



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

DISEÑO ESTRUCTURAL Y ESTIMACIÓN DE COSTO DE
INSTALACIONES, PARA GRANJAS PORCINAS DE CICLO
COMPLETO NO INDUSTRIALES, CONVENCIONALES Y
ALTERNATIVAS, EN LA REGIÓN CENTRAL DE MÉXICO.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA

JOSÉ ALBERTO PÉREZ PINEDA

ASESORES:

MVZ MPA MARCO ANTONIO HERRADORA LOZANO

MVZ MC ROBERTO GUSTAVO MARTÍNEZ GAMBA



CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX.

2019



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIA

A mis padres que con su esfuerzo y ejemplo me han enseñado a ser una persona de bien y preparada para afrontar cualquier situación adversa, por su apoyo incondicional, por su cariño y amor desmedido, por su inmensa tolerancia, todo lo que soy es en gran medida por ustedes, mi grado es suyo, les debo mucho.

A mis hermanos, Néstor, Sergio, Hernán, Erik, y Daniela, los apoyaré siempre, con todo mi cariño para ustedes.

A mi abuelita, te haré sentir orgullosa hasta donde estés, con todo mi amor.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México por la formación recibida.

A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia por las enseñanzas, amistades, experiencias y los valores inculcados.

A todas las especies animales con las que pude trabajar, agradezco cada una de las vidas que aportaron mucho para mi formación, he de resarcir cada una de ellas con creces para ayudar y aliviar a muchas más.

A todos los académicos que directa o indirectamente aportaron enseñanzas para mi formación profesional, comenzando con mis asesores M.V.Z. M.P.A. Marco Antonio Herradora Lozano, M.C. M.V.Z Roberto Gustavo Martínez Gamba, mi gratitud por su ejemplo de vida, conocimientos y valores, a los sinodales que se tomaron el tiempo para revisar y aportar para este trabajo.

A mis amigos, durante y después de la carrera, por el apoyo profesional y personal prestado.

CONTENIDO

	Página
Resumen	1
1. Introducción	2
1.1 Descripción del panorama porcino mundial	2
1.2 Descripción del panorama porcino nacional	2
1.3 Sistemas productivos porcinos en México	4
1.4 Clasificación de la porcicultura de acuerdo al grado de tecnificación	4
1.5 Clasificación de la porcicultura según su escala	7
2. Marco teórico	9
2.1 Sistemas productivos porcinos convencionales y alternativos	9
2.2 Elementos para la planeación y el diseño de una unidad de producción porcina (UPP)	17
3. Material y métodos	23
3.1 Flujograma	23
3.2 Cálculo de instalaciones para la UPP convencional	30
3.3 Dimensionamiento y diseño de instalaciones en sistema convencional	42
3.4 Cálculo de instalaciones para la UPP en sistema no convencional	74
3.5 Dimensionamiento y diseño de instalaciones de la UPP alternativa	83
4. Resultados	109
5. Conclusiones	110
Referencias	112
Índice de figura	118
Índice de cuadro	121

RESUMEN

PÉREZ PINEDA JOSÉ ALBERTO, Diseño estructural y estimación de costo de instalaciones, para granjas porcinas de ciclo completo no industriales, convencionales y alternativas, en la región central de México (bajo la asesoría de MVZ M. en C. Roberto Gustavo Martínez Gamba, MVZ M. en P.A. Marco Antonio Herradora Lozano).

La porcicultura actualmente enfrenta desafíos de distinta índole, desde aquellos retos que pretenden llevar las unidades de producción hacia un panorama de sustentabilidad, y menor emisión de residuos, como los que pretenden encaminarla hacia un ámbito de bienestar animal, debido a esto se han retomado y adoptado tecnologías y sistemas zootécnicos llevados a cabo tiempo atrás o en lugares distintos a México, sin saber a ciencia cierta si son opciones factibles, para llevarlas a cabo en el país. El presente trabajo muestra las características, diferencias, ventajas y desventajas de la producción porcina de ciclo completo con sistema convencional y del denominado no convencional o alternativo. En este texto se detalla el cálculo de flujograma, cálculo de espacios, cálculo de corrales, edificios y salas, todo ello para realizar el diseño bidimensional y tridimensional de dos Unidades de Producción Porcina (UPP) de ciclo completo con una población inicial de 70 hembras, una de ellas con un sistema de instalaciones convencionales y otra con un sistema de instalaciones alternativas, para posteriormente realizar la cotización de materiales y conceptos, necesarios en la construcción de cada una de las áreas en ambas UPP (adaptación, servicios y sementales, gestación, maternidad, destete, y finalización). Los resultados señalan un costo total de la UPP convencional de \$ 3,304,788.21 m.n. y de \$3,242,858.59 m.n. para la UPP alternativa, lo cual concluye un costo de \$ 46,326.55 por concepto de instalaciones por hembra en la UPP alternativa, comparado con \$47,211.26 m.n. en la UPP convencional, con lo que se consigue aportar resultados tangibles sobre los alojamientos porcinos en sistemas alternativos al alcance de profesionistas y productores.

1. Introducción

1.1 Descripción del panorama porcino mundial

A través de los últimos años el comercio, la producción, y el consumo de productos cárnicos en general han sufrido diversos cambios que los han mantenido en un constante dinamismo, ejemplo de ello es la fluctuación en la producción y consumo de carne provenientes de las ganaderías denominadas intensivas, principalmente la de ave y cerdo. La porcicultura mundial se muestra como un ejemplo de producción eficiente, que junto a las características propias de la especie porcina, la han consolidado como una de las proveedoras de proteína animal más grandes del país y del mundo.^{1,2}

En el panorama que muestra el mercado mundial de la carne, la balanza se inclina a favor de la producción porcina, la cual mantiene un aumento progresivo y constante. En 2015 la FAO estimó una producción mundial de 117.2 millones de toneladas, ocupando el primer lugar justo encima de la producción de carne de ave, bovino y ovino; sin embargo, en lo referente al comercio, la carne de porcino está ubicada en tercer sitio con siete millones de toneladas y se encuentra debajo del comercio de carne de ave y de bovino con 12.3 y 9.1 millones de toneladas respectivamente.³ El crecimiento de la porcicultura a nivel global es constante pues registra un aumento tanto en el número de cabezas, como en el volumen de carne producida, lo cual se debe entre otras cosas, a adelantos importantes en la eficiencia con la que esta especie se produce,^{4,5} en adición al papel fundamental que la carne de cerdo desempeña como fuente de proteína en países desarrollados así como otros en desarrollo.^{2,5}

1.2 Descripción del panorama porcino nacional

A partir del siglo XX el papel de la porcicultura nacional se ha modificado tantas ocasiones como veces ha cambiado el panorama socioeconómico y político del país, lo que a su vez ha repercutido en el inventario y producción de los diferentes estados de la República Mexicana. Se ha referido que a partir del inicio del siglo XX se pueden identificar cuatro etapas bien delimitadas en la historia de la

porcicultura nacional.^{1,2} A principios del siglo XX inicia la primera etapa correspondiente a la etapa del conocimiento de las bondades de la especie, llamada así debido a la importación de razas mejoradas, como la Duroc y Poland China las cuales poseen un mayor potencial productivo al de las distintas razas criollas locales.^{1,2}

La segunda etapa también llamada de auge abarca del año 1972 a 1983 periodo en el cual la porcicultura nacional presenta las tasas más altas de crecimiento del sector pecuario. Durante ese lapso los inventarios nacionales se incrementaron en promedio un 4% anual, lo que representó pasar de 10 millones de cabezas en 1972 a 15.3 millones de cabezas hacia el año de 1983. En lo respectivo a la producción de carne, ésta aumentó a una tasa promedio anual superior al 10% elevándose de 573,000 toneladas a inicios del periodo a 1,485,000 en el año de 1983. Es importante mencionar que durante este periodo surge la llamada porcicultura moderna, sobre todo al norte del país en el estado de Sonora.^{1,6}

La tercer etapa en la porcicultura nacional está marcada con el inicio de la crisis financiera de 1982 la cuál fue el detonante para un proceso inflacionario que desembocó en una elevación de los costos generales y un decremento en el poder adquisitivo de la población, lo que llevó a una sustitución en el consumo de productos de origen animal por productos de origen vegetal, adicionalmente el precio cada vez menor de la carne de pollo en comparación con la de cerdo, desincentivó el consumo de ésta última.^{1,7}

El cuarto periodo ocurre a partir de 1998, donde México entró a un mercado al cual no estaba preparado, con desventajas competitivas, corrupción y falta de reciprocidad por parte de sus socios comerciales, resultando esto en el retiro de productores y cierre de granjas, y por supuesto con pérdida de empleos directos e indirectos. Se menciona que a partir del año 2003 con la puesta en marcha del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) debería abrirse un periodo en el que las importaciones y exportaciones comenzaron a estar en su mayoría libres de aranceles.¹

En México la producción y el consumo de carne de cerdo presentan una tendencia creciente, hasta 2015 se había cubierto el 60% de la demanda del país mientras que el restante 40% se abasteció mediante las importaciones.⁸ El consumo *per cápita* de carne de cerdo de 17.6 kg en el país en 2015 supero al consumo de carne de bovino que en ese momento era de 15.3 kg, y se ubica por debajo del consumo per cápita de carne de pollo de 30.8 kg.⁹ En lo anterior influyen varios aspectos como los precios más económicos en la carne de cerdo y de pollo en comparación a la de bovino.⁸ En el país existen cerca de un millón de unidades de producción porcina (UPP) y la piara nacional se estima en más de 16.2 millones de cabezas. Según datos de SAGARPA alrededor de dos millones de familias dependen de la actividad porcícola en el país, la cual genera 350 mil empleos directos y más de 1.7 millones de empleos indirectos.¹⁰

1.3 Sistemas productivos porcinos en México

En México existen diferentes clasificaciones para las UPP, estas clasificaciones dependen de las propias características de la UPP como: el nivel de tecnología adoptado, el número de animales en la línea de producción, la finalidad zootécnica o la división en sitios de las etapas de producción. La descripción y características de cada una de estas divisiones son explicadas a continuación:

1.4 Clasificación de la porcicultura de acuerdo al grado de tecnificación

Basada en el nivel de tecnificación, abarca tres tipos de sistemas de producción, la porcicultura tecnificada, la semitecnificada y la porcicultura de baja tecnificación o también llamada de traspatio; las características de cada una han sido mencionadas por varios autores entre ellos Trujillo *et al.*¹¹, quienes señalan que la clasificación de éstas, debe considerar entre otros aspectos: el nivel de organización en la granja, el tipo de infraestructura en las instalaciones, la definición de áreas, el nivel de automatización, los programas de bioseguridad, el manejo y las evaluaciones productivas que se lleven a cabo.¹¹

1.4.1 Porcicultura tecnificada

En la porcicultura tecnificada o también llamada porcicultura industrializada, la organización es consistente, la producción se realiza en confinamiento y en muchos casos pisos con rejillas, se utilizan registros dentro de cada área de la UPP; la recopilación, el control y análisis de la información proveniente de la producción, se lleva a cabo mediante evaluaciones constantes, con el uso de recursos informáticos y programas de cómputo.

Respecto al manejo reproductivo, se usa al 100% la técnica de inseminación artificial, el alimento es elaborado por la misma empresa, es balanceado y toma en cuenta las diferentes etapas productivas y fisiológicas de los animales; en esta porcicultura el alimento se suministra de manera automatizada y constantemente se realiza una valoración del consumo en cada una de las áreas; el mejoramiento genético es continuo y programado, el destete se lleva a cabo a temprana edad entre los 14 y los 28 días y generalmente se realiza en salas con clima controlado y jaulas elevadas; en este sistema se mantiene un control estricto de entrada de animales y acceso de personal, el manejo zoonosanitario es preventivo por medio de estudios epidemiológicos, inmunización y estrictas medidas de bioseguridad.^{5,12} Ésta porcicultura abarca del 40 al 50% del inventario nacional y aporta el 75% de la producción nacional de carne de cerdo.¹¹

1.4.2 Porcicultura semitecnificada

A diferencia de la porcicultura tecnificada, en la semitecnificada el nivel de organización es menor, el tipo de reproducción es variable pues se combina el uso de monta natural con el de la inseminación artificial. La evaluación y el seguimiento de la producción se hacen de manera manual en registros, pues los programas informáticos que apoyen esta labor son encontrados con menor frecuencia. En el caso de la nutrición y la alimentación el control se torna variable, lo cual desemboca en parámetros productivos y reproductivos menos homogéneos, las medidas de bioseguridad tienden a ser inconsistentes, por lo que

los problemas de salud suelen ser frecuentes y generan costos importantes. En este tipo de porcicultura tampoco hay un control estricto en la obtención del material genético utilizado. La programación en la producción es poco exacta por características como el bajo control del ambiente en las instalaciones y la frecuente modificación del tiempo de lactancia en los lechones.^{11,12}

1.4.3 Porcicultura de baja tecnificación o de traspatio

Las características de este tipo de porcicultura difieren de las dos anteriores y en general se pueden destacar: el inconsistente manejo de la reproducción y su control, de la misma forma que la porcicultura anteriormente descrita, no hay un uso exclusivo de alguna técnica de reproducción como inseminación o monta natural, aunque el uso de la primera suele ser muy ocasional e incluso rara. No existe un registro y análisis de la información, no hay un sistema de flujo por edades y la alimentación es realizada de manera manual, pues no existe un manejo mecanizado o automatizado, siendo el control de la misma deficiente o muy variable. El pie de cría proviene de diversos orígenes lo que deja claro que no existe un control sobre la genética, las medidas de bioseguridad son deficientes y a menudo traen consigo problemas sanitarios e infecciosos de diversa índole. Los destetes en este estrato de la porcicultura se realizan después de los 28 días.¹¹

Cuadro 1. Características de las UPP con base en su grado de tecnificación.

Tipo de granja	Duración de la lactancia	Sistema de flujo por edades	Uso de inseminación artificial	Tipo de animales	Medidas sanitarias	Control de producción
Tecnificada	≤21 días	En todas las áreas	Cerca del 100%	Líneas genéticas mejoradas de un solo origen	Control estricto de animales, personas y materiales	Constante por medio de un sistema de informática
Semi tecnificada	21-28 días	Solo en maternidad	Variable	Líneas genéticas mejoradas de diversos orígenes	Variables	Variable por medio de registros de papel
Traspatio	≥28 días	No existe	Ocasional	Variable	No existen	No existe

Adaptado de Trujillo y Martínez, 2008.

1.5 Clasificación de la porcicultura según su escala

La clasificación de la porcicultura por escala toma en cuenta el número de animales en la línea de producción y estipulado lo anterior, en México existen tres: porcicultura a grande, mediana y pequeña escala, las cuales se describen a continuación.

1.5.1 Porcicultura a gran escala

Una característica importante de este modelo es la integración comercial, en esta se utiliza una integración vertical, hacia atrás como hacia adelante, el sistema de registros que maneja generalmente es a través de medios informáticos, los cuales pueden ser asociados a empresas que se encargarán de gestionar la genética mediante programas bien delimitados y calificados, resultando en productos especializados. Aunque muchas empresas a gran escala cuentan con programas propios de mejora genética, algunos tienen incluso sus propios centros de transferencia genética. La porcicultura a gran escala opera en sistemas de sitios múltiples para la crianza y desarrollo de los animales (sitio 1, sitio 2 y sitio 3).

Otra de las características son sus programas de alimentación y bioseguridad, respecto al primer punto, muchas de las empresas tienen la posibilidad de generar sus propios insumos, formular sus dietas y elaborar sus propios alimentos, en los cuales se contempla satisfacer los requerimientos nutricionales específicos que contemplen el potencial genético.

El procesamiento de la carne es manejado por la misma empresa y el control de calidad es estricto, la mayoría de la producción se destina a exportación o a grandes centros de consumo. Para considerarse unidades de producción a gran escala, el tamaño de estas unidades de producción es superior a 500 reproductoras lo que es similar a 5750 animales como mínimo en la línea de producción.¹²

Barrios en 2015 menciona que estas unidades de producción se ubican principalmente en el noroeste del territorio mexicano el cuál es conformado por los estados de Sonora y Sinaloa, caracterizados por un rápido y organizado

crecimiento. Es importante destacar el clima de esta región, el cual es considerado extremo, y es por esta razón por la que las producciones han tenido que incorporar tecnologías para poder brindar confort y culminar exitosamente el ciclo productivo.¹²

1.5.2 Porcicultura a mediana escala

Una característica común de la porcicultura a mediana y pequeña escala es que ambas pueden desarrollarse como porcicultura de traspatio, familiar, artesanal o comercial y el grado de tecnificación implementado en las producciones puede variar grandemente; sin embargo, existen otras características en las que difieren de manera considerable. En la porcicultura de mediana escala la alimentación generalmente consiste en el uso de alimentos balanceados de marcas comerciales, aunque hay una proporción de las mismas que produce su propio alimento y que depende directamente de los insumos de los comercializadores y del alza o baja en los precios de los mismos, cuestión por la que es considerada como una porcicultura vulnerable. Por otro lado, no todas las producciones cuentan con un programa de alimentación por etapa. Los programas de bioseguridad en este tipo de producción son inconsistentes, por lo que los problemas sanitarios son comunes y recurrentes. No se utilizan líneas genéticas especializadas, sin embargo, el pie de cría suele obtenerse tras la compra de semen considerado de una mejor calidad al de la producción propia. Las producciones en este sistema poseen deficiencias en el control ambiental de las instalaciones. El tamaño varía entre 50 y 500 reproductoras, lo que significa de 575 a 5750 animales en la línea de producción.¹²

Este sistema de producción se encuentra ampliamente distribuido, pero se concentra en la región considerada Bajío, centro-occidente y parcialmente en la región centro-sur (Jalisco, Michoacán, Guanajuato, Querétaro, Aguascalientes, Estado de México, Ciudad de México, Morelos, Tlaxcala, Puebla y Veracruz).^{11,12}

El precio del cerdo a nivel nacional es regulado por este tipo de porcicultura, porque se ubica cerca de los principales centros de consumo.¹²

1.5.3 Porcicultura a pequeña escala

De la misma manera que la anterior, este sistema de producción se puede desarrollar como: traspatio, familiar, artesanal, comercial o de autoconsumo, y el nivel de tecnificación también suele variar.

Las características de la porcicultura a pequeña escala son determinadas por los recursos disponibles, con la familia como el centro para la toma de decisiones.^{13,14} El objetivo fundamental en este tipo de producción es la subsistencia mediante el autoconsumo; sin embargo, no se descartan la comercialización y el ahorro o como una fuente de ingresos adicionales. Debido a esto en este tipo de producción es frecuente la asociación con la crianza de otras especies animales, el estado sanitario poco controlado y la alimentación en forma manual. El cuidado de los animales es llevado a cabo principalmente por mujeres y niños, y la actividad es considerada como un complemento del ingreso familiar.^{12,13} Respecto al tamaño, se considera como porcicultura de autoconsumo cuando se tienen de uno a tres animales; mientras que la actividad con más de tres animales o de 1-50 reproductoras y hasta 575 en línea de producción es considerada como porcicultura comercial a pequeña escala.¹²

2. Marco teórico

2.1 Sistemas productivos porcinos convencionales y alternativos

A partir de la década de 1930 la porcicultura en México reorientó su finalidad zotécnica hacia la producción de carne, por factores como la sustitución en el uso de la grasa animal por la grasa vegetal, la necesidad de complementar la ingesta de proteína de origen animal y el mayor acceso a los cereales para usarse en la alimentación animal. En las décadas de 1970 y 1980 se inició el proceso de tecnificación principalmente en los estados de Sonora, Sinaloa y en general en el Noreste mexicano, la cual desembocaría en una crisis que abarca de 1984 a 1995. Dicha crisis conllevó a la eventual escasez de insumos y favoreció la importación de cereales y pastas de oleaginosas subsidiadas, que desembocó en el

florecimiento de poderosas empresas agroindustriales de capital transnacional y finalmente en la porcicultura industrial.¹⁵

Estas condiciones dieron origen al diseño de alojamientos para la crianza de cerdos en confinamiento o producción intensiva, lo que hoy en día se considera como instalaciones convencionales las cuales pueden ser definidas como el conjunto de instalaciones y prácticas de manejo, que tienen como: finalidad la producción de cerdos utilizando la menor superficie posible en un sistema de confinamiento total, considerando las diferentes etapas productivas en una producción de ciclo completo, debido a los distintos requerimientos fisiológicos y ambientales.^{16,17,18} De esta manera, el tipo y la estructura de los alojamientos que se han elaborado a través del tiempo, han sido diversos, con el propósito de cumplir con los requerimientos mínimos de área seca disponible, temperatura adecuada, sitio para la deposición de excretas, lugares para la alimentación con las facilidades respectivas, manejo y movilización de animales y la remoción de excretas, todo ello al menor costo y en la menor superficie posible.¹⁹

Un proceso inherente a la producción pecuaria, son las externalidades como, la contaminación y la emisión de residuos generados por los animales, mismos que son consecuencias de las prácticas intensivas de producción, lo cual es directamente proporcional al crecimiento de las UPP y al aumento de densidad en la población animal; sin embargo, existen otros factores que han contribuido a que los residuos sean considerados contaminantes, como la limitada disponibilidad del recurso tierra, la falta de capacitación del personal, la baja cultura tecnológica y en general la limitada cultura de muchos de los productores.¹⁵

El carácter orgánico de los desechos pecuarios permite que estos se puedan incorporar a las cadenas y ciclos naturales del nitrógeno o del carbono, por lo que, bien usados, constituyen una fuente potencial de riqueza como fertilizantes, alimento reciclado y como generadores de energía.¹⁵ Es en este punto donde cobran relevancia los sistemas de producción alternativos que auxilian en esa labor, los cuales son sistemas de crianza cuya finalidad es la

producción con el propósito de generar un sistema sustentable, donde el cerdo se mantenga en un régimen de bienestar animal que ocasione el mínimo impacto ambiental posible.

En una UPP existen opciones para el diseño en la construcción, diversos tipos de manejo y esquemas de alojamiento, que pueden ser encaminados a reducir el impacto negativo hacia el medio ambiente y mejorar el bienestar de los animales. A lo largo del tiempo diversos estudios han demostrado y establecido las ventajas y desventajas de cada uno de estos esquemas de alojamiento y a continuación se mencionarán algunos de los más relevantes.

2.1.1 Uso de la cama profunda en la producción porcina

Se considera una alternativa viable a los sistemas de producción intensivos para la especie porcina, se dice que puede contribuir con el incremento en la producción de carne de cerdo en países en desarrollo con un mínimo impacto ambiental.²⁰

Este sistema se define por la sustitución del piso de concreto convencional por el uso de ciertos materiales a manera de cama, como lo son: cascarilla de arroz (*Oryza sativa*) o de café (*Coffea arabica*), viruta o aserrín, hojas de maíz (*Zea mayz*), bagazo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), paja de trigo (*Triticum aestivum*) o de soya (*Soja max*),²⁰ al proveerle de estos recursos se le permite al animal seleccionar y modificar su propio micro ambiente.¹⁷

Algunas consideraciones que se tienen que tomar en cuenta con el empleo de la cama profunda son: 1) la profundidad, la cual debe ser de entre 50 y 60 cm; 2) la humedad, el material de cama no se puede humedecer o se debe evitar a toda costa que esto suceda, mediante la remoción, sustitución o adición de material seco, ésta condición determina su deterioro y el desarrollo de hongos y levaduras; 3) el espacio vital sugerido, aunque puede variar de acuerdo a la fuente, suele ser superior a los 1.20 m² de crecimiento a finalización, y de 2 m² para hembras reproductoras. Otro punto a tomar en cuenta en este sistema es la elección del material para cama, cada uno posee características que los hacen

más o menos aptos para tal fin, sin embargo, también se deben considerar la disponibilidad del material en la región y el costo del mismo. En el cuadro 2 se resumen las ventajas y desventajas de este sistema de producción.^{20,21}

Cuadro 2. Ventajas y desventajas del sistema de producción en cama profunda.

Ventajas	Desventajas
Menor incidencia de enfermedades en comparación del sistema convencional	Contaminación por generación de polvo
Menor presencia de moscas	Mayor espacio vital por cerdo
Menor cantidad de olores provenientes de la UPP	El material de cama supone un costo extra
Se incrementan los niveles de fósforo y nitrógeno en el material de cama, lo que favorece su uso posterior como fertilizante	Las condiciones de mantenimiento de la cama determinan la presencia o ausencia de parasitosis, olor y gases de amoníaco
Los rasgos de comportamiento productivo son similares o mejores al sistema de piso de concreto	Adición periódica de material de cama para mantener seco el sistema.
Ahorro considerable de agua	Mayor requerimiento de mano de obra y manejo.

Cruz et al., 2009, Almaguel et al, 2011.

2.1.2 Sistemas de gestación grupal en corrales

Proporcionar la atención adecuada durante la etapa de gestación puede suponer un reto importante para el productor; sin embargo, con ello se consigue el tan ansiado bienestar de la hembra y la camada próxima. El manejo inadecuado de las hembras trae consigo un deterioro en el bienestar de los animales que se evidencia principalmente por lesiones y estrés crónico, que desembocan en un detrimento de las tasas de fertilidad a parto, un incremento del índice de repeticiones y puede contribuir a disminuir el tamaño de las camadas.²²

Un sistema de gestación grupal se define como un sistema que permite que un grupo de cerdas se mantengan en semi libertad y les permite moverse y explorar su ambiente, además de satisfacer sus necesidades de interacción social con las demás integrantes del lote, elegir un área para descargar sus deyecciones y elegir un área para dormir o descansar.²²

Existen una serie de condicionantes que deben ser consideradas cuando se pretende alojar a las hembras en grupo, como el número de hembras por grupo, espacio vital por animal, tamaño y forma de los corrales, tipo de piso, uso de material para cama, sistema de alimentación, manejo del grupo (grupo dinámico vs grupo estático), ventilación, sistema de calefacción o enfriamiento, definición del área de defecación, descanso y alimentación; entre otros. Existen diversas tendencias de manejo de hembras en grupo, sin embargo las diferencias son marcadas principalmente por el sistema de alimentación y a continuación se mencionaran los principales.²²

Sistema de alimentación electrónico

El sistema de alimentación electrónica (fig. 1), también conocido como ESF (Electronic Sow Feeding System), es un sistema de alimentación no competitivo, en el que mediante un sistema de cómputo se entregan pequeñas porciones de alimento durante un tiempo determinado, hasta que una cantidad pre programada de alimento ha sido entregada al día. Algunas estaciones de alimentación pueden mezclar el alimento con agua para mejorar la palatabilidad y hacer que las hembras puedan comer más eficientemente. La cantidad y calidad de la alimentación puede estar determinada por la condición corporal de la hembra, el peso, la edad o la medición de la grasa dorsal y el volumen de la alimentación esta automáticamente adaptado a las diferentes fases de gestación. Los sistemas de alimentación electrónica suelen variar en cuanto a los componentes según el fabricante o proveedor sin embargo pueden estar compuestos por: (a) Un arete electrónico para la hembra, (b) un sistema de lectura mediante láser o radiofrecuencia para identificar mediante los aretes a las hembras, (c) un sistema de cómputo que controla la entrega de alimento para cada hembra, (d) una puerta de acceso a la jaula bloqueable, (e) una tolva donde se almacena el alimento, (f) una jaula protegida para la alimentación y (g) una puerta de salida bloqueable.²²



Figura 1
Características del sistema de alimentación electrónica.

Disponible en: <http://bigdutchmanusa.com/swine-production/sow-care/gestation-barn-solutions/electronic-sow-feeding-esf/>

Si el sistema de alimentación electrónico no es diseñado y manejado adecuadamente, pueden ocurrir agresiones, como las mordidas de vulva al momento en el que las hembras esperan su turno para entrar al alimentador.²³

Jaulas de libre acceso con puerta de acceso bloqueable

El sistema de alimentación con jaulas de libre acceso (fig. 2) es un sistema de alimentación no competitivo en el cual la puerta de acceso trasera es controlada por las hembras o por un trabajador.²⁴ Las jaulas de libre acceso están diseñadas para mantenerse con la puerta cerrada una vez que las hembras entran a la jaula y abiertas una vez que la cerda ha salido de la misma, algunas jaulas están diseñadas para que un trabajador pueda bloquear el acceso.

Las jaulas de libre acceso son tan largas que permiten que una hembra completa pueda entrar, alimentarse y descansar, un corral con jaulas de libre acceso debe contener las instalaciones para que todas las hembras del grupo coman al mismo tiempo. Otro punto importante que debe ser considerado, es el entrenamiento al que deben ser sometidas las hembras cuando son expuestas por primera vez a las jaulas de libre acceso para que entiendan el mecanismo de entrada y salida de las mismas.



Figura 2

Jaula de acceso libre con puerta trasera bloqueable.

Disponible en: <http://bigdutchmanusa.com/swine-production/sow-care/gestation-barn-solutions/free-access-stalls/>

Los corrales con jaulas de libre acceso pueden tener cuatro diseños: (a) Diseño de "I", esta configuración tiene un pasillo de slats abiertos entre dos filas de jaulas que no admite un área de descanso entre las dos filas de comederos; (b) Diseño de corrales en "T", esta configuración tiene un pasillo de slats abiertos entre dos filas de jaulas de acceso libre que desembocan en un área de descanso comunal al final del pasillo entre las jaulas; (c) Diseño de corrales en "L", el tercer diseño tiene un pasillo (slat total o piso sólido con cama) detrás de una o dos filas de jaulas de acceso libre que se extiende hasta el final de uno de los lados. En la fig. 3 se muestran la configuración en L y en I.

Idealmente la distancia mínima entre las dos filas de jaulas debe permitir que una hembra salga de la jaula con la espalda recta y que su cabeza esté libre antes de que ella gire, en Dinamarca se recomienda que la distancia entre dos filas de jaulas sea de 3 metros.²⁵ La cuarta configuración (d) es la de "I" que tienen un área de ejercicio/descanso detrás de una sola fila de jaulas de libre acceso, el pasillo detrás de las jaulas puede tener slat o piso sólido con cama.²²



Figura 3

Configuración de los corrales con el uso de jaulas de libre acceso.

Disponible en: <http://www.prairieswine.com/tag/jobs/>

Sistema de alojamiento con alimentación en piso

Este es un sistema de alimentación considerado como competitivo que reparte alimento en la porción sólida del piso, de tal manera que todas las hembras tienen acceso al alimento. La alimentación en piso (fig. 4) permite que las hembras dominantes coman más y ganen más peso que las hembras subordinadas, lo que trae como inconveniente que las hembras subordinadas que no pueden competir con las dominantes, pierdan condición corporal hasta que son removidas del corral.²⁶ Dentro de las estrategias que se han implementado para mejorar este sistema están; 1) repartir el alimento una vez por día en distintos sitios dentro del corral; 2) creación de espacios de alimentación mediante la instalación de paneles que sirvan de muro; 3) utilizar dos sistemas de barrena uno que deje caer el alimento en el sitio de alimentación A y el segundo 15 segundos después deje caer el alimento en el sitio de alimentación B, de esta manera el primero atraerá a las cerdas dominantes y el segundo dejara comer a las cerdas sumisas; ⁽⁴⁾ repartir el alimento varias veces por día, de esta manera las hembra dominantes comerán en las primeras entregas de alimento y las sumisas en la segundas.²⁷



Figura 4
Corrales con sistema de alimentación en piso.
Disponible en: <http://www.prairieswine.com/tag/trickle-feeding-sows/>

2.2 Elementos para la planeación y el diseño de una unidad de producción porcina (UPP)

2.2.1 Flujograma y cálculo de lugares

El flujograma es un procedimiento que permite proyectar la población de una granja porcina por etapas o lapsos de producción. También llamado desarrollo de piara, el flujograma establece la cantidad de animales reproductores, su ingreso a la granja, su apareamiento y la cantidad de partos que ocurren en determinado periodo de tiempo (flujograma de la piara reproductora), sin embargo, también indica la cantidad de cerdos de diferentes edades que habrá en la línea de producción y que se podrán vender en un momento determinado (flujograma de la piara de engorda). Éste se debe utilizar cuando se planea construir una granja porcina nueva, cuando se modifica el tamaño del hato reproductor, cuando se modifica el ciclo de engorda de los animales para abasto y cuando se presentan cambios sustanciales en los parámetros de producción, además de otras situaciones.²⁸

Para poder estimarlo se necesita conocer elementos básicos para la producción como son:

1. Las áreas que componen la granja y el movimiento de los animales en éstas.
2. Los parámetros de producción de la UP.
 - a) Número de hembras activas dentro de la granja.
 - b) Ciclo de la hembra.
 - c) Porcentaje de fertilidad o efectividad del servicio al parto.
 - d) Promedio de lechones nacidos vivos.
 - e) Porcentaje de mortalidad por etapa.
 - f) Momento de venta de los cerdos.²⁸

2.2.2 Diseño y distribución de las instalaciones

El diseño y la distribución de instalaciones para la producción de porcinos están condicionados por diversos factores, deben tomarse en cuenta las necesidades fisiológicas de la especie porcina, éstas darán la pauta para dimensionar y elegir el tipo de instalaciones y alojamientos, de esta manera se puede hacer la mejor elección en cuanto a equipo para concluir exitosamente el ciclo productivo.²⁹ En condiciones de estabulación o confinamiento, el productor es quien debe comprometerse a aportar las condiciones ambientales que garanticen el bienestar y rendimiento animal.^{29,30} Cuando se toma la decisión de construir una unidad de producción nueva, se deben tomar en consideración diversos factores para realizar el diseño de la manera más adecuada, desde factores como la ubicación (la cual está sometida a condicionantes de orden principalmente normativo), hasta la infraestructura y eliminación de residuos.³⁰

Ubicación

El principal factor del que depende la orientación general de las naves es la dirección de los vientos dominantes; la orientación más recomendable en un lugar con vientos dominantes provenientes del norte como es el caso de México, es con el eje longitudinal de los edificios orientados de este a oeste, con una fachada principal al sur y la otra al norte, y perpendicular a los vientos dominantes. Con

esto se consigue una ventilación natural adecuada. Esta orientación es recomendada en climas cálidos, porque entre otras cosas, mantiene una de las fachadas siempre más fresca que la otra y ayuda a evitar problemas de malos olores.^{29,30} Algunos otros aspectos a tomar en cuenta para la elección del sitio de construcción o emplazamiento se presentan en el cuadro 3.

