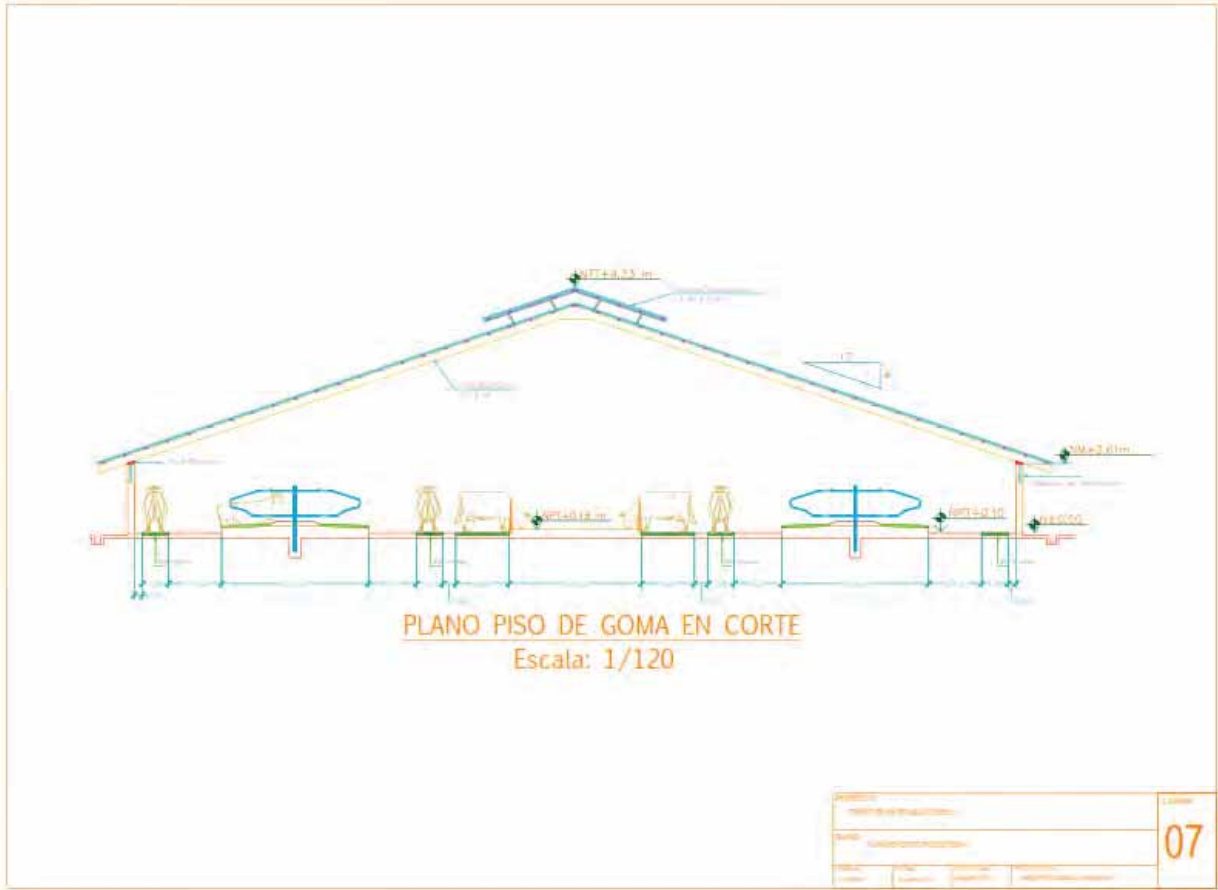
El piso será hormigonado y ranurado, para evitar lesiones. Con una franja de goma en los pasillos, de alimentación y de circulación de 0.90 m de ancho, esto ayudara a mitigar los efectos los efectos perjudiciales en las patas.



Figura 36. Ranurado longitudinal de piso para evitar accidentes.



Figura 37. Las vacas se sienten más cómodas sobre el suelo de goma.



