

CAPITULO 6

CONSTRUCCION Y MONTAJE

6.1. CONSTRUCCION DE LOS COMPONENTES DEL BIODIGESTOR

Existen distintos procesos y modelos constructivos desarrollados que han probado su buen funcionamiento. Lo más importante a la hora de construir el reactor será adaptar el modelo general a las necesidades específicas del emplazamiento o del usuario. Si el usuario lo requiere, puede hacerse una fosa de vaciado con compuerta, o bien un sistema de canalizaciones para aplicar directamente el biol obtenido a los cultivos. Deberá estudiarse cada caso de forma particular para hacer que la posterior operatividad de la planta sea lo menos costosa posible.

En este capítulo se desarrollará un proceso de construcción extraído del libro [ENCUENTRO NACIONAL SOBRE BIODOGESTORES], en el que se detalla la construcción de un digestor de cúpula flotante.

La construcción de biodigestores son las formas más baratas y fáciles de obtención de energía que tiene gran potencial para ser desarrollada y utilizada ampliamente en haciendas, fincas, etc., mejorando el tratamiento de los desechos

orgánicos de una manera significativa y a la vez extrayendo toda la energía disponible que servirá de apoyo al crecimiento de las mismas.

Las fases de construcción de este tipo de reactor son: excavación, losa de cimentación, muro de ladrillo, cúpula y anillo de acero conocido como gasómetro que es el elemento principal. Se detallan a continuación las fases constructivas para el reactor.

La metodología de cálculo, dimensiones de digestor, gasómetro, tanque de carga, fueron analizados en el anterior capítulo.

Para la ejecución de la construcción del digestor, se debe seguir la siguiente rutina:

1. LOCALIZACION DEL DIGESTOR

Escoja el local de acuerdo con lo expuesto a continuación, Figura 6.1.

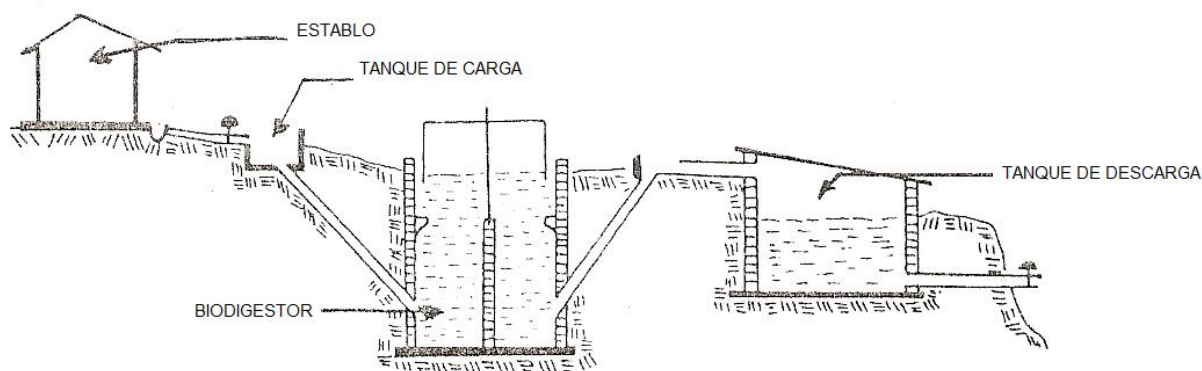


Figura 6.1: Localización del Digestor⁷⁹

- Aprovechar los declives
- Buscar automatizar carga y descarga automática

⁷⁹ ECHEVERRIA Maddy, Tratamiento físico-químico y bacteriológico de los desechos orgánicos a partir del estiércol de especies menores en la producción de biogás y bioabono. Anexo a-1

- Lugar con mucho sol
- Evitar niveles freáticos altos

2. DEMARCACION EN EL TERRENO:

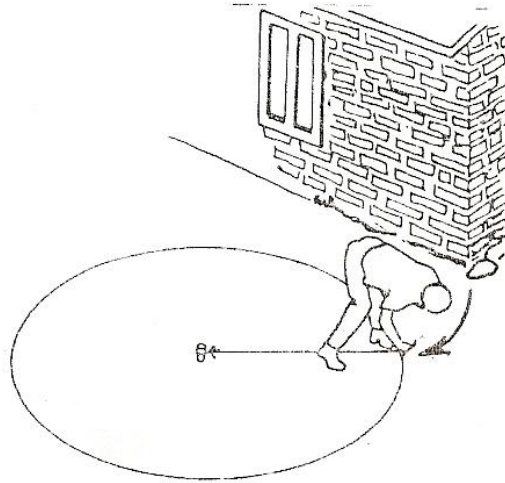


Figura 6.2: Demarcación en el Terreno.

- Hacer un eje centro
- Marcar el diámetro de excavación que es el diámetro del digestor más el grosor de la pared del cilindro.

3. EXCAVACION DEL TERRENO:

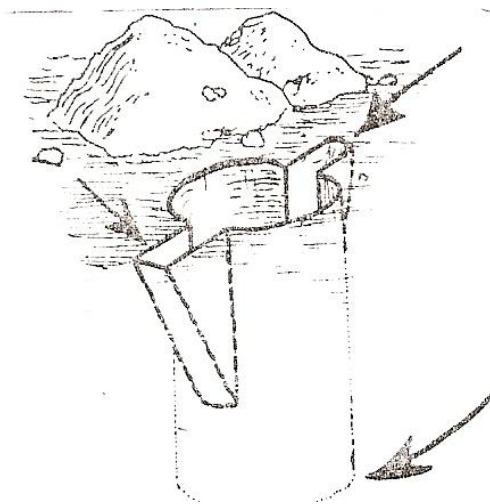


Figura 6.3: Excavación del Terreno.

- Mientras se cava el pozo se hace dos trincheras para la colocación de tubos de carga y descarga, no más de 1 m del digestor
- Equidistantes a 180 y mínimo 90°
- Controlar la perpendicularidad de las paredes

4. APISONAMIENTO DEL FONDO

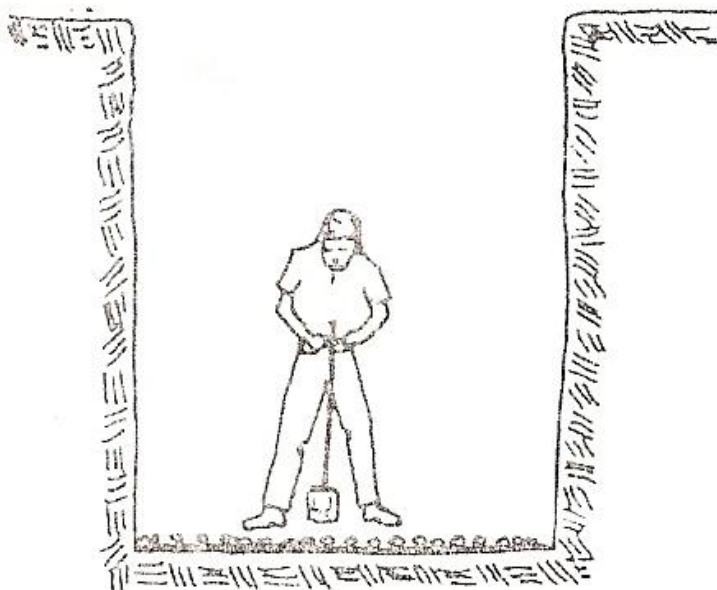


Figura 6.4: Apisonamiento del Fondo⁸⁰.

- Con la ayuda de un peso unida a una barra procedemos a aplanar el fondo del pozo hasta obtener una superficie uniforme
- Controlar el nivel del piso en lo posible

⁸⁰ ECHEVERRIA Maddy, Tratamiento físico-químico y bacteriológico de los desechos orgánicos a partir del estiércol de especies menores en la producción de biogás y bioabono. Anexo a-1

5. REFUERZO EN EL PISO:

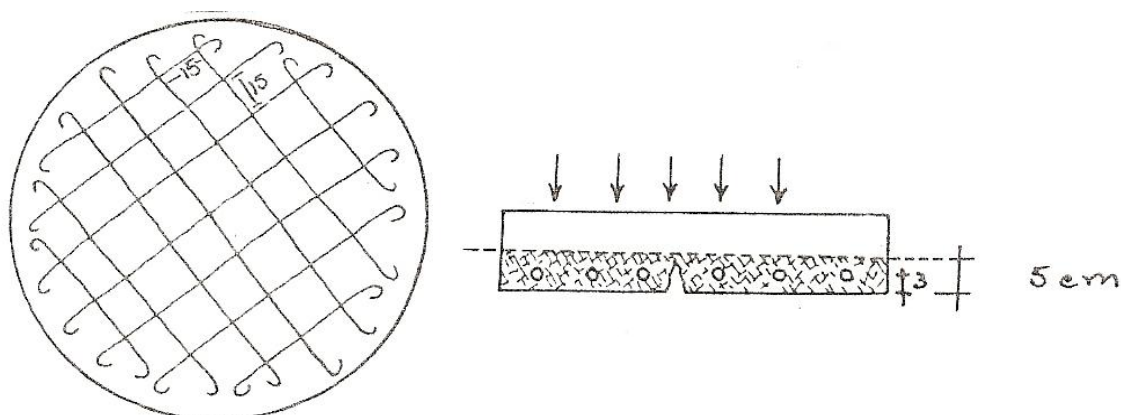


Figura 6.5: Refuerzo en el Piso.