Cuadro 3. Características a considerar del terreno en la construcción de una UPP.

Características a considerar del terreno.	<ul style="list-style-type: none"> • Facilidad de acceso. • Drenaje del terreno. • Capacidad de ventilación. • Porcentaje de humedad. • Temperatura ambiental no extremosa. • Dirección de procedencia de los vientos dominantes. • Distancia de los núcleos de población. • Distancia de fábricas o zonas industriales. • Abastecimiento de agua. • Abastecimiento de red eléctrica. • Capacidad de desagüe. • Relieve. • Vías de comunicación.
-------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Adaptado de Buxadé, 2014.

Hay que tener en cuenta ciertas consideraciones según el tipo de clima; en zonas templadas y con nubosidad elevada, el eje longitudinal puede ser orientado indistintamente en cualquier dirección. En zonas de vientos fuertes el eje mayor del edificio seguirá la dirección de los vientos dominantes, aunque se sacrifique la mejor orientación respecto al eje del sol. En zonas extremadamente frías, la disposición longitudinal de la nave sería norte sur, a menos que los vientos dominantes sugieran lo contrario.^{30,31}

Las necesidades de infraestructura dependen en gran medida del ritmo productivo de la unidad de producción, del objetivo de producción y del nivel de tecnificación que se está dispuesto a adoptar; sin embargo, también se deben considerar las limitantes, como la disponibilidad de mano de obra y capital. Al margen de estas posibles condicionantes, debe considerarse que el dimensionamiento de la pira debe responder a un estudio de mercado del producto final; además de un análisis económico y financiero de la viabilidad de la inversión prevista.³⁰

Una vez establecido el mercado y planeado el volumen de producción, la dimensión de los diferentes alojamientos dependerá además del ritmo productivo y del manejo que se decida establecer con los animales.

Para conseguir una disposición racional y adecuada de los alojamientos y de los edificios será necesario considerar el régimen de movimientos en la unidad de producción, el flujo de animales, el flujo de alimentos, y el flujo de excretas, se debe evitar cualquier posible vía de contaminación y procurar optimizar la mano de obra, lo que minimiza el tiempo de cada operación y evita desplazamientos innecesarios. En el cuadro 4 se muestran las áreas básicas en las UPP intensivas.

Cuadro 4. Secciones o alojamientos básicos de las UPP con instalaciones intensivas.

Instalaciones para reproductores.	Área de servicios Área de gestación Área de maternidad Área de sementales Área de reemplazos
Instalaciones para engorda o ceba.	Área de destete Área de engorda

Adaptado de: Buxadé, 2014.

2.2.3 Planificación del ritmo reproductivo y de crecimiento

Para llevar a cabo un adecuada planeación de la producción se debe considerar el ciclo productivo de la hembra, el cual está compuesto de la suma de los días de gestación, los días de lactancia y los días de destete a primer servicio, la suma resultante de estos días suele estar en el rango de 140 a 160 días.³²

Los días de lactancia, los cuales corresponden también a la edad de destete de los lechones, están directamente relacionados al número de partos por hembra por año, y estos tienden a acortarse en la manera que se pretende hacer más eficiente una producción. La idea principal de esta corriente es que con días de lactancia más cortos la hembra tendrá un más pronto retorno al estro y tendrá la oportunidad de gestar, parir, lactar y destetar a una nueva camada más pronto; aunque deben considerarse los recursos extra que se requieren para este tipo de manejos. Se dice que actualmente existen dos corrientes principales respecto a la recomendación en función de la edad al destete: los destetes a edades inferiores a

21 días, también llamados, destetes precoces o tempranos segregados, y las lactaciones de más de 21 días, las cuales tienen gran aceptación sobre todo en el continente Europeo.³⁰

La edad al destete condiciona el peso, la resistencia y la vitalidad del lechón, lo cual a su vez está relacionado directamente con las necesidades de alojamiento, que debe situar a los animales en un confort ambiental para permitir expresar su potencial genético. En la mayoría de los casos es suficiente con la planeación de tres tipos de instalaciones o alojamientos dentro del área posterior al destete, las correspondientes al destete o crianza, crecimiento y finalización.

2.2.4 Sistema de manejo en bandas (MEB)

Dentro de las actuales unidades de producción porcina existen modelos que, independientemente de sus características individuales, poseen sistemas de organización que ayudan a proyectar la producción; por lo que, en un sistema de ciclo completo los animales reproductores pueden ser gestionados de diferentes maneras:

Manejo aleatorio. En este caso los lechones se destetan a una edad pre establecida y la cerda es considerada la unidad principal de la producción. El manejo que se realiza es continuo e ininterrumpido, no obstante, la producción suele no ser constante al no existir una programación de la misma, lo anterior representa ciertos inconvenientes, como la imposibilidad de realizar un vacío sanitario.^{30,33}

Manejo en lote. Los animales se pueden gestionar en lote, en este caso la unidad de manejo lo representan un grupo de hembras reproductoras, las cuales se destetan a la vez en un día fijo, en este caso la UPP: debe tener las salas para alojar a los cerdos de destete. En este sistema no existe posibilidad de mezcla entre los animales de las distintas bandas, representa ventajas como la posibilidad de realizar vacío sanitario, y la optimización de las rutinas de trabajo pues cada actividad está programada y previamente fijada a una semana o fecha específica. Facilita el manejo de los animales y permite la especialización del personal, se

optimiza también el control sobre la reproducción y se consigue una producción constante lo cual mejora las condiciones de comercialización.³⁰

2.2.5 Manejo en bandas de tres semanas (MEB 3)

Este sistema de manejo es ideal en cuanto a la organización del trabajo y productividad, sin embargo, presenta el inconveniente de que precisa de más construcción para el área de maternidad pues coinciden en el edificio 2 bandas al mismo tiempo, a diferencia de un sistema de manejo de bandas de 4 semanas.

Si se utiliza este sistema de manejo hay una actividad principal cada semana, es decir los servicios se llevan a cabo una semana, la siguiente semana partos, posteriormente destete, de tal manera que el trabajo se distribuye de mejor modo. Este sistema ha sido probado en unidades de producción con un número superior a 1500 hembras con buenos resultados, por supuesto que con un número menor de ejemplares, la distribución y carga de trabajo para los operarios, ocurre de manera mucho más adecuada.^{30,34}

El manejo en bandas supone una serie de ventajas dentro de las que se pueden mencionar las siguientes:

- Mayor eficiencia en el trabajo: Planificación anticipada de las actividades tomando en cuenta los días laborales.
- Optimización en el uso de instalaciones, de tal forma que se evitan periodos de sobre y sub ocupación.
- Permite el agrupamiento de animales según el estado y requerimientos fisiológicos.
- Permite la sincronización de servicios, partos y destetes.
- Permite la aplicación del sistema todo dentro-todo fuera o “all in-all out” pues al destetar a todas las hembras juntas permite vaciar la sala completa para realizar la limpieza, desinfección y un descanso (33).

3. Material y métodos

3.1 Flujograma

Para el diseño estructural y estimación de los costos, es necesario el desarrollo de piara, en este caso para una granja nueva, con un sistema de manejo en bandas de tres semanas durante el primer año de operación, con las siguientes características.

- Equivalencia de las bandas: 21 días (3 semanas)
- Número de hembras: 70 hembras
- Días de gestación promedio: 114 días
- Días de lactancia: 28 días
- Intervalo destete - primer servicio: 5 días
- Porcentaje de fertilidad: 80%
- Porcentaje de repetición más porcentaje de gestantes no paridas: 20%
- Número de lechones nacidos vivos promedio: 12 lechones.^{11,35,32}

3.1.1 Determinación del número de bandas por ciclo productivo

En primer lugar, se calcula la equivalencia en bandas del ciclo productivo de la cerda; consiste en sumar los días de gestación, lactancia y el promedio de los días que transcurren desde el destete hasta el momento del siguiente servicio, la suma de estos tres parámetros equivale al ciclo productivo de la hembra en días, posteriormente se divide entre el número de días equivalente a una banda de 3 semanas (21 días).

$$114+28+5 / 21 = \text{Ciclo de la hembra en bandas}$$

$$147 / 21 = 7 \text{ bandas}$$

Este valor ayudará a conocer posteriormente la cantidad de machos y hembras que entran a cada etapa, por banda.

3.1.2 Determinación del número de hembras que ingresan por banda

Para conocer el número de hembras que ingresan por banda se divide el número total de hembras de la granja entre el número de bandas del ciclo productivo de la hembra.

Por tanto;

$$\begin{aligned} & \text{Número total de hembras} / \text{Número de bandas del ciclo productivo} \\ & 70 \text{ hembras} / 7 \text{ bandas} = 10 \end{aligned}$$

Es decir, cada 21 días o 3 semanas ingresarán a la unidad de producción 10 hembras, hasta completar en la séptima banda, el número total de hembras en esta unidad de producción que es de 70, como se ilustra en el cuadro 5.

Cuadro 5. Número de hembras que ingresan a la UPP por periodo y población acumulada.

Número de banda	1	2	3	4	5	6	7
Hembras que ingresan	10	10	10	10	10	10	10
Hembras totales en la UPP	10	20	30	40	50	60	70

3.1.3 Determinación del número de servicios por banda

En este caso, se darán servicios desde la primera banda suponiendo que las hembras que entran al área de servicios ya han tenido un periodo de adaptación, es decir que inmunológicamente están preparadas y también están listas en peso y edad.

Para la estimación del número de servicios, se considera el número de hembras que repite, lo cual se determina en función del porcentaje de fertilidad.

Para calcular el número de servicios se debe tomar en cuenta el número de hembras que entran por banda y se debe agregar el porcentaje de repeticiones, lo que se determina al restar del 100% de servicios, el porcentaje de fertilidad observado, es decir;

$$100\% - 80\% = 20\% \text{ (hembras que repiten)}$$

Al agregar el porcentaje de repeticiones, se tiene;

10 hembras + 20% repeticiones

$$10 + 2 = 12$$

Es relevante considerar que este cálculo considera el número de servicios totales y no un número de hembras, por tanto, a las hembras repetidoras también se les dará servicio, de lo contrario habría un déficit en el número de hembras, en el cuadro 6 se muestra parte de la población en la UPP hasta este punto.

3.1.4 Determinación del número de sementales

El número de machos en la UP está condicionado por el método de reproducción usado en la misma, es decir la relación macho: hembra cambia drásticamente, si los sementales se usan para la elaboración de dosis seminales, o son usados en monta natural, también depende del número de servicios totales requeridos en la UP.

En este caso se necesitan 12 servicios por banda, con un supuesto de 2 montas por servicio, por tanto, para determinar el número de servicios totales:

Número total de servicios (NTS) = Núm. de servicios * Núm. de dosis/hembra

$$NTS = 12 * 2 = 24$$

Posterior a la determinación del número de servicios totales requeridos en la UP, se tiene que hacer la siguiente consideración; el número de montas que puede realizar un semental está relacionado directamente con su edad, siendo el máximo de montas efectivas que un semental puede realizar a la semana de cuatro, por lo que, para obtener el número total de sementales se tiene que atender a la siguiente formula:

Número de sementales totales = Número total de servicios / Montas por semental

$$NST = 24 / 4 = 6$$

Por tanto, en esta UPP se necesitan 6 sementales y se debe hacer notar que el total de sementales son indispensables desde el inicio de operaciones de la unidad de producción y se mantiene constante.

Cuadro 6. Población y flujograma parcial de la UPP.

Banda	1	2	3	4	5	6	7	8	...
Hembras que entran	10	10	10	10	10	10	10
Hembras en granja	10	20	30	40	50	60	70	70	70
Machos en granja	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Servicios	12	12	12	12	12	12	12	12	12

3.1.5 Número de partos por banda

Para obtener el número de partos por banda, se resta el porcentaje de repeticiones del número de servicios totales por banda, es decir;

$$12 \text{ servicios totales} - 20\% \text{ (repeticiones)}$$

$$12 - 2.4 = 9.6 \text{ partos}$$

Otra forma de estimar el número de partos por periodo es considerar el porcentaje de fertilidad a parto expresado en modo decimal, en este caso es del 80%, por lo cual se multiplicaría por 0.80 como sigue:

$$12 \text{ servicios totales} * 0.80$$

$$12 * 0.80 = 9.6 \text{ partos}$$

En el presente ejercicio los partos se iniciarán a partir de la sexta banda, hay que recordar que la gestación en la cerda dura 114-115 días lo cual corresponde a 16.3 semanas o 5.4 bandas, en el cuadro 8 se ejemplifica el número de partos y el flujograma del hato reproductor.

3.1.6 Cálculo de animales en producción

a) Número de lechones nacidos vivos por periodo.

Este dato corresponde al número de lechones nacidos vivos (LNV). Para obtenerlo basta multiplicar el promedio de LNV por camada por el número de partos por periodo como sigue;

$$9.6 \text{ partos por periodo} * \text{promedio de lechones nacidos vivos} \\ 9.6 * 12 = 115.2$$

b) Número de cerdos en el área de destete

En este punto es conveniente tener parámetros o plantear presupuestos para los porcentajes de mortalidad previstos en las etapas subsecuentes al nacimiento, como los propuestos en el cuadro 7; es importante señalar que en este caso el lapso de vida de los cerdos se establece por etapa, hasta que finalizan a los 168 días o 24 semanas.

Cuadro 7. Porcentaje de mortalidad propuesto en las diferentes etapas de producción.

Etapas	Semanas	Porcentaje de mortalidad
Maternidad	0-4	10%
Destete	4-11	5%
Engorda	11-24	3%

A partir de la siguiente banda se puede estimar el número de cerdos que pasa al destete, después de las cuatro semanas de edad o lactancia; para lo cual se debe restar el porcentaje de mortalidad presente en la maternidad.

$$115.2 - 100\% \\ x - 10\% \\ x = 11.52 \\ 115.2 - 11.52 = 103.6$$

Este es el número de animales que pasan a la edad comprendida entre la semana 4 y la 11 de vida que corresponden a las etapas del destete.

c) Número de cerdos que pasan a la etapa de engorda.

De la misma manera que en el procedimiento anterior, se debe restar la cantidad de cerdos correspondiente al porcentaje de mortalidad en la etapa inmediata anterior, en este caso restar la mortalidad en la etapa de destete que es de 5%.

$$\begin{aligned} 103.6 - 100\% \\ X - 5\% \\ x = 5.1 \\ 103.6 - 5.1 = 98.5 \end{aligned}$$

El número de cerdos correspondientes a las edades de 11 a 24 semanas es de 98.5.

d) Número de cerdos que son vendidos o salen del área de engorda.

Para obtener la cantidad de cerdos que salen de la etapa de engorda se resta al número de cerdos en engorda el porcentaje de mortalidad de la etapa anterior que es de 3%, por tanto:

$$\begin{aligned} 98.5 - 100\% \\ x - 3\% \\ x = 2.95 \\ 98.5 - 2.95 = 95.5 \end{aligned}$$

El número de cerdos que finalizan la etapa de engorda y salen a venta es de 95.5, redondeando, el resultado final es de 96 cerdos que salen a venta. En el cuadro 9 se puede visualizar un resumen del flujograma de la línea de engorda.

3.2 Cálculo de instalaciones para la UPP convencional

3.2.1 Cálculo de espacios

Debido al costo inicial que representa la construcción de una unidad de producción porcina, es necesario calcular de la manera más exacta posible el número de corrales, jaulas e instalaciones requeridos para alojar a los animales en las diferentes etapas de producción. Esto con el objetivo de evitar el exceso o el déficit de las instalaciones, de no hacerlo se contribuirá a elevar el costo de producción o por otra parte, a que falten espacios en corrales o jaulas en un área determinada.³⁴

a) Flujo de hembras por banda

Para iniciar con la estimación del número de espacios requeridos en la unidad de producción, se obtiene el flujo de animales por banda (FAB), el cual se refiere a que cada cierto periodo de tiempo (banda), entra un lote o un número determinado de animales a un área, y se acumulan hasta que la salida de uno de estos lotes permite la entrada de uno nuevo, manteniéndose de manera constante, la misma cantidad de animales.³⁶ Las bandas correspondientes al ciclo productivo dividirán el número total de hembras de la granja y esto resulta en el flujo de animales por banda (FAB), que en este caso, corresponde al número de hembras por banda, por tanto;

$$70 / 7 = 10 \text{ FAB}$$

Es decir que el flujo de animales que se mueve durante cada banda en esta área es de 10 hembras.

b) Flujo de animales de engorda por banda

Para calcular el FAB en el área de engorda se debe multiplicar el FAB de hembras que paren y destetan (10) por el promedio de cerdos destetados, en este ejercicio será de 10.

$$10 * 10 = 100 \text{ FAB}$$

c) Flujo de hembras de reemplazo por banda.

La cantidad de hembras de reemplazo depende del porcentaje de reemplazo anual particular de cada unidad de producción, y es por este motivo que tiene un FAB particular. Como el flujo se establece en bandas de tres semanas, es necesario calcular la cantidad de cerdas que entran por banda como reemplazo.

En este caso el porcentaje de reemplazo que se considerará es de 40%,^{32,35} por lo tanto, si el número de hembras totales en la UPP son 70, el procedimiento para calcular el número de hembras de reemplazo anual es el siguiente:

$$70 (.40) = 28 \text{ por año.}$$

Dividido entre las 17 bandas que hay en un año

$$28 / 17 = 1.6 = 2 \text{ hembras por banda}$$

Lo cual se ajusta modificando el número total de hembras de reemplazo anuales elevando ese número de 28 a 34 (2 x 17).

3.2.2 Tiempo de permanencia (TP)

Para continuar con el procedimiento, se debe establecer el tiempo de permanencia de los animales en las distintas áreas de la unidad de producción. Es importante considerar que en los sistemas “todo dentro - todo fuera”, también conocidos como “all in - all out” se toma en cuenta el tiempo que es destinado al lavado, desinfección y descanso de las instalaciones, lo cual implica tiempo que también es considerado como tiempo efectivo de ocupación.³⁷

En el cuadro 10, se muestran las permanencias propuestas para las distintas áreas de la UPP, que incluye el tiempo para la limpieza, desinfección y descanso de algunas de las mismas; así como la equivalencia de estas semanas en bandas, para efectos posteriores.

Cuadro 10. Tiempo de permanencia propuesto en las diferentes áreas de la UPP.³⁶

Área	Tiempo de permanencia (TP)	Semana de limpieza	Total de semanas de permanencia	Equivalencia del TP en bandas
Adaptación	6 semanas	-	6	2 bandas
Servicios	5 semanas	-	5	1.6 bandas
Gestación	11 semanas	-	11	3.6 bandas
Maternidad*	5 semanas	1 semana	6	2 bandas
Destete	7 semanas	1 semana	8	2.6 bandas
Engorda	13 semanas	1 semana	14	4.6 bandas
Sementales	Permanente	-	-	Permanente

*Maternidad: 1 semana pre parto, 4 semanas de lactancia, 1 semana de limpieza y desinfección.

3.2.3 Cálculo de lugares.

Los factores que intervienen para el cálculo de lugares son el flujo de animales por banda y el tiempo de permanencia en las instalaciones. Estos dos factores se multiplican para obtener el número de lugares adecuado en la UPP. Es necesario aclarar que el FAB se multiplica por el equivalente en bandas de las semanas de permanencia, ya que los lugares están siendo calculados por banda y no por semanas. En el cuadro 11 se ejemplifica el cálculo de lugares respectivo.

Cuadro 11. Número de lugares para una UPP con 70 hembras.

Área	Flujo de animales por banda	Tiempo de permanencia (semanas)	Limpieza, desinfección (semanas)	Total de permanencia (semanas)	Permanencia (bandas)	Número de lugares
Adaptación	2	6 semanas	-	6	2	4
Servicios	10	5 semanas	-	5*	1.6	16
Gestación	10	11 semanas	-	11	3.6	36
Maternidad	10	5 semanas	1 semana	6	2	20
Destete	100	7 semanas	1 semana	8	2.6	260
Engorda	100	13 semanas	1 semana	14	4.6	460
Sementales	6	Continuo	-	Continuo	Continuo	6

* 1 semana destete-servicio, 4 semanas diagnóstico de gestación.

3.2.4 Cantidad de jaulas o corrales

La cantidad de corrales y jaulas está condicionada por el tipo de instalaciones y por la capacidad de cada uno de los corrales o jaula. En el cuadro 12 se muestran las propuestas de alojamiento para la UPP convencional, así como el cálculo correspondiente para la determinación del número requerido de los mismos.

Cuadro 12. Número de instalaciones necesarias en la UPP convencional.

Área	Tipo de instalación	Número de lugares requeridos	Capacidad de la instalación (animales)	Número de instalaciones
Adaptación	Corral	4	4	1
Servicios	Corral	16	5	(3.3) 4
Gestación	Jaula	36.6	1	(36.6) 38
Maternidad	Jaula	20	1	20
Destete	Corraleta	260	13	20
Engorda	Corral	460	25	(18.4) 20
Sementales	Corral	6	1	6

3.2.5 Cálculo del número de edificios o salas

En el cuadro 13 se muestra la estimación del número de edificios o salas necesarios, en los cuales se toma en consideración el flujo de animales por semana y se especifica si el emplazamiento se hace en un solo edificio o es una mejor opción realizar una división de las instalaciones en más de una sala, posteriormente se puede observar en la figura 5 la representación de la ocupación de los alojamientos y se puede verificar la correcta ocupación de los mismos.

Cuadro 13. Estimación del número de salas y edificios.

Área	FAB	TP Semanas	TP bandas	Número de lugares	Tipo de alojamiento	Capacidad	Número de alojamientos	Edificios o secciones
Adaptación	2	6	2	4	Corral	4	1	1
Servicios	10	5	1.6	16	Corral	5	4	1
Gestación	10	11	3.6	36	Jaula	1	38	1
Sementales	6	Continuo	Continuo	6	Corral	1	6	1
Maternidad	10	6	2	20	Jaula	1	20	1
Destete	100	8	2.6	260	Corraleta	13	20	3
Engorda	100	14	4.6	460	Corral	25	(18.4) 20	5

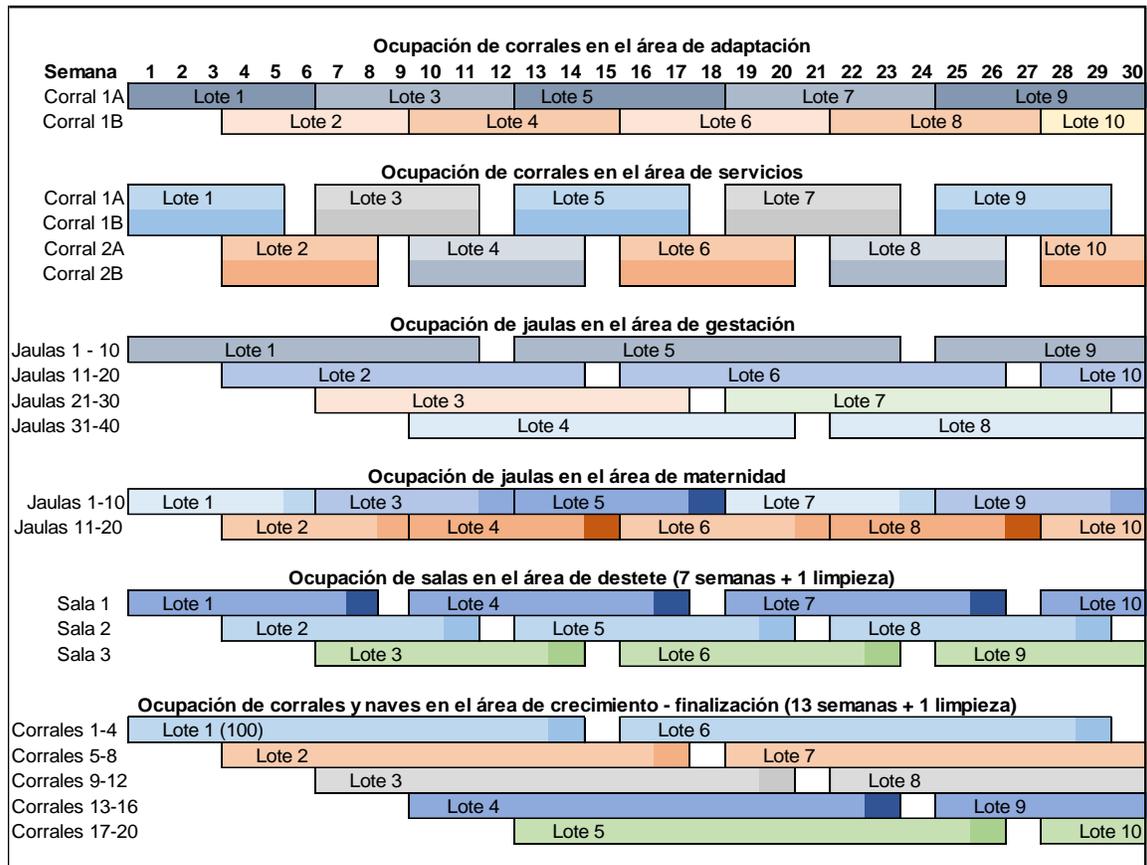


Figura 5

Representación de la ocupación de corrales, jaulas y salas en las diferentes áreas.

3.2.6 Ventilación de las diferentes áreas

El sistema de ventilación propuesto para la UPP es llamado “estático” o “natural”, el cual está basado en la diferencia de temperatura existente entre el interior y el exterior del edificio, la diferencia de altura entre las entradas y salidas de aire, y la velocidad y dirección del viento; lo que resulta en el cambio del aire viciado en el interior del edificio por aire limpio y ayuda a controlar la temperatura en la sala, eliminar la humedad excesiva y los gases nocivos.³⁸

Cálculo de ventanas

Para calcular la cantidad de m² que se requieren de apertura para las ventanas en el edificio con este tipo de ventilación, se calcula con base en 100 cm² por cada

5kg de peso vivo de cerdo; además se debe considerar, además, que la entrada de aire debe ser tres veces más grande que la salida del mismo, pues esto asegura que la velocidad de entrada sea menor y se disminuye el riesgo de corrientes de aire peligrosas.

La altura recomendada a la que se colocan las ventanas para las entradas de aire es de al menos 1.10 m del piso o 10 cm por encima de la cabeza de los animales, se debe considerar de igual importancia el uso de cubiertas rompe vientos para disminuir las corrientes de aire potencialmente peligrosas en determinadas áreas.

A continuación, se hará el cálculo para saber cuántas ventanas debe tener cada uno de los edificios en la UPP con base en lo explicado por Ramírez en 2005.³⁸

Adaptación

Medidas del edificio: 6.30 m de largo, 4.30 m de ancho y 2.7 m de altura menor.

Número de animales alojados: 4

Peso de los animales alojados: 200 kg

Suma de los kg totales de los animales alojados: 800 kg.

Los detalles sobre las medidas pueden apreciarse en la figura 6, de la planta del edificio y en el cuadro 14 que condensa las características del área.

a) Entrada de aire

Al obtener la equivalencia de los cm^2 a m^2 se obtiene: $100 \text{ cm}^2 = 0.01 \text{ m}^2$ se aplica una regla de 3 para obtener los m^2 de apertura para ventanas.

$$\begin{array}{r} 0.01 \text{ m}^2 \text{ -----} 5 \text{ kg} \\ x \text{ m}^2 \text{ -----} 800 \text{ kg} \\ x = 1.6 \text{ m}^2 \end{array}$$

Con lo que el resultado obtenido es de 1.6 m^2 de apertura para la entrada de aire, en este caso bastaría con dos ventanas de 1 m por 80 cm para cubrir la necesidad de ventilación en el caso de que estuviera lleno el edificio; sin embargo, en este caso se decidió establecer dos ventanas de 1 m x 1 m (2 m^2) a 1.1 m de

altura del piso y la apertura de las mismas se puede controlar con un sistema de cortinas, para generar menor apertura.

b) Salida de aire

Con los mismos datos, se calcula con base en 32 cm² por cada 5 kg de peso vivo y se realizan los mismos cálculos que se realizaron anteriormente para las ventanas de entrada de aire.

Equivalencia en m²: 32 cm² = 0.0032 m²

Se aplica la regla de tres:

$$\begin{array}{r} 0.0032 \text{ m}^2 \text{ ----- } 5 \text{ kg} \\ x \text{ m}^2 \text{ ----- } 800 \text{ kg} \\ x = 0.512 \text{ m}^2 \end{array}$$

Se obtiene que, la apertura necesaria para las ventanas de salida del aire es de 0.512 m², como se tienen dos ventanas para la entrada del aire se sugieren la misma cantidad para la salida por lo tanto serían recomendables dos ventanas de 0.5 m por 0.5 m a 1.70 m de altura del lado contrario del edificio. Los detalles para las entradas y salidas de aire pueden observarse en los diseños de los alzados del edificio y modelos en las figuras 6 a 12.

Servicios y sementales

Medidas del edificio: 16.45 m de largo, 12.60 m de ancho y 2.7 m de altura menor.

Número de animales alojados: 6 sementales y 20 hembras.

Peso de los animales alojados: machos 300 kg, hembras 200 kg.

Suma de los kg totales de los animales alojados: 5800 kg.

Los detalles sobre las medidas pueden apreciarse en la figura 13 de la planta del edificio y en los cuadros 17 y 18 que condensan las características del área.

a) Entradas de aire

Al obtener la equivalencia de los cm² a m² se obtiene: 100 cm² = 0.01m² se aplica una regla de 3 para obtener los m² de apertura para ventanas.

$$\begin{array}{r} 0.01 \text{ m}^2 \text{ ----- } 5 \text{ kg} \\ x \text{ m}^2 \text{ ----- } 5800 \text{ kg} \\ x = 11.6 \text{ m}^2 \end{array}$$

Por tanto, se necesitan 11.6 m², en este caso se toma la decisión de poner cuatro ventanas de 1 m por 2.9 m, a 1.2 m de altura del piso, la distancia entre ventanas es de 1.1 m para cubrir la necesidad de ventilación.

b) Salida de aire

Equivalencia en m²: 32 cm² = 0.0032 m²

Se aplica la regla de tres:

$$\begin{array}{r} 0.0032 \text{ m}^2 \text{ ----- } 5 \text{ kg} \\ x \text{ m}^2 \text{ ----- } 5800 \text{ kg} \\ x = 3.7 \text{ m}^2 \end{array}$$

Por lo que en este caso se decide poner dos ventanas alargadas de 0.5 m por 3.7 m para su distribución a lo largo de todo el edificio, a 1.70 del piso, la distancia entre ellas es de 50 cm, los detalles del edificio se pueden observar en las figuras 13 a 19.

Gestación

Medidas del edificio: 14.65 m de largo, 8.2 m de ancho y 2.7 m de altura menor.

Número de animales alojados: 38 hembras

Peso de los animales alojados: hembras 200 kg

Suma de los kg totales de los animales alojados: 7600 kg

Los detalles sobre las medidas pueden apreciarse en la figura 20 de la planta del edificio y en el cuadro 21 que condensa las características del área.

a) Entrada de aire

Al obtener la equivalencia de los cm² a m² se obtiene: 100 cm² = 0.01m² se aplica una regla de 3 para obtener los m² de apertura para ventanas.

$$\begin{array}{r} 0.01 \text{ m}^2 \text{ ----- } 5 \text{ kg} \\ x \text{ m}^2 \text{ ----- } 7600 \text{ kg} \\ x = 15.2 \text{ m}^2 \end{array}$$

Por tanto, se necesitan 15.2 m² de apertura de ventanas, se toma la decisión de poner 2 ventanas de 1.25 m por 6 m, a 1.1 m de altura del piso, la distancia entre ventanas es de 1.3 m.

b) Salida de aire

Equivalencia en m²: 32 cm² = 0.0032 m²

Se aplica la regla de tres:

$$\begin{array}{l} 0.0032 \text{ m}^2 \text{ ----- } 5 \text{ kg} \\ x \text{ m}^2 \text{ ----- } 7600 \text{ kg} \\ x = 4.86 \text{ m}^2 \end{array}$$

Por lo que en este caso se decide poner dos ventanas de 0.5 m por 4.8 m para su distribución a lo largo del edificio, a 1.70 del piso; la distancia entre ellas es de 2.56 m. Los detalles se pueden observar en las figuras 20 a 26.

Maternidad

Medidas del edificio: 19.15 m de largo, 9 m de ancho y 2.7 m de altura menor.

Número de animales alojados: 20 hembras.

Peso de los animales alojados: hembras de 200 kg.

Suma de los kg totales de los animales alojados: 4000 kg.

