
BOLETIN ENERGETICO



Organización Latinoamericana
de Energía

202/1

SEPTIEMBRE/OCTUBRE, 1981

HACIA UNA IMPLEMENTACION REGIONAL LATINOAMERICANA DEL PROGRAMA DE ACCION DE NAIROBI **olade**
PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS **olade** POTENCIAL GEOTERMICO EN AMERICA LATINA **olade** EL VIEN-
TO COMO ALTERNATIVA ENERGETICA EN AMERICA LATINA **olade** BIOGAS Y DESARROLLO EN AMERICA LATINA

BIOGAS Y DESARROLLO EN AMERICA LATINA

UNA PRIMERA EXPERIENCIA REGIONAL

I EL BIOGAS COMO RECURSO

Es ampliamente reconocido en nuestros días, que las Fuentes No convencionales de Energía contribuyen en buena medida en el abastecimiento energético de América Latina y, nuevos esfuerzos se hacen día a día para ampliar esa contribución y reducir la alta dependencia de las Fuentes Tradicionales, reconociendo como tradicional al consumo del petróleo y sus derivados.

Una de las fuentes que viene adoptando una posición de alta prioridad, dado su magnitud de aporte y su ritmo de implementación, es el Biogas, debido no solo a su gran potencial de desarrollo, sino a su factibilidad de auto-impulsarse en las áreas rurales, especialmente en las más aisladas, donde puede llegar a alcanzar un desarrollo impactante. Claro está, que deberá concederse un tiempo prudencial para que logre su incursión, absorción y aceptación en el mercado.

El término biogas o tecnología del biogas, debe ser ampliado para conocer sus verdaderas bondades, pues su acción no puede ni debe verse únicamente como un recurso energético (importante ya de por sí), ya que posee una acción directa en la prevención de la deforestación de la masa boscosa acción que incide directamente en la protección del ecosistema. De la misma manera contribuye en la parcial solución de los problemas sanitarios y de contaminación ambiental, al utilizar y reciclar desechos

orgánicos (animales, vegetales, agroindustriales y humanos).

Del proceso de degradación y digestión —responsable de la generación del biogas— se obtiene un desecho, que puede ser líquido o sólido, con alto contenido de Nitrógeno y que se considera un abono o fertilizante de óptima calidad y competitivo con los de origen químico.

Estos subproductos de comportamiento similar al humus, permiten un mejoramiento en la calidad del suelo agrícolo que incide directamente en el incremento de la producción de alimentos e, indirectamente en el mejoramiento de la calidad de vida del habitante del área rural. Esta última consideración podría coadyuvar en la reducción de la ya alta tasa de migración campo-ciudad.

Es importante hacer notar que otra de sus características, por demás interesantes y que debe facilitar tanto su explotación como su difusión es, su independencia de transporte del fertilizante producido, por cuanto, en la mayoría de comunidades rurales son prácticamente inexistentes los sistemas viales que, podrían facilitar el traslado de algunos químicos de los centros de producción a los centros de aplicación.

Socialmente el biogas se constituye en un recurso alrededor del cual se establece un desarrollo de pequeños núcleos comunales del área rural, mediante

la producción de energía y nutrientes orgánicos, trayendo como intangible beneficio la deducción de problemas sanitarios y ecológicos (este último a mediano y largo plazo).

Económicamente puede asegurarse en base a la experiencia ganada y, considerando los costos de selección, construcción, mantenimiento, intereses, depreciación e imprevistos, que para plantas de biogas no mayores de 20 m³ de capacidad (pequeña escala y familiar no mayores de 8 miembros), el costo instalado de kilowatios hora es de US \$0.40, lo cual indica costos competitivos con otras fuentes energéticas.

Además, de acuerdo con estudios realizados por PNUD-OLADE las estimaciones (optimistas) de posibles volúmenes de producción de biogas, expresados en toneladas equivalentes de petróleo (t.e.p.) y considerando condiciones ideales, prevén que para 1985, la contribución del biogas será de 45.50 t.e.o. y para 1995 de 69.85 t.e.p. lo cual correspondería a US \$10,682 millones y US \$16,404 millones, respectivamente en los años citados (considerando un precio de US \$32.00 por barril o US \$235.00 por tonelada métrica). Además en este análisis superficial no se adjudica el valor de la producción del abono orgánico, cuyo volumen debe oscilar entre 12 y 16 toneladas métricas por año por planta.

En resumen puede decirse que el biogas pertenece por mérito propio, al grupo de "tecnología de las alternativas agro-orgánicas en el medio agrícola", es decir, apoya los procesos naturales de producción de energía, alimentos, salud.... pero en forma descentralizada.

Más importante aún, el biogas no es solamente una tecnología: también implica la introducción de conceptos novedosos o diferentes en medios rurales que, por tradición, son cerrados al cambio. Como cualquier cambio introduce riesgo, desorden, salirse de las costumbres, ver las cosas de otra manera.... muchas reaccionan negativamente, levantando barreras o bloques mentales para protegerse.

De allí que las alternativas energéticas (biogas en este caso) no solo basan su futuro en el uso de equipos, aparatos o herramientas sino, también en la generación de nuevas formas de pensar para organizar la acción o acciones que se pretendan llevar a cabo.

Dentro de este mismo orden de ideas, debe considerarse que las tecnologías prevalecientes forman el carácter del, o de los sistemas económicos imperantes, pues no son elementos neutrales por cuanto su escogencia determina quién trabaja, dónde se trabaja, que recursos utiliza, cuánto se gana y qué grado de preparación académica se necesita.

Con esta conceptualización, el Programa Regional de Biogas —OLADE desarrolló el Proyecto Piloto de Capacitación, Construcción y Demostración de Plantas de Biogas en Areas Rurales de sus países de LATINOAMERICA, cuyos aspectos relevantes se detallan a continuación.

II. PROYECTO PILOTO DE CAPACITACION, CONSTRUCCION Y DEMOSTRACION DE PLANTAS DE BIOGAS EN AREAS RURALES DE SEIS PAISES DE LATINOAMERICA

PROYECTO A CARGO DEL PROGRAMA REGIONAL DE BIOGAS-OLADE

II.1 ANTECEDENTES

La definición "Desarrollo de Proyectos Técnicos y Transferencia de Tecnología" que OLADE practica, aunado con el apoyo gubernamental de los países miembros, permitió que un grupo de los principales expertos latinoamericanos en la tecnología del biogas, se reuniera en Quito, Ecuador en Febrero de 1980 para discutir un documento - propuesta que OLADE presentara en esa oportunidad. El resultado de esa reunión fue la aprobación del documento y a partir de ese momento se constituye como la base del Proyecto Piloto.

II.2 OBJETIVOS

Los objetivos básicos se detallan a continuación:

- II.2.1. Transferir la tecnología en biogas mediante la capacitación del apoyo técnico local.
- II.2.2. Demostrar la viabilidad del biogas en pequeña escala en las áreas rurales mediante:
 - II.2.2.1. Producción de combustible (Biogas).
 - II.2.2.2. Producción de nutrientes orgánicos (Bio-abono).
 - II.2.2.3. Mejora de las condiciones ecológicas y sanitarias del medio rural.

II.2.3 PROMOVER, COORDINAR Y ORIENTAR EL DESARROLLO DEL BIOGAS EN LOS PAISES MIEMBROS DE OLADE.

Para conseguir el logro de los objetivos propuestos, se estableció como mecanismo directo, la construcción de 60 digestores, distribuidos en seis países de la Región (Bolivia, Guyana, Haití, Honduras, Jamaica y Nicaragua), usando los sistemas que habían demostrado su efectividad amén de ser fácilmente transferibles,* a saber:

- a) Discontinuo OLADE - Guatemala.
- b) Semicontinuo de desplazamiento horizontal XOCHICALLI.
- c) Semicontinuo de desplazamiento horizontal IIE - MEXICO.
- d) Semicontinuo doméstico chino.

Se esperaba que una vez logrados los objetivos propuestos, los gobiernos involucrados, desarrollarán sus propios programas de Biogas, no sólo en pequeño sino que también en mediana y gran escala, de acuerdo a sus necesidades y acomodando su aplicación a otras áreas como la industria agropecuaria, tratamiento de basuras y aguas negras.

II.3. IMPLEMENTACION:

El proceso de sensibilización en los miembros de OLADE, se realizó para determinar a los países que manifestaban interés en la adopción de la tecnología del Biogas, no como un **sustituto energético**, sino como una fuente paliativa y renovable; así como una experiencia en el proceso de transferencia de tecnología. Dentro de ese contexto se realizaron visitas por parte de la coordinación general a los países donde se conduciría el proyecto (Bolivia, Guyana, Haití, Honduras, Jamaica y Nicaragua) en los meses de octubre de 1979 a enero de 1980.

Los contactos iniciales se hicieron con los Ministerios o Direcciones que se relacionaban con el sector Energía y fueron ellos quienes designaron a las instituciones que actuarían como contraparte de OLADE en la ejecución del proyecto.

De acuerdo a la estrategia adoptada, OLADE desarrolló las siguientes actividades, con el fin de capacitar y entrenar a los técnicos de los gobiernos involucrados, así como a otros de países miembros que habían demostrado su interés.

- a) Cuatro (4) cursos prácticos sobre construcción de plantas de biogas en Ecuador, Guatemala, República Dominicana y Grenada.
- b) Dos (2) reuniones del grupo de asesores, en Ecuador y Jamaica.
- c) Un (1) curso teórico - práctico sobre biogas, en Guatemala.
- d) Una (1) reunión de Coordinadores, en Ecuador.
- e) Un (1) seminario sobre Biogas, en República Dominicana.
- f) Una (1) reunión de Evaluación, en Ecuador.
- g) Dos (2) seminarios de Bioenergía, en Atlanta, USA y Brasil.

La asistencia global a las actividades fue de 381 participantes de 26 países.

Dentro de la implementación, los problemas más relevantes se centraron en la etapa constructiva y es-

tos problemas que se consideran inherentes a este tipo de proyectos de desarrollo innovativo, fueron solucionados en su gran mayoría. Algunos de ellos fueron enfocados en forma objetiva, logrando la generación de técnicas autóctonas y motivando la creatividad de los responsables contraparte. Pueden citarse entre ellos: La técnica del Ferrocemento, localización de acceso al anterior de las plantas, indisponibilidad inmediata de materiales de construcción.

Por otra parte, la crisis económica que viven no sólo los países involucrados en el proyecto, resultó en demora de la ejecución de las obras, demora que no permite establecer a este momento la operatividad total de las plantas.

El siguiente cuadro muestra el estado actual de todas las plantas construidas.

II.4. CONCLUSIONES

Se presentan aquí las conclusiones que OLADE considera más relevantes.

CONCLUSIONES

Se presentan aquí las conclusiones que OLADE considera más relevantes.

IV.1 Debe concederse un lapso de tiempo prudencial a fin de determinar la eficiencia en la operatividad de TODAS las plantas.

IV.2 La mayoría de las plantas arrojan costos superiores a lo previsto, pero se debió a la forma

CUADRO RESUMEN:

TIPO DE PLANTA	En operación	Próxima a operar	No opera*	TOTAL
China	16	02	00	18
Xochicalli	03	05	01	09
OLADE - Guatemala	04	11	00	15
IIE - México	00	08	00	08
TOTAL	23	26	01	50

*Una planta se encuentra fuera de operación por hundimiento del terreno y 10 plantas más fueron construidas a lo largo de la realización de los cursos prácticos.

en que fue contratada la mano de obra (específicamente para la obra). Sin embargo, se considera que es factible reducir hasta en un 50% los costos si se establecen otros mecanismos más apropiados.

IV.3 Se cumplió con los objetivos referentes a la transferencia de la tecnología (Ferrocemento, procedimientos operativos a pequeña escala y aspectos constructivos).

IV.4 La experiencia generada deberá permitir a los gobiernos involucrados, planificar sus propios programas de biogas.

IV.5 OLADE necesitará las estadísticas completas de operación, mantenimiento y seguimiento, con el fin de ofrecer un apoyo técnico más útil y objetivo y, se puntualiza que sin esa información básica, OLADE no podrá generar estrategias y políticas de aplicabilidad técnica y económica.

II.5 Beneficios alcanzados

Es indudable que recién finalizada la ejecución del proyecto, cuesta mucho observar o afirmar categóricamente que los beneficios inmediatos fueron tales o cuales, esto sólo podrá apreciarse con el devenir del tiempo y dependiendo de la forma en que ahora aprovechen los países el recurso obtenido. Sin embargo se describen aquí, la serie de logros más sobresalientes.

a) Se estudia la viabilidad técnica del biogas como fuente alternativa de energía. Específicamente en Bolivia se planea la instalación de 40 digestores más y en Jamaica se han solicitado fondos al Fondo Europeo de Desarrollo para cumplir 2.500 digestores en 5 años.

b) Se introduce el concepto de que la tecnología del biogas no sólo, constituye una fuente de energía sino que además, puede y debe contribuir al mejoramiento de la calidad de los suelos, mediante el uso del bioabono.

c) Se motiva la generación de tecnología local en técnicas de construcción pues las dificultades en manejo sus Ferrocemento se ven superadas y la indisponibilidad de materiales de construcción promueven la búsqueda de materiales alternativos.

d) Se motiva el uso conjunto de otras fuentes de Energía.

e) Se permite a los Gobiernos conocer, evaluar y demostrar una tecnología desconocida localmente, lo cual "mejora la capacidad para apoyarse en el uso de sus propios recursos".

f) Se afianza al biogas como elemento integrante de la política energética de los países.

g) Se contribuye al desarrollo rural por medio del interés generado entre los usuarios.

