



1  
628.445  
L155  
C.2



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería Mecánica



"CONSTRUCCION DE INCINERADORES DE BASURA  
PARA CASAS DE SALUD"

INFORME TECNICO

Previa a la Obtención del Título de

INGENIERO MECANICO

Presentado por:

Xavier Eduardo Ladines Torres



Guayaquil

Ecuador

Año

1991

D E D I C A T O R I A

A MIS PADRES: VICTOR HUGO Y  
GLADYS YOLANDA, que sin su apoyo  
no hubiera sido posible la  
**culminación** de mi carrera

A MIS HERMANOS: VICTOR, LUIS,  
ANA MARIA Y PATRICIA.

A MIS HIJAS: MARJORIE Y MARIA  
FERNANDA.

A MIS **COMPAÑEROS** Y AMIGOS.

## RESUMEN

Los problemas relacionados con el manejo y terminación de las basuras sólidas de las casas de salud, son el resultado de los mismos factores que en general originan problemas a la comunidad. El creciente volumen de basuras sólidas y los peligros que éstas colocan al hombre y su medio ambiente.

Sin embargo, estos factores se multiplican cuando se relacionan con basuras de las casas de salud. El peligro de transmisión de enfermedades por estos desechos es obviamente mayor que el de las basuras domésticas y la producción per cápita de basura de la población de pacientes de la casa de salud, es mayor que la de los hogares. La basura de los Hospitales o Casas de Salud es la más peligrosa, por lo que se hace necesario que se adquieran equipos para la destrucción de estos desechos directamente en la fuente donde son generados. Siendo la solución más aceptable la construcción en sitio de incineradores de basura.

En este trabajo se detalla la construcción de un incinerador de desperdicios sólidos partiendo desde la determinación de su capacidad y dimensiones tanto

# INDICE GENERAL

RESUMEN .....	5
INDICE GENERAL .....	7
INDICE DE FIGURAS .....	10
INDICE DE TABLAS .....	11
ANTECEDENTES .....	12
I ESTUDIO PRELIMINAR, DETERMINACION DE LOS PARAMETROS DE DISEÑO .....	14
1.1 Recolección actual de desperdicios . . .	14
1.2 Clasificación del tipo de desperdicios	15
1.3 Peligros de contaminación .....	15
1.4 Generación diaria de desperdicios . . . .	20
II ALTERNATIVAS DE SOLUCION .....	22
2.1 Formas alternas posibles para la eliminación de la basura .....	22
2.1.1 Vertedero .....	23
2.1.2 Incineración .....	26
2.1.3 Fermentación .....	28
2.2 Determinación de la solución .....	31

FACTIBILIDAD Y COSTOS DEL INCINERADOR . . . . .	82
5.1 Ventajas del incinerador . . . . .	82
5.2 Costos de <b>construcción</b> e <b>instalación</b> .	83
5.3 Costos de <b>operación</b> . . . . .* . . . .	83
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES . . . . .	87
APENDICE A . . . . .	90
APENDICE B . . . . .	96
APENDICE C . . . . .	100
BIBLIOGRAFIA . . . . .	103

## INDICE DE FIGURAS

NOMBRE	Pag.
ESQUEMA DE UN VERTEDERO	25
ESQUEMA GENERAL DE UN INCINERADOR	27
ESQUEMA GENERAL DE UNA PLANTA DE FERMENTACION	30
INSTALACION DE UN INCINERADOR DE 2.5 <b>TON./HR.</b>	32
FLUJO DE GASES A TRAVES DE UN HORNO DE <b>CAMARAS</b> MULTIPLES	38
HORNO DE <b>CAMARAS</b> MULTIPLES	39
DIMENSIONES DE LA <b>CAMARA</b> DE INCINERACION	<b>45</b>
VALOR DEL <b>PCI</b>	<b>50</b>
EXCESO DE AIRE	50
VOLUMEN TEORICO DE AIRE	51
VOLUMEN DE LOS <b>HUMOS</b>	52
CORTE HORIZONTAL DE LA CHIMENEA REFRACTARIA	60
DISTRIBUCION DE <b>AREAS</b>	67
ESQUEMA DE LA UBICACION DEL INCINERADOR	69
UBICACION DEL TEMPLADOR	73
SECCION DE LA CHIMENEA REFRACTARIA	74
DIMENSIONES DEL TRAMO <b>METALICO</b>	75
REGULACION DEL TIRO	<b>77</b>

## ANTECEDENTES

En el Hospital Guayaquil "Dr. Abel Gilbert Pontón", se atienden muchas especialidades, entre ellas las de Ginecología y Obstetricia. Esta última implica la presencia de placentas luego del parto y su consecuente eliminación, dado que como material orgánico se descompone con facilidad.

En estas circunstancias, el Departamento de Mantenimiento del Hospital Guayaquil, dirigido por el Ing. Oswaldo Navarrete Pacheco, solicitó el estudio para la construcción de un Incinerador Patológico, que destruya las placentas evitando la contaminación ambiental, dado que animales que pululan por el sector, como perros y gatos, destruían las fundas que las contenían, dejando esparcidos los restos en varios sectores del Hospital.

Efectivamente, se construyó este incinerador en el año de 1984, que funciona hasta la actualidad y que tiene el exclusivo fin de incinerar las placentas y restos orgánicos producto de las intervenciones quirúrgicas y amputaciones realizadas en este Centro de Salud.

Posteriormente, fui requerido para hacer un análisis de la basura del Hospital Guayaquil, que sufría un proceso de compactación para luego ser abandonada en los patios del Hospital, en espera de que el Departamento de Aseo de Calles la recoja. Como este, al igual que muchos sectores de la ciudad, no ocurre, se pensó en la posibilidad de construir e instalar un nuevo incinerador, esta vez para eliminar la basura de todo el Hospital, incluyendo la basura de cocina.

Es así entonces como en el año de 1988 se construyó un segundo incinerador que se encuentra normalmente en servicio hasta hoy, y que en el presente informe se encuentra descrito.



pero a la interperie, agravando aún más el problema de la contaminación, ya que se generaba grandes cantidades de humos mal olientes que eran recibidos por la población aledaña.

## 1.2 CLASIFICACION DEL TIPO DE DESPERDICIOS

De acuerdo a la tabla 1, el tipo de basura que se genera en el Hospital Guayaquil es del tipo No. 3, con las características físicas indicadas. Esta tabla es obtenida de la TKF INGENIERING, fabricantes de Incineradores a nivel mundial, de donde se tomaron estos datos, dado que ni el Ministerio de Salud, ni sus organismos regionales o locales tienen una clasificación de la basura.

## 1.3 PELIGROS DE CONTAMINACION

La basura de los Hospitales es mucho más peligrosa que la doméstica, este peligro estriba en que posee desperdicios que han estado en contacto con personas que sufren de enfermedades, muchas de ellas de fácil contagio (enfermedades infecto-contagiosas).

En muchos países existen normas que reglamentan el transporte de basura de Hospitales a través de zonas urbanas, así como su manipuleo desde que se genera, en salas de curaciones, salas de cirugía, consultorios,

TIPO	DESCRIPCION	Contenido humedad	Sólidos incombustibles	B.T.U por Libre	Libra/pie cúbico
0	Mezcla de basura altamente combustible; papel, <b>cartón</b> , madera y combustibles de productos comerciales para limpieza de pisos. Contiene <b>hasta 10%</b> de <b>peso</b> de <b>plásticos</b> , papel <b>recubierto</b> , laminado, cartón corrugado, aceitado y retales de <b>plástico y caucho</b>	10%	5 %	8. 500	8-10
1	Mezcla de basura combustible; papel, cartón, madera, <b>líquidos</b> para <b>limpieza</b> doméstica. Contiene <b>hasta 20%</b> por peso de basura de restaurantes pero poco o nada de retales de plástico o caucho.	25%	<b>10%</b>	6. 500	8-10
2	Contiene igual mezcla de basura y <b>desperdicios</b> por peso, común <b>para</b> apartamentos y residencias.	50%	7%	4. 300	15-20
3	Basura consistente en desperdicios de vegetales y animales de los restaurantes, hoteles, cafeterías, <b>HOSPITALES</b> , supermercados, etc.	70%	5%	2. 500	<b>30-35</b>
4	<b>PATOLOGICO</b> : Restos de <b>humanos</b> y <b>animales</b> ; consistente de basuras orgánicas y sólidos <b>orgánicos</b> , procedentes de <b>Hospitales</b> , laboratorios y <b>mataderos</b>	85%	5%	1. 000	<b>45-55</b>
5	<b>Basura</b> líquida, <b>gaseosa</b> o <b>semilíquida</b> , tales como pinturas, vapor, etc., de procedencia <b>industrial</b>	VARIA	<b>Requiere de un estudio especial</b>		
6	Desperdicios de cauchos, plásticos, etc., de procedencia de industrias	0	0	<b>Varía</b>	<b>Varía</b>

TABLA No. 1

CLASIFICACION DE LA BASURA

etc., hasta su eliminación definitiva. En nuestro medio en cambio los peligros que origina la basura de los Hospitales no sólo existe hasta el momento en que se realiza la recolección de la misma por el camión de Aseo de Calles sino que este peligro se traslada a su vez hasta los botaderos de basura, los cuales por diversas razones se encuentran dentro del perímetro urbano. Todo esto sin contar con el inadecuado traslado de estos restos en los camiones recolectores.

Las basuras domésticas en sí no constituyen un medio de propagación de enfermedades contagiosas. Se puede constatar que los obreros que participan en la recogida y tratamiento de la basura no están sujetos de forma especial a tales enfermedades. En cambio, la basura de los Hospitales contiene inevitablemente grandes cantidades de restos orgánicos que provienen de personas enfermas, polvos contaminados e incluso los productos de la limpieza de los consultorios pueden aportar con elementos patógenos. En consecuencia, en estas basuras, se encuentran gérmenes patógenos y se impone cierta prudencia en su manejo.

Además de todo esto, las basuras aportan ciertas molestias que desaparecerían parcialmente si la recogida se organiza perfectamente con una buena disciplina por parte del personal encargado del

insectos igualmente pueden originar la contaminación de muchos productos alimenticios especialmente de los que son expendidos libremente en la vía pública.

#### 1.4 GENERACION DIARIA DE DESPERDICIOS

La cantidad de basura producida por el Hospital se la calculó en base a su volumen, mediante el uso de tanques de 55 gal. de capacidad durante una semana, obteniéndose los siguientes resultados:

#### CANTIDAD DIARIA DE BASURA

DIA	CANTIDAD DE TANQUES
Lunes	11
Martes	10
Miércoles	8
Jueves	9
Viernes	10,5
Sábado	9,5
Domingo	8,5
PROMEDIO	9,5

TABLA # 2 Producción diaria de basura (tanques)

## CAPITULO II

### ALTERNATIVAS DE SOLUCION

FORMAS ALTERNAS POSIBLES PARA LA ELIMINACION DE LA BASURA.

Como ya se ha mencionado, la acumulación de los desechos sólidos en los alrededores del hospital, en lo que respecta a su forma clásica de eliminación, incompleta o efectuada en malas condiciones, causa serios problemas.

Por lo tanto, conviene analizar diferentes formas de eliminación de la basura producida desde que ésta es recolectada por el personal encargado de la limpieza del hospital. Respecto de la composición y cantidad de basura a eliminar, ya se determinó en el capítulo anterior.

En materia de eliminación los procedimientos tradicionales hoy ampliamente conocidos emplean técnicas muy dispares, pero conducentes todas ellas a

resultados satisfactorios, ya se trate de procedimientos **industriales** (incineración **con o sin** recuperación de calor, y fermentación) **o** de descargas controladas **bien** realizadas.

### 2.1.1 El vertedero

La eliminación de **l**os **t**-**e**s **i** **d**uos transportándolos a un vertedero **sería** el procedimiento más sencillo y **cuando se trata** de residuos urbanos es frecuentemente el más económico. Según un **estudio emprendido** por la Organización Mundial de **i**a **S**alud, es un método de evacuación establecido y aceptado, a reserva de adoptar **medi**das apropiadas para evitar **perjuicios.**, debido a **los pel**igos que presenta este **tipo de basura.** Según este **mi**smo estudio, el vertedero controlado quedará como el método más **vál**ido en muchos países por **mucho tiempo.**

Este método de vertedero controlado se realiza . . . mediante el **siguiente** principio:

- Los **residuos se extienden** en capas sucesivas de espesor moderado (unos 2m) .

- Las capas están niveladas con precisión y

imitadas por tal udes.

-El depósito debe ser suficientemente compacto, sin serlo excesivo a fin de permitir el paso de aire para la fermentación aerobia.

-Habiéndose realizado así el depbsi to incluido, los tal udes en capas regulares, estas deberán ser recubiertas de inmediato con tierra con material apropiado, formándose la "cobertura" la cual debe tener un espesor de 10 a 30 cm.

Si este procedimiento se realiza correctamente, se observa que los perjuicios de los vertederos brutos\* han sido eliminados. En efecto la cobertura:

- Detiene olores

- Impide a las larvas de moscas salir al exterior

- No deja a los animales extendidos profusamente al alcance de los roedores; éstos no pueden apenas penetrar en el depósito, debido a la presencia de chatarras de hierro, de vidrios, de la elevación de la temperatura (50 a 70 grados centígrados) y a la atmósfera irrespirable del depósito, empobrecido en oxígeno y enriquecido en ácido carbónico.

\* Vertedero bruto: Vertedero que no responde a los imperativos concernientes a la higiene y a la protección de los lugares, los residuos se vierten sin precaución especial.

En un vertedero controlado, debido a la fermentación aerobia, se alcanzan y se mantienen por mucho tiempo temperaturas del orden de los 60°C, que junto a las características del medio, ocasionan la destrucción de los gérmenes patógenos que pueden encontrarse en este tipo de basura.



FIG. XII-3. Vertedero controlado de Orsay (Essonne). Vista del emplazamiento antes de la apertura del vertedero.



natural o forzado.

Mediante este procedimiento se destruye instantáneamente toda clase de gérmenes patógenos y parásitos que pueden encontrarse en la basura, especialmente en los desechos orgánicos, evitando su peligrosidad.

El espacio que requiere la instalación de un incinerador es muy reducido, así mismo su mantenimiento y operación es bien sencillo. Según el tipo de basura a incinerar, no se requiere de instalaciones anexas para clasificación, triturado, mezclado, etc.

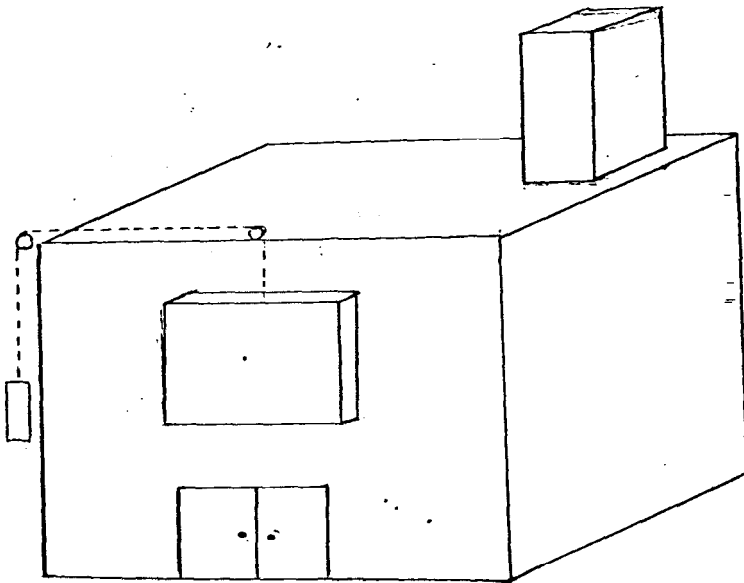


FIGURA #2 . ESQUEMA GENERAL DE UN INCINERADOR

### 2.1.3 Fermentación

El objeto del tratamiento por fermentación controlada, es transformar los residuos sólidos en un abono utilizable en la agricultura y convertir un producto capaz de producir molestias en un producto incapaz de producir las molestias. Este objetivo se alcanza cuando el tratamiento cumple unas sencillas reglas de higiene.