Los detalles sobre las medidas pueden apreciarse en la figura 27, de la planta del edificio y en el cuadro 24 que condensa las características del área.

a) Entrada de aire

Al obtener la equivalencia de los cm² a m² se obtiene: 100 cm² = 0.01m² se aplica una regla de 3 para obtener los m² de apertura para ventanas.

$$\begin{array}{l} 0.01 \text{ m}^2 \text{ ----- } 5 \text{ kg} \\ x \text{ m}^2 \text{ ----- } 4000 \text{ kg} \end{array}$$

$$x = 8 \text{ m}^2$$

Por tanto, se necesitan 8 m² de apertura de ventanas, se toma la decisión de poner 2 ventanas de 1 m por 4 m, a 1.1 m de altura del piso, la distancia entre ventanas es de 5.5 m.

b) Salida de aire

Equivalencia en m²: 32 cm² = 0.0032 m²

Se aplica la regla de tres:

$$\begin{array}{r}
 0.0032 \text{ m}^2 \text{ ----- } 5 \text{ kg} \\
 x \text{ m}^2 \text{ ----- } 4000 \text{ kg} \\
 x = 2.56 \text{ m}^2
 \end{array}$$

Por lo que en este caso se decide poner dos ventanas de 0.5 m por 2.56 m para su distribución a lo largo del edificio, a 1.70 m del piso, la distancia entre ellas es de 6.94 m. Los detalles del edificio se pueden observar en las figuras 27 a 33 que hacen alusión al mismo.

Destete

Medidas del edificio: 8.30 m de largo, 8.4 m de ancho y 2.7 m de altura menor.

Número de animales alojados: 100.

Peso de los animales alojados: 27 kg.

Suma de los kg totales de los animales alojados: 2700 kg.

Los detalles sobre las medidas pueden apreciarse en la figura 34, de la planta del edificio y en el cuadro 27 que condensa las características del área.

a) Entrada de aire

Al obtener la equivalencia de los cm^2 a m^2 se obtiene: $100 \text{ cm}^2 = 0.01 \text{ m}^2$ se aplica una regla de 3 para obtener los m^2 de apertura para ventanas.

$$\begin{array}{r}
 0.01 \text{ m}^2 \text{ ----- } 5 \text{ kg} \\
 x \text{ m}^2 \text{ ----- } 2700 \text{ kg} \\
 x = 5.4 \text{ m}^2
 \end{array}$$

Por tanto, se necesitan 5.4 m^2 de apertura de ventanas, se toma la decisión de poner 1 ventana de 1 m por 5.4 m, a 1.1 m de altura del piso.

b) Salida de aire

Equivalencia en m^2 : $32 \text{ cm}^2 = 0.0032 \text{ m}^2$

Se aplica la regla de tres:

$$\begin{array}{r}
 0.0032 \text{ m}^2 \text{ ----- } 5 \text{ kg} \\
 x \text{ m}^2 \text{ ----- } 2700 \text{ kg} \\
 x = 1.72 \text{ m}^2
 \end{array}$$

Por lo que en este caso se decide poner 2 ventanas de 0.5 m por 1.7 m para su distribución a lo largo del edificio, a 1.70 m del piso, la distancia entre ellas es de 2.30 m. Los detalles del edificio se pueden observar en las figuras 34 a 40 que hacen alusión al mismo.

Crecimiento – finalización

Medidas del edificio: 23.4 m de largo, 15.1 m de ancho y 3.5 m de altura menor.

Número de animales alojados: 250

Peso de los animales alojados: 90 kg

Suma de los kg totales de los animales alojados: 22500 kg

Los detalles sobre las medidas pueden apreciarse en la figura 41, de la planta del edificio y en el cuadro 30 que condensa las características del área.

a) Entrada de aire

Al obtener la equivalencia de los cm^2 a m^2 se obtiene: $100 \text{ cm}^2 = 0.01 \text{ m}^2$, se aplica una regla de 3 para obtener los m^2 de apertura para ventanas.

$$\begin{array}{r} 0.01 \text{ m}^2 \text{ -----} \quad 5 \text{ kg} \\ x \text{ m}^2 \text{ -----} \quad 22500 \text{ kg} \\ x = 60 \text{ m}^2 \end{array}$$

Por tanto, se necesitan 45 m^2 de apertura de ventanas, se toma la decisión de poner cinco ventanas de 4.2 m x 2.15 m por el alzado norte, a 1.1 m de altura del piso.

b) Salida de aire

Equivalencia en m^2 : $32 \text{ cm}^2 = 0.0032 \text{ m}^2$, se aplica la regla de tres:

$$\begin{array}{r} 0.0032 \text{ m}^2 \text{ -----} \quad 5 \text{ kg} \\ x \text{ m}^2 \text{ -----} \quad 22500 \text{ kg} \\ x = 14.4 \text{ m}^2 \end{array}$$

Por lo que en este caso se decide poner 5 ventanas de 2.8 m por 1 m (14.4 m^2) para su distribución a lo largo del edificio, a 2 m del piso, los detalles de las aperturas para ventanas se pueden observar en las figuras 41 a 47 que hacen alusión a los detalles del edificio de crecimiento a finalización.

3.2.7 Cuantificación de materiales, catálogo de conceptos y mano de obra

La cantidad de material utilizado se ha obtenido a partir de la cuantificación (bajo parámetros generalizados), de las dimensiones de los diferentes elementos constructivos, así como de las medidas específicas y detalles de cada área de la UPP, las cuales pueden observarse en las figuras 6 a 47; considerándose además, las características intrínsecas e individuales de cada edificio plasmado en los cuadros y la unidad de medida de cada elemento de construcción utilizado.

A continuación, en los cuadros 15, 19, 22, 25, 28 y 31 se muestra el desglose de costos correspondiente a la cuantificación de materiales que se emplearía en la construcción de las áreas de adaptación, servicio y sementaleras, gestación, maternidad, destete y crecimiento-finalización, respectivamente, el cual se muestra desglosado por conceptos, precio unitario, cantidad empleada de dicho concepto y el importe correspondiente por cada uno de ellos.

El catálogo de conceptos es la base del presupuesto pues sirve para cuantificar y controlar una obra, representa una herramienta de clasificación que permite evitar omisiones durante la elaboración del presupuesto y está formado por una serie de conceptos de obra que forman, en conjunto, el total de la obra, en este caso cada una de las estructuras que conforman la UPP.

Es necesario entender que un concepto de obra define un conjunto de actividades a realizarse para que dicho concepto sea un hecho, este deberá incluir la unidad de medida correspondiente para lo cual debe tomarse en cuenta la forma usual de realizar la medición.³⁹

En los cuadros 16, 20, 23, 26, 29 y 32 se muestran el desglose de costo correspondiente al catálogo de conceptos de las áreas de adaptación, servicio y sementaleras, gestación, maternidad, destete y crecimiento-finalización, de la UPP convencional.

3.3 Dimensionamiento y diseño de instalaciones en sistema convencional

3.3.1 Área de adaptación

Cuadro 14. Características del área de adaptación.

Características del área de adaptación		Características de los alojamientos	
Flujo de animales	2 animales / banda	Medidas del corral	6 m x 4m
Tipo de alojamientos	Corral múltiple	Altura de separaciones	1.20 m
Ocupación	6 semanas	Separaciones	Herrería
Número de lugares	4 lugares	Tipo de cubierta	Fibro cemento
Capacidad /corral	4 animales	Tipo de piso	Cemento ranurado
Número de corrales	1 corral (Dividido)	Declive	3 - 5%
Espacio vital / animal	6 m ²	Bebederos	1 por corral
m ² sala	24 m ²	Comederos	1 por corral

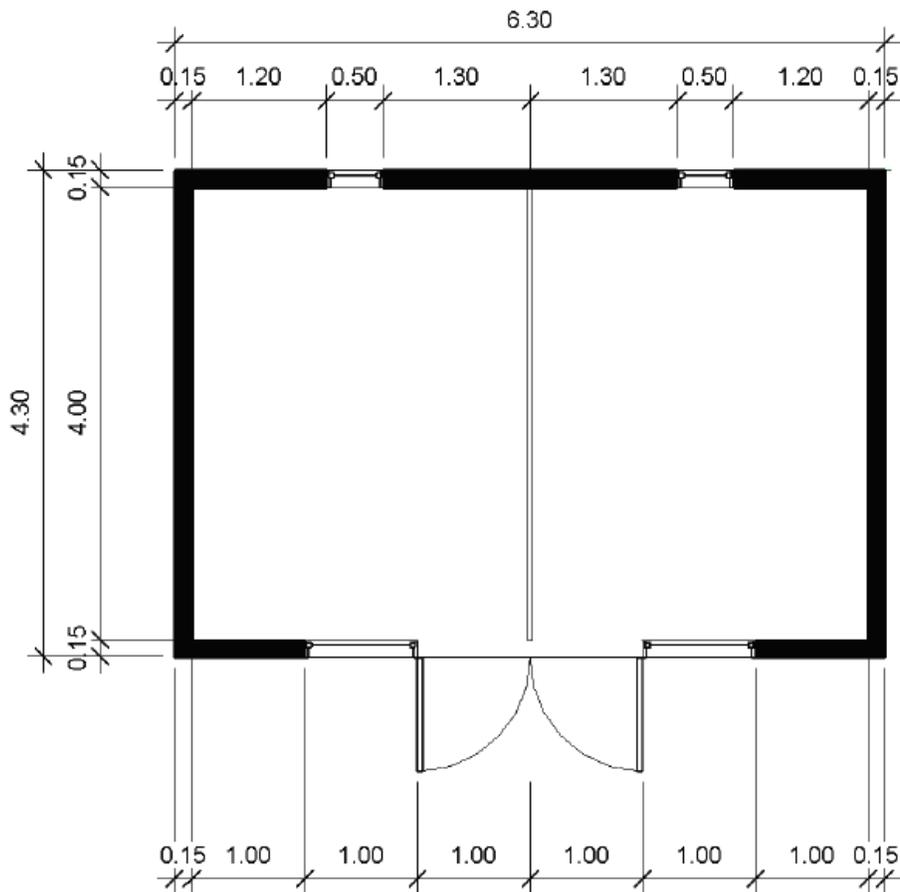


Figura 6
Planta del área de adaptación.

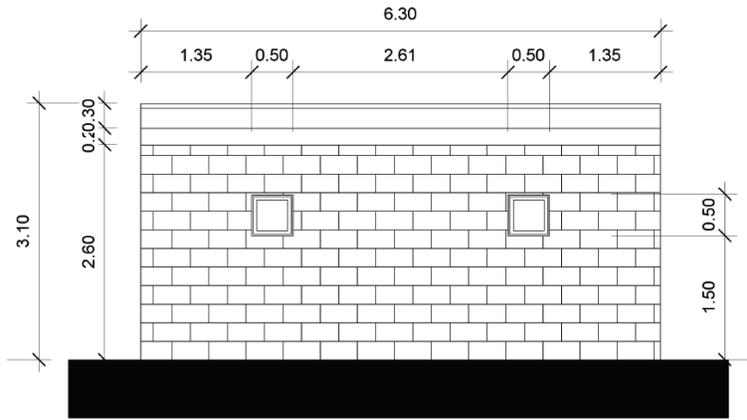


Figura 7
Alzado norte del edificio de adaptación.

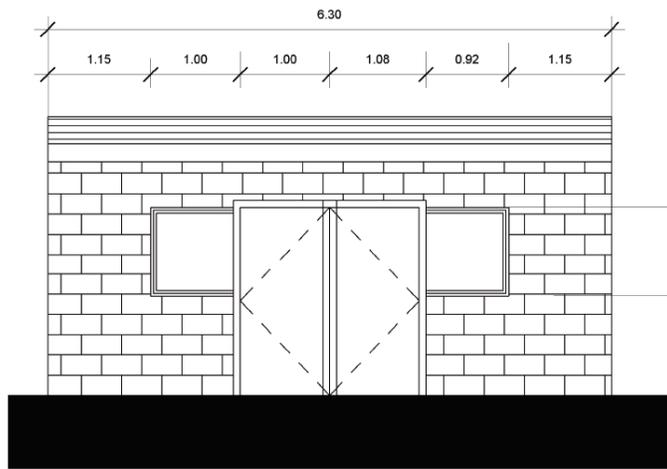


Figura 8
Alzado sur del edificio de adaptación.

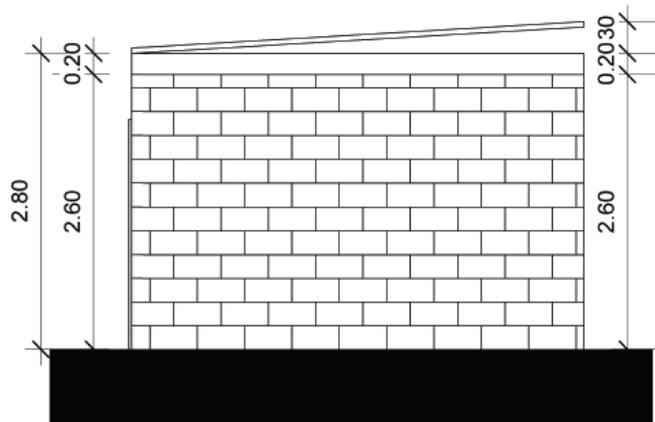


Figura 9
Alzado este del edificio de adaptación.

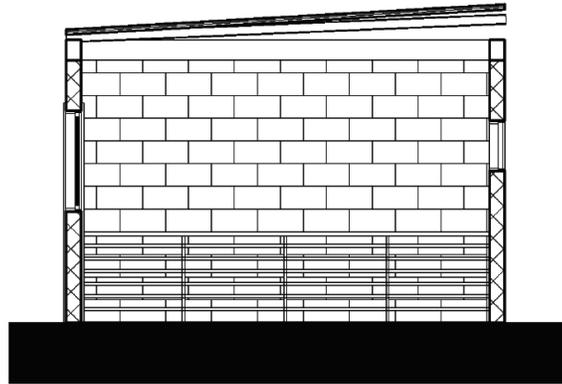


Figura 10
Corte transversal del edificio de adaptación.

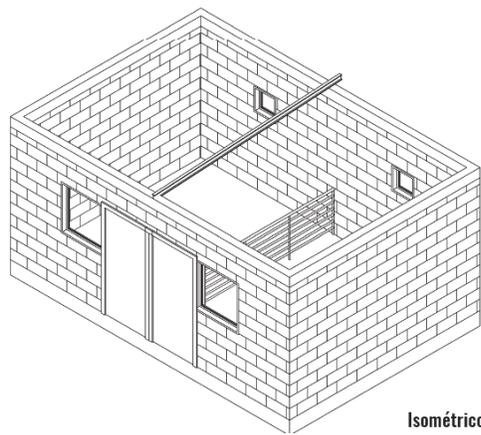


Figura 11
Armado de cubierta del edificio de adaptación.



Figura 12
Vista 3D del área de adaptación.

Cuadro 15. Cuantificación de materiales del área de adaptación.

Área de adaptación				
Concepto	Unidad	P.U.	Cantidad	Importe
Cadena de Desplante Perimetral (0.30mx0.20m) con Armado de 4 Varillas 3/8" E 1/4" 20	ml	\$ 179.65	20.60	\$ 3,700.81
Losa de Concreto de 8 cm de espesor con Malla Electrosoldada sobre base de Polietileno	m ²	\$ 167.51	27.09	\$ 4,537.73
Muro de Block Hueco (15x20x40) con juntas de cemento arena de 16 mm y escalerilla de refuerzo a cada 3er hilada	m ²	\$ 122.30	46.86	\$ 5,731.11
Castillos ahogados con alma de varilla de 3/8" 60 cm	ML	\$ 31.02	72.80	\$ 2,258.14
Cadena de Cerramiento (0.20mx0.15m)	ML	\$ 125.45	20.60	\$ 2,584.22
Aplanado de Cemento Arena 1 cm de Espesor	m ²	\$ 18.13	98.41	\$ 1,783.62
Puertas de Herrería	Piezas	\$1,417.00	1.00	\$ 1,417.00
Total				\$22,012.64

Cuadro 16. Catálogo de conceptos y mano de obra del área de adaptación.

Adaptación				
Concepto	Unidad	P.U.	Cantidad	Importe
Limpieza de terreno plano a mano, incluye: apile del material en el lugar y acarreos a primera estación de 20 m.	m ²	\$ 19.67	27.09	\$ 532.86
Trazo y nivelación de terreno plano por medios manuales para desplante de estructuras estableciendo ejes auxiliares y referencias.	m ²	\$ 7.60	27.09	\$ 205.88
Excavación a mano en cepas material seco tipo 1, profundidad de 0 a 2 m., incluye: afine de taludes y fondo, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	m ³	\$ 115.01	2.47	\$ 284.30
Plantilla de 5 cm de espesor de concreto hecho en obra f'c=100 kg/cm ² . Agregado máximo 3/4", incluye: acarreo a primera estación a 20 m., material, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	m ²	\$ 117.46	6.18	\$ 725.90
Cadena de desplante de sección 20 x 30 cm., concreto f'c=200 kg/cm ² . Agregado máximo 3/4", reforzada con 4 varillas de 3/8", estribos de 1/4" @ 20 cm., incluye: cimbra, descimbra, material, mano de obra y equipo necesario.	MI	\$ 364.35	20.60	\$ 7,505.61

Losa de 8 cm. De espesor, de concreto hecho en obra $f'c=150$ kg/cm ² ., agregado máximo 3/4", acabado escobillado, reforzado con malla electrosoldada 6-6/10-10, incluye: cimbrado, descimbrado, material, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	m ²	\$ 345.91	27.09	\$ 9,370.70
Cadena de cerramiento de sección 15 x 20 cm., concreto $f'c=200$ kg/cm ² . Agregado máximo 3/4", reforzada con 4 varillas del no. 3 (3/8") estribos del no. 2 a cada 20 cm., incluye: cimbra común 2 caras, descimbra, material, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	MI	\$ 294.28	20.60	\$ 6,062.17
Muro de block de 15 x 20 x 40 cm. En 15 cm. De espesor asentado con mortero cemento-arena 1:4, incluye: material, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	m ²	\$ 272.44	46.86	\$ 12,766.54
Aplanado común en muros a plomo y regla con mortero cemento-arena 1:3, espesor promedio 2 cm., incluye: material, mano de obra, herramienta y equipo necesario	m ²	\$ 133.48	98.41	\$ 13,135.23
Emboquillado aplanado una arista con mortero cemento-arena 1:3, incluye: material, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	MI	\$ 96.33	14.00	\$ 1,348.62
Suministro, habilitado y colocación de acero estructural mon-ten de 4" x 2" cal.12, incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta.	MI	\$ 211.20	4.86	\$ 1,026.43
Suministro e instalación de lámina de fibrocemento gris, incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta.	m ²	\$ 465.07	27.09	\$ 12,598.75
Total				\$ 65,563.00

3.3.2 Área de servicios y sementales

Cuadro 17. Características del área de servicios.

Características del área de servicios		Características de los alojamientos	
Flujo de animales	10 animales / banda	Medidas /corral	7m x 4 m
Tipo de instalación	Corral múltiple	Altura de separaciones	1.20 m
Ocupación	5 semanas	Separación dentro del corral	Herrería
Número de lugares necesarios	16.6	Tipo de separación en pasillo	Ladrillo recubierto
Capacidad por corral	5 animales	Tipo de piso	Cemento ranurado
Número de corrales necesarios	3.32 → 4	Declive	3 - 5%
Espacio vital por animal	5.6 m ²	Número de bebederos	1 por corral
m ² / corral	28 m ²	Número de comederos	1 por corral

Cuadro 18. Características del área de sementales

Características del área de sementales		Características de los alojamientos	
Flujo de animales	6 (continuo)	Medida de corral	2.5 m x 3.5 m
Tipo de instalación	Corral individual	Altura de separaciones	1.20 m
Ocupación	Permanente	Tipo de separaciones en corral	Cemento
Número de lugares necesarios	6	Tipo de separación en pasillo	Cemento
Capacidad por corral	1 animal	Tipo de piso	Cemento ranurado
Número de corrales necesarios	6	Declive	3 - 5%
Espacio vital por animal	8.9 m ²	Número de bebederos	1 por corral
m ² / corral	8.9 m ²	Número de comederos	-

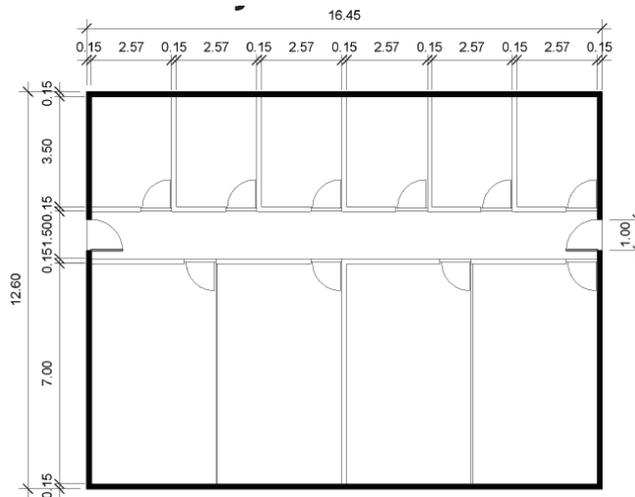


Figura 13
Planta del área de servicios.

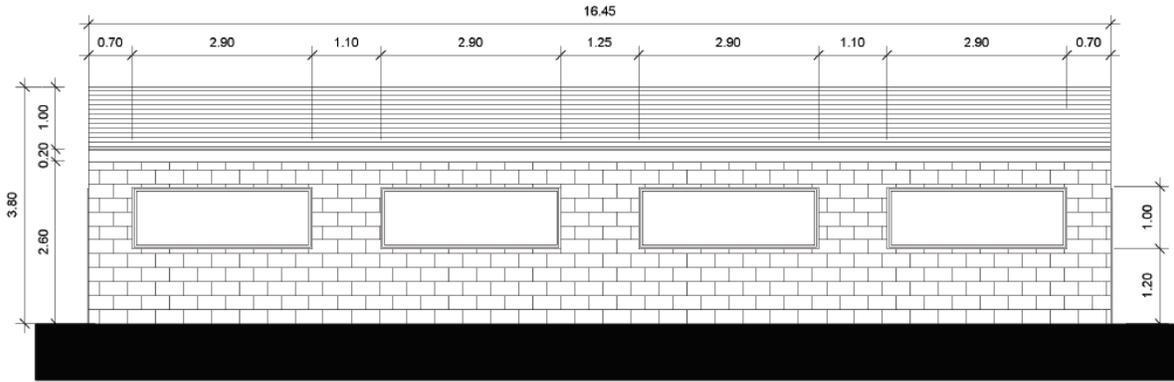


Figura 14
Alzado norte del área de servicios.

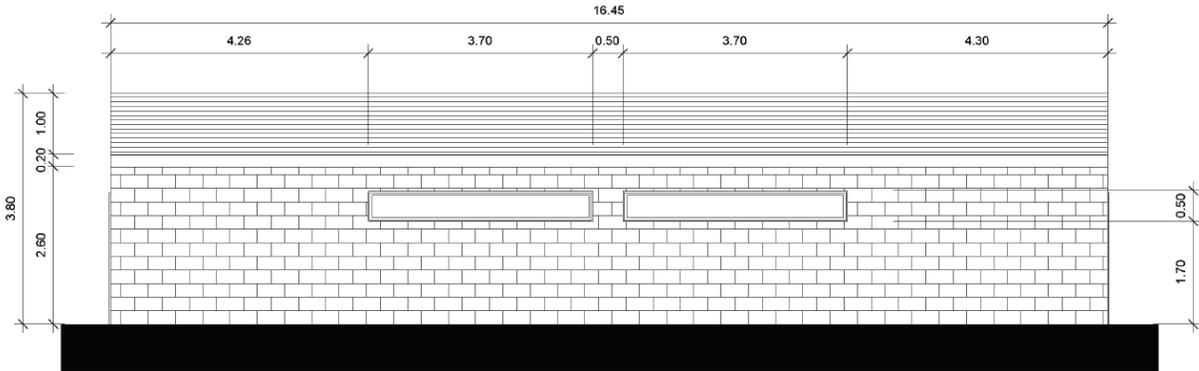


Figura 15
Alzado sur del área de servicios.

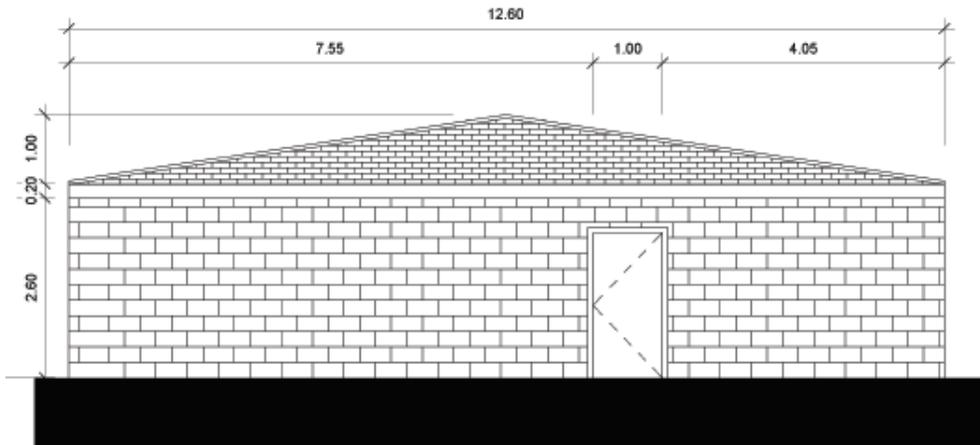


Figura 16
Alzado este del edificio de servicios.

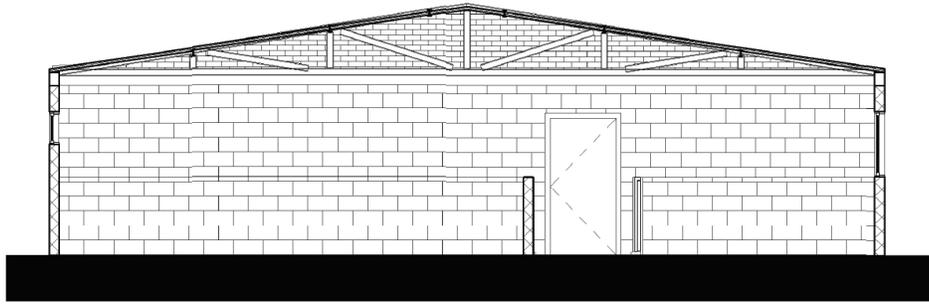


Figura 17
Corte transversal del edificio de servicios.

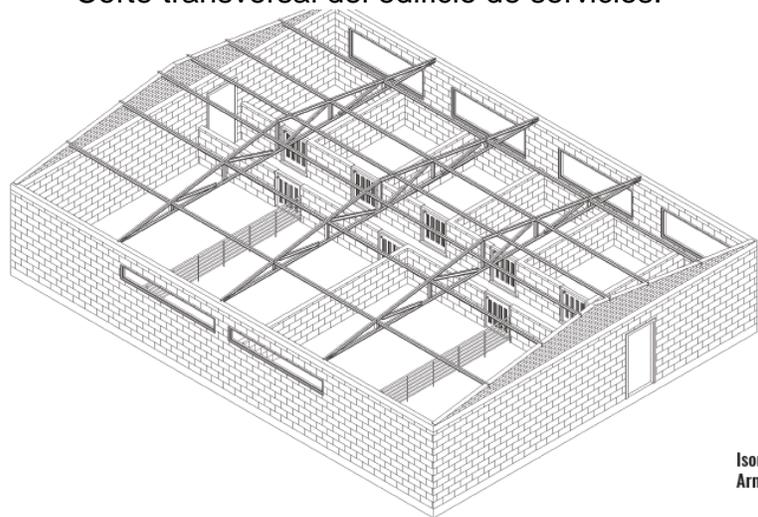


Figura 18
Armado de la cubierta del área de servicios.

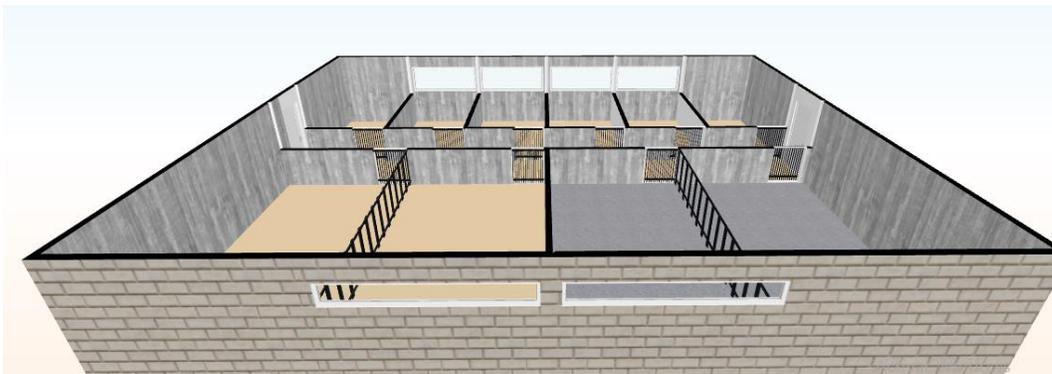


Figura 19
Vista tridimensional de las instalaciones de servicio.

Cuadro 19. Cuantificación de materiales del área de servicios y sementales.

Servicios y Sementales				
Concepto	Unidad	P.U.	Cantidad	Importe
Cadena de Desplante Perimetral (0.30mx0.20m) con Armado de 4 Varillas 3/8" E@20	MI	\$ 179.65	58.10	\$ 10,437.72
Losa de Concreto de 8 cm de espesor con Malla Electrosoldada sobre base de Polietileno	m ²	\$ 167.51	207.27	\$ 34,718.94
Muro de Block Hueco (15x20x40) con juntas de cemento arena de 16 mm y escalerilla de refuerzo a cada 3er hilada	m ²	\$ 122.30	186.16	\$ 22,767.91
Castillos ahogados con alma de varilla de 3/8" @60 cm	MI	\$ 31.02	205.40	\$ 6,371.19
Cadena de Cerramiento (0.20mx0.15m)	MI	\$ 125.45	58.10	\$ 7,288.50
Aplanado de Cemento Arena 1 cm de Espesor	m ²	\$ 18.13	390.94	\$ 7,085.78
Puertas de Herrería (1.00 x 2.10 m)	Piezas	\$ 1,417.00	2.00	\$ 2,834.00
Muro de Tabique rojo recocido (7x14x28) con juntas de 15 mm, muro de apoyo a cubiertas.	m ²	\$ 189.50	11.94	\$ 2,262.64
Puertas de Herrería (1.00 x 1.20 m)	Piezas	\$ 854.00	10.00	\$ 8,540.00
Total				\$102,306.68

Cuadro 20. Catálogo de conceptos y mano de obra del edificio de servicios y sementales.

Servicios y Sementales				
Concepto	Unidad	P.U.	Cantidad	Importe
Limpieza de terreno plano a mano, incluye: apile del material en el lugar y acarreo a primera estación de 20 m.	m ²	\$ 19.67	207.27	\$ 4,077.00
Trazo y nivelación de terreno plano por medios manuales para desplante de estructuras estableciendo ejes auxiliares y referencias.	m ²	\$ 7.60	207.27	\$ 1,575.25
Excavación a mano en cepas. Material seco tipo i, profundidad de 0 a 2 m., incluye: afine de taludes y fondo, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	m ³	\$ 115.01	6.97	\$ 801.85
Plantilla de 5 cm. De espesor de concreto hecho en obra f'c=100 kg/cm ² . Agregado máximo 3/4", incluye: acarreo a primera estación a 20 m., material, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	m ²	\$ 117.46	17.43	\$ 2,047.33

Cadena de desplante de sección 20 x 30 cm., concreto f'c=200 kg/cm ² . Agregado máximo 3/4", reforzada con 4 varillas de 3/8", estribos de 1/4" de 20 cm., incluye: cimbra, descimbra, material, mano de obra y equipo necesario.	MI	\$ 364.35	58.10	\$ 21,168.74
Losa de 8 cm. De espesor, de concreto hecho en obra f'c=150 kg/cm ² , agregado máximo 3/4", acabado escobillado, reforzado con malla electrosoldada 6-6/10-10, incluye: cimbrado, descimbrado, material, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	m ²	\$ 345.91	207.27	\$ 71,696.77
Cadena de cerramiento de sección 15 x 20 cm., concreto f'c=200 kg/cm ² . Agregado máximo 3/4", reforzada con 4 varillas del no. 3 (3/8") estribos del no. 2 a cada 20 cm., incluye: cimbra común 2 caras, descimbra, material, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	MI	\$ 294.28	58.10	\$ 17,097.67
Muro de block de 15 x 20 x 40 cm. En 15 cm. De espesor asentado con mortero cemento-arena 1:4, incluye: material, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	m ²	\$ 272.44	186.16	\$ 50,717.43
Muro de tabique de barro rojo recocido de 7 x 14 x 28 cm. De 14 cm. De espesor, asentado con mortero cemento-arena 1:4, juntas de 1.6 cm. Con acabado común, incluye: material, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	m ²	\$ 392.78	11.94	\$ 4,689.79
Aplanado común en muros a plomo y regla con mortero cemento-arena 1:3, espesor promedio 2 cm., incluye: material, mano de obra, herramienta y equipo necesario	m ²	\$ 133.48	390.94	\$ 52,182.14
Emboquillado aplanado una arista con mortero cemento-arena 1:3, incluye: material, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	MI	\$ 96.33	58.20	\$ 5,606.41
Suministro, habilitado y colocación de acero estructural mon-ten de 4" x 2" cal.12, incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta.	MI	\$ 211.20	206.81	\$ 43,678.27
Suministro e instalación de lámina de fibrocemento gris, incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta.	m ²	\$ 465.07	207.27	\$ 96,395.06
Total				\$ 371,733.70

3.3.3 Área de gestación

Cuadro 21. Características del área de gestación.