II.6 Hacia el Futuro

La estrategia sobre la cual se ha basado OLADE, consistió en dar prioridad al desarrollo de proyectos demostrativos, eficaces, para que a su vez, estos sirvieran a los equipos nacionales como base y apoyo para una eventual difusión y aceptación de la tecnología entre los sectores y autoridades correspondientes.

De acuerdo a esta estrategia, OLADE ha cumplido al transferir la tecnología. Ahora queda pues, en mano de las entidades nacionales difundir y promover los resultados obtenidos en esta etapa para crear conciencia pública y generar interés hacia este programa, innovativo desde cualquier órgano que se mire.

ANEXO

Se describe en esta sección, la materia prima y operación de los 4 diferentes tipos de digestores utilizados, así como algunos detalles constructivos, (no son los juegos de planos completos).

Para mayor información dirigirse a:

Programa Regional de Biogas
Casilla 6413 C.C.I.; Telex 2728
Quito, Ecuador

A) DIGESTOR TIPO OLADE GUATEMALA

A.1 MATERIA PRIMA PARA LOS DIGESTORES

Los materiales usados en esta tecnología de baja dilución (40 a 60 o/o de sólidos en solución dependiendo de la densidad del material) son muy variables. Con este sistema se logra digerir metanogénicamente, con alguna variedad, incluso a materiales de muy difícil tratamiento con tecnologías de alta dilución y de carga continua o semicontinua. Preferentemente se mezclan desechos animales con desechos vegetales para lograr una relación adecuada de carbono-nitrógeno y obtener un bioabono de mejores características orgánicas.

Se ha comprobado una digestión eficiente con desechos de cereales (maíz, arroz, trigo), bagazo de caña, pulpa o cascarilla de café, plantas acuáticas, restos de banano, tabaco, frijoles, estiércoles animales en general y basura orgánica compostada.

La proporción en que se puede mezclar el estiércol animal, es conveniente que no sea menor a una tercera parte del volumen, pudiéndose aumentar con vegetales de contenidos muy bajos en materia orgánica y elevados niveles de celulosa. Es también conveniente, considerar la adición de nitrógeno mineral (urea), para mejorar la cantidad del nitrógeno que requieren las bacterias para su acción en el medio.

A.2 OPERACION DEL DIGESTOR

Esta fase se inicia con la carga. El material usado debe ser previamente compostado al aire libre

por 10 o 15 días, lo que además de permitir una fácil iniciación de la digestión, reduce el contenido de humedad de los materiales frescos. Esta acción es necesaria (aunque no indispensable), para facilitar la compactación de la carga dentro del digestor antes de su completa llenada.

En el caso de llenar el digestor con un solo tipo de material, la operación se debe realizar por capas de 30 cm. de espesor compactadas sucesivamente.

En el caso de que la carga se realice con mezcla de materiales, ésta se debe hacer también por capas, alternando los materiales a depositarse.

La compactación requerida permite eliminar las bombas de aire que queden en su interior y a su vez aumentar la capacidad de carga de sólidos.

Una vez llenado el digestor, se satura de agua (preferiblemente con una parte de líquido residual de cargas anteriores) hasta sobrepasar el nivel del sólido a unos 10 cm.

Es importante mencionar que, antes de tapan el digestor se debe esperar que el agua se infiltre en el medio, para evitar descensos inesperados del nivel de agua, lo que no es deseable.

Terminada esta operación se tapa el digestor, se sella herméticamente, se agrega agua al sello respectivo y el proceso de digestión se inicia.

Bajo condiciones ambientales favorables, la producción de gas combustible se observa entre 4 y 10 días después de ser tapado.

El período de digestión, con mezclas adecuadas y condiciones climáticas convenientes, puede tener una duración aproximada de 35 a 45 días, con producciones útiles de gas.

Al momento de observarse una disminución en la producción de gas, (y alcanzar ésta niveles poco útiles), es el momento de proceder a la descarga. Se debe cerrar la válvula de salida de gas en este digestor. La presente operación se realiza destapando el digestor (se vacía previamente el sello de agua)

y posteriormente abriendo el tubo de drenaje para permitir el escape de bioabono líquido, el que se drena hasta completar la decantación (extracción completa de agua), en 48 horas aproximadamente. Al final de este proceso, se procede a la extracción del bioabono sólido y a la consecuente limpieza del digestor para que quede listo a ser cargado nuevamente.

PLANOS A 1 - 2 - 3

B) TIPO SEMICONTINUO DOMICO CHINO

B.1 MATERIA PRIMA PARA LOS DIGESTORES

El digestor chino utiliza todo tipo de desechos agropecuarios, incluyendo excreta humana, recomendándose siempre el uso de mezclas materiales. La técnica de operación china permite la digestión de material celuósico tal como pajas de cereales, pastos, hojas, etc., a condición de cargar el digestor con material pre-compostado aeróbicamente.

Es importante enfatizar que gran parte del éxito de la tecnología china del biogas depende del pre-compostado, ya que proporciona las siguientes ventajas:

- a) Temperatura adecuada para la multiplicación de bacterias aeróbicas y anaeróbicas.
- b) Generación de calor (60-70°C) que libera a las pajas de la capa cerosa superficial, permitiendo la degradación parcial de la celulosa y la lignina hasta su disgregación homogénea en el líquido en digestión, evitando la formación de espumas (natas).
- c) Calor que sirve para elevar la temperatura de la solución inicial de carga.
- e) Degradación parcial de la materia prima inicial, lo cual acelera la producción de biogas combustible.
- f) Obtención de efluentes y lodos más homogéneos y accesibles a las plantas.

Además, es muy importante añadir lodo activado (inóculo), de diverso origen, en la carga inicial hasta un volumen de 10 o/o del total líquido.

B.2 OPERACION DEL DIGESTOR

El digestor tipo chino es de funcionamiento semicontínuo. Se carga, en forma inicial con material pre-compostado a una concentración de 7-15% de sólidos totales en suspensión, se repone periódicamente (diaria, días alternos o semanalmente) con materia prima, de preferencia pre-compostada en una cantidad equivalente al gas producido. Se recomienda recirculación del efluente líquido en forma frecuente.

PLANOS B - 1 - 2

C) TIPO SEMICONTINUO KOCHICOLLI

C.1 MATERIA PRIMA PARA LOS DIGESTORES

Como materia prima para este tipo de digestores, se puede utilizar basura orgánica, aguas negras, estiércoles, desechos industriales orgánicos, residuos de cosechas, etc. A la mezcla de sólidos introducida al digestor hay que añadirle líquido (agua y/o inóculos) hasta obtener 90% de dilución aproximada.

C.2 OPERACION DEL DIGESTOR

Similar a la descrita en el sistema Chino, es decir, su carga es semicontínua o contínuo, la carga inicial se hace preferentemente con material precompostado. La adición de líquido inicial, preferiblemente mezclada con 30% de líquido residual de otro digestor o de un pozo séptico.

La carga se debe hacer hasta que el líquido cubra la boca del tubo de alimentación. La operación de desnatado se hace 2 ó 3 veces por año. Debe tenerse en cuenta que, a los 15 días de realizada la carga inicial, se forma la primera nata, por lo que hay que drenarse líquido hasta el nivel inferior de la compuerta de desnatado y proceder a extraer por arrastre la nata con un dispositivo diseñado para tal fin.

Es necesario asegurar, que no existan fugas, principalmente a través de los tornillos de la compuerta de desnatado, utilizando selladores adecuados para tal fin o yeso.

Descarga del digestor: debe hacerse en tal modo que, baje a un nivel máximo de 50 cm. del fondo para no detener el proceso. El descargue puede hacerse diariamente, por quincenas, mensualmente, etc. Dos terceras (2/3 partes de la carga diaria puede descargarse como líquido y una cuarta (1/4 parte en forma de lodo.

El agua extraída puede recircularse para economía de la misma, en un volumen no mayor al 30% de la necesidad líquida diaria.

PLANOS C 1 - 2 -

D) TIPO SEMICONTINUO IIE - MEXICO

D.1 MATERIA PRIMA PARA LOS DIGESTORES

Este digestor emplea una tecnología de alta dilución, por lo cual la materia prima que ingresa al mismo, tiene alrededor de 8% de sólidos totales en dilución (en agua y/o inoculante). Se alimenta con el estiércol de 8 a 10 vacas semiestabuladas o con el equivalente de otros animales; se puede mezclar con residuos de cosechas y preparar un pre-compostamiento, de manera que se disgregue la materia orgánica.

D.2 OPERACION DEL DIGESTOR

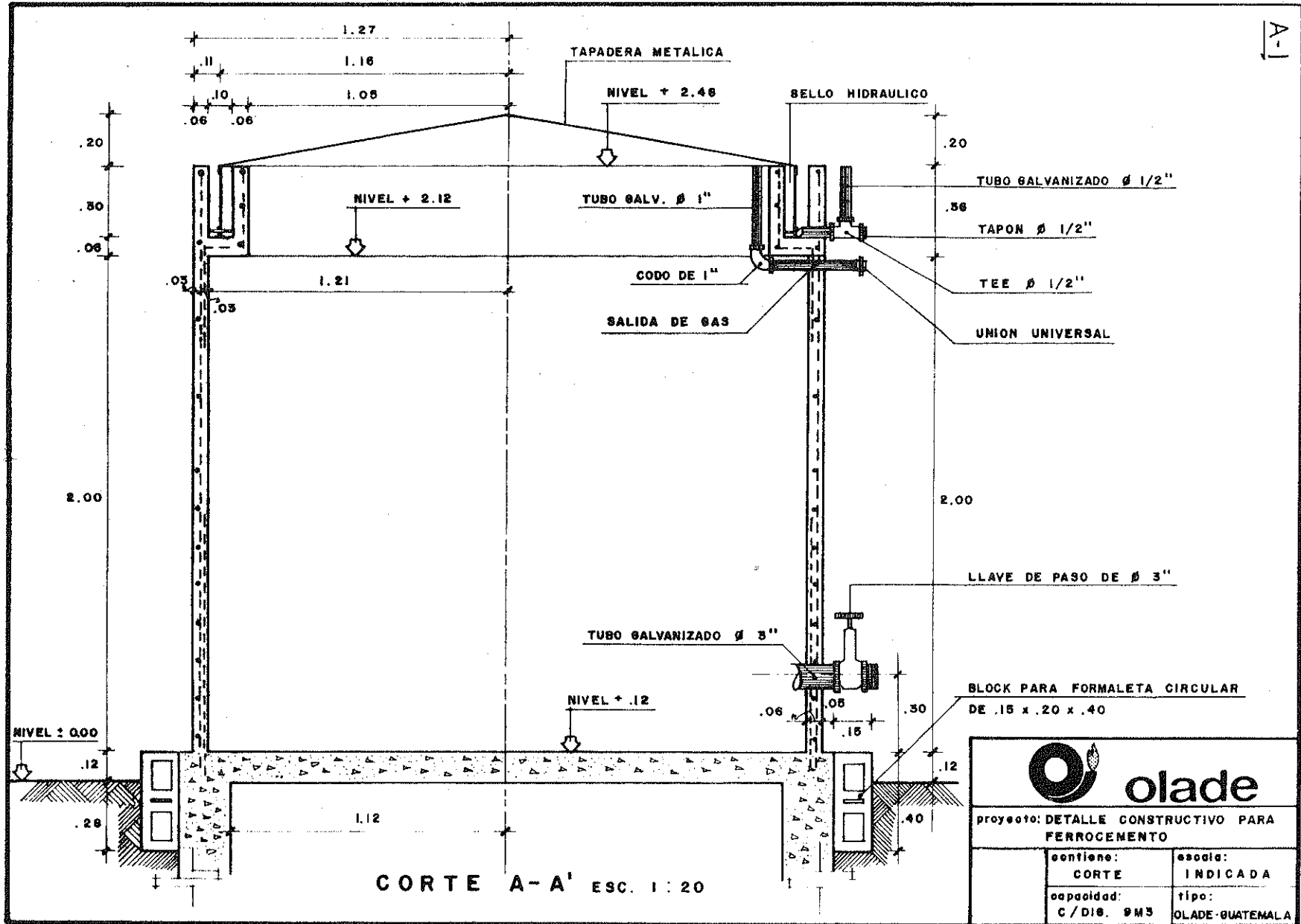
Su carga se hace en forma continua o semicontinua, a través de la cámara de entrada, alimentándose en su primera carga con material precompostado preferentemente.

En la primera carga es necesario introducir inoculante, con el objeto de acelerar la descomposición de la materia orgánica, y por lo tanto la producción de biogas.

El digestor se carga todos los días con un volumen de mezcla determinado y se extrae el mismo volumen por vasos comunicantes hacia la pileta de descarga, evitando de este modo el uso de bombas.