- Malla de hierro de 15 x 15 cm de separación de varilla a varilla
- Colocación de hierros en la línea baja de la mitad del concreto a 3 cm del suelo

6. CONSTRUCCION DE LA BASE:

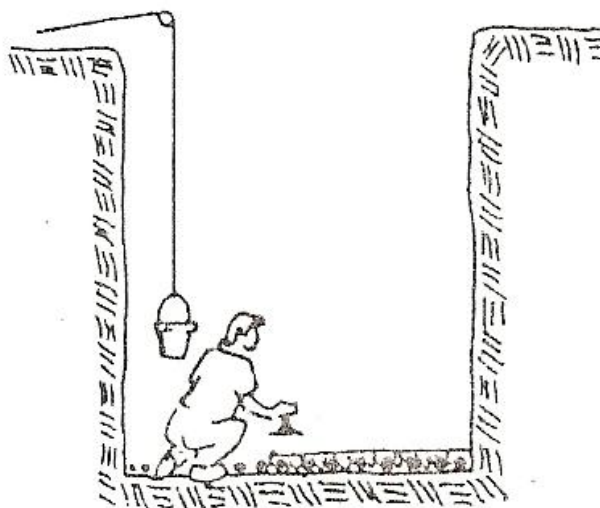


Figura 6.6: Construcción de la Base⁸¹.

⁸¹ ECHEVERRIA Maddy, Tratamiento fisicoquímico y bacteriológico de los desechos orgánicos a partir del estiércol de especies menores en la producción de biogás y bioabono. Anexo a-2

- Se realiza la mezcla cemento – arena y ripio en las proporciones 1 - 2 - 1
- Poner en la mezcla impermeabilizante y acelerante (Leer especificaciones)
- Controlar el nivel con la ayuda de un codal

7. CONSTRUCCION PARED EXTERNA Y DIVISORA:

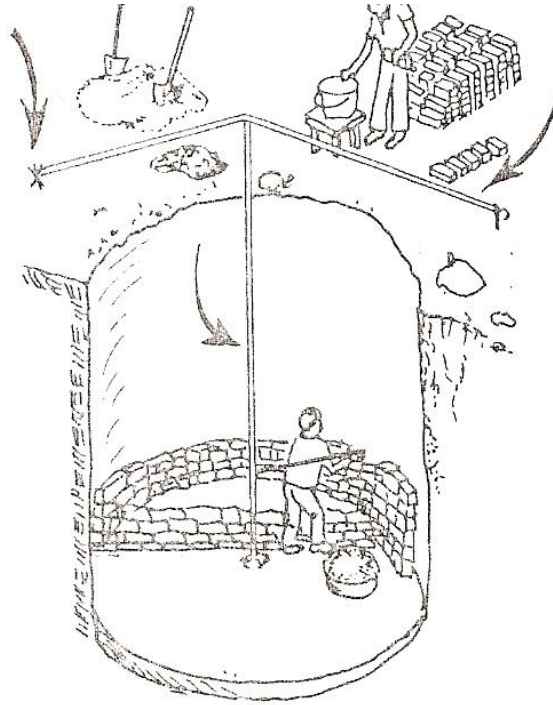


Figura 6.7: Construcción Pared Externa y Divisora⁸².

- Después de dos a tres días que se ha construido la base colocamos las primeras filas de la pared externa y divisora
- Controlar la perpendicularidad de las paredes con la ayuda de una plomada

⁸² ECHEVERRIA Maddy, Tratamiento fisicoquímico y bacteriológico de los desechos orgánicos a partir del estiércol de especies menores en la producción de biogás y bioabono. Anexo a-2

8. COLOCACION DE TUBOS DE ENTRADA Y SALIDA:

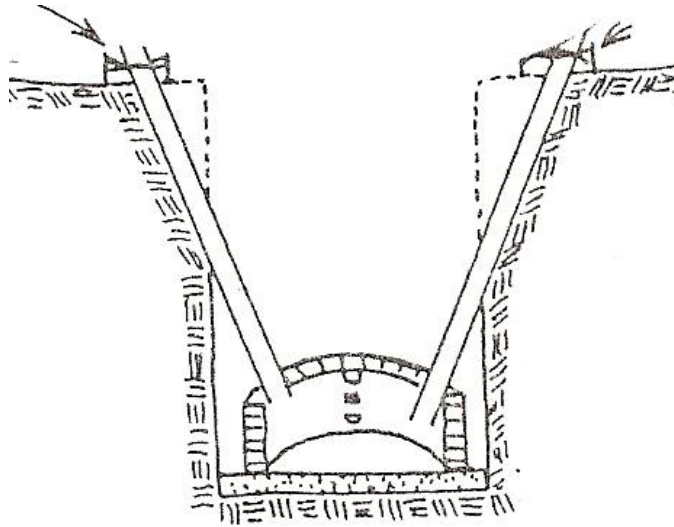


Figura 6.8: Colocación Tubos Entrada y Salida.

9. RELLENO DE TIERRA:



Figura 6.9: Relleno de Tierra.

- Cada mañana antes de continuar levantando las paredes, se rellena el espacio entre la pared de ladrillo y la de tierra

10. ENLUCIDO:

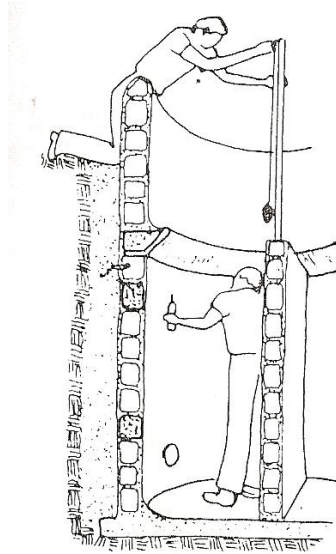


Figura 6.10: Enlucido.

- Al momento del enlucido tomar en cuenta la perpendicular de paredes

11. FRAGUADO:

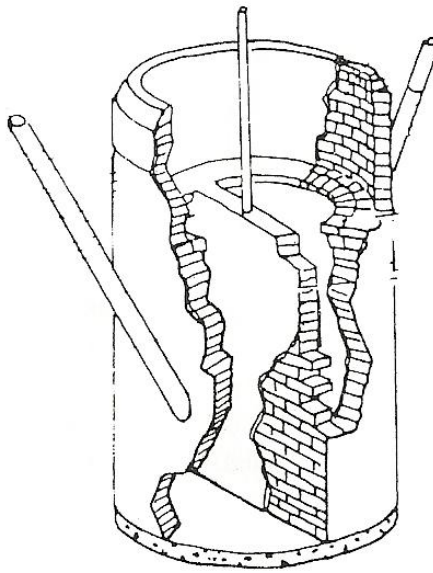


Figura 6.11: Fraguado.

- Una vez concluido el enlucido de todas las paredes del pozo dejamos fraguar manteniendo un ambiente húmedo

12. CONSTRUCCION DE LA CAJA DE CARGA Y DESCARGA:

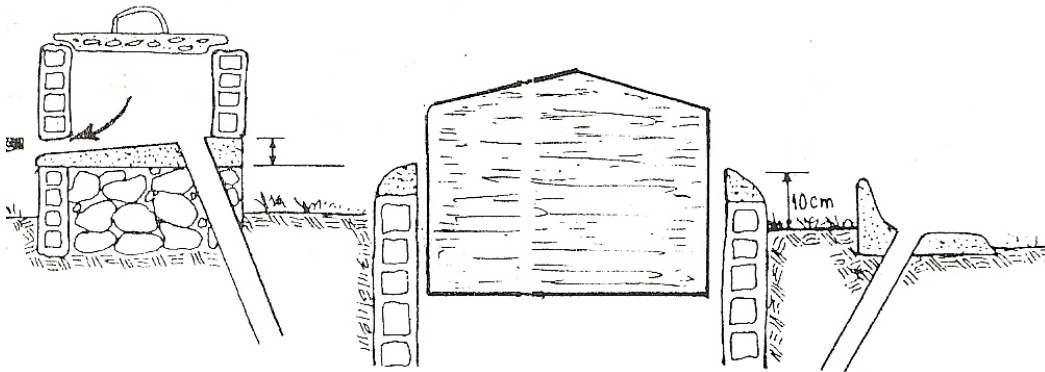


Figura 6.12: Construcción de la Caja de Carga y Descarga.

- Se construye de material simple (ladrillo o bloque)
- Tener cuidado al momento de la inserción de los tubos con las cajas para evitar fugas de materia orgánica
- Pueden estar enlucidos con una mezcla 1:6 de cemento y arena

13. PRUEBA DE IMPERMEABILIZACION:

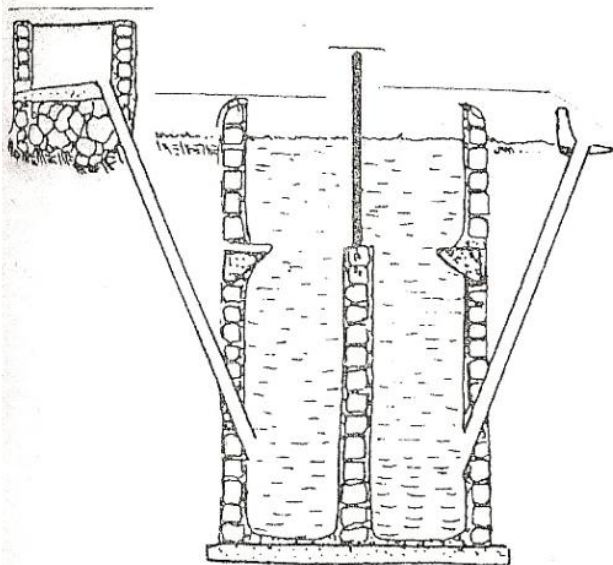


Figura 6.13: Prueba de Impermeabilización.

- Después de fraguado (25 - 28 días)
- Se llena el digestor con agua

- Se espera 5 - 7 días, controlando el nivel del agua
- Si el nivel baja \pm 20 - 30 cm y se mantiene no es de preocupación

Se dio un análisis completo para la construcción de un biodigestor del tipo Hindú, esta es la pauta para comenzar la construcción de nuestro biodigestor, en el siguiente punto se considerara todos y cada uno de los puntos mencionados anteriormente.