Características del área de gestación		Características de los alojamientos	
Flujo de animales	10	Medida de jaula	2.20 m * .65 m
Tipo	Jaulas individuales	Altura de separaciones	1.20 m
Ocupación	11 semanas	Tipo de separaciones entre jaulas	Herrería
Número de lugares necesarios	36.6	Tipo de cubierta en nave	Fibro cemento
Capacidad de la sala	38 jaulas	Tipo de piso	Cemento ranurado
Número de salas necesarias	1	Declive	3 - 5%
Espacio vital por animal	1.4 m ²	Número de bebederos	1 por jaula
m ² sala	113.4 m ²	Número de comederos	1 por jaula

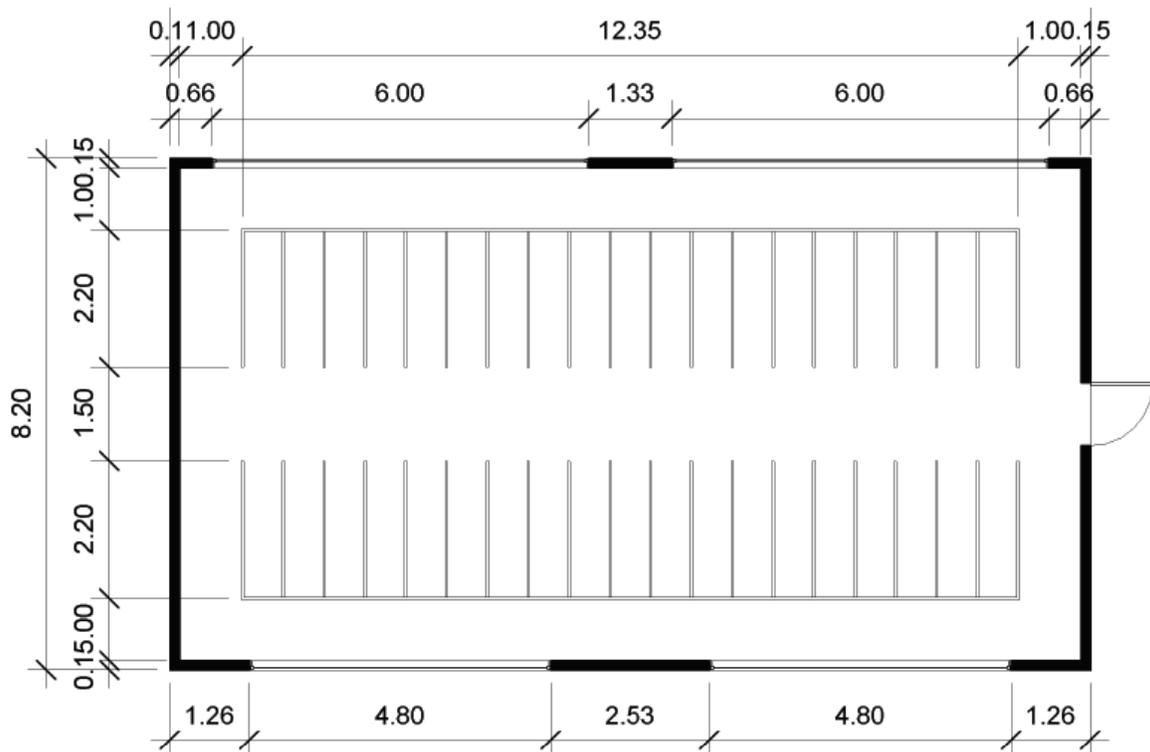


Figura 20
Planta del área de gestación

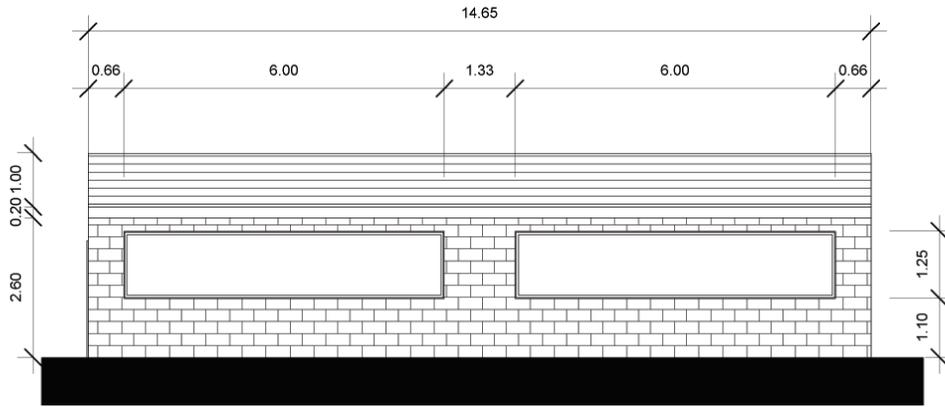


Figura 21
Alzado norte del área de gestación

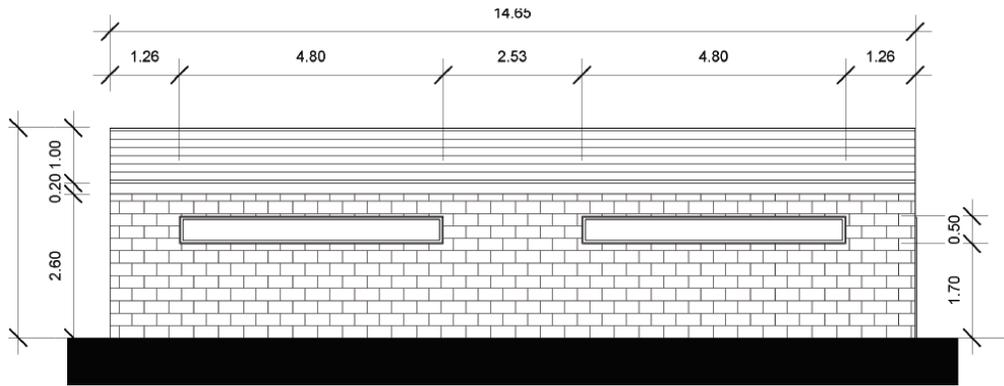


Figura 22
Alzado sur del edificio de gestación.

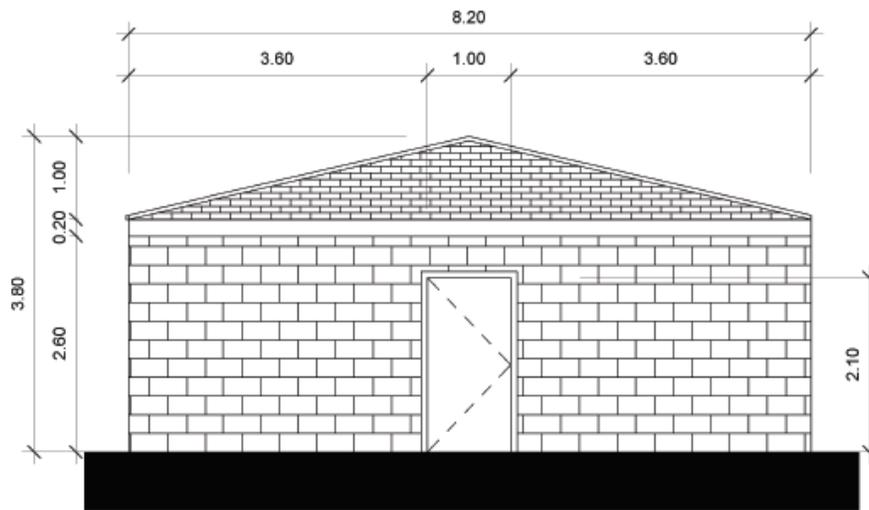


Figura 23
Alzado este del edificio de gestación.

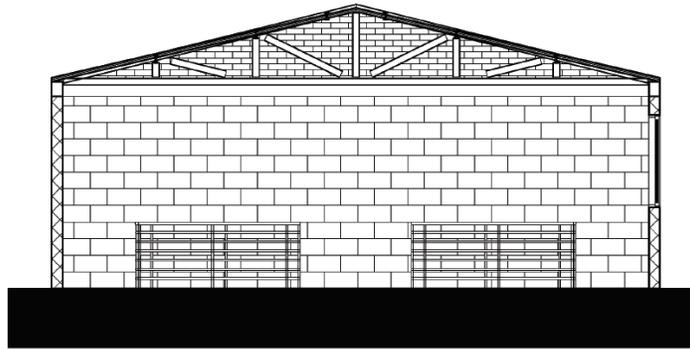


Figura 24
Corte transversal del edificio de gestación

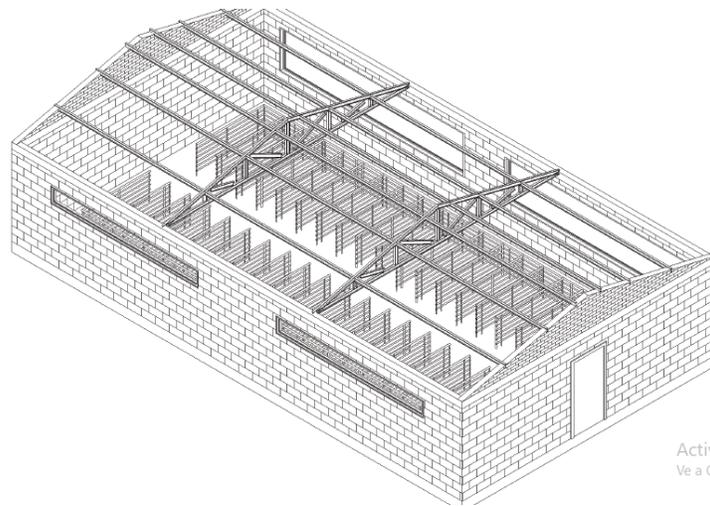


Figura 25
Armado de la cubierta del edificio de gestación.



Figura 26
Vista 3D de las instalaciones de gestación.

Cuadro 22. Cuantificación de materiales del área de gestación.

Área de gestación					
Concepto	Unidad	P.U.	Cantidad	Importe	
Cadena de Desplante Perimetral (0.30mx0.20m) con Armado de 4 Varillas 3/8" de 20	ml	\$ 179.65	45.10	\$ 8,102.25	
Losa de Concreto de 8 cm de espesor con Malla Electrosoldada sobre base de Polietileno	m2	\$ 167.51	120.13	\$ 20,122.48	
Muro de Block Hueco (15x20x40) con juntas de cemento arena de 16 mm y escalerilla de refuerzo a cada 3er hilada	m2	\$ 122.30	95.36	\$ 11,662.81	
Castillos ahogados con alma de varilla de 3/8" a 60 cm.	ml	\$ 31.02	158.60	\$ 4,919.53	
Cadena de Cerramiento (0.20mx0.15m)	ml	\$ 125.45	45.10	\$ 5,657.68	
Aplanado de Cemento Arena 1 cm de Espesor	m2	\$ 18.13	200.26	\$ 3,629.67	
Puertas de Herrería (1.00 x 2.10 m)	Pzas	\$1,417.00	1.00	\$ 1,417.00	
Muro de Tabique rojo recocido (7x14x28) con juntas de 15 mm, muro de apoyo a cubiertas.	m2	\$ 189.50	7.76	\$ 1,470.53	
Total				\$ 56,981.95	

Cuadro 23. Catálogo de conceptos y mano de obra para el edificio de gestación.

Área de gestación					
Concepto	Unidad	P.U.	Cantidad	Importe	
Limpieza de terreno plano a mano, incluye: apile del material en el lugar y acarrees a primera estación de 20 m.	m ²	\$ 19.67	118.49	\$ 2,330.70	
Trazo y nivelación de terreno plano por medios manuales para desplante de estructuras estableciendo ejes auxiliares y referencias.	m ²	\$ 7.60	118.49	\$ 900.52	
Excavación a mano en cepas material seco tipo i, profundidad de 0 a 2 m., incluye: afine de taludes y fondo, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	m ³	\$ 115.01	5.41	\$ 622.43	
Plantilla de 5 cm. De espesor de concreto hecho en obra f'c=100 kg/cm ² . Agregado máximo 3/4", incluye: acarreo a primera estación a 20.00 m., material, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	m ²	\$ 117.46	13.53	\$ 1,589.23	

Cadena de desplante de sección 20 x 30 cm., concreto $f'c=200$ kg/cm ² . Agregado máximo 3/4", reforzada con 4 varillas de 3/8", estribos de 1/4" cada 20 cm., incluye: cimbra, descimbra, material, mano de obra y equipo necesario.	MI	\$ 364.35	45.10	\$ 16,432.19
Losa de 8 cm. De espesor, de concreto hecho en obra $f'c=150$ kg/cm ² ., agregado máximo 3/4", acabado escobillado, reforzado con malla electrosoldada 6-6/10-10, incluye: cimbrado, descimbrado, material, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	m ²	\$ 345.91	118.49	\$ 40,986.88
Cadena de cerramiento de sección 15 x 20 cm., concreto $f'c=200$ kg/cm ² . Agregado máximo 3/4", reforzada con 4 varillas del no. 3 (3/8") estribos del no. 2 a cada 20 cm., incluye: cimbra común 2 caras, descimbra, material, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	MI	\$ 294.28	45.10	\$ 13,272.03
Muro de block de 15 x 20 x 40 cm. En 15 cm. De espesor asentado con mortero cemento-arena 1:4, incluye: material, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	m ²	\$ 272.44	95.36	\$ 25,979.88
Muro de tabique de barro rojo recocido de 7 x 14 x 28 cm. De 14 cm. De espesor, asentado con mortero cemento-arena 1:4, juntas de 1.6 cm. Con acabado común, incluye: material, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	m ²	\$ 392.78	7.76	\$ 3,047.97
Aplanado común en muros a plomo y regla con mortero cemento-arena 1:3, espesor promedio 2 cm., incluye: material, mano de obra, herramienta y equipo necesario	m ²	\$ 133.48	200.26	\$ 26,730.17
Emboquillado aplanado una arista con mortero cemento-arena 1:3, incluye: material, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	MI	\$ 96.33	60.40	\$ 5,818.33
Suministro, habilitado y colocación de acero estructural mon-ten de 4" x 2" cal.12, incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta.	ML	\$ 211.20	149.47	\$ 31,568.06
Suministro e instalación de lámina de fibrocemento gris, incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta.	m ²	\$ 465.07	120.13	\$ 55,868.86
Total				\$ 225,147.26

3.3.4 Área de Maternidad

Cuadro 24. Características del área de maternidad.

Características del área de maternidad		Características de los alojamientos	
Flujo de animales	10	Medidas de jaula	1.53 m x 2.47 m
Tipo de instalación	Jaulas individuales	Altura de separaciones	1.10 m
Ocupación	6 semanas	Tipo de separaciones en corral	Panel
Número de lugares	20	Tipo de separación	Panel
Capacidad	Hembra c/camada	Tipo de piso	Rejilla, slat
Corrales necesarios	20	m ² Sala	(18.85 x 8.7) 163.9 m ²
Espacio vital por animal	3.7 m ²	Número de bebederos	1 por jaula
Número de salas	1	Número de comederos	1 por jaula

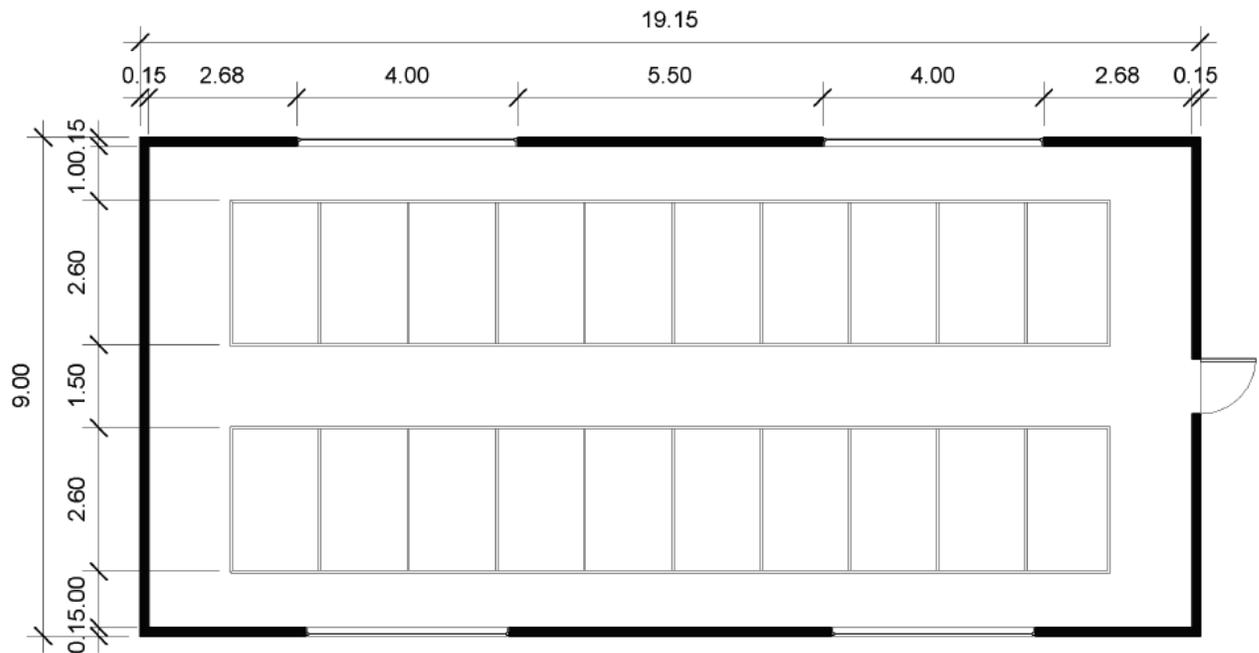


Figura 27
Planta del edificio de maternidad

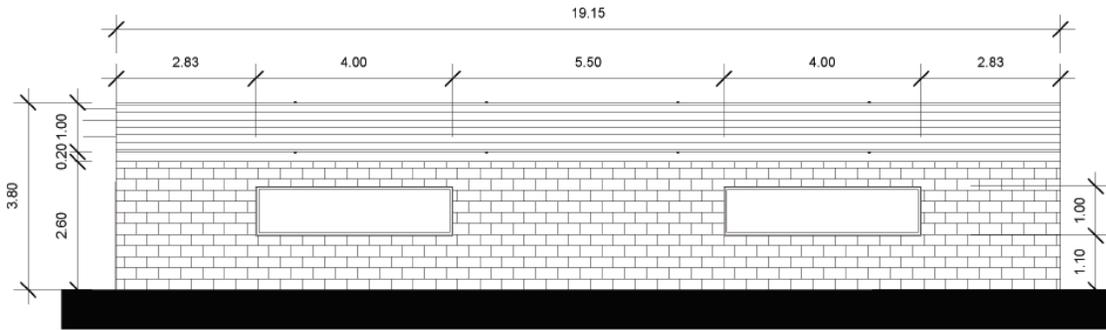


Figura 28
Alzado norte del edificio de maternidad.

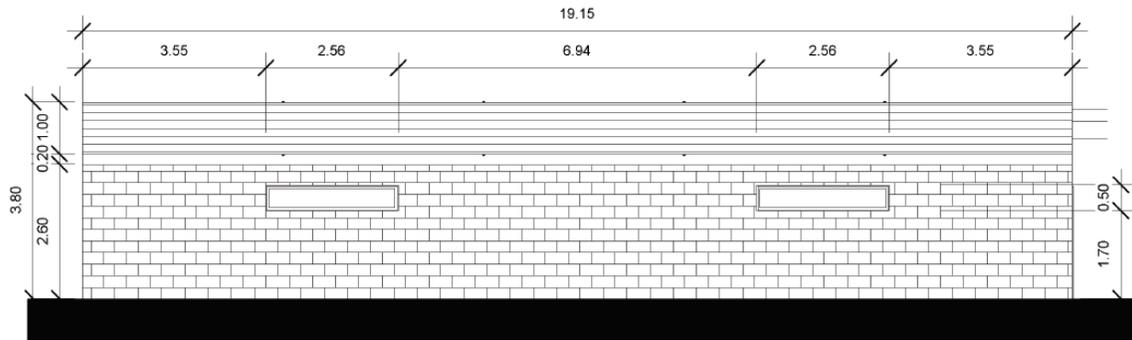


Figura 29
Alzado sur del edificio de maternidad.

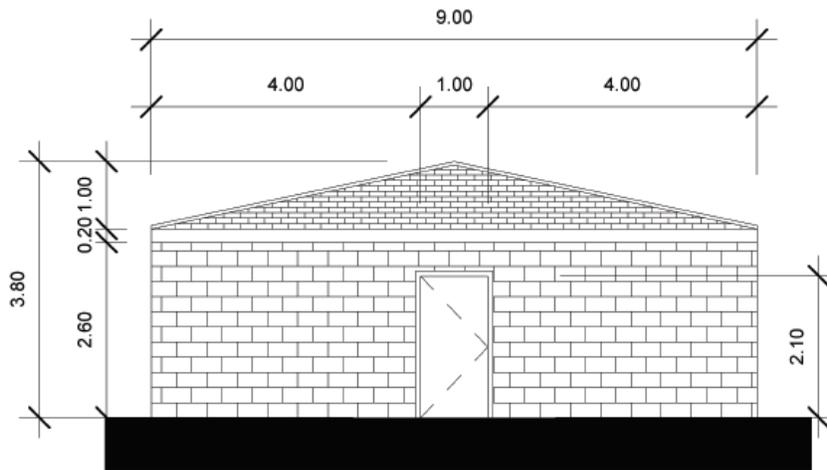


Figura 30
Alzado este del edificio de maternidad.

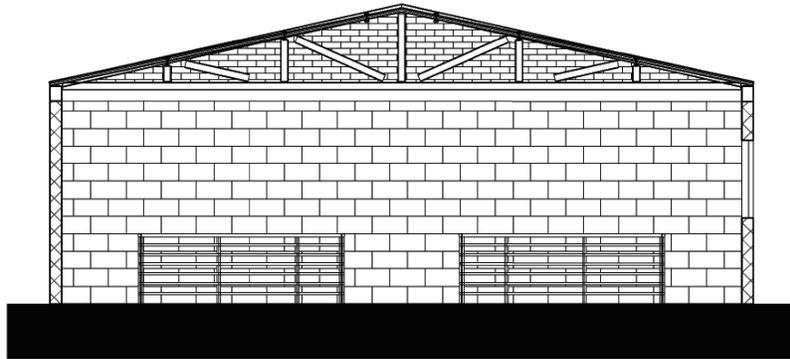


Figura 31
Corte transversal del edificio de maternidad.

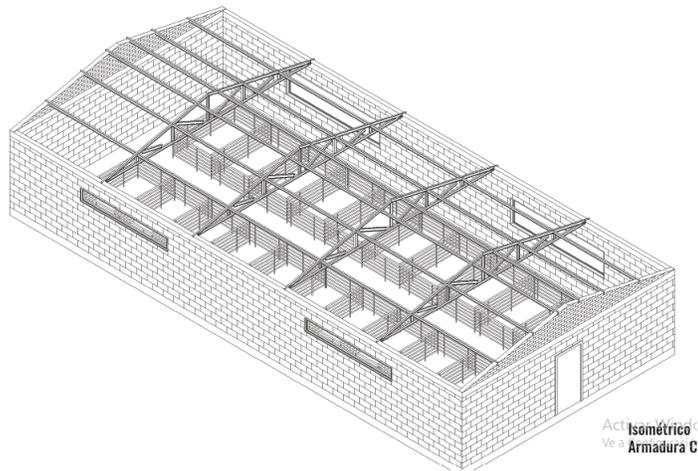


Figura 32
Armado de cubierta del edificio de maternidad.



Figura 33
Vista tridimensional del edificio de maternidad.

Cuadro 25. Cuantificación de materiales para el área de maternidad.

Maternidad					
Concepto	Unidad	P.U.	Cantidad	Importe	
Cadena de Desplante Perimetral (0.30mx0.20m) con Armado de 4 Varillas 3/8" E@20	ml	\$ 179.65	55.70	\$ 10,006.55	
Losa de Concreto de 8 cm de espesor con Malla Electrosoldada sobre base de Polietileno	m ²	\$ 167.51	172.35	\$ 28,869.63	
Muro de Block Hueco (15x20x40) con juntas de cemento arena de 16 mm y escalerilla de refuerzo a cada 3er hilada	m ²	\$ 122.30	131.02	\$ 16,024.13	
Castillos ahogados con alma de varilla de 3/8" a 60 cm	MI	\$ 31.02	197.6	\$ 6,129.25	
Cadena de Cerramiento (0.20mx0.15m)	ml	\$ 125.45	55.70	\$ 6,987.42	
Aplanado de Cemento Arena 1 cm de Espesor	m ²	\$ 18.13	275.14	\$ 4,986.99	
Puertas de Herrería (1.00 x 2.10 m)	pzas	\$ 1,417.00	1	\$ 1,417.00	
Muro de Tabique rojo recocido (7x14x28) con juntas de 15 mm, muro de apoyo a cubiertas.	m ²	\$ 189.50	8.52	\$ 1,614.55	
Ventana fija de 2.56x0.50 m	pzas	\$ 600.00	2	\$ 1,200.00	
Ventana fija de 4.00x1.00 m	pzas	\$ 1,200.0	2	\$ 2,400.00	
Total				\$ 79,635.53	

Cuadro 26. Catálogo de conceptos y mano de obra para el área de maternidad

Área de maternidad					
Concepto	Unidad	P.U.	Cantidad	Importe	
Limpieza de terreno plano a mano, incluye: apile del material en el lugar y acarrees a primera estación de 20 m.	m ²	\$ 19.67	172.35	\$ 3,390.12	
Trazo y nivelación de terreno plano por medios manuales para desplante de estructuras estableciendo ejes auxiliares y referencias.	m ²	\$ 7.60	172.35	\$ 1,309.86	
Excavación a mano en cepas material seco tipo i, profundidad de 0 a 2 m., incluye: afine de taludes y fondo, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	m ³	\$ 115.01	6.68	\$ 768.73	
Plantilla de 5 cm. De espesor de concreto hecho en obra f'c=100 kg/cm ² . Agregado máximo 3/4", incluye: acarreo a primera estación a 20 m., material, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	m ²	\$ 117.46	16.71	\$ 1,962.76	

Cadena de desplante de sección 20 x 30 cm., concreto f'c=200 kg/cm2. Agregado máximo 3/4", reforzada con 4 varillas de 3/8", estribos de 1/4" cada 20 cm., incluye: cimbra, descimbra, material, mano de obra y equipo necesario.	ml	\$	364.35	55.70	\$	20,294.30
Losa de 8 cm. De espesor, de concreto hecho en obra f'c=150 kg/cm2., agregado máximo 3/4", acabado escobillado, reforzado con malla electrosoldada 6-6/10-10, incluye: cimbrado, descimbrado, material, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	m ²	\$	345.91	172.35	\$	59,617.59
Cadena de cerramiento de sección 15 x 20 cm., concreto f'c=200 kg/cm2. Agregado máximo 3/4", reforzada con 4 varillas del no. 3 (3/8") estribos del no. 2 a cada 20 cm., incluye: cimbra común 2 caras, descimbra, material, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	ml	\$	294.28	55.70	\$	16,391.40
Muro de block de 15 x 20 x 40 cm. En 15 cm. De espesor asentado con mortero cemento-arena 1:4, incluye: material, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	m ²	\$	272.44	131.02	\$	35,695.09
Muro de tabique de barro rojo recocido de 7 x 14 x 28 cm. De 14 cm. De espesor, asentado con mortero cemento-arena 1:4, juntas de 1.6 cm. Con acabado común, incluye: material, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	m ²	\$	392.78	8.52	\$	3,346.49
Aplanado común en muros a plomo y regla con mortero cemento-arena 1:3, espesor promedio 2 cm., incluye: material, mano de obra, herramienta y equipo necesario	m ²	\$	133.48	275.14	\$	36,725.95
Emboquillado aplanado una arista con mortero cemento-arena 1:3, incluye: material, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	ml	\$	96.33	38.00	\$	3,660.54
Suministro, habilitado y colocación de acero estructural mon-ten de 4" x 2" cal.12, incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta.	ml	\$	211.20	209.30	\$	44,204.16
Suministro e instalación de lámina de fibrocemento gris, incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta.	m ²	\$	465.07	172.35	\$	80,154.81
Total						\$ 307,521.79

3.3.5 Área de destete

Cuadro 27. Características de una sala de destete.

Características del área de destete		Características de los alojamientos	
Flujo de animales	100	Medidas de corraleta	1.52 m x 3.05 m
Tipo	Corraleta	Altura de separaciones	.60 m
Ocupación	8 semanas	Tipo de separaciones en corraleta	Herrería o rejilla
Número de lugares necesarios	260	Tipo de separación en pasillo	Rejilla
Capacidad de corraleta	12 - 13 lechones	Tipo de piso	Rejilla
Número de corrales necesarios	20.8 (24)	Número de salas necesarias	3 salas
Espacio vital por animal	.35 m ² - .38 m ²	Número de bebederos	1 por cada 10
m ² de la sala	64.8 m ²	Número de comederos	1 por corraleta

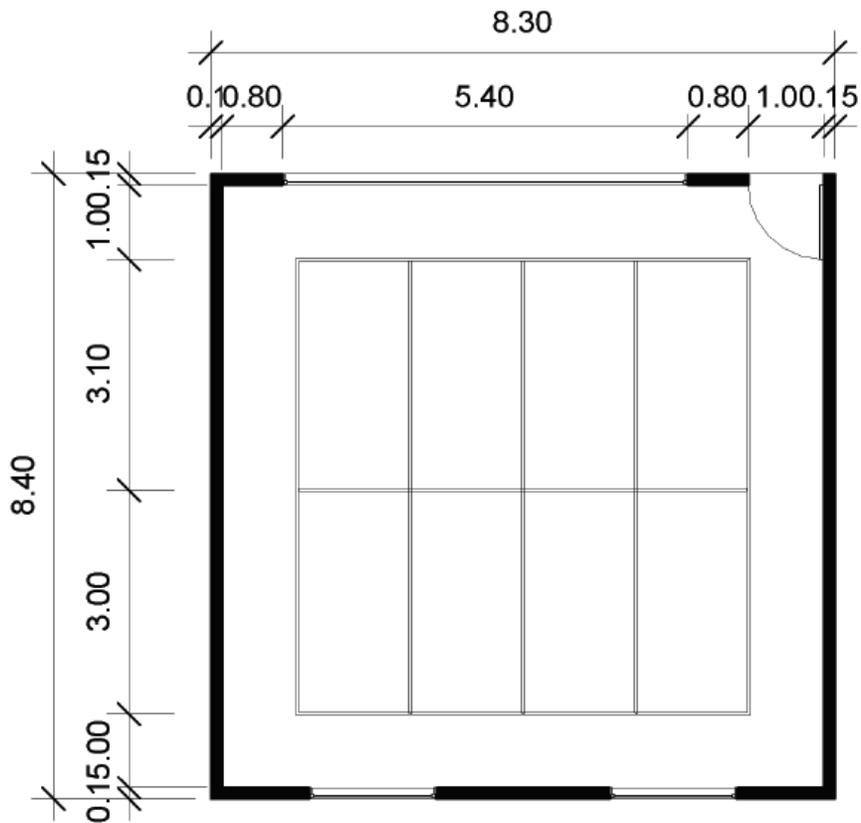


Figura 34
Planta del área de destete.

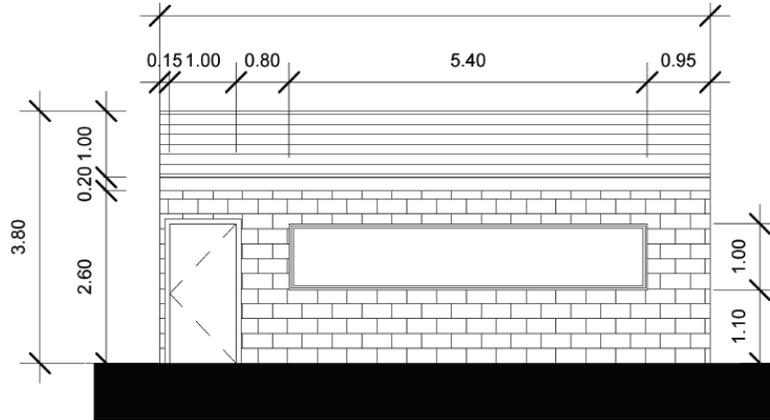


Figura 35
Alzado norte del edificio de destete.

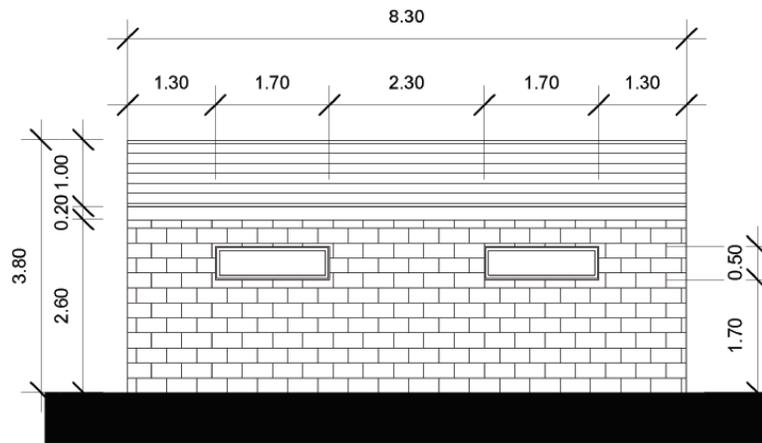


Figura 36
Alzado sur del edificio de destete.

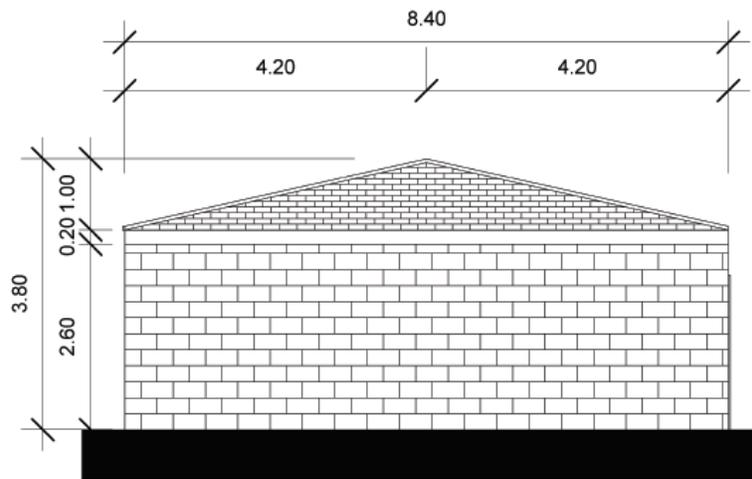


Figura 37
Alzado este del edificio de destete.