Las basuras frescas pueden contener gérmenes patógenos, parásitos del hombre, de los animales y de los vegetales, y es necesario que el abono que se fabrique, esté totalmente exento de ellos. Los gérmenes patógenos y parásitos del hombre se encuentran en los tejidos anatómicos, infecciosos, en vendajes, tapanos sucios, etc.

Durante el proceso de fermentación es necesario proceder a una fase aerobia, termófila, para evitar peligros, incluso mínimos de infección. Los microorganismos patógenos más comunes que se pueden encontrar en este tipo de basura desaparecen cuando se eleva la temperatura. El siguiente cuadro tomado de Gotaas es suficientemente probatorio a este respecto:

TABLA No. 3

*Temperaturas y tiempos de exposición necesarios para la destrucción de los agentes patógenos y parásitos corrientes que se indican*

(Según H. B. Gotaas)

Organismos	Observaciones
<i>Salmonella typhosa</i>	Ningún desarrollo por encima de los 46 °C. A 55-60 °C muere a los 30 min y a los 60 °C en 20 min. Se destruye rápidamente en los materiales en fermentación.
<i>Salmonella sp.</i>	A los 55 °C muere en 1 h y a 60 °C en 15 a 20 min.
<i>Shigella sp.</i>	A los 55 °C muere en 1 h.
<i>Escherichia coli</i>	La mayor parte muere en 1 h a los 55 °C y en 15 a 20 min a los 60 °C.
<i>Entamoeba histolytica</i> (quistos)	Muere a los pocos minutos a 45 °C y en pocos segundos a los 55 °C.
<i>Taenia saginata</i>	Muere en pocos minutos a los 55 °C.
<i>Trichinella spiralis</i> (arvas)	Mueren rápidamente a 55 °C, instantáneamente a los 60 °C.
<i>Brucellas abortus</i> o <i>Br. suis</i>	Muere en 3 min a 62-63 °C y en 1 h a los 55 °C.
<i>Micrococcus pyogenes</i> var. <i>aureus</i>	Mueren en 10 min a los 50 °C.
<i>Streptococcus pyogenes</i>	Muere en 10 min a los 54 °C.
<i>Mycobacterium tuberculosis</i> var. <i>hominis</i>	Muere en 15-20 min a los 60 °C y en pocos instantes a los 67 °C.
<i>Corynebacterium diphtheriae</i>	Muere en 45 min a los 55 °C.
<i>Necator americanus</i>	Muere en 50 min a los 45 °C.
<i>Ascaris Lumbricoides</i> (huevos)	Muere en menos de 1 h a temperaturas superiores a los 50 °C.

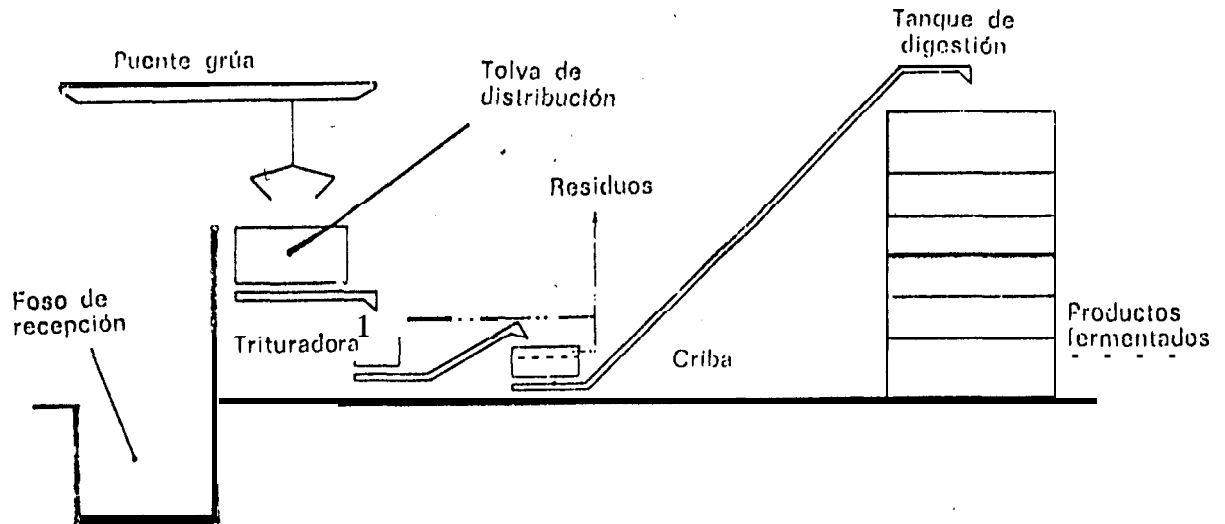


Figura # 3 . Esquema general de una planta de fermentación.

Se sabe que las bacterias del tífus y de la enteritis pueden permanecer vivas en el suelo por más de 400 días, pero durante la fermentación mueren de día a día en 17 días.

Este procedimiento requiere de instalaciones extremadamente grandes y sofisticadas, ya que las basuras son fundamentalmente heterogéneas y hay que recurrir a una preparación mecánica para:

- eliminar ciertos productos indeseables.
- Homogeneizar la masa de residuos a tratar.
- Disminuir el tamaño de las partículas para facilitar la fermentación.

Esta preparación mecánica requiere de aparatos para pesar, transportar, clasificar, triturar y cribar las basuras. Un esquema general de este método lo podemos observar en la figura # .

## DETERMINACION DE LA SOLUCION

Los tres métodos nombrados anteriormente son actualmente utilizados por Municipios o comunidades para tratar las basuras que producen sus habitantes. Los vertederos son generalmente ubicados a las puertas de las poblaciones, y en muchas de una manera planificada, creando terrenos destinados para sitios

de esparcimiento. Como el hospital se encuentra ubicado dentro de la población y no posee terrenos sin utilización, no es posible utilizar este procedimiento. De igual manera, no se cuenta con espacio suficiente dentro del hospital como para instalar una fábrica de fermentación por pequeña que sea. Por lo tanto, desde el punto de vista funcional, la incineración es el método más adecuado para eliminar la basura al momento que se va produciendo, para lo cual sólo es necesario que se creen las directrices necesarias para que el personal encargado o a nombrarse, proceda dándose cumplimiento al objetivo planteado, cual es, eliminar la basura que produce el hospital, cumpliendo normas de higiene y limpieza requeridas en este tipo de establecimiento de salud. La siguiente figura nos muestra una instalación de incineración de 2.5 ton/hr en Francia.

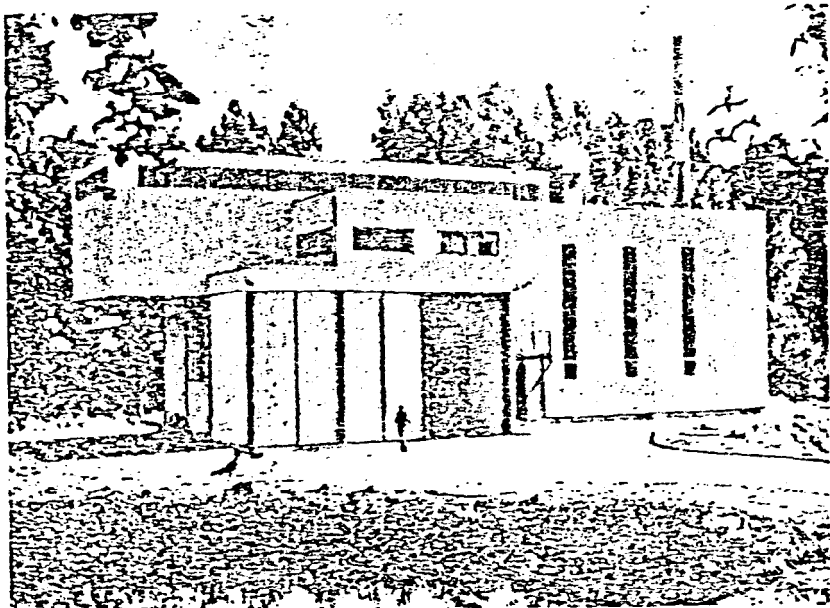


FIGURA # 4 . INSTALACION DE INCINERACION DE 2.5 TON/HR

2.- Utilización mínima de aire de inyección inferior: esto hace que se reduzca la emisión de partículas por parte del incinerador, ya que las mantiene alejadas de la corriente de gas,

3.- Utilización adecuada del aire secundario. - Ello proporciona una cantidad abundante de oxígeno y una gran turbulencia del combustible utilizado en la zona de combustión.

4.- Temperatura.- La temperatura en la zona del horno debe oscilar entre los 1400 y 1800 xF (760 y 985 xC). Para reducir el coeficiente de formación de humos y la aparición de olores, Las temperaturas por debajo de los 1400 xF producen humos y permiten que se escapen olores del incinerador. Por encima de los 1800xF, se puede producir la fusión de las cenizas con el revestimiento refractario del horno.

El exceso de aire se utiliza para controlar la temperatura del horno.

5.- Volumen suficiente de combustión.- El incinerador tiene que disponer de un volumen suficiente de combustión para que pueda proporcionar un tiempo de estancia suficiente a todas las partículas susceptibles de ser

quemadas, La liberación media de caiot- por pie cúbico del volúmen del horno, no debe sobrepasar las 25.000 BTU/pie<sup>3</sup>/hora.

6.- Cámara secundaria. - Hay que proporcionar a cada incinerador una cámara secundaria, y, de hecho esto lo exigen la mayor parte de los códigos municipales y estatales de muchos países en la actualidad.

7.- Tiempo de permanencia. - El tiempo de permanencia en el incinerador- depende del tipo de 'basura.

8.- Suministro de cantidades razonables.- Se ha de suministrar una cantidad baja por pie cuadrado de pat-t-iiiia, incluso si se trata de corriente de aire inducido. Esta cantidad no debe sobrepasar las 60 libras de residuos/pie<sup>3</sup>/hora.

### 3.1.2 Del Horno

En la actualidad debido a la toma de conciencia ante la amenaza de la contaminación del aire, se han desarrollado diseños de hornos modernos que tratan de reducir al mínimo su contaminación.



tiene lugar la desecación, la ignición y la combustión de los residuos sólidos. Los gases producto de la combustión y los compuestos volátiles con exceso de aire, pasan a la segunda cámara y la amada cámara de mezclas. La combinación de una temperatura adecuada, junto con el exceso de aire y una adecuada turbulencia, hacen que la reacción de combustión sea completa.

En la tercera cámara conocida como Cámara de combustión final, existe también una pared refractaria que la separa de la cámara de mezcla. Las cenizas volátiles y otras partículas sólidas de materia, son recogidas en la cámara de combustión final al chocar con estas partes o por sedimentación gravitatoria. Por último se descargan los gases a través de una chimenea.

Este tipo de incinerador se conoce con el nombre de retorta? en él que la disposición de la cámara hace que los gases de la combustión tengan que describir giros de 90 grados en sentido horizontal y vertical. Este incinerador se utiliza para los sistemas de menor capacidad por su sencilla construcción en forma de caja. Estos incineradores suelen tener un armazón de acero, revestido de un material refractario, que puede estar hecho de varias hileras de ladrillos, de los cuales, los más internos son los más resistentes a

altas temperaturas.

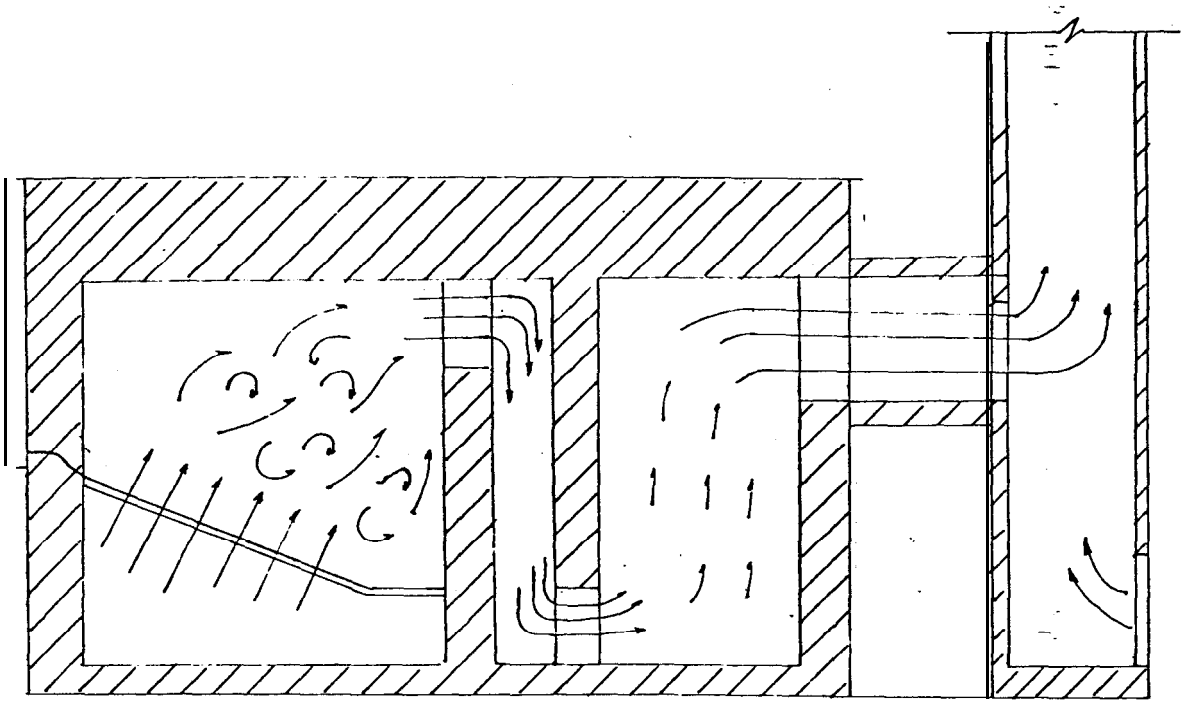
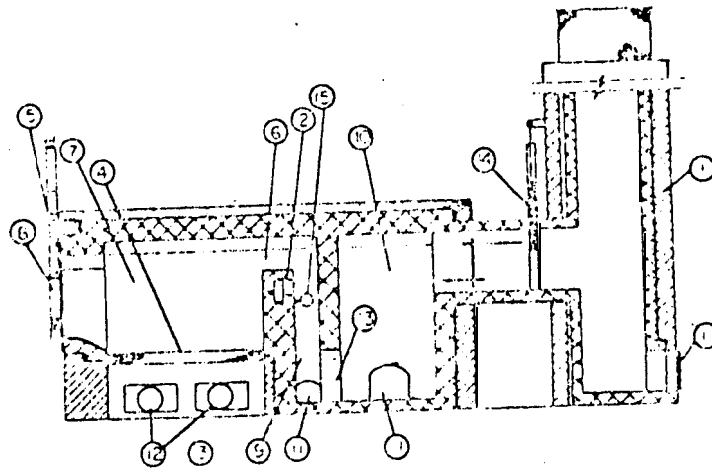


FIGURA # 5. FLUJO DE GASES A TRAVES DE UN HORNO DE CÁMARAS MÚLTIPLES

### 3.1.3 De la chimenea.

Para calderos y hornos en general, pequeños, que no requieren variaciones considerables de la carga de generación o incineración, se utiliza la extracción de los gases mediante chimeneas que funcionan por tiro natural.

