



TOGETHER
for a sustainable future

OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50th anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



TOGETHER
for a sustainable future

DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

CONTACT

Please contact publications@unido.org for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at www.unido.org

16693

PAR/85/001/A/OL/37

INFORME TERMINAL

ESTABLECIMIENTO DE UN CENTRO PARA ENTRENAMIENTO DE PERSONAL
ESPECIALIZADO EN LA PRODUCCION DE CARBON VEGETAL SIDERURGICO

P A R A G U A Y

RESULTADOS Y RECOMENDACIONES

CONTRIBUCIONES:

- a- Gobierno: G. 42.000.000
- b- PNUD: US\$ 37.100

Informe preparado para el
Gobierno del Paraguay por:
la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo
Industrial en su carácter de organismo ejecutivo del Programa de
las Naciones Unidas para el Desarrollo

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO
ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL

A S U N C I O N 1 9 8 7

375

**ESTABLECIMIENTO DE UN CENTRO PARA ENTRENAMIENTO DE PERSONAL
ESPECIALIZADO EN LA PRODUCCION DE CARBON VEGETAL SIDERURGICO
PROYECTO PAR/85/001**

RESUMEN

NOTA DE AGRADECIMIENTO

I. ANTECEDENTES

- I.1- ACEPAR: Una aceria a carbon vegetal.
- I.2- El Centro y su relacion con el SISCARPAR
- I.3- Impacto ambiental: deforestacion vs. reforestacion.
- I.4- Fabricacion de Carbon Vegetal Siderurgico
- I.5- Objetivos del proyecto.

II. FORMACION DE CARBONEROS PROFESIONALES

- II.1- Entrenamiento en Campo 8.
- II.2- Programa del curso.
- II.3- Infraestructura y maquinas.
- II.4- Desarrollo del curso.

III. ENTRENAMIENTO AVANZADO PARA INGENIEROS DE SIDEPAR

- III.1- Produccion de mugas.
- III.2- Reforestacion e inventario forestal.
- III.3- Carbon Vegetal Siderurgico.

IV. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

- IV.1- Actividades en capacitacion
- IV.2- Desarrollo de la infraestructura.
- IV.3- Produccion de CVS.
- IV.4- Influencia de las zafras.

V. RECOMENDACIONES

- V.1- Reforestacion piloto.
- V.2- Capacitacion de mano de obra.
- V.3- Entrenamiento avanzado
- V.4- Utilizacion de finos.
- V.5- Fabricacion de CVS.
- V.6- Recuperacion de volatiles.
- V.7- Estudio de opciones crediticias.

BIBLIOGRAFIA

APENDICES

- A. Manual Tecnico
- B. Examen
- C. Estudio para el briquetado.
- D. Usos energeticos del CVS.

RESUMEN

ANTECEDENTES

PAR/82/004 - A partir de 1984, auspiciados por el PNUD, ACEPAR y ONUDI desarrollaron una serie de ensayos que demostraron la factibilidad industrial de la producción de carbón vegetal con calidad siderúrgica (CVS), usando leñas de bosques nativos del Chaco Paraguayo. Fue verificado que para el nivel tecnológico accesible a la industria del carbón a corto y mediano plazo existía una estrecha correlación entre el nivel de capacitación de la mano de obra utilizada y la calidad del producto.

SISCARPAR - En 1985 SIDEPAR y ONUDI prepararon un documento que describe la evolución prevista del sistema del carbón vegetal siderúrgico en Paraguay. El SISCARPAR previó la organización progresiva de la industria basada a corto y mediano plazo en la carbonización de leñas de los bosques nativos existentes en la región oriental y en el Chaco Paraguayo mediante el uso de hornos de ladrillo de pequeña y mediana capacidad.

OBJETIVOS DEL PROYECTO - El proyecto PAR/85/001 previó que durante 1987 se procedería con:

- a. Creación, establecimiento y puesta en marcha de un Centro Piloto de Carbón Vegetal (CPCV).
- b. El desarrollo de la infraestructura necesaria, consistente de hornos de carbonización, viviendas, instalaciones de agua y energía, casino y máquinas.
- c. Organización y desarrollo de un curso teórico-práctico de capacitación de capatazes y carboneros.
- d. Producción de CVS como parte del entrenamiento.
- e. Desarrollo de pasantías especializadas por ingenieros de SIDEPAR a cargo del curso en instituciones brasileñas relacionadas con la industria del carbón vegetal.