4.2. DISEÑO SALA DE ORDEÑO

Para el diseño se basó en las consideraciones citadas por Callejo y Majano (2011). Del mismo modo la orientación fue proyectada en función al edificio principal (Establo vacas en producción), de este modo se le ubica en la parte central del establo, por razones de una posible expansión de las edificaciones en un futuro.

4.2.1 Descripción de los planos arquitectónicos

La sala de ordeño es un edificio muy particular, porque es ahí donde se lleva la actividad más importante de toda la explotación y la razón de existir del negocio. Esta sala cuenta con un área construida de 62.48 m², la cual está capacitada para poder albergar 08 vacas en ordeño de manera simultánea.

Tabla 15.- Distribución de espacios sala de ordeño.

Nro.	Espacio	Área ocupada	Capacidad
01	Posa de ordeño	7.52m ²	02 operarios
02	Área de ordeño	5.33m ²	04 vacas
02	Área de comedero	3.36m ²	04 vacas
01	Área total	62.48m ²	08 vacas

Cuenta con una puerta de acceso y otra de salida como se ve en la Tabla 15.

Tabla 16.- Cuadro de vanos, ventanas sala de ordeño.

Tipo	Nro.	Ancho	Altura	Alfeizar	Observaciones
V-1	01	1.5m	0.6m	1.71m	Ventana de aluminio con vidrio polarizado
V-2	01	1.5m	0.6m	1.71m	Ventana de aluminio con vidrio polarizado
V-3	01	1.5m	0.6m	1.71m	Ventana de aluminio con vidrio polarizado
V-4	01	1.5m	0.6m	1.71m	Ventana de aluminio con vidrio polarizado
V-5	01	1.5m	0.6m	1.71m	Ventana de aluminio con vidrio polarizado
V-6	01	1.5m	0.6m	1.71m	Ventana de aluminio con vidrio polarizado

Tabla 17.- Cuadro de vanos, puertas sala de ordeño.

Tipo	Nro.	Ancho	Altura	Alfeizar	Observaciones
P-11	01	2.0m	2.0m	-	Puerta Metálica
P-12	01	2.0m	2.0m	-	Puerta Metálica
P-13	01	1.5m	2.27m	-	Puerta Metálica

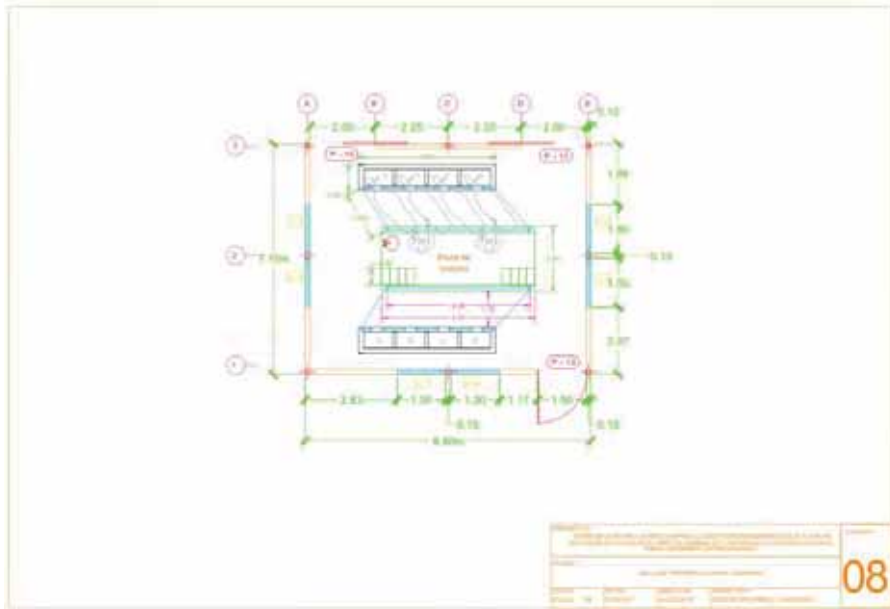
Tabla 18.- Características constructivas, comedero en sala de ordeño.