El tiro es necesario para el funcionamiento del hogar de un incinerador, con el fin de poderle suministrar el aire necesario para la combustión de los desechos a



Vista lateral

1. Chimenea.	6. Orificio de salida de la	11. Puertas para la limpieza
2. Entradas secundarias de	7. Cámara de ignición.	12. Puertas de aflujo de aire
3. Puertas para la limpieza	8. Entradas del aire secundario.	13. Puertas del muro de cierre.
4. Rejillas.	9. Cámara de mezcla.	14. Regulador del tiro.
5. Puerta de carga.	10. Cámara de combustión.	15. Quemadores de gas.

Figura # 6 . Horno de cámaras múltiples.

Escuela



incinerar y arrastrar los gases hacia el exterior a través de la chimenea.

La resistencia opuesta al paso del aire y gases, que hacen necesario el tiro, son:

- El empuje del aire dentro de la cámara de combustión.
- El volumen de basura a incinerar.
- La pared reflectora que obliga a cambiar de dirección a los gases.
- Las pérdidas por fricción dentro de las cámaras como en la misma chimenea.

En el tiro natural la diferencia de presión se produce por el efecto creado por la chimenea, y su valor depende de la altura de la boca de la chimenea sobre el nivel del empuje del hogar y de la diferencia media de temperatura entre los gases contenidos en la chimenea y la del aire exterior.

La chimenea tiene en sí dos funciones.

- Permitir la evacuación de los gases de combustión.
- Permitir la dispersión de estos gases en la atmósfera, a una altura tal que la caída del polvo no retenido se distribuya sobre una zona lo más extensa posible y que el contenido de gases contaminantes se mantenga dentro

## DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DEL INCINERADOR

De acuerdo a la cantidad de basura producida y considerando un factor de proyecci"n del 100 % así como de 8 horas diarias de operación, obtenemos:

$$\text{CAPACIDAD} = 1881 \text{ Lb} \times 2 / 8 \text{ Hr}^2$$

$$\text{CAPACIDAD} = 470.2 \text{ Lb/Hr}$$

Para efectos de diseño consideraremos la cantidad de 500 lb/hr.

## DETERMINACION DEL VOLUMEN DE LA CAMARA DE COMBUSTION

Como se ha seleccionado que ía capacidad del incinerador sea de 500 lbs. /hora y como conocemos que ía drnsi dad promedio de ía basura es de 27 lb/pie<sup>3</sup>, podemos calcular el volumen del ía basura a incinerar V<sub>b</sub>, mediante ía siguiente fórmula:

$$V_b = \frac{m}{d}$$

donde: V<sub>b</sub> = Volumen de ía basura a incinerar

m = masa

d = densidad

Reemplazando los valores de m y d obtenemos que:

$$V = 500 \text{ lb/Hr.} / 27 \text{ lb./pie}^3$$

$$V = 18.52 \text{ pie}^3/\text{Hr.}$$

$$V = 0.53 \text{ m}^3/\text{Hr}$$

Para calcular el área de la parrilla, partimos del valor recomendado para el flujo de alimentación, el cual es de 60 lb/pie<sup>2</sup>Hr, si el área de las parrillas la denominamos  $A_p$ , tenemos que:

$$A_p = \text{Masa/flujo recomendado}$$

$$A_p = 500 \text{ lb/Hr.} / 60 \text{ lb/pie}^2\text{Hr}$$

$$A_p = 8.3 \text{ pie}^2$$

Asumiendo un factor de seguridad del 100 por ciento, para evitar un rápido desgaste del material refractario, el área de las parrillas será de:

$$A_p = 16.6 \text{ pie}^2$$

Cambiando unidades tenemos:

$$A_p = 16.66 \text{ pie}^2 \times \text{m}^2 / 10.76 \text{ pie}^2$$

$$A_p = 1.55 \text{ m}^2$$

Como conviene escoger un área rectangular para que las otras cámaras no sean tan anchas, tratando de optimizar sus dimensiones determinamos que sean de 0.95 m. de ancho por 1.6 m. de largo.

Para calcular la altura  $H_b$  que tendría la carga de basura, consideramos el volumen de basura a incinerar y el área que ésta ocupa, donde:

$$H_b = V_b / A_p$$

$$H_b = 0.53 \text{ m}^3/\text{Hr.} / 1.55 \text{ m}^2$$

$$H_b = 0.34 \text{ m.}$$

Si cada 20 min. se introduciría una nueva carga, la altura  $H_b$  de ésta, debería ser aproximadamente de:

$$H_b = 0.34 \text{ m} \times 100 \text{ cm/m} / 3$$

$$H_b = 11.3 \text{ cm}$$

Este espesor de la carga de basura permite que pase el aire fácilmente a través de ella, lográndose con ello una rápida y completa combustión de los residuos.

La altura de la cámara la determinamos mediante el valor promedio recomendado de generación de energía dentro del incinerador el cual es de 25.000 BTU/HR/pie<sup>3</sup> para la incineración de desperdicios sólidos, calculando la cantidad de calor liberada por la basura y el combustible, tenemos:

Calor generado por la basura:

$$\dot{Q} = 500 \text{ lb/Hr} \times 2.500 \text{ BTU/Lb} = 1250.000 \text{ BTU/Hr.}$$

Calor generado por el combustible:

$$\dot{Q} = 5 \text{ gal/Hr} \times 140.000 \text{ BTU/gal} = 700.000 \text{ BTU/Hr}$$

El calor total generado es de:

$$Q = 1950.000 \text{ BTU/Hr}$$

El volumen de la cámara de combustión lo obtenemos dividiendo la cantidad total del calor generado en la cámara, para el valor recomendado, donde el volumen  $V_c$  de la cámara está dado por:

$$V_c = \text{Calor generado} / \text{flujo de calor por pie}^3$$

$$V_c = 1950.000 \text{ BTU/Hr} / 25.000 \text{ BTU/Hr/pie}^3$$

$$V_c = 78 \text{ pie}^3$$

Para calcular la altura de la cámara  $H_c$  realizamos la siguiente operación:

$$H_c = V_c / A_p$$

$$H_c = 78 \text{ pie}^3 / 16.6 \text{ pie}^2$$

$$H_c = 4.6 \text{ pie} \quad \text{ó} \quad H_c = 1.43 \text{ m}$$

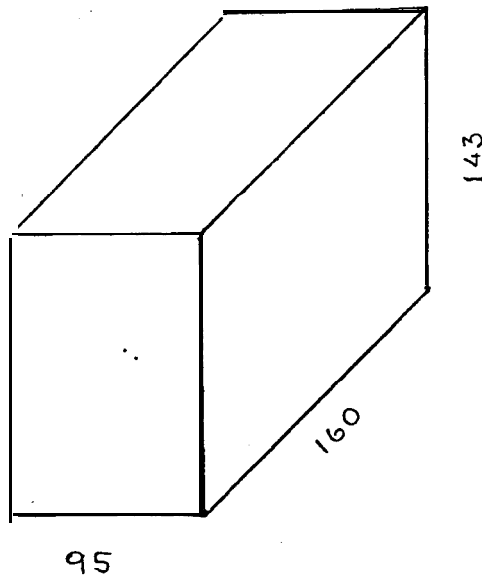


GRAFICO # 7 . Dimensiones de la cámara de incineración



## DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DEL QUEMADOR

Como es necesario suministrar. caiot- inicial para que se inicie y se mantenga la combustión de la basura, se debe utilizar un equi pü que queme algún combustible, El cual puede ser- Kerex, diesel o gas. Como quemadores a gas no son frecuentes, nos queda ut'il'i zar Kerex O Diesel. iüs quemadores indutridi es muy frecuentes en nuesttö medio, de abundante oferta y de varios modelos son ios que utilizan diesel ü kerex, de estos dos combustibl es el que más ventajas y facilidades de utilizar es el diesel, .pi- imero pür tener características lubricantes, i as que **inciden** en el menor desgaste de ia bomba de combustible, **per-mi** tiendo mayor tiempo de funcionamiento de la bomba. En segundo lugar tenemos que el Hospital püsee una **si** sterna de diesel para el uso en los quemadores de las **caí** deras. Escogiendo por lo anteriormente señalado al **diesel** como combustible a usar.

Además de la energía calórica del combustible suministrado por el quemador, también está ia que genera la basura una vez que ésta se combustiona. Sus **vai** ores **promedios** son:

Diesel	=	140.000 BTU/gl	
Basura	=	2.500 BTU/lb	ó
	=	1.375 mth/kg	

## DETERMINACION DEL ESPESOR DE PAREDES

El refractario utilizado en la cámara de combustión es el de alta calidad, resistente a temperaturas en el orden de los 1.800 SC. Para calcular su espesor, sabiendo que en su interior la temperatura óptima es de 1.600 xF, usaremos la siguiente ecuación de transferencia de calor:

$$q/A = T/R$$

Donde:

q = calor que fluye a través de las paredes

A = Área a través de la cual fluye el calor  
(pie<sup>2</sup>)

T = Diferencia de temperatura entre el interior y el exterior de la pared

Según el manual del Ingeniero Mecánico de MARKS, las pérdidas de calor a través de las paredes del horno ascienden generalmente al 3% del calor generado en la cámara.

$$Q = 5 \text{ GI/Hr.} \times 140.000 \text{ BN/GI} + 500 \text{ Lb/Hr.} \times 2.500 \text{ BN/Lb.}$$

$$Q = 1.950.000 \text{ BN/Hr.}$$

$$q = 0.03 \times 1.950.000 \text{ BN/Hr.} =$$

$$q = 58.500 \text{ BN/Hr.} - \text{Calor que fluiría a través de la cámara.}$$

El área de la cámara es:

$$A = 9 + 15 + 16 (2) = 56 \text{ pie}^2.$$

**Si cada galón de combustible nos proporciona:**

$$Q = 140.000 \text{ BTU/gal}$$

**La cantidad de combustible a necesitar- será de:**

$$\text{Capacidad} = 393.000 \text{ BTU/Hr} / 140.000 \text{ BTU/gal}$$

$$\text{Capacidad} = 2.8 \text{ gal}$$

**Asumiendo un factor de seguridad del 100% tenemos:**

$$\text{Capacidad} = 2.8 \times 2 \text{ gal}$$

$$\text{Capacidad} = 5.6 \text{ gal}$$

**Los quemadores industriales que más se adaptan a este tipo de empleo tienen las siguientes características:**

- Modelo EH
- Marcas PRESTIGE o ABC SUNRAY
- Capacidad desde 0.25 hasta 14 GPH
- Motor: NEMA STANDARD 3.450 RPM
- Voltaje: 110 V.

Estos quemadores constan **escenci** al mente de un motor eléctrico que **acciona a la vez el ventilador y la bomba de combustible**. El **combustible es suministrado a presión por la bomba hacia la boquilla** donde es **atomizado en finas gotas y llevado hacia el hogar** por la **corriente de aire que viene del soplador**. El **encendido del combustible se da por un arco eléctrico que se forma entre un par de electrodos conectados a un transformador de alto voltaje**. El **arranque del quemador se hace por medio de un interruptor**.

**PCI = Poder calorífico inferior**

estando expresado  $V_a$  en  $m^3/kg.$  de combustible y PCI en  $mtH$  por  $kg.$  de combustible reemplazando tenemos que:

$$V_a = (1.01 \times 1.375/1000 + 0.5) 500/2.2$$

$$V_a = 457.4 m^3/ Hr.$$

También podemos determinar el volumen del exceso de aire, mediante el uso de los gráficos # ., • ✱ .

Considerando un exceso de aire del 50% el volumen total del aire a calentar será:

$$V_a = 457.4 m^3/Hr \times 1.5$$

$$V_a = 686 m^3/Hr \quad \text{ó}$$

$$V_a = 400 cfm$$

La cantidad de calor adicional será de:

$$Q = 400 cfm \times 4.56 lb/Hr cfm \times 0.26 BTU/lb \times F \times 1.530 \times F$$

$$Q = 725.000 BTU/Hr.$$

El calor que necesita el sistema es de:

$$Q = 725.000 + ( -332.000 ) BTU/Hr$$

$$Q = 393.000 BTU/Hr$$

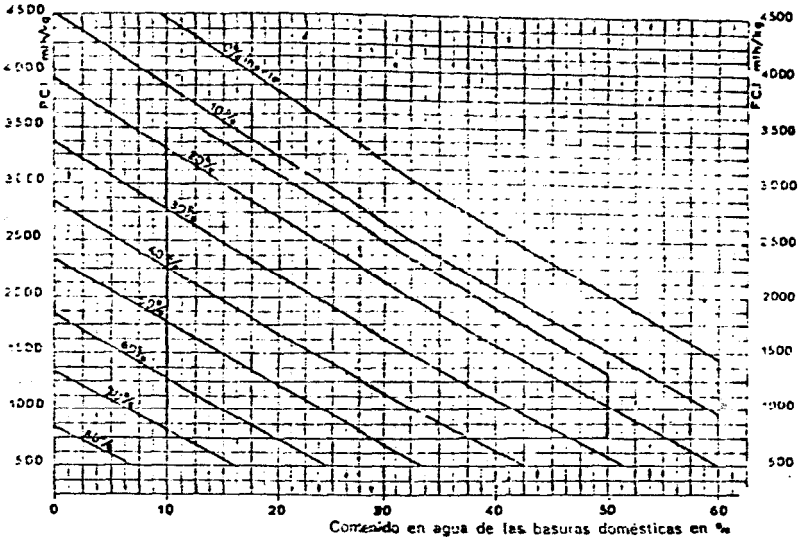


FIG. 8 Valor del PCI de las basuras domésticas en función del contenido en  
 vertes y del contenido en agua, suponiendo que las materias combustibles son de domi-  
 nante celulósico.

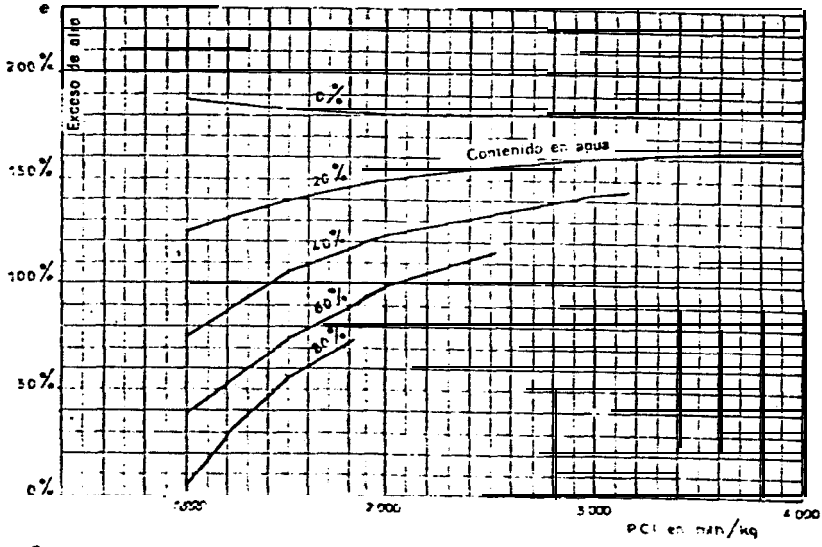


FIG. 9 Exceso de aire, en porcentaje del aire teórico, para una temperatura  
 de 950°C en la cámara de combustión, en función del PCI y del contenido en agua  
 de las basuras domésticas.