RESULTADOS

El centro, con las instalaciones de infraestructura previstas, inició sus actividades de capacitación en Abril de 1987. Al término del primer curso trimestral se graduaron 21 carboneros y capatazes, había 87 hornos en funcionamiento y los aprendices habían fabricado 870 toneladas de CVS como parte de su entrenamiento. Cinco ingenieros del departamento de Carbón y Reforestación de SIDEPAR completaron pasantías de entrenamiento avanzado en centros del CVS en Brasil.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

El impacto del curso de capacitación sobre la productividad del personal y sobre la calidad del producto fue mas que significativo, indicando la conveniencia de ampliar las actividades de entrenamiento. El equipo de ingenieros de SIDEPAR ya esta en condiciones de iniciar el próximo paso en la implantación de la industria del CVS, que consistirá en la

reforestación con especies de crecimiento rápido y la aplicación de tecnologías de utilización avanzadas como el briquetado de finos de CVS.

EXPERIENCIA ADQUIRIDA

El sector privado dedicado a la producción de CVS se mostró poco dispuesto a capacitar su mano de obra sugiriendo la conveniencia de divulgar los entre los productores los aumentos de productividad observados.

NOTA DE AGRADECIMIENTO

Los trabajos descriptos en este informe contaron con la valiosa cooperación del personal de las instituciones participantes y a todos ellos se hace extensiva esta nota, en particular:

SIDEPAR

DIRECTOR NACIONAL DEL PROYECTO: - Gral. de Brigada Roberto Knopfelmacher.
VICE DIRECTOR NAC. DEL PROYECTO: - Dr. Abelardo Brugada Saldivar
COORDINADOR GENERAL DE PROYECTO: - Ing. J. Alberto Herrera O.
DEPTO. DE CARBON Y REFORESTACION: - Ings. J. B. Scampo, F. Lopez Sotelo, S. Villasantí, A. Varela y Tcos. Forestales J. Benitez, M. Torales, M. Mendez.

PNUD/ONU DI

COORDINADOR RESIDENTE (a.i.) DEL SISTEMA DE LAS NACIONES UNIDAS EN PARAGUAY: - Dr. Niels Brandt
DEPTO. DE PROGRAMAS: - Sra. Kitty Fernandez
BACKSTOPPING OFFICER-VIENA: - Dr. Alan Buckle
SIDFA - BRASILIA/ASUNCION: - Ing. Luis Soto Krebs
JPO - ASUNCION: - Dra. Ana Maria Reina

CARLOS A. LUENGO
Asesor Principal del Proyecto
Asunción, Diciembre de 1987

I. ANTECEDENTES

I.1- ACEPAR: UNA ACERIA A CARBON VEGETAL

Un paso de singular importancia en el proceso de industrialización del país fue cuando Aceros del Paraguay (ACEPAR) fue inaugurada a mediados de 1986. La primera Siderúrgica Paraguaya deberá alcanzar la meta de producción anual de 150.000 toneladas de acero en un plazo de cuatro años. ACEPAR cuenta con dos altos hornos en operación que usan carbón vegetal como material reductor y combustible. Las acerías a carbón vegetal son una realidad establecida hace cuarenta años en Minas Gerais, Brasil, donde actualmente se producen más de cinco millones de toneladas de acero. Los otros dos tercios de la producción total brasileña son producidos con coque mineral.

El coque, fabricado masivamente a partir de algunos carbones minerales con características apropiadas es un elemento fundamental en altos hornos de gran capacidad, donde la resistencia mecánica de la carga es un factor primordial que permite desarrollos verticales que superan los cincuenta metros. Sin embargo, las coquerías son plantas industriales de gran escala, frecuentemente fuera del alcance de países en desarrollo.

El carbón vegetal, fabricado a partir de la leña cumple también funciones de reductor y combustible durante la fabricación de acero. Debido a su menor resistencia mecánica, la capacidad de los altos hornos es generalmente inferior; sin embargo el carbón vegetal posee algunas características que favorecen su aplicación en acerías de escala menor.

