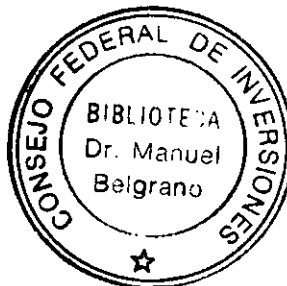


O/H 22212
629

43326

PROGRAMA DESARROLLO DE PEQUEÑAS COMUNIDADES

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES



**PROYECTO, CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN
MARCHA DE UN BIODIGESTOR**

Informe Final

PROVINCIA DEL CHACO

AGOSTO de 1999

Dr. Ángel ROZAS

GOBERNADOR DE LA PROVINCIA DEL CHACO

Sr. Oscar DUDIK

MINISTRO DE LA PRODUCCIÓN
DE LA PROVINCIA DEL CHACO

Ing. Agr. Carlos Ernesto DELLAMEA

DIRECTOR DE AGRICULTURA
DE LA PROVINCIA DEL CHACO

Ing. Juan José CIÁCERA

SECRETARIO GENERAL DEL
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Ing. Ramiro OTERO

DIRECTOR DE PROGRAMAS
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Lic. Ricardo GONZÁLEZ ARZAC

JEFE ÁREA INFRAESTRUCTURA SOCIAL
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Ing. Eduardo Santiago GROPELLI

EXPERTO

INDICE GENERAL

- 01. Introducción**
- 02. Antecedentes Históricos**
- 03. Consideraciones Técnicas Generales**
- 04. Autoabastecimiento Energético con Recursos Renovables**
- 05. Etapas de la Digestión Anaeróbica**
- 06. Características de los Productos Obtenidos**
- 07. Factores que Inciden en la Digestión Anaeróbica**
- 08. Parámetros a Considerar para el Diseño de un Biodigestor**
- 09. Características Principales de los Biodigestores**
- 10. Diseño Adoptado para la Experiencia Piloto**
- 11. Generación de Biogas y Equivalencia con Otros Combustibles**
- 12. Consumo de Diferentes Artefactos Domésticos.**
- 13. Dimensionamiento del Equipo Piloto**
- 14. Productor Seleccionado para el Desarrollo de la Instalación Demostrativa.**
- 15. Instalación y Puesta en Marcha del Biodigestor**
- 16. Cómputo de Materiales y Mano de Obra para la Construcción “Artesanal” del Equipo Piloto.**
- 17. Instalación “Tipo” de Cañerías y Artefactos para el Consumo de Biogas.**
- 18. Detalle de la Puesta en Marcha de un Biodigestor Anaeróbico.**
- 19. Reunión con Productores de la Zona.**
- 20. Conclusiones y Perspectivas Futuras**
- 21. Alternativas para Diseños más Económicos**
- 22. Bibliografía**
- 23. Anexo**

01. Introducción:

En cada oportunidad que se reúnen expertos, en encuentros nacionales o internacionales, sobre temas de población y calidad de vida, se repiten constantemente las aseveraciones para América Latina, respecto a la migración de poblaciones rurales hacia la periferia de los mayores centros poblados.

Estas poblaciones rurales emigran, como alternativa de salvación, ante la falta de posibilidades e incentivos para subsistir y desarrollar su grupo familiar en su hábitat de origen.

La ciudades, con la reducción de los espacios, solo permite el desarrollo humano para quienes pueda realizar una trabajo calificado, donde los componentes principales corresponden a la aplicación de intelecto y tecnología, ya sea en la educación, el comercio, o la industria.

Son justamente los grupos humanos de origen rural, que deben migrar hacia las ciudades los que los que más sufren la inserción, dado que desaparecen los espacios necesarios que les permita concretar actividades para su desarrollo “autosustentable”, como ser la cría de pequeños animales, trabajos en huertas y chacra.

Con muy buen criterio, la **Dirección de Agricultura de la Provincia del Chaco** ha desarrollado el presente proyecto demostrativo, con el objetivo de aportar propuestas que permitan elevar la calidad de vida del pequeño productor rural, facilitando su permanencia en el ámbito rural.

Concretamente la alternativa de producir un combustible gaseoso (biogas), a partir de residuos orgánicos, para ser utilizados en los diversos artefactos domésticos de uso común puede significar un decisivo aporte al bienestar de la población rural.

Asimismo, la obtención de un residuo estabilizado con excelentes propiedades como abono orgánico, puede contribuir a mejorar la productividad, mejorar las condiciones de saneamiento, logrando degradar mediante el biodigestor, todos los residuos de comidas, estiércol que se encuentren cada explotación rural.

02. Antecedentes Históricos :

La digestión anaeróbica es un proceso biológico realizado por bacterias, que existen en la naturaleza desde unos 3.500 millones de años atrás, cuando la atmósfera exenta de oxígeno, estaba compuesta por nitrógeno, dióxido de carbono, argón y vapor de agua.

El producto de esta digestión es una mezcla de gases, cuyo principales componentes son el metano (CH_4) y el anhídrido carbónico (CO_2).

Esta mezcla de gases se produce en forma natural a partir de los diversos residuos de naturaleza vegetal.

En 1630 Von Humboldt reportó la existencia de un gas combustible producido en los intestinos de las animales, durante la putrefacción de los alimentos.

Luego Shirley en 1667, descubrió que en los pantanos se producía un gas combustible y lo llamó “gas de los pantanos”.

Pero fue Alessandro Volta en 1776 el primero en reconocer la relación entre este “gas de los pantanos” y la vegetación en descomposición en el fondo de estos, y en lagos también.

En 1790 Joseph Priestley, reconoce propiedades combustibles en el gas de los pantanos.

En 1804 John Dalton, establece la primera fórmula química del gas de los pantanos y lo asocia con el gas metano.

En 1808 Sir Humphey Davy colectó el biogas e inició la experimentación que puede considerarse como el principio de la investigación en este campo, sin embargo no estaba enfocado a resolver problemas energéticos, sino hacia la producción agrícola.

En 1883-1884 Pasteur y Gayón, su colaborador, concluyeron que la fermentación de estiércol en ausencia de aire, producía un gas que podía ser usado para calefacción e iluminación.

En 1896 el biogas fue utilizado en el alumbrado de una calle de Exeter, Inglaterra, siendo esta su primera aplicación importante.

En 1920 Imhoff, motivado por razones sanitarias, indirectamente, pone a punto un método para la fabricación continua de metano, introduciendo periódicamente una cantidad de sustancias orgánicas, en una masa de fermentos anaeróbicos en actividad. Este fue el principio de la utilización de las aguas servidas de los conglomerados urbanos con fines energéticos. Las primeras instalaciones, para extracción de biogas a partir de aguas servidas, se construyeron en Alemania, Francia y Países Bajos.

Entre 1933-1939 Buswell desarrolló, en la Universidad de Illinois, trabajos experimentales en digestión de residuos animales y agrícolas, realizando aplicaciones en granjas agropecuarias.

El método se difundió por el mundo, particularmente en los Estados Unidos, donde esta tecnología evolucionó rápidamente, al punto de que en 1939 se tenía en Lansing, Michigan, una planta para tratamiento de las aguas servidas de la ciudad que generaba suficiente combustible para cubrir las necesidades energéticas de la planta, más la calefacción de los locales de sus oficinas.

La India es una de las Naciones que más investigaciones ha realizado sobre este sistema, contando desde el año 1939 con la Gobar Gas Research Station, bajo la dirección de Ing. Ram Bux Sing, dedicada exclusivamente a la investigación de los sistemas de producción de Biogas, diseño de digestores, gasómetros, distribución y artefactos para uso de este nuevo combustible, que ha venido a reemplazar los tiempos en que el estiércol se secaba al sol y se quemaba para la cocción de los alimentos.

Durante la segunda guerra mundial, el sistema de producción de biogas tuvo gran difusión en Europa, especialmente en Italia y Francia, en este último país Duchellier e Isman profesores de la Escuela Nacional de Agricultura en Argelia, inscribieron en 1942 una patente de una instalación productora de gas con estiércol o “gaz du fumier”.

Posteriormente, terminada la guerra, la disponibilidad de combustibles convencionales produjo el desinterés por este sistema, por la evidente comodidad de la distribución en las ciudades del gas natural, supergas, u otros combustibles fósiles.

Este influjo se hace sentir en la Argentina, el Dr. Bernardo Mácola, profesor de la Universidad de Córdoba, concretó una serie de experiencias sistemáticas, utilizando diversos vegetales empleándolos solos, o bien combinados con estiércol vacuno o caballar. Cada experiencia fermentativa se llevó a cabo durante períodos variables de tiempo, que se iniciaron en el país a fines de 1949 y se prolongaron hasta principios de 1955. Es de destacar al Dr. B. Mácola como un pionero en la investigación de la fermentación metanogénica en el país.

Paralelamente se crea en la Prov. de Córdoba una compañía dedicada a la construcción de equipos destinados a producir luz, calefacción y fuerza motriz en las casas de campo, utilizando residuos de granja como materia prima para generar el metano requerido para dichos usos.

La mencionada compañía fundada en la ciudad de Córdoba, se denominaba “Ultra-Gas” y los equipos productores se ofrecían con el nombre de “Equipos Agro-Gas”. Los equipos funcionaban por el sistema de cargas por “lotes” en una serie de dos o tres cubas de hormigón enterradas en el suelo y cubiertas mediante una tapa metálica, con cierre hidráulico, donde además se tenía la salida para la recolección del biogas producido. De esta experiencia quedan restos de instalaciones, una en uso actualmente en la localidad de Humboldt (prov. de Santa Fe, en la propiedad del Sr. Gustavo Meier, que se construyera a principios de los años cincuenta como un experiencia demostrativa para la zona.

Contemporáneamente, en diversas viviendas del Delta del Paraná, se realizan experiencias de aprovechamiento del biogas producido en las profundidades del suelo del lugar y encontrado al perforar pozos para obtener agua potable.

Una experiencia se refiere a la quinta del Sr. Alfredo Duclós, en el arroyo Torito, al ser perforado un pozo para agua. Simultáneamente se supo que el poblador V. Hietaba, de origen finlandés, sobre la ribera del Paraná-Guazú usaba el biogas a la manera de los campesinos de la región de los pantanos de Finlandia. Un Sr. Werner von Staszewsky, de arroyo Felicaria, ensayó una instalación más racional, juntamente con otros pobladores del Delta, desarrollándose así varios tipos de instalaciones, que en aquel tiempo Gas del Estado examinó, para tener en cuenta algunas medidas de seguridad. El gas metano se encontraría en el Delta a una profundidad de 12 m, pero se han encontrado acumulaciones de gas a 18 m, 24 m y hasta 30 m. Generalmente de los pozos de mayor profundidad, cuando se da con un yacimiento, surge el metano con mayor presión.

Entre 1956 a 1960 se desarrolla investigación y aplicación de tecnología de biogas a pequeña y mediana escala en China e India.

La República Popular China, tiene una población de 1.100 millones de habitantes en un 80 % habitando en zonas rurales, en pequeñas aldeas de 200 a 300 personas, dedicándose a la agricultura, ganadería y pequeñas industrias locales.

La estructura del consumo energético está constituido en un 66% de leña y paja de cereales, 26% de carbón y 8% de otras energías. En la zona rural la energía se utiliza en un 95% para la cocción de los alimentos calculándose un consumo de 4.500 Kcal./día por familia. La disponibilidad de recursos no alcanza a cubrir estos requerimientos mínimos, existiendo un déficit de 1.000 Kcal/día por familia. Esta necesidad de energía ha provocado la tala indiscriminada de bosques y la destrucción del reciclado orgánico con el consiguiente deterioro de los suelos de cultivo. Este fenómeno ha provocado un gran deterioro en los suelos, inundaciones y alta erosión.

Frente a tal panorama el estado, que suministra solo el 13% de la demanda de energía, decide encarar la solución a través del estudio y difusión de la energías alternativas. La producción de biogas cobra importancia relevante dado que:

- Se genera en el mismo lugar la energía necesaria.
- Las materias primas se encuentran en el mismo lugar (estiércol de animales y humano, restos vegetales).
- Se soluciona el problema sanitario, al permitir el tratamiento de los desechos humanos de las letrinas.
- Se facilita e impulsa el reciclado de la materia orgánica en el lugar.

La difusión de esta alternativa de generación de energía con biogas puede dividirse en varias etapas. Las primeras experiencias son realizadas por una Compañía de Shanghai la cual tiene escasa repercusión.

Entre los años 1968-1974 se realizan los primeros planes de difusión masiva construyéndose 230.000 biodigestores. En el quinquenio 75-80 se realiza una gran etapa de construcción con más de 3,5 millones de biodigestores. Esta etapa se caracterizó por un gran aporte por parte del Estado, la cual absorbía prácticamente la totalidad del costo de los equipos y una fuerte campaña publicitaria. Las plantas construidas en esta época se caracterizaron por una mala calidad de la construcción y un importante número de digestores fueron abandonados, creando un cierto descreimiento entre la población.

Se realiza una importante revisión de la metodología utilizada. Con la experiencia adquirida se inicia en 1980 una nueva etapa, en la cual se hace hincapié en la calidad de la construcción, la operación y el mantenimiento. El gobierno deja de subsidiar los biodigestores, limitándose al apoyo técnico; quedando el costo de las nuevas instalaciones prácticamente a cargo de los agricultores; provocando una merma en el número de plantas construidas, lográndose 820.000 para el quinquenio 80-85, pero con un alto porcentaje de biodigestores en correcto funcionamiento.

En el diseño difundido se buscó lograr el máximo ahorro en materiales debido a su costo y a la escasez de los mismos sin tener en cuenta la mano de obra empleada; llegándose a un diseño totalmente enterrado, realizado en ladrillo o cemento y con una capacidad de seis (6) a ocho (8) metros cúbicos. Estos digestores no son calefaccionados y en zonas templadas y frías en invierno bajan los rendimientos, llegándose a obtener solo 0,15 m³ a 0,35 m³ de biogas por m³ de Biodigestor por día. El biogas generado es utilizado fundamentalmente en la cocción de alimentos y como complemento a las otras fuentes de energía.

A partir de 1973 con la crisis del petróleo se inicia un desarrollo más intenso para la aplicación del biogas como combustible alternativo. En América Latina, Méjico, Brasil y Guatemala llevaron adelante programas de difusión de digestores en el medio rural.

Como se puede apreciar, el primer interés que tuvo la digestión anaeróbica fue para el tratamiento de aguas servidas, sin importar mucho la generación de gas y lodos orgánicos estabilizados. Posteriormente se utilizó para la generación de abonos complementarios, no importando mucho la obtención de gas. Finalmente, a partir de la crisis en los precios del petróleo el interés se ha concentrado en la generación del biogas; lo que ha llevado a la aplicación intensiva de digestores en el área rural y a desarrollar investigaciones orientadas hacia nuevos procesos, con mayor eficiencia en la producción del gas metano.

En el inicio de la década de los ochenta se llevan a cabo investigaciones y ensayos en el Dto. de Ingeniería Rural de INTA-Castelar (Prov. de Buenos Aires), según el plan de trabajos N°37:2327, que lleva a la obtención de datos de redimiendo en biogas de diferentes estiércoles, como así mismo el ensayo de distintos tipos de biodigestores y alternativas tecnológicas para la producción de biogas.

03. Consideraciones Técnicas Generales :

Este interesante proceso de descomposición de la materia orgánica compleja (celulosa, carbohidratos, almidón, proteínas, etc.) que produce biogas combustible con 60 % de metano y aproximadamente el 40 % de dióxido de carbono, se perfila como una alternativa tecnológica apropiada, que puede ser utilizada para beneficio del hombre y su medio ambiente, al transformar residuos orgánicos en un combustible renovable (biogas) y un residuo estabilizado que constituye un buen fertilizante orgánico.

El líquido residual de la fermentación es un abono de superior calidad que el estiércol original, el cual resulta de gran aporte a los suelos degradados.

En el medio rural habitualmente se producen acumulaciones de residuos orgánicos (estiércol), como consecuencia de la crianza de animales (con encierros nocturnos), desechos orgánicos domiciliarios (residuos de cocina), de plantaciones de arboles frutales y de cosechas en general.

Si la materia orgánica se estabiliza con un tratamiento previo, como el que se puede realizar con el biodigestor, podrá disponerse sobre el suelo en una proporción mucho mayor que la materia orgánica fresca, pues al estar estabilizada no se producirán reacciones de acidificación en el suelo. Además dentro del biodigestor el biogas que se genera se compone de sustancias elementales que contienen solo carbono, hidrógeno, oxígeno y trazas de azufre. Permaneciendo todos los nutrientes que poseían los residuos en el líquido residual; en condiciones asimilables directamente por los vegetal; conteniendo elementos tales como Nitrógeno, Fósforo y Potasio esenciales para el desarrollo equilibrado de los distintos cultivos.

04. Autoabastecimiento Energético con Recursos Renovables:

La alternativa del autoabastecimiento energético de comunidades rurales o grupos familiares aislados es factible, teniendo en cuenta que puede lograrse complementando el uso de

los distintos residuos orgánicos disponibles, con la biomasa necesaria generada mediante un cultivo destinado a ese fin.

El sorgo “granífero”, como también el sorgo “escobero” se presentan como el cereal adecuado para generar la biomasa necesaria, que luego mediante digestión anaeróbica pueda transformarse en la cantidad de combustible gaseoso que satisfaga las necesidades básicas de una comunidad. Su bajo costo y la certeza de su buen rendimiento en la zona, lo ubica como un recurso renovable que puede ser destinado a la generación de la mencionada fuente alternativa de energía.

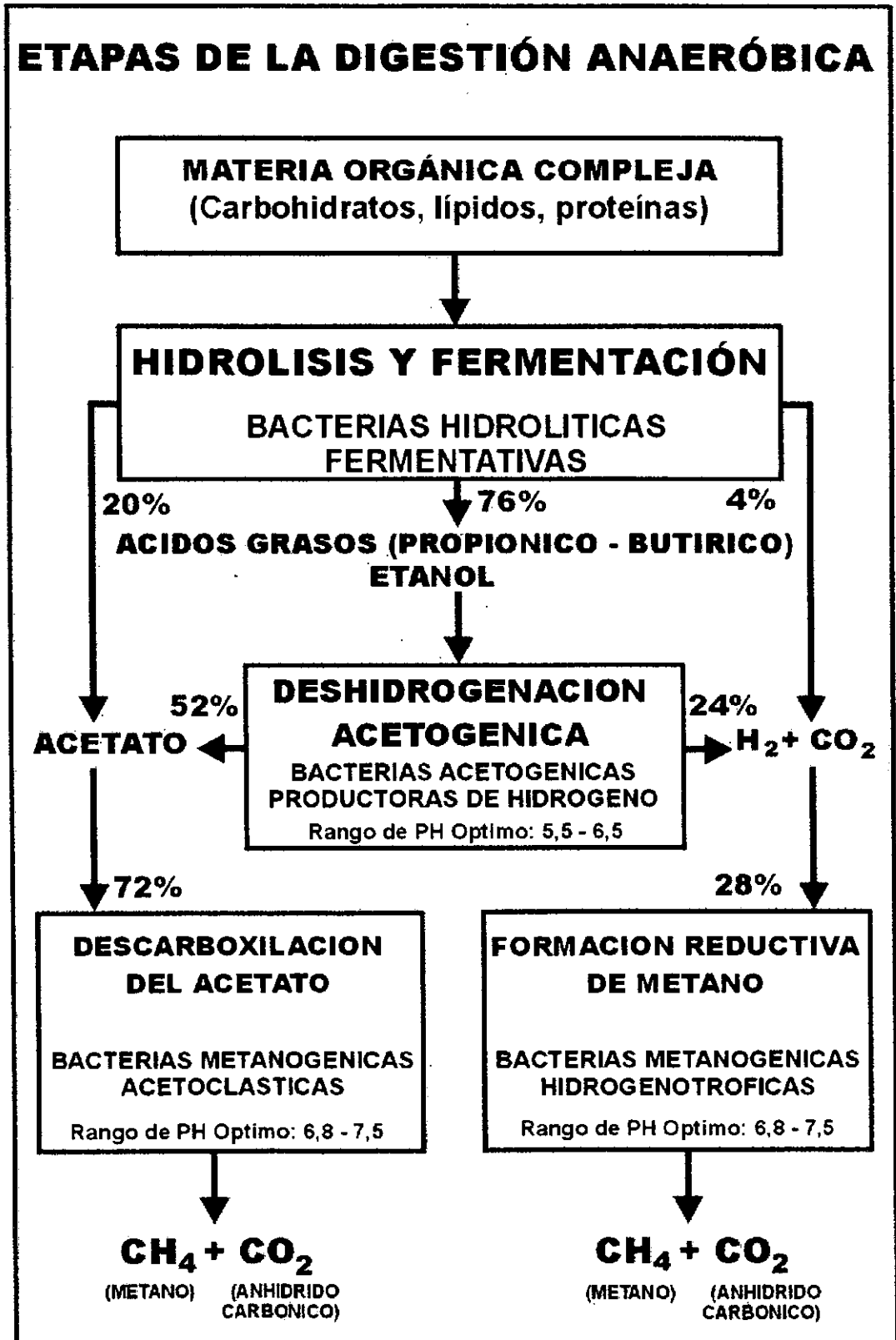
05. Etapas de la Digestión Anaeróbica :

La degradación de la materia orgánica se inicia con una “etapa fermentativa”, donde un amplio grupo de microorganismos facultativos, principalmente bacterias celulolíticas, actúa sobre los polímeros orgánicos desdoblándolos enzimáticamente en los correspondientes monómeros o fragmentos más sencillos. Estos experimentan a continuación procesos de fermentación ácida que originan diferentes intermediarios, principalmente acetatos, propionatos y butiratos, y en menor proporción dióxido de carbono e hidrógeno.