6.1.1 CONSTRUCCION DE LA MAMPOSTERIA

Para el presente proyecto en cuanto se refiere a la Granja el Descanzo ubicada en el Km. 3 de la vía Calacalí - La Independencia, Figura 6.14 se ha escogido un lugar cercano a los establos donde se pueda recolectar los desechos orgánicos directamente por medio de tubería, e inmediatamente estos sean depositados en el tanque de carga del digestor. Fotografía 6.1



Figura 6.14: Ubicación Geográfica del Sitio a Construir El Biodigestor.⁸³

⁸³ Imagen tomada de Google Earth 2009



Fotografía 6.1: Canal para la Recolección de la Materia Prima.

El ganado porcino permanece estabulado en los corales de hormigón armado y bloque, desde las 07h00 hasta las 18h00 y semiestabulado, desde las 18 h00 hasta las 07h00 del día siguiente, por lo que se hace necesario recoger la materia orgánica a partir de las 07h00 de la mañana y colocarla en el canal de recolección el mismo que está conectado a un solo cuerpo al tanque de carga.



Fotografía 6.2: Establo de Hormigón Armado y Bloque.

La granja funciona desde hace aproximadamente 5 años y en ella se realizara todo el proceso normal de una granja dedicada principalmente a la reproducción

de cerdos. Donde los machos serán comercializados y las hembras conservadas en la granja y preparadas para ser futuras madres.

La granja cuenta con un área total de 400 m² y tiene una capacidad para albergar 100 cerdos en corrales.

La granja se divide en varias secciones donde los cerdos son colocados de acuerdo a la etapa en que se encuentran: gestación, maternidad, destete y futuras madres. Está construida con pisos de concreto y paredes de bloque y cubierta de techos de láminas de hierro galvanizado clavadas en cerchas de madera.

Otra consideración a tomar en cuenta, se refiere a una toma de agua que está cerca al biodigestor la misma que se utilizará para hacer la mezcla con la materia orgánica y para efectos de limpieza, la granja cuenta con una tubería que tiene una toma directa del agua potable, Fotografía 6.3 por esta razón se instaló un tanque de reserva de agua de capacidad 200 litros, Fotografía 6.4 para así facilitar el mezclado y la limpieza del mismo.



Fotografía 6.3: Manguera de Toma de Agua.



Fotografía 6.4: Tanques de Reserva de Agua.

Para comenzar la construcción de la mampostería previamente se debe preparar el terreno y para esto se siguieron los pasos mencionados anteriormente:

- Marcamos el pozo, sirviéndose de una estaca que hace el centro (eje), templamos una piola con el diámetro que el digestor requiere con 10 - 15 cm adicionales, que pertenecen al material de mampostería a utilizarse en el levantamiento de paredes, mantener siempre el eje, Fotografía 6.5
- Al momento de la marcación no se tuvo problema ya que no hubo necesidad de igualar el terreno porque el terreno no tiene mucha declinación, esto facilitó esta actividad, pero nos complicó más adelante en la construcción de la caja de descarga.



Fotografía 6.5: Marcación del Terreno.

- Procedemos a la excavación, manteniendo las paredes del pozo a plomada. La profundidad de la excavación debe ser menor en 15 - 25 cm de la profundidad de diseño, ya que el digestor debe sobresalir del nivel del suelo en 15 - 25 cm.



Fotografía 6.6: Excavación del Terreno.

Durante la excavación del pozo, se realiza dos zanjas (o una), dependiendo si el diseño es mayor a 10 m^3 de volumen en sentido opuesto (180 grados - 90

grados) y con la inclinación indicada en el diseño; en éstas se colocarán los tubos de carga y descarga del digestor y no deben estar a más de 1 metro del digestor. Se debe comprobar continuamente la perpendicularidad de las paredes del pozo, Figura 6.7



Fotografía 6.7: Comprobación de la Perpendicularidad del Pozo.

Se realizó la excavación del pozo juntamente con las trincheras como se puede ver en la Fotografía 6.8



Fotografía 6.8: Excavación de Trincheras para los Tubos de Carga y Descarga.

El piso del digestor debe ser suficientemente fuerte para soportar toda la carga hidráulica que recae sobre él; se esparce una camada fina de piedra pequeña (granillo) en el fondo del pozo y compactamos bien el suelo, Fotografía 6.9



Fotografía 6.9: Colocación de la Piedra Bola en el Fondo del Biodigestor.

Se puede observar que el suelo del pozo no es muy firme, por esta razón se empleo piedra bola, y sobre esta una cama de concreto de 10 cm, Se colocara una malla de varilla de forma circular con varilla de 10 mm de diámetro

Se deberá tener la precaución de colocar la malla de varilla debajo de la mitad del concreto ± 3 cm del suelo, cumpliendo de mejor manera la tracción y evitar la ruptura del piso.

El Procedimiento de la construcción del mallado se puede observar en la Fotografía 6.10, en la cual se realiza una matriz circular igual al diámetro del biodigestor aumentado el espesor del ladrillo a cada lado marcando en el piso, con la ayuda de un eje y una piola.



Fotografía 6.10: Formación del Mallado para el Piso.

Seguidamente se corta los pedazos de varilla que conformaran el mallado y se teje la misma con ayuda de alambre galvanizado. Figuras 6.11 y 6.12



Fotografía 6.11: Conformación de la Malla de Varilla de 10 mm.



Fotografía 6.12: Malla de Varilla Terminada.

Una vez terminado el mallado para la base del biodigestor, esta es llevada hacia la boca del biodigestor, y con ayuda de sogas se procede a colocarla cuidadosamente en el fondo tratando de no topar en lo posible las paredes de este para mantener las formas circular del mismo ya que la tierra es floja en este sector y puede derrumbarse y ocasionar problemas Fotografía 6.13.



Fotografía 6.13: Colocación del Mallado Dentro del Biodigestor.

Una vez colocado la malla, se prepara la mezcla de hormigón para realizar la respectiva fundición con relación 1:2 un quintal de cemento por dos quintales de arena y un quintal de ripio. Figura 6.14



Fotografía 6.14: Preparación de la Mezcla para La Fundición del Piso.

Una vez preparada la mezcla fuera del biodigestor, con la ayuda de recipientes, esta será depositada en el fondo del biodigestor y antes de que se fragüe se bajara una persona a dejar a nivel el piso con la ayuda de un codal. Fotografía 6.15



Fotografía 6.15: Fundición del Piso con La Mezcla de Concreto

Luego de realizar la fundición del piso, con las características consideradas anteriormente, se deja secar durante dos días, luego de esto se marca el centro del agujero y se procede a colocar la primera fila de ladrillos, al igual que la pared divisora tomando en cuenta el tubo guía, que posteriormente será la guía del gasómetro y el diámetro del contorno que en este caso es de 2.10 m. Fotografía 6.16



Fotografía 6.16: Construcción de la Pared Externa y Pared Divisora

Se puede utilizar jaboncillos que no necesitan ser cortados pero en este caso se utilizo ladrillo completo, por lo que tuvieron que ser cortados antes de colocar en las paredes. Esto nos permite aumentar la resistencia del conjunto.

Para lo cual se utilizo un serrucho y un martillo para el corte respectivo. Fotografía 6.17



Fotografía 6.17: Corte de Ladrillos para las Paredes del Digestor.

Al subir la pared divisora deben levantarse constantemente la pared lateral trabando los ladrillos o bloques con precisión para así mejorar la resistencia del conjunto.

La función de la pared divisoria es obligar a que la materia en digestión, tenga un flujo dirigido y sirva como soporte para la guía del gasómetro.

Se recomienda en la parte baja central de la pared divisoria, dejar un orificio de por lo menos 3/4" a 1" con la finalidad de evitar que posibles accidentes de escape o fugas en uno de los lados de la pared divisoria puedan romper a ésta por una sobrepresión.

Para este proyecto se colocaron 8 tubos de 1" de diámetro en la pared divisoria, colocados a 21 cm del piso y 40 cm de distancia entre tubos. Fotografía 6.18



Fotografía 6.18: Orificios de la Pared Divisora.

Las paredes del digestor cuando se construye con ladrillo, éstos deben ser macizos, bien quemados humedecidos antes de pegar uno con otro. Cuando se usa bloques, éstos deben ser compactos, no utilizar los que tienen cavidades, y si se dispone de éstos, se rellenan con una mezcla ligera de cemento y arena (1:6) y la colocación de los bloques deben ser con la parte original plana hacia adentro, dejando lo relleno hacia afuera.

Mientras se levante las paredes, se debe tener cuidado trabar los ladrillos, tomar en consideración la colocación del tubo de carga y descarga mientras se levanta la pared del digestor, al igual que la pared divisoria.

6.1.2 ENSAMBLAJE DE LOS TUBOS DE CARGA Y DESCARGA

Se colocan los tubos en las zanjas abiertas en el pozo del digestor, cuidando que tengan un buen asentamiento y acople con la pared del digestor. Estos tubos deben ser colocados mientras se esté levantando las paredes del digestor, para lo cual se raspará la pared exterior del tubo que junta al digestor para así favorecer a su unión. Fotografía 6.19



Fotografía 6.19: Ensamblaje de los Tubos de Carga y Descarga.

Entre la pared del digestor que se está levantando y pared del pozo queda un espacio, éste debe ser llenado cada mañana antes de iniciar las labores respectivas, con tierra y compactando con ayuda de agua y algún elemento duro (trozo de madera o leña) Figura 6.9

Cuando se llega a la altura en donde debe colocarse la ceja, debe también colocarse la guía, la misma que constituye en un tubo que puede estar insertado en el centro de la pared divisoria, bien aplomada y centrada.

En este caso esta guía está colocada desde el piso en la mitad de la pared divisoria. Fotografía 6.20



Fotografía 6.20: Colocación del Tubo Guía para el Gasómetro.