1. El carbón vegetal presenta contenidos extremadamente bajos o inexistentes de contaminantes como azufre, lo que puede resultar en aceros de calidad similar o superior a los obtenidos con tecnologías de punta.
2. Se trata de un material proveniente de la leña, insumo que, en su versión moderna, es de tipo renovable mediante la implantación de bosques rotativos con producción sustentada, de amplia difusión en la industria siderúrgica brasileña y también usada para abastecimiento de la acería de Zapla, en el Chaco Argentino.

Las acerías siderúrgicas modernas a carbón vegetal representan una opción válida para países en desarrollo con condiciones de implantar florestas de crecimiento rápido. Los rendimientos fotosintéticos en regiones tropicales permiten ciclos de rotación muy cortos con densidades que superan a los 5.000 árboles por hectareas. Los rendimientos de carbón en algunos bosques de reforestación brasileños llegan fácilmente a los 30 ton/Has anuales (1). Con tecnologías de reforestación modernas, de aplicación extensivas, es posible mantener el equilibrio ecológico en forma permanente.

Consistente con la experiencia acumulada por las acerías brasileñas y argentinas que operan con carbón vegetal, ACEPAR provee que su abastecimiento provendrá a largo plazo, del sector privado y del sector estatal por partes iguales. SIDEPAR (Siderurgia Paraguay) es responsable, por tanto, por la producción de CVS que en cuatro años deberá alcanzar 75.000, ton. CVS/año. SIDEPAR inició la producción de CVS en sus propiedades situadas en Curuguaty y Campo Ocho, en la Región Oriental, a 300 km. de Asunción. Tratándose de propiedades boscosas, la producción de CVS inicial está siendo desarrollada a partir de la leña del bosque existente. Sin embargo, en la propiedad de Curuguaty SIDEPAR inició la reforestación plantando Eucalipto Saligna. Esta propiedad de 23.500 has., trabajando con florestas de eucalipto en régimen de producción sustentada permitirá abastecer la mitad de las necesidades anuales de CVS para los altos hornos.

I.2- EL CENTRO Y SU RELACION CON EL SISCARPAR

El Sistema del Carbón Vegetal en Paraguay tradicionalmente dedicado al consumo doméstico y caracterizado por pequeños productores que alternan la producción de CV con prácticas agrícolas está sufriendo una rápida transformación debido a la demanda de carbón vegetal siderúrgico por ACEPAR que deberá llegar rápidamente a las 150.000 ton/año, lo que significará la duplicación de mercado en un plazo de 4 años. Sin embargo, el aumento de volumen será apenas una de las características de la nueva situación. El Sistema del Carbón Paraguayo (SISCARPAR) (3) prevee la aparición progresiva de grandes productores que podrán dedicarse a la fabricación del CV en forma permanente, caracterizando así una actividad industrial, semejante a las existentes en la Argentina y Brasil. También, conforme previsto, las regiones productoras tradicionales de la región oriental están siendo progresivamente complementadas con el CV fabricado en el Chaco Paraguayo, cuya producción es canalizada a través de la ruta Transchaco. Otro acontecimiento importante es la aparición de los depósitos acopiadores que actuando como pulmones podrán compatibilizar los desajustes entre la oferta y la demanda, factores que serán más importantes con el progresivo aumento del mercado.

Debido a que en las rutinas de fabricación en uso, la habilidad de la mano de obra es un factor determinante de las características del producto final, en el SISCARPAR se previó la instalación de un Centro de Capacitación de Carboneros. El uso de mano de obra poco calificada se refleja en un producto de baja calidad con importante proporción de rechazo en las zarandas (formación excesiva de finos). También bajo carbono fijo y alto contenido de humedad son incompatibles con la operación eficiente de los altos hornos.

Para obtener la mejora progresiva en la calidad del CVS, simultáneamente a la capacitación de Carboneros y Capataces, ACEPAR estableció un sistema de precios por el cual se penaliza al cargamento que llega a la recepción en fábrica fuera de las especificaciones exigidas (humedad < 6%, carbono fijo) 70%, finos (10%). Es importante indicar que si bien estas especificaciones parecen mas blandas que las normas DIN, en ellas esta implícito el requerimiento de una mayor resistencia mecánica derivada de procesos con temperaturas de carbonización inferiores y ciclos térmicos mas largos.