También actúan bacterias “acetogénicas” productoras de hidrógeno, las cuales a partir de ácido propiónico y otros ácidos de cadena más larga, producen acético, dióxido de carbono e hidrógeno.

Finalmente un grupo de bacterias “metanogénicas”, estrictamente anaeróbicas, actúan sobre los productos resultantes de las etapas anteriores y los transforma en metano. Se estima que aproximadamente el 70 % del metano producido procede de la descarboxilación del ácido acético.

La generación final de metano se debe a una asociación sintrófica de las bacterias productoras de hidrógeno de la etapa acidogénica con las consumidoras de hidrógeno de las metanogénicas.



06. Características de los Productos Obtenidos:

Biogas: Es un gas combustible cuyo poder calorífico oscila entre los 5.000 y 5.500 Kcal/m³ debido a las variaciones en el contenido de metano. La composición del Biogas es la siguiente:

Metano	55 a 70 %
Dióxido de Carbono	30 a 40 %
Anhídrido Sulfuroso	menor a 1 %
Hidrógeno	1 a 3 %

Abono: Puede llegar a tener más importancia que el biogas como enmienda orgánica de suelos, estabilizado no presenta olor y tiene características similares al humus. Los principales componentes minerales que contiene son:

Nitrógeno	2 a 7 %
Fósforo	1 a 2 %
Potasio	0,8 a 1,2 %

07. Factores que Inciden en la Digestión Anaeróbica:

Material de Carga: Los biodigestores pueden ser alimentados con todo tipo de residuo orgánico que pueda disponerse. A fin de caracterizar estas materias primas para el posterior diseño y manejo de los biodigestores, ha sido de gran utilidad la estimación de los siguientes parámetros:

- Contenido de Sólidos Totales (ST): Definido como la cantidad de sólidos secos totales respecto al peso de la muestra fresca, secada en estufa a 105 °C, hasta peso constante.
- Contenido de Sólidos Volátiles (SV): Se define como la materia orgánica volatilizada respecto al peso de sólido seco, calcinado a 550-600 °C hasta peso constante.

Otras características que deben considerarse, que deterioran la calidad de la materia prima, es la presencia de antibióticos, detergentes, o alto porcentaje de lignina en la constitución del residuos a emplear.

En función de la composición de cada residuo se obtendrán distintos valores de rendimiento o conversión de materia orgánica en biogas, según se detalla a continuación:

DESECHOS ORGANICOS APROVECHABLES			
Tipo de Residuo	Producción de Biogas (Lt Biogas / Kg. Fresco)	Contenido de Sólidos (% de S.T.)	Contenido de Materia Orgánica Volátil (% de S.V.)
Estiércol Vacuno	15 - 40	20,00	83,00
Estiércol Porcino	50 - 70	18,00	80,00
Estiércol Aviar Parrillero	30 - 50	35,00	66,00
Estiércol Aviar Ponedoras	35 - 55	35,00	90,00
Desechos de Huerta	39 - 63	11,00	94,20
Residuos Amilaceos ó Azucarados (Papas, Mandioca, Remolacha)	100	18,00	94,00
Residuos de Comida	75-120	19,60	90,60
Sorgo Granífero	550	96,00	98,00

Relación Carbono/ Nitrógeno: Prácticamente toda materia orgánica es capaz de producir biogas al ser sometida a la fermentación anaeróbica, pero la calidad y cantidad del biogas producido dependerá de la composición del desecho utilizado.

RELACION CARBONO:NITROGENO DE DIVERSOS DESECHOS			
Material	Porcentaje de Nitrógeno (Base Seca)	Porcentaje de Carbono (Base Seca)	Relación C/N
Estiércol Bovino	1,70	30,6	18:1
Estiércol Equino	2,30	57,6	25:1
Estiércol Ovino	3,80	83,60	22:1
Estiércol Porcino	3,80	76,0	20:1
Estiércol Aviar	6,30	50,0	08:1
Paja de Trigo	0,53	46,0	87:1
Paja de Arroz	0,63	42,0	67:1
Rastrojo de Maíz	0,75	40,0	53:1
Hojas Secas	1,00	41,0	41:1
Rastrojo de Soja	1,30	41,0	32:1

El carbono y el nitrógeno son fuentes principales de alimentación de las bacterias formadoras de metano; el carbono es fuente de energía y el nitrógeno contribuye a la formación de

nuevas células. Estas bacterias consumen treinta (30) veces más carbono que nitrógeno, por lo que la relación óptima de estos elementos en la materia prima debe ser de $C/N = 30$.

Entre las materias primas más utilizadas en la generación de biogas, los desechos de animales (estiércoles) tienen una relación menor que la óptima. En cambio los residuos de tipo agrícola tienen generalmente relaciones C/N muy altas. Por lo tanto a fin de balancear estos componentes se aconseja la mezcla de desechos de animales y vegetales, en las proporciones necesarias.

Concentración de la Carga al Biodigestor : Toda materia orgánica está compuesta con un importante cantidad de agua y una fracción sólida, denominada concentración de sólidos totales (ST).

Experimentalmente se ha llegado a la conclusión que trabajando con mezclas que contengan entre 7% y 9% de sólidos totales, permite obtener los mejores resultados en la digestión anaeróbica. Pero en el caso de utilizar estiércol aviar únicamente para alimentar el biodigestor, debe disminuirse la concentración de la carga a un 6% de concentración de sólidos, debido a la cantidad de amoníaco que contiene el mismo, pudiendo ser tóxico para la flora microbiana.

Para calcular el volumen de agua necesaria para diluir la materia prima, hasta la proporción necesaria, es imprescindible estimar el contenido de sólidos del residuo a utilizar. En el caso común del estiércol bovino fresco, que contiene entre un 17% al 20 % de sólidos totales (ST), se deberá agregar entre 1 a 1,5 litros de agua por cada Kg. de estiércol fresco, a fin de obtener una mezcla con 8% de sólidos totales.

Medición del PH: El rango de trabajo de las bacterias metanogénicas se encuentra entre 6,50 a 7,50, o sea un medio prácticamente neutro.

El PH se mantendrá en ese rango solo si el biodigestor está operado correctamente. Si se pierde el equilibrio y los valores superan un PH mayor de 8,0 indica una acumulación excesiva de compuestos alcalinos, un PH inferior a 6,0 indica una descompensación entre la fase acidogénica (más rápida) y la metanogénica, pudiéndose bloquear esta última.

Los biodigestores “acidificados” pueden volverse a estabilizar luego de un prolongado período. Por esta razón se aconseja evitar el aumento repentino de la velocidad de carga, evitar los cambios bruscos de temperatura dentro del biodigestor, y evitar introducir compuestos tóxicos (como ser estiércol de animales tratados con antibióticos, residuos con herbicidas, etc.)

Para ayudar a mantener y/o corregir un PH ácido se puede adicionar cal o agua de cal.

Temperatura: El proceso se lleva a cabo satisfactoriamente en dos rangos bien definidos, entre 15°C a 37°C, para el rango de bacterias mesófilicas, y entre 55°C a 60°C para el rango termofílico. Sin embargo para que las bacterias trabajen en forma óptima, se requiere mantener la

temperatura lo más constante posible, es decir sin saltos bruscos de temperatura durante el día. El proceso fermentativo anaeróbico no genera una cantidad apreciable de calor, por lo tanto las temperaturas mencionadas deben lograrse desde el exterior.

El proceso mesofílico es más estable, y más adecuado para utilizar en el medio rural, con biodigestores de pequeño volumen y bajo costo para una escala familiar.

El proceso termofílico presenta ventajas para los casos de grandes instalaciones, donde el volumen de material a digerir es muy grande, y en consecuencia con mayores temperaturas se obtiene mayor conversión de materia orgánica en biogas y velocidad generación, resultando volúmenes de menores de digestores y compensando la mayor tecnificación para el control de la temperatura..

Como regla general una variación de unos dos grados en pocas horas influye negativamente en la producción y estabilidad del biodigestor.

En el caso de regiones frías, conviene aislar el digestor, calefaccionar la alimentación, agregando agua caliente al realizar la mezcla del residuo cuando se prepara la alimentación. También se puede colocar el digestor dentro de un invernadero.

Es preferible trabajar a menores temperaturas, si resulta difícil mantener valores elevados cercanos a 35°C, pero con una mayor estabilidad en el proceso.

Nivel de Amoníaco: Este parámetro se debe tener en cuenta especialmente en el caso de residuos con alto contenido de amoníaco, como ser el estiercol aviar. Para un correcto funcionamiento de los digestores debe mantenerse un nivel por debajo de los 2.000 mg/Lt, para evitar inhibición de la flora microbiana. Esto se logra diluyendo la alimentación la alimentación.

Agitación: La generación del biogas depende fundamentalmente del íntimo contacto entre bacterias, la materia prima en degradación y los compuestos intermedios producto de las diferentes etapas del proceso fermentativo, que permiten la obtención del biogas (metano y anhídrido carbónico).

En consecuencia la agitación de la masa en digestión es sumamente beneficiosa para el buen funcionamiento del proceso. Con biodigestores operando en el nivel mesofílico se requiere una leve agitación, siendo suficiente un movimiento intermitente realizada con algún elemento mecánico.

En el caso de instalaciones que trabajan a nivel termofílico, la agitación debe ser continua para mantener una temperatura uniforme en todo el reactor. Esta operación puede realizarse, mediante reciclo del contenido del digestor por bombeo, agitación mecánica mediante paletas; recirculación de biogas comprimido, con un compresor adecuado, desde la parte superior hacia fondo del tanque.

08. Parámetros a Considerar para el Diseño de un Biodigestor:

Volumen del Biodigestor: Se lo define como el volumen ocupado por la biomasa en digestión; representa el volumen efectivamente útil para realizar la biodigestión. Se lo expresa normalmente en metros cúbicos.

Volumen de Gasómetro: Indica el valor máximo de almacenamiento de biogas que puede contener este reservorio. Su capacidad dependerá de las necesidades particulares de cada proyecto en función de la distribución de los consumos durante el día.

Por ejemplo, un consumo importante o de “pico” en un momento del día obliga a sobredimensionar la capacidad de almacenamiento para cubrir esta demanda puntual. En general el almacenamiento es un factor que aumenta el costo de la instalación en relación a la capacidad de generación diaria del biodigestor. Se expresa la capacidad del gasómetro en metros cúbicos (m³) de biogas.

Volumen de Carga: Representa el volumen total de material orgánico diluido con el agua necesaria, ya listo para ser introducido al biodigestor.

Tiempo de Retención: Indica el tiempo en días que se deja el material dentro del biodigestor, para que en las condiciones ambientales del lugar (temperatura, vientos, etc.) pueda degradarse y lograrse la estabilización (humificación) de la biomasa en digestión.

Velocidad de Carga : Representa la cantidad de materia orgánica que se introduce por unidad de volumen de biodigestor por día. Se lo expresa habitualmente como Kilogramos de Sólidos Volátiles (Kg. S.V.) por metro cúbico (m³) por día.

En resumen: Kg. SV /m³*día. Este parámetro es muy importante pues determina la capacidad de tratamiento de residuos del biodigestor y el rendimiento en biogas en función de la temperatura.

09. Características Principales de los Biodigestores:

Dentro de los distintos diseños desarrollados, se pueden citar como más relevantes:

Tipo “Chino”: (con una experiencia de 7.700.000 equipos), el cual se caracteriza por construirse totalmente subterráneo, en mampostería, y sin gasómetro. Esto determina que la acumulación del biogas se produzca por aumento de presión y desplazamiento, hacia una cámara de descarga, de una parte del contenido interior del biodigestor. Esta alternativa requiere una mano de obra experta en su construcción para evitar que mediante un revoque interior impermeable no escape biogas hacia la atmósfera, con la consecuente pérdida de parte de la producción diaria.

Tipo “Hindú”: (con más de 300.000 equipos funcionando), que han tenido también muchísima difusión por su sencillez de construcción, y diseño mejorado, fundamentalmente debido a la incorporación de un gasómetro de presión constante sobre la misma cámara de digestión. Esto permitió contar con presión constante para la alimentación de los consumos en todo momento.

En Anexo, se presentan detalles constructivos de estos dos tipos de biodigestores.

10. **Diseño Adoptado para la Experiencia Piloto:**

Para el presente emprendimiento, y con el objeto de obtener las ventajas de los dos diseños más tradicionales, se adoptó la construcción de un digestor cerrado, con agitación mecánica manual y un gasómetro separado para la acumulación de una buena cantidad del biogas producido, a presión constante, y ser consumido en momentos claves (cocción de alimentos, etc.).

Para la construcción del cuerpo del biodigestor se utilizó un tanque conformado en polietileno por “rotomoldeo”, disponible en el mercado para almacenamiento de agua, con un volumen total de 2.500 Lt (volumen útil de 2.200 Lt.). El gasómetro construido con dos tanques de P.R.F.V., uno externo de 1.000 Lt que contiene agua para permitir el sello hidráulico, y otro interno de 850 Lt. colocado “boca abajo” permite acumular el biogas que se produce. Una estructura de perfiles de aluminio conforman un sistema de guías, a fin de que el gasómetro suba y baje, en forma vertical, sin trabarse con el tanque externo.

En consecuencia, se aporta una alternativa prefabricada, con materiales durables y livianos (vida útil de 15-20 años) y se elimina toda posibilidad de pérdidas de líquido y biogas.

Los elementos que se describen a continuación conforman las partes principales de equipo :

Conducto de Carga: Está conformado por un embudo de PVC de 250 mm en su extremo exterior, reduciéndose hasta 110 mm en el sector de entrada hacia la cámara de digestión.

Cámara de Digestión: En esta cámara el material orgánico permanece un tiempo mínimo de 25 días, en el cual ocurre la degradación (entre 25°C a 36°C) con la consecuente liberación del biogas.

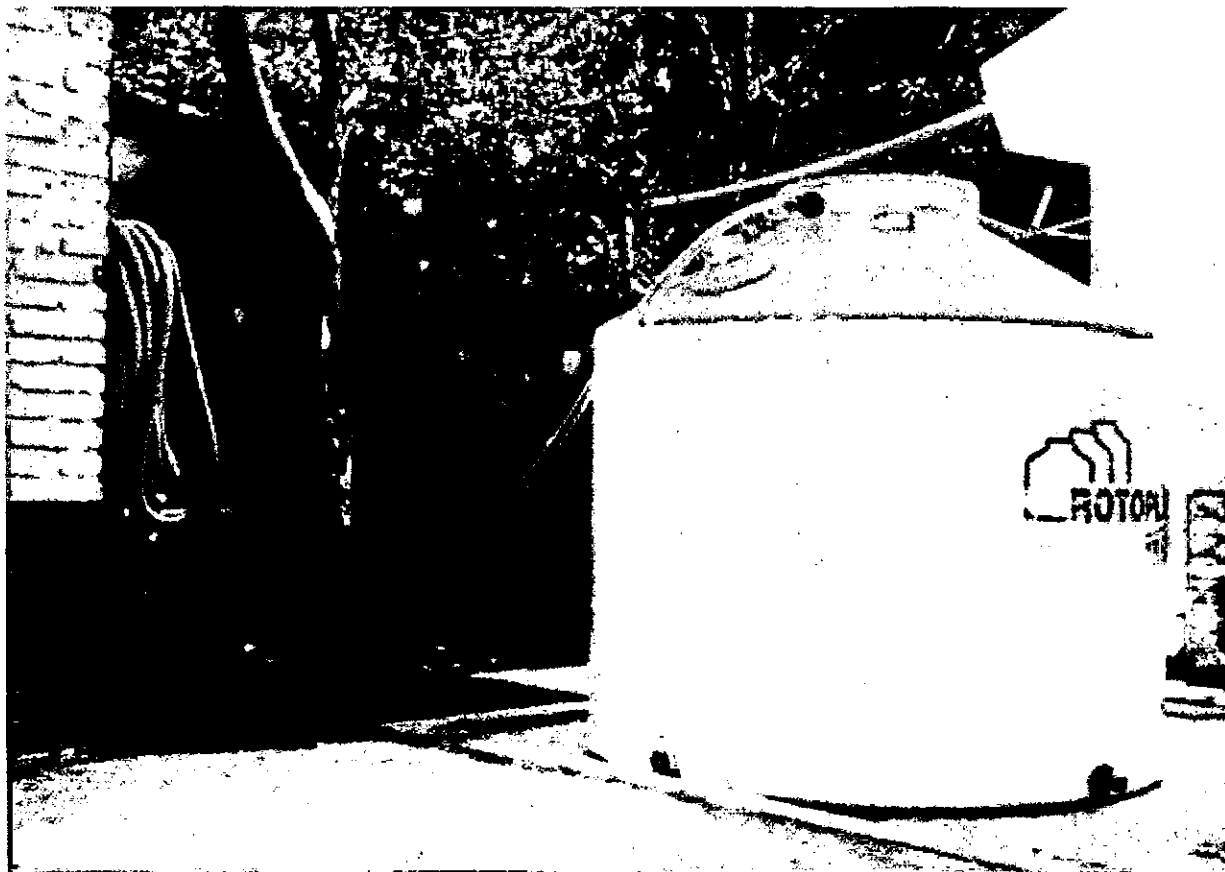
Agitador Manual: El equipo está provisto de un agitador tipo “hélice”, construido en chapa y caño de acero inoxidable, con accionamiento manual desde el exterior. Este dispositivo impide la formación de costras en la parte superior, facilita el desprendimiento del biogas, y la distribución de la carga fresca que ingresa en todo el volumen del digestor.

Conducto de Descarga: Permite la extracción del material digerido desde la cámara de digestión, por el principio de vasos comunicantes, simplemente sale por rebalse luego de introducida la carga fresca , desde el tercio superior del biodigestor.