Cuando no disponemos de pared divisoria, la guía dispondrá de unos brazos, que deben descansar en la pared del digestor, y se colocan antes de iniciar la construcción de la ceja. Debe estar nivelados y bien verticales a aplomada, luego se iniciara la construcción de la ceja que consiste en colocar de dos a tres filas de ladrillo en todo el perímetro interno del digestor dejando sobre salido el ladrillo en unos 15- 20 cm hacia dentro del digestor, y los 15 cm restantes del ladrillo se fijan con la pared del digestor (largo del ladrillo 36 - 40 cm) después de ubicar estas 2 – 3 filas de ladrillo, se continua levantando la pared del digestor, colocando los ladrillos con el diámetro que se tenía en la parte inferior de la ceja. Se colocó dos filas de ladrillo para la construcción de la ceja, considerando que es un digestor pequeño y a demás se construyo un mallado que se coloco antes de comenzar a subir la ceja con el objetivo de ayudar a sostener los ladrillos y principalmente ayude a sujetar el peso de la campana cuando este sea colocada.

Fotografía 6.21



Fotografía 6.21: Trazado del Mallado para Soporte de la Ceja.

Para el procedimiento de la construcción del mallado se procede de la misma forma que se realizó para el mallado del piso, con la ayuda de un eje y trazando con una cuerda las dos circunferencias. Luego se dobla las dos circunferencias que posteriormente se mide y corta cada uno de los elementos de la malla para posteriormente soldarla y finalmente obtener el mallado. Fotografía 6.22



Fotografía 6.22: Malla Soldada para Base de la Ceja.

Una vez que tenemos la altura necesaria del biodigestor y está terminada la pared divisora, se coloca la malla y posteriormente, se seguirá pegando las dos filas de ladrillo de forma transversal, y posteriormente se colocara las últimas filas de ladrillo, para concluir con la colocación de estos. Fotografía 6.23, 6.24 y 6.25



Fotografía 6.23: Colocación de la Malla para la Base de la Ceja.



Fotografía 6.24: Colocación de los Ladrillos Transversales para la Ceja.



Fotografía 6.25: Colocación de la Primera Fila de Ladrillo Después de la Ceja.

Los tubos para carga y descarga del digestor deben poseer un mínimo de diámetro que permita el paso libre del efluente y afluente, por lo tanto se recomienda tubos con un mínimo de 10 cm de diámetro. Los tubos pueden ser en PVC rígido o de los de cemento que se emplea para desagües.

A fin de permitir un flujo más libre del efluente y afluente se recomienda que los tubos y la conexión con el digestor no presente curvatura alguna y sean colocados con la inclinación que éstos deben tener.

Para este proyecto, se uso tubo PVC de 4.5" de diámetro, se evito colocar codos en los tubos, y su distancia del digestor a cada lado es aproximadamente 1 m.

Una vez terminada la construcción del pozo, se procedió al enlucido de todo el biodigestor a excepción de las tanques de carga y descarga. El enlucido del digestor constituye la parte fundamental de la construcción, ya que el digestor debe ser totalmente hermético, no debe permitir la salida entrada de líquidos, por lo que se recomienda realizar enlucido con una mezcla de 1:4 (1 parte de cemento y 4 partes de arena) cemento y arena bien lavada y cernida añadir una

mezcla de agua con *Sika* en proporción 1:12 parte de agua y 12 de *Sika*; usar para hacer la mezcla la menor cantidad posible de agua con *Sika*, pues el exceso de líquido causará apariciones de poros y rajaduras, el resultado final será la presencia de filtraciones. Fotografía 6.26 y 6.27.



Fotografía 6.26: Sika Utilizado para el Enlucido el Biodigestor.



Fotografía 6.27: Enlucido de la Parte Interna del Biodigestor.

La masa de enlucido debe ser bien apretada a la pared del digestor, para que no deje pasar agua después de secado. Debe tener el enlucido por lo menos 15 mm de grosor el momento de realizar el enlucido, por lo que se realizo con una matriz (manguera) de aproximadamente 20 mm, de diámetro, que será el espesor del enlucido, debe cubrirse el digestor para evitar que reciba los rayos solares de forma directa, tanto durante como ya en el proceso de fraguado. Se debe colocar recipientes con agua dentro del digestor para mantener el ambiente interno bien húmedo.

Aproximadamente, media hora después de colocada la mezcla del enlucido, se pulveriza cemento sobre la superficie usando 1/2 Kg por metro cuadrado, y alizar apretando bien para que tenga buena adherencia y asegurar un buen enlucido.

Fotografía 6.28



Fotografía 6.28: Alisado de la Parte Interna del Biodigestor.

Cuidado especial debe tenerse en el curado del enlucido (fraguado) para lo cual debe mantenerse siempre húmedo colocando baldes con agua al interior del digestor, mojando las paredes dos o tres veces al día, cubriendo al digestor de la

acción directa del sol. Debe dejarse al digestor por lo menos 25 días para que se seque de mejor forma y asegurar un buen fraguado, Fotografía 6.29



Fotografía 6.29: Ambiente Húmedo en el Interior del Biodigestor.

Una vez enlucido toda la mampostería del biodigestor se procede a la construcción de los tanques de carga y descarga que se verá más adelante.

6.1.3 CONSTRUCCION DE LA CAMPANA

La mayoría se construyen en acero (2-4 mm de grosor) con los laterales menos gruesos que el centro para compensar el grado más alto de corrosión que recibe.

Estos deben poseer guías exteriores y/o interiores para estabilizar su movimiento.

Fotografía 6.30



Fotografía 6.30: Colocación de Refuerzos en el Interior de la Campana

La Campana ha de ser rotada varias veces al día. Si se coloca un barra en forma de L en el interior se puede aprovechar esta rotación para romper la capa de espuma que se produce dentro del digestor, Fotografía 6.31 así también se podría colocar cadenas en el filo de la campana para lograr el mismo objetivo.

Se debe quitar periódicamente la herrumbre y la tierra que pueda tener. Poner de dos a tres capas de plástico o pintura bituminosa que deben renovarse cada año.

Si se cuidan bien pueden durar unos 3 - 5 años en climas húmedos o salados y 8 - 12 años en climas secos.

La campana, conocida como gasómetro, que se colocara en el digestor de este proyecto está construida en planchas de tol de 2 mm de espesor, a continuación se detallan paso a paso los procesos utilizados para la construcción del gasómetro



Fotografía 6.31: Colocación de Platinas en Forma de L en el Interior del Gasómetro.

6.1.3.1 PROCESO DE BAROLADO

Para la contracción del gasómetro se utilizaron alrededor de 3 planchas completas de tol de 2 mm de espesor como se detallo en el capitulo anterior, Se utilizo una dobladora de rodillos (baroladora) Fotografía 6.32



Fotografía 6.32: Rolado del Gasómetro.

Este es un proceso sencillo como se puede observar en la fotografía anterior, en la cual se utiliza tres rodillos por los cuales se hace pasar la plancha de tol los

mismos que son revestidos con una película de caucho el cual ayuda a que la plancha de tol circule por estos evitando la fricción, el rodillos superior es regulable de acuerdo al diámetro requerido mientras que los dos rodillos son estáticos. Esta baroladora puede ser automática o manual, para nuestro caso fue manual, la cual tiene acoplada una manivela en el extremo de un de los rodillo la cual transmite el movimiento a los otros dos rodillos por medio de engrames, en el caso que sea automático el movimiento es realizado con la ayuda de un motor eléctrico.

Una vez doblada la chapa metálica (cuerpo del gasómetro) a la medida requerida, 2 m de diámetro exterior, se procedió a unir las por medio de soldadura eléctrica utilizando electrodo 6011 a tope por los dos lados de la chapa, Figura 6.15, hasta obtener el anillo principal el cual hará un solo cuerpo con la pata cónica que la detallaremos en el siguiente ítem.



Figura 6.15: Detalle de la Junta Soldada.

6.1.3.2 CONSTRUCCION DE LA CABEZA DEL GASOMETRO

Para la construcción de la tapa cónica del gasómetro, se procederá mediante el desarrollo del cono como se muestra en la Figura 6.16

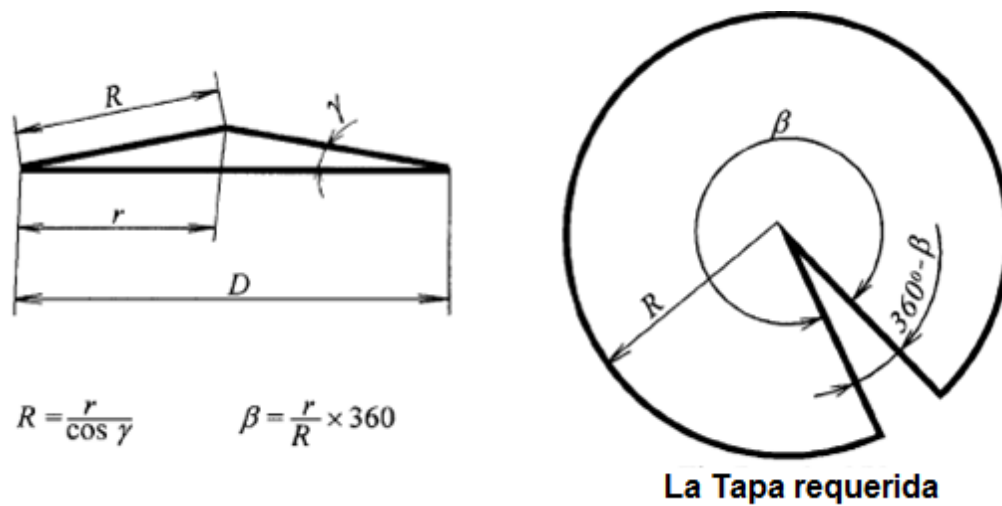


Figura 6.16: Desarrollo de la Tapa Cónica del Gasómetro⁸⁴

CONSTRUCCION DE LA CABEZA CONICA

$r = 1$ Radio del Gasómetro [m]

$\gamma = 18$ Angulo de inclinación propuesto para la cabeza [Grados °]

$$R = \frac{r}{\cos(\gamma)} \quad (6.1)$$

$R = 1.0514$ Radio del desarrollo de la cabeza cónica [m]

$$\beta = \left(\frac{r}{R}\right) 360 \quad (6.2)$$

$\beta = 342.400$ [Grados °]

$\alpha = 360 - \beta$ Angulo de corte para el desarrollo de la cabeza cónica

$\alpha = 18$ [Grados °]

⁸⁴ MEGYESY Eugene F, Pressure Vessel Handbook. Twelfth Edition, pag 280

6.1.3.3 SOLDADURA DEL CONJUNTO

Una vez que se han concluido con la construcción del anillo principal y la construcción de la tapa cónica por separado procedemos a unir por medio de soldadura eléctrica las dos partes para lo cual utilizamos electrodos 6011 realizando una soldadura angular Figura 6.17 con las siguientes parámetros al soldar. Tabla 6.1

Tabla 6.1. Parámetros para la Soldadura del Conjunto.