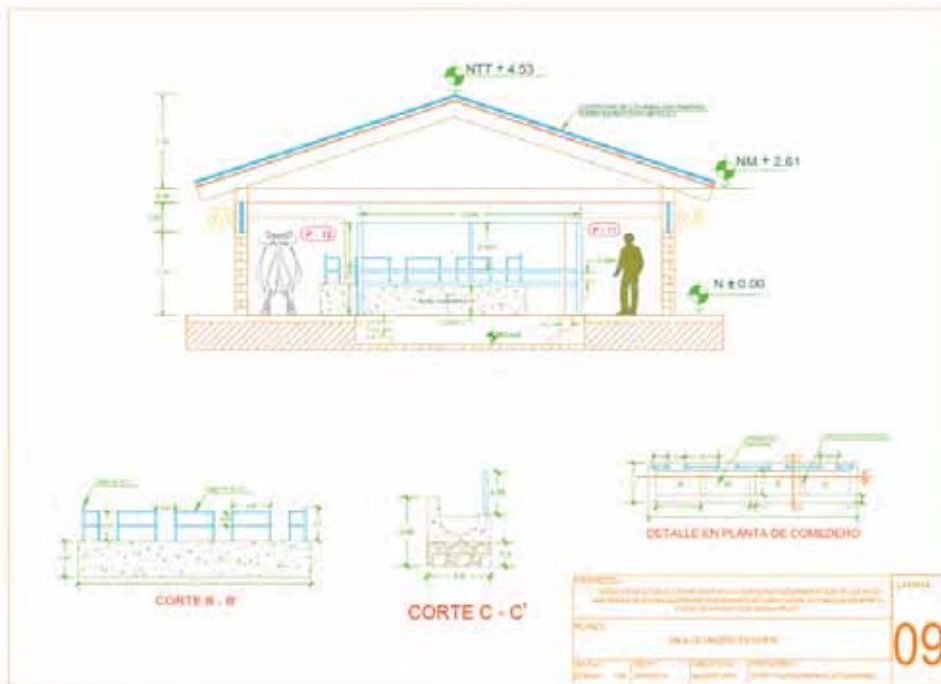
Nro.	Altura	Ancho	Largo	Tabiques	Festón 0.36m	Festón 0.76m	Espacio/vaca
02	0.65m	0.80m	4.20m	03	02	03	0.90m

Por otra parte este ambiente está proyectada para contener dos comederos, con características y dimensiones expuestas (Tabla 17) dado a que estos animales necesitaran en algún momento de su desarrollo, una ración nutricional diferenciada, suplementación con micro y macro minerales o simplemente para poder acostumbrarlas a ingresar sin temor a la sala de ordeño en una fase inicial y así poder prevenir posibles accidentes, de este modo poder aprovechar de las ventajas que implican contar con estos. Aunque autores como Callejo (2009) manifiestan que es preferible que se quiten los comederos de estos edificios ya que los animales deberían de concentrarse en la producción de leche que en comer, muy particularmente no somos partidarios de esa posición debido a las razones antes expuestas.

a. Planos arquitectónicos

Las láminas 08, 09, 10 y 11 muestran detalladamente los componentes de la sala de ordeño diseñada para este fin. Dimensiones, niveles, y distribución de espacios, calculadas en función de la zoometría de los animales y su comportamiento natural.