Un paso de importancia trascendente en el desarrollo del SISCARPAN será la implantación de bosques homogéneos de producción cíclica, sea a través de reforestación con especies de crecimiento rápido o de manejos forestales apropiados de especies nativas caracterizadas por la calidad de su leña.

A su vez, los bosques homogéneos constituirán la base de una industria con tecnologías de punta ligadas al carbón vegetal, sea de producción (retortas, carboquímica) o de utilización (aplicaciones energéticas e industriales).

I.3- IMPACTO AMBIENTAL: DEFORESTACION VS. REFORESTACION

La quema indiscriminada acabó con los bosques naturales en los países del hemisferio norte durante siglos recientes. En la actualidad la depredación injustificada se continúa practicando en el hemisferio sur, entretanto, el uso de tecnologías apropiadas permite transformar la industrialización de los bosques en actividades ecológicamente balanceadas y de alta rentabilidad. La industria de la madera es gigantesca en los países industrializados y las tecnologías avanzadas. En particular las técnicas de reforestación permiten el uso de los bosques en forma racional y a largo plazo. Sin embargo, es en las regiones tropicales donde la reforestación puede alcanzar niveles muy superiores a los actuales. El alto rendimiento fotosintético permite la explotación sustentada de los bosques con ciclos que, modernamente pueden llegar a apenas cinco años, comparados con los treinta o más, típicos de las regiones frías. De esta forma es posible encarar la producción de leña para carbón u otros fines en armonía con el medio ambiente. La producción permanente de leña con el fin de proporcionar carbón vegetal a la industria siderúrgica es ampliamente practicada en la región de Minas Gerais en Brasil y también en el Chaco Argentino, aunque en menor escala.

La producción programada de leña mediante la reforestación con especies de crecimiento rápido también permite el uso de tecnologías modernas de carbonización que reducen a un mínimo el impacto ecológico.

Alternativamente, los bosques naturales existentes pueden ser explotados en forma racional mediante manejos forestales

apropiados que, mediante técnicas de desmonte selectivo permiten la simultaneidad de la explotación forestal con la agropecuaria. Lamentablemente, estas técnicas agroindustriales no son muy practicadas en el hemisferio sur donde es ampliamente difundida la creencia de la incompatibilidad total entre ambas actividades, lo que viene resultando en enorme e injustificada devastación de los bosques naturales.

Es importante indicar que la industria siderúrgica a carbón vegetal posee una conciencia ecológica creciente con el tiempo, derivada del hecho de que el 60% de la materia prima utilizada proviene de los bosques, lo que une estrechamente sus existencias. En Brasil y también en el Chaco Argentino en menor escala, las industrias siderúrgicas desarrollan importantes bosques de eucalipto que ya superan las 500.000 Has y producen anualmente 2 a 3 millones de ton. de CVS.

En Paraguay, el clima y la tierra son apropiados para desarrollar la reforestación con fines industriales. En épocas contemporáneas, la explotación de los bosques para obtención de madera de calidad superior o para implantación de la agropecuaria, viene manteniendo ritmos de deforestación que superan las 150.000 Has. /año. Entretanto, la actividad de ACEPAR sobre los bosques existentes es bien menor. A partir de ensayos industriales de fabricación de CVS (2), ACEPAR y ONUDI evaluaron que la deforestación anual necesaria para mantener la operación siderúrgica no superará las 7.500 Has/año, menos del 5% de la practicada en el presente con los objetivos no siderúrgicos, aún cuando los bosques de reforestación no estuviesen operando.

Ensayos de reforestación desarrollados por SIDEPAR en la propiedad de Curuguaty vienen demostrando que el eucalipto Saligna es una especie apropiada para la reforestación con propósitos siderúrgicos.

I.4- FABRICACION DE CARBON VEGETAL SIDERURGICO

La fabricación de carbón vegetal a partir de la quema de leña en atmósfera deficiente de oxígeno, es una práctica generalizada en todo el planeta, especialmente en los países en desarrollo. Es en Brasil, sin embargo, donde esta actividad alcanza su máxima expresión en la actualidad. La industria siderúrgica brasileña consume anualmente más de 6 millones de toneladas de CV, fabricados a partir de bosques naturales y de reforestación. Las tecnologías de producción más sofisticadas se aplican en este último caso; sin embargo, como un bosque industrial difícilmente inicia su producción en un período inferior a siete años, en la actualidad la modalidad más moderna coexiste con técnicas de producción válidas para aquellos desarrollos en los cuales se procede al desmonte de la tierra con fines agropecuarios.