Tipo de soldadura	Voltaje	Amperaje
Eléctrica	(Voltios)	(mA)
	220	120

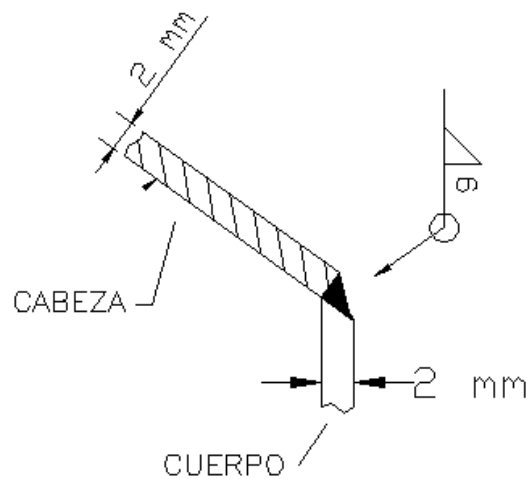


Figura 6.17: Detalle de la Unión de Soldadura del Conjunto.



Fotografía 6.33: Anillo Principal del Gasómetro Soldado.



Fotografía 6.34: Gasómetro Terminado.

6.1.4 CONSTRUCCION DE LOS TANQUES DE CARGA Y DESCARGA

Los tanques de carga y descarga: Llamase tanque de carga al tanque que se construye sobre el tubo de carga y que sirve como sitio de mezcla del material a ser digerido. Debe tener un volumen mínimo igual al volumen de carga diaria requerida por el digestor. Debe estar localizado a ± 20 cm encima del nivel de líquido del digestor.

Puede ser construido con materiales simples (ladrillo, bloque), teniéndose cuidado de elevar el nivel del piso del tanque en la parte de inserción del tubo de carga (Figura 6.12). Esto se hace con la precaución de que las impurezas sólidas (tierra, piedras, etc.) se decanten hacia la parte inferior del tanque y así evitar que pasen al digestor.

El tanque de descarga que puede o no ser un tanque propiamente dicho puede ser tan sólo una protección para la extremidad del tubo de descarga y que sirve para dirigir el flujo de material ya digerido (efluente). Cuando se desee se puede construir un tanque que puede ser de capacidad variable y que permita almacenar el efluente de por lo menos 3 - 5 días, puede estar construido en ladrillo, bloque o tan sólo una pared de tierra puede servir. Pueden estar enlucidos con una mezcla 1:6 de cemento y arena.

Para nuestro caso la construcción de los tanques de carga y descarga son realizados de acuerdo a las condiciones del declive y espacio disponible, por lo que tuvimos que adaptarnos a un modelos de tanques poco comunes, para su cimentación se utilizo malla prefabricada y hormigón armada con una mezcla 1:6 como se indico anteriormente.



Fotografía 6.35: Cimentación del Tanque de Carga.



Fotografía 6.36: Excavación de la Caja de Descarga.

Luego de la excavación y cimentación tanto del tanque de carga y descarga, Fotografías 6.35 y 6.36 se procede a colocar el ladrillo correspondiente a cada caja, con sus respectivas medidas de diseño y finalmente se procede al enlucido de las mismas y alisado de estas. Fotografía 6.37

Para facilitar la limpieza y transporte de la materia orgánica, se colocó cerámica en el piso del tanque de carga y del canal que se conecta con el coral. Fotografía 6.38



Fotografía 6.37: Colocación de los Ladrillos en la Caja de Carga.



Fotografía 6.38: Colocación de la Cerámica en la Caja de Carga.

6.1.5 CONSTRUCCIÓN DE LA TRAMPA DE AGUA (VALVULA DE ESCAPE DE GAS)

Como su nombre lo dice es una válvula de seguridad la cual nos va a ayudar a que la presión dentro del biodigestor no aumente demasiado, para cual hemos construido un mecanismo de escape simple que lo hemos fabricado a partir de una botella de plástico llena de agua. Esta está colocada sobre la campana permitiendo observar con facilidad el nivel del agua y volverla a llenar en el caso que sea necesario Fotografía 6.39



Fotografía 6.39: Material de la Válvula de Seguridad

Con tubería de PVC de 1”(pulgada) hemos instalado una “T” en uno de los acoples de salida de gas de la campana en los extremos se acoplo un manómetro el cual nos ayudara a medir la presión dentro del mismo gasómetro y en el otro extremo se acoplo una reducción de ½” y se instalo un neplo de 30 cm el mismo que está unido a un codo a 90 el cual esta acoplado a un pedazo de tubo de ½” el mismo que se introduce en el envase plástico por la boca del mismo la que servirá para poder recargar el agua Fotografía 6.40



Fotografía 6.40: Acople de la Botella en la Tubería de la Línea de Salida del Biogás

6.2. ENSABLAJE DEL SISTEMA

Una vez que se ha concluido con el diseño y la construcción de cada una de las componentes que formaran parte del biodigestor, estos son ensamblados minuciosamente uno a uno dependiendo de la función que desempeñe.

6.2.1 ENSAMBLAJE DE LA CAMPANA

Una vez que se ha concluido con la construcción del pozo, realizada la prueba de impermeabilización y cargado el mismo con la materia orgánica que servirá para la obtención de biogás durante el primer tiempo de retención, se procedemos a ensamblar la campana dentro de este, para lo cual se construyo un pórtico de madera en el cual colocamos un tecele para facilitar la colocación de la campana dentro del eje del pozo. Fotografía 6.41



Fotografía 6.41: Pórtico Utilizado para Colocación de la Campana.

6.2.2 ENSAMBLAJE DEL SISTEMA DE DESCARGA DEL BIOGÁS

Una vez concluido el tiempo de retención establecido teóricamente se procedió a construir la tubería que conducirá el biogás hacia los equipos (cocina, calentadores), se utilizó tubo de $\frac{1}{2}$ " acoplado a uno de las tomas de la campana Fotografía 6.42, en la tubería colocamos el filtro para eliminar el S_2H el cual está construido por una unión de 4" y dos reducciones de 4" a $\frac{1}{2}$ " dentro de este colocamos viruta metálica oxidada, que ayudara a eliminar este gas, Fotografía 6.43 seguidamente colocamos las tomas para los diferentes equipos para su posterior funcionamiento Fotografía 6.44



Fotografía 6.42: Colocación de la Tubería para la Salida del Biogás.



Fotografía 6.43: Construcción del Filtro para Eliminación de S_2H



Fotografía 6.44: Toma de Salida de Biogás a un Calentador

6.3. PRUEBA DE FUGAS DEL SISTEMA

Esta prueba consiste en comprobar si el gasómetro tiene alguna fuga en alguna de sus uniones de soldadura, para lo cual realizamos el siguiente procedimiento:

Al momento de colocar el gasómetro dentro del pozo, las tuberías de salida deben estar completamente cerradas, se lo deja asentar por unos 20 min y durante este tiempo comprobamos si el gasómetro baja, si es el caso de que el gasómetro comienza a bajar de forma constante se debe observar donde es la fuga para su posterior sellado utilizando una solución jabonosa. Si no es el caso se procede a abrir la llave y dejamos asentar la campana.

Después del tiempo de retención y una vez obtenido el biogás debemos comprobar que no existan fugas por la tubería por la cual es conducido el biogás a los equipos, utilizamos agua con jabón y la colocamos en cada una de las uniones, codos y te que excitan a lo largo de esta.