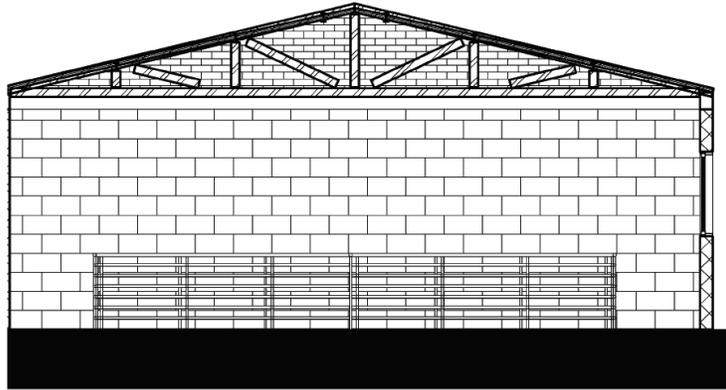
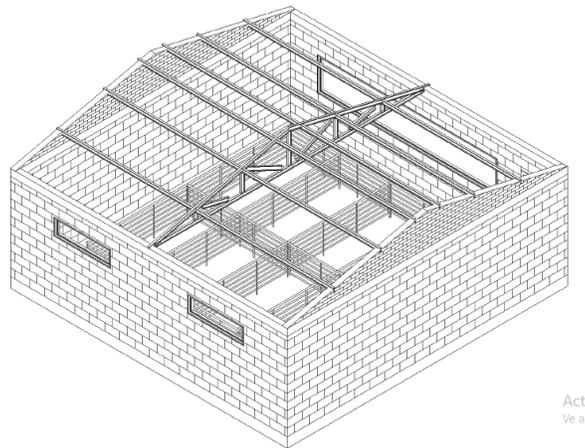


Figura 38
Corte transversal del edificio de destete.



Act
Ve a

Figura 39
Armado de cubierta del edificio de destete.



Figura 40
Vista 3D de una sala de destete.

Cuadro 28. Cuantificación de materiales para el área de destete.

Destete				
Concepto	Unidad	P.U.	Cantidad	Importe
Cadena de Desplante Perimetral (0.30mx0.20m) con Armado de 4 Varillas 3/8" cada 20 cm	ml	\$ 179.65	32.80	\$ 5,892.55
Losa de Concreto de 8 cm de espesor con Malla Electrosoldada sobre base de Polietileno	m ²	\$ 167.51	69.72	\$11,678.51
Muro de Block Hueco (15x20x40) con juntas de cemento arena de 16 mm y escalerilla de refuerzo a cada 3er hilada	m ²	\$ 122.30	76.08	\$ 9,304.81
Castillos ahogados con alma de varilla de 3/8" a 60 cm	ml	\$ 31.02	117	\$ 3,629.16
Cadena de Cerramiento (0.20mx0.15m)	ml	\$ 125.45	32.80	\$ 4,114.68
Aplanado de Cemento Arena 1 cm de Espesor	m ²	\$ 18.13	8	\$ 2,895.82
Puertas de Herrería (1.00 x 2.10 m)	pzas	\$ 1,417.00	1	\$ 1,417.00
Muro de Tabique rojo recocido (7x14x28) con juntas de 15 mm, muro de apoyo a cubiertas.	m ²	\$ 189.50	7.95	\$ 1,506.53
			Total	\$40,439.05

Cuadro 29. Catálogo de conceptos y mano de obra para el área de destete.

Área de destete				
Concepto	Unidad	P.U.	Cantidad	Importe
Limpieza de terreno plano a mano, incluye: apile del material en el lugar y acarreo a primera estación de 20 m.	m ²	\$ 19.67	69.72	\$ 1,371.39
Trazo y nivelación de terreno plano por medios manuales para desplante de estructuras estableciendo ejes auxiliares y referencias.	m ²	\$ 7.60	69.72	\$ 529.87
Excavación a mano en cepas material seco tipo i, profundidad de 0 a 2 m., incluye: afine de taludes y fondo, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	m ³	\$ 115.01	3.94	\$ 452.68
Plantilla de 5 cm. De espesor de concreto hecho en obra f'c=100 kg/cm ² . Agregado máximo 3/4", incluye: acarreo a primera estación a 20.00 m., material, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	m ²	\$ 117.46	9.84	\$ 1,155.81
Cadena de desplante de sección 20 x 30 cm., concreto f'c=200 kg/cm ² . Agregado máximo 3/4", reforzada con 4 varillas de 3/8", estribos de 1/4" de 20 cm., incluye: cimbra, descimbra, material, mano de obra y equipo necesario.	ml	\$ 364.35	32.80	\$ 11,950.68

Losa de 8 cm. De espesor, de concreto hecho en obra $f'c=150$ kg/cm ² ., agregado máximo 3/4", acabado escobillado, reforzado con malla electrosoldada 6-6/10-10, incluye: cimbrado, descimbrado, material, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	m ²	\$ 345.91	69.72	\$ 24,116.85
Cadena de cerramiento de sección 15 x 20 cm., concreto $f'c=200$ kg/cm ² . Agregado máximo 3/4", reforzada con 4 varillas del no. 3 (3/8") estribos del no. 2 a cada 20 cm., incluye: cimbra común 2 caras, descimbra, material, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	MI	\$ 294.28	32.80	\$ 9,652.38
Muro de block de 15 x 20 x 40 cm. En 15 cm. De espesor asentado con mortero cemento-arena 1:4, incluye: material, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	m ²	\$ 272.44	76.08	\$ 20,727.24
Muro de tabique de barro rojo recocido de 7 x 14 x 28 cm. De 14 cm. De espesor, asentado con mortero cemento-arena 1:4, juntas de 1.6 cm. Con acabado común, incluye: material, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	m ²	\$ 392.78	7.95	\$ 3,122.60
Aplanado común en muros a plomo y regla con mortero cemento-arena 1:3, espesor promedio 2 cm., incluye: material, mano de obra, herramienta y equipo necesario	m ²	\$ 133.48	159.77	\$ 21,325.83
Emboquillado aplanado una arista con mortero cemento-arena 1:3, incluye: material, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	ml	\$ 96.33	21.60	\$ 2,080.73
Suministro, habilitado y colocación de acero estructural mon-ten de 4" x 2" cal.12, incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta.	ml	\$ 211.20	125.01	\$ 26,402.11
Suministro e instalación de lámina de fibrocemento gris, incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta.	m ²	\$ 465.07	69.72	\$ 32,424.68
Total				\$ 155,312.85

3.3.6 Área de crecimiento – finalización

Cuadro 30. Características del área de crecimiento – finalización.

Características del área de engorda		Características de los alojamientos	
Flujo de animales	100	Medidas de corral	6.5 m x 4.5 m
Tipo	Corral grupal	Altura de separaciones	1.20 m
Ocupación	14 semanas	Tipo de separaciones	Cemento
Número de lugares necesarios	460	Tipo de cubierta	Fibrocemento
Capacidad de corral	25 cerdos	Tipo de piso	Cemento ranurado
Número de corrales necesarios	18.4 (20)	Temperatura	26 c°
Espacio vital por animal	1.1 m ²	Número de bebederos	1 por cada 10 animales
m ² de la sala	391.5 m ²	Número de comederos	1 por corral

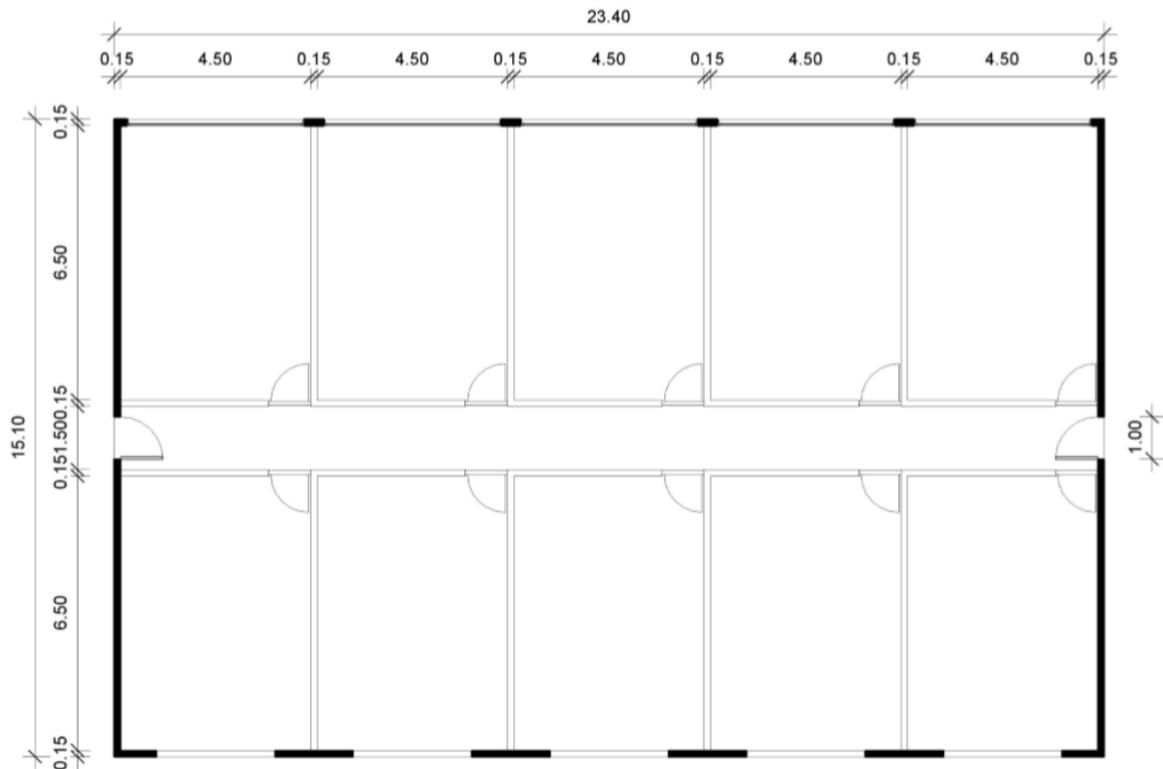


Figura 41
Planta del área de crecimiento - finalización.

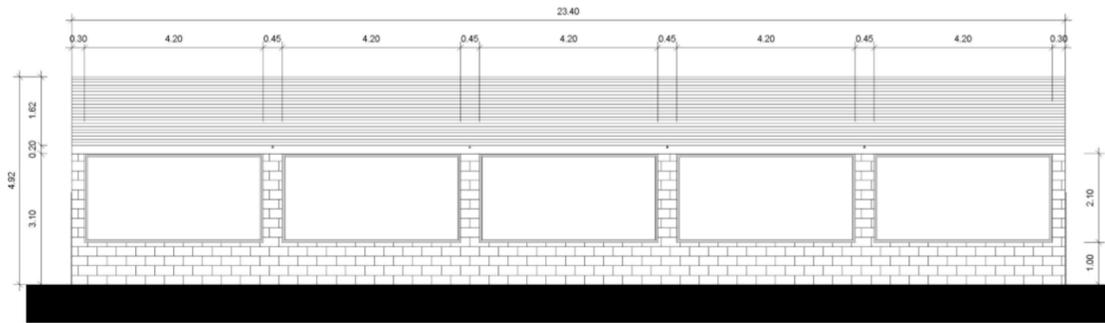


Figura 42
Alzado norte del edificio de crecimiento finalización.

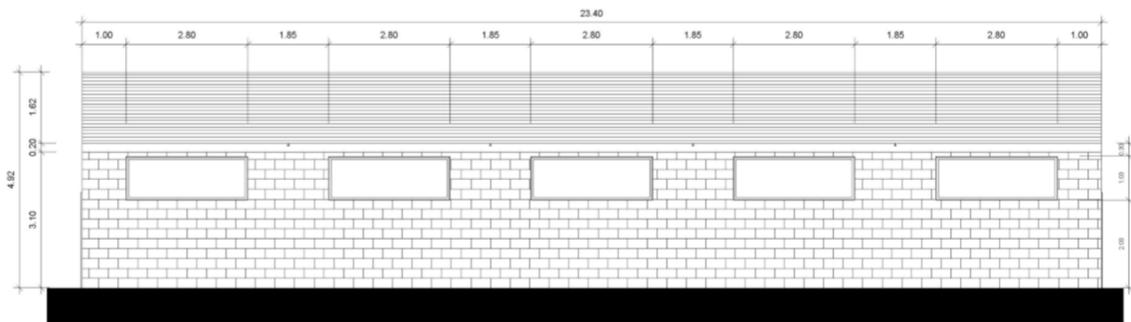


Figura 43
Alzado sur del edificio de crecimiento - finalización.

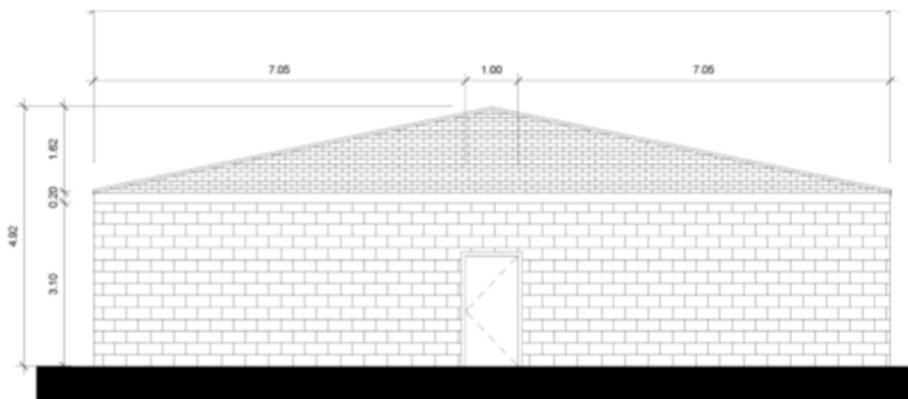


Figura 44
Alzado este del edificio de crecimiento- finalización.

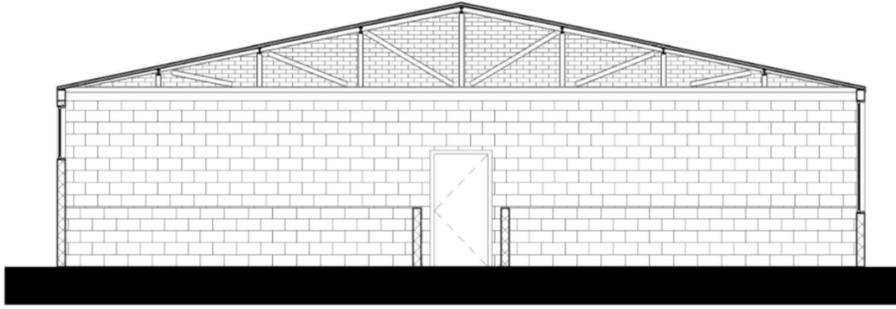


Figura 45
Corte transversal del edificio de crecimiento - finalización.

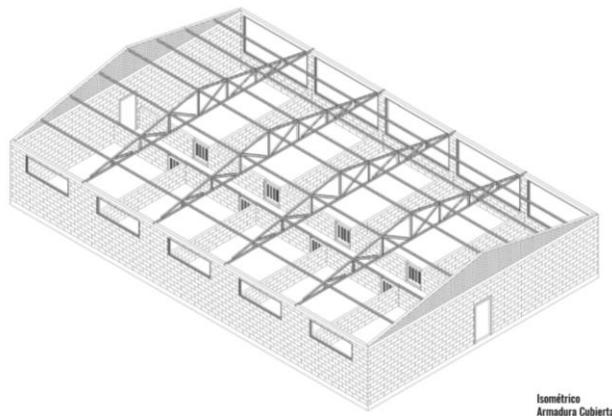


Figura 46
Armado de cubierta del edificio de crecimiento - finalización.

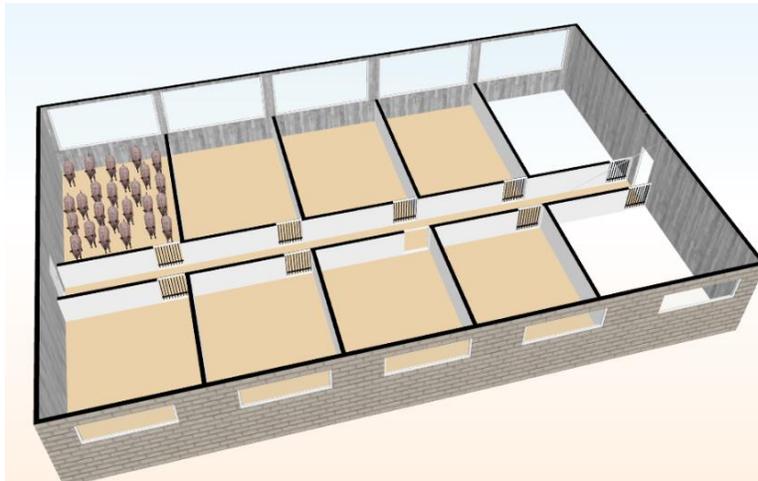


Figura 47
Vista tridimensional de las instalaciones para crecimiento – finalización.

Cuadro 31. Cuantificación de materiales para el área de crecimiento – finalización.

Finalización					
Concepto	Unidad	P.U.	Cantidad	Importe	
Cadena de Desplante Perimetral (0.30mx0.20m) con Armado de 4 Varillas 3/8" de 20 cm	ml	\$ 179.65	77.03	\$ 13,838.51	
Losa de Concreto de 8 cm de espesor con Malla Electrosoldada sobre base de Polietileno	m ²	\$ 167.51	353.34	\$ 59,186.52	
Muro de Block Hueco (15x20x40) con juntas de cemento arena de 16 mm y escalerilla de refuerzo a cada 3er hilada	m ²	\$ 122.30	271.56	\$ 33,212.58	
Castillos ahogados con alma de varilla de 3/8" a 60 cm	ml	\$ 31.02	397.00	\$ 12,314.33	
Cadena de Cerramiento (0.20mx0.15m)	ml	\$ 125.45	77.03	\$ 9,663.22	
Aplanado de Cemento Arena 1 cm de Espesor	m ²	\$ 18.13	570.28	\$ 10,336.34	
Puertas de Herrería (1.00 x 2.10 m)	pzas	\$ 1,417.00	2.00	\$ 2,834.00	
Muro de Tabique rojo recocido (7x14x28) con juntas de 15 mm, muro de apoyo a cubiertas.	m ²	\$ 189.50	23.69	\$ 4,489.28	
Puertas de Herrería (1.00 x 1.10 m)	pzas	\$ 854.00	10.00	\$ 8,540.00	
			Total	\$154,414.78	

Cuadro 32. Catálogo de conceptos y mano de obra para el área de crecimiento - finalización.

Finalización					
Concepto	Unidad	P.U.	Cantidad	Importe	
Limpieza de terreno plano a mano, incluye: apile del material en el lugar y acarreo a primera estación de 20 m.	m ²	\$ 19.67	353.34	\$ 6,950.20	
Trazo y nivelación de terreno plano por medios manuales para desplante de estructuras estableciendo ejes auxiliares y referencias.	m ²	\$ 7.60	353.34	\$ 2,685.38	
Excavación a mano en cepas material seco tipo i, profundidad de 0 a 2 m., incluye: afine de taludes y fondo, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	m ³	\$ 115.01	9.24	\$ 1,063.11	
Plantilla de 5 cm. De espesor de concreto hecho en obra f'c=100 kg/cm ² . Agregado máximo 3/4", incluye: acarreo a primera estación a 20 m., material, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	m ²	\$ 117.46	23.11	\$ 2,714.38	

Cadena de desplante de sección 20 x 30 cm., concreto f'c=200 kg/cm ² . Agregado máximo 3/4", reforzada con 4 varillas de 3/8", estribos de 1/4" cada 20 cm., incluye: cimbra, descimbra, material, mano de obra y equipo necesario.	ml	\$ 364.35	77.03	\$ 28,065.88
Losa de 8 cm. De espesor, de concreto hecho en obra f'c=150 kg/cm ² ., agregado máximo 3/4", acabado escobillado, reforzado con malla electrosoldada 6-6/10-10, incluye: cimbrado, descimbrado, material, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	m ²	\$ 345.91	353.34	\$ 122,223.84
Cadena de cerramiento de sección 15 x 20 cm., concreto f'c=200 kg/cm ² . Agregado máximo 3/4", reforzada con 4 varillas del no. 3 (3/8") estribos del no. 2 a cada 20 cm., incluye: cimbra común 2 caras, descimbra, material, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	ml	\$ 294.28	77.03	\$ 22,668.39
Muro de block de 15 x 20 x 40 cm. En 15 cm. De espesor asentado con mortero cemento-arena 1:4, incluye: material, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	m ²	\$ 272.44	271.56	\$ 73,983.81
Muro de tabique de barro rojo recocido de 7 x 14 x 28 cm. De 14 cm. De espesor, asentado con mortero cemento-arena 1:4, juntas de 1.6 cm. Con acabado común, incluye: material, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	m ²	\$ 392.78	23.69	\$ 9,304.96
Aplanado común en muros a plomo y regla con mortero cemento-arena 1:3, espesor promedio 2 cm., incluye: material, mano de obra, herramienta y equipo necesario	m ²	\$ 133.48	570.28	\$ 76,120.44
Emboquillado aplanado una arista con mortero cemento-arena 1:3, incluye: material, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	ml	\$ 96.33	100.00	\$ 9,633.00
Suministro, habilitado y colocación de acero estructural mon-ten de 4" x 2" cal.12, incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta.	ML	\$ 211.20	310.92	\$ 65,666.30
Suministro e instalación de lámina de fibrocemento gris, incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta.	m ²	\$ 465.07	360.85	\$ 167,820.51
			Total	\$ 588,900.20

3.3.7 Elementos constructivos

Los elementos constructivos representan cada uno de los componentes materiales que integran la obra de construcción, generalmente son clasificados en elementos constructivos estructurales y compartimentadores; en este caso los edificios o naves o salas de la UPP. Los primeros se refieren a componentes de la cimentación, forjados, losas y pilares; mientras que los últimos son componentes de cubiertas o fachadas.

Los elementos constructivos están conformados por varios tipos de materiales y productos que pueden ya estar elaborados y suelen ser de diverso tipo como yeso, concreto, hormigón o materiales plásticos, estructuras metálicas etc. A continuación, en el cuadro 33 se sintetizan los elementos constructivos y los diversos componentes, además de detallar la unidad, precio unitario, la cantidad empleada y el importe total, que se utilizarían en la edificación de la UPP con instalaciones convencionales.

Cuadro 33. Elementos constructivos de la UPP convencional.

Elementos Constructivos				
Cadena de desplante de sección 20 x 30 cm., concreto f'c=200 kg/cm ² . Agregado máximo 3/4", reforzada con 4 varillas de 3/8", estribos de 1/4" de 20 cm				
				1 ml
Concepto	Unidad	P.U.	Cantidad	Importe
Concreto f'c=200 Kg/cm ² /R.N. Agregado 3/4"	m ³	\$ 1,761.78	0.06	\$ 105.71
Varilla #3 F'y=4200 Kg/m ²	Ton	\$ 20,800.00	0.0022	\$ 46.59
Alambre Recocido #2	kg	\$ 29.00	0.338	\$ 9.80
Alambrón	kg	\$ 26.00	0.675	\$ 17.55
			Total	\$ 179.65
Losas de 8 cm de espesor, de concreto f'c=150 kg/cm ² , agregado 3/4", reforzado con malla electrosoldada 8-8, sobre base de polietileno c-600				
				1 m ²
Concepto	Unidad	P.U.	Cantidad	Importe
Polietileno C-600	m ²	\$ 7.52	1.00	\$ 7.52
Concreto f'c=150 Kg/cm ² /R.N. Agregado 3/4"	m ³	\$ 1,687.32	0.08	\$ 134.99
Malla Electrosoldada 10-10	m ²	\$ 25.00	1.00	\$ 25.00
			Total	\$ 167.51
Muro de Block Hueco (15x20x40) con juntas de cemento arena de 16 mm y escalerilla de refuerzo a cada 3er hilada				
				1m ²
Concepto	Unidad	P.U.	Cantidad	Importe

Block Hueco (15x20x40)	Millar	\$ 6,500.00	0.013	\$ 84.50
Mortero Cemento Arena 1:3	m3	\$ 1,812.52	0.01810	\$ 32.80
Escalerilla P/Muros 15 cm	ml	\$ 5.00	1.00	\$ 5.00
Total				\$ 122.30

Muro de Tabique Rojo Recocido (7x14x28) con juntas de cemento arena de 16 mm y escalerilla de refuerzo a cada 3er hilada 1m²

Concepto	Unidad	P.U.	Cantidad	Importe
Tabique rojo recocido (7x14x28)	Millar	\$ 3,000.00	0.047	\$ 142.20
Mortero Cemento Arena 1:3	m3	\$ 1,812.52	0.0239	\$ 43.30
Agua	m3	\$ 50.00	0.0800	\$ 4.00
Total				\$ 189.50

Castillos ahogados con alma de varilla de 3/8" a 60 cm 1 ml

Concepto	Unidad	P.U.	Cantidad	Importe
Concreto f'c=150 Kg/cm ² /R.N. Agregado 3/4"	m3	\$ 1,687.32	0.01148	\$ 19.37
Varilla #3 F'y=4200 Kg/m ²	Ton	\$ 20,800.00	0.00056	\$ 11.65
Total				\$ 31.02

Cadena de cerramiento de sección 15 x 20 cm., concreto f'c=200 kg/cm². Agregado máximo 3/4", reforzada con 4 varillas del no. 3 (3/8") estribos del no. 2 a cada 20 cm. 1 ml

Concepto	Unidad	P.U.	Cantidad	Importe
Concreto f'c=200 Kg/cm ² /R.N. Agregado 3/4"	m3	\$ 1,761.78	0.030	\$ 52.85
Varilla #3 F'y=4200 Kg/m ²	Ton	\$ 20,800.00	0.0022	\$ 46.59
Alambre Recocido #2	kg	\$ 29.00	0.338	\$ 9.80
Alambrón	kg	\$ 24.00	0.675	\$ 16.20
Total				\$ 125.45

Mortero cemento-arena 1:3 1m³

Concepto	Unidad	P.U.	Cantidad	Importe
Mortero Holcim	Ton	\$ 2,700.00	0.5090	1,374.30
Arena	m3	\$ 358.00	1.1770	421.37
Agua	m3	\$ 50.00	0.3370	16.85
Total				\$1,812.52

Concreto Hecho en Obra R.N. (Resistencia Normal) Agregado máximo 3/4" Resist. F"c100 kg/cm² 1m³

Concepto	Unidad	P.U.	Cantidad	Importe
Cemento Tolteca P.E.	Ton	\$ 3,600.00	0.2575	927.00
Arena	m3	\$ 358.00	0.5243	187.70
Grava	m3	\$ 364.00	0.6816	248.10
Agua	m3	\$ 50.00	0.2450	12.25
Total				\$1,375.05

Concreto Hecho en Obra R.N. (Resistencia Normal) Agregado máximo 3/4" Resist.				
F" c150 kg/cm ²				
Concepto	Unidad	P.U.	Cantidad	1m ³ Importe
Cemento Tolteca P.E.	Ton	\$ 3,600.00	0.3348	1,205.28
Arena	m3	\$ 358.00	0.5453	195.22
Grava	m3	\$ 364.00	0.7497	272.89
Agua	m3	\$ 50.00	0.2787	13.94
Total				\$1,687.32
Concreto Hecho en Obra R.N. (Resistencia Normal) Agregado máximo 3/4" Resist.				
F" c200 kg/cm ²				
Concepto	Unidad	P.U.	Cantidad	1m ³ Importe
Cemento Tolteca P.E.	Ton	\$ 3,600.00	0.3605	1,297.80
Arena	m3	\$ 358.00	0.5138	183.94
Grava	m3	\$ 364.00	0.7340	267.18
Agua	m3	\$ 50.00	0.2573	12.87
Total				\$1,761.78

3.4 Cálculo de instalaciones para la UPP con sistema no convencional

3.4.1 Cálculo de espacio

En esta sección se mostrará el cálculo de instalaciones para la UPP con sistema no convencional. En este caso los cálculos se mostrarán de manera más sencilla; puesto que, es la misma metodología que se ha explicado con anterioridad para la estimación, de cálculo de espacios, cálculo de lugares y cantidad de alojamientos. Cabe mencionar que los parámetros tomados en cuenta para el cálculo de estas instalaciones son los mismos, para evitar sesgos debidos a una variación en las estimaciones.

Cálculo del flujo de animales por banda:

Flujo de hembras por banda

Número total de hembras/ Número de bandas

$$70 / 7 = 10 \rightarrow \text{FAB (hembras)} = 10 \text{ hembras por banda}$$

a) Flujo de animales en engorda por banda

Flujo de hembras por banda que paren y destetan * Promedio de cerdos
destetados

$$10 * 10 = 100 \rightarrow \text{FAB (Animales en engorda)} = 100 \text{ cerdos por banda}$$

b) Flujo de hembras de reemplazo por año

Número total de hembras * % reemplazos

$$70 * .40 (40\%) = 28 \rightarrow \text{Número de hembras de reemplazo en un año} = 28$$

c) Número de hembras de reemplazo por banda

Número de hembras de reemplazo en un año / Número de bandas por año

$$28 / 17 = 1.6 \rightarrow 2 \text{ Hembras de reemplazo por banda}$$

3.4.2 Tiempo de permanencia (TP)

De la misma manera que en el procedimiento para la UPP convencional, en el cuadro 34 se muestran los tiempos de permanencia sugeridos para los diferentes alojamientos en la UPP alternativa, al igual que en la UPP antes mencionada se han tomado en cuenta los periodos de vacío para limpieza y desinfección de las instalaciones.

Cuadro 34. Tiempos de permanencia UPP alternativa.

Área	Tiempo de permanencia	Semana de limpieza	Total de permanencia (TP)	Equivalencia del TP en bandas
<i>Adaptación</i>	6 semanas	-	6 semanas	2 bandas
<i>Servicios y gestación</i>	16 semanas	-	16 semanas	5.3 bandas
<i>Maternidad*</i>	5 semanas	1 semana	6 semanas	2 bandas
<i>Destete – Finalización</i>	20 semanas	1 semana	21 semanas	7 bandas
<i>Sementales</i>	Permanente	-	Permanente	Permanente

3.4.3 Cálculo de lugares

Para obtener el número de lugares correspondiente, el flujo de animales por banda se multiplica por el número de bandas equivalentes a la permanencia en las instalaciones para obtener el número de lugares adecuado en la UPP, los resultados se muestran en el cuadro 35.

Cuadro 35. Cálculo de lugares para la UPP alternativa.

Área	FA B	Tiempo de permanencia (semanas)	Limpieza, desinfección (semanas)	Semanas totales de permanencia	Permanencia (bandas)	Número de lugares
<i>Adaptación</i>	2	6 semanas	-	6	2	4
<i>Servicios y gestación</i>	10	16 semanas	-	16	5.3	53.3
<i>Maternidad</i>	10	5 semanas	1 semana	6	2	20
<i>Destete- Finalización</i>	100	20 semanas	1 semana	21	7	700
<i>Sementales</i>	6	Continuo	-	Continuo	Continuo(1)	6

3.4.4 Cantidad de jaulas o corrales

Como ya se había mencionado, la cantidad de instalaciones está condicionada por el tipo y por la capacidad de alojamiento de cada uno, en el cuadro 36 se muestran las propuestas de alojamiento para la UPP alternativa, mientras que en el apartado correspondiente a la descripción de las características de cada área (cuadros 37, 40, 41, 44 y 47) se presenta una breve descripción de la definición y principales características de cada sistema. De igual manera en el cuadro 36 se muestra la cantidad requerida de corrales para la UPP alternativa y por último en la figura 48 se muestra una representación de las ocupaciones por corral.

Cuadro 36. Estimación del número de corrales para la UPP alternativa.