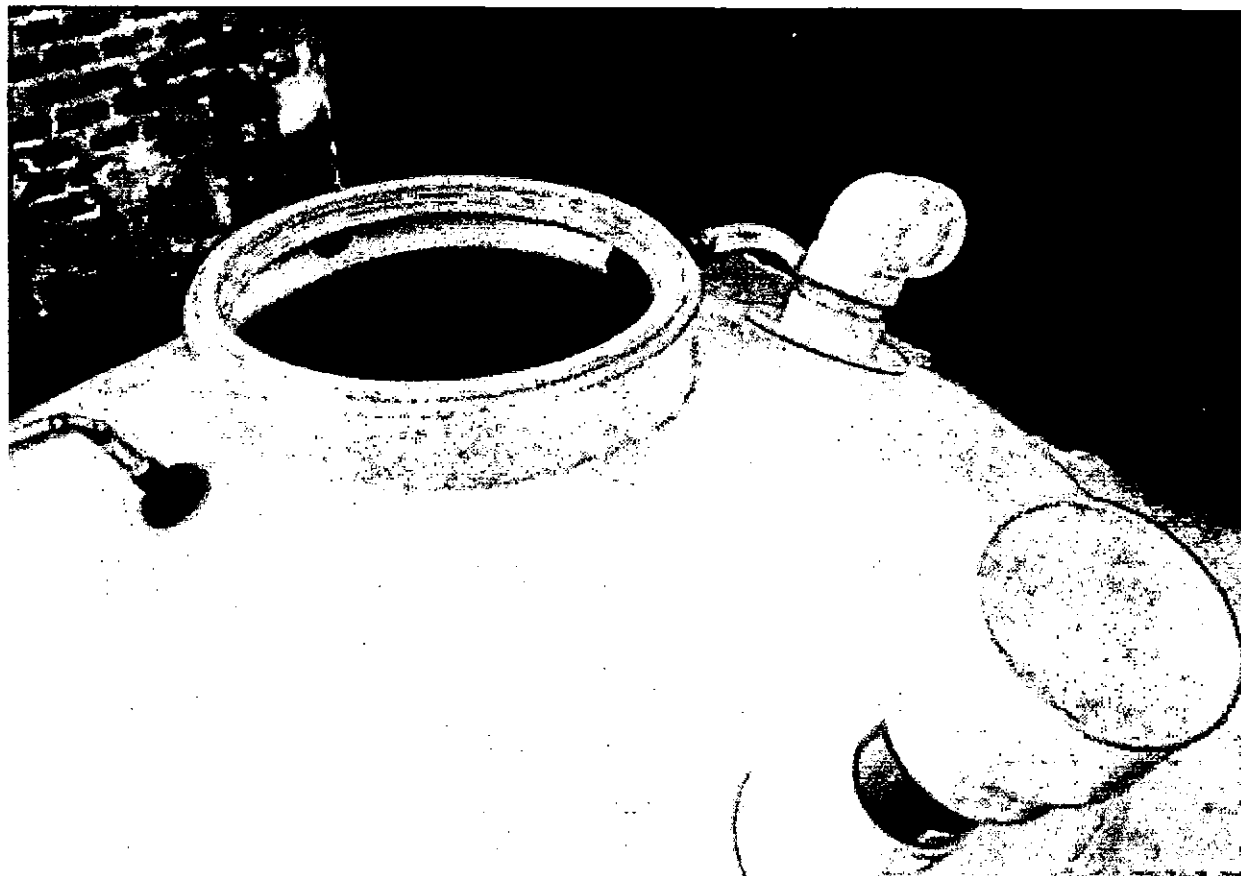
Gasómetro: Tiene por objeto actuar como pulmón en el almacenamiento de biogas en los momentos donde no existe consumo de gas, dado que la fermentación es un proceso continuo durante todo el día. En el diseño adoptado, el gasómetro se presenta como un equipo separado del biodigestor. Está construido con tanques de plástico reforzado con fibra de vidrio (P.R.F.V.), con guías en perfiles de aluminio, lo que le confiere una vida útil suficiente, al no tener problemas de corrosión .

Cañería de Distribución: Teniendo en cuenta la baja presión (10 cm de columna de agua) a la que trabaja el biodigestor, la distribución del biogas hacia los sectores de consumo se puede realizar con cañería plástica de polipropileno en 1", con uniones herméticas logradas con los habituales selladores para uniones roscadas de gas . En el punto más bajo de la cañería se coloca una trampa de agua, para retener y drenar el agua que pueda condensar dentro de la cañería.

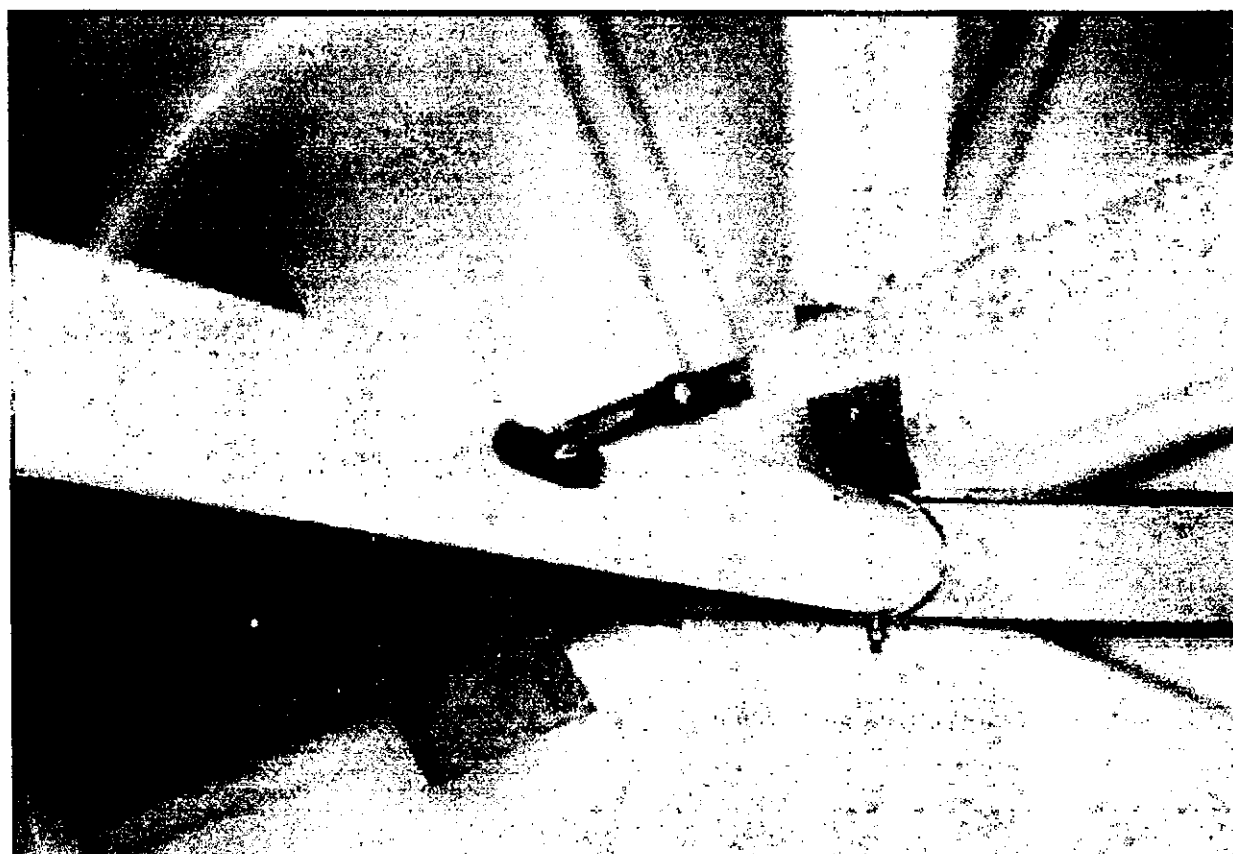
Biodigestor Construido con un Tanque de Polietileno, conformado por "Rotomoldeo"



Detalle de la Tapa Superior, Embudo de Carga, Agitador Manual, y Tubo de Descarga



Detalle del Agitador Mecánico, en Acero Inoxidable, con Accionamiento Manual



11. Generación de Biogas y Equivalencia con Otros Combustibles:

Se proyecta un equipo que pueda generar 2,00 m³ de Biogas por día, en condiciones promedio, exceptuando el período de invierno donde la producción puede mermar en un porcentaje que depende de las condiciones climáticas que puedan darse cada año. La mencionada producción de biogas equivale a 30 Kg. de Propano-Butano/Mes, con una producción promedio diaria de 1,0 Kg./día, para tomar como referencia a un combustible de amplio uso doméstico y disponible en gran parte del país.

La cantidad de residuos disponibles (estiércol, restos de comida, frutas no aprovechadas, etc.) pueden variar, según la época del año, el complemento en cada circunstancia se realiza aportando el grano disponible del sorgo “escobero”, a fin de lograr la generación promedio de biogas necesario.

A continuación se presentan equivalencias con combustibles factibles de sustituir por Biogas:

COMBUSTIBLE	Poder Calórico		Equivalencia con Biogas de 5.500 Kcal/m³
Gas Natural	9.300	Kcal / m ³	1,70
Gas Envasado Grado 1	12.013	Kcal / Kg.	2,18
Gas Envasado Grado 3	11.878	Kcal / Kg.	2,16
Leña Blanda	1.840	Kcal / Kg.	0,33
Leña Dura	2.300	Kcal / Kg.	0,42
Nafta	8.232	Kcal / Lt	1,50
Kerosene	8.945	Kcal / Lt	1,63
gasoil	9.211	Kcal / Lt	1,67
Fuel-Oil	10.300	Kcal / Kg.	1,87

12. Consumo de Diferentes Artefactos Domésticos :

Todos los artefactos de uso doméstico más corrientes, ya sea para gas natural, gas envasado o kerosene, pueden ser convertidos para consumir biogas, mediante la adaptación del quemador, modificando la apertura de la boquilla que maneja el caudal de gas a quemar y aumentando la sección de salida de mezcla aire/biogas.

El procedimiento consiste en realizar el ajuste de cada quemador de una manera artesanal, conociendo el principio de la combustión, y con cierta práctica y entrenamiento sobre este particular. Dependiendo de la presión de trabajo del biodigestor y la longitud de cañería utilizada

para cada caso en particular, el ajuste de cada quemador tendrá alguna diferencia entre uno y otro caso.

Con fines comparativos se presenta una tabla con consumos de diversos Artefactos Domésticos y la cantidad de Biogas necesario para satisfacer un buen funcionamiento:

COCINAS	Potencia Calorífica Kcal / Hora	Consumo de Biogas con (5.500 Kcal/m3) en M3/Hora Funcionamiento
Quemador Chico	1.000 – 1.250	0,18 – 0,23
Quemador Mediano	1.500 – 1.750	0,27 – 0,32
Quemador Grande	Min. : 2.000	0,36
CALEFONES	Potencia Calorífica Kcal / Hora	Consumo de Biogas Con (5.500 Kcal/m3) en M3/Hora Funcionamiento
Caudal de 8 Lt/min.	11.500 – 12.500	2,00 – 2,30
Caudal de 10 Lt/min.	13.250 – 14.250	2,40 – 2,60
Caudal de 12 Lt/min.	15.250 – 16.250	2,77 – 2,95
Caudal de 14 Lt/min.	19.500 – 20.500	3,54 – 3,72
Caudal de 16 Lt/min.	23.500 – 25.000	4,27 – 4,54
TERMOTANQUES	Potencia Calorífica Kcal/Hora	Consumo de Biogas Con (5.500 Kcal/m3) en M3/Hora Funcionamiento
Capacidad de 75 Lt	4.500	0,82
Capacidad de 120 Lt	5.000	0,91
Capacidad de 150 Lt	6.000	1,10
HELADERAS CON CICLO DE ABSORCION	Potencia Calorífica Kcal / Hora	Consumo de Biogas Con (5.500 Kcal/m3) en M3/Hora Funcionamiento
Marcha Normal Por Pie Cúbico(ft3) de Capacidad	138	0,025
Marcha al Máximo Por Pie Cúbico(ft3) de Capacidad	187	0,034

13. Dimensionamiento del Equipo Piloto:

Teniendo en cuenta que el consumo de gas se tiene en horarios bien acotados durante el día, (desayuno, almuerzo y cena) el gasómetro debe tener la suficiente capacidad de almacenaje para acumular la producción continua del biogas. Se toma como criterio de seguridad almacenar aproximadamente el 50 % del volumen generado en el día, por lo tanto el volumen total del gasómetro será de 0,80 m3.

El volumen del Biodigestor, debe tener un mínimo de 2,00 m³; dado que la fermentación se debe realizar a temperatura ambiente.

Por razones constructivas, facilidad de transporte, y montaje en zona rural, conviene implementar un diseño totalmente prefabricado.

Con el objeto de mantener la temperatura lo más estable y elevada posible durante los meses de invierno, conviene colocar todo el conjunto, en un sector ubicado hacia el norte de lugar, donde se tenga la mayor radiación solar durante el día, y protegido de los vientos del Sur.

14. Productor Seleccionado para el Desarrollo de la Instalación Demostrativa:

PROPIETARIOS	MARTINEZ, Mario Santiago D.N.I. 20.731.491 MARTINEZ, Miguel Gustavo D.N.I. 23.011.431
UBICACIÓN	Domicilio : Lote N° 128 , Colonia Sur Localidad : General San Martín Departamento : Gral. San Martín Provincia : CHACO
SUPERFICIE DISPONIBLE	Total : 28 Has. Agricultura : 14 Has. Ganadería : 6 Has.
AGUA DISPONIBLE	Consumo : Perforación propia Riego : Río de Oro
ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	Agricultura : Tabaco Criollo Correntino, 2 Has. Sorgo Escoba , 4 Has. Sementeras Bajas (Batata, Mandioca, Verdura de Hoja) 0,50 Has. Maíz (Choclo), Zapallo, 1 Ha. Ganadería : Vacunos 22, con Corral de encierro Cerdos, 2 madres y un padrillo Aves, (patos, pollos, guineas)
INFRAESTRUCTURA	Tres Galpones, con Techo de Paja Superficie : 20,00 m x 6,00 m
HERRAMIENTAS	Un Arado de Rejas, de tres elementos Una Rastra de Discos de 26 elementos Un Cultivador de 4 elementos Un Aporoador de 1 elemento Un Arado Mancera Un Arado Asiento Dos Mochilas, de 18 y 20 Litros. Una Sembradora de 2 Elementos.

De la visita realizada el día 28 de Abril próximo pasado, al Departamento San Martín, surgió como satisfactorio realizar la experiencia en el establecimiento rural que se describe a continuación, teniendo en cuenta las actividades productivas, las instalaciones disponibles y la predisposición demostrada a colaborar por parte de sus propietarios.

Resultará muy conveniente la concreción de esta instalación de tratamiento de residuos con generación de un combustible renovable, para que el productor rural verifique y comprenda que la problemática de los residuos orgánicos puede tener una solución integral, utilizando las alternativas que la misma naturaleza posee.

Asimismo, el uso de materias primas renovables (sorgo) para la generación de energía contribuye a la experiencia de comprobar que la naturaleza provee de los recursos necesarios para la supervivencia humana con prácticas de “desarrollo sustentable”.

Se ilustra a continuación las características del lugar seleccionado para realizar la experiencia demostrativa:

Vista General del Sector que ocupa la Vivienda Rural



Detalle de las Características Constructivas de la Vivienda Disponible



Detalle de la Vivienda Rural



Sector Adecuado para la Instalación del Biodigestor



15. Instalación y Puesta en Marcha del Biodigestor:

Durante los días 12 y 13 de Mayo próximo pasado se concretó la instalación de las cañerías, y la puesta en marcha del equipo biogasificador, inoculándose con 175 Lt de barros digeridos activos provenientes desde otro equipo en funcionamiento.

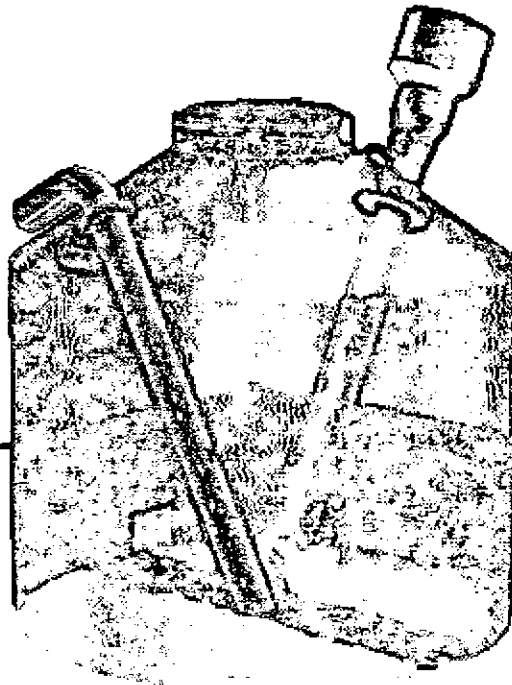
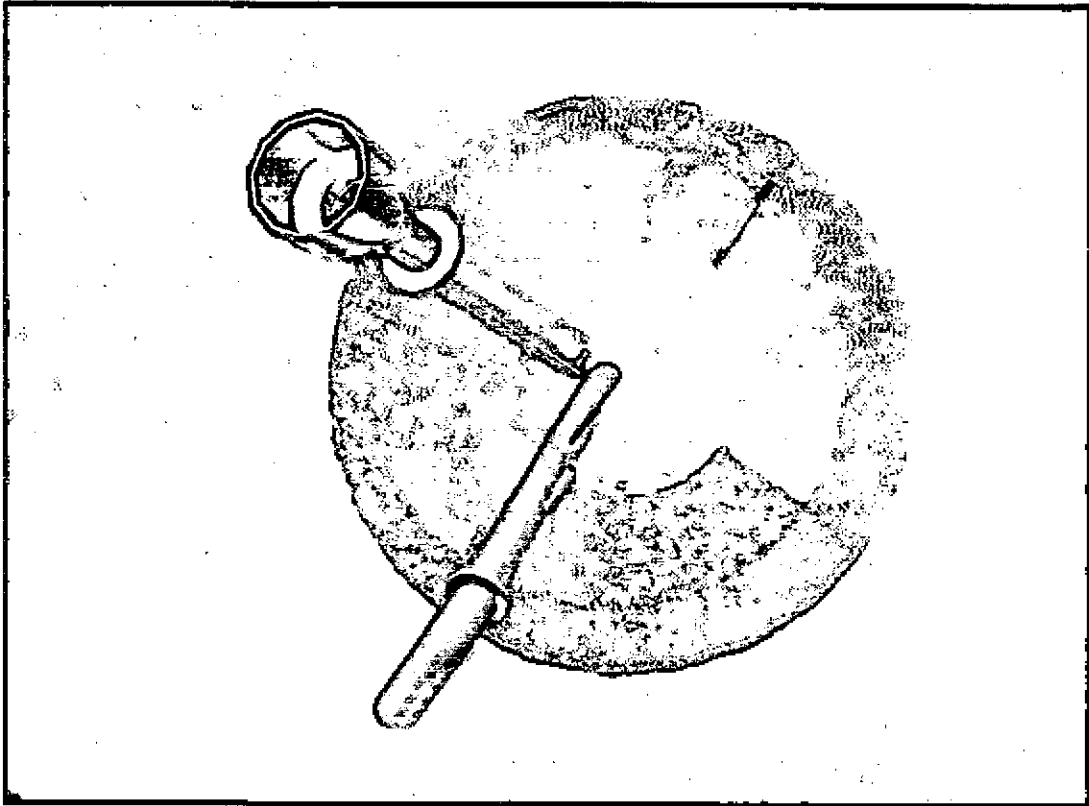
Debido a que la puesta en marcha de este primer equipo demostrativo se produjo en un época del año donde comenzaría a bajar la temperatura ambiente por la proximidad del invierno, para evitar sobrecargas y la salida del equilibrio de fermentación anaeróbica, se comenzó con la alimentación de sorgo molido, que es una materia prima fácilmente biodegradable y que no genera acidez dentro del biodigestor.

Asimismo debe asegurarse por todos los medios el éxito en la puesta en marcha, dado que esto alienta a los productores locales a continuar con la experiencia motivados por los buenos resultados obtenidos.

Para el uso del biogas producido se instaló una cocina de dos hornallas y horno de tamaño pequeño, adaptándose los quemadores al uso de biogas.