Inicialmente, durante un período de aproximadamente diez años, ACEPAR deberá consumir carbón proveniente de bosques naturales existentes en la región oriental y también en el Chaco Paraguayo.

Los tipos de hornos aplicables ya fueron discutidos previamente (2), la mayor parte de las unidades en operación al presente en los bosques paraguayos son hornos de ladrillo tipo brasileño de 5 metros de diámetro, con un ciclo de carbonización de 10 días y capacidad nominal de producción de 150 ton./año (Apendice A.) Recientemente se iniciaron ensayos con hornos metálicos transportables y con ciclo de carbonización más corto, sin embargo, su aplicación al caso del carbón vegetal para uso en altos hornos puede ser cuestionada por cuanto velocidades de calentamiento superiores a 1 °C/min perjudican la resistencia mecánica del carbón resultante.

El método de fabricación en uso actualmente en Paraguay es intensivo en mano de obra y el producto destinado al uso domiciliario es de calidad marginal para aplicaciones siderúrgicas. Para atender las especificaciones de los altos hornos:

Humedad	(6%
Carbono fijo)	70%
Finos	(8%

usando hornos de ladrillo, es conveniente disponer de mano de obra especializada (carboneros profesionales) que atiendan los detalles del proceso de carbonización (ver Capítulo II).

I.5- OBJETIVOS DEL PROYECTO

El Proyecto PAR/85/001 prevee que durante 1987 se procederá con:

- a- Creación, establecimiento y puesta en marcha de un centro piloto de carbón vegetal (CPCV)
- b- El desarrollo de la infraestructura necesaria consistente en hornos de carbonización, viviendas, instalaciones de agua y energía, casino y máquinas.
- c- Organización y desarrollo de un curso teórico-práctico de capacitación de capataces y carboneros.
- d- Producción de CVS como parte del entrenamiento.
- e- Desarrollo de pasantías especializadas por ingenieros de SIDE-PAR a cargo del curso en instituciones brasileñas relacionadas con la industria del carbón vegetal.

En los capítulos II y III se describen las actividades correspondientes, en el capítulo IV se presentan Resultados y Conclusiones y finalmente, el capítulo V agrupa las Recomendaciones respectivas.

II- FORMACION DE CARBONEROS PROFESIONALES

II. 1 - ENTRENAMIENTO EN CAMPO OCHO

La metodología empleada inicialmente para atender la formación de carboneros profesionales consiste en un curso teórico-práctico de duración trimestral en instalaciones específicas de SIDEPAR para candidatos provenientes de proveedores de ACEPAR.

II.2 - PROGRAMA DEL CURSO

- a. Preparo y transporte de la leña en el bosque.
- b. Construcción de hornos.
- c. Teoría y práctica de la fabricación de Carbón Vegetal Siderúrgico (CVS).
- d. Carga y descarga de los hornos.
- e. Depósito y despacho del CVS.
- f. Control y salida del producto.
- g. Administración de obrajes de carbonización.
- h. Teoría y práctica de producción de plántulas en vivero y reforestación con especies de crecimiento rápido.

La ejecución de este programa proporciona también resultados prácticos, que consisten en hornos de carbonización, en carbón de calidad controlada, producido por los aprendices y en la organización inicial de los viveros de reforestación.

II.3 - INFRAESTRUCTURA Y MAQUINAS

SIDEPAR proporcionó la infraestructura básica y máquinas indispensables para el funcionamiento del curso, especificadas en el documento del proyecto.

Estos insumos son descriptos a continuación:

a. Localización.

El curso se desarrolla en los obrajes de carbonización que Taya'ó, una subsidiaria de SIDEPAR posee en Campo Ocho a 260 km. de Asunción, sobre el camino hacia la ciudad Pote. Stroessner (Fig. 1).

También se indican los obrajes de Curuguaty donde, además de la fabricación de CVS, se iniciaron las actividades de reforestación. La planta siderúrgica (ACEPAR) se halla localizada a 40 km. de Asunción, en la margen occidental del río Paraguay.