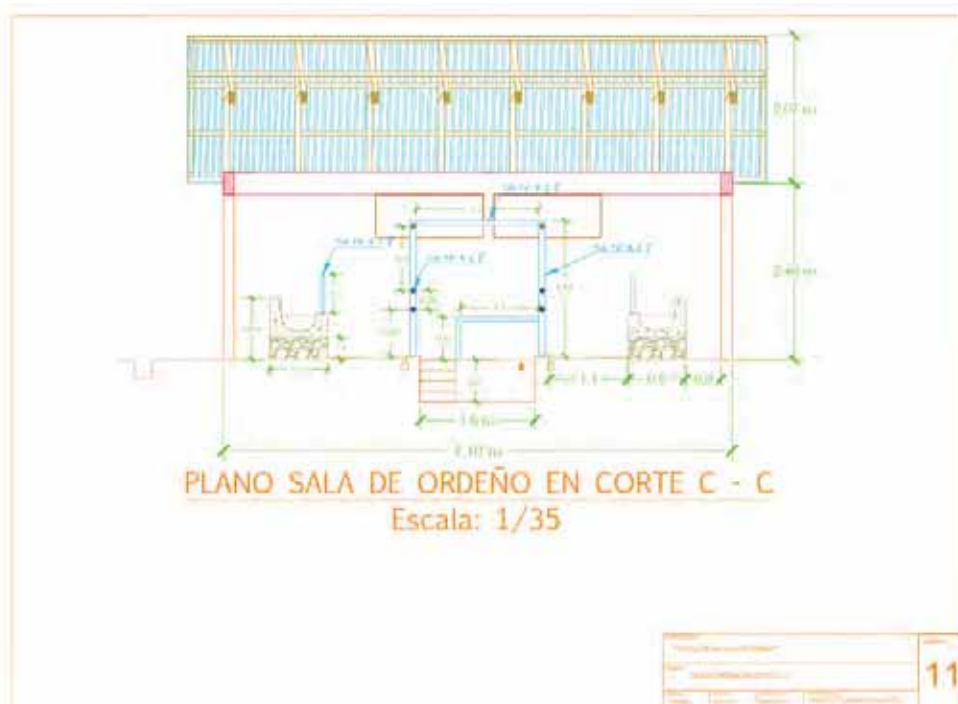






PLANO ELEVACION PRINCIPAL SALA DE ORDEÑO
Escala: 1/50

Proyecto: _____ Cliente: _____ Fecha: _____		10
Escala: 1/50		



CONCLUSIONES

Las principales conclusiones que se pueden extraer de nuestro trabajo de tesis son las siguientes:

- 1.- El establo lechero está proyectada para albergar 112 vacas en estabulación libre con cubículos; en su interior está se divide en cuatro corrales y estas a la vez cuentan con pasillos de circulación, pasillo de alimentación, zona de descanso y bebedero. La altura y dimensiones del alojamiento calculadas acorde a las necesidades de área y espacio por animal recomendado.
- 2.- El establo cuyas dimensiones son: largo 51.56m y ancho 33.74m, que hacen un área construida 1739.63 m², con un espacio social 5.20m/vaca que permite a sus ocupantes manifestar sus patrones de conducta con total normalidad. La altura 2.64m permite un volumen de aire estático 40 m³/vaca facilitando el recambio de aire limpio procedente del exterior ya sea por medios pasivos o mecánicos.
- 3.- Se instauro el sistema zona de descanso en cubículo del modelo tradicional de establo con cuatro filas de cubículos, con plazas individuales de 2.59 m x 1.18 m para vacas primerizas y estas solo están presentes en el Corral 1. Plazas individuales de 2.73 m x 1.28 m para las vacas adultas que le corresponden al Corral dos, tres y cuatro. El material de cama es una colchoneta de alta resistencia dispuesta con una pendiente 3%.
- 4.- El espacio lineal de comedero para vacas primerizas 0.54 m/vaca y 0.57 m/vaca para vacas adultas. Las cornadizas es el del tipo Festón que puede ser adicionado con un sistema de captura auto-trabante para mantener sujetadas a los animales mientras se realizan actividades como curaciones, inseminaciones y otros.
- 5.- Los bebederos son de muros de ladrillo con una base de piedra vaciado en concreto cuyas dimensiones son: 1.50 m x 0.60 m x 0.20 m, con una altura desde nivel de piso terminado hasta el nivel del agua de 0.90 m. con volumen y espacio lineal suficientes para abrevar 28 a 36 vacas.