Detalle del Biodigestor y Gasómetro Instalado



PROVINCIA DEL CHACO - DIRECCIÓN DE AGRICULTURA

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

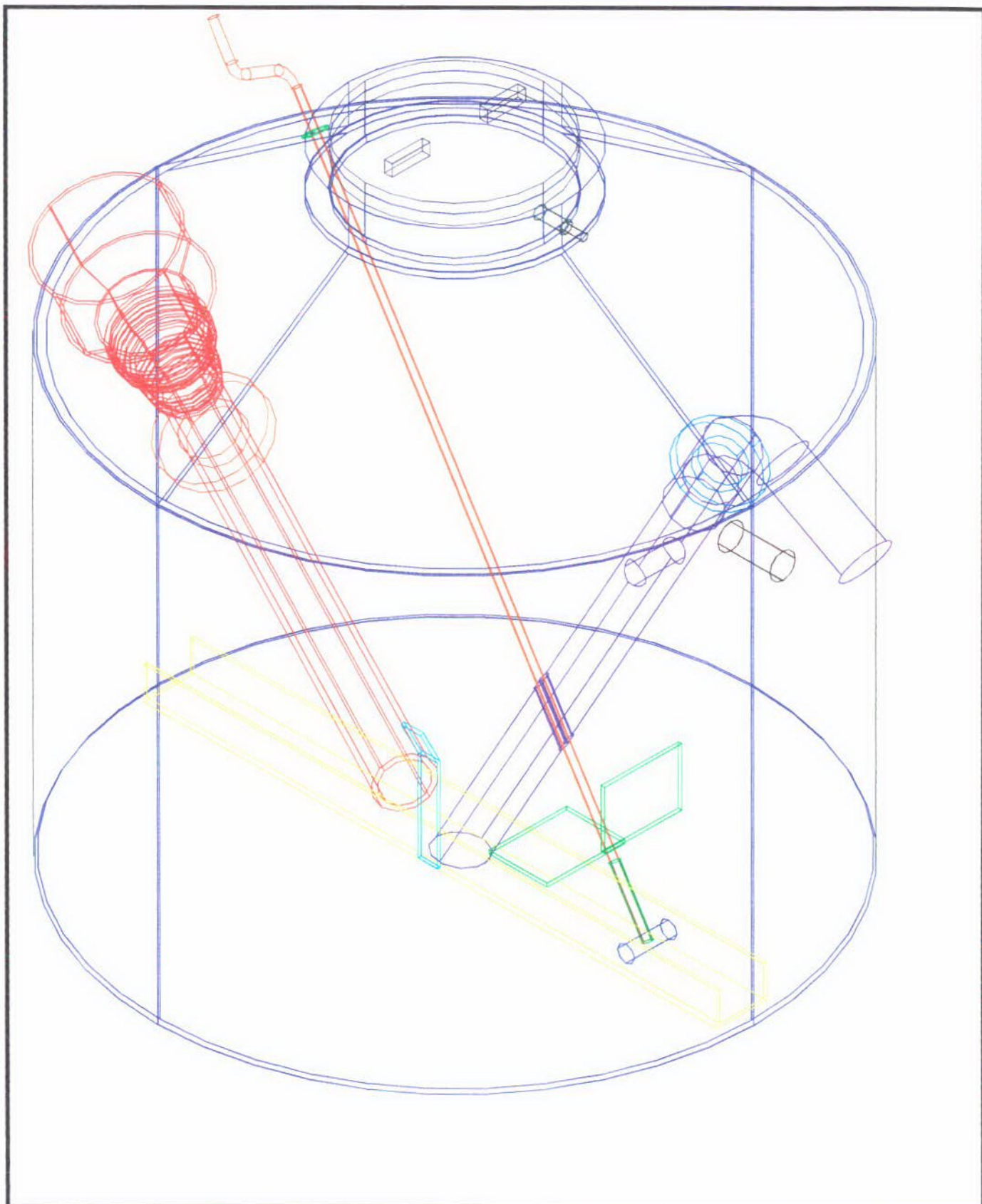
PROGRAMA DE DESARROLLO DE PEQUEÑAS COMUNIDADES

PROYECTO, CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE UN BIODIGESTOR

LÁMINA 1: IMÁGENES DEL BIODIGESTOR

Contrato de Obra: Expte. 3159 - Alc. V

Expto: Ing. Eduardo Santiago GROPELLI



PROVINCIA DEL CHACO - DIRECCIÓN DE AGRICULTURA

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

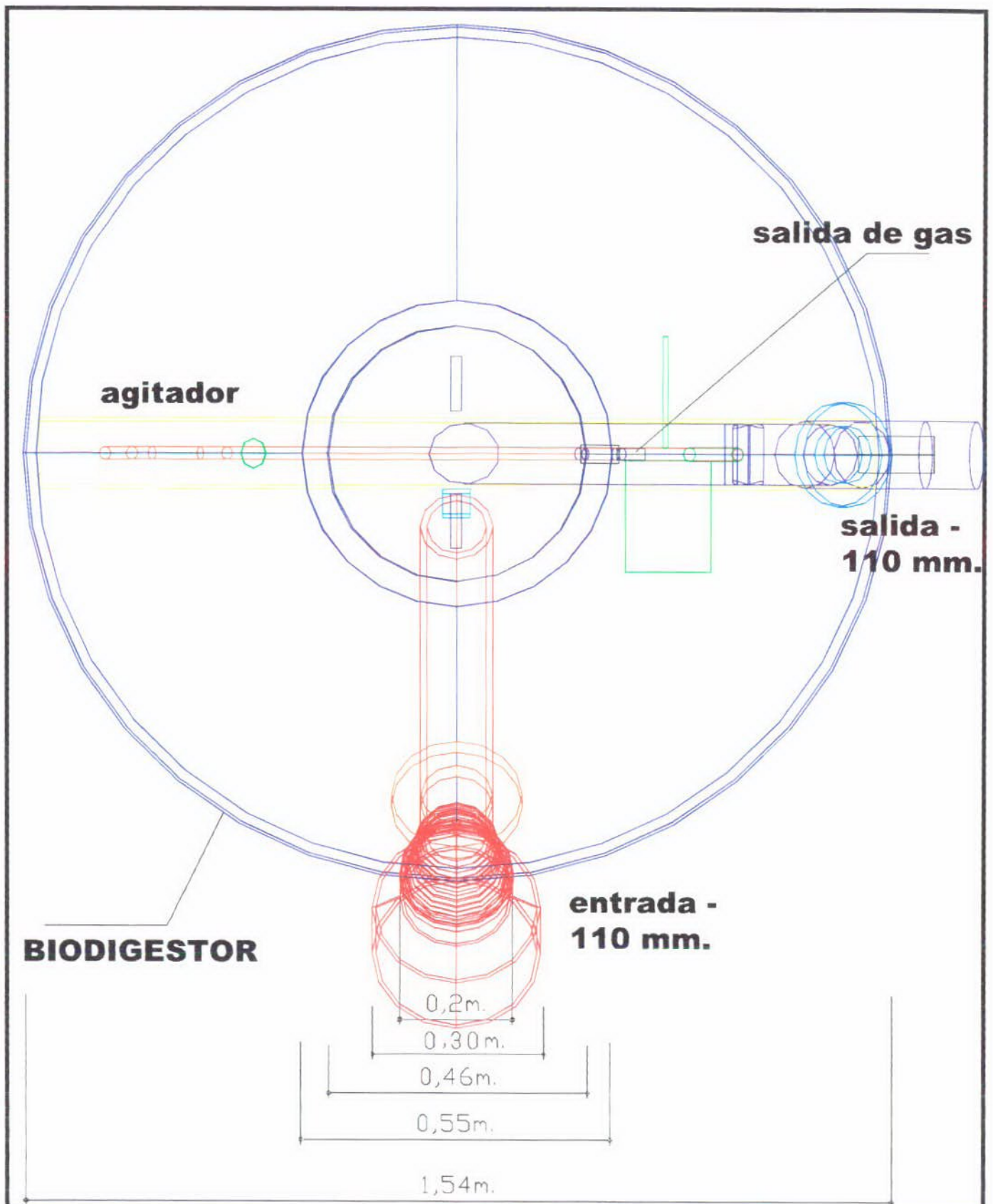
PROGRAMA DE DESARROLLO DE PEQUEÑAS COMUNIDADES

PROYECTO, CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE UN BIODIGESTOR

LÁMINA 2: AXONOMETRÍA - ESCALA 1:10

Contrato de Obra: Expte. 3159 - Alc. V

Expto: Ing. Eduardo Santiago GROPELLI



BIODIGESTOR

PROVINCIA DEL CHACO - DIRECCIÓN DE AGRICULTURA

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

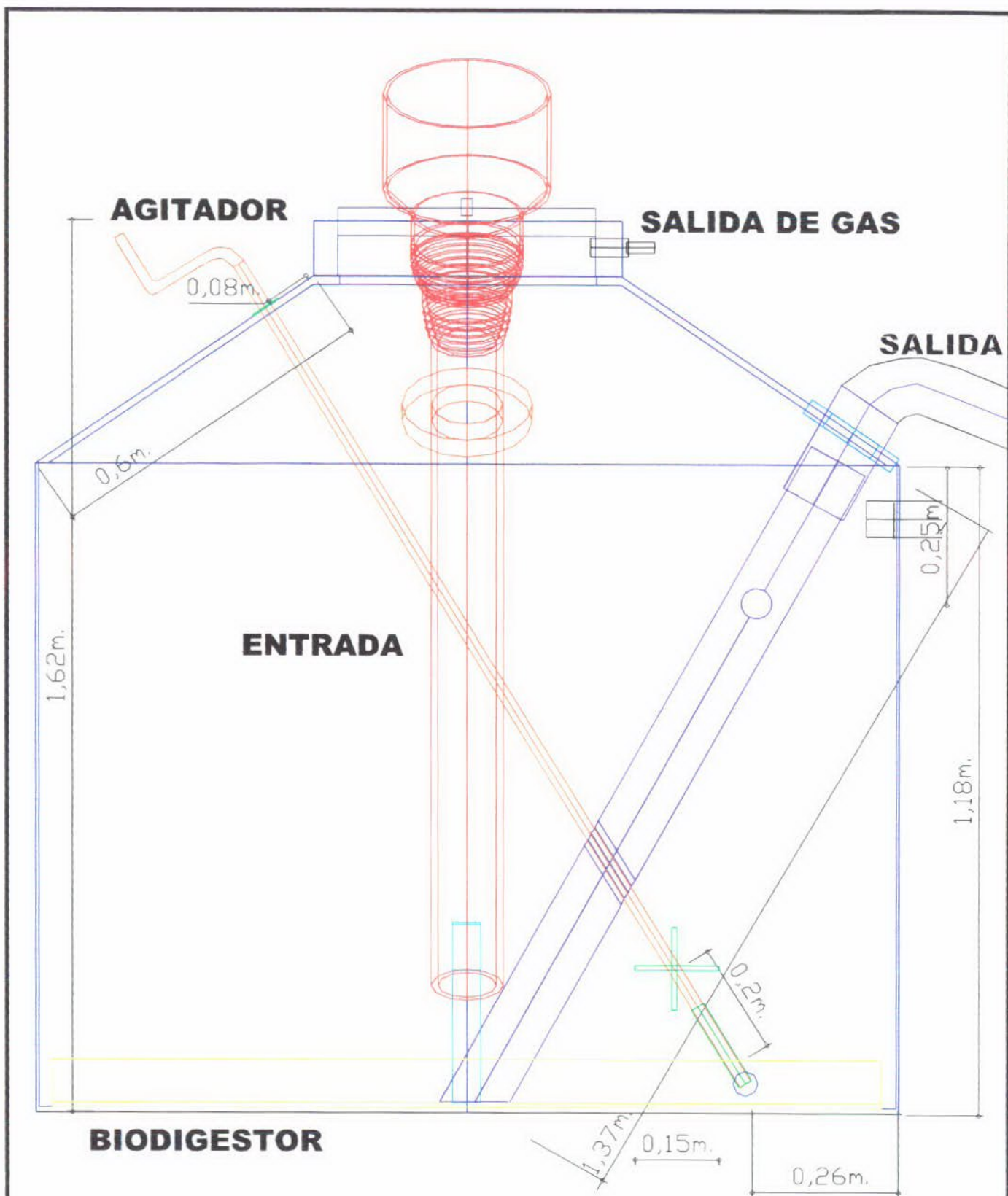
PROGRAMA DE DESARROLLO DE PEQUEÑAS COMUNIDADES

PROYECTO, CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE UN BIODIGESTOR

LÁMINA 3: PLANTA GENERAL - ESCALA 1:10

Contrato de Obra: Expte. 3159 - Alc. V

Expto: Ing. Eduardo Santiago GROPELLI



PROVINCIA DEL CHACO - DIRECCIÓN DE AGRICULTURA

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

PROGRAMA DE DESARROLLO DE PEQUEÑAS COMUNIDADES

PROYECTO, CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE UN BIODIGESTOR

LÁMINA 4: VISTA FRONTAL - ESCALA 1:10

Contrato de Obra: Expte. 3159 - Alc. V

Expto: Ing. Eduardo Santiago GROPELLI

TRAMPA DE AGUA

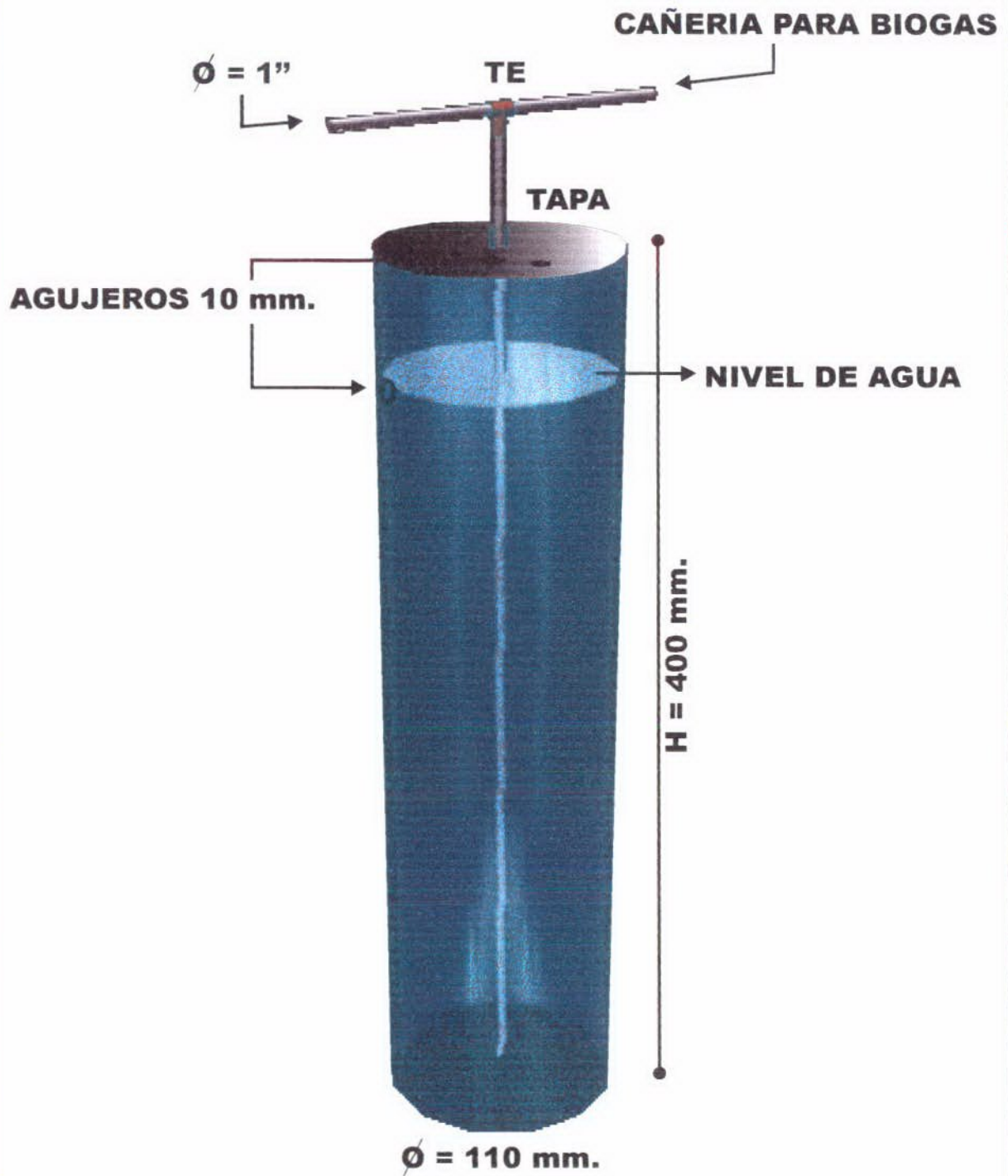


LÁMINA 5: TRAMPA DE AGUA

16. Cómputo de Materiales y Mano de Obra para la Construcción “Artesanal” del Equipo Piloto:

Cant.	Unid	Detalle	Precio Unitario	Precio Total
BIODIGESTOR				
1		Tanque de 2.500 Lt en Polietileno, por Rotomoldeo	\$ 263,50	\$ 263,50
4		Bridas PVC 4”	\$ 10,12	\$ 40,50
0,4	m	Caño Roscado de 4” en Acero Inox.	\$ 100,00	\$ 40,00
3,70	Kg.	Chapa Plegada de Acero Inox. e= 1,2 mm, para Estructura Soporte	\$ 9,00	\$ 37,00
1,20	Kg.	Chapa Plegada de Acero Inox. e= 1,2 mm, para Agitador de Paletas	\$ 9,00	\$ 12,00
2,50	m	Tubo PVC 110 mm , e= 3,20 mm	\$ 2,00	\$ 5,00
3		Manguitos Roscados de 110 mm	\$ 4,28	\$ 12,84
3		Cuplas Roscadas de 4”	\$ 4,45	\$ 13,35
1		Reducción 250 mm – 200 mm	\$ 17,00	\$ 17,00
1		Reducción 200 mm – 160 mm	\$ 6,66	\$ 6,66
1		Reducción 160 mm – 110 mm	\$ 2,86	\$ 2,86
1		Codo Roscado de 4”	\$ 16,10	\$ 16,10
6		Salidas de Tanque PP de 1”	\$ 2,65	\$ 15,90
1		Salidas de Tanque PP de 2”	\$ 4,10	\$ 4,10
2		Tapa Roscada PP 1”	\$ 0,50	\$ 1,00
1		Tapa Roscada PP 2”	\$ 1,30	\$ 1,30
1		Te PP 1”	\$ 1,20	\$ 1,20
2		Buje de Reducción 1” a 1/2”	\$ 0,31	\$ 0,62
1		Pegamento PVC de 250 cm3	\$ 2,20	\$ 2,20
2		Cuplas de Acero Inox. $\phi= 25$ mm	\$ 19,80	\$ 39,60
2	m	Caño Acero Inox. $\phi= 22$ mm	\$ 7,20	\$ 14,40
0,30	m	Varilla Roscada Acero Inox. $\phi= 10$ mm	\$ 9,00	\$ 2,70
12		Tuercas Acero Inox.	\$ 0,25	\$ 2,50
2		Bulones 3/8” x 2”	\$ 0,50	\$ 1,00
8		Bulones de 1/4” x 1” con tuerca	\$ 0,30	\$ 2,40
2		Tubos de Caucho Silicona 300 cm3	\$ 5,20	\$ 10,40
Gral.		Soldadura Agitador en Acero Inoxidable	\$ 40,00	\$ 40,00
4	Días	Hombre de Mano de Obra para Construcción	\$ 30,00	\$ 120,00
GASOMETRO				
6	Kg.	Perfil en “U” de Aluminio	\$ 6,40	\$ 38,40
14		Angulos de Aluminio	\$ 0,60	\$ 8,40
50		Remaches Aluminio $\phi= 3,5$ mm	\$ 0,10	\$ 5,00
1	Lt	Pintura Látex Verde Cemento	\$ 6,50	\$ 6,50
0,25	m2	Goma para Junta	\$ 10,34	\$ 2,60
1		Tanque PRFV 1.000 Lt	\$ 116,00	\$ 116,00
1		Tanque PRFV 850 Lt.	\$ 99,20	\$ 99,20
2	Días	Hombre de Mano de Obra para Construcción	\$ 30,00	\$ 60,00
SUB-TOTAL				\$ 1.062,23
IVA 21 %				\$ 223,07
TOTAL				\$ 1.285,30

17. Instalación “Tipo” de Cañerías y Artefactos para Consumo de Biogas :

Cant.	Unid.	Detalle	Precio Unitario	Precio Total
ARTEFACTOS PARA USO BIOGAS Y ACCESORIOS				
1		Cocina de Dos Hornallas y Medio Horno	\$ 78,50	\$ 78,50
Var.		Accesorios para adaptación cocina	\$ 8,50	\$ 8,50
1		Válvula de Paso para Gas ½”	\$ 9,00	\$ 9,00
1		Chicote Mallado ½” 0,50 m	\$ 1,80	\$ 1,80
24	m	Cañería PP de 1”	\$ 1,20	\$ 28,80
2		Unión Doble Cónica 1”	\$ 2,90	\$ 5,80
Var.		Accesorios para Conexión Cañería de 1”	Gral.	\$ 27,00
2	Días	Hombre de Mano de Obra para Construcción	\$ 30,00	\$ 60,00
SUB-TOTAL				\$ 219,40
IVA 21 %				\$ 46,07
TOTAL				\$ 265,47

18. Detalles de Puesta en Marcha de un Biodigestor Anaeróbico:

Inoculación: Se debe comenzar por la inoculación del mismo, lo que significa agregar bacterias aclimatadas a la degradación anaeróbica desde otro digestor en marcha, o prepararlo a partir de un lugar donde exista acumulación de materia orgánica desde hace cierto tiempo con buena cantidad de agua. Por ejemplo en explotaciones tamberas o porcinas se forman lagunas estancadas donde escurre el estiércol de los animales arrastrado por el agua de lavado o el agua de lluvia.