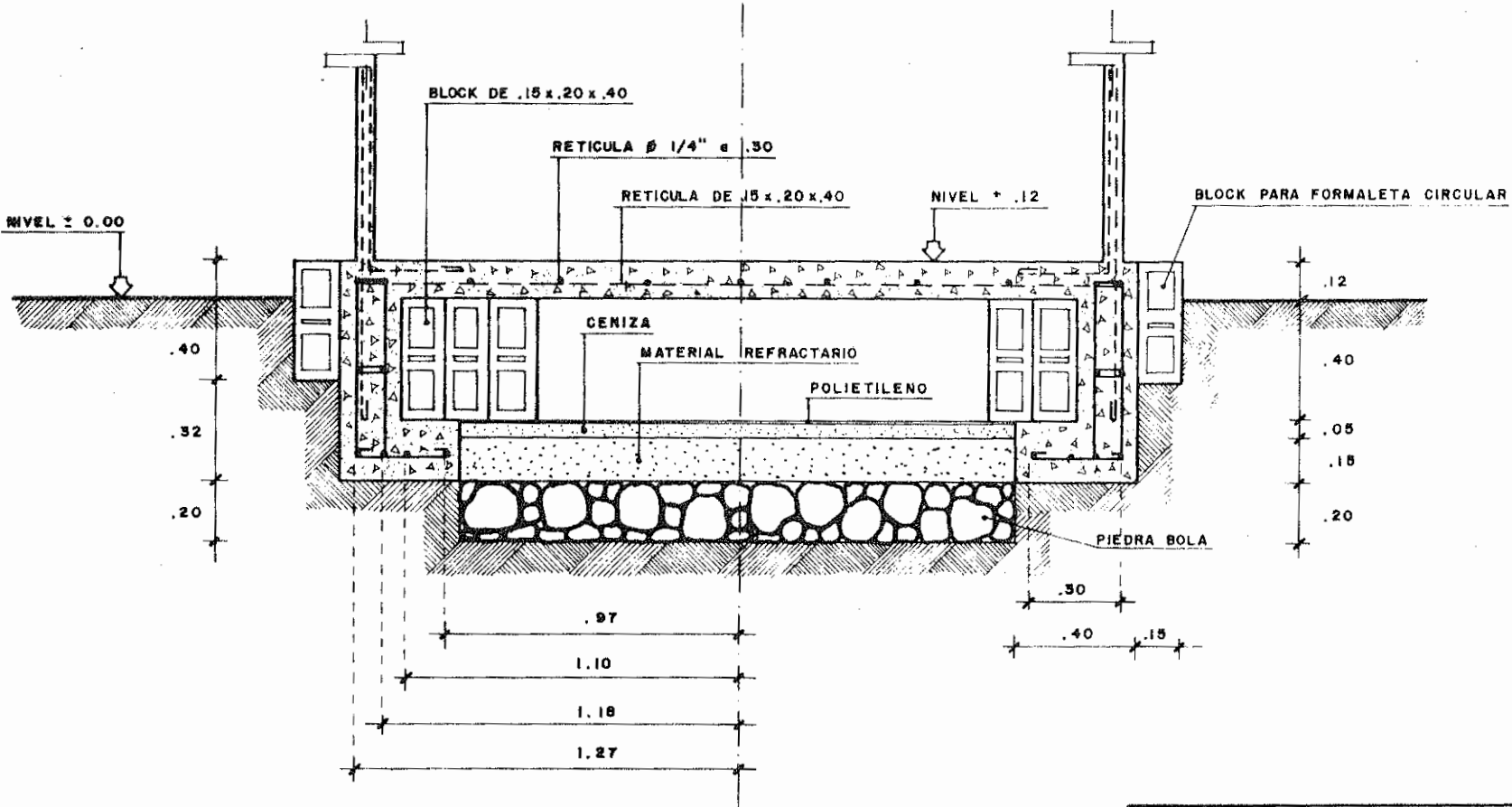
El rebosadero, además de ser una de las alternativas de descarga, es también un sello de agua que trabaja como válvula de alivio en el caso de que, la presión interior sobrepase la presión máxima permisible.

PLANOS D - 1 - 2




 olade	
proyecto: DETALLE CONSTRUCTIVO PARA FERROCEMENTO	
contiene: CORTE	escala: INDICADA
capacidad: C / DIS. 9M3	tipo: OLADE-GUATEMALA

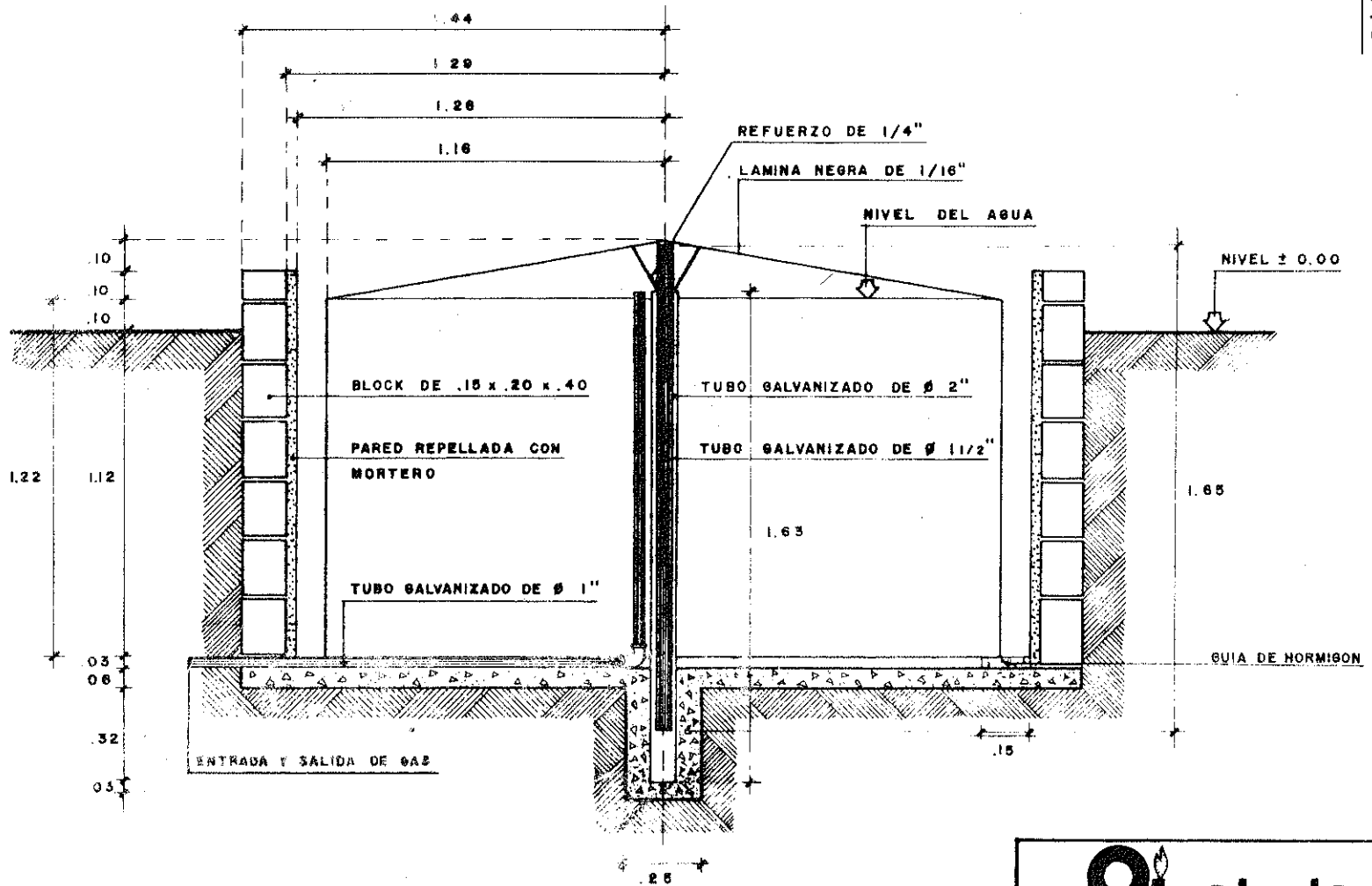
A-2




CORTE A-A' ESCALA 1:20
(CONTINUACION)

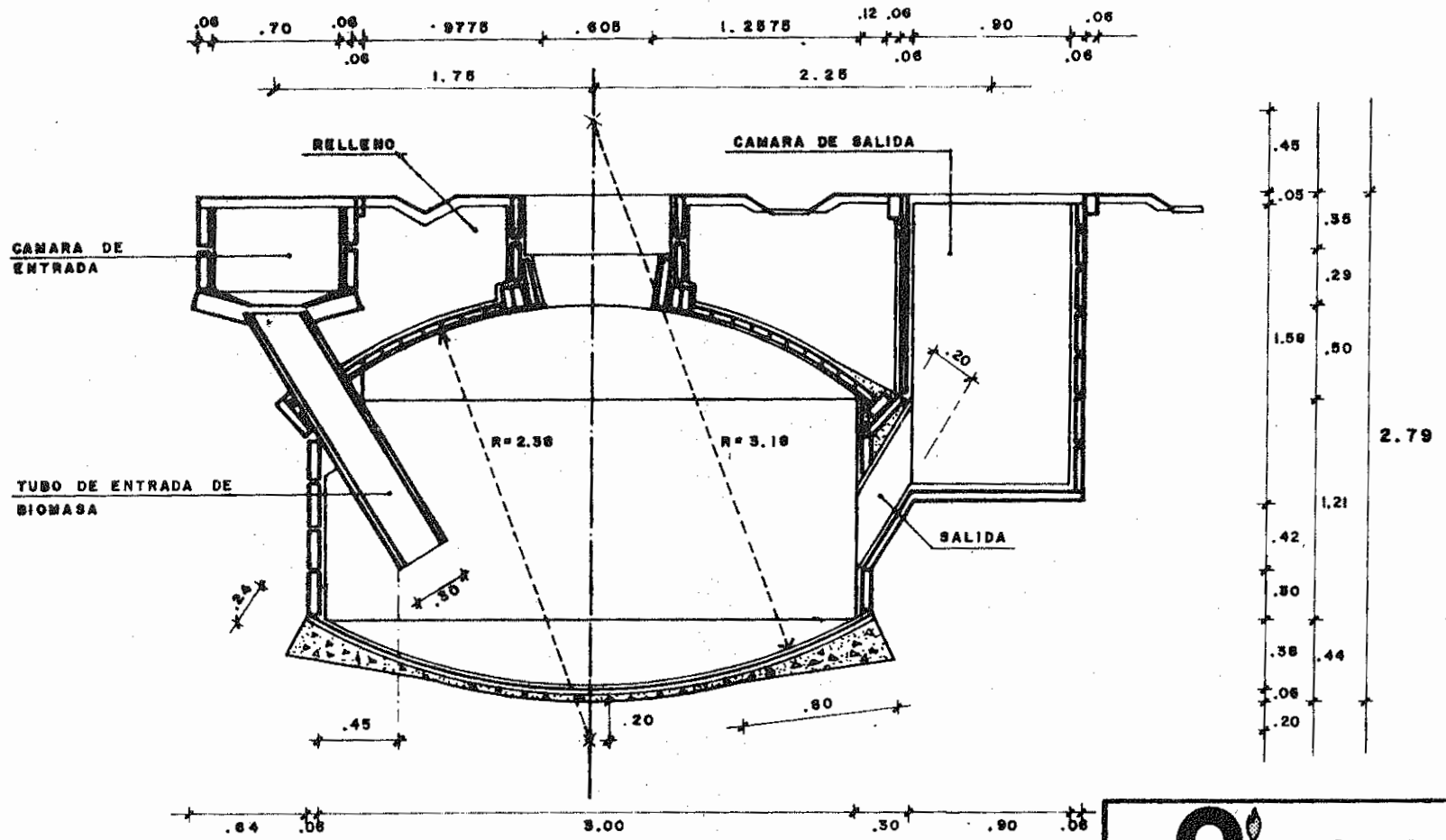
 olade	
proyecto: DETALLE CONSTRUCTIVO PARA FERROCEMENTO	
contiene: CORTE	escala: INDICADA
capacidad: C / DIO. 9 M3	tipo: OLADE-GUATEMALA

OLADE



CORTE B-B' ESCALA 1:20

 olade	
proyecto DETALLE CONSTRUCTIVO PARA FERROCEMENTO	
contiene: CORTE	escala: INDICADA
capacidad: GASOMETRO 5M3	tipo: OLADE-GUATEMALA



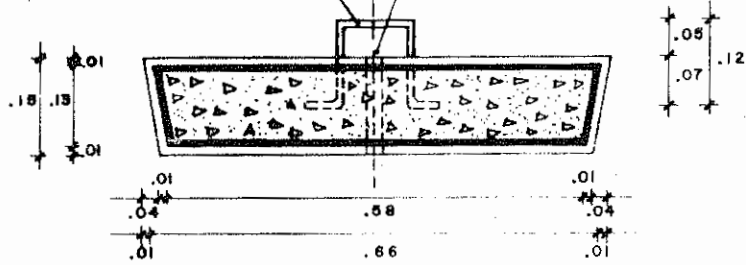
CORTE A-A' ESCALA. 1: 33 1/3

 olade	
proyecto: DIGESTOR DE BIO-GAS EN LADRILLO DE BARRO	
contiene: CORTE	escala: INDICADA
capacidad: 12 M3	tipo: CHINO