6.4. DIAGRAMAS DE FLUJO

6.4.1 DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA CONSTRUCCION DEL POZO

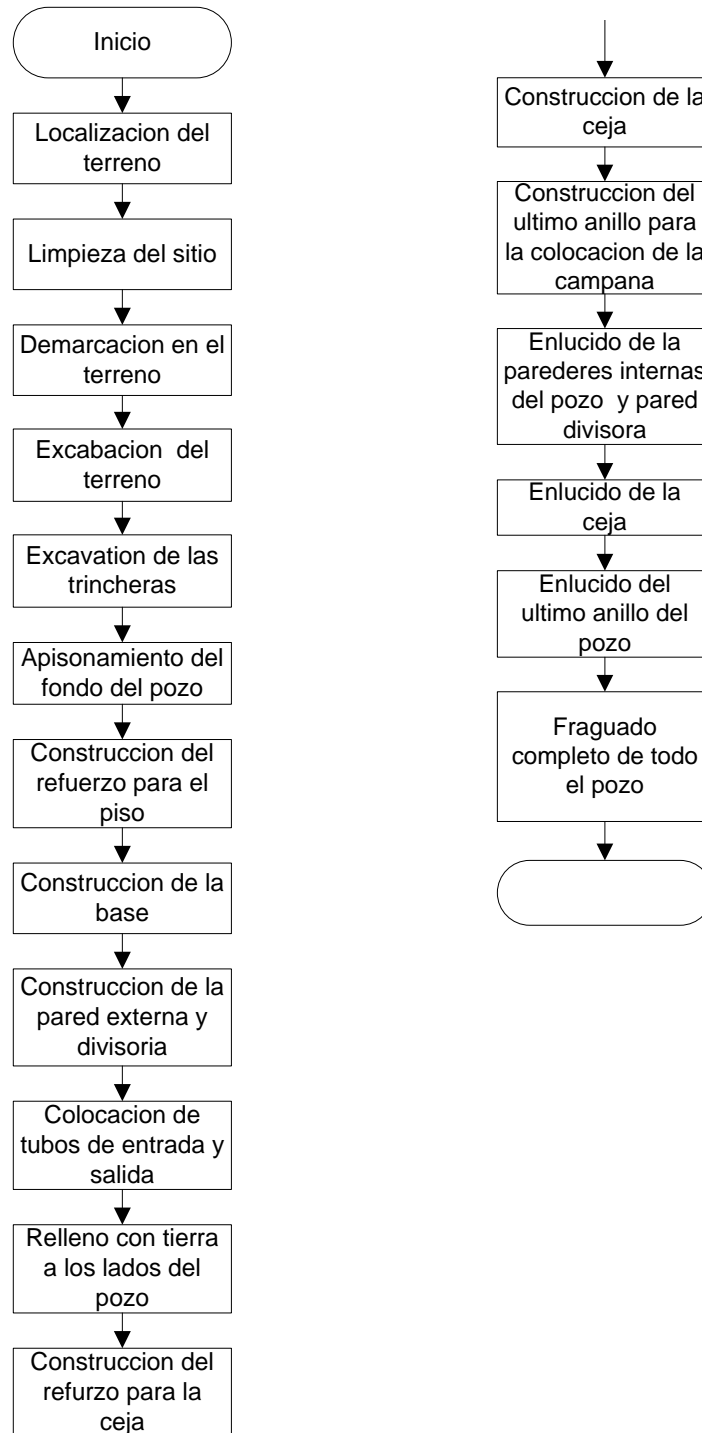


Diagrama de Flujo 6.1. Construcción Del Pozo.

6.4.2 DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA CONSTRUCCION DEL TANQUE DE CARGA

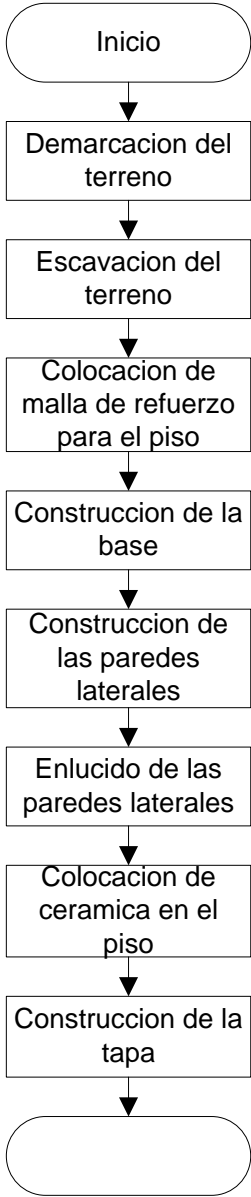


Diagrama de Flujo 6.2. Construcción del Tanque de Carga.

6.4.3 DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA CONSTRUCCION DEL TANQUE DE DESCARGA

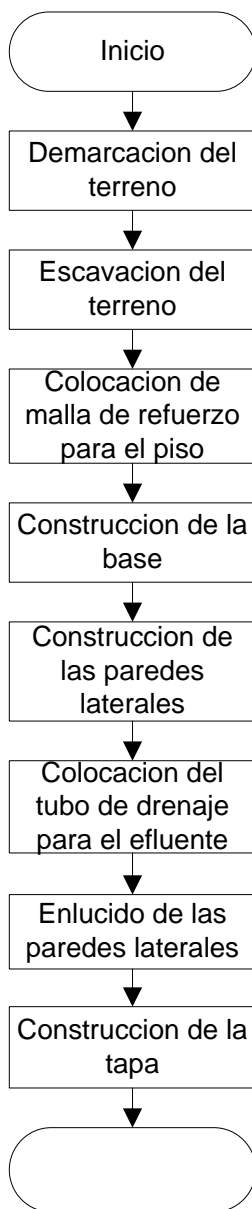


Diagrama de Flujo 6.3. Construcción del Tanque de Descarga.

6.4.4 DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA PRUEBA DE IMPERMEABILIZACIÓN DEL BIODIGESTOR

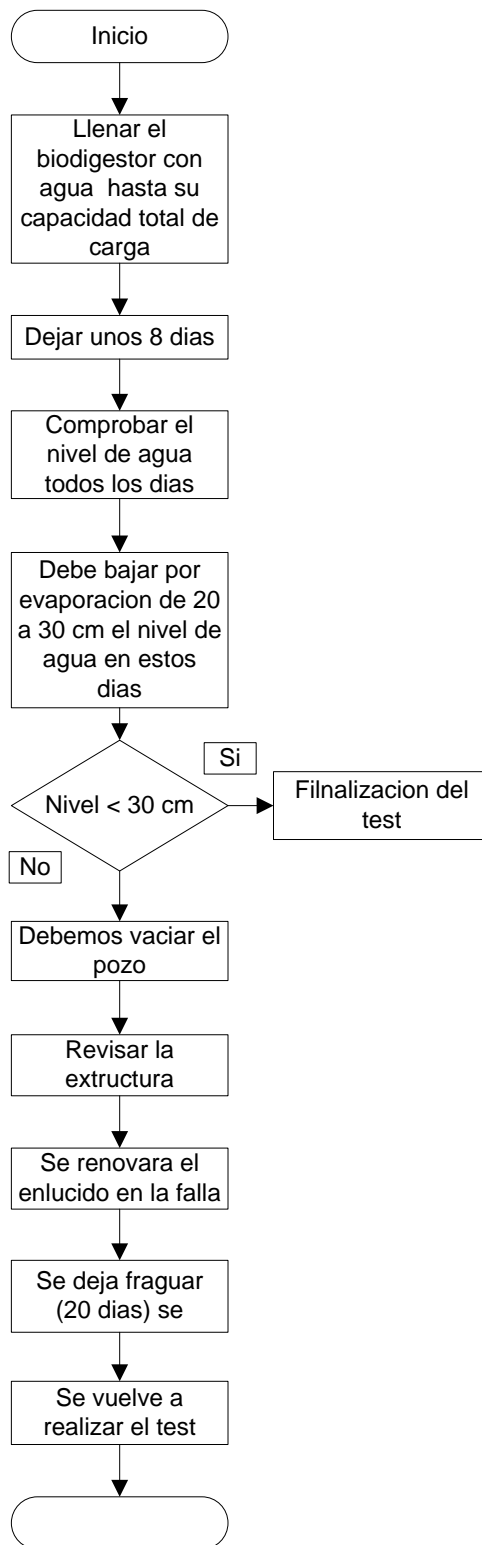


Diagrama de Flujo 6.4. Prueba de Impermeabilización del Biodigestor.

6.4.5 DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA CONSTRUCCION DEL GASÓMETRO

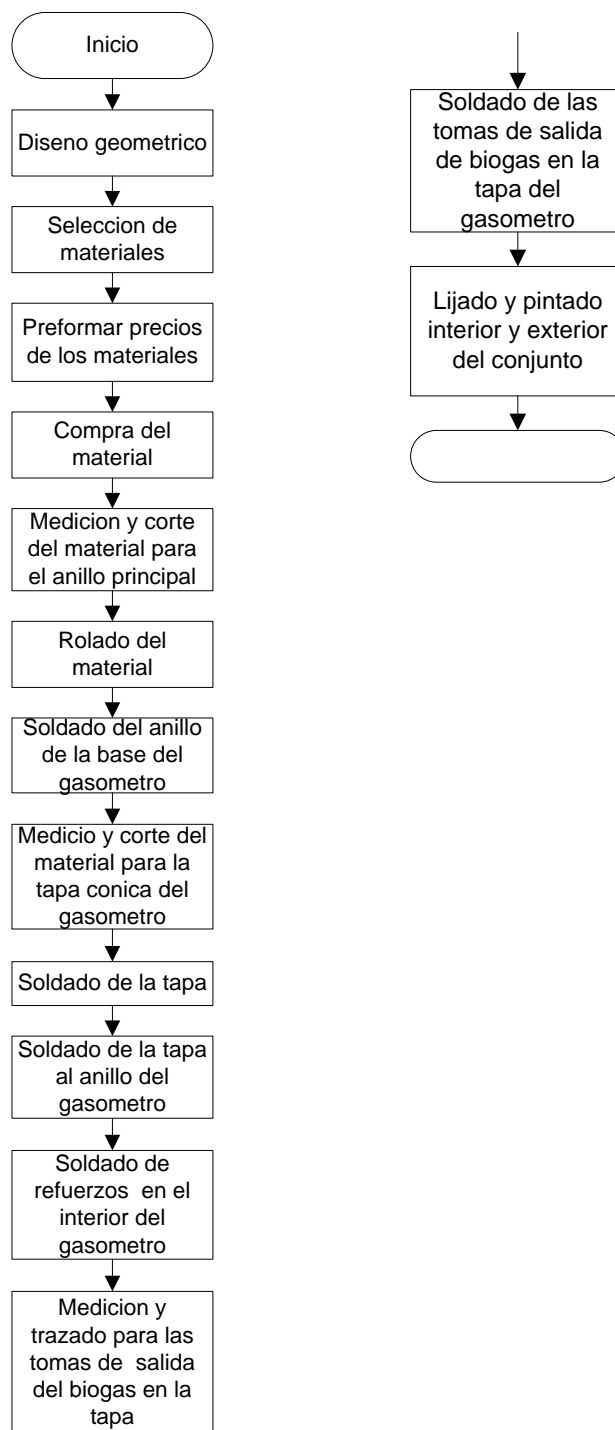


Diagrama de Flujo 6.5. Construcción del Gasómetro.