En estos lugares se puede observar desprendimientos de burbujas (biogás) sobre todo si se agita o remueve la parte más profunda.

Esta mezcla, y sobre todo la parte más sólida es lo que se podrá utilizar como inóculo. La cantidad a agregar puede ser desde un mínimo de 10 % del volumen total del digestor, cantidad mínima aconsejable, hasta el límite máximo, ideal, de poder completar su volumen con este inóculo; en este último caso la rapidez de puesta en marcha con la consiguiente generación de biogás es mayor.

Etapas a Seguir para la Inoculación: Una vez agregado el volumen de inóculo al digestor vacío se completa el mismo con agua que puede ser de laguna, río, etc. Aunque no sea apta para consumo humano. Se debe dejar un pequeño margen para que no comience a derramarse por la salida al agitarse el interior del digestor.

Es conveniente hacer un agregado inicial de Cal o Bicarbonato de Sodio para neutralizar la acidez que podría tener el inóculo o la alimentación posterior al biodigestor. De los productos posibles de agregar para realizar esta neutralización esta en primer lugar el Bicarbonato de Sodio pues un exceso de este no perjudica, el pH no se eleva nunca a un valor mayor de 8,0 . Si se usase Carbonato de Sodio, Hidróxido de Calcio (cal hidratada), o Hidróxido de Sodio habría que hacer control de pH para que este no se eleve por encima de ese valor, siendo el anterior el orden de cuidado a tener en control de pH.

Una vez realizada la neutralización inicial, en los días siguientes se debe controlar el PH de manera se mantenga en el rango óptimo de la digestión anaeróbica (6,80-7,20).

No conviene alimentar el biodigestor durante los 20 días posteriores a la inoculación, y si el estiércol de partida era muy fresco hasta unos 30 días siguientes a la carga de este material. Esto permitirá que se estabilice el PH, y se degrade la materia orgánica presente en el estiércol utilizado como inóculo.

Primer Período de Carga: Luego del mencionado período inicial, se procede a cargar el digestor en forma controlada, es decir debe comenzar a alimentarse en forma gradual, observando siempre la respuesta obtenida en producción de biogas y controlando en lo posible el interior del digestor para prevenir la acidificación del mismo.

Es aconsejable comenzar la puesta en marcha con una alimentación perfectamente conocida e invariable como lo es el grano de sorgo molido. Para el volumen del digestor instalado (2.000 lt) se aconsejó realizar una alimentación diaria con aproximadamente 500 grs de sorgo molido.

Se muele diariamente esta cantidad en una moladora manual, se mezcla con igual volumen de agua y se adiciona al digestor por la boca de carga.

En la descarga del digestor deberá colocarse siempre un recipiente (por ejemplo, balde de 20 lt) para recolectar el excedente o lo que se denomina recicló que es este mismo excedente o salida que se utiliza para diluir la alimentación, no utilizando agua en este caso, o para limpiar de alimentación fresca la boca de carga. Esto es, una vez adicionada la alimentación (por rebalse saldrá la misma cantidad por la descarga), se toma este volumen de descarga reemplazándose el recipiente por el que se utilizó para la carga agregándose esta descarga por la boca de carga, con lo que se producirá una nueva descarga por la boca de salida, se tomará nuevamente esta cambiando los baldes y arrojando esta por la boca de carga. Esto se debe realizar 4 o 5 veces luego de cada alimentación para que la boca de carga quede limpia de material fresco y este se introduzca en su totalidad al digestor.

Luego de este paso se procede a la agitación del digestor mediante el agitador manual que el mismo posee a los fines de homogeneizar el contenido interno poniendo en contacto la alimentación fresca con la población bacteriana. Esta agitación debe realizarse durante 2 minutos aproximadamente.

Se debe tratar de preservar, durante la etapa de puesta en marcha, los sólidos internos a los cuales están adheridos las bacterias extrayéndose siempre la salida estando el digestor quieto (sin agitación), esto contribuye a acelerar la etapa de puesta en marcha.

Es importante realizar por lo menos un control semanal del pH interno del digestor. Para esto es conveniente tomar una muestra de la descarga del digestor previamente agitado durante algunos minutos y verter algunas gotas de esta salida sobre una superficie plana y en lo posible de color blanco donde se ha colocado previamente un papel indicador de pH, el color resultante en este nos indicará comparativamente con una escala de colores que el mismo posee, el pH del interior del digestor.

Si este se encuentra en un valor menor a 7,0 el digestor podrá tener algo de acidez que habrá que neutralizar con el agregado de cal hidratada, que es el aditivo de menor costo y fácil adquisición. Se deberá agregar esta mezcla con agua por la boca de alimentación, tratando de que ingrese en su totalidad y para ello se podrá seguir un esquema similar a la carga reciclando la salida hacia la carga nuevamente a los fines de limpiar la boca de carga de restos de cal y posterior agitación del digestor. Se vuelve a tomar muestra de la salida midiendo el pH con el papel indicador hasta que este tome un valor de neutralidad 7,0 a 7,5.

Durante la puesta en marcha este control es muy importante, luego durante el funcionamiento normal se puede espaciar mucho más o controlar solamente cuando se agrega demasiada alimentación o cuando se observa dificultad en el encendido del quemador de biogás (mechero de la cocina), debido a que cuando el interior del digestor está con exceso de acidez se genera una cantidad proporcional de dióxido de carbono mayor y como este es un inerte crea dificultad en el encendido de la llama.

Período de Alimentación Continua: En una posterior etapa se puede agregar al digestor una alimentación más variada; basura domiciliaria clasificada, estiércol, vegetales de desechos, etc.

Para agregar al digestor estiércol vacuno, porcino o aviar se procede a diluir este en un balde con agua o reciclo en volúmenes iguales.

La basura domiciliaria clasificada o desechos vegetales pueden agregarse también diluyendo a la mitad.

Resulta interesante tener una idea aproximada de producción de biogás a partir de distintos residuos y realizar una alimentación variada o con los residuos existentes, pero controlando que lo que se agrega no exceda la producción de biogás posible sin que se acidifique el digestor.

Si por ejemplo, se está agregando 500 grs de sorgo molido se debe esperar una producción aproximada de 275 lt de biogás.

Para aumentar esta producción a 400 lt, teniendo en cuenta la producción de biogas de cada material, por ejemplo, las siguientes cantidades :

- $400 / 550 = 0,730$ Kg. de Sorgo ó
- $400 / 100 = 4,0$ Kg. de Basura domiciliaria clasificada
- $400 / 30 = 13,300$ Kg. de Estiércol vacuno

ó realizar combinaciones con los desechos existentes.

Por ejemplo 2,0 Kg. de Basura domiciliaria (200 lt de Biogás), 1 Kg. de cascara de naranjas exprimidas (100 lt Biogas) y 3,300 Kg. de estiércol vacuno (100 lt Biogas) da un total de aproximadamente 400 lt de Biogás.

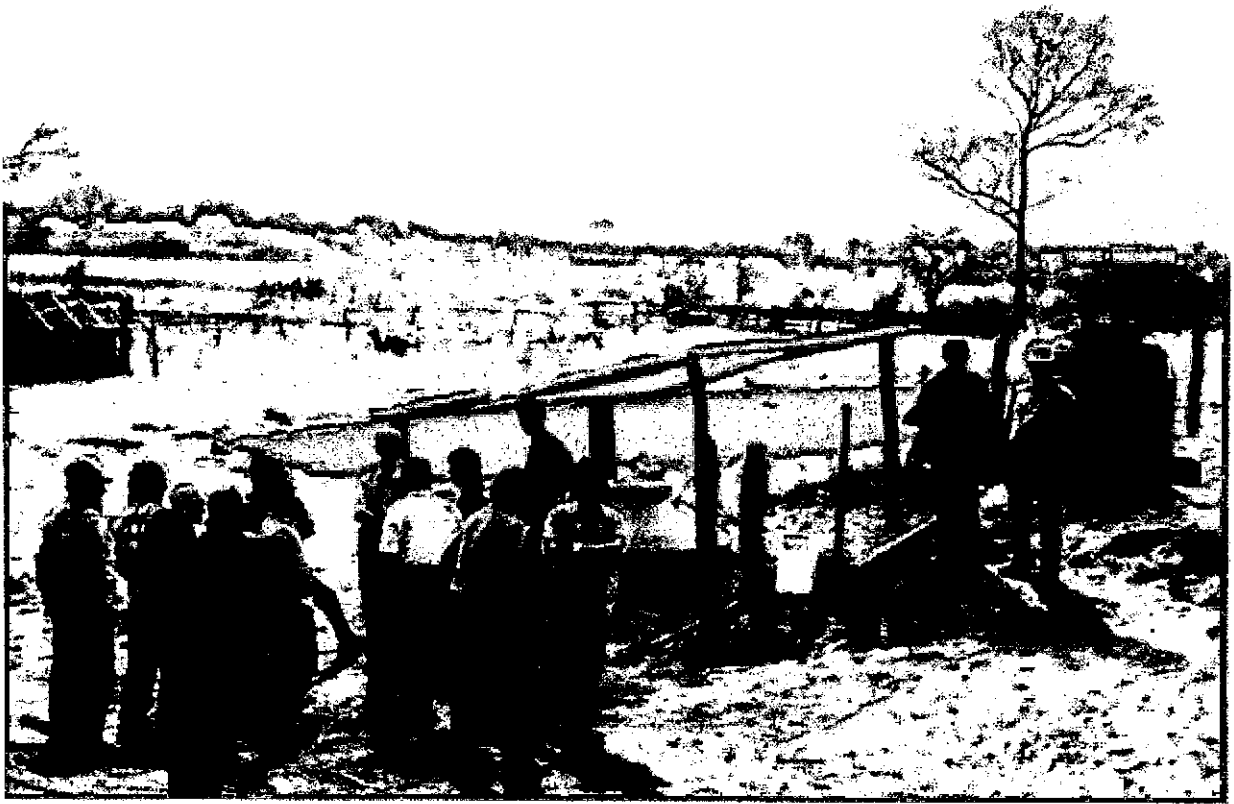
Para comparar el rendimiento de este biogás, en forma practica, con la cantidad equivalente en Kg. de gas de garrafa (cilindros de 10 y 15 Kg. comerciales – mezcla de propano-butano) en base a las Kilocalorías proporcionadas, se puede tomar al siguiente relación: 2.000 lt de Biogás equivalen a 1 Kg. de gas de garrafa.

Para el caso anterior cuando se generan 400 lt de Biogás, será el equivalente a 200 gr. de gas de garrafa.

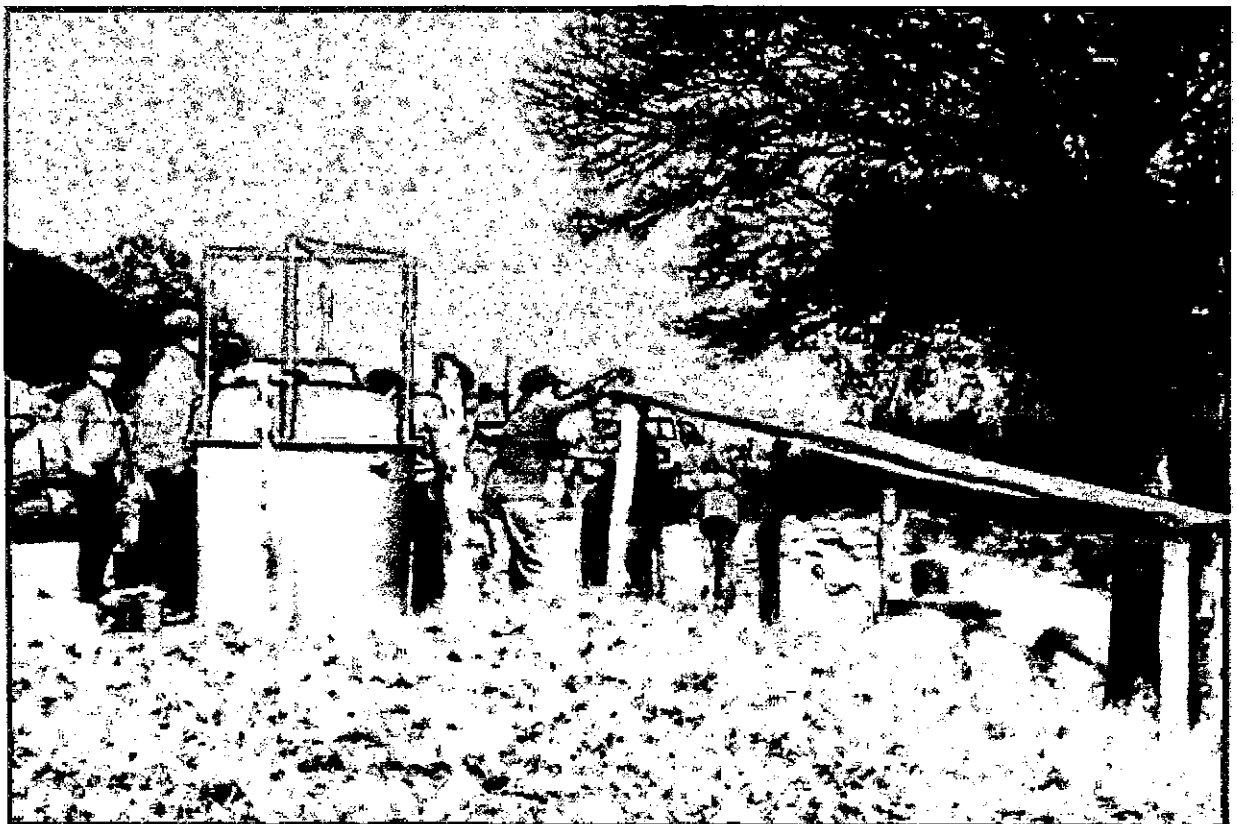
19. Reunión con Productores de la Zona:

Luego de los trabajos previos, de puesta en marcha del biodigestor, se realizó un adiestramiento inicial con Miguel y Mario Martinez, responsables de mantener en funcionamiento el equipo piloto demostrativo.

Posteriormente, el 20 de Agosto se concretó una reunión, organizada por la **Dirección de Agricultura**, con los productores interesados en conocer el funcionamiento del biodigestor y las posibilidades de incorporarlo junto con las actividades que diariamente se realizan en cada chacra.



**Reunión Explicativa y de Difusión sobre el Diseño y Manejo de un Biodigestor con Productores de la Zona cercana a la Chacra de los Martínez
20 de Agosto de 1999 – Zona Rural de Gral. San Martín - Prov. del Chaco**



Se comenzó la reunión mediante una charla explicativa sobre el funcionamiento del digestor, descripción del procedimiento de carga, descarga, desechos posibles de utilizar y mezcla entre los mismos, cuestiones a tener en cuenta para realizar un buen manejo del mismo, observación de la combustión del biogás en la cocina adaptada para tal fin, posibles usos y beneficios del residuos digerido para su uso como abono orgánico; posteriormente se intercambiaron opiniones donde los productores opinaron sobre los beneficios que obtendrían de contar con un biodigestor, beneficios factibles que éste les proporcionaría y sobre todo, el tema de cómo poder concretar efectivamente la incorporación de este elemento a sus explotaciones, en función del costo del mismo.

El grupo de productores presente comprendió aceptablemente bien el principio de funcionamiento del equipo, su procedimiento de carga y descarga, agitación y cuidados a tener en cuenta.

A continuación se enumeran las opiniones y comentarios más interesantes obtenidas durante la reunión:

- Sobre la parte práctica se preguntó sobre rendimientos de distintos desechos, por ejemplo si el estiércol de bovinos “se puede recolectar seco“, es decir cuando ha perdido la humedad por el secado solar; a lo que se explicó que no hay ningún problema de introducirlo al digestor si previamente se disuelve en agua , realizando esta mezcla en un balde, para lograr la fluidez necesaria para ingresar por la boca que el digestor posee.
- Si podía agregarse al digestor naranjas o pomelos de desechos sin provocar acidez en el mismo dado que estos poseen una natural acidez, a lo que se respondió que no existe problema y que este desecho debe ser cargado en base a su peso o su volumen como cualquier otro desecho.
- Si se podría agregar al digestor los huesos, a lo que se respondió que no, ya que si bien son biodegradables a largo plazo no generarían biogás y podrían producir problemas de atascamiento en el conducto de carga o de descarga.
- Sobre los beneficios del uso de un biodigestor en una explotación agrícola resulta razonable sustituir el gas de garrafa por el biogas obtenido, ya que su costo esta en 1\$ por Kg. (garrafas de 10 y 15 Kg. De gas propano-butano) en la ciudad más cercana a lo que hay que sumarle el transporte hacia la zona rural y el tiempo en su búsqueda.
- Se contribuye a la limpieza del lugar al recolectar los residuos disponibles en la zona cercana a la casa de los pobladores, e introducirlos en el biodigestor para obtener el biogas.

Al colocarlos en un lugar donde se realizará el tratamiento por el cual se obtendrá el biogás. Si bien en el medio rural existen lugares donde disponer estos residuos (sobre el suelo) se provocan problemas de olores, cría de moscas, contaminaciones, etc.

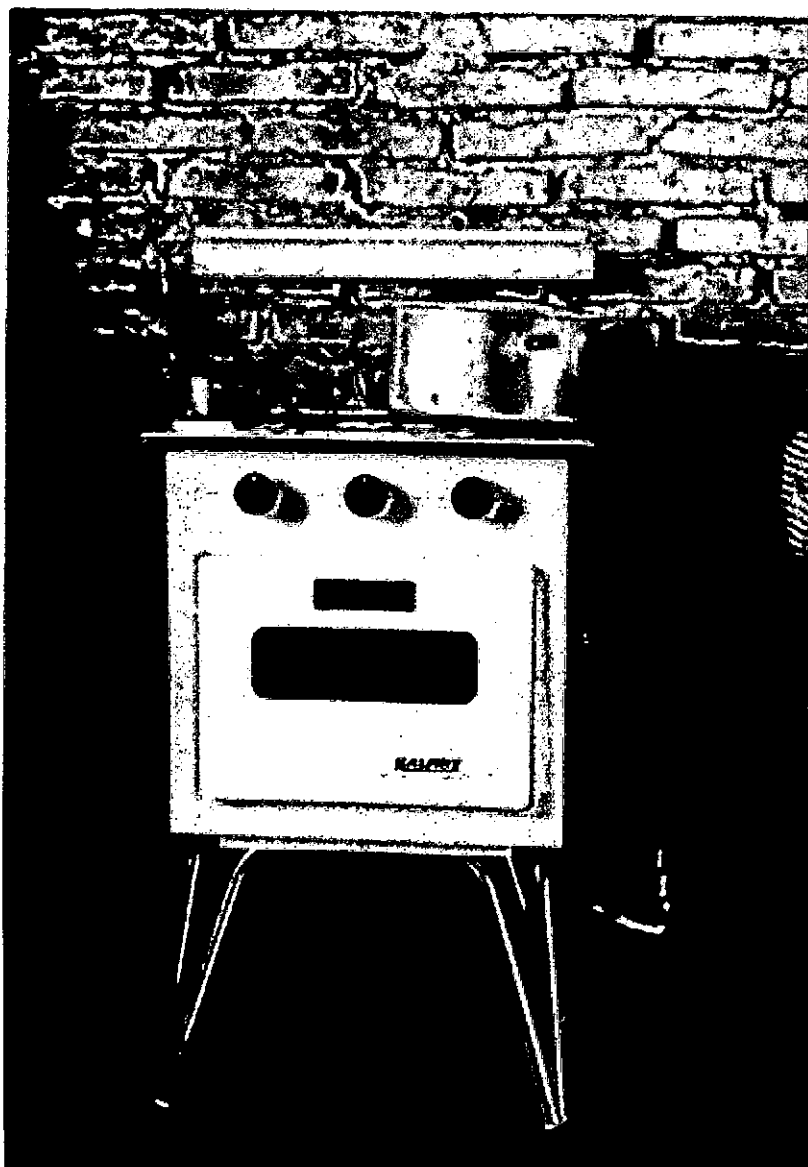
También es posible utilizar estos residuos (estiércoles) directamente sobre suelo como mejorador pero hay que tener cuidado con las dosis del mismo ya que se puede dañar las plantas con las reacciones de degradación que se producirán (acidez excesiva) ; al extraerlos de el biodigestor la materia orgánica estará transformada en productos mas asimilables para las plantas y las reacciones de acidez ya ocurrieron dentro del biodigestor, el producto resultante es neutro. En el caso de basura orgánica domiciliaria es desaconsejable el uso directo.