BIBLIOTECA

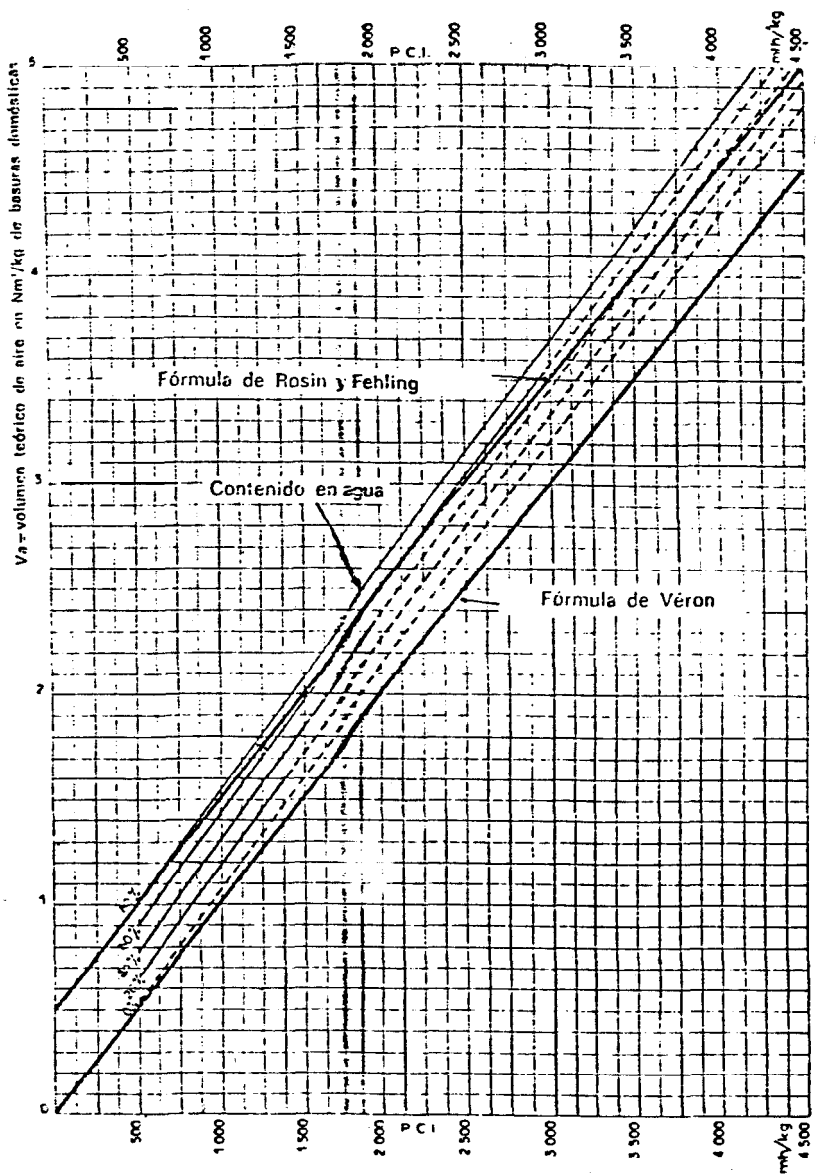
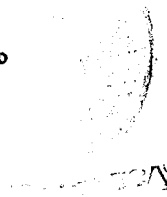


FIG. 10 Volumen teórico de aire para una combustión neutra (en  $Nm^3$  por kilogramo de basuras) en función del PCI y del contenido en agua de las basuras domésticas.



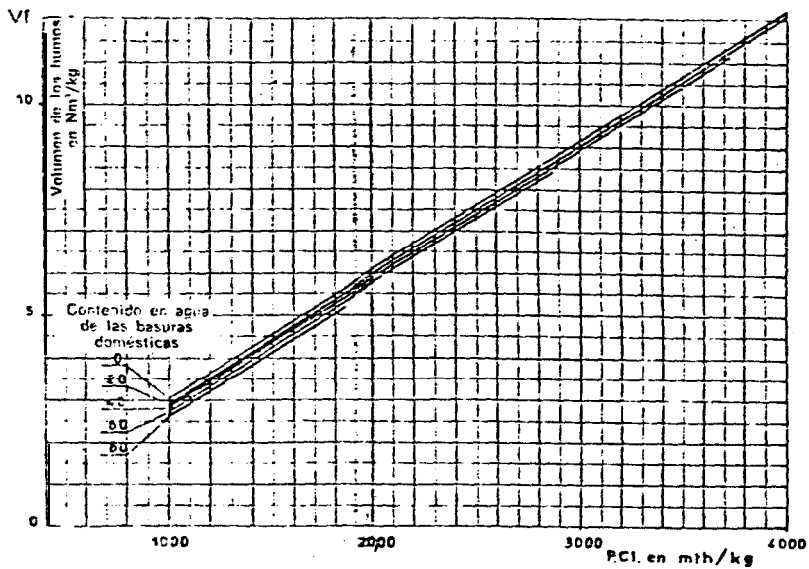


FIG. 11 Volúmenes de los humos en  $\text{Nm}^3$  producidos por la combustión de 1 kg de basuras domésticas a la temperatura de  $950\text{ }^\circ\text{C}$ , en función del PCI y del contenido en agua.

La conductividad térmica del refractario es de 0.8 BTU/Hr pie xF. Las de convección alrededor de las paredes de 12 y 2. BTU/Hr pie<sup>2</sup> xF reemplazando tenemos que:

$$58.500/56 = 1530 / ((1 / 12) + (L / 0.8) + (1/2))$$

$$L = ( 1.530 \times 56/58.500 - 1/12 - 1/2) \times 0.8$$

$$L = 0.705 \text{ pies}$$

$$L = 0.705 \text{ pies} \times 30.48 \text{ cm/pie}$$

$$L = 21.5 \text{ cm}$$

Como la longitud de un ladrillo refractario es de 23cm, sería éste el espesor de la pared a construirse.

#### DIMENSIONAMIENTO EXTERIOR DEL INCINERADOR.

Altura: La altura está determinada por los siguientes

valor-k: ,

- espesor del piso del cenicero	12 cm
- altura a las parrillas	40 cm
- altura de la cámara de combustión	146 cm
- Espesor del refractario de la bóveda	42 cm
(por su forma en arco)	-----
	240 cm



Ancho:

- 2 paredes laterales.	23 x 2 = 46 cm
- ancho de la cámara	95 cm
- recubrimiento metálico	2 cm
	-----
	143 cm

Largo:

- Espesor de pared frontal	23 cm
- Largo de la cámara de combustión	160 cm
- 2 paredes o tabiques	23 cm
- Largo cámara secundaria	23 cm
- largo cámara de combustión final	116 cm
	-W---j--
	345 cm

## 7 CALCULOS PARA DIMENSIONAR CHIMENEA

Para dimensionar la chimenea partimos de la Teoría de dispersión de los gases reglamentada en otros países mediante las siguientes instrucciones, (Ministerio de Higiene de Francia)

- La altura mínima de salida al aire libre de la chimenea, debe ser el valor  $H_p$  calculado según el método que se expone a continuación:

Cálculo de  $H_p$ :

$$H_p = \sqrt[3]{\frac{(680 q / Cm) \{ n / (R x t) \}}{3}}$$

donde:  $H_p$  se expresa en metros

$t$  = la diferencia expresada en grados Celsius, entre la temperatura de los gases a la salida de la chimenea, cuando la instalación funciona a máximo rendimiento, y la temperatura media del aire ambiente en el lugar considerado.

$R$  = El caudal de salida de gases, calculado para el funcionamiento de la instalación a máximo rendimiento, expresado en metros cúbicos por hora y contado a la temperatura efectiva de salida de los gases.

$C_m$  = La concentración máxima de polvos finos admisibles al nivel del suelo, debido a la instalación objeto del presente estudio, expresada en  $mg/m^3$ .

$C_m$  Debe tomarse como la diferencia entre  $0,15 mg/m^3$ , valor de referencia, y la media de la concentración medida en el lugar considerado. En ausencia de medidas, se adoptarán los valores siguientes para esta concentración media:

0,05 mg/m<sup>3</sup> en zona poco contaminada

0,09 mg/m<sup>3</sup> en zona medianamente industrializada o de densidad de habitación media

0,11 mg/m<sup>3</sup> en zona muy urbanizada o muy industrializada

Q = El caudal máximo de polvos, expresado en kilogramos por hora que puede ser alcanzado durante el funcionamiento de la instalación.

n = El número de chimeneas, incluida la chimenea proyectada, situada a una distancia horizontal inferior a 2 Hp del emplazamiento de la chimenea proyectada.

p = Caudal máximo de polvos que puede alcanzarse durante el funcionamiento de la instalación, según esta instrucción su valor está entre 0.6 y 1 gr/m<sup>3</sup>

Realización del cálculo.

Valores determinados previamente:

- Capacidad del incinerador: 500 Lb /Hr ó 227.3 kg/hr

- Caudal de los gases de Combustión por kg. de basuras: 5m<sup>3</sup> (de Gráfico # . )

- Caudal de los gases de Combustión para el horno

1136.5  
de 500 Lb/Hr: 1136 m<sup>3</sup>/Hr.

- Temperatura de salida de los gases: 380 xC

- Temperatura del aire ambiente: 30 xC

- Concentración máxima de polvos finos para una zona muy urbanizada: 0.15-09 = 0.06 mg/m<sup>3</sup>

- Número de chimeneas en la zona afectada: 1

BIBLIOTECA

- Si el Caudal máximo de polvos que pueden ser alcanzado durante el funcionamiento de la instalación es de 0,6g/m<sup>3</sup>, el caudal que interviene en la fórmula es:

$$q = 1.136 \times 0.6 / 1000 = 0.68 \text{ Kg a la hora.}$$

Reemplazando estos valores en la ecuación dada, tenemos

$$hp = \left\{ (680 \times 0.68 / 0.04) \right\}^{\frac{1}{3}} \left\{ 1 / (1.136 (300 - 30) 2.24) \right\}$$

$$hp = 11.4 \text{ m}$$

La instrucción precisa igualmente la velocidad vertical ascendente de los gases arrojados a la atmósfera (3 en m/seg.) que deberá ser, al menos, igual a 2 si R (Caudal de los gases de la combustión) es inferior o igual a 2.000 m<sup>3</sup>/Hr,

Si 3 = velocidad de los gases

$$= 2 \text{ m/seg.}$$

$$A = R / v$$

$$A = (1.136. \text{ m}^3/\text{Hr} / 3600\text{seg./Hr.}) / 2\text{m}/\text{seg.}$$

$$A = 0.158 \text{ m}^2$$

$$A = c D^2 / 4$$

$$D = \sqrt{4 A / c}$$

$$D = 0.45\text{m.}$$

Por consideraciones de construcción el diámetro de la chimenea metálica a instalar es de 52 cm.

## B DETERMINACION DEL PESO DEL INCINERADOR

El peso del incinerador se debe fundamentalmente al refractario, por lo que primeramente calcularemos la cantidad de ellos, para lo cual indico que solamente la cámara de combustión y la bóveda por su construcción en arco están construidas con ladrillos refractarios de alta calidad, que son de marca ereco tipo U 33 recto para las paredes y arco para la bóveda, el resto de la construcción del incinerador se la realizó con ladrillos tipo aislante marca alfadomus.

Para calcular el número de refractarios considero el volumen de cada uno de ellos, siendo aproximadamente iguales el tipo recto de marca ereco con el de marca alfadomus.

Volumen de cada ladrillo = 1.644.7 cm<sup>3</sup>

$$\begin{aligned} \text{Numero de ladrillos} &= 2'852.180 / 1644.7 \\ &= 1735 \end{aligned}$$

Fara la chimenea consideré la cantidad de ladrillos por anillo y la cantidad de anillos, donde el número de ladrillos por anillo lo podemos observar en el siguiente gráfico:

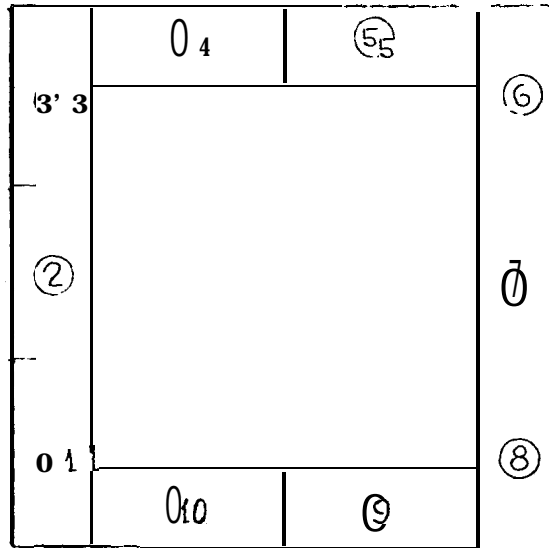


GRAFICO # 12 .CORTE HORIZONTAL DE LA CHIMENEA REFRACTARIA -

$$\text{Cantidad de ladrillos por anillo} = 10$$

$$\begin{aligned} \text{Numero de anillos} &= \text{altura total} / \text{altura de anillo} \\ &= 430 / 6.7 \\ &= 64 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Numero de ladrillos de la chimenea} &= 10 \times 64 \\ &= 640 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Numero de ladrillos alfadomus} &= 1735 + 640 \\ &= 2375 \text{ u} \end{aligned}$$

Como vemos en el gráfico anterior la cantidad de

ladrillos por hilera es de:

Cantidad de ladrillos por arco =  $ib$  u.

La cantidad de arcos que forman el techo está dado por:

Número de arcos = longitud total / longitud del arco

$$= 345 / 23$$

$$= 15 \text{ arcos}$$

La cantidad total de ladrillos es entonces de :

Número de ladrillos arco  $i$  =  $ib \times 15$

$$= 240$$

Considerando un porcentaje de pérdidas del 5% tenemos que la

cantidad total de ladrillos tipo arco  $i$  es de :

Número total de ladrillos arco  $i$  = 250

Cálculo de la cantidad de ladrillos alforjados:

Para el incinerador consideraremos el volumen al igual

que el cálculo de los ladrillos de tipo recto,

siendo sus volúmenes como sigue:

$$\text{piso} = 124.080$$

$$\text{paredes laterales} = 1'223.600 \text{ cm}^3$$

$$\text{pared posterior} = 437.000 \text{ cm}^3$$

$$\text{sobre bóveda} = 1'067.500 \text{ cm}^3$$

$$\text{Volumen total} = 2'852.180$$

El volumen de la cámara de combustión sin considerar la bóveda cuyos ladrillos son de tipo arco 1, es:

$$\begin{aligned} \text{pi50} &= 276.047 \text{ cm}^3 \\ \text{paredes laterales} &= 1'766.400 \text{ cm}^3 \\ \text{pared frontal} &= 172.460 \text{ cm}^3 \\ \text{paredes posteriores} &= 501.960 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Volumen total de cámara} = \frac{\quad}{\quad} = 2'717.417 \text{ cm}^3$$

$$\begin{aligned} \text{ladrillos tipo t-esto} &= 2'717.417 / 1.644.7 \\ &= 1652.2 \end{aligned}$$

Si consideramos un cinco por ciento de excedente por pérdidas debido a roturas, mal corte, etc. la cantidad de ladrillos tipo recto a necesitarse será de:

$$\text{Número total de ladrillos rectos} = 1.750 \text{ LI.}$$

Para calcular el número de ladrillos tipo arco 1 que se necesitan para formar el techo, conocemos primero el número de ladrillos que se necesitan para formar un solo arco y luego lo multiplicamos por el número de hileras que forman el techo en su totalidad.