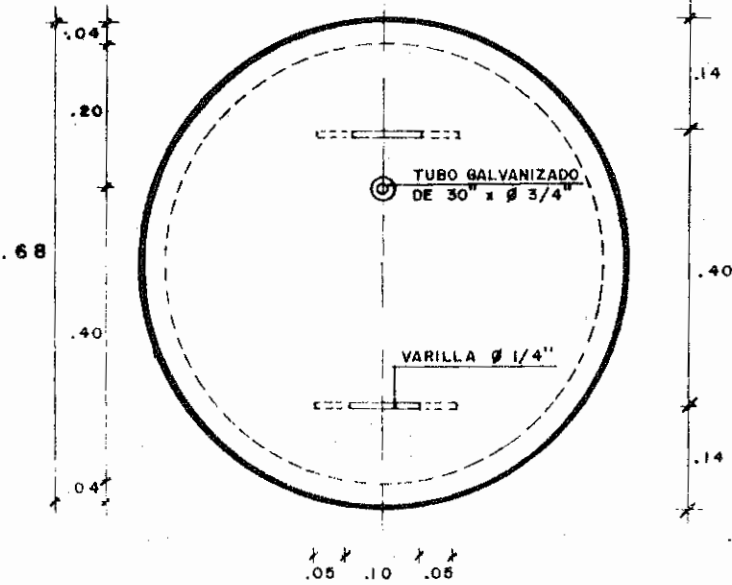
B-2

DETALLE DE TAPADERA

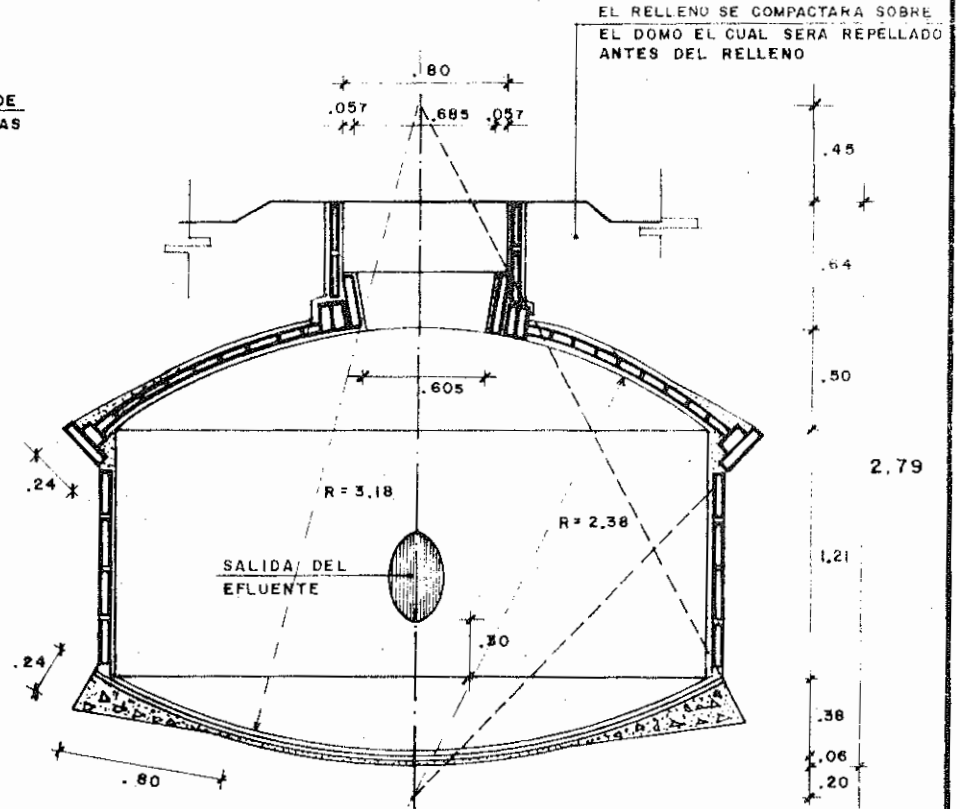
AGARRADOR DE HIERRO DE 18" x 1/4"
 CONECTAR MANGUERA DE Ø 3/4" DE PLASTICO AL TUBO DE SALIDA DE GAS




ELEVACION ESC. 1:10



PLANTA ESC. 1:10

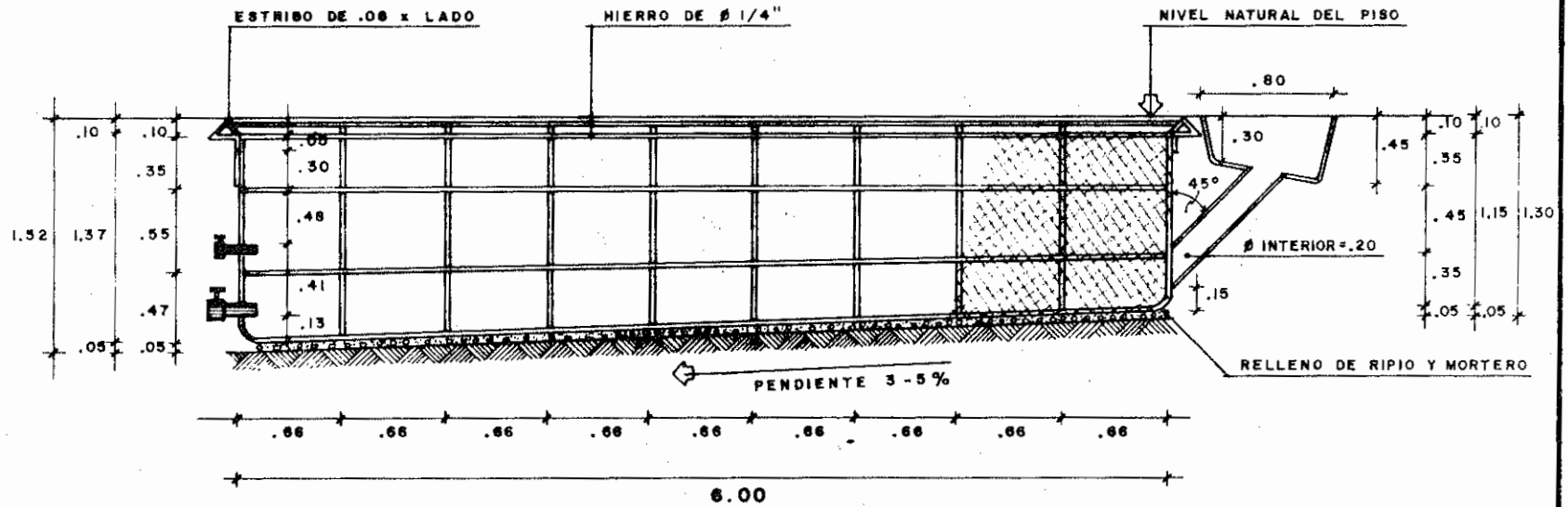


CORTE C-C' ESC. 1:33 1/3


 olade	
Proyecto: DIGESTOR DE BIO-GAS DE LADRILLO DE BARRO	
contiene: DETALLE-CORTE	escala: INDICADAS
capacidad: 12 M ³	tipo: CHINO

73

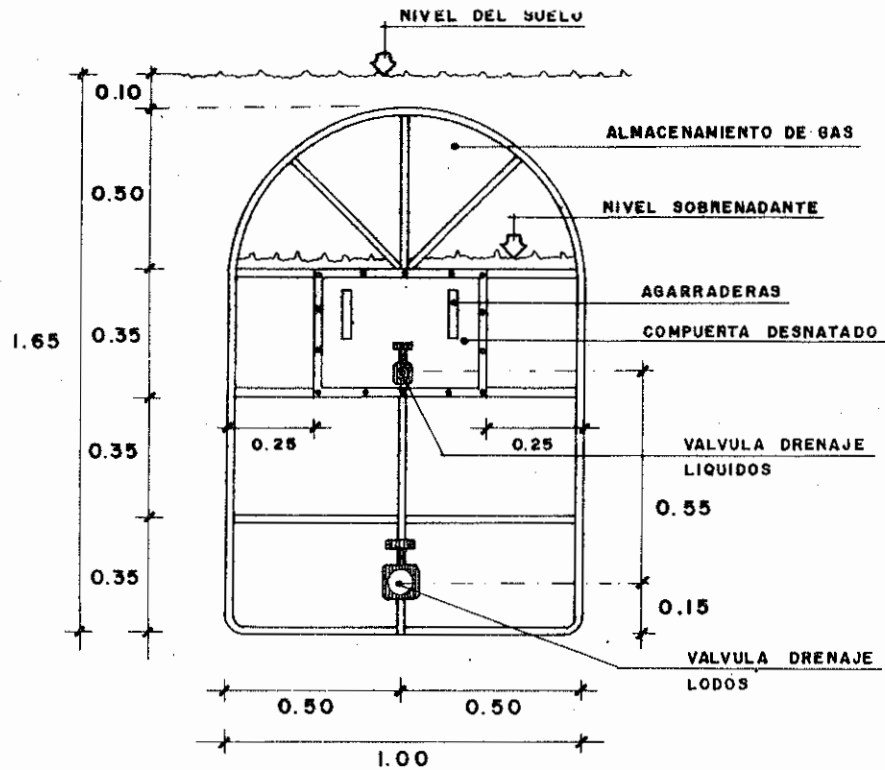
C-1



ARMADURA DE HIERRO (ELEVACION LATERAL) ESC. 1:40

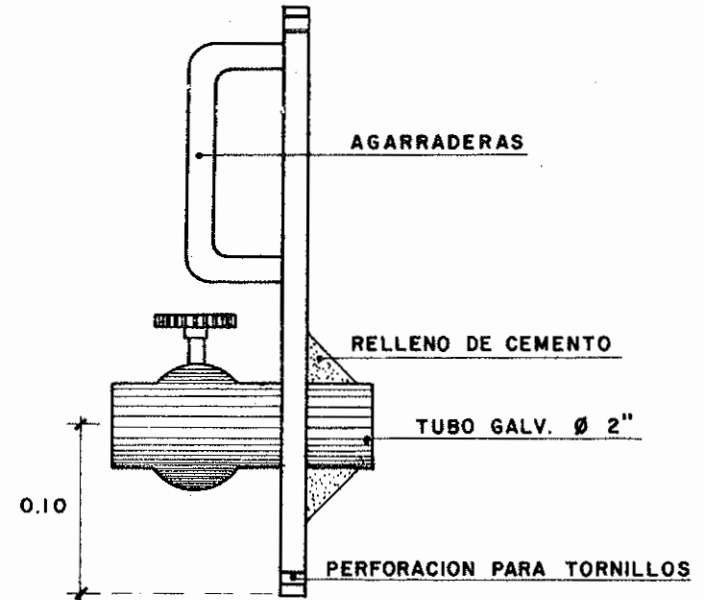
 olade	
proyecto: DETALLE CONSTRUCTIVO PARA FERROCEMENTO	
contiene: ELEVACION L.	escala: INDICADA
capacidad: (interior) 6 M3	tipo: XOCHCALLI-MEXICO

C-2



ELEVACION FRONTAL

ESCALA 1: 20



VISTA LATERAL
COMPUERTA NATAS Y
VALVULA DRENAJE LIQUIDOS

ESCALA 1: 4

75

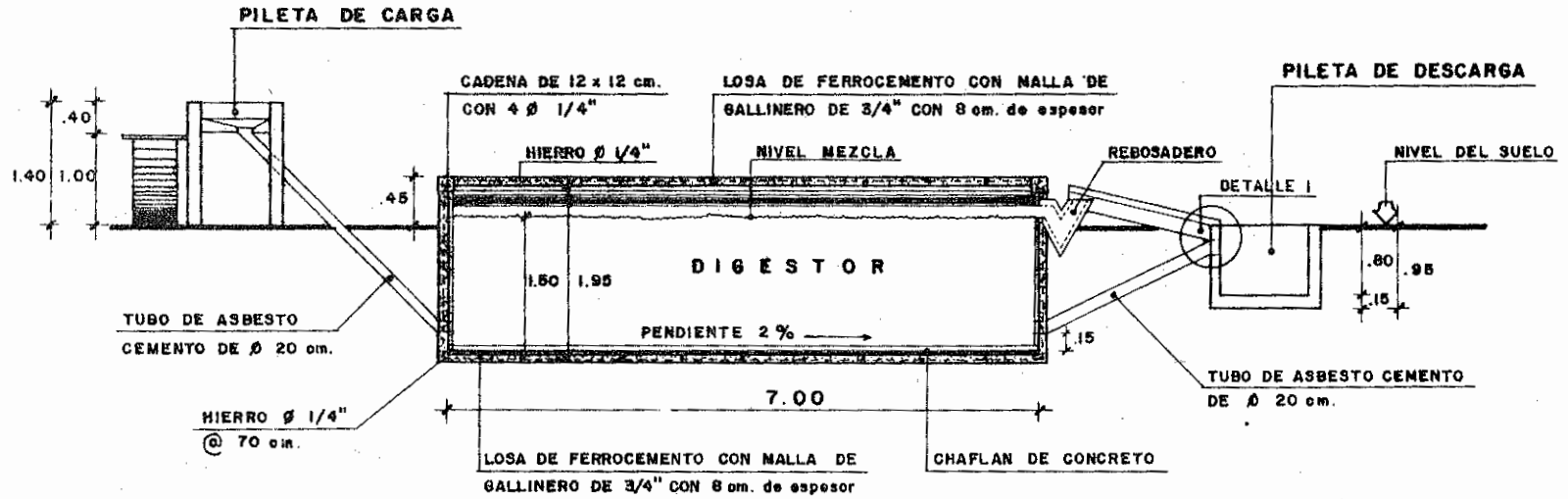


olade

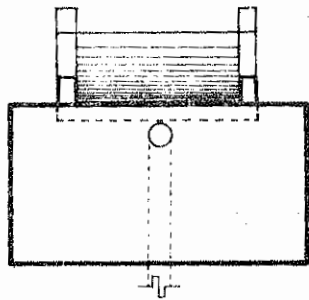
proyecto: DETALLE DE MODIFICACIONES EN
TECHO Y COMPUERTA DE NATAS