6.4.6 DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA CONSTRUCCION DE LA VALVULA DE SEGURIDAD

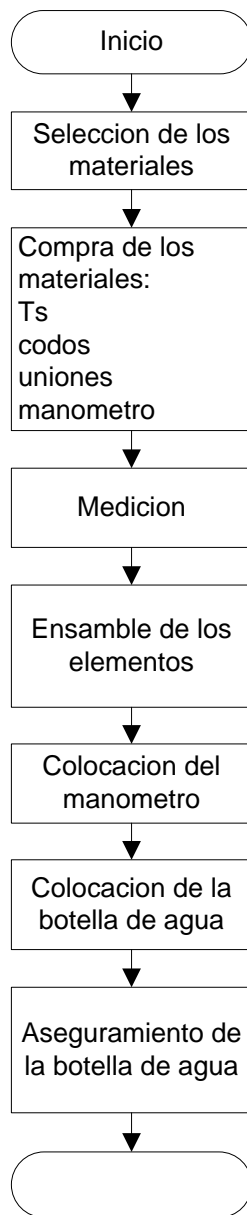


Diagrama de Flujo 6.6. Construcción de la Válvula de Seguridad.

6.4.7 DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA CONSTRUCCION DE LA TUBERIA PARA LA SALIDA DEL BIOGAS

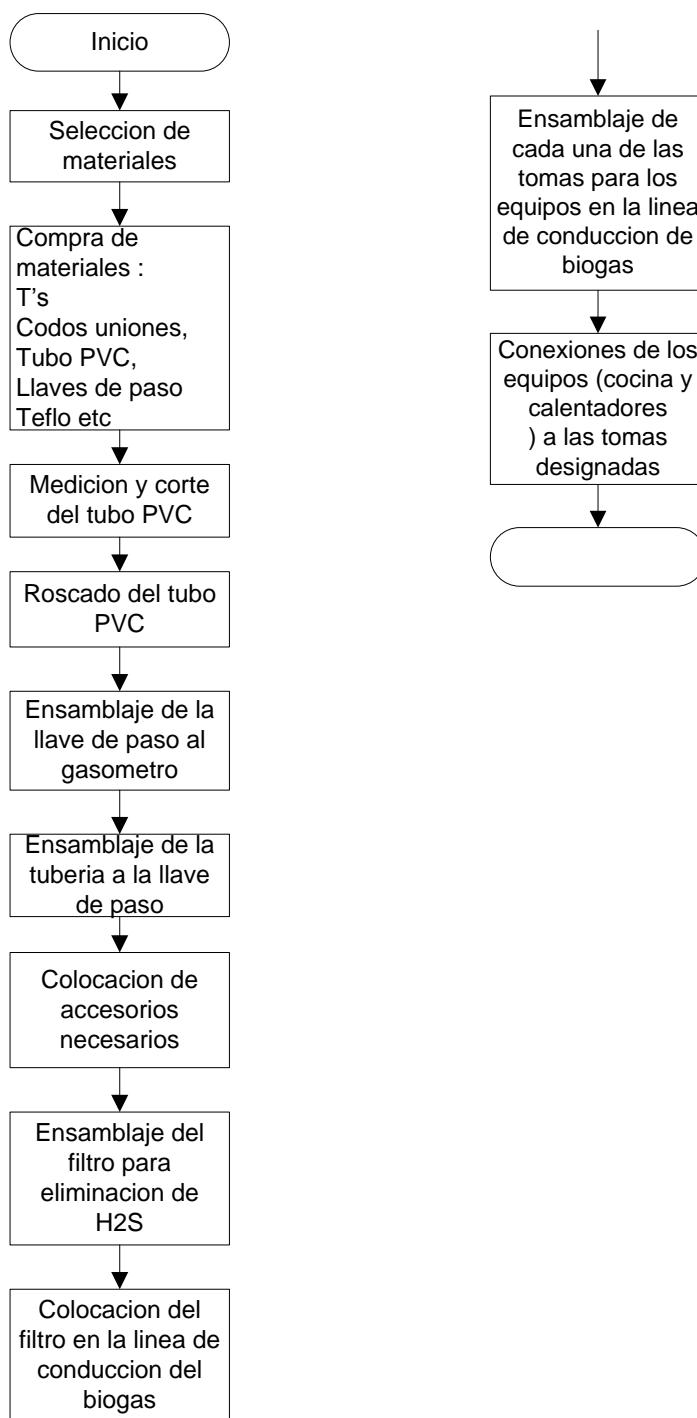


Diagrama de Flujo 6.7. Construcción de la Tubería de Salida de Biogás.