Para conocer el número de ladrillos por cada arco, realicé el cálculo geoméricamente mediante un gráfico, el cual se encuentra en la siguiente página.



Considerando un porcentaje igual de pérdidas tenemos que la cantidad de ladrillos al f adomus a necesitar es de:

Número total de ladrillos al f adomus = 2500 u.

Calculando el peso de los ladrillos refractarios y conociendo el peso de cada uno de ellos, tenemos:

refractarios erecto	2000 x 3,5	=	7.000 kg
refractario alfadomus	2500 x 3	=	7.500 kg
			-----
	Peso total		14.500 kg

Se puede aproximar en 10% el peso de los materiales restantes, lo que nos da un peso total de:

Peso total = 15.45 ton.

#### Calculo de la base

Tenemos que el peso total del incinerador es de 15.95 ton. y el área que este ocupa es de:

$$\begin{aligned} \text{área} &= 3.45 \times 1.44 + 0.7 \times 0.7 \\ &= 5.46 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Como la base debe repartir el peso en una mayor área para evitar el asentamiento desigual del equipo **especialmente en** el terreno es blando, a la vez que tendría que construirse una base mucho más resistente. Por lo tanto la base se calcula aumentando 0.5m a cada lado fuera del área del incinerador lo que da un área de base de:



# ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL BIBLIOTECA CENTRAL

## HOJA DE TRABAJO PARA DESCRIPCION DE TESIS

1. NOMBRE DEL ARCHIVO ESPOL \_\_\_\_\_ 2. NUMERO DE ACCESO \_\_\_\_\_  
3. UBICACION FISICA ESPOL - BCXT 628.445 / 4155 / c.2  
4. TIPO DE LITERATURA T \_\_\_\_\_ 5. NIVEL BIBLIOGRAFICO m 6. NIVEL DE REGISTRO m  
7. NOMBRE CENTRO PARTICIPANTE EC - ESPOL - BC \_\_\_\_\_  
8. NUMERO CONTROL CENTRO PARTICIPANTE 593-9111000-00040 \_\_\_\_\_
16. AUTOR PERSONAL % Ladinos Torres, Pedro Eduardo NIVEL MONOGRAFICO  
18. TITULO Construcción de urinadores de basura para casas de salud Martín Bonano, Ernesto, dir.
20. PAGINAS p 96 pag 21. NUMERO DE VOLUMEN \_\_\_\_\_
- DATOS DE EDICION**
38. EDITORIAL Escol. Fac. de Ing. Química  
39. CIUDAD DE LA EDITORIAL Esquil  
42. INFORMACION DESCRIPTIVA ilus. 40. PAIS EDITORIAL EC \_\_\_\_\_  
43. FECHA DE PUBLICACION 19 91
- TESIS**
22. DIRECTOR DE TESIS Martín Bonano, Ernesto  
50. INSTITUCION ESPOL \_\_\_\_\_  
51. GRADO ACADÉMICO Ing. Químico

AREAS REQUERIDAS.- Para la instalación del incinerador, se considera las siguientes áreas:

Área del incinerador

Área del almacenamiento de basura

Área de desalojo de cenizas

área de almacenamiento de combustible



FEB 1961

Área del Incinerador.- Además del área que ocupa el horno se debe considerar como parte de ella, una distancia mínima de .5m a cada lado del incinerador, necesaria para realizar el mantenimiento del horno cuando se **necesite** y para ajustar el quemador, para lo que requerimos de un área de 3.5 x 6 m.

Como se construyó este incinerador en zona abierta, esta área es la misma para la cubierta, lo que hace posible que el operador del horno pueda trabajar durante la lluvia, o en días muy soleados **sin** ninguna molestia.

Área de almacenamiento de basura.- Para este efecto se debe considerar el flujo de incineración a realizar, ya que los líquidos diarios se obtendrán de un día para otro. No cabe almacenar este tipo de basura, ni un día siquiera, ya que el objetivo de este trabajo es su eliminación conforme se produzca, es decir, reducir al mínimo su peligrosidad.

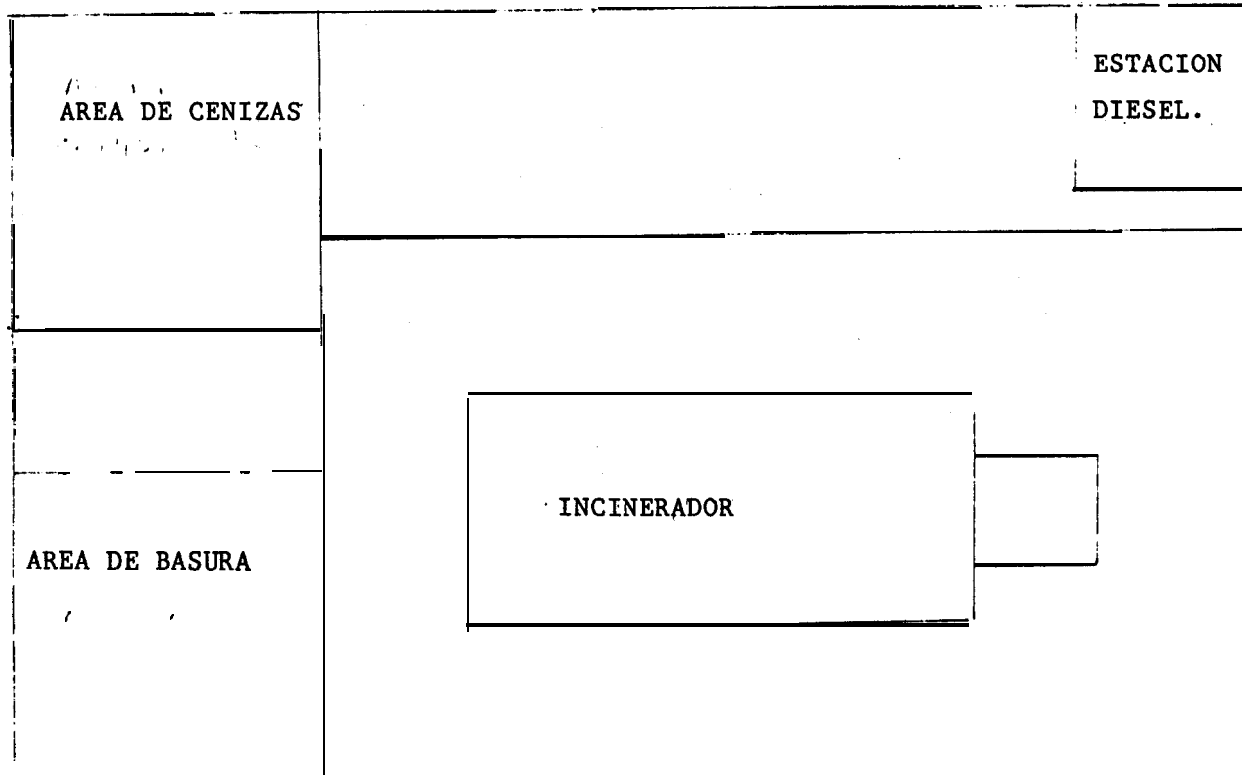
Por lo tanto, el área de almacenamiento máximo que requiere es de 4 m<sup>2</sup>.

**Área de desalojo de cenizas.**- Las cenizas que se extienden diariamente del incinerador deben tener un sitio donde almacenarlas durante un tiempo prudencial, hasta su transporte fuera del hospital, esta área puede ser de 4 m cuadrados pudiéndose extender a 6 m cuadrados, si es que su desalojo no es regular.

**Área de Almacenamiento de combustible.**- Para que el incinerador tenga una provisión de combustible que le permita operar durante 3 días como mínimo se debe instalar una cisterna de más de 100 gal. de capacidad, esta cisterna es del tipo elevada (2 mt. desde el piso) para que el combustible a la entrada del quemador tenga una presión continua y facilitar el de la bomba, el área necesaria para su instalación es de 2 m<sup>2</sup>, pudiéndose colocar junto al área del horno en la pared que no lleva instalado el quemador.

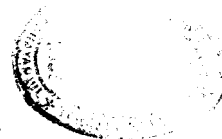
El área total que se requiere es de 60 m cuadrados.

~~GRÁFICO # . DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS.~~



Fifura # /3 . Distribución de áreas.

BIBLIOTECA



## CONSTRUCCION DEL INCINERADOR

### 4.1 SELECCION DE LA UBICACION

La selección del sitio donde se va a realizar la construcción del incinerador y sus instalaciones anexas, es un estudio de conjunto que tiene en cuenta a la vez: la recogida, el almacenamiento de la basura, los gases de la chimenea, el desalujado de las cenizas y la incineración en sí.

También se debe considerar disposiciones para evitar ciertas molestias como: el polvo y el humo; las moscas, pájaros, roedores y el calor.

Los materiales modernos de aislamiento térmico, la combustión completa de las basuras, y la eliminación de polvos y de cenizas en el humo, permiten actualmente evitar estos inconvenientes y hacen posible utilizar terrenos en la inmediata proximidad de las poblaciones urbanas.

Por 10 tanto se determinó el emplazamiento del incinerador en un área abierta con acceso directo desde una calle interior al hospital utilizada para la entrada de vehículos de suministros. Junto a esta área está construido un tanque de hormigón para desinfección de aguas servidas, en desuso.

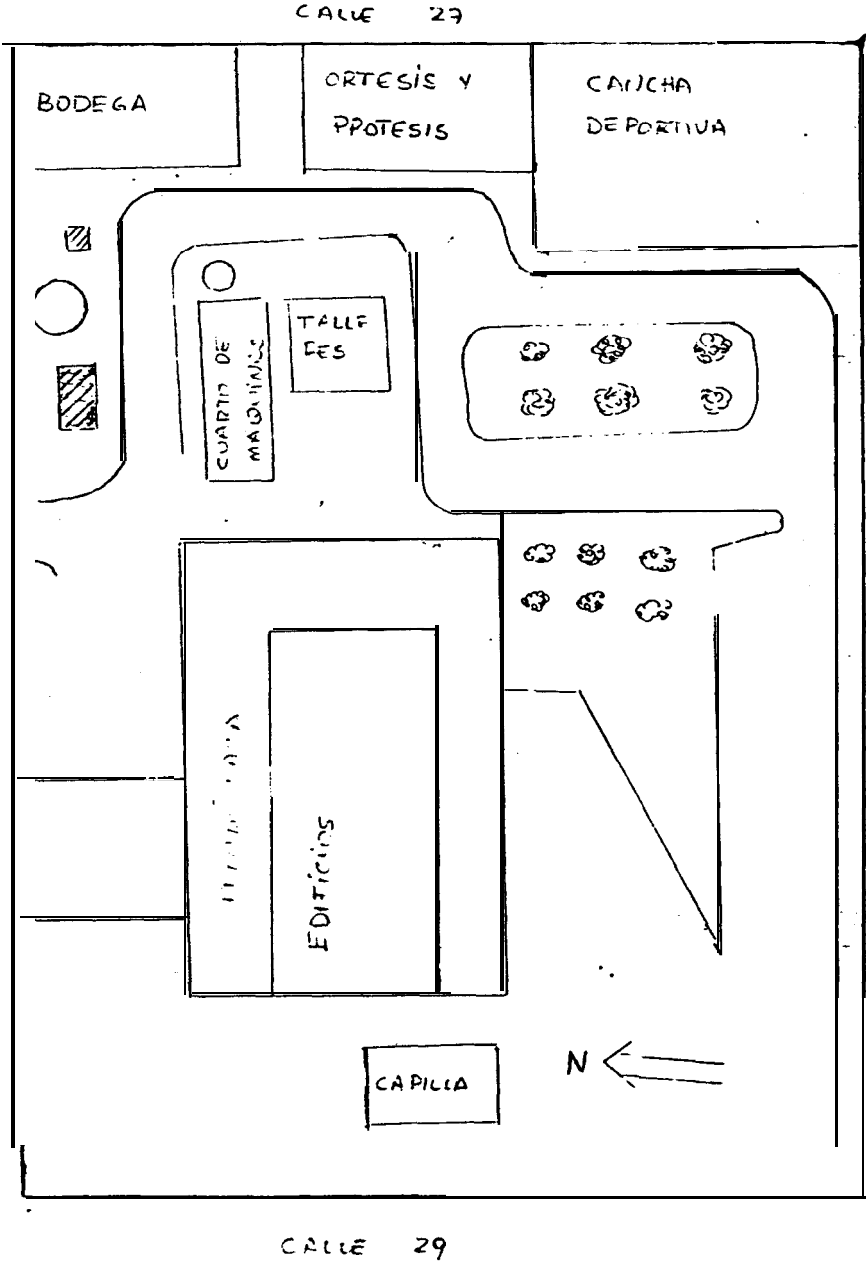


FIGURA # 14 . ESQUEMA DE LA UBICACION DEL INCINERADOR

- 12.- Enlucido de **pilares**.
- 13.- Acabado **del** contrapiso y muros.
- 14.- **Pintado de pilares, muros y logotipos.**

#### OBRA MECÁNICA

- 1.- Construcción de prefabricados: rejillas, chimenea metálica, puertas del **horno, barras tensoras.**
- 2.- Colocación de ángulos en el horno y soportes para la colocación de rejillas.
- 3.- Tratamiento anti corrosivo a las planchas metálicas.
- 4.- Forrado metálico del horno.
- 5.- Colocación de barras tensoras.
- 6.- Colocación de puertas.
- 7.- Colocación de chimenea metálica
- 8.- **Pintado** exterior del horno
- 9.- Colocación de estructura metálica para la **cubierta**
- 10.- Instalación del quemador.
- 11.- Construcción del depósito para **combustible.**
- 12.- Tendido de la línea eléctrica y prueba del quemador
- 13.- Conexión de las líneas de combustible.
- 14.- Pintado del depósito y líneas de combustible.
- 15.- Pruebas. Entrenamiento de personal.

La realización de este cronograma me determinó el **tiempo promedio** de duración de los trabajos y de la



eje de 18mm de diámetro el que sobresale a los costados del incinerador donde tiene soldada una palanca que permite el accionamiento manual de la puerta, evitando de esta manera que el operador reciba radiación de calor desde el interior de la cámara, cuando abre el horno.

Todas las paredes de las cámaras tienen un espesor de 23cm, 11.5cm de ladrillo refractario de alta calidad marcaereco y 11.5cm de ladrillo refractario aislante producido en la localidad por la fábrica ALFADOMUS, esta combinación nos permite lograr un mejor aislamiento del calor evidenciado en la práctica ya que durante el funcionamiento del incinerador todas sus paredes se pueden tocar sin producirse alguna molestia.