Área	Tipo de instalación	Número de alojamientos requeridos	Capacidad de la instalación (animales/instalación)	Número de corrales
Adaptación	Corral	4	2	2
Servicios y gestación	Jaula de libre acceso	53.3 (60)	10	6
Maternidad	Corral individual con jaula desmontable	20	1	20
Destete- Finalización	Galpón sin divisiones	700	100	7
Sementales	Corral	6	1	6

3.4.5 Ocupación de los edificios con sistema alternativo

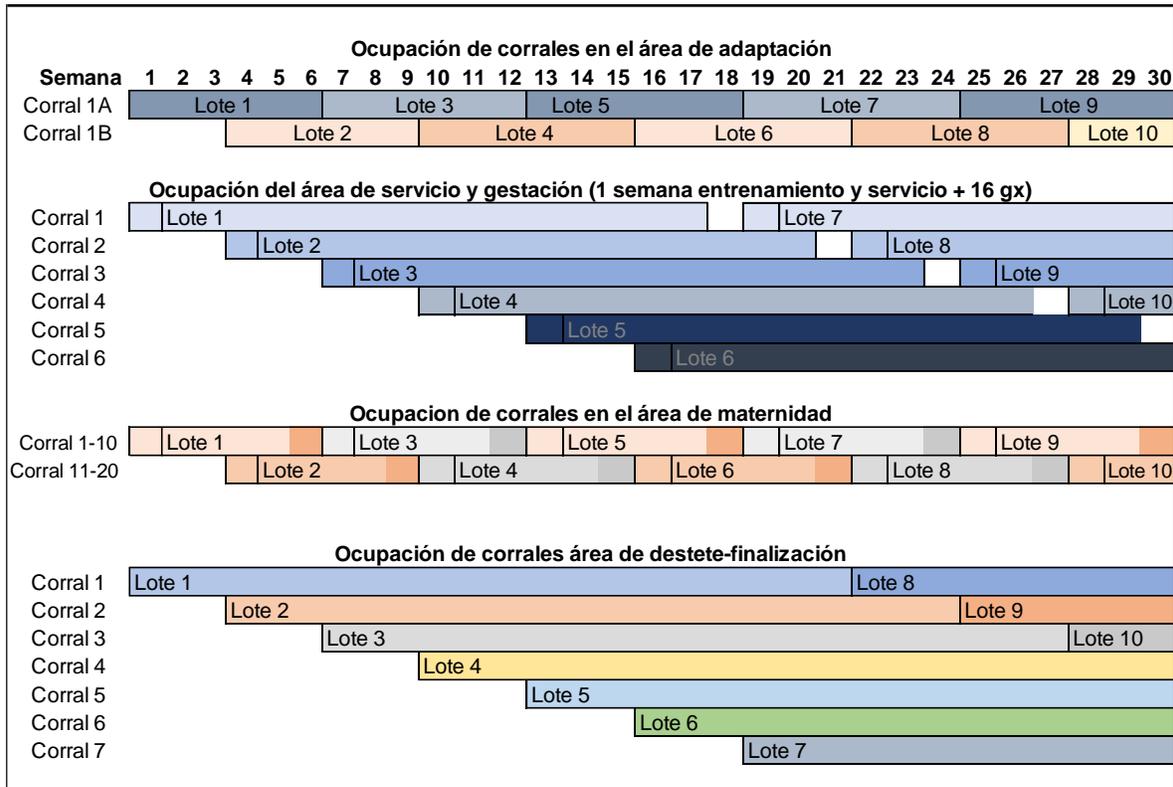


Figura 48

Representación de la ocupación en las instalaciones de la UPP alternativa.

3.4.6 Cálculo de ventilación de la UPP con sistema alternativo

Del mismo modo que en la UPP convencional, el sistema de ventilación propuesto es el llamado “natural” o “estático” que como se ha mencionado antes se basa en la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior del edificio, altura de entradas y salidas de aire, dirección y velocidad del viento y la orientación de cada edificio, entre otros factores.³⁸

En este tipo de ventilación se calcula con la base de que son necesarios 100 cm² por cada 5 kg de peso de los animales, las ventanas deben estar al menos a 1 m de altura sobre el piso, y se menciona que las salidas para el aire deben estar a una altura mayor que las entradas del mismo.

A continuación se realiza los cálculos correspondientes para averiguar la apertura de las ventanas en la UPP alternativa.

Adaptación

Medidas del edificio: 6.30 m de largo, 4.30 m de ancho y 2.7 m de altura menor.

Número de animales alojados: 4

Peso promedio de los animales alojados: 150 kg

Suma de los kg totales de los animales alojados: 600 kg.

Los detalles sobre las medidas pueden apreciarse en la figura 49, de la planta del edificio y en el cuadro 37 que condensa las características del área de adaptación de la UPP alternativa.

a) Entrada de aire

Al obtener la equivalencia de los cm^2 a m^2 se obtiene: $100 \text{ cm}^2 = 0.01 \text{ m}^2$, se aplica una regla de 3 para obtener los m^2 de apertura para ventanas.

$$\begin{array}{r} .01 \text{ m}^2 \text{ -----} 5 \text{ kg} \\ x \text{ m}^2 \text{ -----} 600 \text{ kg} \\ x = 1.6 \text{ m}^2 \end{array}$$

Con lo que se estima una necesidad de 1.2 m^2 de apertura para la entrada de aire, en este caso bastaría con dos ventanas de 1 m por 60 cm para cubrir la necesidad de ventilación en el caso de que estuviera lleno el edificio, sin embargo, en este caso se decidió establecer dos ventanas de 1 m x 1 m (2 m^2) a 1.1 m de altura del piso, por simetría y de paso cumplir el supuesto de que la entrada debe ser al menos 3 veces más grande que la salida del aire y la apertura de las mismas se puede controlar con un sistema de cortinas, para generar menor apertura.

b) Salida de aire

Con los mismos datos, se calcula con base en 32 cm por cada 5 kg de peso vivo y se realizan los mismos cálculos que se realizaron anteriormente para las ventanas de entrada de aire.

Equivalencia en m^2 : $32 \text{ cm}^2 = 0.0032 \text{ m}^2$, se aplica la regla de tres:

$$\begin{array}{r}
 0.0032 \text{ m}^2 \text{ ----- } 5 \text{ kg} \\
 x \text{ m}^2 \text{ ----- } 600 \text{ kg} \\
 x = 0.384 \text{ m}^2
 \end{array}$$

Se obtiene que la apertura necesaria para las ventanas de salida del aire es de 0.384 m^2 , como se tienen dos ventanas para la entrada del aire y se sugieren la misma cantidad para la salida, se proponen dos ventanas de 0.5 m por 0.5 m a 1.70 m de altura del lado contrario del edificio, para guardar la simetría de las mismas. Los detalles para las entradas y salidas de aire pueden observarse en los diseños de los alzados del edificio en las figuras 49 a 55.

Servicios, gestación y sementales

Medidas del edificio: 12 m de largo, 9.5 m de ancho y 2.7 m de altura menor.

Número de animales alojados: 22

Peso promedio de los animales alojados: 150 kg

Suma de los kg totales de los animales alojados: 3300 kg .

Los detalles sobre las medidas pueden apreciarse en la figura 56 de la planta del edificio y en los cuadros 40 y 41 que condensa las características del área de servicios, gestación y sementales de la UPP alternativa.

a) Entrada de aire

Al obtener la equivalencia de los cm^2 a m^2 se obtiene: $100 \text{ cm}^2 = 0.01 \text{ m}^2$, se aplica una regla de 3 para obtener los m^2 de apertura para ventanas.

$$\begin{array}{r}
 .01 \text{ m}^2 \text{ ----- } 5 \text{ kg} \\
 x \text{ m}^2 \text{ ----- } 3300 \text{ kg} \\
 x = 6.6 \text{ m}^2
 \end{array}$$

Con lo que se obtiene que se necesitan 6.6 m^2 de apertura para entrada de aire. En este caso basta con dos ventanas de 3.3 m por 1 m para cubrir la necesidad de ventilación en el supuesto de que estuviera lleno el edificio; de igual manera que en edificio anterior, la apertura de las ventanas se puede controlar con un sistema de cortinas, para generar mayor o menor apertura.

b) Salida de aire

Con los mismos datos, se calcula con base en 32 cm por cada 5 kg de peso vivo y se realizan los mismos cálculos que se realizaron anteriormente para la entrada de aire de las ventanas.

Equivalencia en m²: 32 cm² = 0.0032 m², se aplica la regla de tres:

$$\begin{array}{rcl} 0.0032 \text{ m}^2 & \text{-----} & 5 \text{ kg} \\ x \text{ m}^2 & \text{-----} & 3300 \text{ kg} \\ & & x = 2.1 \text{ m}^2 \end{array}$$

Se obtiene que, la apertura necesaria para las ventanas de salida del aire es de 2.1 m², como se tienen dos ventanas para la entrada del aire se sugiere la misma cantidad para la salida, es decir dos ventanas de 1m por 1 m, a 1.70 m de altura y del lado contrario del edificio. Los detalles para las entradas y salidas de aire pueden observarse en los diseños de los alzados del edificio en las figuras 56 a la 62.

Maternidad

Medidas del edificio: 20 m de largo, 7.5 m de ancho y 2.7 m de altura menor.

Número de animales alojados: 20

Peso promedio de los animales alojados: 150 kg

Suma de los kg totales de los animales alojados: 3000 kg.

Los detalles sobre las medidas del edificio de maternidad de la UPP alternativa pueden apreciarse en la figura 63, de la planta del edificio y en el cuadro 44 que resume las características del área.

a) Entrada de aire

Al obtener la equivalencia de los cm² a m² se obtiene: 100 cm² = 0.01m² se aplica una regla de 3 para obtener los m² de apertura para ventanas.

$$\begin{array}{rcl} 0.01 \text{ m}^2 & \text{-----} & 5 \text{ kg} \\ x \text{ m}^2 & \text{-----} & 3000 \text{ kg} \\ & & x = 6 \text{ m}^2 \end{array}$$

De esta manera se requieren 6 m² de apertura para la entrada de aire, con dos ventanas de 3 m por 1 m para cubrir la necesidad de ventilación, en el caso de que estuviera lleno el edificio, la apertura de las mismas se puede controlar con un sistema de cortinas, para generar mayor o menor ventilación.

b) Salida de aire

Con los mismos datos, se calcula con base en 32 cm por cada 5 kg de peso vivo y se realizan los mismos cálculos.

Equivalencia en m²: 32 cm² = 0.0032 m², se aplica la regla de tres:

$$\begin{array}{r} 0.0032 \text{ m}^2 \text{ -----} \quad 5 \text{ kg} \\ x \text{ m}^2 \quad \text{-----} \quad 3000 \text{ kg} \\ x = 1.92 \text{ m}^2 \end{array}$$

Se obtiene que la apertura necesaria para las ventanas de salida del aire es de 1.9 m², como se tienen dos ventanas para la entrada del aire, se sugieren el mismo número de ventanas para la salida, de 1 m por 1 m a 1.70 m de altura del lado contrario del edificio. Los detalles para las entradas y salidas de aire y otros aspectos, pueden observarse en los diseños de los alzados del edificio en las figuras 63 a 69.

Destete - finalización

Medidas del edificio: 15 m de largo, 8 m de ancho y 2.7 m de altura menor.

Número de animales alojados: 100.

Peso de los animales alojados: 90 kg.

Suma de los kg totales de los animales alojados: 9000 kg.

Los detalles sobre las medidas y detalles del edificio de destete finalización pueden apreciarse en la figura 70 de la planta del edificio y en el cuadro 47 que condensa las características más relevantes del área.

a) Entrada de aire

Al obtener la equivalencia de los cm² a m² se obtiene: 100 cm² = 0.01m² se aplica una regla de 3 para obtener los m² de apertura para ventanas.

$$\begin{array}{r} 0.01 \text{ m}^2 \text{ -----} \quad 5 \text{ kg} \\ x \text{ m}^2 \text{ -----} \quad 9000 \text{ kg} \\ x = 18 \text{ m}^2 \end{array}$$

Se tiene una necesidad 18 m² de apertura para entrada de aire; en este caso se decide poner tres ventanas de 4m por 1.5 m a 1.2 m de altura para cubrir la necesidad de ventilación en el caso de que estuviera lleno el edificio. La apertura de las mismas se puede controlar con un sistema de cortinas.

b) Salida de aire

Con los mismos datos, se calcula con base en 32 cm por cada 5 kg de peso vivo y se realizan los mismos cálculos que se realizaron anteriormente para las ventanas de entrada de aire.

Equivalencia en m²: 32 cm² = 0.0032 m²

Se aplica la regla de tres:

$$\begin{array}{rcl} 0.0032 \text{ m}^2 & \text{-----} & 5 \text{ kg} \\ x \text{ m}^2 & \text{-----} & 9000 \text{ kg} \\ & & x = 2.1 \text{ m}^2 \end{array}$$

Se obtiene que, la apertura necesaria para las ventanas de salida del aire es de 5.76 m², como se tienen tres ventanas para la entrada del aire se sugieren la misma cantidad de ventanas para la salida, por lo tanto se recomiendan tres ventanas de 2m por 1 m, a 1.70 m de altura del lado contrario del edificio. Los detalles para las entradas y salidas de aire pueden observarse en los diseños de los alzados del edificio en las figuras 70 a la 76.

3.4.7 Cuantificación de materiales y catálogo de conceptos y mano de obra de la UPP alternativa

Al igual que en la UPP convencional, la cantidad de materiales utilizados se ha obtenido a partir de la estimación de las dimensiones de los elementos constructivos, las medidas específicas y los detalles de cada área de la UPP alternativa; las cuales pueden observarse en las figuras 49 a 76 considerándose además los requerimientos individuales de cada edificio plasmado en los cuadros 37, 40, 41, 44 y 47, correspondientes a las áreas de adaptación, servicios-gestación-amentaleras, maternidad, y destete-finalización respectivamente.

Posteriormente en los cuadros 38, 42, 45 y 48 se muestra el desglose de costos correspondiente a la cuantificación de materiales, el cual se muestra desglosado por conceptos, el precio unitario, la cantidad empleada de dicho concepto y el importe correspondiente por cada uno de ellos.

Como se mencionó anteriormente, el catálogo de conceptos es la base del presupuesto pues sirve para cuantificar y controlar una obra, representa una herramienta de clasificación que permite evitar omisiones durante la elaboración del presupuesto. En los cuadros 39, 43, 46 y 49 se muestra el desglose de costo correspondiente al catálogo de conceptos de las áreas de adaptación, servicio, gestación y sementaleras, maternidad, destete-finalización, de la UPP alternativa.

3.5 Dimensionamiento y diseño de instalaciones UPP alternativa.

A continuación, se hace un resumen de cada tipo de alojamiento propuesto para las diferentes áreas de la unidad de producción con instalaciones alternativas, enseguida se muestran los detalles sobre las medidas y vistas de cada edificio y posteriormente se muestra un resumen sobre la cuantificación de materiales y el catálogo de conceptos necesarios en la construcción, así como un resumen del costo por ambos rubros.

3.5.1 Área de adaptación

En el área de adaptación se encuentran los animales que representen algún tipo de riesgo sanitario y/o que tienen un comportamiento reproductivo aún inmaduro o insuficiente.³⁷

A diferencia de la instalación convencional, en este caso se optó únicamente por quitar la losa de concreto que posee y sustituirla con un piso de tierra con la adición de material a manera de cama, un sistema que se ha explicado con anterioridad en el capítulo correspondiente. Puesto que el espacio vital sugerido para ambos sistemas es amplio, después de ser comparado en la literatura consultada, a continuación, en el cuadro 37 se mencionan los detalles en cuanto al área y características de los alojamientos del área de adaptación.

Cuadro 37. Características del área de adaptación con sistema alternativo.

Características del área de adaptación		Características de los alojamientos	
FAB	2 animales	Medidas	3 m x 4m
Tipo de alojamientos	Corral	Altura de separaciones	1.20 m
Ocupación	6 semanas	Tipo de separaciones entre corrales	Herrería
Lugares totales necesarios	4 lugares	Tipo de separación en pasillo	Cemento
Capacidad de los corrales	2 animales	Tipo de piso	Tierra
Número de corrales necesarios	2 corrales	Declive	3 - 5%
Espacio vital por animal	6 m ²	Número de bebederos	1 por corral
m ² en corral	12 m ²	Número de comederos	1 por corral

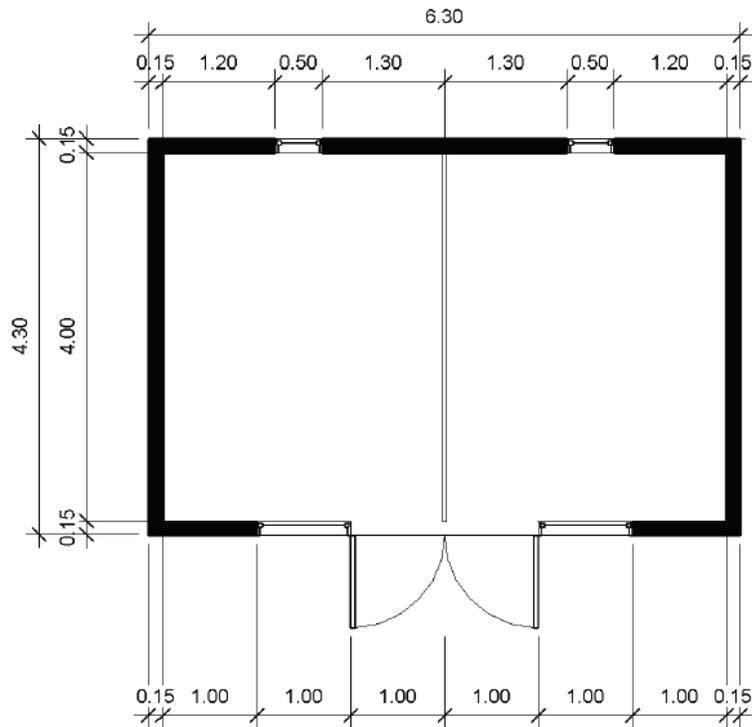


Figura 49
Planta del edificio de adaptación en la UPP alternativa.

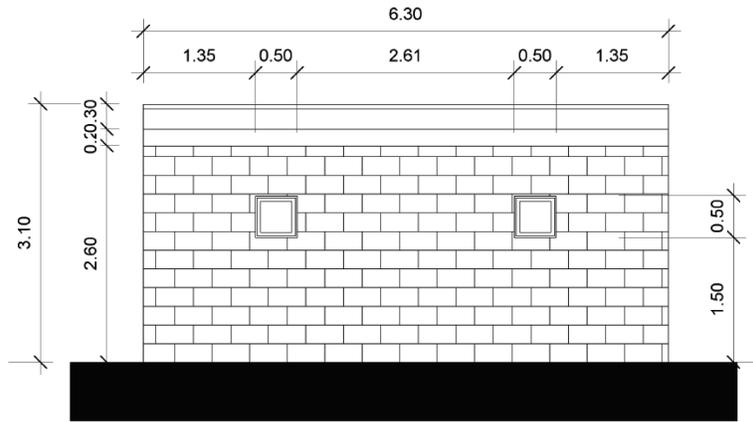


Figura 50
Alzado norte del edificio de adaptación en la UPP alternativa.

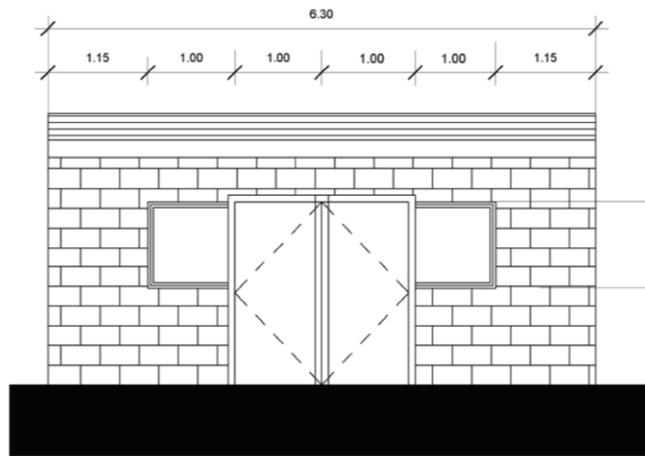


Figura 51
Alzado sur del edificio de adaptación en la UPP alternativa.

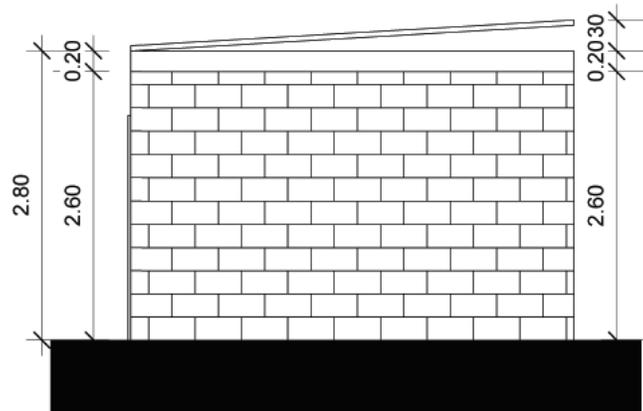


Figura 52
Alzado este del edificio de adaptación en la UPP alternativa.

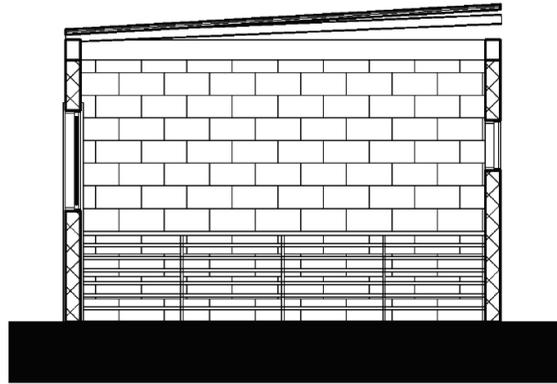


Figura 53
Corte transversal del edificio de adaptación en la UPP alternativa.

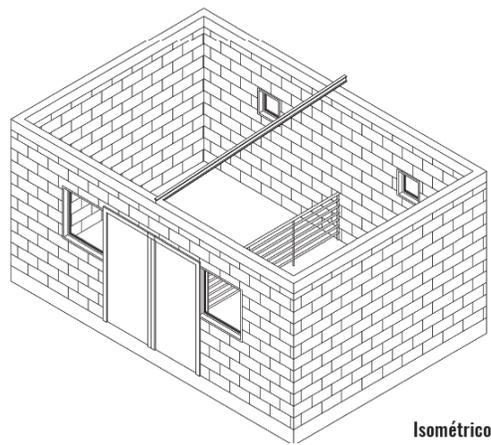


Figura 54
Armado de la cubierta del área de adaptación de la UPP alternativa.



Figura 55
Vista 3D del área de adaptación de la UPP alternativa.

Cuadro 38. Cuantificación de materiales del área de adaptación en UPP alternativa.

Adaptación				
Concepto	Unidad	P.U.	Cantidad	Importe
Cadena de Desplante Perimetral (0.30mx0.20m) con Armado de 4 Varillas 3/8" E 1/4" de 20	ml	\$ 179.65	20.60	\$ 3,700.81
Losa de Concreto de 8 cm de espesor con malla electrosoldada sobre base de Polietileno	m ²	\$ 167.51	27.09	\$ 4,537.73
Muro de Block Hueco (15x20x40) con juntas de cemento arena de 16 mm y escalerilla de refuerzo a cada 3er hilada	m ²	\$ 122.30	46.86	\$ 5,731.11
Castillos ahogados con alma de varilla de 3/8" a 60 cm	ml	\$ 31.02	72.80	\$ 2,258.14
Cadena de Cerramiento (0.20mx0.15m)	ml	\$ 125.45	20.60	\$ 2,584.22
Aplanado de Cemento Arena 1 cm de Espesor	m ²	\$ 18.13	98.41	\$ 1,783.62
Puertas de Herrería	pzas	\$1,417.00	1.00	\$ 1,417.00
			Total	\$22,012.64

Cuadro 39. Catálogo de conceptos y mano de obra del edificio de adaptación en la UPP alternativa.

Adaptación				
Concepto	Unidad	P.U.	Cantidad	Importe
Limpieza de terreno plano a mano, incluye: apile del material en el lugar y acarreos a primera estación de 20 m.	m ²	\$ 19.67	27.09	\$ 532.86
Trazo y nivelación de terreno plano por medios manuales para desplante de estructuras estableciendo ejes auxiliares y referencias.	m ²	\$ 7.60	27.09	\$ 205.88
Excavación a mano en cepas material seco tipo i, profundidad de 0.00 a 2.00 m., incluye: afine de taludes y fondo, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	m ³	\$ 115.01	2.47	\$ 284.30
Plantilla de 5 cm. De espesor de concreto hecho en obra f'c=100 kg/cm ² . Agregado máximo 3/4", incluye: acarreo a primera estación a 20 m., material, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	m ²	\$ 117.46	6.18	\$ 725.90
Cadena de desplante de sección 20 x 30 cm., concreto f'c=200 kg/cm ² . Agregado máximo 3/4", reforzada con 4 varillas de 3/8", estribos de 1/4" @ 20 cm., incluye: cimbra, descimbra, material, mano de obra y equipo necesario.	ml	\$ 364.35	20.60	\$ 7,505.61

Losa de 8 cm. De espesor, de concreto hecho en obra $f'c=150$ kg/cm ² ., agregado máximo 3/4", acabado escobillado, reforzado con malla electrosoldada 6-6/10-10, incluye: cimbrado, descimbrado, material, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	m ²	\$ 345.91	27.09	\$ 9,370.70
Cadena de cerramiento de sección 15 x 20 cm., concreto $f'c=200$ kg/cm ² . Agregado máximo 3/4", reforzada con 4 varillas del no. 3 (3/8") estribos del no. 2 a cada 20 cm., incluye: cimbra común 2 caras, descimbra, material, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	ml	\$ 294.28	20.60	\$ 6,062.17
Muro de block de 15 x 20 x 40 cm. En 15 cm. De espesor asentado con mortero cemento-arena 1:4, incluye: material, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	m ²	\$ 272.44	46.86	\$ 12,766.54
Aplanado común en muros a plomo y regla con mortero cemento-arena 1:3, espesor promedio 2 cm., incluye: material, mano de obra, herramienta y equipo necesario	m ²	\$ 133.48	98.41	\$ 13,135.23
Emboquillado aplanado una arista con mortero cemento-arena 1:3, incluye: material, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	ml	\$ 96.33	14.00	\$ 1,348.62
Suministro, habilitado y colocación de acero estructural mon-ten de 4" x 2" cal.12, incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta.	ML	\$ 211.20	4.86	\$ 1,026.43
Suministro e instalación de lámina de fibrocemento gris, incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta.	m ²	\$ 465.07	27.09	\$ 12,598.75
			Total	\$ 65,563.00

Resumen de costos del área de adaptación alternativa

Catálogo de conceptos - Mano de obra: \$ 65,563.00

Cuantificación de materiales: \$ 22,012.64

Costo total edificio de adaptación alternativa: \$ 87,575.67

3.5.2 Área de servicios, gestación y sementales

Los sistemas de gestación grupales son un tipo de instalación que ha cobrado relevancia durante los últimos años; sin embargo, es necesario mencionar que los buenos resultados del mismo dependen, además del factor cerda-alojamiento, de las técnicas de manejo, la alimentación, el clima, la capacitación del personal, tipo de piso y la presencia o ausencia de material de cama, entre otros.^{40,41}

Para el área de servicios y gestación se optó por el sistema de manejo bajo un régimen de jaulas de libre acceso, en el cual las hembras pueden decidir si permanecer en el área de jaula o en un área pre establecida para su descanso o interacción social.^{42,43} En este sistema una vez que es servido el alimento, la hembra ingresa voluntariamente mediante una puerta móvil, e inmediatamente queda aislada del resto del grupo, protegiéndola de agresiones si es una hembra sumisa, débil, o si consume su alimento de manera lenta.

El fundamento de este sistema es el de una jaula con un acceso de puerta pendulante que se abre al paso de la hembra y se cierra justo después que ésta ha ingresado a la jaula. Cuando el animal camina hacia atrás logra salir y permite que el lugar quede disponible para cualquier otra hembra.⁴²⁻⁴⁴

El lote o grupo de hembras en cuestión será gestionado como un grupo estático, lo que quiere decir que una vez que el grupo es conformado para su cubrición, se mantendrá sin cambios, por lo que no podrá haber posterior adición de hembras; aunque si se detecta alguna hembra que repite celo, se enferma o lesiona, podrá ser retirada para formar un nuevo lote con el grupo siguiente, quedándose ese lugar vacío al no poder ser ocupado por otra hembra.^{43,45}

El corral se divide en tres zonas, un área con las jaulas de libre acceso, otra con slat o concreto con o sin material de cama que corresponde al área sucia del corral, y una zona acondicionada con material de cama destinada al descanso o la socialización de las hembras.⁴⁶

Cuadro 40. Características del área de servicios y gestación de la UPP alternativa.

Características del área de servicios y gestación		Características de los alojamientos	
Flujo de animales	10	Medida de jaula	2.00 m * .65 m
Tipo	Sistema de jaulas de libre acceso	Altura de separaciones	1.20 m
Ocupación	16 semanas	Tipo de separaciones entre jaulas	Herrería
Número de lugares necesarios	53.3 - 60	Tipo de separación en pasillo	Concreto
Capacidad del corral	10 jaulas	Tipo de piso	Concreto y slat
Número de corrales necesarios	6	Declive	3 - 5%
Espacio vital por animal	3.8 m ²	Número de bebederos	1 por jaula
m ² de la sala	38 m ²	Número de comederos	1 por jaula

Cuadro 41. Características del área de sementales en la UPP alternativa.

Características del área de sementales		Características de los alojamientos	
Flujo de animales	6 (continuo)	Medida de corral	2.5 m x 4 m
Tipo de instalación	Corral individual	Altura de separaciones	1.20 m
Ocupación	Permanente	Tipo de separaciones en corral	Cemento
Número de lugares necesarios	6	Tipo de separación en pasillo	Cemento
Capacidad por corral	1 animal	Tipo de piso	Cemento ranurado
Espacio vital por animal	10 m ²	Declive	3 - 5%
m ² / corral	10 m ²	Número de bebederos	1 por corral
		Número de comederos	1 por corral

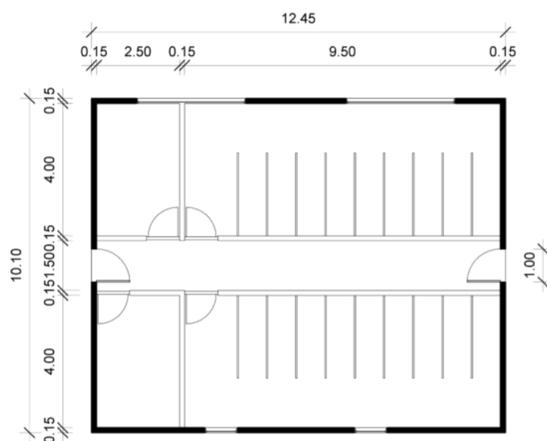


Figura 56

Planta del edificio de gestación y sementales en la UPP alternativa.

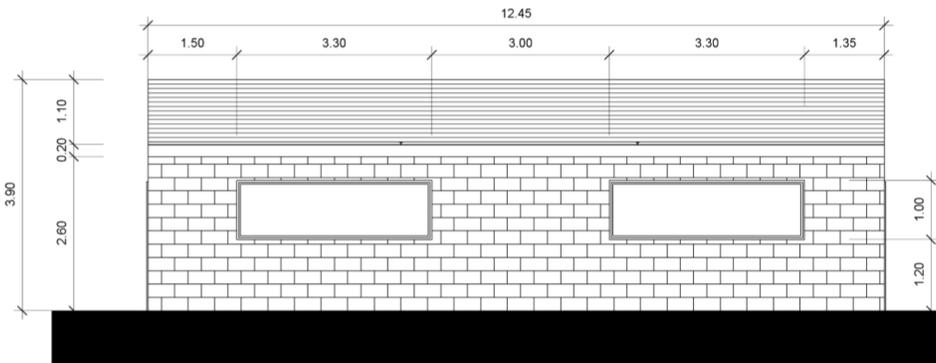


Figura 57

Alzado norte del edificio de gestación y sementales en la UPP alternativa.

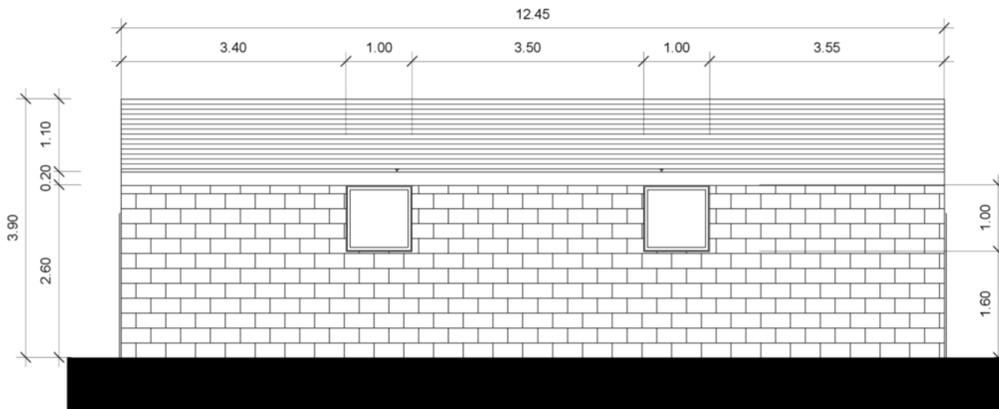


Figura 58

Alzado sur del edificio de gestación y sementales de la UPP alternativa.

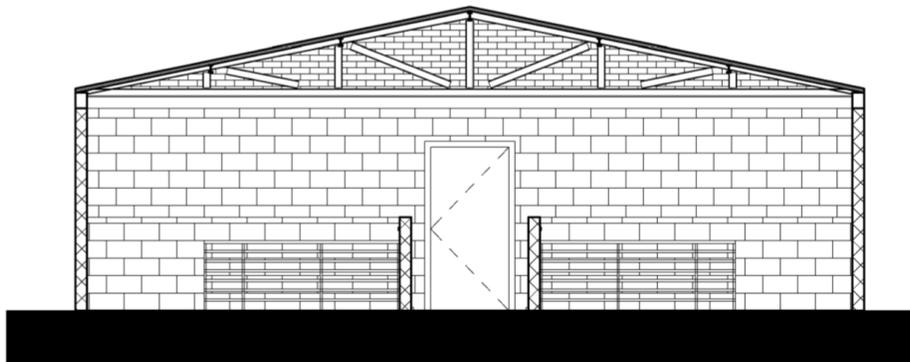


Figura 59

Alzado este del edificio de gestación y sementales de la UPP alternativa.