contiene:	escala:
ELEVACION F.	INDICADAS
cantidad:	tipo:
6 N 3	XOCHICALLI-MEXICO


D-1



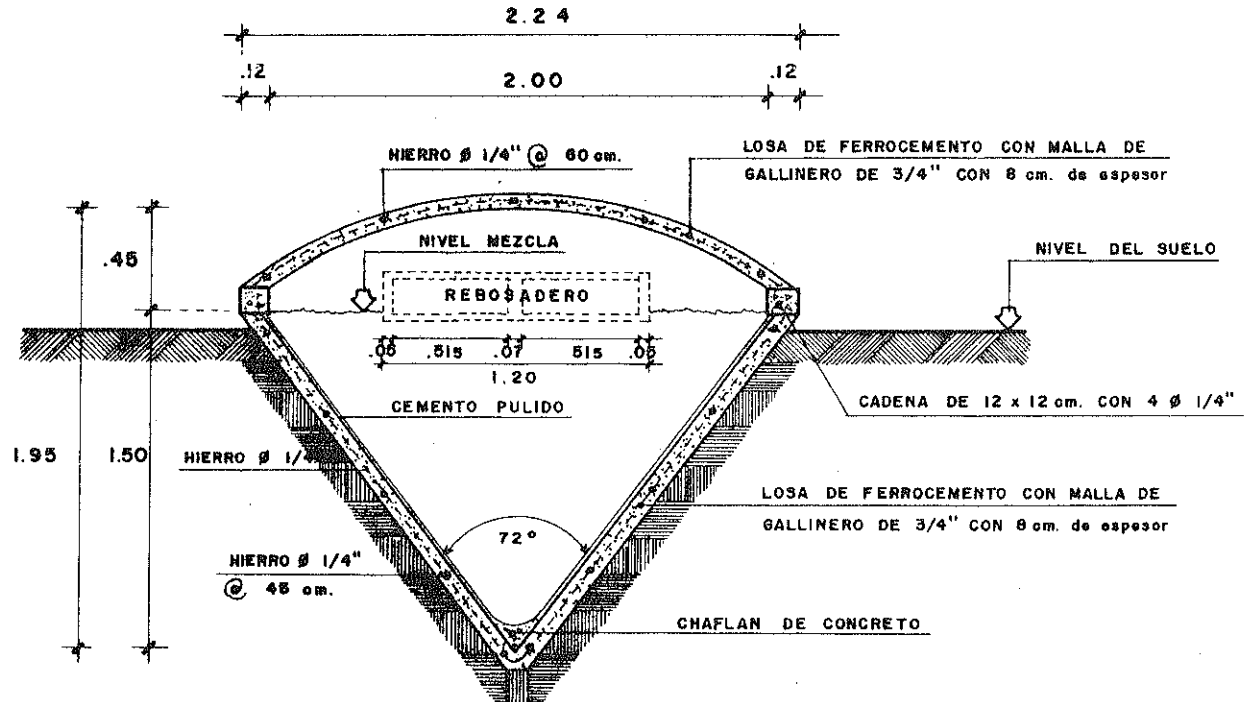
CORTE A-A ESC. 1:75



DETALLE I

 olade	
proyecto: DETALLE CONSTRUCTIVO PARA FERROCEMENTO	
contiene: CORTE A-A'	escala: INDICADA
capacidad: (interior) 10 m³.	tipo: II E - MEXICO

D-2



CORTE B-B'

ESC. 1:30



olade

proyecto: DETALLE CONSTRUCTIVO PARA FERROCEMENTO

contiene:	escala:
CORTE B-B'	INDICADA
capacidad: (interior)	tipo:
10 m ³ .	11E - MEXICO

ENERGY BULLETIN



22

olade

Latin American Energy
Organization

SEPTEMBER/OCTOBER, 1981

TOWARDS THE IMPLEMENTATION OF THE NAIROBI
PROGRAM OF ACTION IN THE LATIN AMERICAN REGION
olade SMALL HYDRO POWER STATIONS **olade** GEO-
THERMAL POTENTIAL IN LATIN AMERICA **olade** THE WIND
AS AN ENERGY ALTERNATIVE FOR LATIN AMERICA
olade BIOGAS AND DEVELOPMENT IN LATIN AMERICA

BIOGAS AND DEVELOPMENT IN LATIN AMERICA

(A FIRST REGIONAL EXPERIENCE)

1. Biogas as a resource

It is widely recognized today that the non-conventional energy sources contribute to a great extent in the energy supply of Latin America and, new efforts are made day by day to increase the contribution and reduce the high dependency on the traditional sources such as petroleum and its derivatives.

One of the sources that has been taking a position of high priority, given the magnitude of its participation and its rate of use is Biogas. This is not only because of its great development potential but also because of its feasibility of self-promotion in the rural areas, especially the most isolated ones, where it could have a great impact. Of course, it will require time to gain an entrance, absorption and acceptance in the market.

The concept of biogas and biogas technology should be amplified in order to understand its real advantages; for it should not be seen as just an energy source (as important as that is) since it has a direct role in the prevention of deforestation and, therefore, protects the ecosystem. Also it serves as a partial solution to the health problems of environmental pollution by using and recycling organic wastes (animal, plant, agro-industrial and human).

From the process of decomposition and digestion to generate biogas a by-product is obtained which

can be either liquid or solid, with a high nitrogen content, and which is considered a high-grade fertilizer, competitive with chemical ones.

These by-products, which behave similarly to peat moss, lead to improvements in the quality of the agricultural soil, and this is directly related to an increase in food production and indirectly to an improvement in the quality of life for the rural inhabitants. The latter could aid in the reduction of the now high rate of migration to the cities.

It should be noted that another of its interesting characteristics which could facilitate both its exploitation and diffusion, is that the fertilizer produced requires no transportation. In the majority of the rural communities, transport systems are practically non-existent for taking commercial fertilizers from the place of production to the place of application.

Biogas constitutes a resource around which small rural communities can develop through the production of energy and organic nutrients, bringing tangible benefits such as the reduction in health and environmental problems (the latter at medium and long-term).

Based on experience, and considering the costs involved in selection, construction, maintenance, interests, depreciation, etc., for a biogas plant with a capacity no larger than 20 m³ (small-scale and for families of no more than 8 members) the installed

cost per kilowatt hour is US\$ 0.40 which is competitive with other energy sources.

Also, according to studies by UNDP-OLADE, the optimistic estimates for possible biogas production volumes, expressed in tons of oil equivalent (TOE) and considering ideal conditions forecasted for 1985, the contribution of biogas would be 45.50 TOE and for 1995 69.85 TOE, which corresponds to US\$ 10.682 million and US\$ 16.404 million respectively for the years cited, (using a price of US\$ 32.00 per barrel or US\$ 235.00 per metric ton). In addition, in this superficial analysis, the value of the organic fertilizer produced is not considered. The volume of this would be between 12 and 16 metric tons per year, per plant.

In summary, it can be said biogas deserves to belong to the group of "alternative agro-organic technologies in the agricultural world", that is to say, it aids the natural processes of energy and food production and health, but in a decentralized way.

More important still, biogas is not only a technology; it also implies the introduction of new and different concepts in the rural area that are traditionally resistant to change. As with any change it implies introducing risk, disorder, new customs, to seeing things in another way and this causes many create negatively, and create barriers or mental blocks to protect themselves.

Thus, the energy alternatives (in this case biogas) do not only base their future on the use of equipment or tools but also on the generation of new ways of thinking to organize the action or actions that are attempted.

Within this same vein, it should be considered that the prevailing technologies form the character of the economic systems, since they are not neutral elements in the determination of what resource is utilized, who works and where, how much they earn and what level of academic preparation is needed.

Within this context, the OLADE Regional Biogas Program developed a Pilot Project for Training and for the Construction, and Demonstration of Biogas Plants in Rural Areas of Six Latin American Countries whose relevant aspects are detailed herein.

2. Pilot Project for Training and for the Construction and Demonstration of Biogas Plants in Rural Areas of Six Latin American Countries

2.1 Background

The definition of "Development of Technical Projects and Transfer of Technology" that OLADE follows, with the governmental support of the member countries, allowed a group of the principal Latin American biogas experts to meet in Quito, Ecuador in February, 1980, to discuss the document - proposal that OLADE presented at that time. The result of the meeting was the approval of the document, and this became the basis of the Pilot Project.

2.2 Objectives

The basic objectives are detailed below:

2.2.1 To transfer biogas technology through the training of local technical support.

2.2.2 To demonstrate the viability of biogas on a small scale in the rural area.

- Fuel production (biogas)
- Organic nutrient production (bio-fertilizer)
- Improvement of the ecological and sanitary conditions of the rural area.

2.2.3 To promote, coordinate and direct the development of biogas in the OLADE member countries.

To accomplish the proposed objectives, a direct mechanism was established: the construction of 60

digesters distributed in six countries* of the region, using the systems whose ease of transfer had been effectively demonstrated.

- a. Discontinuous (OLADE - GUATEMALA)
- b. Semi-continuous, horizontal displacement (XO-CHICALLI)
- c. Semi-continuous, horizontal displacement (IIE - MEXICO)
- d. Semi-continuous with dome (CHINESE).

It was hoped that once the proposed objectives had been accomplished, the governments involved would develop their own Biogas programs, not only on a small scale but also medium and large ones, according to their needs and accomodating their application to other areas such as the agricultural/livestock industry, treatment of garbage and waste waters.

2.3 Implementation

The process of sensitizing the members of OLADE was done to determine which countries were interested in the adoption of biogas technology, not as an energy substitute but as an attractive and renewable source, as well as an experience in the process of the transfer of technology. Within this context, members of the Regional Program Staff visited the participating countries (Bolivia, Guyana, Haiti, Honduras, Jamaica and Nicaragua) between October 1979 and January, 1980.

The initial contacts were made with the Ministers or Directors of the energy sector, and these designated the institutions that would work with OLADE in the execution of the program.

According to the adopted strategy, OLADE developed the following activities in order to train

* Bolivia, Guyana, Haiti, Honduras, Jamaica and Nicaragua.

the government technicians from the participating countries and others who have shown interest:

- a. Four (4) practical courses on biogas plant construction in Ecuador, Guatemala, the Dominican Republic, and Grenada.
- b. Two (2) meetings of the advisory group in Ecuador and Jamaica.
- c. A practical-technical course on biogas in Guatemala.
- d. A meeting of coordinators in Ecuador.
- e. A seminar on biogas in the Dominican Republic.
- f. An evaluation meeting in Ecuador.
- g. Two (2) seminars on Bio-energy in Atlanta, Georgia, USA, and in Brazil.

These activities were attended by a total of 381 participants from 26 countries.

Within the implementation, the most relevant problems were centered in construction and other types of problems that are inherent to innovative development projects. The majority of the problems were solved. Some of these were resolved objectively, accomplishing the development of indigenous techniques and motivating the creativity of responsible counterparts. Among these can be cited: the ferrocement technique, the assuring of access to the plants, and immediate availability of construction materials.

In addition, the economic crisis in the countries involved in the project resulted in delays that have not permitted the star-up of all the plants.

The following table shows the current status of all the plants built:

SUMMARY TABLE

Type of Plant	In Operation	Ready to Operate	Not in Operation*	TOTAL
Chinese	16	2	—	18
Xochicalli	3	5	1	9
IIE-Mexico	—	8	—	8
OLADE - Guatemala	4	11	—	15
TOTAL	23	26	1	50

2.4 Conclusions

The conclusions considered most relevant by OLADE are presented herein with:

1. A prudential time period should be granted in order to determine the operational efficiency of ALL the plants.
2. The majority of the plants show costs which surpass the budgeted ones, but this is due to the form in which labor was hired. Nevertheless, it is considered feasible to reduce the costs by even 50% if more appropriate mechanisms are established.
3. The objectives related to the transfer of technology were achieved. (Ferrocement technique, small-scale operational procedures and construction aspects).
4. The experience attained should permit the governments in question to plan their own biogas programs.
5. OLADE will need complete statistics on the operation, maintenance and follow-up of the plants, with the purpose of offering a more useful and

* One plant is not in operation due to soil collapse and 10 more plants were constructed at the same time that practical courses were carried out.

objective technical support; and it should be stressed that without this basic information, OLADE will not be able to generate strategies and policies which are technically and economically feasible.

2.5 Benefits attained

No doubt it is hard to observe or confirm if the immediate benefits were total or partial when the project has just recently been completed; this could only be appreciated with time and will depend on the way in which the countries utilize the obtained resource. However, the most outstanding benefits are described below:

- a) The technical feasibility of biogas as an alternative energy source is being studied. In Bolivia, especially, it is planned to install 40 more digesters and in Jamaica funds have been requested from the European Development Fund to construct 2,500 digesters in five years.
- b) The concept has been introduced that biogas technology not only constitutes an energy source but that it could also contribute to the improvement of soil quality, through the bio-fertilizer produced.
- c) The generation of local technology for construction has been motivated as difficulties in handling the ferrocement technique have been overcome; and the lack of availability of construction materials has promoted the search for alternatives.
- d) The joint utilization of other energy sources has been encouraged.
- e) It permits the governments to be aware of, to evaluate, and to demonstrate a locally known technology, which could improve their capacity for self-sufficiency.
- f) Biogas has been strengthened as an integrating element in the countries' energy policy.

- g) It has contributed to rural development through the generation of interest among users.

2.6 Future outlook

The strategy on which OLADE has been based consists of giving priority to the development of efficient demonstration projects, so that these can provide the national teams with the basis and support for an eventual diffusion and acceptance of this technology among the corresponding sectors and authorities.

With this strategy, OLADE has been able to successfully transfer technology. Now, it is a task of the national entities to disseminate and promote the results attained in this stage, to create public awareness, and to generate interest in this program, which is an innovation in every respect.