- 6.- los pasillos de circulación y alimentación (espacio común entre cubículo y comedero) están vaciados con cemento y ranurados con una separación de 0.10 m y una profundidad de 1 – 1.5 cm. Con franjas de goma en los pasillos de circulación (Ver plano 07), de 1.00 m y en el espacio común 2.00 m de ancho.
- 7.- la sala de ordeño consta de dimensiones 8.80 m x 7.10 m y altura 2.64 m, el diseño elegido fue el sistema en “espina de pescado”, de 04 plazas por andén, con un total de 8 plazas. De otro lado la instalación también consta de una poza de ordeño de 1.60 m x 4.70 m de longitud, 02 comederos con sus respectivos separadores (Cornadizo festón) de 0.80m de ancho por 4.20 m de largo. Y un pasillo de acceso a las cabezas de los animales de 0.50 m de ancho o paso de circulación de hombre. Puertas de acceso y salida de 02 metros de ancho, el piso de hormigón con franjas de goma en las zonas de circulación de las vacas con pendiente 3%.

RECOMENDACIONES

- Partiendo del trabajo de tesis, pueden hacerse diseños de Alojamientos para otras categorías dentro el Hato. Como establos para vacas en seca, vaquillonas, terneraje, Silos, Administración y otros. Que complementen un complejo ganadero moderno.
- Es evidente entonces, que a partir de este trabajo de tesis. Se cuenta con un material que pueda ser aprovechada en las políticas agrarias lecheras del país. Como alternativa de alojamientos modernos en nuestras explotaciones de medianos y asociaciones de productores.
- Existen evidencias suficientes, como la experiencia reflejada por El Tambo Ganadero El Rosario, del propietario Jorge Bellido Lopera. Con su Sistema de Estabulación Free Stall (Libre Estabulación) que ha logrado productividades de hasta 40 litros por día/Vaca, en condiciones de climas agrestes. En una altura sobre el nivel del mar de 4 200 msnm. Santa Rosa Puno – Perú. Entonces esto corrobora la importancia de los alojamientos en la producción lechera alto- Andina.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALMEYDA. (2014) “Manejo del Vacuno Lechero”. Programa de investigación y proyección social en leche – UNALM. Lima, Perú.
2. BUXADÉ. C. (2005) “Zootecnia Bases de Producción Animal”. España.
3. BLANCO OCHOA. M. A. (2010) “Zootecnia de Bovinos productores de leche”. México.
4. CALLEJO RAMOS. A. (2009) “Cow Comfort”. Editorial Servet, España.
5. CALLEJO, A. (2010). Salas de ordeño (1ra parte). Madrid, España: CONAFE
6. CALLEJO, A. MAJANO, M. A. (2011). Salas de ordeño (2da parte).
7. DAZA. A. (2011) “Climatización de Alojamientos Ganaderos”. Universidad Politécnica de Madrid.
8. ESCORCIA OYALO. O. (2010) “Manual para la investigación”. Bogotá-Colombia.
9. FUENTES YAGÜE. J. L. (1992) “Construcciones para la Agricultura y la Ganadería”. 6ta Edición, España.
10. GASQUE GOMES. R. “Instalaciones y Estructuras Ganaderas”.
11. GUÍAS DE APRENDIZAJE CONEVyT. (2008) “Modulo Técnico”. México.
12. LUCHSINGER VILIGER. J. (2008) “Cuanta Agua Necesitan mis Vacas”. Editorial ABEREKIN S. A. España.
13. GONZALES MARTIN J. V. (2015) “Correcto Diseño de los Cubículos”. Madrid. España.
14. GONZALES ZANDIO. (2006) “Consideraciones sobre los pasillos de las estabulaciones, las cojeras y el bienestar de las vacas”. Revista Frisona Española N° 129. España.

15. PLAN REGIONAL DE DESARROLLO GANADERO DE PUNO AL 2015; Ministerio de Agricultura, Dirección Regional de Promoción Agraria, Puno 2008.
16. PRONAMACHS PUNO. (2007) “Manual para la construcción de cobertizos”. Puno – Perú.
17. PROLECHE. (2011) “Informe Ejecutivo 2007 – 2011” Proyecto lechero Cachi Alto. Ayacucho. Perú.
18. ROSEMBERG BARRON. M. (2011) “Plan Nacional de Desarrollo Ganadero”. APPA Trujillo.
19. SENAMHI – PUNO. (2013) “Boletín Regional de Agro meteorología”. Puno, Perú.