Todas las cámaras están sujetadas por una armadura formada de ángulos de hierro de 5cm de ala y 6mm de espesor. Los ángulos conforman las dos paredes laterales y ambas están unidas por medio de templadores que pasan de uno a otro lado sobre el techo, los templadores nos permiten ajustar el arco refractario que forma el techo de las cámaras, evitando que ambas paredes se separen.

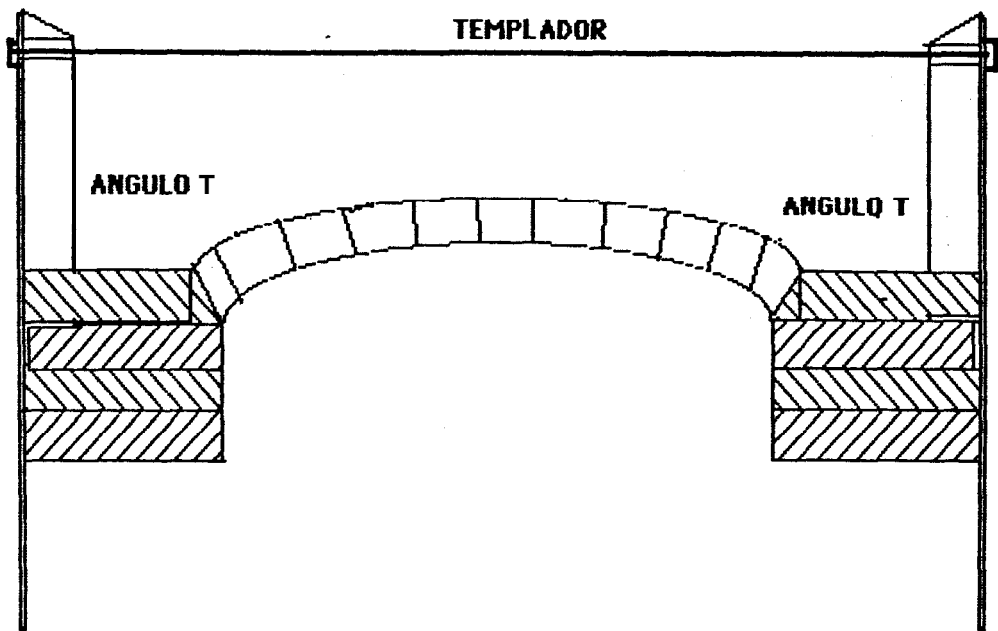


FIGURA # 15 . UBICACION DEL TEMPLADOR.

Se utilizaron **dos** métodos para colocar el mortero que **una** los ladrillos, para el ladrillo eredo se utilizó el método **de inmersi cm,** y para el ladrillo alfadomus por badilejo.

#### CONSTRUCCION DE LA CHIMENEA

**Base de la chimenea:** La 'base de la chimenea se la construye iuego **que se fabrica** la base del incinerador, sobre i a **misma,** en hormigon armado y con estructura de hi **et-t-o** de 12mm cada 10cm, **su secci ón es** igual a la del tramo refractario **de** la chimenea y **su** altura **es de** 1m.

**Tramo t-refractario:** Los dos tramos de la chimenea **van** colocados en linea, uno sobre el otro. El tramo refractario **se construyó de secci ón cuadrada debido a**

de hi et-to, de 6mm de espesor.

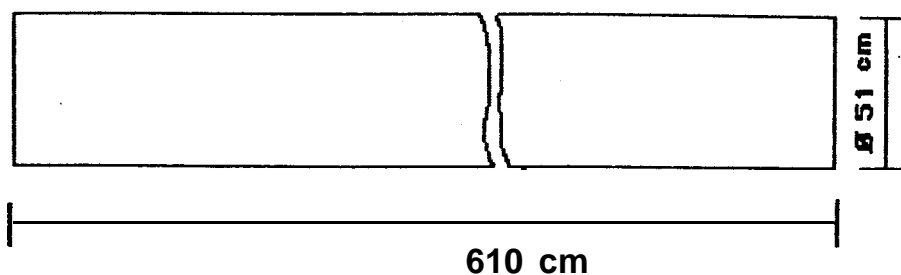


FIGURA # 17 . DIMENSIONES DEL TRAMO METALICO

Gorro chino: En la parte superior, la chimenea tiene colocado un gorro chino que impide la entrada de aguas lluvias a su interior, evitando su deterioro interno tanto de la parte metálica, debido a los efectos de la corrosión; y de la parte refractaria, debido al choque térmico y al lavado del mortero refractario.

Instalación del tramo metálico: El tramo metálico de 6m de altura aproximadamente está compuesto por cinco cilindros de 1.2m, los cuales fueron soldados uno a uno en el piso junto con la base que los acopia a la estructura metálica del tramo refractario. Una vez que estuvo soldado los cilindros, puesta la base y el gorro chino, y pintada, se colocó en su sitio mediante la ayuda de una puma hidráulica. Cabe indicar que de impedirse este procedimiento como por

ejemplo la presencia de cables de fluido eléctrico a pocos metros del lugar donde debe ser colocada la chimenea, esta puede ser armada en sitio, mediante la ayuda de andamios metálicos, que son muy seguros y de fácil emplazamiento.

#### 4 PUESTA EN MARCHA

Una vez terminada la construcción del incinerador y las instalaciones de combustible y eléctrica. Se procedió en primer lugar a calibrar el quemador, graduando la cantidad de aire del soplador, mediante el movimiento de rejillas ajustables hasta que la llama tenga una coloración amarilla ni muy brillante ni muy opaca, alejada por lo menos unos dos centímetros de la boquilla, y no se produzcan emanaciones de humos. Luego se observó que el tamaño de la llama, con una boquilla de 5g/hr iogt-b una longitud de 60cm, considerándola como adecuada, por los resultados que se obtuvieron cuando se procedió a la incineración de la basura. La llama del quemador influye en el calentamiento del horno y en la rapidez de incineración de la basura.

En segundo lugar se realizó la graduación del tamaño de los orificios de salida de los gases a la chimenea, por medio de los cuales regulamos el tiro de la chimenea. Para esto partimos desde un tamaño muy

pequeño, observando si entra aire por debajo de las parrillas mediante la agitación de ceniza o soltando papel es muy pequeños. En primera instancia en vez de entrar aire, salgan gases, el tamaño de la entrada de los gases a la chimenea se lo varió mediante la colocación de ladrillos refractarios, formando una pared. Esta regulación nos permite controlar el tiro de tal manera que sea el menor posible para evitar la excesiva emanación de polvos y cenizas al ambiente.

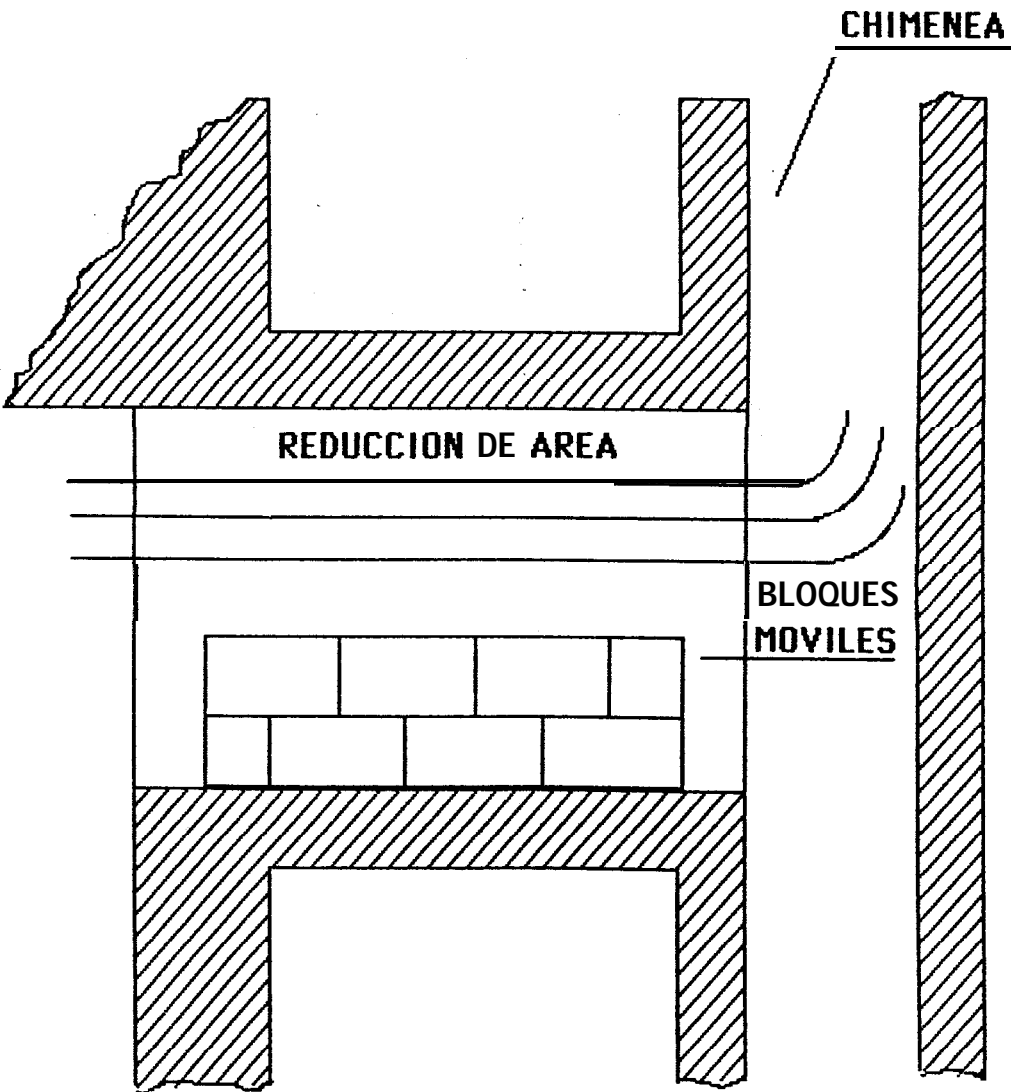
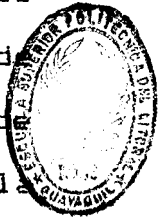


FIGURA Nº 18 REGULACION DEL TIRO

#### 4.5 MANUALES DE MANEJO DE BASURA OPERACION Y MANTENIMIENTO

##### MANEJO DE LA BASURA:

1.- El tipo de basura a incinerarse pueden ser papeles, desechos de cocina, desechos orgánicos, maderas. Se debe **evitar introducir en el incinerador materiales plásticos**, al menos en gran **cantidad**, pues los gases de su combustión son tóxicos. Si a pesar de ello, se filtraran materiales como jeringuillas y fundas plásticas, éstos no deben exceder en un 10 por ciento el volumen de residuos a incinerarse.

2.- La presencia de humo blanco en los gases expulsados por la chimenea es normal cuando la basura está muy húmeda. El humo blanco es la presencia de vapor de agua en los gases.

3.- Evite en lo posible introducir frascos o envases de vidrio cerrados, generalmente explotan por el calor y sus partículas pueden ser expulsadas por la puerta de carga. Los envases de este tipo o sus partes, se los retira luego, junto con las cenizas, ya que el vidrio no se fundirá.

3.- Evite DEFINITIVAMENTE el introducir en el horno aerosoles, ( desodorantes, fijadores de cabello, sprays de limpieza de máquinas, etc. ) pues son muy

explosivos y pueden causar daño en el refractario.

5.- Cuando introduzca la carga de basura, ésta no debe tener una altura, sobre el nivel de la parrilla, superior a 20 cm. pues se retarda la incineración y podría taponar el cono del quemador, ahogándose la llama.

6.- No se debe permitir que las cenizas formen una capa sobre las parrillas, esto dificulta el paso del aire a través de ellas, retardando la combustión.

#### OPERACION DEL INCINERADOR:

1.- Revisar el nivel del combustible en el tanque de alimentación, observando la manguera transparente en la parte lateral.

2.- Abrir la llave de paso del combustible.

3.- Precaentar el horno durante 10 minutos.

4.- Abrir la puerta del horno e introducir la basura formando una capa cuya altura no debe ser mayor a 10 cm.

5.- Cerrar la puerta.

6.- Prender el incinerador.

7.- El proceso de incineración se ha iniciado. Remueva periódicamente la basura para asegurar una mejor y más rápida combustión.

8.- Apagar el quemador.

9.- Abra la puerta y constate la incineración total de la basura.

10.- Cargue nuevamente el incinerador y de ahora en adelante, formando una capa de 20cm de espesor.

11.- Repetir los pasos del 6 al 10.

12.- Después de terminada la incineración, se debe dejar el horno bien cerrado, para evitar un enfriamiento brusco.

#### MANTENIMIENTO DEL INCINERADOR:

1.- Para prolongar la vida del incinerador se debe hacer a diario la limpieza de las cenizas o residuos incombustibles como metales y vidrios acumulados sobre las paredes, procurando que circule libremente el aire necesario para la combustión.



**2.- La cámara recoilectora de cenizas debe ser limpiada**

cada dos días, utilizando los implementos adecuados.

**3.- Después de 300 horas de incineración se debe hacer**

una **1 impieza** general del quemador.

**4.- El filtro de combustible ubicado** en la línea que

abastece al quemador debe ser **i** mpiado cada **100** horas

de incineración.

## CAPITULO V

### FACTIBILIDAD Y COSTOS DEL INCINERADOR

#### VENTAJAS DEL INCINERADOR

La principal ventaja que nos prúvee el incinerador es la eliminación de la basura casi inmediatamente después de producida, eliminándose los peligros de contaminación. Mediante la incineración se destruyen totalmente los parásitos y micro-organismos patógenos que son causantes de muchas enfermedades y que frecuentemente se encuentran presentes en este tipo de basura.

Además desde que es el procedimiento de eliminación de los residuos se ha puesto en práctica, los lugares que frecuentemente se encontraban llenos de desperdicios en espera del recolector de basura, como eran los patios, las calles internas, etc. ahora se encuentran limpios, es decir este procedimiento contribuye eficazmente en el mejoramiento de la higiene del hospital en particular y de la población en general.

La incineración también nos permite aprovechar, en un futuro, la energía que poseen los gases de la combustión mediante proyectos para calentamiento de agua o producción de vapor.

## 5.2 COSTOS DE CONSTRUCCION E INSTALACION

El costo de construcción lo obtuve mediante la elaboración de un presupuesto, donde se describen: listas de materiales, **mano de obra, herramientas y dirección técnica**, el cual **detallo en el cuadro de rubros y costos para la construcción de hornos incineradores** de basura de 500 lb/hr, que se encuentra en **la siguiente página**. En este cuadro, tanto el **costo unitario** como el **costo total de cada rubro**, están **indicados en dólares**; se ha calculado de esta manera ya que la mayoría de los **materiales a utilizar** dependen directamente de su valor por ser de importación. Además de que el **precio en sucres varia** constantemente más no así el **precio en dólares** que es más constante.

Mediante esta tabla puedo obtener el costo aproximado del **incinerador**, para cualquier valor del dólar.

## 5.3 COSTOS DE OPERACION

Para calcular el costo de operación he considerado solamente **los costos de mano de obra y de combustible**. En otros proyectos deberá considerarse otros rubros, como por ejemplo: la recogida de **la basura**, la **energía eléctrica**, depreciación, etc.