- Sobre los beneficios de utilizar la salida del digestor como mejorador de suelos, ya sea como agua de riego o secándolo y utilizando los sólidos secos, estos productores no tienen más referencia que las aportadas por nuestra parte y estarán muy atentos a la prueba piloto ya instalada colaborando en la prueba del mismo directamente en la producción agrícola del lugar. Se comenzará con su uso sobre plantones de tabaco negro que se cultiva en esta propiedad.
- Uno de los productores hizo mención de que él posee una heladera a gas (por el sistema de absorción) cuyo consumo es cercano a los 800 gr. de propano-butano diarios y que por cuestiones de costo funciona en los meses más calurosos. Se puede concluir que un equipo del tamaño instalado sería suficiente para mantenerla en funcionamiento en los meses de verano, e inclusive actuaría a favor de los ciclos de la naturaleza, que permite obtener desde el biodigestor una mayor cantidad de biogás al elevarse la temperatura, para igual cantidad de residuos agregados, coincidiendo con la mayor necesidad de frío para refrigerar los alimentos en el verano.
- Se mencionó también durante la charla (se había tomado conocimiento en una reunión del día anterior con extencionistas rurales) que determinados productores pueden realizar la venta directa al público en puestos feriantes establecidos para tal fin en la ciudad próxima de Gral. San Martín si se tiene aprobado el establecimiento como producción orgánica, siendo a su vez esto supervisado por extencionistas. Este método de venta directa y de productos seleccionados ha tenido gran aceptación en el consumidor, como habían asistido a la reunión algunos de estos productores preguntaron si el biodigestor ayudaría a el manejo orgánico de la huerta a lo que se respondió que SI, que este ayuda a centralizar todos los desperdicios de una huerta orgánica degradándolos y reponiendo al suelo la totalidad de los desechos convertidos en materiales asimilables para las plantas y si además se aportan

estiércoles animales se logrará reponer la fertilidad necesaria del suelo con este manejo integrado de los residuos.

- Se resaltó que la principal dificultad a la incorporación de este equipo en el medio rural es su costo, que si bien en una versión prefabricada está en un mínimo porque se realiza con materiales de serie, el sector agrícola y sobre todo el de pequeños productores que existen en esta zona de la provincia de Chaco (de dos a veinte hectáreas) no posee los recursos necesarios para acceder directamente al mismo.

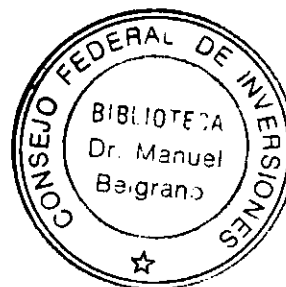
**Detalle de la Cocina Adaptada para el Uso del Biogas,
Instalada como parte del Equipo Demostrativo**

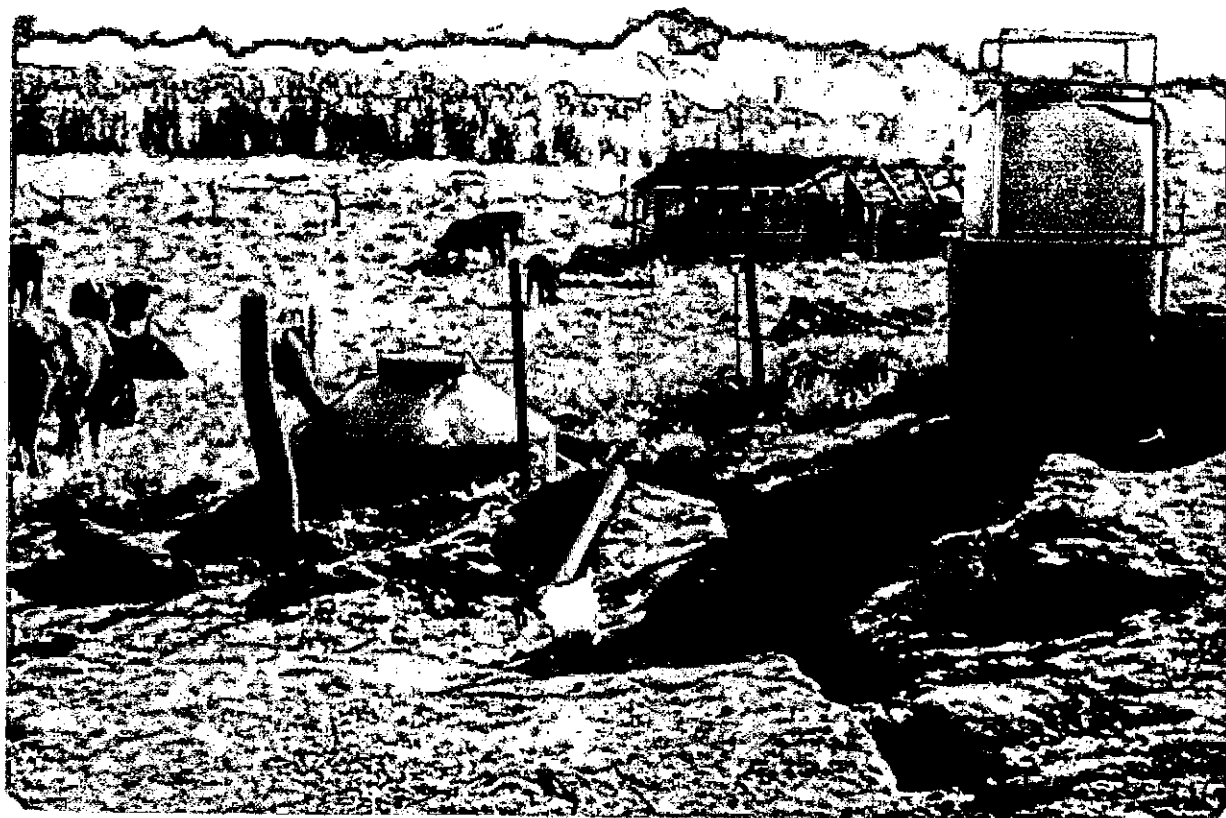


20. Conclusiones y Perspectivas Futuras:

De la experiencia realizada se pueden considerar algunas conclusiones:

- El proceso biológico de la digestión anaeróbica de residuos orgánicos, se encuentra presente en la naturaleza desde los primeros indicios de vida en la tierra, y se ha mantenido hasta el presente, o sea que es una flora microbiana que no necesita de ningún tipo de cepa o microorganismo especial, sino que se encuentra diseminada ampliamente en el planeta.
- Este proceso ha sido utilizado, para producir energía con buen suceso en varias épocas, como ser: en la iluminación antes del uso masivo de la energía eléctrica, como combustible frente a las necesidades de la Segunda Guerra Mundial, masivamente en experiencias llevadas a cabo por la India y China para hacer frente al déficit energético de sus inmensas poblaciones, principalmente ubicadas en el ámbito rural; y como “alternativa tecnológica apropiada” para el tratamiento de los residuos sólidos orgánicos de origen urbano en la última década.
- En base a la experiencia piloto realizada, y la amplia bibliografía existente sobre el tema; se puede concluir que es posible el desarrollo de equipos simples y fácil manejo para pequeños productores rurales.
- El biogas producido se puede utilizar en los todos los artefactos modernos diseñados para consumir gas natural o envasado, solamente adecuando y regulando los quemadores existentes.
- Un equipo generador de biogas en un ámbito rural con cría de animales, como ser bovinos, porcinos, gallinas, etc. contribuye significativamente al saneamiento del lugar, debido a que permite contener, degradar y estabilizar los residuos que diariamente se generan, con los beneficios de obtener el biogas y un abono orgánico. De esta manera se valoriza y potencia el trabajo de limpieza que diariamente debe realizar el “pequeño productor” para mantener el adecuado saneamiento de su explotación, ya que el tiempo empleado en la recolección de los residuos y su volcado en el biodigestor, se ve recompensado con la producción de biogas combustible y abono orgánico.





El Biodigestor se encuentra ubicado a una distancia razonable de los corrales de tal manera que hace factible la limpieza de los mismo y el acarreo diario de los residuos hasta el equipo, y también de la vivienda del productor; lo cual permite el uso del biogas en diversos artefactos domésticos.

- En la alternativa de generar frío, por ciclo de absorción, la mayor demanda se da en el verano donde justamente la temperatura ambiente permite generar la mayor cantidad de biogas desde el equipo que pueda disponerse. También en épocas de lluvia, con caminos anegados, no debe procurar este insumo en un poblado cercano, con una mayor incomodidad y empleo de tiempo para lograrlo.

- La posibilidad de contar con la generación de un combustible de muy buena calidad en el lugar, puede mejorar su calidad de vida, que contribuya a que la población rural y los pequeños productores en particular, tengan alicientes para permanecer en el ámbito rural, sin la necesidad, o alejando la tentación, de emigrar a las ciudades para sobrevivir.

- Los diseños se pueden adaptar a los mínimos costos posibles, que utilicen mano de obra propia o local a fin de reducir el costo del equipo, y que a través del esfuerzo empleado en lograrlo puedan valorar y mantener en funcionamiento cada instalación. Esto solo requiere la existencia de un grupo de extensionistas “locales” capacitados para la asistencia técnica y la supervisión de la construcción, como así también en la puesta en marcha y funcionamiento de los biodigestores.

- El tema más importante a tener en cuenta, se refiere al acceso del equipo para el productor, ya por sus posibilidades financieras individuales, y por los tiempos de amortización del mismo, se le hace bastante difícil.

- Solo con apoyo financiero y dentro de una política de desarrollo de poblaciones rurales se tendrán los beneficios para la divulgación masiva de esta alternativa de saneamiento, generación de energía y abono orgánico, que mejoren su calidad de vida, disminuyan los costos en salud de cada grupo familiar, mantengan la fertilidad de sus huertas, y no solo aplicando simples reglas del mercado.

21. Alternativas para Diseños más Económicos :

En el caso de que pueda disponerse de un grupo de apoyo local convenientemente capacitado para la construcción, puesta en marcha y supervisión periódica de biodigestores; se puede pensar en la construcción local de los mismos, con materiales comunes, como ladrillo, cemento, cal y arena, y solamente recurriendo a un solo elemento prefabricado, como ser un tanque de P.R.F.V., para su uso como gasómetro, ya que este material es inalterable a la corrosión por el medio ambiente.

Se presentan en **Anexo**, detalles constructivos de los biodigestores de tipo “**Hindú**” y “**Chino**”, que han tenido un uso masivo en los países que le dan su nombre.

22. Bibliografía:

1. Biogas : Energía y Fertilizante a Partir de Desechos Orgánicos
Manual para el Promotor de la Tecnología
Instituto de Investigaciones Eléctricas – Div. Fuentes de Energía – Dpto. Fuentes No Convencionales de Energía – OLADE Organización Latinoamericana de Energía.
Cuernavaca, Morelos – México – 1981.
2. O Biogas e Sua Tecnologia
Companhia Auxiliar de Empresas Elétricas Brsasileiras - CAEEB
Dpto. de Estudos de Novas Alternativas de Energia
Rio de Janeiro – Brasil - 1981
3. Biogas : Energía y Biofertilización – Manual de Producción y Utilización
Dpto. de Ingeniería Rural – Castelar – INTA – 1983.
4. Biogas: Información General
Instituto Centroamericano de Investigación Tecnología Industrial – ICAITI
Guatemala, 1983
5. Análisis Tecnológico de la Generación de Biogas
Ing. Fernando Fontana
Oficina Regional de Ciencia y Tecnología de la UNESCO para América Latina y el Caribe
Montevideo, Uruguay – 1984
6. Primer Encuentro Internacional de Expertos en Biogas
Facultad de Ingeniería de la Universidad de la Frontera
Temuco, Chile - 1985
7. "Biodigestión de residuos frigoríficos: efluentes del canal de líquidos verdes. "
(Por: Gropelli E., Arese A., Flores H., Temperini J., González J., Schenquer E., Arpesella O.)- Presentado en la " X REUNION DE TRABAJO DE ASADES "
Universidad Nacional del Comahue.
Neuquén, 8 al 11 de Octubre de 1985.
8. "Integración de fuentes de energía no convencionales en el balance energético de explotaciones tamberas "
(Por : Albizzati E., Gropelli E., Buttazzoni O.)-Presentado en el " PRIMER CONGRESO INTERNACIONAL Y TERCER CONGRESO ARGENTINO Y EXPOSICION SOBRE USO RACIONAL DE LA ENERGIA ".
Buenos Aires, 21 al 25 de Noviembre de 1988.
9. "Instalación biogásificadora demostrativa a escala real para el aprovechamiento de los residuos orgánicos en una explotación tambera ".
(Por: Gropelli E., Giampaoli O., Bocca C., Buttazzoni O.) - Presentado en el " III CONGRESO NACIONAL DE INGENIERIA MECANICA, ELECTRICA Y RAMAS AFINES Y XVII REUNION ANUAL PARA EL DESARROLLO DE LA ENERGIA EN LA REP. ARGENTINA "
Buenos Aires , 20 - 21 de Setiembre de 1990.

10. "Digestión anaeróbica de residuos sólidos domiciliarios experiencias a escala laboratorio y piloto".

(Por: Groppelli E., Giampaoli O., Carrero D., Crudelli R., Gonzalez J., Granados R.)
Presentado en la XVI Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente. (ASADES) –
La Plata, 30 Nov. al 3 Dic. de 1993.

11. "Instalaciones demostrativas para la producción y aprovechamiento de biogas a partir de basura orgánica domiciliaria, por digestión anaeróbica, con uso racional de energía y obtención de fertilizante orgánico".

Primer Encuentro Nacional : La Ingeniería Química y el Municipio - Organizado por la Asociación Argentina de Ingenieros Químicos
Rosario, 30 de Junio y 1º de Julio de 1994.

12. "Producción y aprovechamiento de biogas a partir de basura orgánica domiciliaria, por digestión anaeróbica, con uso racional de energía y obtención de fertilizante orgánico".

Presentado al IV Congreso Argentino de Ingeniería Química - Organizado por la Asociación Argentina de Ing. Qca. (AAIQ) y la Facultad de Ing. Qca. - U.N.L.
Santa Fe, 18 - 20 de Octubre de 1994.

13. "Estabilización de basura orgánica domiciliaria por digestión anaeróbica, con producción de energía (biogas) y obtención de fertilizante orgánico.

Presentado en Póster en las "Jornadas Regionales Interdisciplinarias sobre Ambiente, Organizadas por la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas. U.N.L.
Santa Fe, 27 al 29 de Setiembre de 1995.

14. Planta para el tratamiento integral de los residuos sólidos urbanos – Gobernador Crespo – Provincia de Santa Fe"

Presentado en el 10º Congreso Argentino de Saneamiento y Medio Ambiente.

Organizado por AIDIS – Rosario, 07 al 09 de Mayo de 1998.

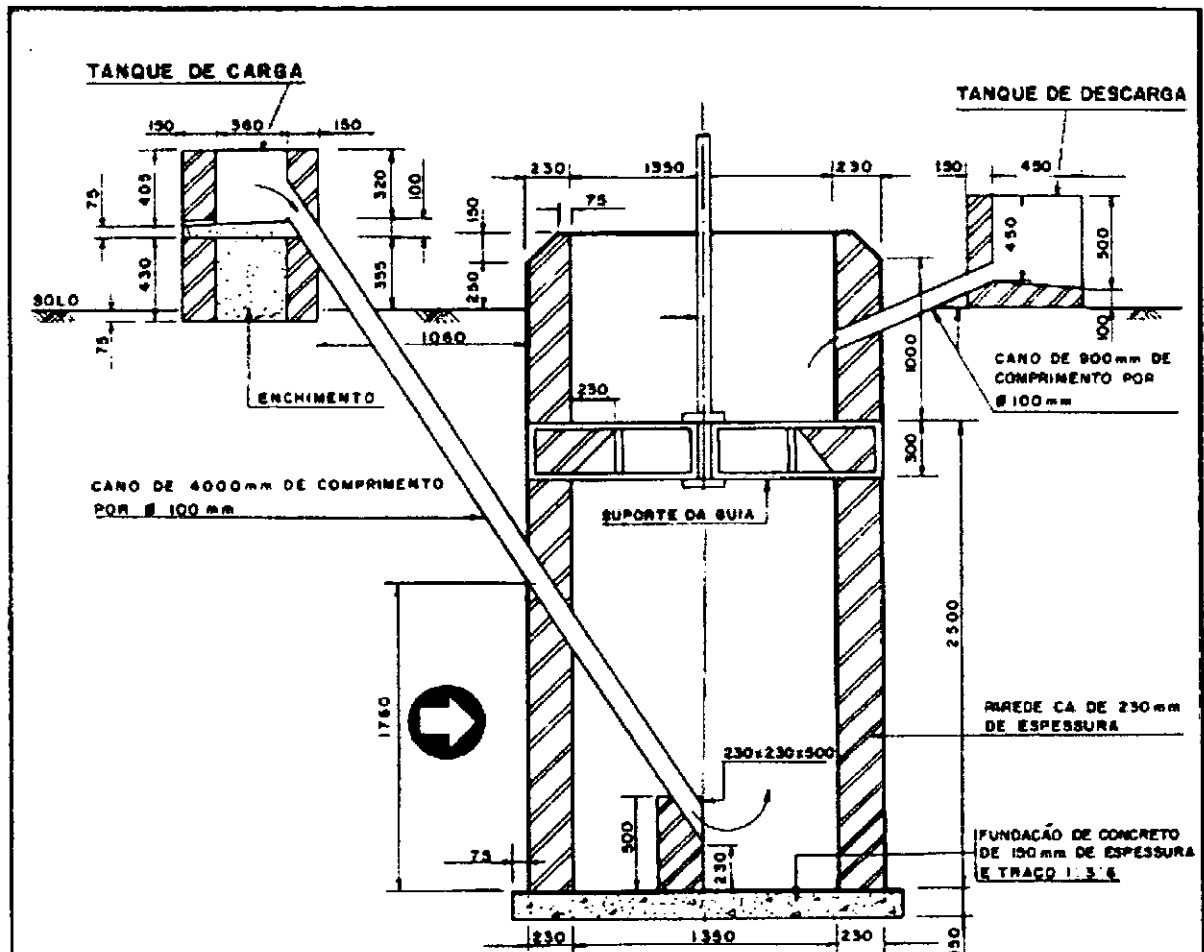
Este trabajo obtuvo el 3er. Premio: Mención, en el citado Congreso.

Publicado en la Revista de AIDIS N° 39 – Julio /Agosto 1998 – pp. 71-76.