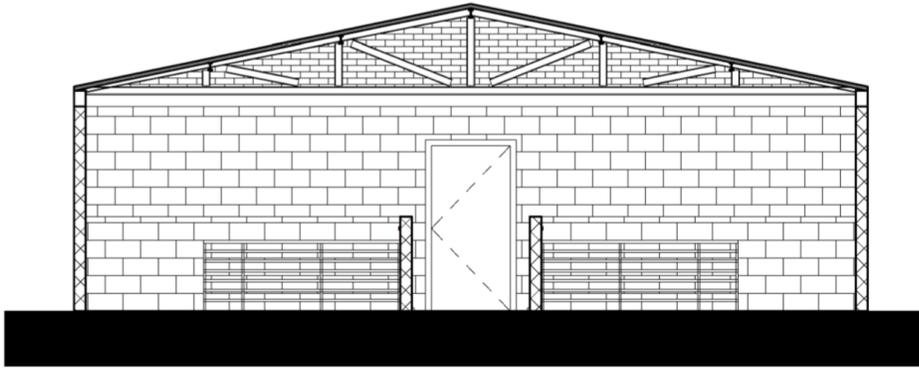


Figura 60
Corte transversal del edificio de gestación y sementales de la UPP alternativa.

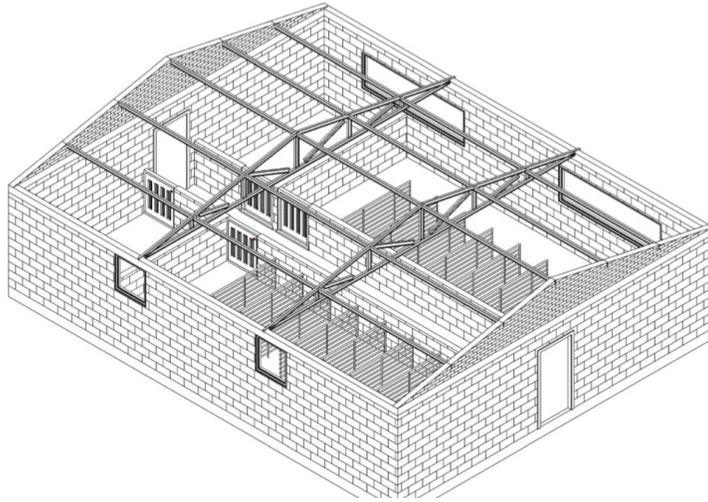


Figura 61
Armado de cubierta del edificio de gestación y sementales de la UPP alternativa.

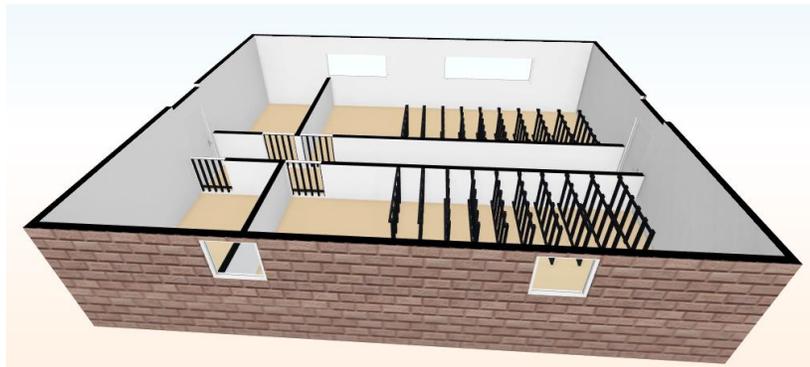


Figura 62
Vista 3D del edificio de gestación y sementales de la UPP alternativa.

Cuadro 42. Cuantificación de materiales para el área de gestación y sementales en la UPP alternativa.

Adaptación, Servicios y de Sementales				
Concepto	Unidad	P.U.	Cantidad	Importe
Cadena de Desplante Perimetral (0.30mx0.20m) con Armado de 4 Varillas 3/8" de 20	ml	\$ 179.65	44.50	\$ 7,994.46
Losa de Concreto de 8 cm de espesor con malla electrosoldada sobre base de Polietileno	m ²	\$ 167.51	125.74	\$21,062.19
Muro de Block Hueco (15x20x40) con juntas de cemento arena de 16 mm y escalerilla de refuerzo a cada 3er hilada	m ²	\$ 122.30	141.66	\$17,325.43
Castillos ahogados con alma de varilla de 3/8" a 60 cm	ml	\$ 31.02	195.00	\$ 6,048.60
Cadena de Cerramiento (0.20mx0.15m)	ml	\$ 125.45	44.50	\$ 5,582.41
Aplanado de Cemento Arena 1 cm de Espesor	m ²	\$ 18.13	297.49	\$ 5,391.98
Puertas de Herrería (1.00 x 2.10 m)	pzas	\$1,417.00	2.00	\$ 2,834.00
Muro de Tabique rojo recocido (7x14x28) con juntas de 15 mm, muro de apoyo a cubiertas.	m ²	\$ 189.50	10.57	\$ 2,003.03
Puertas de Herrería (1.00 x 1.20 m)	pzas	\$ 854.00	4.00	\$ 3,416.00
			Total	\$ 71,658.10

Cuadro 43. Catálogo de conceptos del área de gestación y sementales de la UPP alternativa.

Servicios y Sementales				
Concepto	Unidad	P.U.	Cantidad	Importe
Limpieza de terreno plano a mano, incluye: apile del material en el lugar y acarreos a primera estación de 20 m.	m ²	\$ 19.67	125.74	\$ 2,473.31
Trazo y nivelación de terreno plano por medios manuales para desplante de estructuras estableciendo ejes auxiliares y referencias.	m ²	\$ 7.60	125.74	\$ 955.62
Excavación a mano en cepas material seco tipo 1, profundidad de 0 a 2 m., incluye: afine de taludes y fondo, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	m ³	\$ 115.01	5.34	\$ 614.15
Plantilla de 5 cm. De espesor de concreto hecho en obra f'c=100 kg/cm ² . Agregado máximo 3/4", incluye: acarreo a primera estación a 20.00 m., material, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	m ²	\$ 117.46	13.35	\$ 1,568.09

Cadena de desplante de sección 20 x 30 cm., concreto f'c=200 kg/cm ² . Agregado máximo 3/4", reforzada con 4 varillas de 3/8", estribos de 1/4" de 20 cm., incluye: cimbra, descimbra, material, mano de obra y equipo necesario.	ml	\$ 364.35	44.50	\$ 16,213.58
Losa de 8 cm. De espesor, de concreto hecho en obra f'c=150 kg/cm ² ., agregado máximo 3/4", acabado escobillado, reforzado con malla electrosoldada 6-6/10-10, incluye: cimbrado, descimbrado, material, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	m ²	\$ 345.91	125.74	\$ 43,494.72
Cadena de cerramiento de sección 15 x 20 cm., concreto f'c=200 kg/cm ² . Agregado máximo 3/4", reforzada con 4 varillas del no. 3 (3/8") estribos del no. 2 a cada 20 cm., incluye: cimbra común 2 caras, descimbra, material, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	ml	\$ 294.28	44.50	\$ 13,095.46
Muro de block de 15 x 20 x 40 cm. En 15 cm. De espesor asentado con mortero cemento-arena 1:4, incluye: material, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	m ²	\$ 272.44	141.66	\$ 38,593.85
Muro de tabique de barro rojo recocido de 7 x 14 x 28 cm. De 14 cm. De espesor, asentado con mortero cemento-arena 1:4, juntas de 1.6 cm. Con acabado común, incluye: material, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	m ²	\$ 392.78	10.57	\$ 4,151.68
Aplanado común en muros a plomo y regla con mortero cemento-arena 1:3, espesor promedio 2 cm., incluye: material, mano de obra, herramienta y equipo necesario	m ²	\$ 133.48	297.49	\$ 39,708.43
Emboquillado aplanado una arista con mortero cemento-arena 1:3, incluye: material, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	ml	\$ 96.33	60.80	\$ 5,856.86
Suministro, habilitado y colocación de acero estructural mon-ten de 4" x 2" cal.12, incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta.	ML	\$ 211.20	143.45	\$ 30,296.64
Suministro e instalación de lámina de fibrocemento gris, incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta.	m ²	\$ 465.07	128.41	\$ 59,719.64
			Total	\$ 256,742.04

Resumen de costos del área de gestación y sementales alternativa

Catálogo de conceptos y mano de obra: \$ 256, 742.04

Cuantificación de materiales: \$ 71, 658.10

Costo total edificio de servicios, gestación y sementales: \$ 328,400.14

3.5.3 Área de maternidad

La jaula paridero es particularmente aceptada en las producciones por el hecho de que reduce significativamente la cantidad de lechones muertos por aplastamiento, amén del menor espacio requerido en la sala de maternidad, el menor manejo requerido y el hecho de que todo ello signifique un mayor número de lechones destetados por año,⁴⁷ sin embargo la jaula paridero convencional limita de manera importante los movimientos que las hembras pueden realizar durante toda la lactancia además de restringir los comportamientos naturales próximos al parto, como la construcción de nido.

En este caso, la propuesta para el área de maternidad consiste en una sala con los espacios requeridos para los corrales, pero con un sistema de jaulas paridero modificadas, que puedan abrirse o desmontarse para liberar a las cerdas. Por otra parte, se debe considerar que las hembras entran al área 1 semana antes del parto con la jaula abierta, y es encerrada cuando comiencen los signos de parto o se haya programado el parto, y se mantiene así hasta por 1 semana después del parto para prevenir aplastamientos o comportamientos no deseados (como con cerdas agresivas), posteriormente estas jaulas son abiertas en su totalidad para permitir que las hembras se puedan mover con libertad. La superficie calculada para los espacios en los corrales es similar al del sistema tipo SWAP (Sow welfare and piglet protection) y se podrían hacer las mismas adaptaciones que en este sistema. Posterior a las cuatro semanas de lactación, las hembras son separadas de la camada y regresadas al área de servicios y gestación; mientras que los lechones son llevados directamente al área de destete – finalización.

Cuadro 44. Características del área de maternidad de la UPP alternativa.

Características del área de maternidad		Características de los alojamientos	
Flujo de animales	10	Medidas de jaula	2 m x 3 m
Tipo de instalación	Corral individual con jaula desmontable	Altura de separaciones	1.10 m
Ocupación	6 semanas	Tipo de separaciones entre corral	Concreto
Número de lugares	20	Tipo de separaciones en pasillo	Concreto
Capacidad	Hembra c/camada	Tipo de piso	Rejilla, slat
Corrales necesarios	20	m2 Sala	(20 x 7.5) 150 m2
Espacio vital por animal	3.7 m ²	Número de bebederos	1 por jaula
Número de salas	1	Número de comederos	1 por jaula

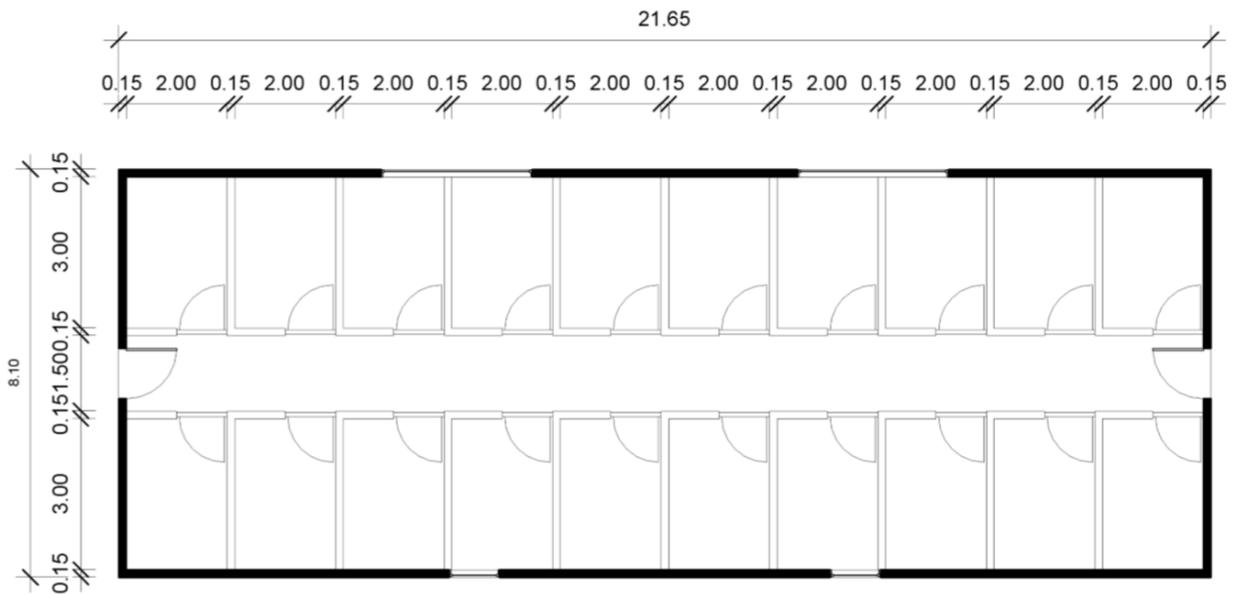


Figura 63
Planta del edificio de maternidad en la UPP alternativa.

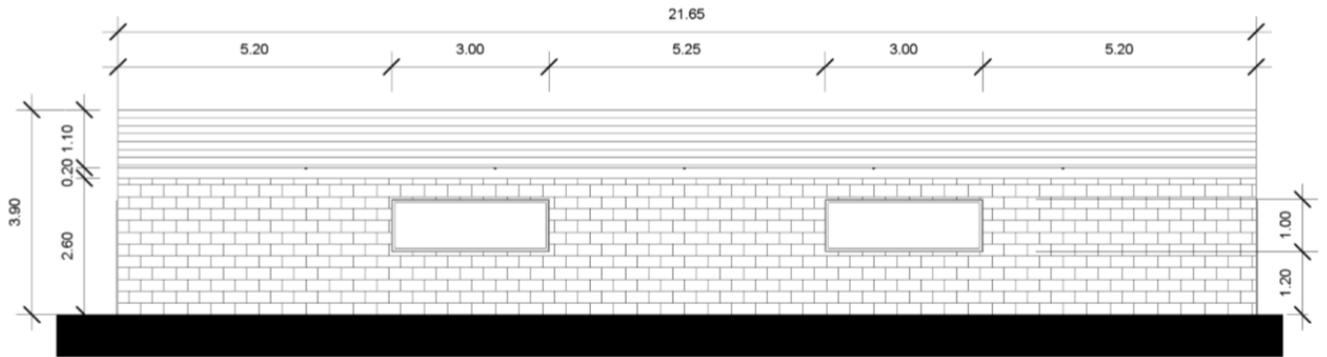


Figura 64
Alzado norte del edificio de maternidad de la UPP alternativa.

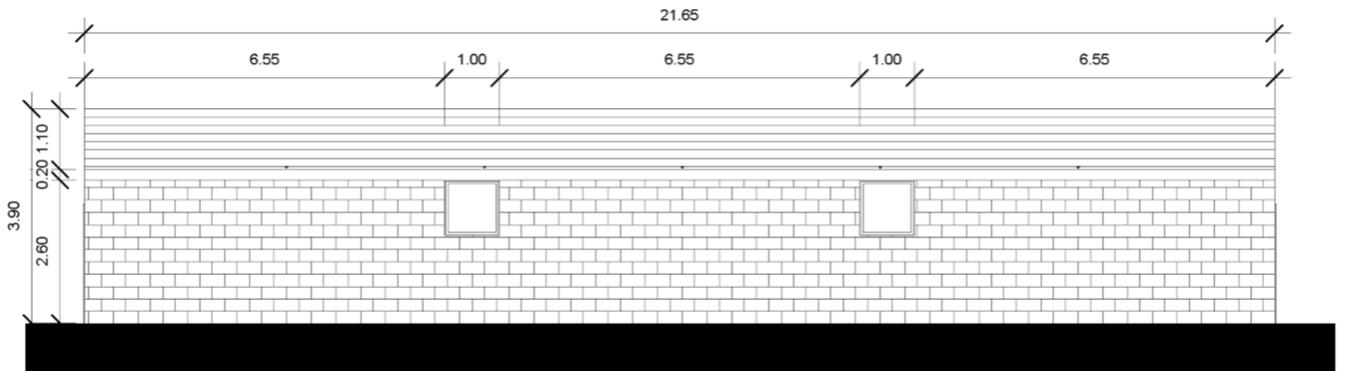


Figura 65
Alzado sur del edificio de maternidad de la UPP alternativa.

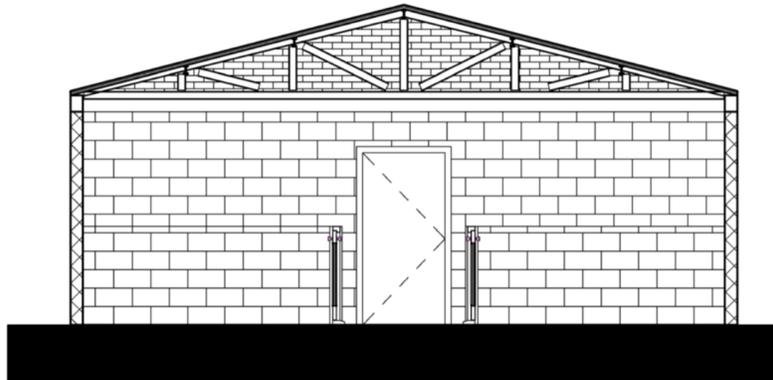


Figura 66
Alzado este del edificio de maternidad de la UPP alternativa.

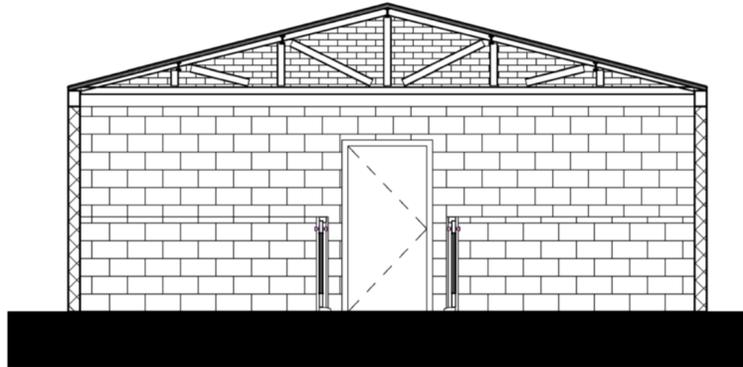


Figura 67
Corte transversal del edificio de maternidad de la UPP alternativa.

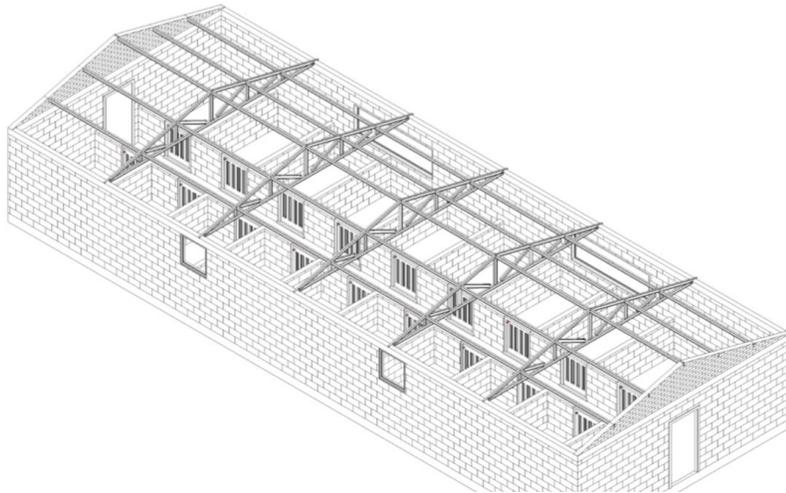


Figura 68
Armado de la cubierta del edificio de maternidad de la UPP alternativa.



Figura 69
Vista 3D del edificio de maternidad de la UPP alternativa.

Cuadro 45. Cuantificación de materiales del área de maternidad de la UPP alternativa.

Maternidad				
Concepto	Unidad	P.U.	Cantidad	Importe
Cadena de Desplante Perimetral (0.30mx0.20m) con Armado de 4 Varillas 3/8" de 20	ml	\$ 179.65	59.50	\$ 10,689.23
Losa de Concreto de 8 cm de espesor con malla electrosoldada sobre base de Polietileno	m ²	\$ 167.51	175.36	\$ 29,373.83
Muro de Block Hueco (15x20x40) con juntas de cemento arena de 16 mm y escalerilla de refuerzo a cada 3er hilada	m ²	\$ 122.30	232.98	\$ 28,494.13
Castillos ahogados con alma de varilla de 3/8" a 60 cm	ml	\$ 31.02	257.83	\$ 7,997.60
Cadena de Cerramiento (0.20mx0.15m)	ml	\$ 125.45	59.50	\$ 7,464.12
Aplanado de Cemento Arena 1 cm de Espesor	m ²	\$ 18.13	489.26	\$ 8,867.88
Puertas de Herrería (1.00 x 2.10 m)	pzas	\$1,417.00	2	\$ 2,834.00
Muro de Tabique rojo recocido (7x14x28) con juntas de 15 mm, muro de apoyo a cubiertas.	m ²	\$ 189.50	8.48	\$ 1,606.97
Puertas de Herrería (1.00 x 1.20 m)	pzas	\$ 854.00	20	\$ 17,080.00
Ventana fija de 1.00x1.00 m	pzas	\$ 800.00	2	\$ 1,600.00
Ventana fija de 3.00x1.00 m	pzas	\$1,200.00	2	\$ 2,400.00
			Total	\$118,407.75

Cuadro 46. Catálogo de conceptos y mano de obra del edificio de maternidad en la UPP alternativa.

Maternidad				
Concepto	Unidad	P.U.	Cantidad	Importe
Limpieza de terreno plano a mano, incluye: apile del material en el lugar y acarreos a primera estación de 0 a 20 m.	m ²	\$ 19.67	175.36	\$ 3,449.33
Trazo y nivelación de terreno plano por medios manuales para desplante de estructuras estableciendo ejes auxiliares y referencias.	m ²	\$ 7.60	175.36	\$ 1,332.74
Excavación a mano en cepas material seco tipo 1, profundidad de 0 a 2 m., incluye: afine de taludes y fondo, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	m ³	\$ 115.01	7.14	\$ 821.17

Plantilla de 5 cm. De espesor de concreto hecho en obra $f'c=100$ kg/cm ² . Agregado máximo 3/4", incluye: acarreo a primera estación a 20 m., material, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	m ²	\$ 117.46	17.85	\$ 2,096.66
Cadena de desplante de sección 20 x 30 cm., concreto $f'c=200$ kg/cm ² . Agregado máximo 3/4", reforzada con 4 varillas de 3/8", estribos de 1/4" de 20 cm., incluye: cimbra, descimbra, material, mano de obra y equipo necesario.	ml	\$ 364.35	59.50	\$ 21,678.83
Losa de 8 cm. De espesor, de concreto hecho en obra $f'c=150$ kg/cm ² ., agregado máximo 3/4", acabado escobillado, reforzado con malla electrosoldada 6-6/10-10, incluye: cimbrado, descimbrado, material, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	m ²	\$ 345.91	175.36	\$ 60,658.78
Cadena de cerramiento de sección 15 x 20 cm., concreto $f'c=200$ kg/cm ² . Agregado máximo 3/4", reforzada con 4 varillas del no. 3 (3/8") estribos del no. 2 a cada 20 cm., incluye: cimbra común 2 caras, descimbra, material, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	ml	\$ 294.28	59.50	\$ 17,509.66
Muro de block de 15 x 20 x 40 cm. En 15 cm. De espesor asentado con mortero cemento-arena 1:4, incluye: material, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	m ²	\$ 272.44	232.98	\$ 63,473.07
Muro de tabique de barro rojo recocido de 7 x 14 x 28 cm. De 14 cm. De espesor, asentado con mortero cemento-arena 1:4, juntas de 1.6 cm. Con acabado común, incluye: material, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	m ²	\$ 392.78	8.48	\$ 3,330.77
Aplanado común en muros a plomo y regla con mortero cemento-arena 1:3, espesor promedio 2 cm., incluye: material, mano de obra, herramienta y equipo necesario	m ²	\$ 133.48	489.26	\$ 65,306.16
Emboquillado aplanado una arista con mortero cemento-arena 1:3, incluye: material, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	ml	\$ 96.33	108.00	\$ 10,403.64

Suministro, habilitado y colocación de acero estructural mon-ten de 4" x 2" cal.12, incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta.	ml	\$ 211.20	208.68	\$ 44,073.22
Suministro e instalación de lámina de fibrocemento gris, incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta.	m ²	\$ 465.07	181.12	\$ 84,233.48
			Total	\$ 378,367.50

Resumen de costos del área de maternidad alternativa

Catálogo de conceptos y mano de Obra: \$378,367.50

Cuantificación de materiales: \$118,407.75

Costo total edificio de maternidad alternativa: \$496,775.25

3.5.4 Área de destete – finalización

La idea general de este sistema es mantener en un solo sitio las etapas de destete, crecimiento, desarrollo y finalización, y así evitar el estrés generado por los continuos reagrupamientos, transporte y mezcla de animales.⁴⁸

El manejo en esta etapa consiste en transportar a todos los cerdos provenientes de la banda en maternidad, hacia la sala de destete – finalización.

El diseño consiste en un galpón sin divisiones también conocido como sistema de cochi-pollo por su similitud con los edificios para la crianza de aves de engorda, con piso de tierra y la adición de material para su uso como cama profunda.

En este edificio al igual que en el resto de la UPP, el sistema de ventilación empleado es natural, y aquí se mantienen hasta su peso de venta; posteriormente el galpón es vaciado para su limpieza y desinfección, para su uso posterior. En este caso, se necesitarán 7 galpones similares.

Cuadro 47. Características del área de destete - finalización en la UPP alternativa.

Características del área de engorda		Características de los alojamientos	
Flujo de animales	100	Medidas de corral	15 m x 8 m
Tipo	Galpón sin divisiones	Altura de separaciones	1.20 m
Ocupación	21 semanas	Tipo de separaciones	Cemento
Número de lugares necesarios	700	Tipo de cubierta	Fibro cemento
Capacidad de galpón	100 cerdos	Tipo de piso	Cemento ranurado
Número de corrales necesarios	7 galpones	Temperatura	26 c°
Espacio vital por animal	1.2 m ²	Número de bebederos	10 (1 por cada 10 animales)
m ² de la sala	120 m ²	Número de comederos	3 (1 por cada 40 animales)



Figura 70
Planta del edificio de destete - finalización.

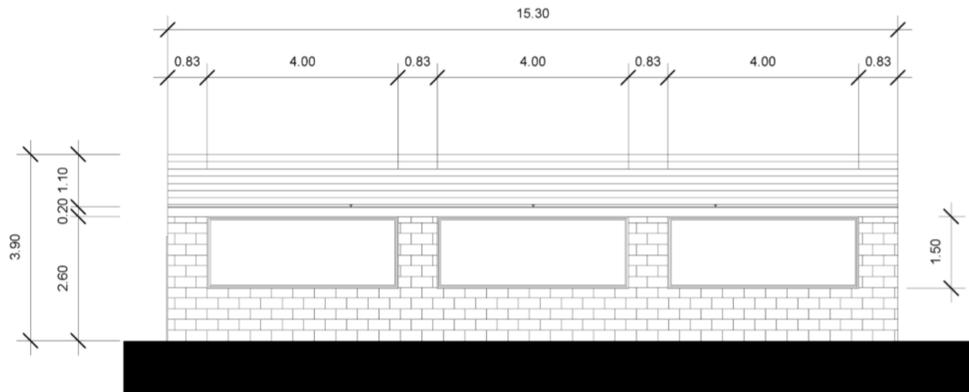


Figura 71

Alzado norte del edificio de destete - finalización de la UPP alternativa.

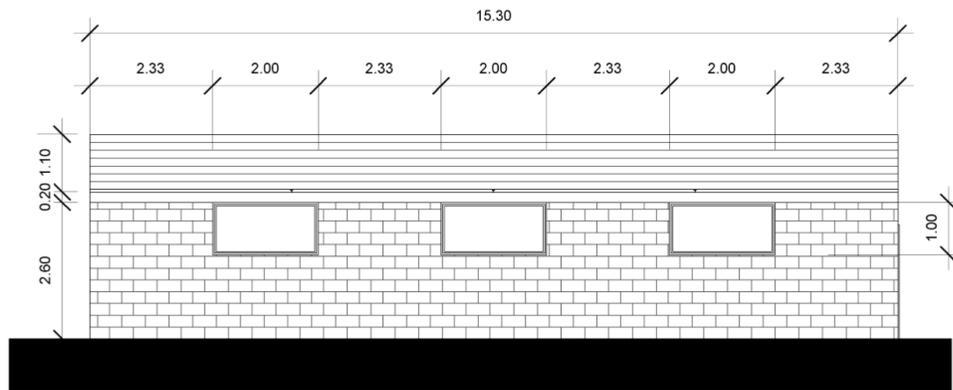


Figura 72

Alzado sur del edificio de destete - finalización de la UPP alternativa.

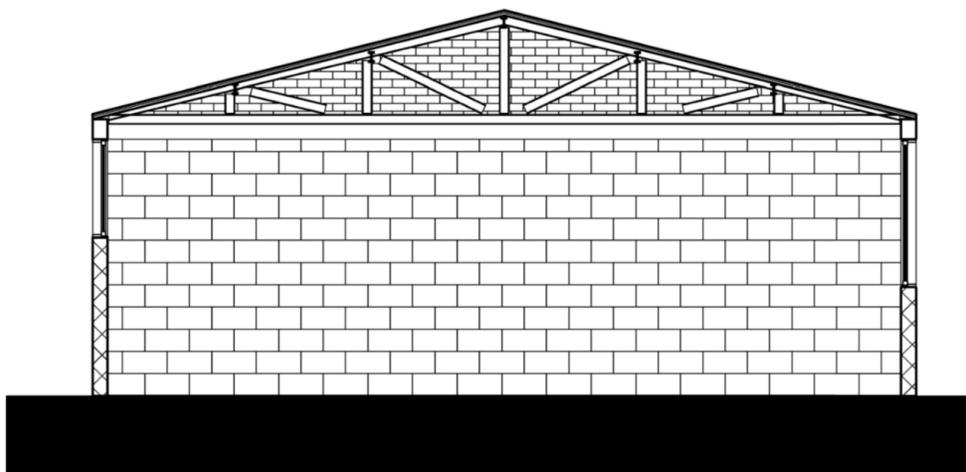


Figura 73

Alzado este del edificio de destete - finalización de la UPP alternativa.

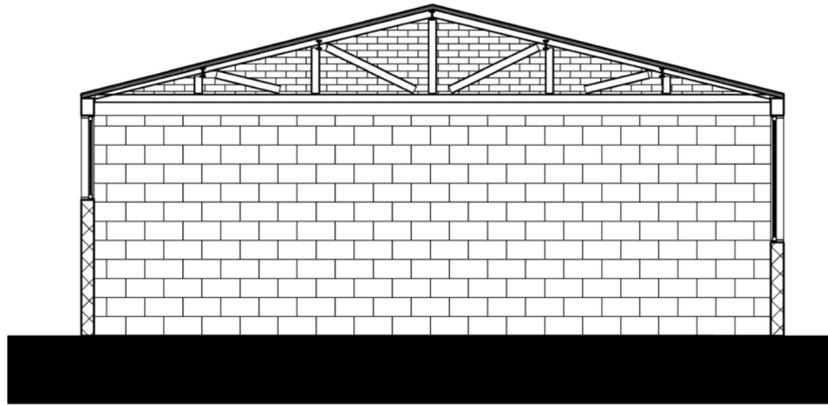


Figura 74
Corte transversal del edificio de destete - finalización de la UPP alternativa.

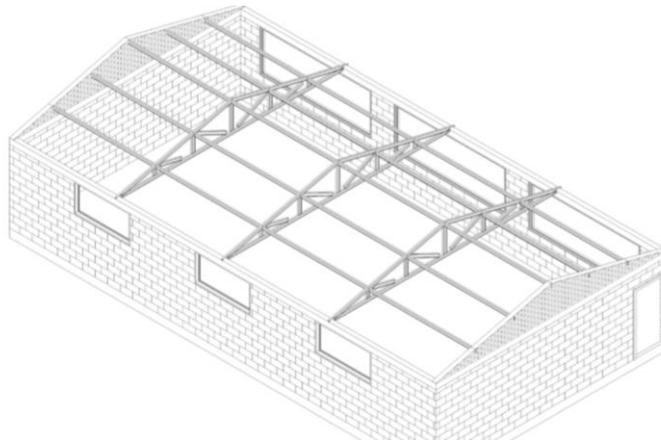


Figura 75
Armado de la cubierta del edificio de destete - finalización de la UPP alternativa.



Figura 76
Vista 3D del edificio de destete - finalización de la UPP alternativa.

Cuadro 48. Cuantificación de materiales del edificio de destete- finalización de la UPP alternativa.

Destete - Finalización				
Concepto	Unidad	P.U.	Cantidad	Importe
Cadena de Desplante Perimetral (0.30mx0.20m) con Armado de 4 Varillas 3/8" de 20	MI	\$ 179.65	46.60	\$ 8,371.73
Muro de Block Hueco (15x20x40) con juntas de cemento arena de 16 mm y escalerilla de refuerzo a cada 3er hilada	m2	\$ 22.30	95.06	\$ 11,626.12
Castillos ahogados con alma de varilla de 3/8" a 60 cm	MI	\$ 31.02	201.93	\$ 6,263.66
Cadena de Cerramiento (0.20mx0.15m)	MI	\$ 125.45	46.60	\$ 5,845.85
Aplanado de Cemento Arena 1 cm de Espesor	m2	\$ 18.13	199.63	\$ 3,618.25
Puertas de Herrería (1.00 x 2.10 m)	pzas	\$ 1,417.00	1	\$ 1,417.00
Muro de Tabique rojo recocido (7x14x28) con juntas de 15 mm, muro de apoyo a cubiertas.	m2	\$ 189.50	8.7	\$ 1,648.66
			Total	\$ 38,791.27

Cuadro 49. Catálogo de conceptos y mano de obra del edificio de destete finalización de la UPP alternativa.