**RUBROS Y COSTOS PARA LA CONSTRUCCION DE HORNOS INCINERADORES DE BASURA DE 500 LB/HR.**

MATERIALES REFRACTARIO	COSTO EN \$	CANTIDAD	COSTO TOTAL	VALOR DOLAR	VALOR SUCRÉS
LADRILLO RECTO U-33	3.60	1,750.00	6,300.00	450.00	2,935,000.00
ARCO U-33	5.60	250.00	900.00	450.00	405,000.00
ASLANTE ALFADOPUS	0.50	1,900.00	484.00	450.00	222,300.00
PORTERO ALFADOPUS	5.14	8.00	41.12	450.00	18,504.00
PORTERO UNIVEXAS 5-249	17.40	8.00	139.20	450.00	62,340.00
CEMENTO REFRACTARIO CONCREX	52.14	2.00	104.28	450.00	46,926.00
<b>SUBTOTAL REFRACTARIO</b>			<b>7,978.60</b>	<b>450.00</b>	<b>3,598,370.00</b>
<b>OBRA CIVIL</b>					
CONSTRUCCION DE CASETA GUASCHAN					
CUARTONES	0.94	13.00	12.22	450.00	5,499.00
PLANCHAS PLYWOOD	9.48	10.00	94.80	450.00	42,660.00
ETERMIT	13.63	12.00	163.56	450.00	73,602.00
CONSTRUCCION DE BASE Y PILARES					
CEMENTO	2.20	30.00	66.00	450.00	29,700.00
ARENA	26.00	4.00	104.00	450.00	46,600.00
PIEDRA # 4	26.00	4.00	104.00	450.00	46,600.00
ACERO DE 8 mm	22.00	3.00	66.00	450.00	29,700.00
VIGAS 6 100X50X15CS	21.60	2.00	43.20	450.00	19,440.00
VIGAS 6 80X40X15CS	13.45	2.00	26.90	450.00	12,105.00
GANCHOS J	0.40	24.00	9.60	450.00	4,320.00
TABLAS, CUARTONES Y TIRAS	1.00	20.00	20.00	450.00	9,000.00
<b>SUBTOTAL OBRA CIVIL</b>			<b>710.28</b>	<b>450.00</b>	<b>319,626.00</b>
SISTEMA DE DIESEL					
TANQUES DE 55 GALONES	15.80	2.00	31.60	450.00	14,220.00
TUBERIA DE 1/2" GALVANIZADA	3.80	2.00	7.60	450.00	3,420.00
FILTRO DIESEL	32.00	1.00	32.00	450.00	14,400.00
BOMBA DE DIESEL	268.25	1.00	268.25	450.00	119,812.50
TUBERIA DE COBRE Y ACCESORIOS	32.00	1.00	32.00	450.00	14,400.00
GENERADOR	700.00	1.00	700.00	450.00	315,000.00
<b>SUBTOTAL INSTALACION DIESEL</b>			<b>1,069.45</b>	<b>450.00</b>	<b>481,252.50</b>
ACABADO EXTERIOR					
PINTURA ESMALTE AFINADO	11.60	1.00	11.60	450.00	5,220.00
PINTURA ESMALTE ALUPINO	21.50	1.00	21.50	450.00	9,585.00
PINTURA ANTICORROSIONA	11.60	2.00	23.20	450.00	10,440.00
PINTURA ALUPINO TERPINO	48.80	1.00	48.80	450.00	21,560.00
PINTURA ESMALTE NEGRO	11.60	0.25	2.90	450.00	1,305.00
DILUYENTE	4.00	2.00	8.00	450.00	3,600.00
ESCALINA	0.40	4.00	1.60	450.00	720.00
PIEDRO LLAN	0.50	2.00	1.00	450.00	450.00
DISCO ESMERIL	9.00	1.00	9.00	450.00	2,250.00
BROCHA 5"	1.50	2.00	3.00	450.00	1,350.00
GRASA	3.00	0.50	1.50	450.00	675.00
CEMENTO BLANCO	0.20	0.10	0.02	450.00	9.00
<b>SUBTOTAL ACABADO EXTERIOR</b>			<b>127.92</b>	<b>450.00</b>	<b>57,544.00</b>
SISTEMA ELECTRICO					
ROLLO ALAMBERT #12	21.00	1.00	21.00	450.00	9,450.00
CAJA DE BREAKER	18.00	1.00	18.00	450.00	7,200.00
BREAKER DE 20 AMPERIOS	7.00	2.00	14.00	450.00	6,300.00
CONTACTOR	12.50	1.00	12.50	450.00	5,535.00
INTERRUPTOR DE LUZ	3.20	1.00	3.20	450.00	1,440.00
LAMPARAS FLUORESCENTES 40 W	10.00	2.00	20.00	450.00	9,000.00
TUBERIA Y ACCESORIOS EMT 1/2"	12.00	2.50	30.00	450.00	13,500.00
<b>SUBTOTAL SISTEMA ELECTRICO</b>			<b>116.50</b>	<b>450.00</b>	<b>52,425.00</b>
MATERIAL DE HIERRO					
PLANCHA NEGRA 1/8" CHIMENEA	55.00	5.00	275.00	450.00	123,750.00
PLANCHA NEGRA 1/16" FORRO CHIMENEA	35.00	7.00	245.00	450.00	110,250.00
PLANCHA NEGRA 1/25" FORRO HORNO	24.00	6.00	144.00	450.00	64,800.00
PLANTINAS 1X1/4" FORRO HORNO	9.00	4.00	36.00	450.00	16,200.00
ANGULOS 2X1/4" FORRO HORNO	20.00	8.00	160.00	450.00	72,000.00
ANGULOS 1 1/2X1/4" FORRO CHIMENEA	17.00	4.00	68.00	450.00	30,600.00
TUBOS CUADRADOS 1" PARRILLA DIESEL	8.00	3.00	24.00	450.00	10,800.00
REGILLAS DE FUNDICION (18 KG/PIEDRO)	3.00	170.00	510.00	450.00	229,500.00
FERNES TENSORES FORRO HORNO 1" DIAM.	12.00	5.00	36.00	450.00	16,200.00
PLANCHA NEGRA PUERTAS HORNO 1/4"	18.00	0.35	5.60	450.00	2,520.00
<b>SUBTOTAL MATERIAL DE HIERRO</b>			<b>1,581.58</b>	<b>450.00</b>	<b>676,620.00</b>
<b>GRAN TOTAL DE MATERIALES</b>			<b>11,586.35</b>	<b>450.00</b>	<b>5,177,857.50</b>

Para la operaci dn. del incinerador se requiere de un solo operador , por lo tanto el costo de la mano de obra está dado por la remuneración que recibe la persona designada como el operador del incinerador- por parte del Hospital, el cual asciende a i a suma de veintidos mi quinientos sucres, Considerando las remuneraciones adicionales por vacaciones, décimos sueldos y otros costos como uniformes, seguro social, etc. en un ciento por ciento de su remuneración , el costo de la mano de obra asciende a la suma de:

Costo de mano de obra = 45.000 sucres/mes

El costo del combustible empleado en i a incineración está dado por-:

Costo de combustible =  $5\text{ gal/hr} \times 1.88\text{ lb/dia} / 500\text{ lb/hr}$   
 $= 18.81\text{ gal/dia} \times 30\text{ dias/mes}$   
 $= 564\text{ gal/mes} \times 40\text{ sucres/gal}$   
 $= 22.560\text{ sucres/mes}$

El costo total es de:

Costo total = costo de mano de obra + costo de combustible  
 $= 45.000 + 22560$   
 $= 67.560\text{ sucres/mes}$

Muchas veces es necesario conocer el costo de incineración de cada libra o kilo de basura, lo que está dado por:

$$\begin{aligned}
 \text{Costo por libra} &= 67.560 \text{ sucres/mes} \times 30 \text{ dias/mes} \\
 &= 2.252 \text{ sucres/dia} / 1881 \text{ lb/dia} \\
 &= 1.2 \text{ sucres/lb.}
 \end{aligned}$$

$$\text{Costo por kilo} = 0.54 \text{ sucres/kg.}$$

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- En el desarrollo de este trabajo no se presentó problema alguno, respecto de la adquisición de materiales refractarios, en nuestro medio hay una gran existencia y diversidad de materiales de este tipo de los cuales los de mejor calidad son importadas, especialmente de Perú y Colombia, además de contar con refractarios de fabricación local, de calidad aceptable en cuanto a aislamiento. Esto nos da la garantía de poder realizar reparaciones al refractario cuando sea necesario, sin la necesidad de adquirir un stock de ladrillos y mortero.

➤ Los quemadores, del tipo que se ha utilizado, son vendidos por varios almacenes de nuestro medio, siendo garantizada la existencia de toda clase de repuestos.

- La mano de obra requerida para este tipo de construcción la puede realizar cualquier maestro soldador o albañil, basándose ambos en los planos y en las indicaciones dadas en el desarrollo del trabajo. Estas especialidades están bien difundidas en nuestro medio, encontrándose una gran oferta de mano de obra, por lo que puede seleccionarse a maestros mayormente experimentados para obtener mejores resultados en la realización de esta obra.

- Respecto del costo podemos concluir que para el país este tipo de construcción representa un gran ahorro de divisas, por que si consideramos que el costo de un incinerador de esta misma capacidad puesto en Cali, construido por la compañía TKF, tiene un valor de \$104.036 que a 450 sucres nos da un valor de s/. 46'816.200.00. El valor de incinerador construído localmente representa apenas el 11% de uno extranjero. Respecto de la calidad no hay diferencias por cuanto los materiales utilizados son los mismos utilizados en los extranjeros.

- Para muchos pequeños empresarios es casi imposible la adquisición de este tipo de equipos, siendo su aplicación en la industria muy necesaria y variada, siendo la mejor alternativa, construirlos localmente, permitiéndoles ampliar y diversificar sus producciones, sin necesidad de incurrir en grandes inversiones, pudiendo construir inicialmente hornos pequeños y de bajo costo.

- Como ultima conclusión anoto que con esta obra se contribuyó notablemente a la eliminación de muchos problemas, ya descritos anteriormente, provocados por la acumulación de basura, obteniéndose una mejor higiene y aseo del hospital en particular y de la ciudad en general.



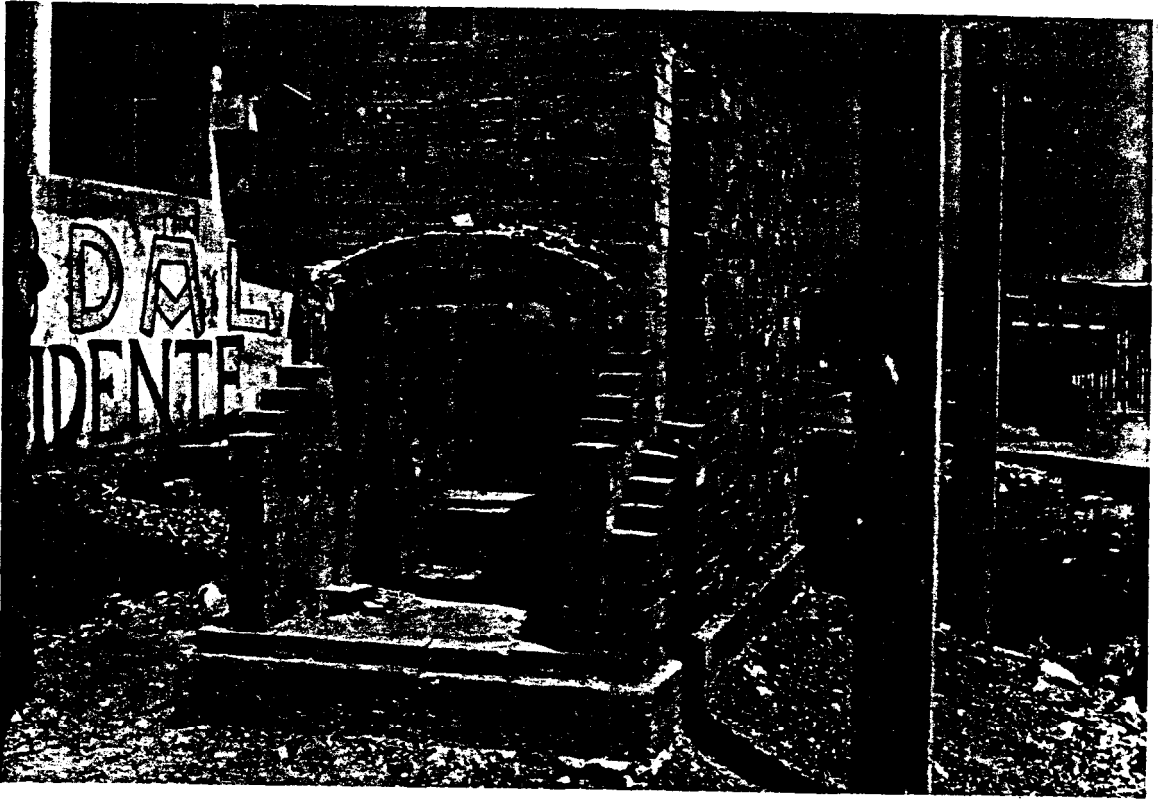
## RECOMENDACIONES

Se debe automatizar el funcionamiento del quemador con el fin de ahorrar combustible, cuando se trata de basuras secas esta se **autüenciende** no **si endü necesario la aiinientacitn de combusti bl e,** **pudiendo** funcionar el quemador **soio** como süpladür 0 **intt-üducir 501 ü ait-e** a través de algún sopladör **i ricot-püradü,** que trabaje **simultánea o** **alternativamente con el quemador.**

- Para lograr **una mejüt-** y más rápida incineración **se tiebe** colocar mecanismos el ectrümeedni cos que permitan **iügrar** algún movimiento de las **parrillas** **poat-a** que las cenizas no se **acumui e** sobre ellas, **obstacuiizandü** el paso de aire a travez de las mismas.