6.4.8 DIAGRAMA DE FLUJO PARA EL MANEJO DE PRODUCTOS OBTENIDOS

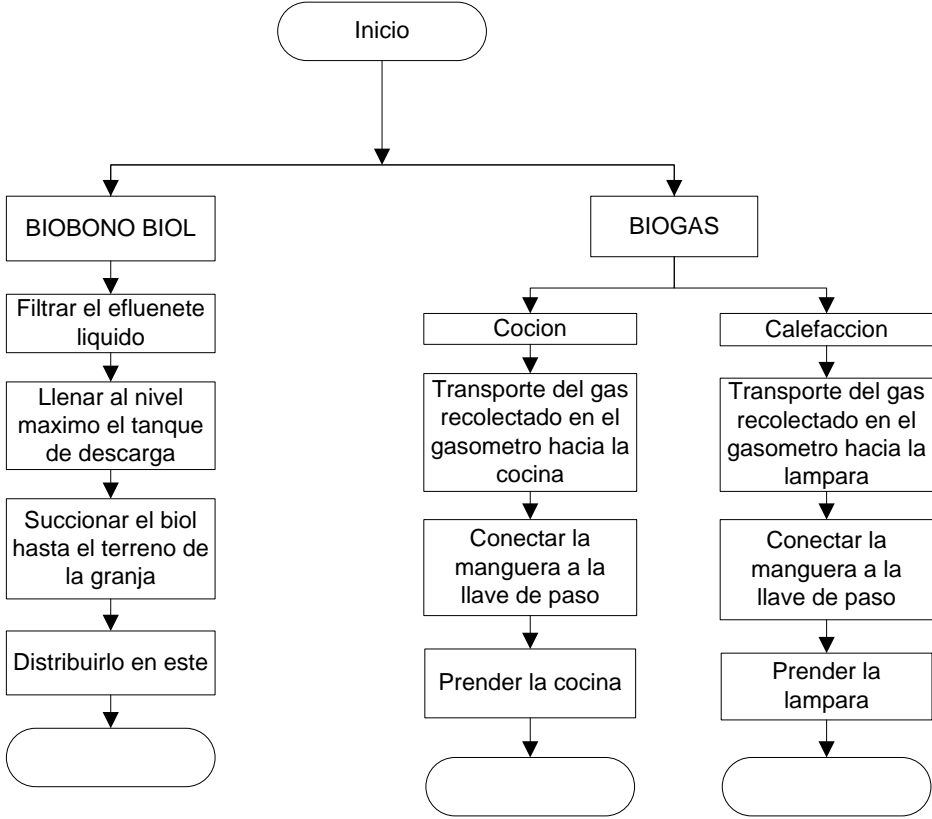


Diagrama de Flujo 6.8. Manejo de Productos Obtenidos

6.5. DIAGRAMA DE PROCESOS

PROCESO PARA LA CONSTRUCCION DEL BIODIGESTOR

6.5.1 PROCESO PARA LA EXCAVACIÓN DEL POZO



Diagrama 6.1: Proceso para la escavacion del pozo

6.5.2 PROCESO PARA LA CONSTRUCCION DE LA BASE DEL POZO

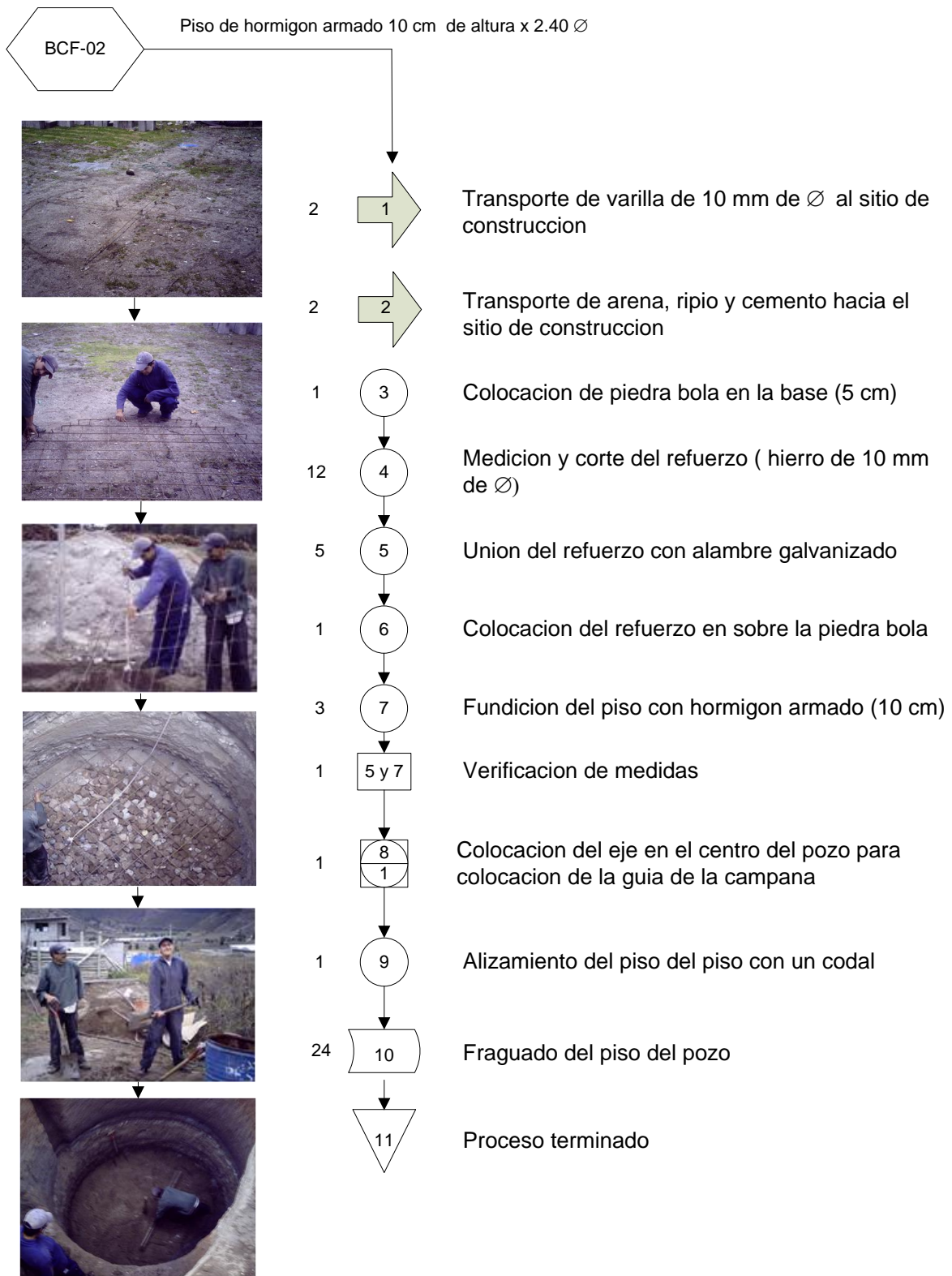


Diagrama 6.2: Proceso para la construccion de la base del pozo

6.5.3 PROCESO PARA LA CONSTRUCCION DE LA PARED EXTERNA Y DIVISORA



Diagrama 6.3: Proceso para la construccion de la pared externa y divisora

6.5.4 PROCESO PARA LA CONSTRUCCION DE LOS TANQUES DE CARGA Y DESCARGA



Diagrama 6.4: Proceso para la construccion de los tanques de carga y descarga

6.5.5 PROCESO PARA LA CONSTRUCCION DEL GASÓMETRO



Diagrama 6.5: Proceso para la Construcción del Gasometro

6.5.6 PROCESO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA VALVULA DE SEGURIDAD

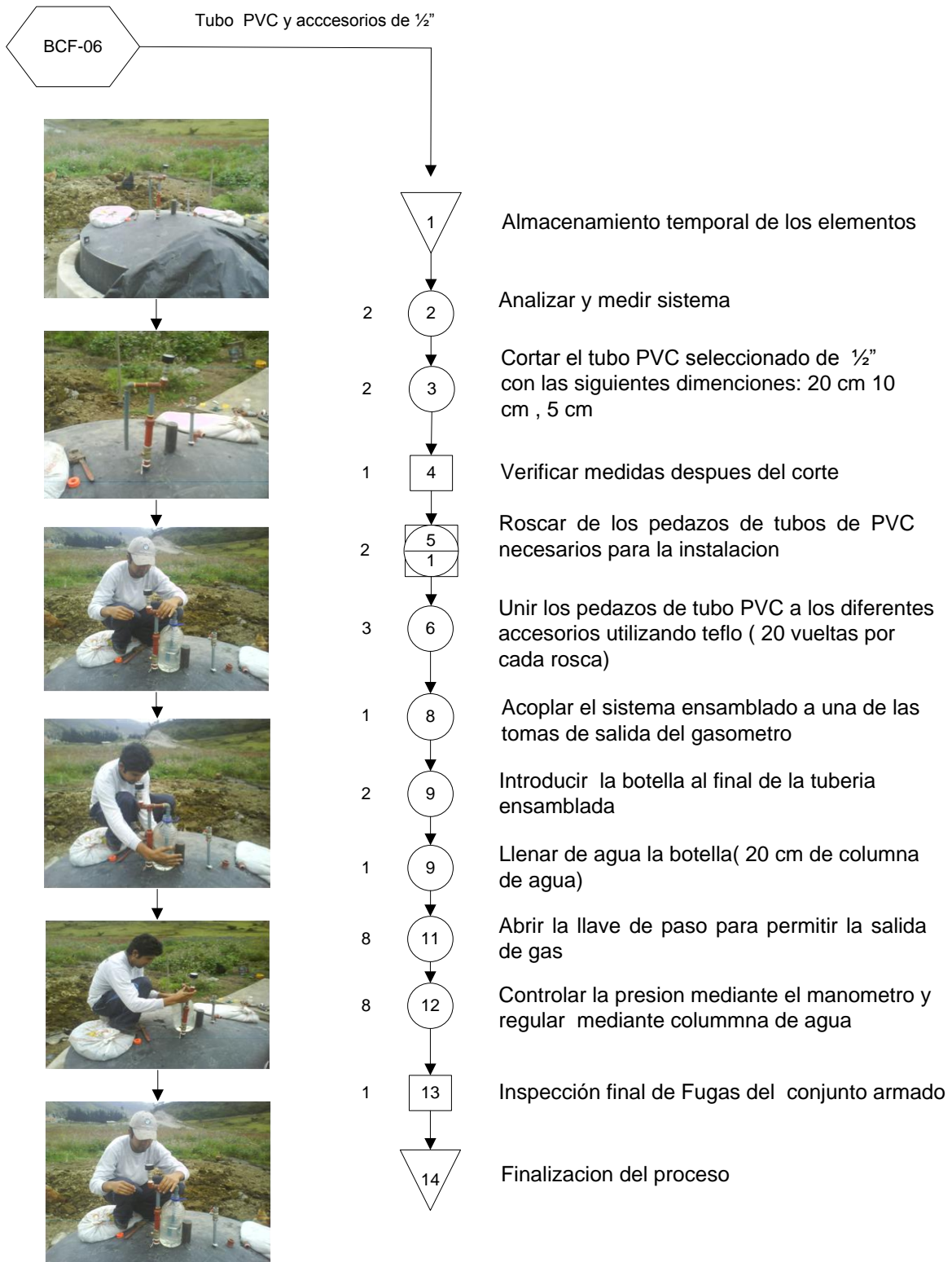


Diagrama 6.6: Proceso para la construccion de la valvula de seguridad

6.5.7 PROCESO PARA EL ENSAMBLAJE DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL BIOGÁS Y FILTRO DE ELIMINACIÓN DE H₂S HACIA LOS EQUIPOS

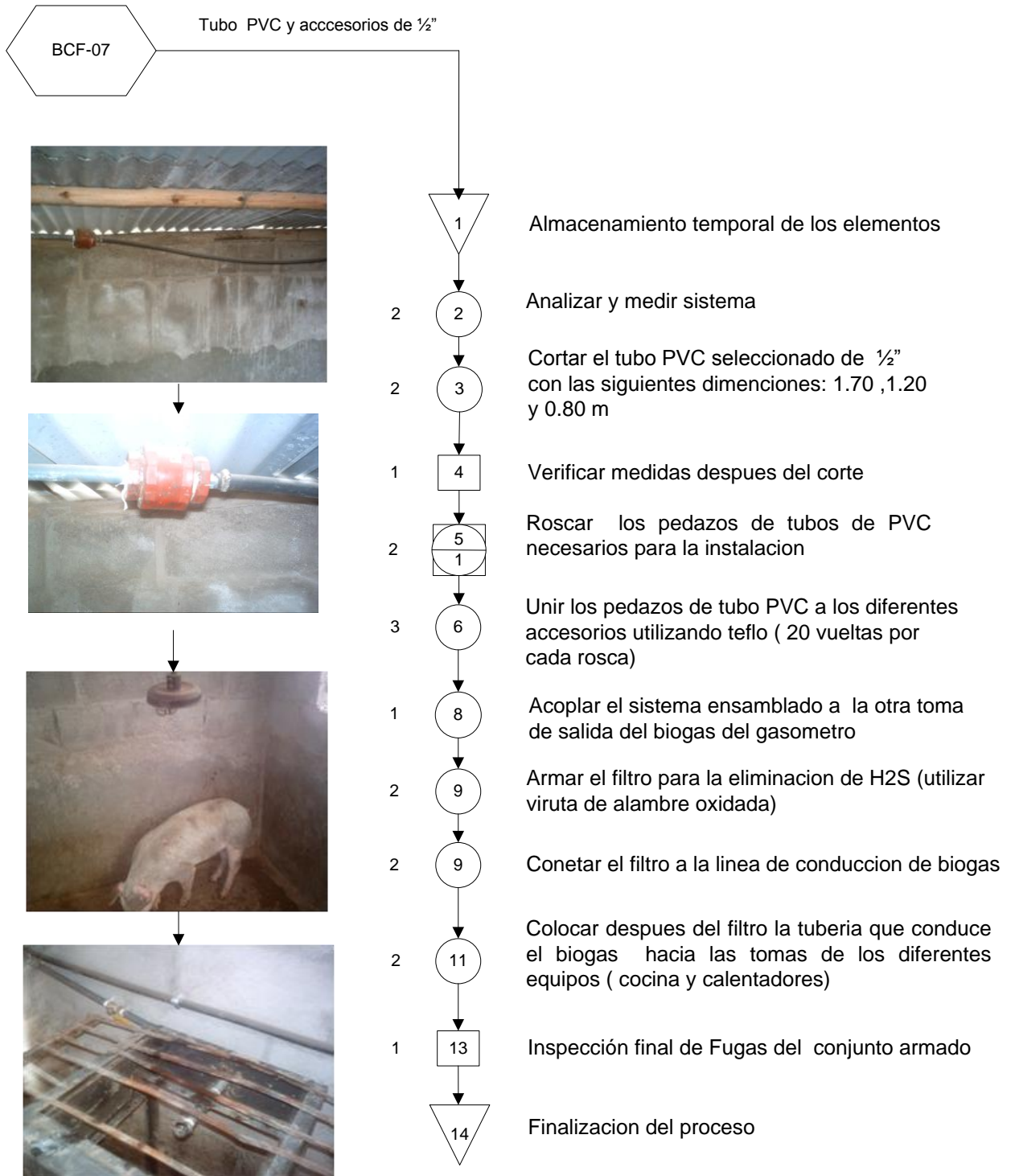


Diagrama 6.7: Proceso para el ensamblaje de la linea de conduccion de biogas y filtro de H₂S hacia los equipos