ANNEX I

This section describes the raw material and operation of the diverse types of digesters utilized, as well as some construction details (these are not complete sets of designs).

Additional information could be requested to:
REGIONAL BIOGAS PROGRAM
P.O. Box 6413 C.C.I.; Telex 2728
QUITO, ECUADOR

A. OLADE-GUATEMALA DIGESTER

RAW MATERIAL FOR THE DIGESTER PROCESS

The materials used in this technology of low dilution (40 to 60% solids in solution, depending on the density of the material) vary greatly. With this system it is possible to digest methanogenically with some variation —materials not easily digested with techniques of high dilution and continuous or semi-continuous load. Preferably, animal waste is mixed with waste to obtain an appropriate ratio of carbon/

nitrogen, in order to achieve a bio-fertilizer of superior organic characteristics.

A digester has been operated efficiently with the use of residue from grain crops (corn, rice and wheat); sugar cane bagasse; pulp or husks from coffee, aquatic plants; waste from bananas, tobacco, and beans; animal manure in general; and composed organic waste.

The animal manure should not be less than 1/3 of the volume, which can be augmented with plants having a low content of organic matter and high levels of cellulose. It is also useful to consider the addition of mineral nitrogen, urea, to aid in providing the nitrogen required by the bacteria in order to function in this environment.

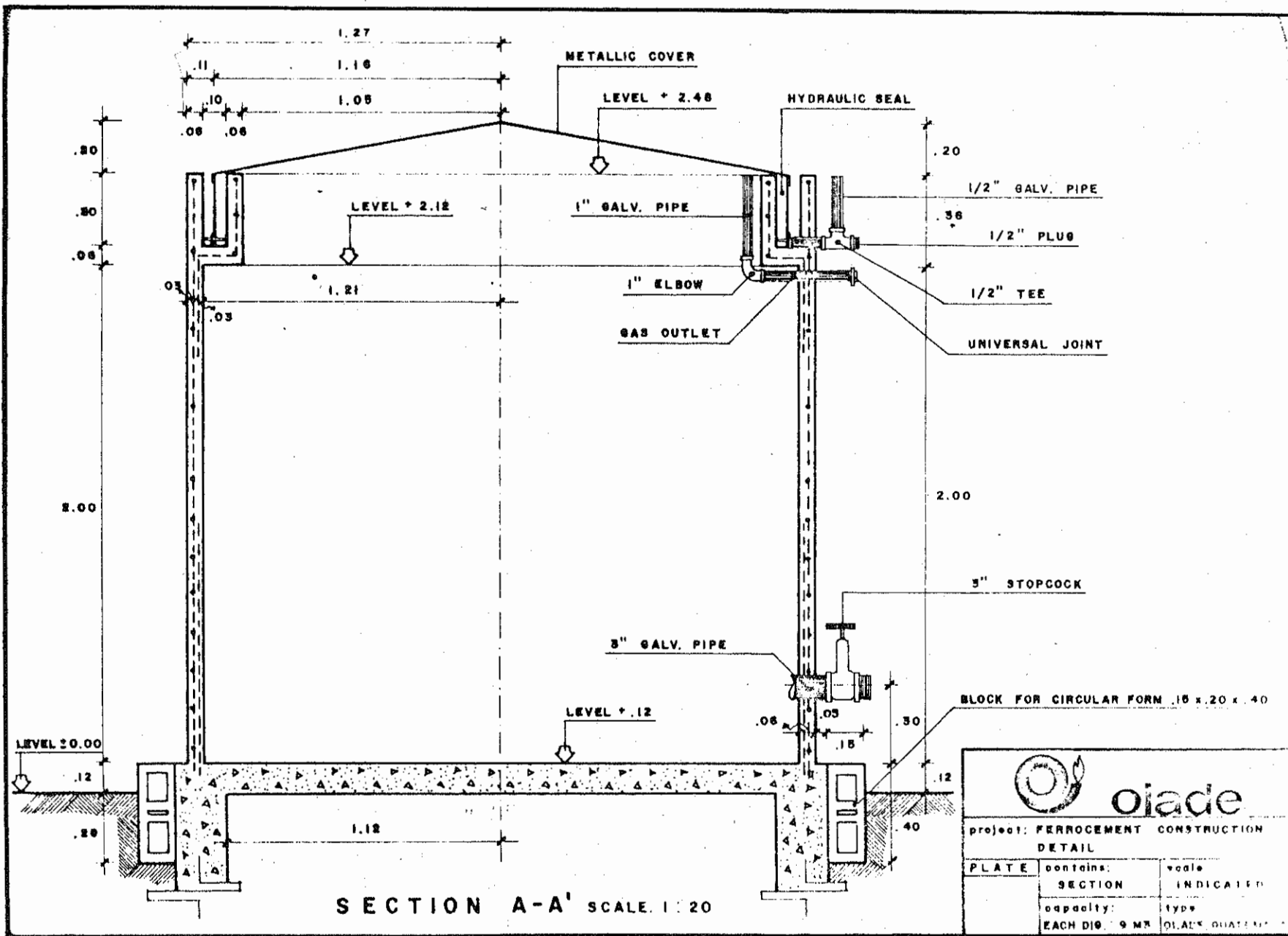
OPERATION OF THE DIGESTER

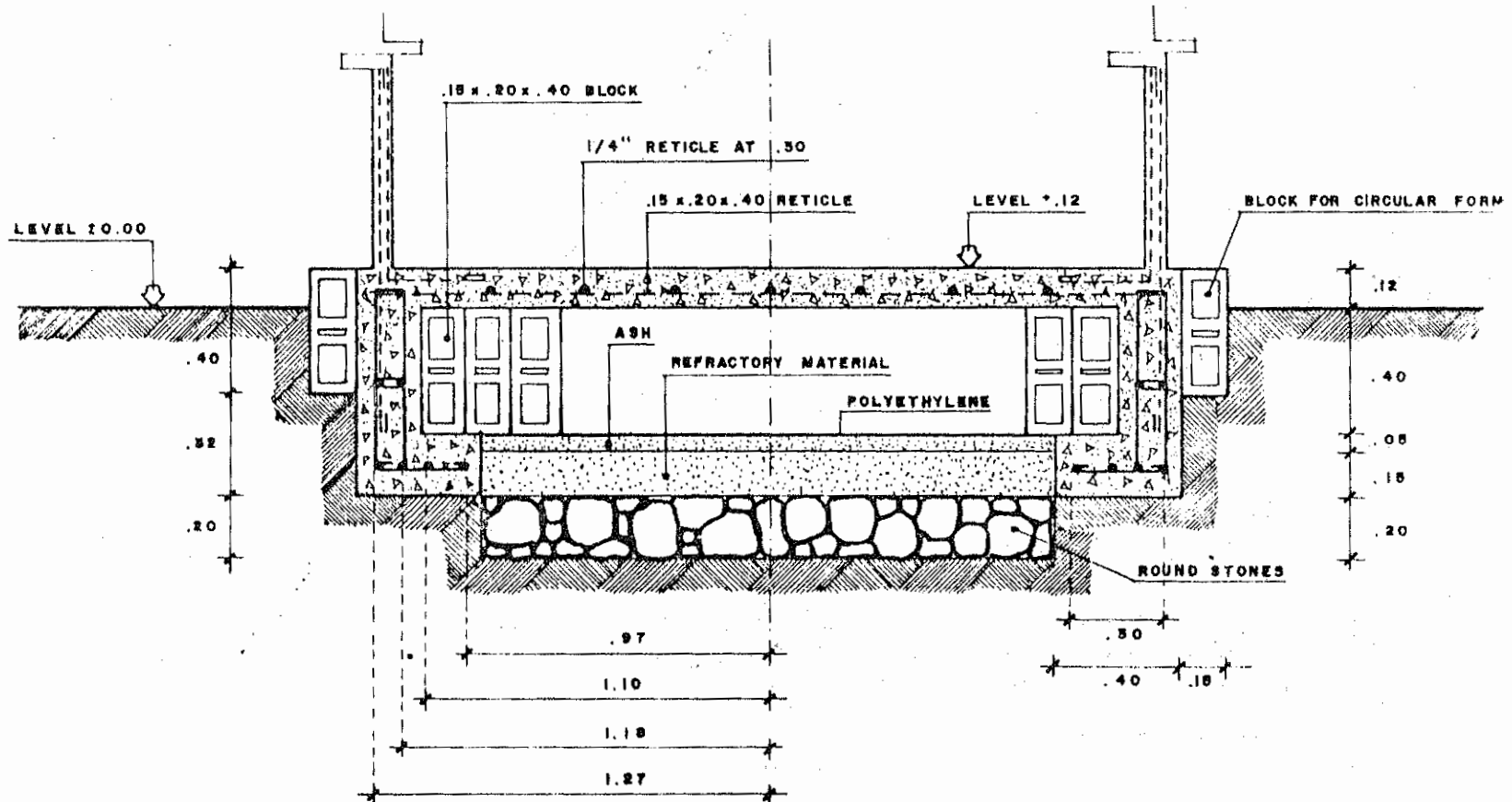
The loading of the digester begins this phase. The material to be used should have been previously composted in the open air for ten or fifteen days, of the volume, which can be augmented with plants to the digestion process, reduces the humidity contained in the fresh material. This action is necessary (although not essential) to facilitate the compaction of the material inside the digester before it is completely filled.

When the digester is to be loaded with only one kind of material, the operation should be done in layers 30 cm. thick, successively compacted, the load is comprised by a mixture of materials to be deposited.


The required compaction permits the elimination of air bubbles that may remain inside and at the same time increases the digester's capacity for receiving solids.

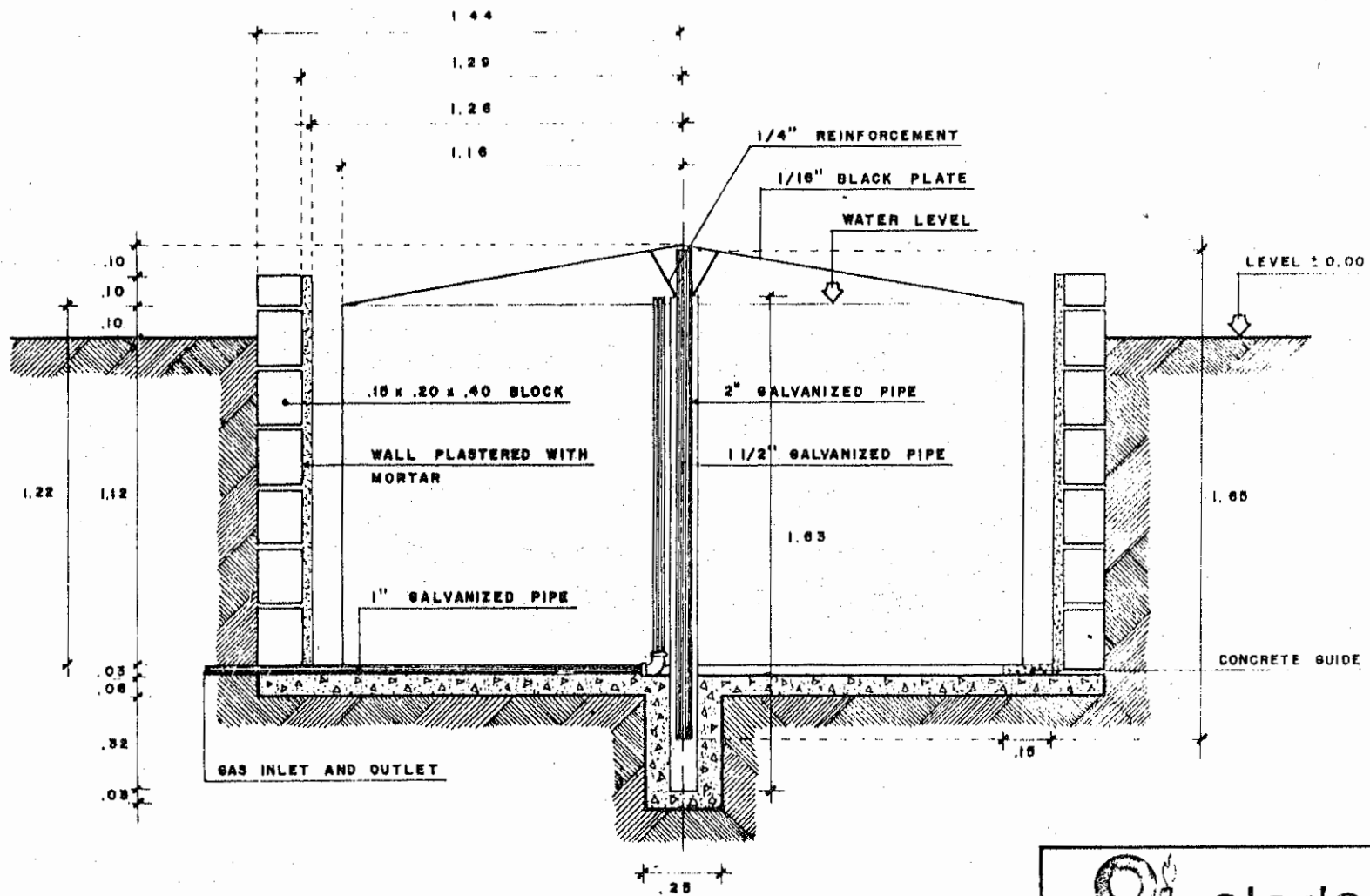
Once filled, the digester is saturated with water (or preferably, with residual liquid from previous loads) to a level some 10 cm. above the level of solids.