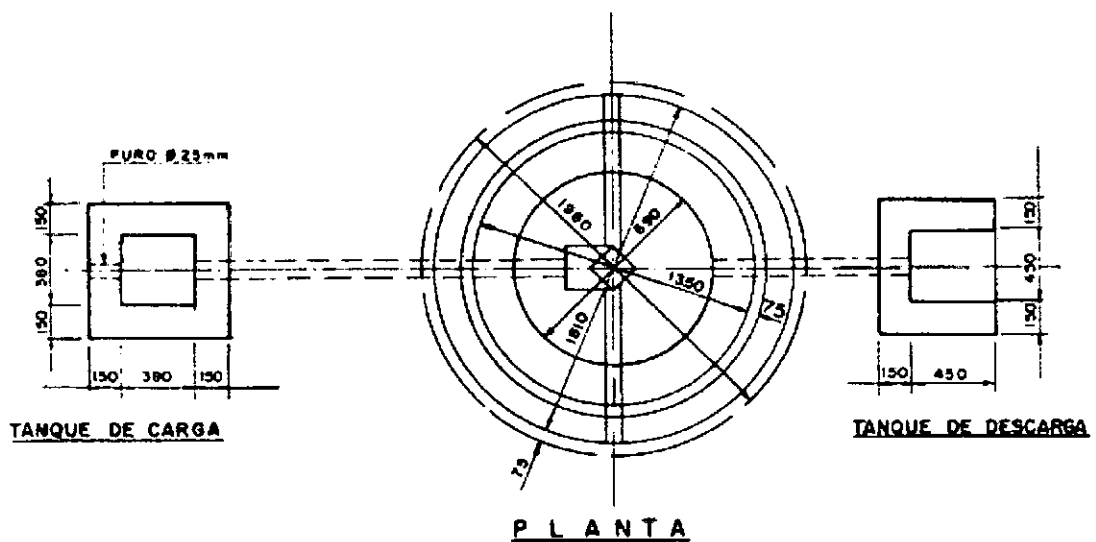
15. "Tratamiento de los residuos orgánicos domiciliarios por digestión anaeróbica – distintas escalas"

Presentado en Póster en el V Taller-Seminario Latinoamericano de Tratamiento Anaerobio de Aguas Residuales – Viña del Mar, Chile , 27-30 de Octubre de 1998.

ANEXO



CORTE LONGITUDINAL



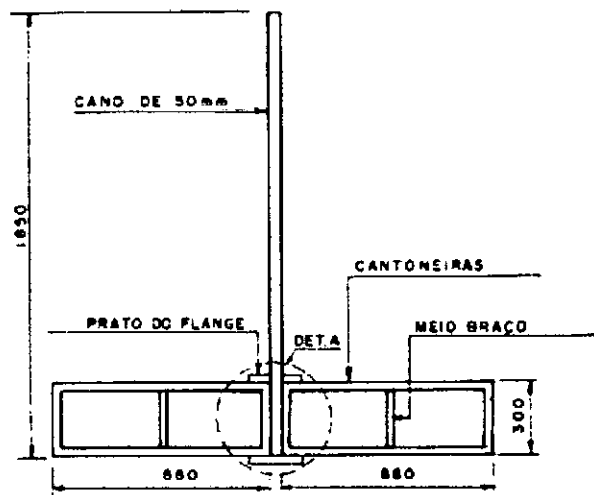
NOTA:
COTAS EM MILÍMETRO



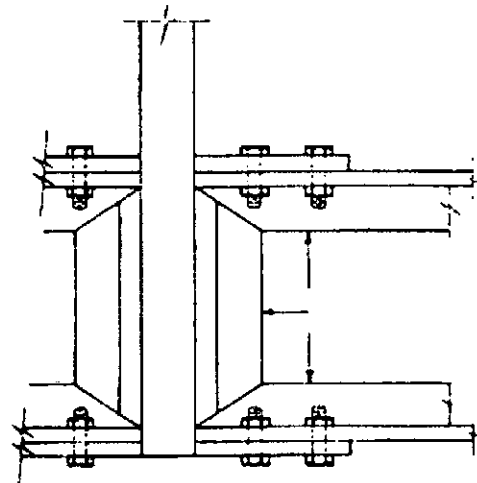
CAEEB

COMPANHIA AUXILIAR DE EMPRESAS ELÉTRICAS BRASILEIRAS
DIRETORIA TÉCNICA
DEPARTAMENTO DE PONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA

INSTALAÇÃO PARA 2m³ DE GÁS POR DIA SEGUNDO A "KHA-
DI AND VILLAGE INDUSTRIES COMMISSION" BOMBAIM
INDIA.

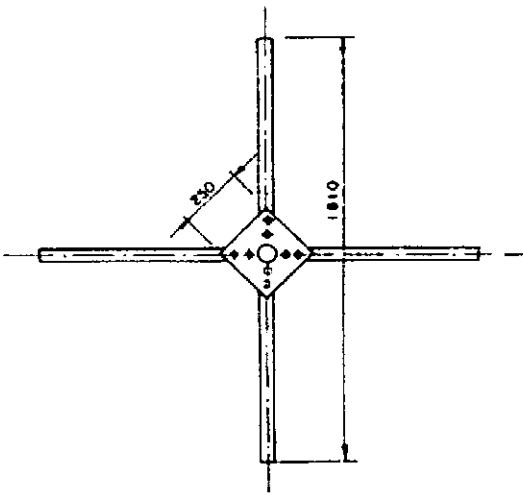


CORTE LONGITUDINAL

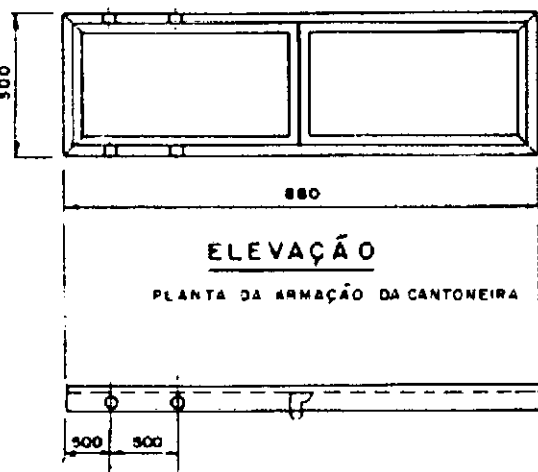


DETALHE A

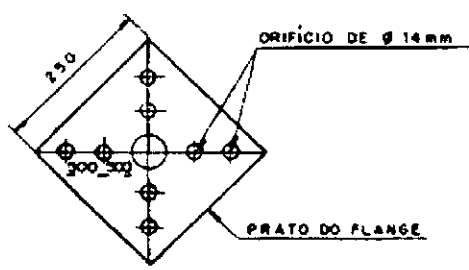
MODO DE JUNTAR A CANTONEIRA DE FERRO À ARMAÇÃO COM CANO



PLANTA
ESC 1:40



ELEVAÇÃO
PLANTA DA ARMAÇÃO DA CANTONEIRA

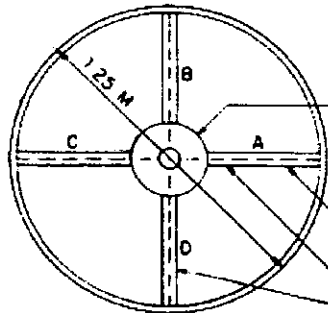


DETALHE DO FLANGE
ESCALA 1:8

NOTA:
COTAS EM MILÍMETRO

CAEEB
COMPANHIA AUXILIAR DE EMPRESAS ELÉTRICAS BRASILEIRAS
DIRETORIA TÉCNICA
DEPARTAMENTO DE FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA

DETALHES P/CONSTRUÇÃO DA INSTALAÇÃO DE BIODIGESTOR P/PRODUÇÃO DE 2 m³ DE BIOGÁS SEGUNDO A "KHADI AND VILLAGE INDUSTRIES" COMMISSION BOMBAIM INDIA.



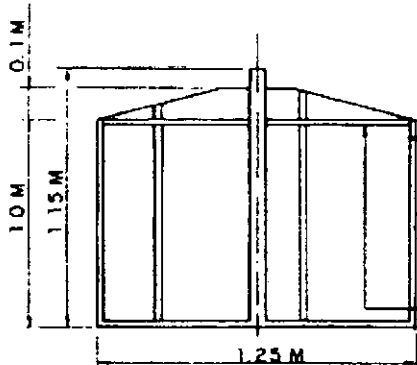
PLANTA DA BASE DO GASÔMETRO

ANEL DA BASE FEITO DE CANTONEIRA DE FERRO DE 35 x 35 x 3mm SOLDADO NOS BRAÇOS VERTICAIS E HORIZONTAIS DA BASE

FLANGE DA BASE SOLDADO NO CANO CENTRAL E NOS BRAÇOS HORIZONTAIS DA BASE, SUPORTANDO O FLANGE DE 250mm DE DIÂMETRO E 6mm DE ESPESURA DO CANO ABERTO

BRAÇOS HORIZONTAIS DA BASE EM NÚMERO DE 4 FEITOS DE CANTONEIRA DE 35 x 35 x 3mm OU 4mm E SOLDADOS NO ANEL DA BASE, NO FLANGE E NO CANO CENTRAL

QUATRO CHAPAS DE 40 x 60mm, SOLDADAS NOS BRAÇOS INCLINADOS DA PARTE SUPERIOR E NOS BRAÇOS HORIZONTAIS DA BASE EM DISTÂNCIAS DE 150mm(CA), 30(CB) E 500mm(CC) DO CANO CENTRAL



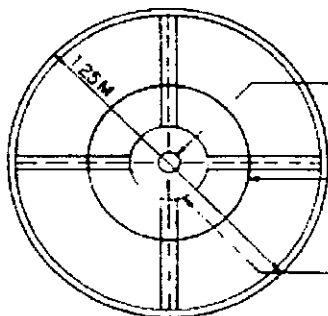
CORTE LONGITUDINAL

ARMAÇÃO PARA SER COBERTA COM CHAPAS

BRAÇOS VERTICAIS LATERAIS FEITOS DE CANTONEIRAS DE FERRO DE 35 x 35 x 5mm OU 35 x 35 x 4mm, SOLDADOS NA PARTE SUPERIOR NOS BRAÇOS DA COBERTA E NO ANEL DA BASE

ANEL DA COBERTA FEITO COM CANTONEIRA DE 35 x 35 x 5 OU 4mm, SOLDADO NOS BRAÇOS VERTICAIS DA COBERTA

NOTA: DEVEM SER COLOCADOS QUATRO ALÇAS NO ANEL DA PARTE SUPERIOR PARA O MANUSEIO DO GASÔMETRO



PLANTA DA PARTE SUPERIOR DO GASOMETRO

CANO CENTRAL COM 95mm DE DIÂMETRO E 1150mm DE COMPRIMENTO SOLDADO AOS FLANGES SUPERIOR E INFERIOR DA COBERTURA E DA BASE, E LIGADOS AOS BRAÇOS HORIZONTAIS

CIRCULO DE DIÂMETRO DE 625mm ONDE, NA CIRCUNFERÊNCIA E EM QUALQUER LUGAR, DEVE SER SOLDADO O FLANGE DE SAÍDA DO GÁS

FLANGE DE 250mm DE DIÂMETRO E 6mm DE ESPESURA SOLDADO NO CANO CENTRAL E NOS BRAÇOS DA COBERTURA, SUPORTANDO O CANO ABERTO

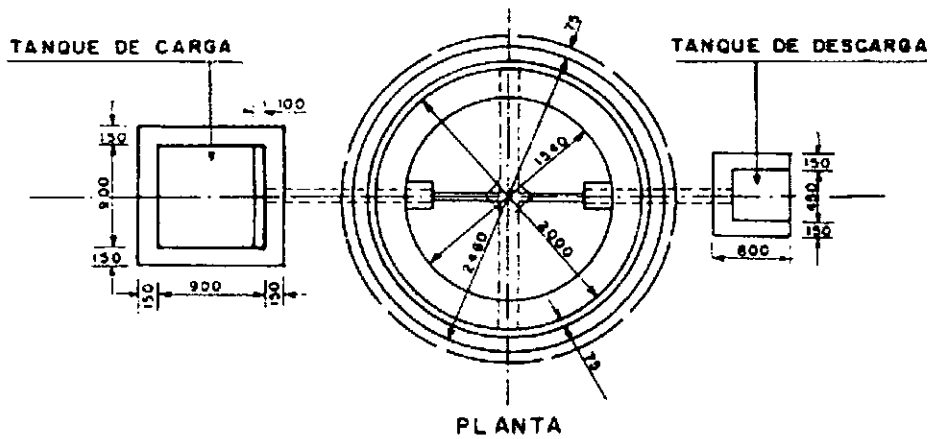
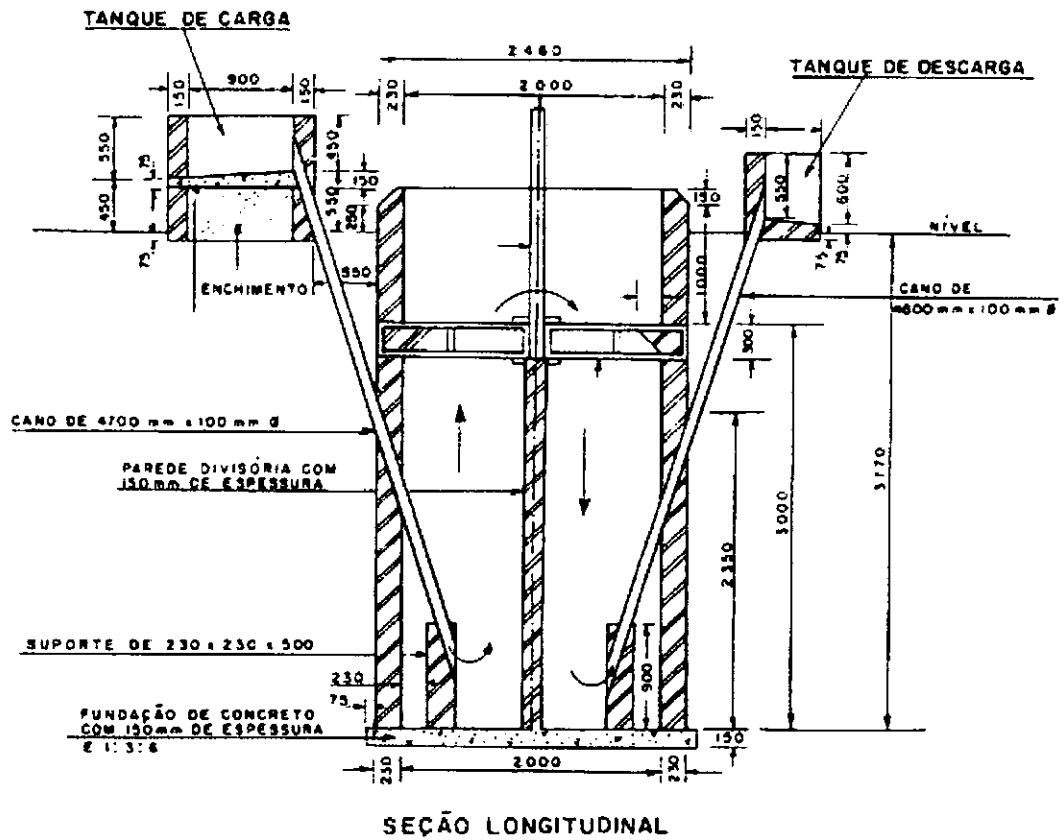


NOTA
COTAS EM MILÍMETRO

DETALHE DO FLANGE DE SAÍDA DO GÁS

CAEEB
COMPANHIA AUXILIAR DE EMPRESAS ELÉTRICAS BRASILEIRAS
DIRETORIA TÉCNICA
DEPARTAMENTO DE FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA

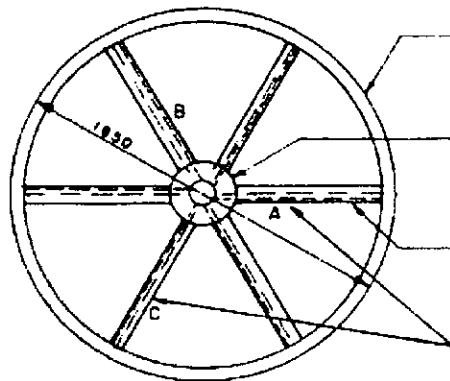
DETALHES DO GASÔMETRO PARA 2 m³ DE GÁS POR DIA, SEGUNDO A "KHADI ANO VILLAGE INDUSTRIES" COMMISSION BOMBAIM INDIA.



NOTA:
COTAS EM MILÍMETRO

CAEEB
COMPANHIA AUXILIAR DE EMPRESAS ELÉTRICAS BRASILEIRAS
DIRETORIA TÉCNICA
DEPARTAMENTO DE PONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA

INSTALAÇÃO PARA 5 m³ DE GÁS POR DIA, SEGUNDO A
"KHADI AND VILLAGE INDUSTRIES COMMISSION" BOMBAIM
INDIA.



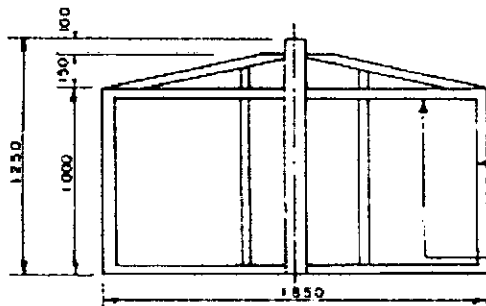
PLANTA DA BASE DO GASÔMETRO

ANEL DA BASE FEITO DE CANTONEIRA DE FERRO DE 35 x 35 x 6 mm SOLDADO AOS BRAÇOS VERTICAIS E HORIZONTAIS DA BASE

FLANGE DA BASE SOLDADO NO CANO CENTRAL E NOS BRAÇOS HORIZONTAIS DA BASE, SUPORTANDO O FLANGE DE 300 mm DE DIÂMETRO E 6 mm DE ESPESURA DO CANO ABERTO

BRAÇOS HORIZONTAIS DA BASE EM NÚMERO DE 6 FEITOS DE CANTONEIRA DE 35 x 35 x 6 mm E SOLDADOS NO ANEL DA BASE, NO FLANGE E NO CANO CENTRAL

TRES CHAPAS DE 40 x 60 mm SOLDADAS NOS BRAÇOS INCLINADOS NA PARTE SUPERIOR E NOS BRAÇOS HORIZONTAIS DA BASE EM DISTÂNCIAS DE 300 mm (A), 450 mm (B) E 600 mm (C) DO CANO CENTRAL

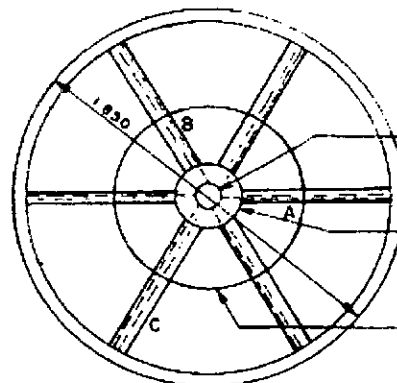


CORTE LONGITUDINAL

ARMAÇÃO PARA SER COBERTA COM CHAPAS

BRAÇOS VERTICAIS LATERAIS FEITOS DE CANTONEIRAS DE FERRO DE 35 x 35 x 6 mm SOLDADOS NA PARTE SUPERIOR NOS BRAÇOS DA COBERTA E NO ANEL DA BASE

ANEL DA COBERTA FEITO COM CANTONEIRA DE 35 x 35 x 6 cm, SOLDADO NOS BRAÇOS VERTICAIS DA COBERTURA



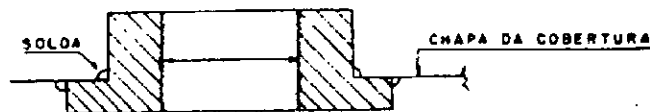
PLANTA DA PARTE SUPERIOR DO GASÔMETRO

NOTA: DEVEM SER COLOCADOS QUATRO ALÇAS NO ANEL DA PARTE SUPERIOR PARA O MANUSEIO DO GASÔMETRO

CANO CENTRAL COM 100 mm DE DIÂMETRO E 1250 mm DE COMPRIMENTO SOLDADO AOS FLANGES SUPERIOR E INFERIOR DA COBERTURA DA BASE E LIGADOS AOS BRAÇOS HORIZONTAIS