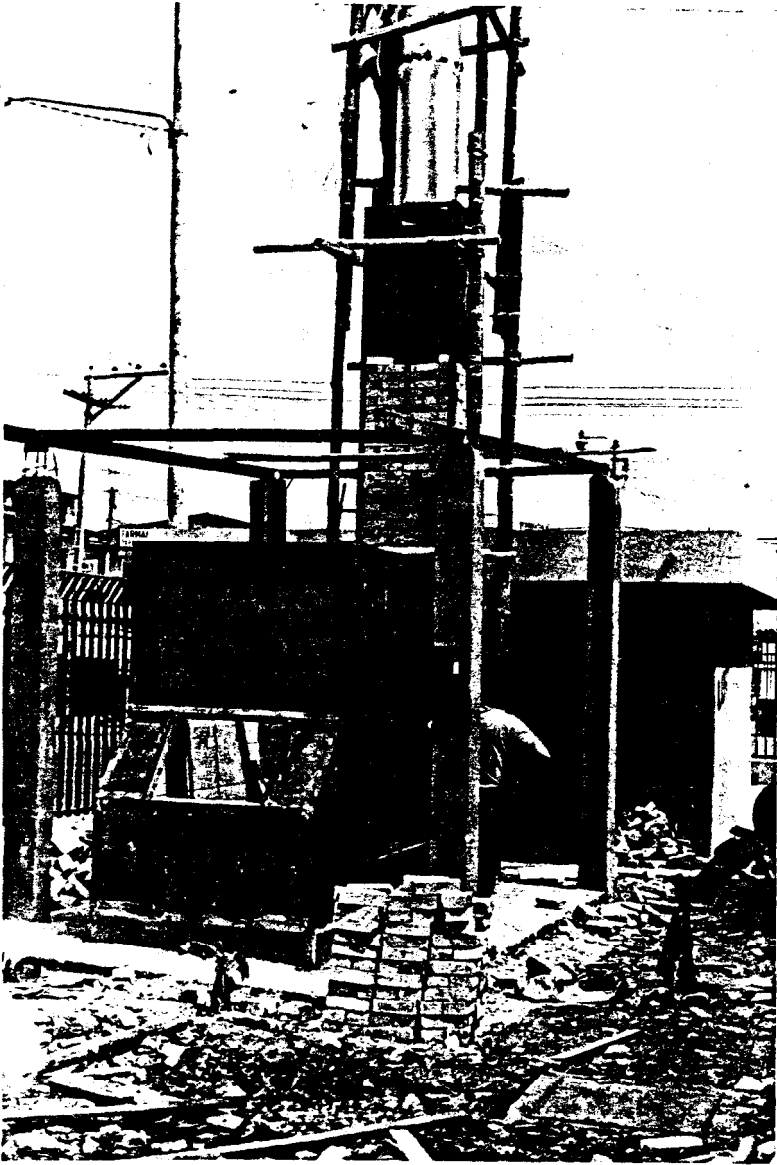
- Se debe aprovechar la energía calórica de **los gases de combusti ón que** son eliminados **libremente** a la atmósfe-t-a por **medio de la chi menea en di versos** proyectos, que pueden ser: **presecado,** producción de vapor, **cal entamiento** de agua, etc. por ejemplo el **'agua cal i ente** se la puede **utilizar** para **iüs** baños de los trabajadores 0 en **terapia intensi va o** para **precai entar** agua de los calderos.

## AFENDICE A



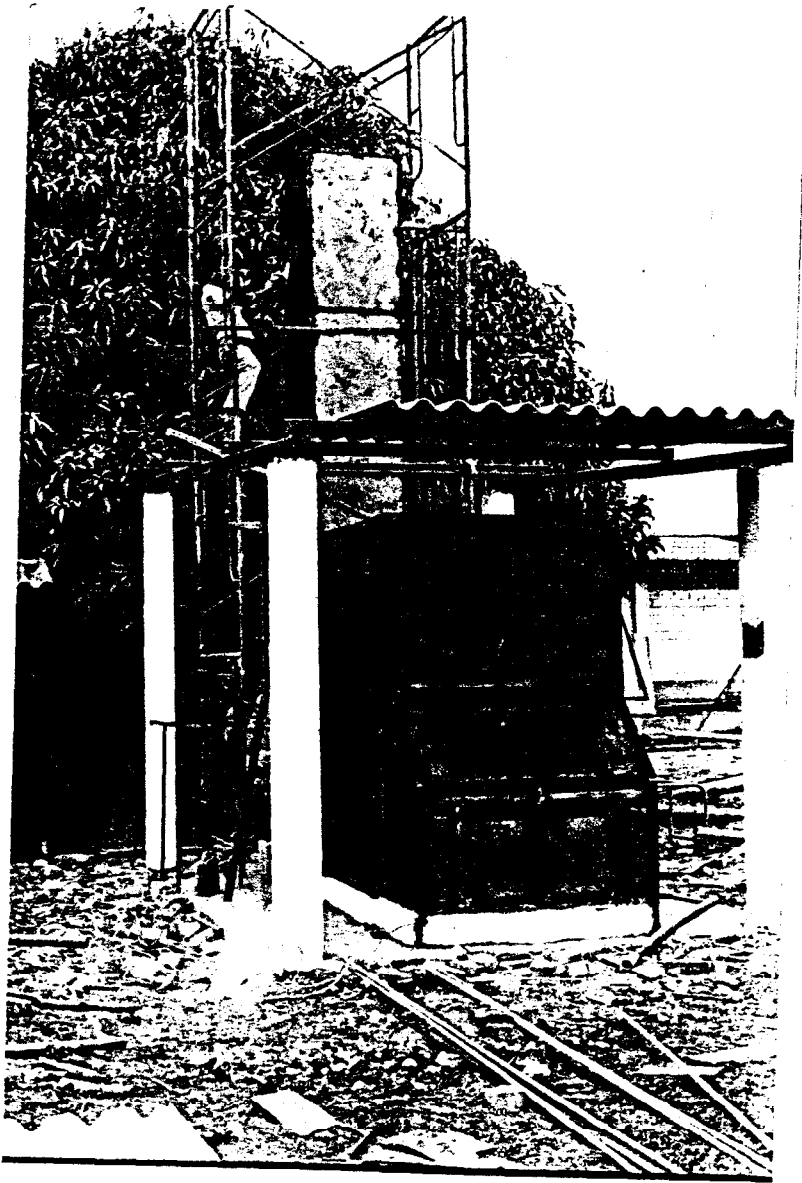
Fo togra ffa No. 1

Se puede apreciar la construccion de la base del horno, de los pilares y el levantamiento del refractario de las paredes y del arco de la puerta.



FOTOGRAFIA No. 2

Se aprecia el recubrimiento metálico del horno, se está procediendo a colocar el tramo metálico de la chimenea, está colocada la estructura metálica de la cubierta y se ha realizado la pavimentación del piso alrededor del horno.



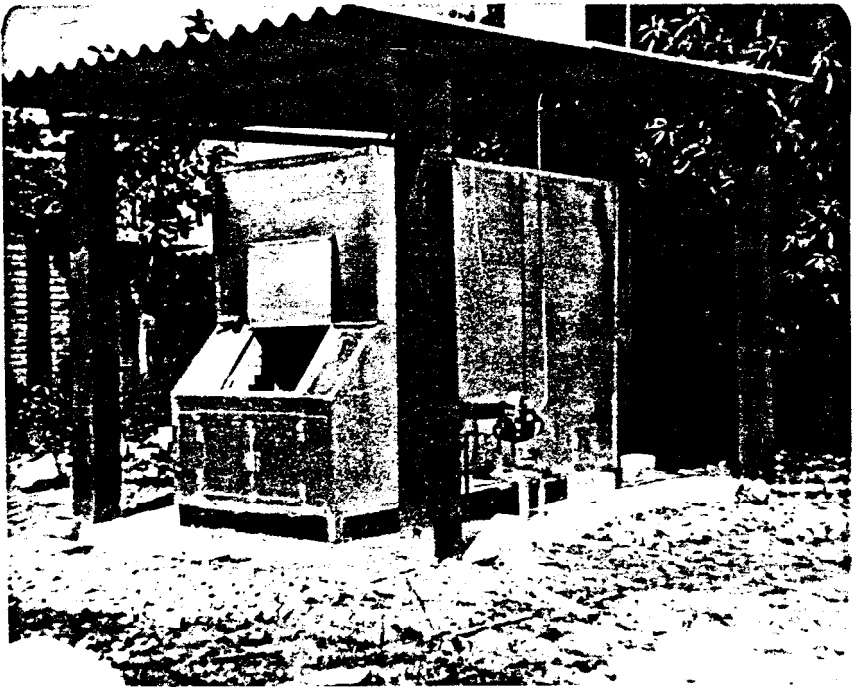
FOTOGUEUFIA No. 3

Está terminado el recubrimiento **metálico**, se es  
á instalando el eternit, se ha pintado con fondo **los**  
**ilares** y se prepara el **material metálico** para pintar.



FOTOGRAFIA No. 4

Se está probando el mecanismo para abrir y cerrar la puerta de alimentación.




FOTOGRAFIA No. 5

Horno terminado.

APENDICE B



 = 700 X 700

ANG.1 1/2" X 1/4'

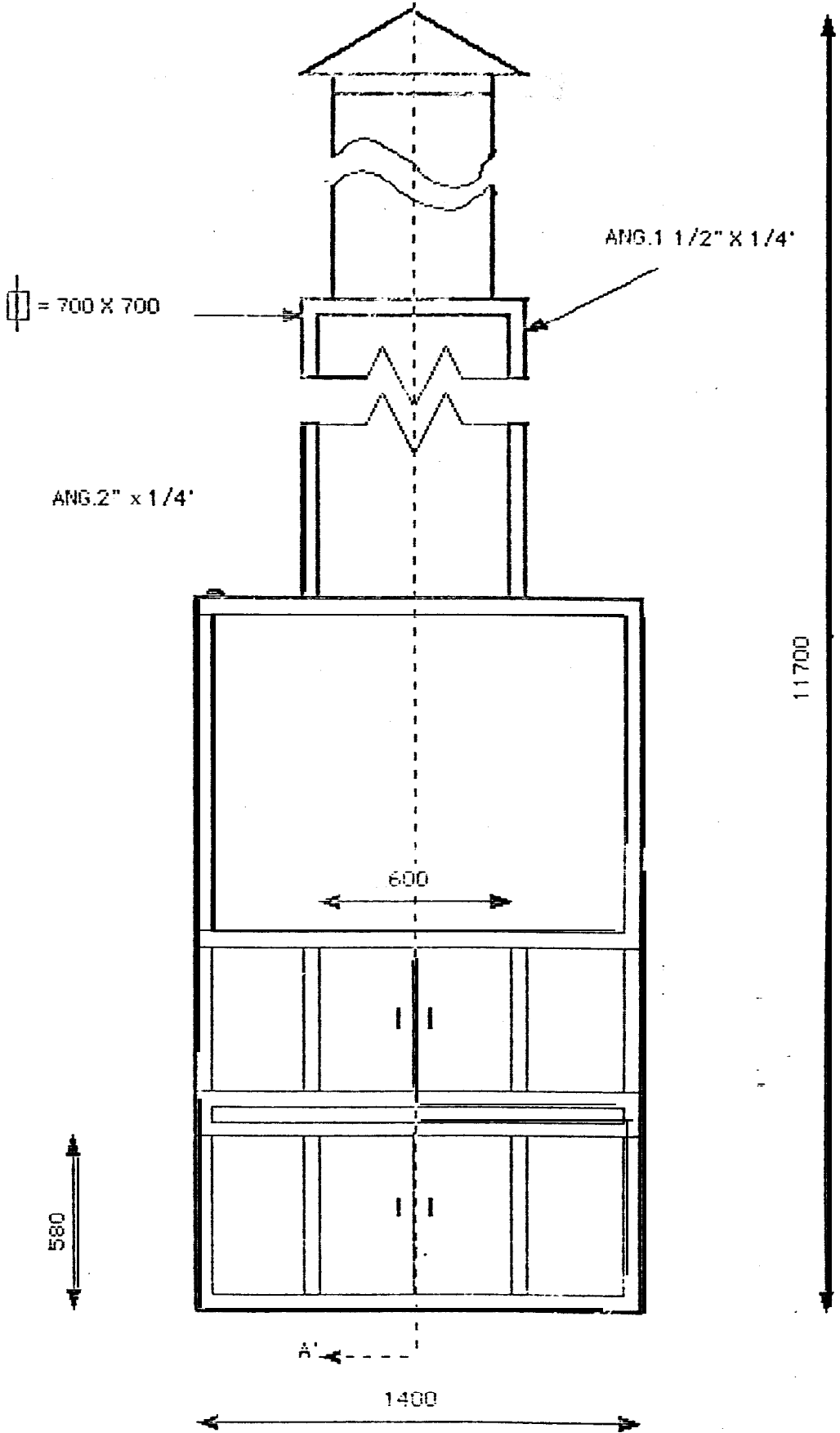
ANG.2" X 1/4'

11700

600

580

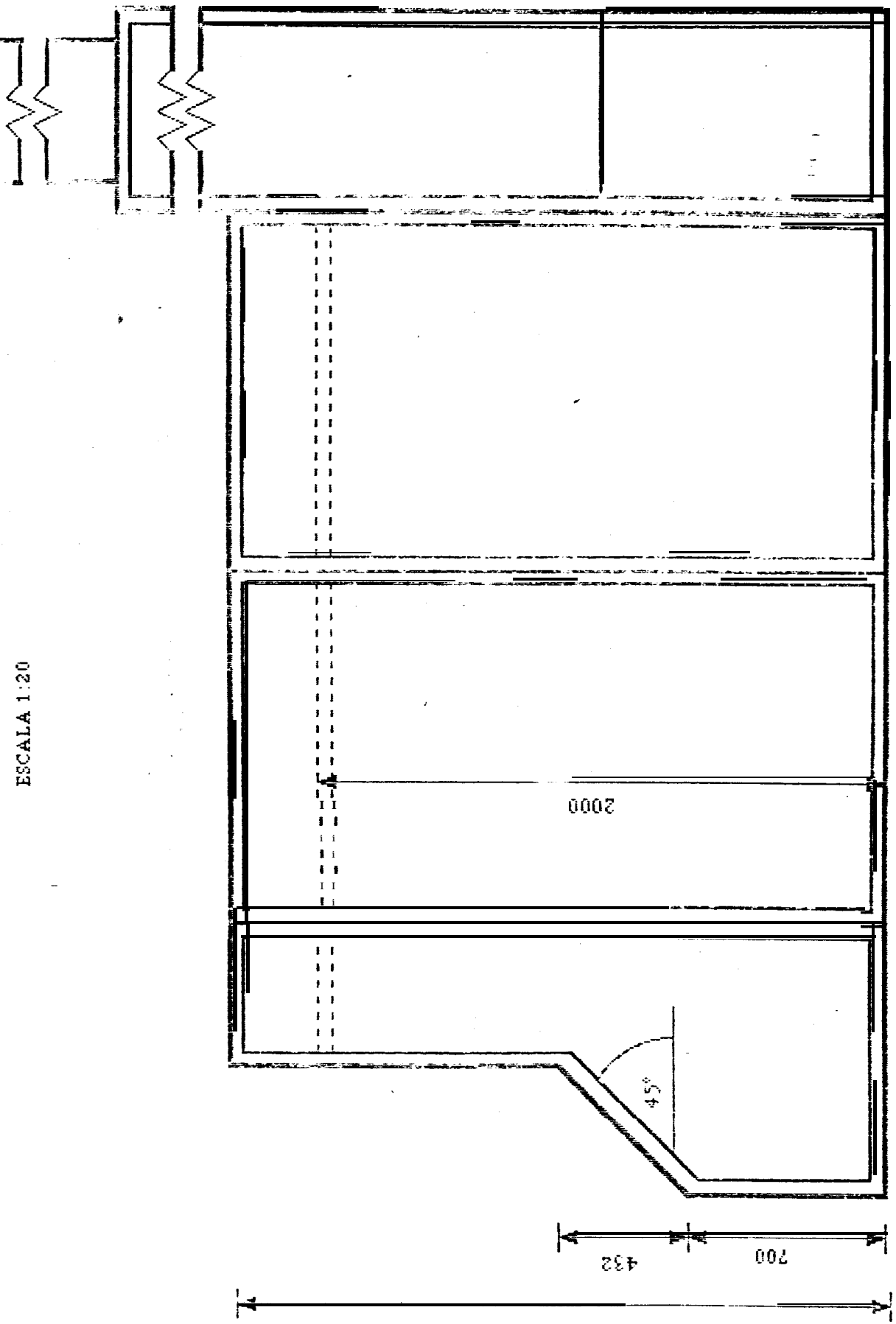
1400



6000

5000

ESCALA 1:20



432

700

2000

45°

700

1260

1260

930

2300