ANEXOS

ANEXO A

Lotificación del ganado

1.- Estructura del hato estabilizado

Categoría de los animales	% de la población	250 Animales
Total de vacas	55%	137
Vacas en producción	45%	112
Vacas en seca	10%	25
Vaquillonas 17 meses al parto	16%	40
Vaquillas de 11 a 16 meses	8%	20
Terneras de 5 a 10 meses	9%	23
Terneras de 3 a 4 meses	4%	10
Terneros(as) del nacimiento a 2 meses	8%	20

Fuente: Elaboración propia.

2.-Vacas Secas

Vacas Secas	En % Pobl.	N° Animales
Transición (primeros 4-14 días)	22%	5
40 días siguientes (2 grupos)	52%	13
Preparto (2-3 semanas)	26%	7
Total	100%	25
* Se considera el máximo valor para evitar el sobreocupamiento		

Fuente: Elaboración propia.

3.- Vacas En Producción

Vacas en Producción	En % Pobl.	N° animales
Vacas de dos años	32%	36
Vacas de tres años a mas	68%	76
Alta producción (≤ 120 DEL*)	26%	28
Media producción	21%	24
Baja producción	21%	24
Total	100%	112

Fuente: Elaboración propia.

4.- Vacas enfermas

Esta instalación para estas vacas es de suma importancia ya que ayuda, a mitigar posibles cuadros de enfermedad infecciosa y poderlas controlar, para este caso consideramos hasta 05 animales.

ANEXO B

Medidas del ancho del coxis y ancho de pecho

25 % Vacas Primerizas en Producción				
N°	Identificación	Altura a la Grupa (m)	Ancho del coxis	Ancho de pecho
1	1426	1.38	0.58	0.46
2	1420	1.4	0.59	0.47
3	1418	1.5	0.6	0.47
4	1414	1.39	0.6	0.48
5	1417	1.39	0.58	0.49
6	1407	1.39	0.59	0.45
7	1390	1.38	0.58	0.45
8	1398	1.38	0.58	0.46
9	1397	1.4	0.58	0.46
10	1396	1.42	0.59	0.47
11	1385	1.45	0.6	0.49
12	1377	1.48	0.6	0.48
13	1367	1.47	0.59	0.48
14	1345	1.48	0.59	0.45
15	1267	1.46	0.59	0.45
16	1265	1.39	0.58	0.47
17	1260	1.5	0.6	0.47
18	1257	1.48	0.6	0.47
19	1256	1.49	0.6	0.48
20	1248	1.4	0.58	0.49
21	1247	1.39	0.59	0.48
22	1246	1.39	0.59	0.49
23	1232	1.5	0.6	0.48
24	1163	1.5	0.6	0.48
25	1036	1.5	0.6	0.48
Promedio final Alto		1.4364	0.5912	0.472

25 % Vacas Adultas en Producción				
N°	Identificación	Altura a la Grupa (m)	Ancho del coxis	Ancho de pecho
1	1267	1.5	0.63	0.52
2	1265	1.5	0.62	0.47
3	1260	1.53	0.61	0.48
4	1257	1.53	0.64	0.48
5	1256	1.53	0.66	0.49
6	1248	1.5	0.66	0.5
7	1247	1.53	0.66	0.5
8	1246	1.52	0.65	0.51
9	1232	1.5	0.64	0.51
10	1227	1.5	0.63	0.51
11	1207	1.52	0.65	0.47
12	1198	1.52	0.65	0.5
13	1196	1.53	0.66	0.48
14	1180	1.53	0.66	0.47
15	1175	1.52	0.61	0.47
16	1174	1.52	0.6	0.5
17	1170	1.52	0.6	0.52
18	1163	1.53	0.61	0.52
19	1098	1.5	0.63	0.49
20	1056	1.5	0.63	0.52
21	1048	1.5	0.62	0.52
22	1036	1.53	0.66	0.58
23	1027	1.53	0.66	0.48
24	1007	1.5	0.65	0.49
25	997	1.53	0.66	0.47
Promedio final Alto		1.5168	0.638	0.498