Destete - Finalización				
Concepto	Unidad	P.U.	Cantidad	Importe
Limpieza de terreno plano a mano, incluye: apile del material en el lugar y acarreo a primera estación de 20 m.	m ²	\$ 19.67	126.99	\$ 2,497.89
Trazo y nivelación de terreno plano por medios manuales para desplante de estructuras estableciendo ejes auxiliares y referencias.	m ²	\$ 7.60	126.99	\$ 965.12
Excavación a mano en cepas material seco tipo 1, profundidad de 0 a 2 m., incluye: afine de taludes y fondo, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	m ³	\$ 115.01	11.41	\$ 1,311.94
Plantilla de 5 cm. De espesor de concreto hecho en obra f'c=100 kg/cm ² . Agregado máximo 3/4", incluye: acarreo a primera estación a 20 m., material, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	m ²	\$ 117.46	28.52	\$ 3,349.72
Cadena de desplante de sección 20 x 30 cm., concreto f'c=200 kg/cm ² . Agregado máximo 3/4", reforzada con 4 varillas de 3/8", estribos de 1/4" de 20 cm., incluye: cimbra, descimbra, material, mano de obra y equipo necesario.	ml	\$ 364.35	46.60	\$ 16,978.71

Cadena de cerramiento de sección 15 x 20 cm., concreto f'c=200 kg/cm ² . Agregado máximo 3/4", reforzada con 4 varillas del no. 3 (3/8") estribos del no. 2 a cada 20 cm., incluye: cimbra común 2 caras, descimbra, material, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	ml	\$ 294.28	46.60	\$ 13,713.45
Muro de block de 15 x 20 x 40 cm. En 15 cm. De espesor asentado con mortero cemento-arena 1:4, incluye: material, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	m ²	\$ 272.44	95.06	\$ 25,898.15
Muro de tabique de barro rojo recocido de 7 x 14 x 28 cm. De 14 cm. De espesor, asentado con mortero cemento-arena 1:4, juntas de 1.6 cm. Con acabado común, incluye: material, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	m ²	\$ 392.78	8.70	\$ 3,417.19
Aplanado común en muros a plomo y regla con mortero cemento-arena 1:3, espesor promedio 2 cm., incluye: material, mano de obra, herramienta y equipo necesario	m ²	\$ 133.48	199.63	\$ 26,646.08
Emboquillado aplanado una arista con mortero cemento-arena 1:3, incluye: material, mano de obra, herramienta y equipo necesario.	ml	\$ 96.33	112.40	\$ 10,827.49
Suministro, habilitado y colocación de acero estructural mon-ten de 4" x 2" cal.12, incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta.	ml	\$ 211.20	159.76	\$ 33,741.31
Suministro e instalación de lámina de fibrocemento gris, incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta.	m ²	\$ 465.07	130.96	\$ 60,905.57
			Total	\$ 200,252.62

3.5.5 Elementos constructivos

De la misma forma que en la UPP convencional, en el cuadro 50 se presentan a manera de resumen, los elementos constructivos de la UPP alternativa y se desglosan la unidad, el precio unitario, la cantidad empleada y el importe total.

Cuadro 50. Elementos constructivos de la UPP alternativa.

Concepto	Unidad	P.U.	Cantidad	Importe
Cadena de desplante de sección 20 x 30 cm., concreto f'c=200 kg/cm ² . Agregado máximo 3/4", reforzada con 4 varillas de 3/8", estribos de 1/4" @ 20 cm			1 ml	
Concreto f'c=200 Kg/cm ² /R.N. Agregado 3/4"	m ³	\$ 1,761.78	0.06	\$ 105.71
Varilla #3 F'y=4200 Kg/m ²	Ton	\$ 20,800.00	0.0022	\$ 46.59
Alambre Recocido #2	kg	\$ 29.00	0.338	\$ 9.80

Alambrón	kg	\$	26.00	0.675	\$	17.55
					Total	\$ 179.65
Losas de 8 cm. De espesor, de concreto f'c=150 kg/cm ² ., agregado 3/4", reforzado con malla electrosoldada 8-8, sobre base de polietileno c-600						
						1 m2
Concepto	Unidad	P.U.	Cantidad	Importe		
Polietileno C-600	m2	\$	7.52	1.00	\$	7.52
Concreto f'c=150 Kg/cm ² /R.N. Agregado 3/4"	m3	\$	1,687.32	0.08	\$	134.99
Malla Electrosoldada 10-10	m2	\$	25.00	1.00	\$	25.00
					Total	\$ 167.51
Muro de Block Hueco (15x20x40) con juntas de cemento arena de 16 mm y escalerilla de refuerzo a cada 3er hilada						
						1m2
Concepto	Unidad	P.U.	Cantidad	Importe		
Block Hueco (15x20x40)	Millar	\$	6,500.00	0.013	\$	84.50
Mortero Cemento Arena 1:3	m3	\$	1,812.52	0.01810	\$	32.80
Escalerilla P/Muros 15 cm	ml	\$	5.00	1.00	\$	5.00
					Total	\$ 122.30
Muro de tabique rojo recocido (7x14x28) con juntas de cemento arena de 16 mm y escalerilla de refuerzo a cada 3er hilada						
						1m2
Concepto	Unidad	P.U.	Cantidad	Importe		
Tabique rojo recocido (7x14x28)	Millar	\$	3,000.00	0.047	\$	142.20
Mortero Cemento Arena 1:3	m3	\$	1,812.52	0.0239	\$	43.30
Agua	m3	\$	50.00	0.0800	\$	4.00
					Total	\$ 189.50
Castillos ahogados con alma de varilla de 3/8" a 60 cm						
						1 ml
Concepto	Unidad	P.U.	Cantidad	Importe		
Concreto f'c=150 Kg/cm ² /R.N. Agregado 3/4"	m3	\$	1,687.32	0.01148	\$	19.37
Varilla #3 F'y=4200 Kg/m2	Ton	\$	20,800.00	0.00056	\$	11.65
					Total	\$ 31.02
Cadena de cerramiento de sección 15 x 20 cm., concreto f'c=200 kg/cm ² . Agregado máximo 3/4", reforzada con 4 varillas del no. 3 (3/8") estribos del no. 2 a cada 20 cm.						
						1 ml
Concepto	Unidad	P.U.	Cantidad	Importe		
Concreto f'c=200 Kg/cm ² /R.N. Agregado 3/4"	m3	\$	1,761.78	0.030	\$	52.85
Varilla #3 F'y=4200 Kg/m2	Ton	\$	20,800.00	0.0022	\$	46.59
Alambre Recocido #2	kg	\$	29.00	0.338	\$	9.80
Alambrón	kg	\$	24.00	0.675	\$	16.20
					Total	\$ 125.45
Mortero cemento-arena 1:3						
						1m3
Concepto	Unidad	P.U.	Cantidad	Importe		
Mortero Holcim	Ton	\$	2,700.00	0.5090	\$	1,374.30
Arena	m3	\$	358.00	1.1770	\$	421.37
Agua	m3	\$	50.00	0.3370	\$	16.85
					Total	\$1,812.52

Concreto Hecho en Obra R.N. (Resistencia Normal) Agregado máximo 3/4" Resist.					1m3
F"c100 kg/cm2					
	Concepto	Unidad	P.U.	Cantidad	Importe
	Cemento Tolteca P.E.	Ton	\$ 3,600.00	0.2575	927.00
	Arena	m3	\$ 358.00	0.5243	187.70
	Grava	m3	\$ 364.00	0.6816	248.10
	Agua	m3	\$ 50.00	0.2450	12.25
				Total	\$1,375.05
Concreto Hecho en Obra R.N. (Resistencia Normal) Agregado máximo 3/4" Resist.					1m3
F"c150 kg/cm2					
	Concepto	Unidad	P.U.	Cantidad	Importe
	Cemento Tolteca P.E.	Ton	\$ 3,600.00	0.3348	1,205.28
	Arena	m3	\$ 358.00	0.5453	195.22
	Grava	m3	\$ 364.00	0.7497	272.89
	Agua	m3	\$ 50.00	0.2787	13.94
				Total	\$1,687.32
Concreto Hecho en Obra R.N. (Resistencia Normal) Agregado máximo 3/4" Resist.					1m3
F"c200 kg/cm2					
	Concepto	Unidad	P.U.	Cantidad	Importe
	Cemento Tolteca P.E.	Ton	\$ 3,600.00	0.3605	1,297.80
	Arena	m3	\$ 358.00	0.5138	183.94
	Grava	m3	\$ 364.00	0.7340	267.18
	Agua	m3	\$ 50.00	0.2573	12.87
				Total	\$1,761.78

4. Resultados

A continuación, en el cuadro 51 se muestra un resumen comparativo en el que se especifican los costos de cada una de las áreas de ambas unidades de producción porcina para 70 hembras, desglosado el catálogo de conceptos (C.C.), mano de obra (M.O) y posteriormente la cuantificación de materiales para finalmente mostrar el costo total del edificio, y en caso de las áreas que poseen más de un local se realiza la multiplicación correspondiente para culminar con el costo total de cada una de las Unidades de Producción Porcina.

Cuadro 51. Costo estimado de las UPP.

Área	C.C. y M.O. *	Cuantificación de materiales	Costo por edificio	Numero de edificios	Costo total
Unidad de producción porcina convencional					
Adaptación	\$ 65,563.00	\$ 22,012.64	\$ 87,575.64	1	\$ 87,575.64
Servicios y sementales	\$371,733.70	\$ 102,306.68	\$474,040.38	1	\$ 474,040.38
Gestación	\$225,147.26	\$ 56,981.95	\$282,129.21	1	\$ 282,129.21
Maternidad	\$307,521.79	\$ 79,635.53	\$387,157.32	1	\$ 387,157.32
Destete	\$155,312.85	\$ 40,439.05	\$195,751.90	3	\$ 587,255.70
Crecimiento-finalización	\$588,900.20	\$ 154,414.78	\$743,314.98	2	\$ 1,486,629.96
Costo total UPP convencional					\$ 3,304,788.21
Unidad de producción porcina alternativa					
Adaptación	\$ 65,563.00	\$ 22,012.64	\$ 87,575.64	1	\$ 87,575.64
Servicios, Gx y sementales	\$256,742.04	\$ 71,658.10	\$328,400.14	3	\$ 985,200.42
Maternidad	\$378,367.50	\$ 118,407.75	\$496,775.25	1	\$ 496,775.25
Destete-Finalización	\$200,252.62	\$ 38,791.27	\$239,043.89	7	\$ 1,673,307.23
Costo total UPP alternativa .					\$ 3,242,858.54

*Catálogo de conceptos y mano de obra

5. Conclusiones

Para llevar a cabo la correcta planeación en el diseño de las UPP convencionales, existe información concreta y veraz pero variada sobre el manejo de una piara, así como las características de la especie y sus necesidades fisiológicas. Sin embargo, las facilidades para encontrar información para la planeación y el diseño de una Unidad de Producción Porcina con manejo e instalaciones alternativas se reducen de manera significativa, más aún, encontrar literatura que informe a detalle cómo llevar a cabo este procedimiento en México, donde aún los pequeños y medianos productores se muestran renuentes al cambio de tecnología en cuanto a instalaciones se refiere, prefiriendo mantener y seguir con el modelo adaptado de la porcicultura industrializada a pesar de desconocer si es la mejor opción posible.

El presente trabajo permite concluir diferentes aspectos que se resumen en tres puntos principales, el primero de ellos permite dilucidar que es posible llevar a cabo la planeación de una unidad porcina al conocer aspectos básicos como el número de semovientes en la UPP, y posteriormente inferir parámetros de producción básicos, para llevar a cabo un desarrollo de piara o flujograma y un cálculo de alojamientos, y con ello diseñar cada una de las áreas de una unidad de producción porcina.

En el segundo punto se considera que es factible mediante el diseño previo de los planos, llevar a cabo la simulación de construcción de la granja a través de modelos bidimensionales y tridimensionales, todo ello con apoyo de programas computacionales, lo cual permitirá obtener un modelo detallado de cada una de las áreas a construir en la unidad de producción porcina.

En tercer lugar, se destaca que es posible obtener una cotización detallada de cada una de las edificaciones, mediante el diseño minucioso de las instalaciones previamente diseñadas, tomando en cuenta, la cuantificación de los materiales a usar en dicha construcción, el catálogo de conceptos y la mano de obra requerida en las actividades para la edificación de los distintos alojamientos.

El siguiente aspecto a resaltar proviene de los resultados que se han obtenido en este trabajo a partir de la investigación, diseño y cotización de los dos modelos de granja diseñados y consultados, tanto de UPP con instalaciones convencionales y como con instalaciones alternativas o no convencionales, donde es preciso mencionar que el costo total de la UPP con instalaciones convencionales se estimó en \$ 3,304,788.21 m.n. (con un total de 9 edificios), y en segundo lugar la UPP con instalaciones no convencionales cuyo costo se estimó en \$ 3,242,858.59 m.n. (12 edificaciones en total). Esto representa una reducción en el costo total de \$ 61,929.62 equivalente a menos del 2% del costo total del primer proyecto.

Lo anterior permite concluir una inversión por hembra por concepto de instalaciones para UPP convencionales de \$ 47,211.26 m.n. (\$ 2,439.86 USD*) y en el caso de UPP alternativas de \$ 46,326.55 m.n. (\$ 2,394.13 USD*).

Se sugiere seguir en la misma línea de investigación debido a que son variadas las opciones en cuanto a instalaciones alternativas, factibles en cuanto a diseño y costo, además de adaptables a las características de la porcicultura mexicana.

Referencias

1. Tinoco Jaramillo JL. La porcicultura mexicana y el TLCAN. Primera ed. Ciudad de México, Mexico: Universidad Nacional Autonoma de México; 2004.
2. SAGARPA. Situacion actual y perspectiva de la producción de carne de porcino en México 1990-1998. 1998;(1990).
3. Alesiani A, Bedford D, Cerquiglini C, Claro J, Maria A, Karumathy G, et al. Perspectivas alimentarias Resúmenes de mercado Junio de 2016. 2016;1.
4. Altamirano AR. Estimulación del consumo de alimento en cerdas lactantes mediante el uso de diferentes aditivos. Universidad Nacional Autonoma de México; 2012.
5. Montero EM, Martínez RG, Herradora MA, Hernández GR, Hernández SE, Hernández MS, et al. Alternativas para la producción porcina a pequeña escala. Primera ed. Ciudad de México: Universidad Nacional Autonoma de México; 2015. 205 p.
6. Pérez R. El Tratado de Libre Comercio de América del Norte y la Ganaderia Mexicana. Primera ed. Ciudad de México: Universidad Nacional Autonoma de México; 1997. 7-141 p.
7. Espejo RP. Aspectos económicos de la porcicultura en México. Primera ed. Ciudad de México: Instituto de Investigaciones Economicas, Universidad Nacional Autónoma de México; 1986.
8. FIRA. Panorama Agroalimentario. Carne de porcino 2015. Carne Porc 2015. 2015;34.
9. Carne CM de la. Compendio estadístico 2015 de la industria cárnica mexicana. 2015.
10. SAGARPA. Certifica la OIE a México como país libre de Fiebre Porcina Clásica. 2015;52(55):3.
11. Benítez AC, Monterde AR, Watty AD, Hernández AG, Gris AG, Gálvez CA, et al. Zootecnia de Porcinos. In: Trujillo ME, editor. Introduccion a la

- Zootecnia. Segunda ed. Ciudad de México, México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia; 2012. p. 315.
12. Melgar CB. Propuesta de un sistema de producción híbrido alternativo para porcicultura a mediana y pequeña escala. Universidad Nacional Autónoma de México; 2015.
 13. Garza RP, Alcázar RP, Figueroa DG. Caracterización del sistema de cría de cerdos criollos en el contexto social de Aguacatenango, Chiapas. *Quehacer Científico en Chiapas*. 2007;1(3):5–12.
 14. Alcázar RP. Aspectos económicos de la cría de cerdos en Aguacatenango. In: Garza RP, editor. *Cria de cerdos autóctonos en comunidades indígenas*. Primera ed. Chiapas, México: Grupo Colegiado “Sistemas de vida y estrategias de subsistencia”; 2007. p. 262.
 15. Martínez PC. Impactos económicos, ambientales y sociales generados por una granja porcícola de producción industrial en el valle de Perote Veracruz. Universidad Nacional Autónoma de México; 2008.
 16. Pinheiro LC. *Los cerdos*. Primera ed. Sur H, editor. Buenos Aires, Argentina.: Hemisferio sur; 1980. 528 p.
 17. Braun JA, Tramontini P, Pereira FA, Faccin M, Fakler T, Pettigrew J, et al. 5to Seminario Internacional de Suinocultura. In: *5to Seminario Internacional de Suinocultura*. Sao Paulo, Brasil: Concórdia; embrapa suinos e aves; 2000. p. 182.
 18. Araujo CG. Potencialidad del cerdo criollo y la producción alternativa de cerdos en Venezuela. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía. Venezuela: Instituto de Producción Animal, Facultad de Agronomía; 2001. p. 1–23.
 19. Tovar MAA, Araujo CG. *Producción porcina a campo*. Primera ed. Tovar MAA, Araujo CG, editors. Badajoz, Extremadura: Caja rural de Extremadura; 2009. 239 p.
 20. Cruz E, Almaguel RE, Mederos CM, Araujo CG. Sistema de cama profunda en la producción porcina a pequeña escala. *Rev Cient la Fac Ciencias Vet la*

- Univ del Zulia. 2009;19(5):495–9.
21. Cruz, E.; Almaguel, R.E.; Mederos, C.M.; Ly J. Camas profundas en la crianza porcina. Una alternativa sostenible para la producción familiar. *Inst Investig Porc.* 2011;4.
 22. Levis DG, Connor L. Group Housing Systems: Choices and Designs. *Natl Pork Board.* 2013;1–13.
 23. Van Putten G, Van De Burgwal JA. Vulva biting in group-housed sows: Preliminary report. *Appl Anim Behav Sci.* 1990;26(1–2):181–6.
 24. Gonyou HW, Lang F. Non-Competitive Feeding Systems: Gated Stalls. *Prairie Swine Center, Sci Ethol.* 2013;1(3):1–6.
 25. Production TNC for P. Sow housing, Annual Report 2003. Annual report. Copenhagen, Dinamarca; 2003.
 26. Brouns F, Edwards SA. Social rank and feeding behaviour of group-housed sows fed competitively or ad libitum. *Appl Anim Behav Sci.* 1994;39(3–4):225–35.
 27. Schneider JD, Tokach MD, Dritz SS, Nelssen JL, Derouchey JM, Goodband RD. Effects of feeding schedule on body condition, aggressiveness, and reproductive failure in group-housed sows. *J Anim Sci.* 2007;85(12):3462–9.
 28. Gamba RM. Procedimientos para el cálculo del flujograma o desarrollo de piara. In: *Cálculos para la planeación y control de empresas porcinas.* Primera ed. Ciudad de México, Mexico: McGraw Hill; 2005. p. 9–30.
 29. Huerta_Crispin R, Gas J. Instalaciones para porcinos. In: *Manual de Buenas Prácticas de Producción Porcina Lineamientos generales para el pequeño y mediano productor de cerdos.* Argentina; 2012. p. 1–13.
 30. Buxadé C, Forcada F, Babot D, Vidal A, Ganado porcino: diseño de alojamientos e instalaciones. Primera ed. Navarra, España: Servet; 2009. 417 p.
 31. Pérez MP. *Manual De Porcicultura.* Primera ed. Fundación para el fomento y promoción de la investigación y transferencia de tecnología agropecuaria en Costa Rica. San Jose, Costa Rica: Ministerio de Agricultura y Ganaderia;

2007. 91 p.
32. Herradora MA. Metodología diagnóstica en cerdos. In: FMVZ, editor. Metodología diagnóstica Veterinaria. Primera ed. Ciudad de México, Mexico: Universidad Nacional Autonoma de México; 2013. p. 244–59.
 33. Iglesias L, Barrales H, Prena G, Williams S. Diseño y aplicación del manejo en bandas o flujograma. In: Pérez V del C, Ruíz Á, Hernández J, Gasa J, editors. Manual de buenas prácticas de producción porcina: Lineamientos generales para el pequeño y mediano productor de cerdos. Argentina: Red porcina iberoamericana; 2012. p. 68–77.
 34. Chicarelli Dante. Manejo en bandas y ordenamiento productivo. Argentina: Instituto de Tecnologia Agropecuaria; 2010. p. 5.
 35. Gamba RM. Potencial productivo de la cerda reproductora. In: Trujillo ME, Gamba RGM, Herradora MA, editors. La piara reproductora. Primera ed. Ciudad de México, Mexico: Mundi-Prensa México; 2002. p. 12.
 36. Tirado MH. Cálculo de espacios. In: Cálculos para la planeación y control de empresas porcinas. Primera ed. Ciudad de México, México: McGraw Hill; 2005. p. 81–90.
 37. Garcia A del C, Martínez NR, Gutierrez RA, Aguirre FA, Angulo SS. Manual de evaluación de la unidad de producción porcina. Primera ed. Morelos, México: SAGARPA, INIFAP, CIRPAS; 2008. 24 p.
 38. Hernández GR. Ventilación. In: Cálculos para la planeación y control de empresas porcinas. Primera ed. Ciudad de México, Mexico: McGraw Hill; 2005. p. 91–8.
 39. Valdez JQ. Análisis de los procesos y administracion de los productos arquitectónicos. Primer ed. Ciudad de México, Mexico: Universidad Nacional Autonoma de Mexico; 2012. 80-81 p.
 40. Mcglone JJ, Salak-johnson J. Changing from sow gestacion crates to pens: Problem or opportunity. Proceedings Manitoba Swine Semin. 2008;47–53.
 41. American Veterinary Medical Asociation. Welfare implications of gestation sow housing. J Am Vet Med Assoc [Internet]. 2015;247. Available from:

- <https://www.avma.org/KB/Resources/LiteratureReviews/Documents/WelfareImplicationsOfGestationSowHousing.pdf>
42. Montero EM, Martínez RG, Herradora MA, Hernández GR, Hernández SE. Opciones para el diseño de alojamientos en porcicultura a pequeña escala. In: Alternativas para la producción porcina a pequeña escala. Primera ed. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México; 2015. p. 139–62.
 43. Bates RO, Ferry E. Group housing systems: production flow and management. Natl Pork Board [Internet]. 2013;03648–4(800-456–7675):1–10. Available from: <https://porkcdn.s3.amazonaws.com/sites/all/files/documents/2013SowHousingWebinars/6 - Group Housing Systems.Production Flow-03648.pdf>
 44. Grupo de Gestión Porcina. Implicaciones técnicas y económicas derivadas de la adaptación a la normativa de protección y bienestar en porcino. General Catalunya [Internet]. 2012;1–52. Available from: http://agricultura.gencat.cat/web/.content/de_departament/de02_estadistiques_observatoris/08_observatoris_sectorials/04_observatori_porci/estudis/fitxers-binaris/op_benestar_animal_2011_castella.pdf
 45. Remience V, Wacreille J, Bernard C, Prunier A, Bartiaux-Thill N, Nicks B. Effects of space allowance on the welfare of dry sows kept in dynamic groups and fed with an electronic sow feeder. Appl Anim Behav Sci. 2008;112(3–4):284–96.
 46. Peet B. Getting to grips with group housing. West Hog J [Internet]. 2011;1–3. Available from: <http://www.prairieswine.com/getting-to-grips-with-group-housing/>
 47. Lambertz C, Petig M, Elkmann A, Gauly M. Confinement of sows for different periods during lactation: effects on behaviour and lesions of sows and performance of piglets. Animal [Internet]. 2015;(9:8):1373–8. Available from: <https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/86D13EFA6564CAA98710412E391338B7/S17517311150>

00889a.pdf/confinement_of_sows_for_different_periods_during_lactation_effects_on_behaviour_and_lesions_of_sows_and_performance_of_piglets.pdf

48. Larson ME, Honeyman MS. Effect of housing system and physical environment on post-weaning pig performance effect of housing system and physical environment on post-weaning pig. Swine Res Rep [Internet]. 2002;11:2–11. Available from: https://lib.dr.iastate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1010&context=swinereports_2001

Índice de figuras

Figura 1. Características del sistema de alimentación electrónica	14
Figura 2. Jaula de acceso libre con puerta trasera bloqueable	15
Figura 3. Configuración de los corrales con el uso de jaulas de libre acceso	16
Figura 4. Corrales con sistema de alimentación en piso	17
Figura 5. Representación de la ocupación de corrales, jaulas y salas en las diferentes áreas	34
Figura 6. Planta del área de adaptación.....	42
Figura 7. Alzado norte del edificio de adaptación.....	43
Figura 8. Alzado sur del edificio de adaptación.....	43
Figura 9. Alzado este del edificio de adaptación	43
Figura 10. Corte transversal del edificio de adaptación.....	44
Figura 11. Armado de la cubierta del edificio de adaptación	44
Figura 12. Vista 3D del área de adaptación	44
Figura 13. Planta del área de servicios	47
Figura 14. Alzado norte del área de servicios	48
Figura 15. Alzado sur del área de servicios	48
Figura 16. Alzado este del edificio de servicios.....	48
Figura 17. Corte transversal del edificio de servicios	49
Figura 18. Armado de la cubierta del área de servicios.....	49
Figura 19. Vista tridimensional de las instalaciones de servicios	49
Figura 20. Planta del área de gestación.....	52
Figura 21. Alzado norte del área de gestación.....	53
Figura 22. Alzado sur del edificio de gestación	53
Figura 23. Alzado este del edificio de gestación	53
Figura 24. Corte transversal del edificio de gestación.....	54
Figura 25. Armado de la cubierta del edificio de gestación	54
Figura 26. Vista 3D de las instalaciones de servicio y gestación	54
Figura 27. Planta del edificio de maternidad	57
Figura 28. Alzado norte del edificio de maternidad	58
Figura 29. Alzado sur del edificio de maternidad.....	58
Figura 30. Alzado este del edificio de maternidad.....	58
Figura 31. Corte transversal del edificio de maternidad	59

Figura 32. Armado de la cubierta del edificio de maternidad.....	59
Figura 33. Vista tridimensional del edificio de maternidad.....	59
Figura 34. Planta del área de destete	62
Figura 35. Alzado norte del edificio de destete.....	63
Figura 36. Alzado sur del edificio de destete.....	63
Figura 37. Alzado este del edificio de destete.....	63
Figura 38. Corte transversal del edificio de destete	64
Figura 39. Armado de cubierta del edificio de destete.....	64
Figura 40. Vista 3D de una sala de destete	64
Figura 41. Planta del área de crecimiento- finalización	67
Figura 42. Alzado norte del edificio de crecimiento–finalización.....	68
Figura 43. Alzado sur del edificio de crecimiento- finalización.....	68
Figura 44. Alzado este del edificio de crecimiento- finalización.....	68
Figura 45. Corte transversal del edificio de crecimiento- finalización	669
Figura 46. Armado de cubierta del edificio de crecimiento- finalización	669
Figura 47. Vista tridimensional de las instalaciones para engorda.....	669
Figura 77. Representación de la ocupación en las instalaciones de la UPP alternativa.....	77
Figura 78. Planta del edificio de adaptación en la UPP alternativa.....	84
Figura 79. Alzado norte del edificio de adaptación en la UPP alternativa.....	85
Figura 80. Alzado sur del edificio de adaptación en la UPP alternativa.....	85
Figura 81. Alzado este del edificio de adaptación en la UPP alternativa.....	85
Figura 82. Corte transversal del edificio de adaptación en la UPP alternativa.....	86
Figura 83. Armado de la cubierta del área de adaptación de la UPP alternativa.....	86
Figura 84. Vista 3D del área de adaptación de la UPP alternativa.....	86
Figura 85. Planta del edificio de gestación y sementales en la UPP alternativa.....	90
Figura 86. Alzado norte del edificio de gestación y sementales en la UPP alternativa.....	91
Figura 87. Alzado sur del edificio de gestación y sementales de la UPP alternativa.....	91
Figura 88. Alzado este del edificio de gestación y sementales de la UPP alternativa.....	91

Figura 89. Corte transversal del edificio de gestación y sementales de la UPP alternativa.....	92
Figura 90. Armado de cubierta del edificio de gestación y sementales de la UPP alternativa.....	92
Figura 91. Vista 3D del edificio de gestación y sementales de la UPP alternativa.....	92
Figura 92. Planta del edificio de maternidad en la UPP alternativa.....	96
Figura 93. Alzado norte del edificio de maternidad de la UPP alternativa.....	97
Figura 94. Alzado sur del edificio de maternidad de la UPP alternativa.....	97
Figura 95. Alzado este del edificio de maternidad de la UPP alternativa.....	97
Figura 96. Corte transversal del edificio de maternidad de la UPP alternativa.....	98
Figura 97. Armado de la cubierta del edificio de maternidad de la UPP alternativa.....	98
Figura 98. Vista 3D del edificio de maternidad de la UPP alternativa.....	98
Figura 99. Planta del edificio de destete - finalización.....	102
Figura 100. Alzado norte del edificio de destete - finalización de la UPP alternativa.....	103
Figura 101. Alzado sur del edificio de destete - finalización de la UPP alternativa.....	103
Figura 102. Alzado este del edificio de destete - finalización de la UPP alternativa.....	103
Figura 103. Corte transversal del edificio de destete - finalización de la UPP alternativa.....	104
Figura 104. Armado de la cubierta del edificio de destete - finalización de la UPP alternativa.....	104
Figura 105. Vista 3D del edificio de destete - finalización de la UPP alternativa.....	104

Índice de cuadros

Cuadro 1. Características de las UPP con base en su grado de tecnificación.....	65
Cuadro 2. Ventajas y desventajas del sistema de producción en cama profunda.	12
Cuadro 3. Características a considerar del terreno en la construcción de una UPP.	199
Cuadro 4. Secciones o alojamientos básicos de las UPP con instalaciones intensivas	20
Cuadro 5. Número de hembras que ingresan a la UPP por periodo y población acumulada.....	24
Cuadro 6. Población y flujograma parcial de la UPP.....	26
Cuadro 7. Porcentaje de mortalidad propuesto en las diferentes etapas de producción.....	27
Cuadro 8. Flujograma del hato reproductor.....	29
Cuadro 9. Flujo de producción de la línea de engorda.....	29
Cuadro 10. Tiempo de permanencia propuesto en las diferentes áreas de la UPP	32
Cuadro 11. Número de lugares para una UPP con 70 hembras.....	32
Cuadro 12. Número de instalaciones necesarias en la UPP.....	33
Cuadro 13. Estimación del número de salas y edificios	33
Cuadro 14. Características del área de adaptación	42
Cuadro 15. Cuantificación de materiales del área de adaptación.	445
Cuadro 16. Catálogo de conceptos y mano de obra del área de adaptación	45
Cuadro 17. Características del área de servicios	47
Cuadro 18. Características del área de sementales.....	47
Cuadro 19. Cuantificación de materiales del área de servicios y sementales	50
Cuadro 20. Catálogo de conceptos y mano de obra del edificio de servicios y sementales	50
Cuadro 21. Características del área de gestación.....	52
Cuadro 22. Cuantificación de materiales del área de gestación.....	55
Cuadro 23. Catálogo de conceptos y mano de obra para el edificio de gestación	55

Cuadro 24. Características del área de maternidad.	57
Cuadro 25. Cuantificación de materiales para el área de maternidad.....	60
Cuadro 26. Catálogo de conceptos y mano de obra para el área de maternidad .	60
Cuadro 27. Características de una sala de destete.....	62
Cuadro 28. Cuantificación de materiales para el área de destete	65
Cuadro 29. Catálogo de conceptos y mano de obra para el área de destete	65
Cuadro 30. Características del área de engorda.....	67
Cuadro 31. Cuantificación de materiales área de crecimiento – finalización	70
Cuadro 32. Catálogo de conceptos y mano de obra para el área de crecimiento - finalización.....	70
Cuadro 33. Elementos constructivos de la UPP convencional.....	72
Cuadro 34. Tiempos de permanencia UPP alternativa	75
Cuadro 35. Cálculo de lugares para la UPP alternativa	76
Cuadro 36. Estimación del número de corrales para la UPP alternativa	76
Cuadro 37. Características del área de adaptación con sistema alternativo.....	84
Cuadro 38. Cuantificación de materiales del área de adaptación en UPP alternativa.....	887
Cuadro 39. Catálogo de conceptos y mano de obra del edificio de adaptación en la UPP alternativa	87
Cuadro 40. Características del área de servicios y gestación de la UPP alternativa	90
Cuadro 41. Características del área de sementales en la UPP alternativa	90
Cuadro 42. Cuantificación de materiales para el área de gestación y sementales en la UPP alternativa.....	93
Cuadro 43. Catálogo de conceptos del área de gestación y sementales de la UPP alternativa.....	93
Cuadro 44. Características del área de maternidad de la UPP alternativa	96
Cuadro 45. Cuantificación de materiales del área de maternidad de la UPP alternativa.....	99

Cuadro 46. Catálogo de conceptos y mano de obra del edificio de maternidad en la UPP alternativa	99
Cuadro 47. Características del área de engorda en la UPP alternativa	102
Cuadro 48. Cuantificación de materiales del edificio de destete- finalización de la UPP alternativa	105
Cuadro 49. Catálogo de conceptos y mano de obra del edificio de destete - finalización de la UPP alternativa	105
Cuadro 50. Elementos constructivos de la UPP alternativa	106
Cuadro 52. Costo estimado de las UPP.....	109