SECTION A-A' SCALE: 1:20
(CONTINUATION)

 olade		
project: FERROCEMENT CONSTRUCTION DETAIL		
PLATE	contains:	scale:
	SECTION	INDICATED
	depth:	type:
	EACH DIR. & MS.	OLADE QUALITY



SECTION B-B' SCALE 1:20

 olade		
project: FERROCEMENT CONSTRUCTION DETAIL		
PLATE	contains:	scale:
	SECTION	INDICATED
	capacity:	type:
	5 M3 GASOMETER	OLADE-GUATEMALA

It is also important to mention that before sealing the digester, one should wait for the water to seep into the material, in order to avoid unexpected drops in the level of water situation which is quite undesirable.

After this, the digester is closed and hermetically sealed, with water added to the respective seal. The digestion process now begins.

Under favorable environmental conditions, the production of gas fuel is noted between 4—1 days after the sealing of the digester.

The period of digestion, given adequate mixtures and suitable climatic conditions, can take approximately 35—45 days, with useful outputs of gas.

On observing a decrease in gas production (when this reaches levels which are not very useful), it is time to begin the discharge process.

The gas outlet valve on this digester should be closed, and the water seal should be emptied. After this, the digester should be uncovered and the drain—pipe opened to allow the liquid bio-fertilizer to scape, leaving it to drain completely; this process takes approximately 48 hours. At the end of this process the solid fertilizer is extracted and the digester is cleaned, so as to be ready to be loaded once again.

B. SEMI-CONTINUOUS CHINESE DIGESTER WITH A DOME

RAW MATERIALS FOR DIGESTERS

The Chinese-type digester uses all types of agricultural waste, including human excretion, while it is always recommended that a mixture of materials be used. The Chinese operation techniques permit the digestion of cellulose material, e.g., grain residues, grass, leaves, etc., as long as the digester is loaded with material that has been aerobically pre-composted. The techniques of pre-compost is

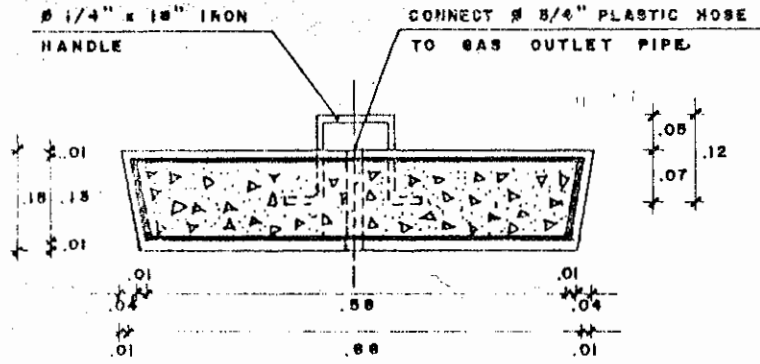
described in a subsequent diagram. It is important to emphasize that a large degree of the success of the Chinese biogas technology depends on pre-compost, and the following advantage are to be derived:

- a. Adequate temperature for the multiplication of aerobic and anaerobic bacteria.
- b. Generation of heat (60—70°C) that removes the waxy coating of the straw and permits partial cellulose and lignine brakdown until their homogenous disintegration in the digesting liquid, avoiding the formation of foamy scum.
- c. Heat that is responsible for destroying the majority of parasites which are initially present.
- d. Heat that raises the temperature of the initial solution of the loads.
- e. Partial degrading of the initial raw material which accelerates the production of Biogas fuel.
- f. Obtaining of more homogenous and accessible effluents and sludge. Moreover, it is very important to add different types of inoculores in the initial load, up to a volume of 10% of the total volume of liquid.

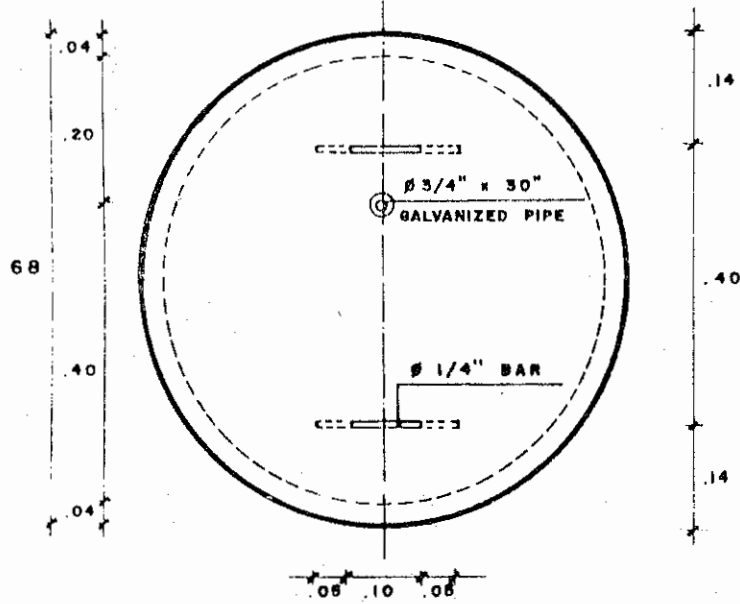
DIGESTER OPERATION

The Chinese-type digester functions on a semi-continuous basis. It is initially loaded with pre-composted material at a concentration level of 7—15- of the total of solids in suspension and, then it is reloaded periodically (daily, every other day, or weekly) with raw materials, preferably pre-composted, in a quantity equivalent to the gas produced. It is recommended that the liquid effluent be re-circulated frequently.

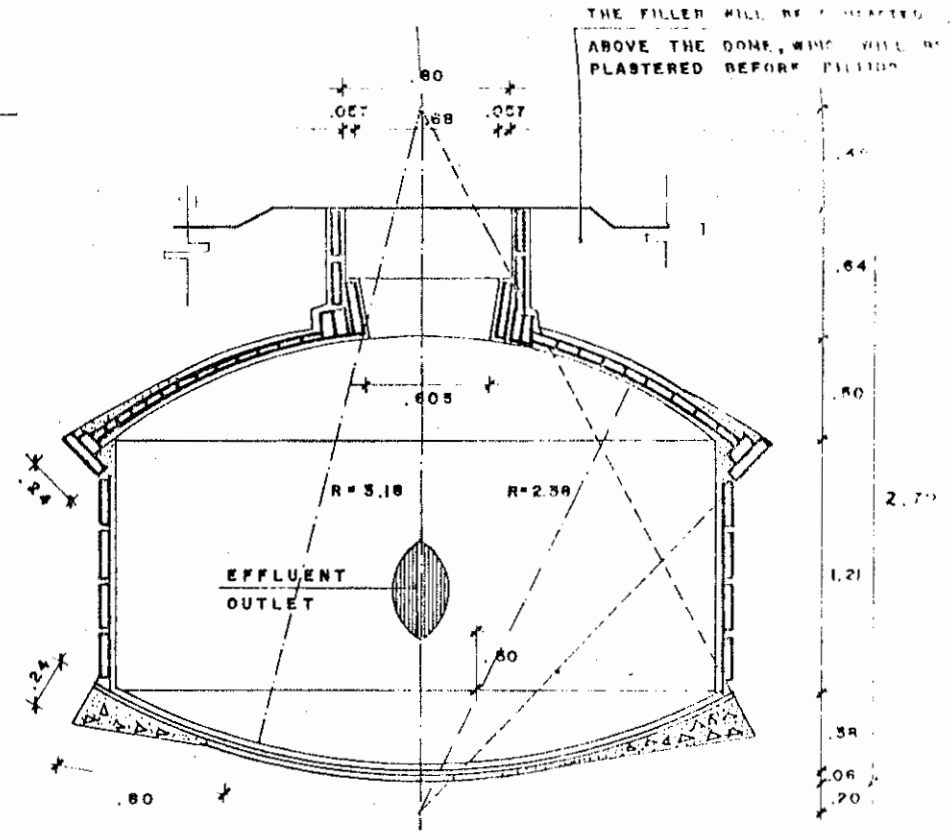
COVER DETAIL



ELEVATION SCALE: 1:10



PLANT SCALE: 1:10



SECTION C-C' SCALE: 1:33 1/3

065



project: BIO-GAS DIGESTER WITH MUD BRICKS

PLATE	contains:	scale:
	SECTION-DETAIL	INDICATED
	quantity:	type:
	12 MS	CHINA SF

C. SEMI-CONTINUOUS XOCHICALLI-DIGESTER

RAW MATERIAL FOR DIGESTER

For this type of digesters, organic waste, sewage, manure, organic industrial wastes, crop residues, etc., may be used as raw material. To the mixture of solids introduced into the digester liquid (water and/or inoculators) must be added until there is an approximately 90% dilution.

OPERATION OF THE DIGESTER

It is similar to that described for the Chinese system; in other words, its load is semi-continuous or continuous; the initial load is preferably made with pre-composted material. The addition of the initial liquid is preferably a mixture, with 10% of the residual liquid from another digester or from a septic tank.

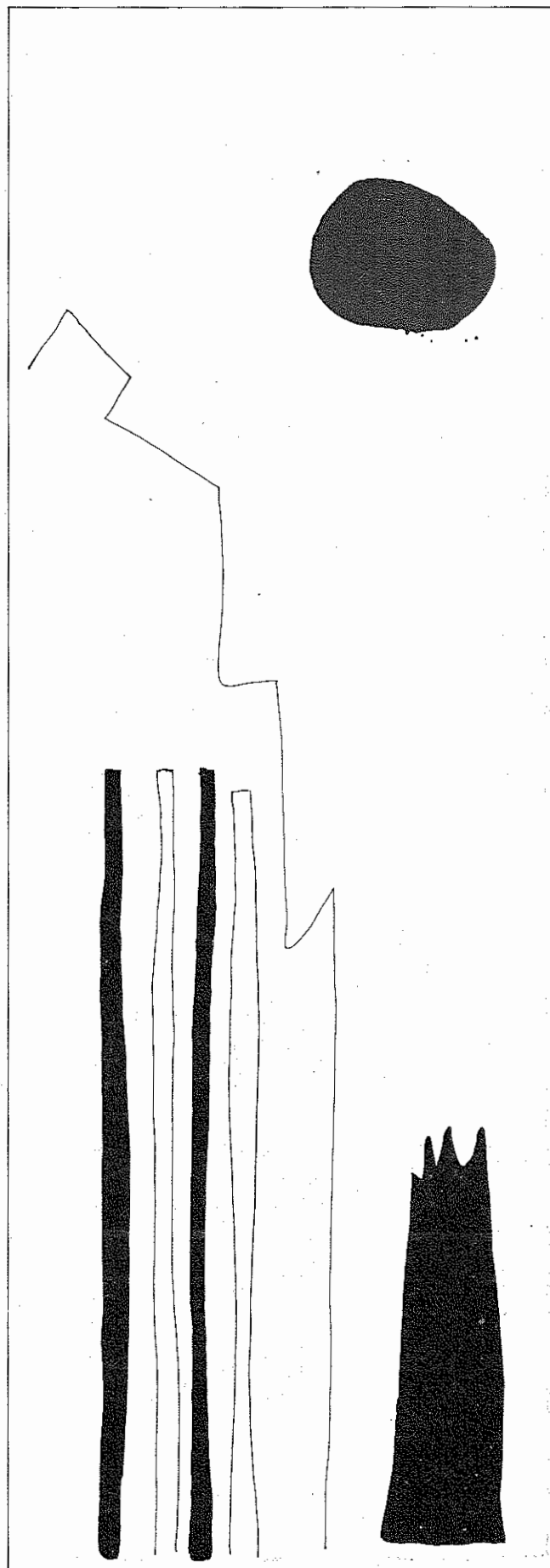
The digester should be loaded until the liquid covers the mouth of the inlet pipe. The skimming process takes place 2 or 3 times a year, keeping in mind that the first scum forms, 15 days after the initial loading, so that it becomes necessary to drain liquid as far as the lower level of the scum removal outlet and to extract the scum with a device designed for that purpose, by dragging.

It is necessary to ensure that there is no leakage, particularly through the screws of the scum removal outlet.

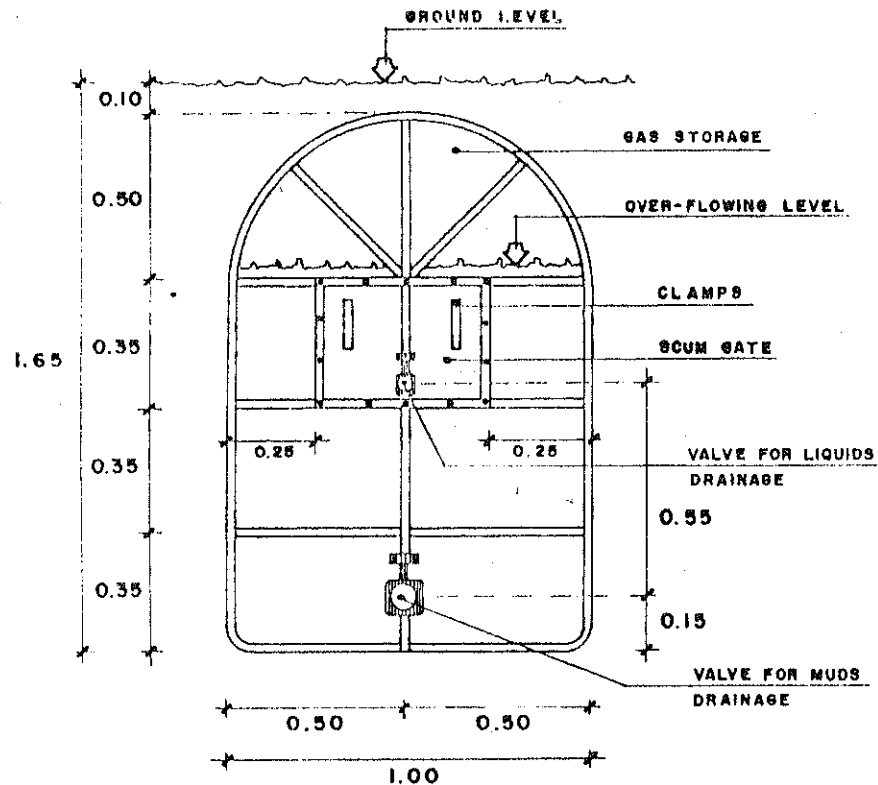
Unloading the Digester

This ought to be done in such a way that the level does not fall below 50 cm. from the bottom, so as not to stop the process. The unloading can be done daily, every two weeks, monthly, etc. Two-thirds of the daily load can be unloaded as liquid, and a quarter as sludge.