CIRCULO DE DIÂMETRO DE 100 mm ONDE, NA CIRCUNFERÊNCIA E EM QUALQUER LUGAR, DEVE SER SOLDADO O FLANGE DE SAÍDA DO GÁS

FLANGE DE 300 mm DE DIÂMETRO E 6 mm DE ESPESURA SOLDADO NO CANO CENTRAL E NOS BRAÇOS DA COBERTA, SUPORTANDO O CANO ABERTO

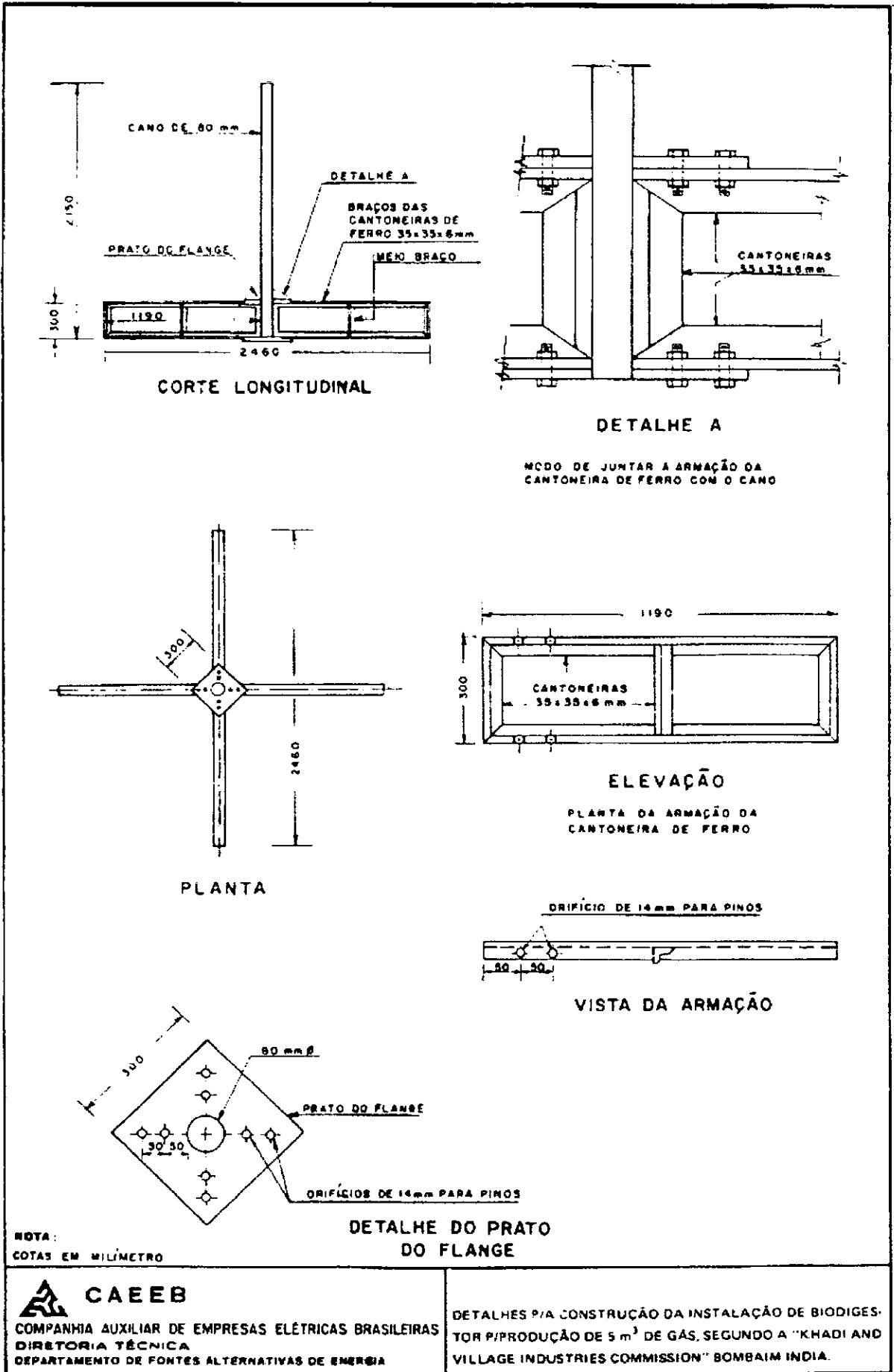


DETALHE DO FLANGE DE SAÍDA DO GÁS

NOTA:
COTAS EM MILÍMETRO

CAEEB
COMPANHIA AUXILIAR DE EMPRESAS ELÉTRICAS BRASILEIRAS
DIRETORIA TÉCNICA
DEPARTAMENTO DE FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA

DETALHES DO GASÔMETRO P/5m³ DE GÁS POR DIA, SEGUNDO A "KHADI AND VILLAGE INDUSTRIES COMMISSION" BOMBAIM INDIA.



CAEEB
 COMPANHIA AUXILIAR DE EMPRESAS ELÉTRICAS BRASILEIRAS
 DIRETORIA TÉCNICA
 DEPARTAMENTO DE FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA

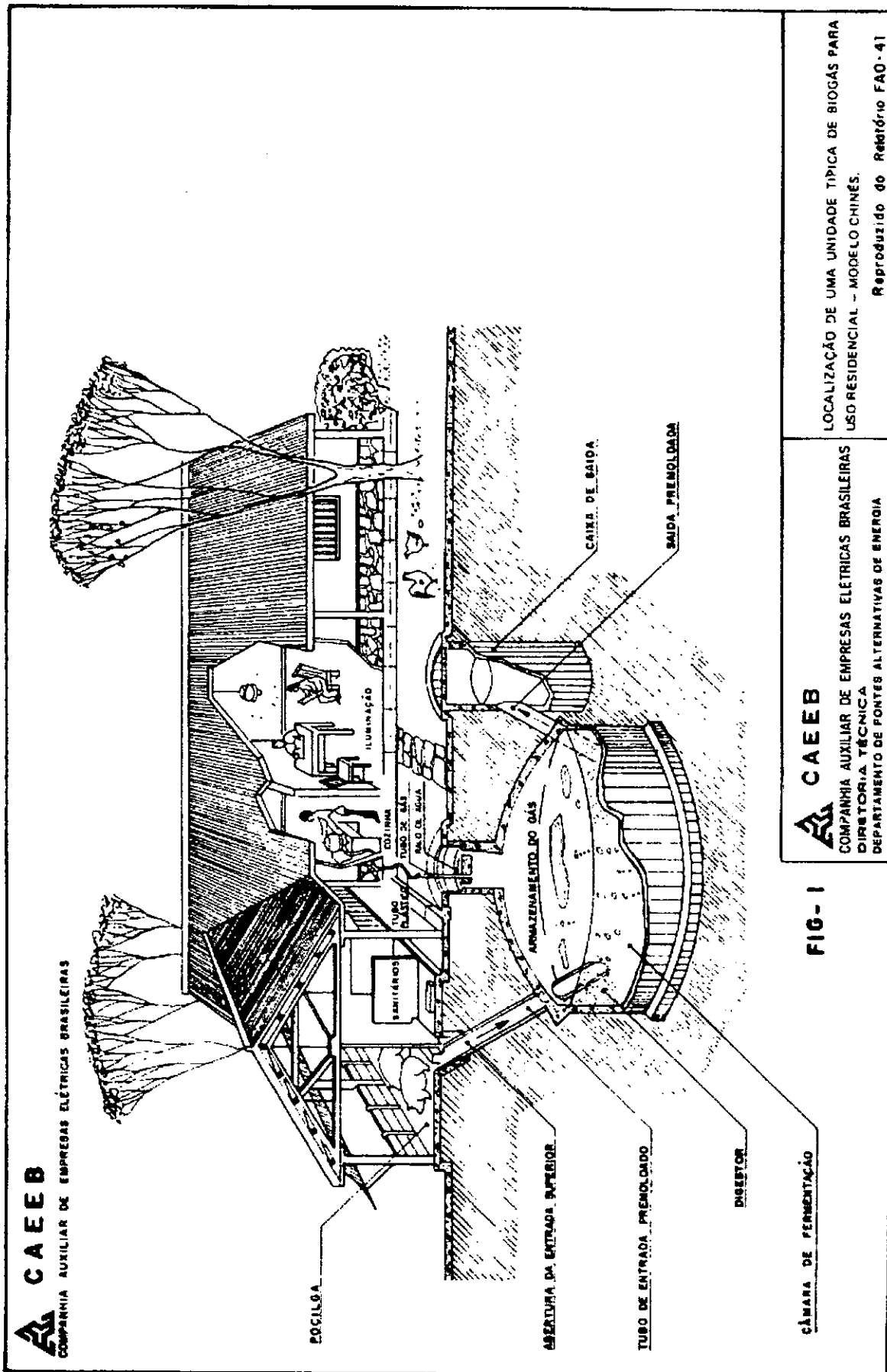
DETALHES P/A CONSTRUÇÃO DA INSTALAÇÃO DE BIODIGESTOR P/PRODUÇÃO DE 5 m³ DE GÁS, SEGUNDO A "KHADI AND VILLAGE INDUSTRIES COMMISSION" BOMBAIN INDIA.

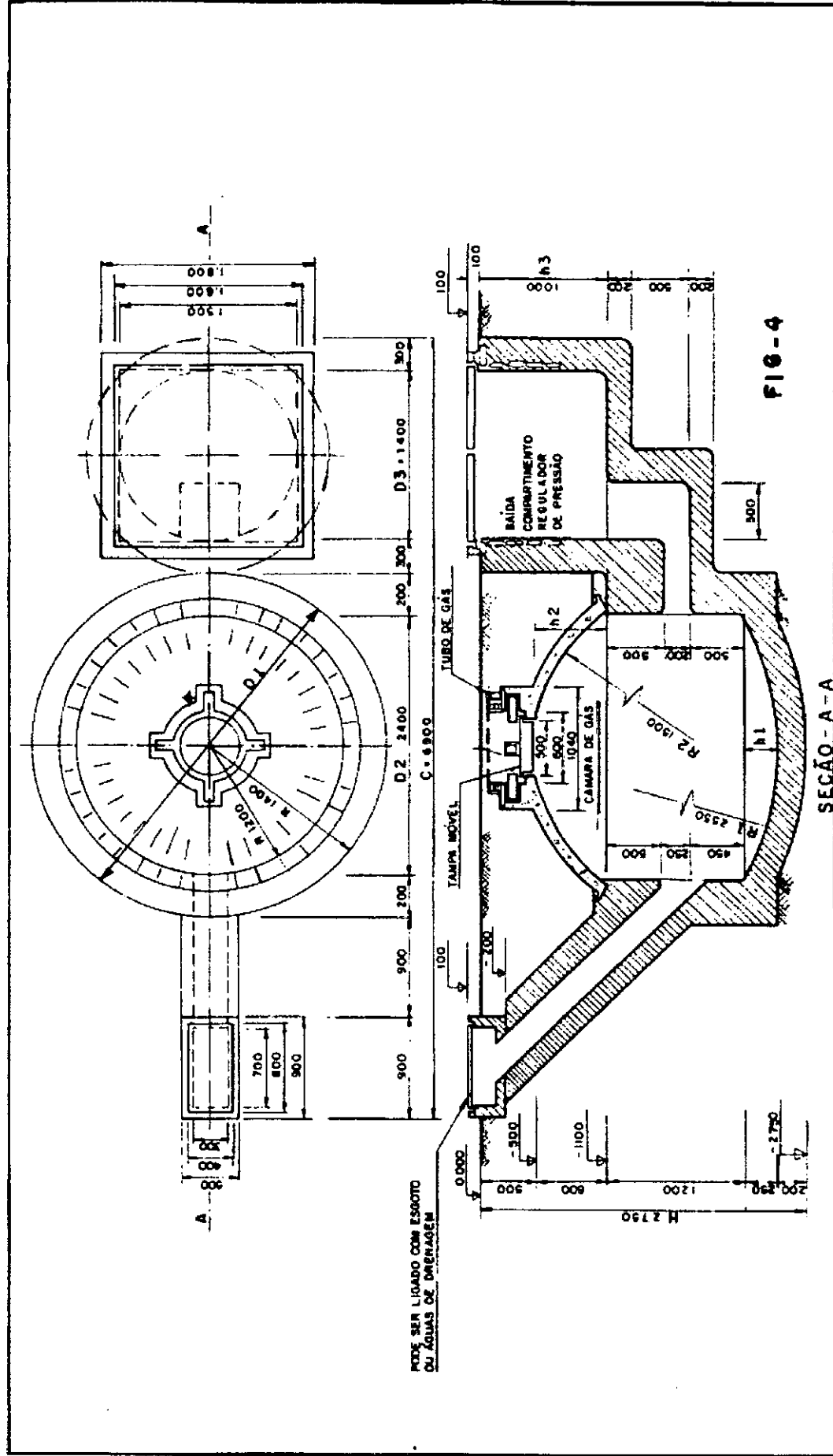
**Cómputo de Materiales y Mano de Obra para la Construcción de un Biodigestor
Tipo “Hindú” en Manpostería y Carpintería Metálica**

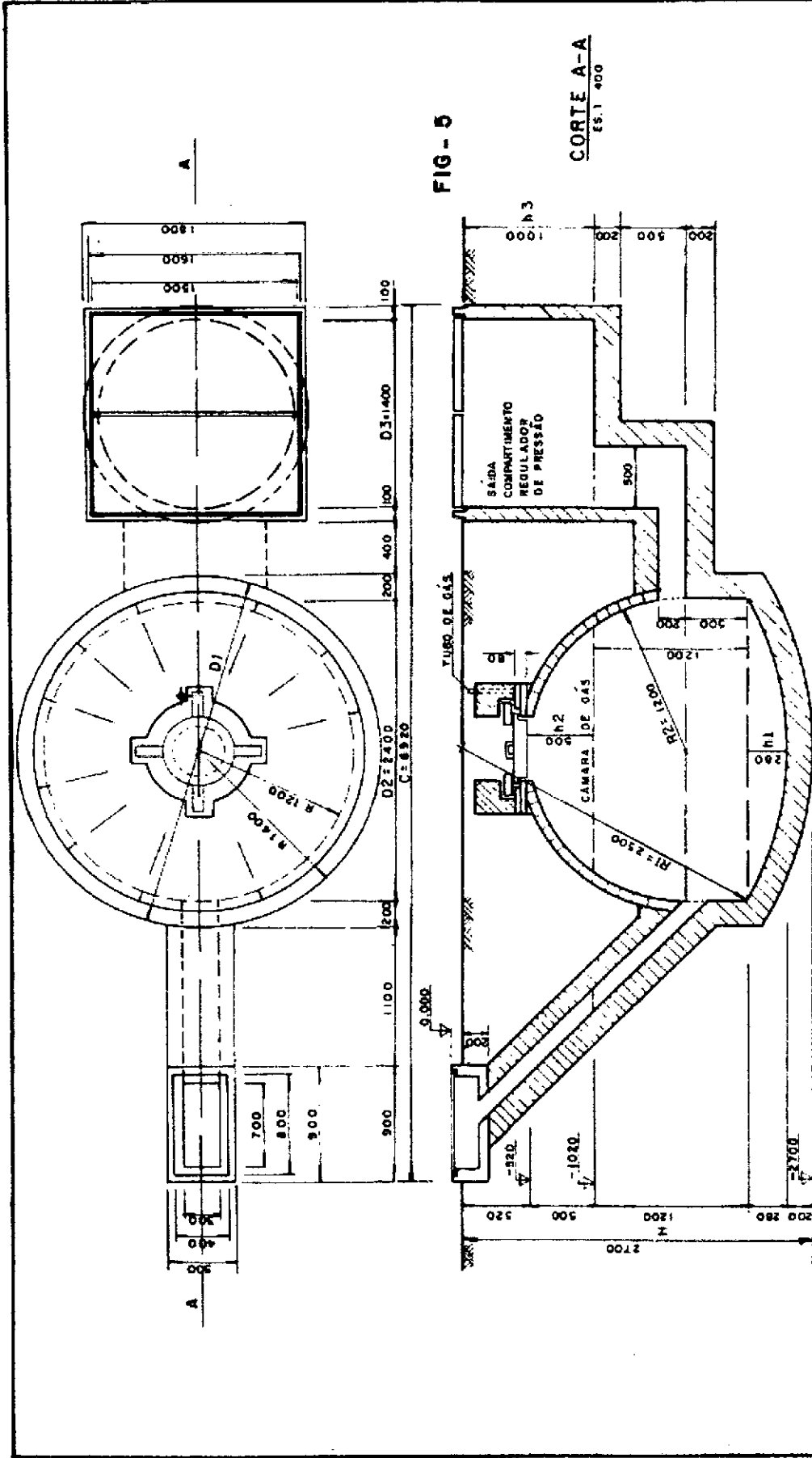
Cant.	Unid	Detalle	Precio Unitario	Precio Total
BIODIGESTOR				
1,10	M3	Piedra Partida		
2,60	M3	Arena Gruesa		
22	Bolsas	Cemento		
1,3	Miles	Ladrillo		
6,0	M	Caño PVC Cloacal 160 mm		
	Gral.	Mano de Obra Construcción Biodigestor		
GASOMETRO				
168	Kg	Chapa Negra Nº 12		
105	Kg	Hierro Angulo "L" de 1 3/8" x 6 mm		
19	Kg	Chapa de 1/4"		
1,2	M	Caño de 100 mm		
2,2	M	Caño de 75 mm		
3	Lt	Pintura Epoxi		
2,0	Lt	Pintura Asfáltica		
	Gral.	Mano de Obra y Taller Construcción Gasómetro		
		SUB-TOTAL		
		IVA 21 %		
		TOTAL		

Alternativamente, existe en el mercado de elementos para el agua potable, un **Tanque Cilíndrico en P.R.F.V. de 2.000 Lt de capacidad**, que puede ser utilizado como **Gasómetro**, en un precio estimado de **\$ 374,00 (IVA incluido)**.

La capacidad del mencionado tanque y sus propiedades no corrosivas lo hace muy adecuado para ser utilizado como gasómetro en sustitución de la construcción en chapa negra y protegido con pintura “epoxi”.







NOTA
COTAS EM MILÍMETROS

CAEEB
COMPANHIA AUXILIAR DE EMPRESAS ELÉTRICAS BRASILEIRAS
DIRETORIA TÉCNICA
DEPARTAMENTO DE FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA

PLANTA DE UMA UNIDADE DE BIOGÁS COM TANQUE
E CUPULA DE ALVENARIA - MODELO CHINÊS.

TABELA 1

Volume de carga	Dimensões de 4 tanques de biodigestores sem espuma realizada ou pre-moldada, considerando um período de incubação de 42 dias (em mm)										Produção aproximada de biogás por biogas por 24 hs.	
	C	H	D ₁	R ₁	R ₂	h ₁	D ₂	h ₂	D ₃	D ₄		
m ³ APROX.												
6	6 900	2 780	2 800	2 820	1 500	250	800	2 400	1 000	1 400	1 400	3
8	7 540	3 000	3 100	2 800	1 600	320	760	2 700	1 000	1 600	1 600	4
10	7 980	3 080	3 400	2 880	1 780	440	600	3 000	1 000	1 800	1 800	5
12	8 200	3 400	3 600	3 200	1 820	480	684	3 200	1 000	2 000	2 000	6

TABELA 1

Volume de carga	Dimensões de 4 tanques de biodigestores com espuma de alvenaria, considerando um período de incubação de 42 dias (em mm)										Produção aproximada de biogás por biogas por 24 hs.	
	C	H	D ₁	R ₁	R ₂	h ₁	D ₂	h ₂	D ₃	D ₄		
m ³ APROX.												
6	6 920	2 700	2 800	2 500	1 200	280	600	2 400	1 600	1 400	1 400	3
8	7 740	2 880	3 080	2 680	1 350	400	1 380	2 700	1 000	1 600	1 600	4
10	7 900	2 960	3 400	2 780	1 500	440	1 500	3 000	1 000	1 800	1 800	5
12	8 540	3 120	3 600	2 920	1 600	480	1 600	3 200	1 000	2 000	2 000	6