The water that is collected can be recirculated for the sake of economy.

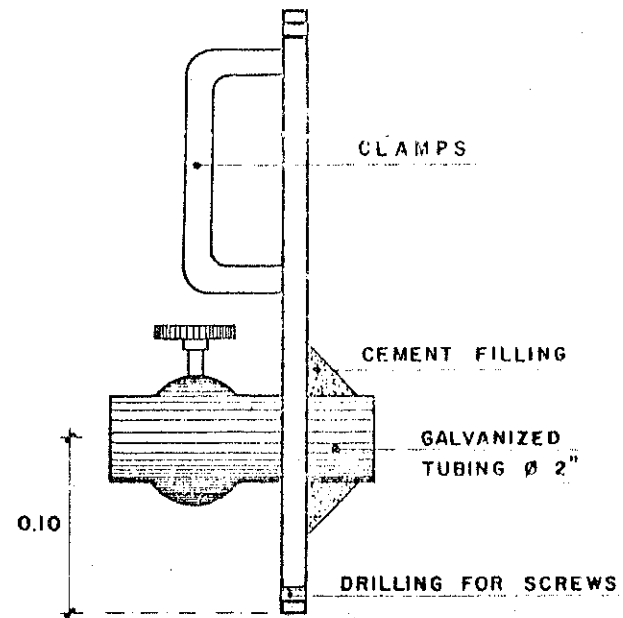


067



FRONT ELEVATION

SCALE. 1:20



SIDE VIEW

FLOOD GATE AND
VALVE FOR LIQUIDS DRAINAGE

SCALE. 1:4

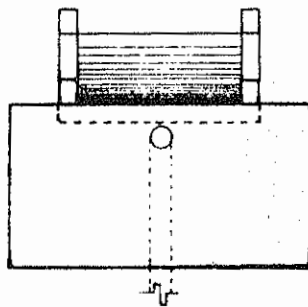
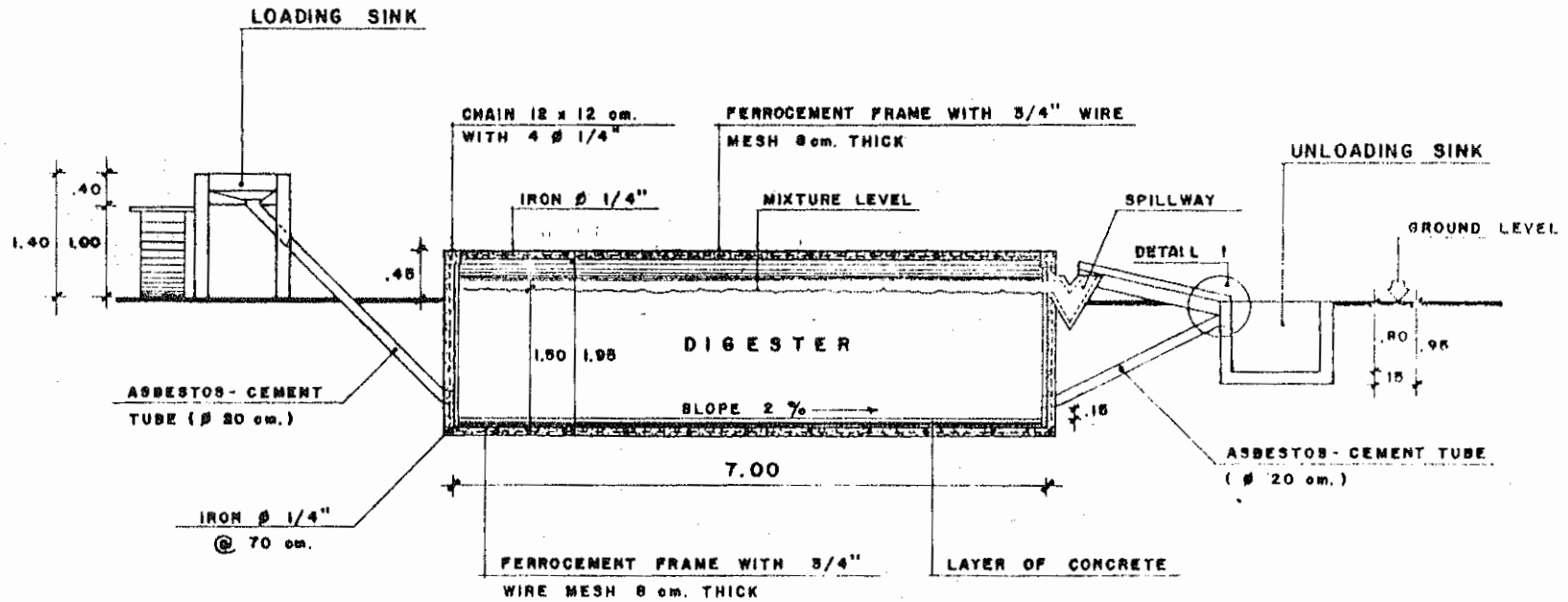


olade

Project: DETAIL OF MODIFICATIONS IN
SEALING AND FLOOD GATE

ANNEX	contains:	scale:
	ELEVATION F.	INDICATED
	capacity:	type:
	6 M ³	XOCHICALLI, MEX.


69



DETAIL I

CROSS-SECTION A-A'

SCALE: 1:75

 olade		
project: FERROCEMENT CONSTRUCTION DETAIL		
P L A T E	contains: CROSS-SECTION	scale: INDICATED
	depth: 10 m3	type IIF MEXICO

**D. SEMI - CONTINUOUS
IIE - MEXICO DIGESTER
RAW MATERIAL FOR DIGESTERS**

This digester utilized a technology of high dilution, and due to this the raw material fed, has around 8% of total solid materials in dilution (water and /or inoculous material). It is fed with manure from 8 to 10 semi-stable cows or the equivalent in other animals; this could be mixed with wastes from harvests and a compound can be prepared in such a way that it will disgregate the organic material.

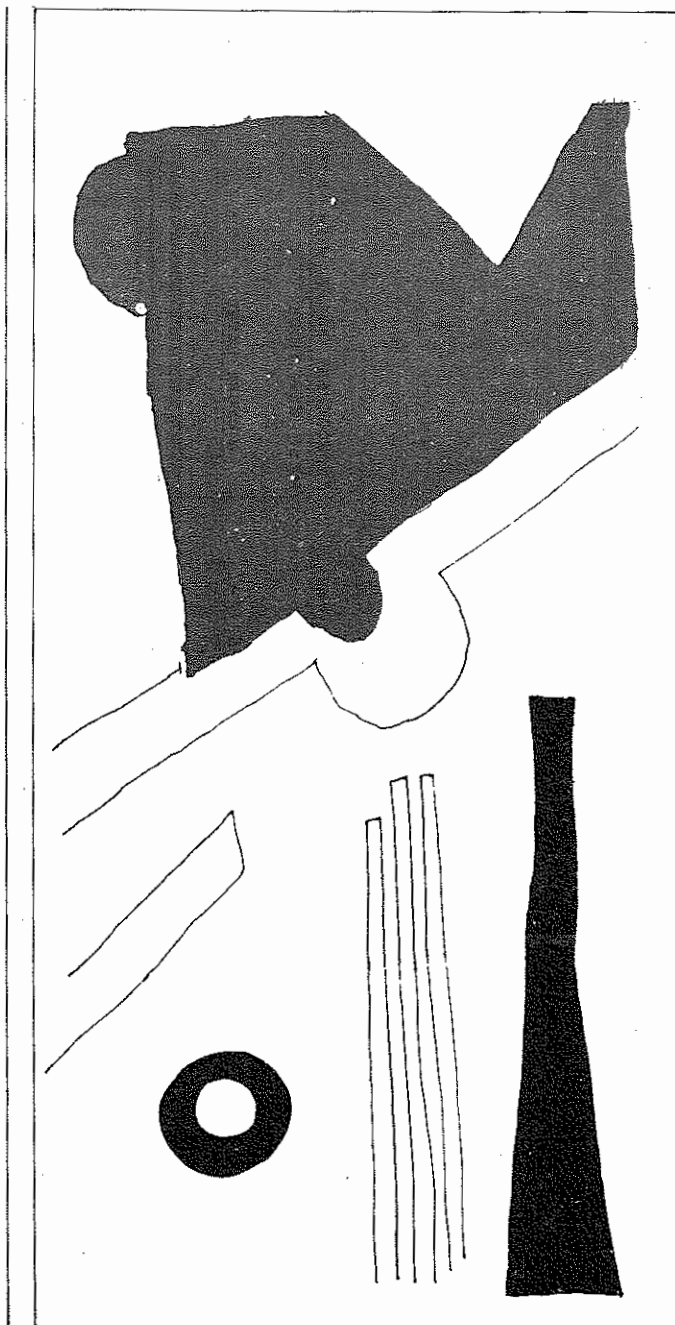
OPERATION OF THE DIGESTER

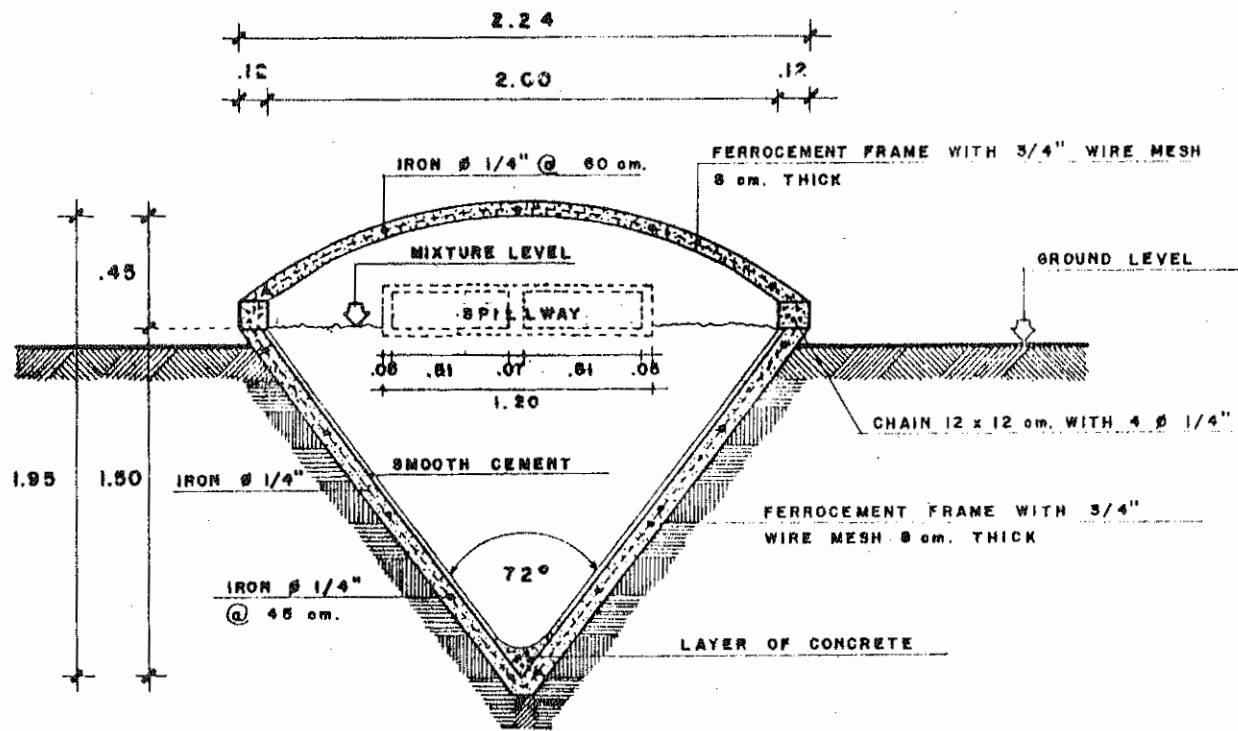
Loading is done in a continuous or semi-continuous form, through an entry chamber, feeding it the first load with pre-compound material preferably.

During the first load it is necessary to introduce the inoculous material, with the purpose of accelerating de-composition of the organic material, and therefore the gas production.

The digester is loaded every day with a mixture volume determined previously and the same volume is extracted by communicating receptacles towards the unloading sink, avoiding utilization of pumps.


The overflowing device, besides being an unloading alternative, is also a water seal that works as a relief valve in case the internal pressure will surpass the maximum permissible pressure.





CROSS-SECTION B-B'

SCALE. 1:30

 olade		
Project: FERROCEMENT CONSTRUCTION DETAIL		
PLATE	contains:	scale
	CROSS-SECTION	INDICATED
	quantity: (inside)	type:
	10 m3.	11E-MEXICO