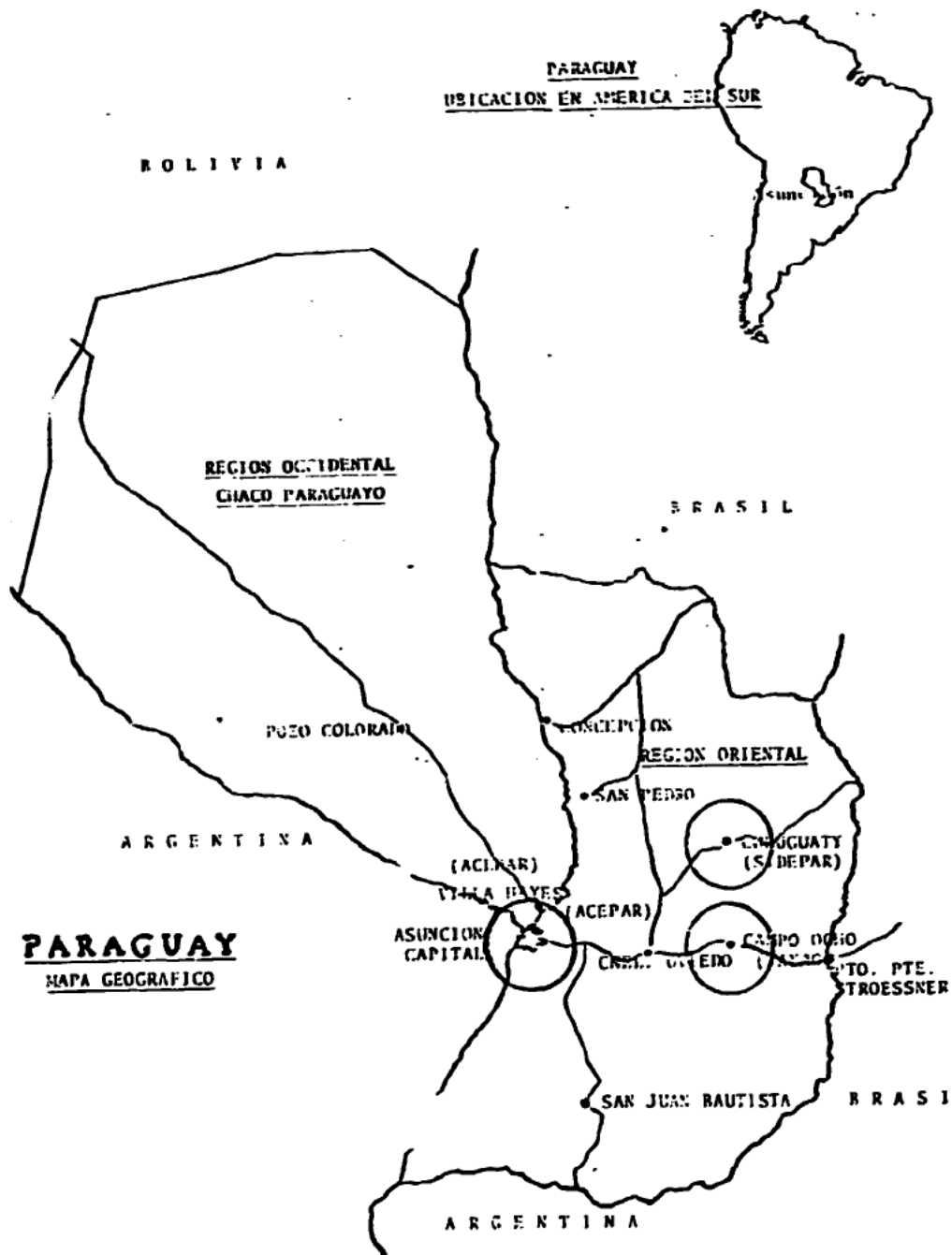


Figura 1 - Mapa del Paraguay indicando localización de los obrajes de Curuguaty y Taya'o

b- Viviendas y Casino

La mano de obra que SIOEPAR emplea y/o capacita en Campo Ocho son principalmente trabajadores rurales que se dedican a la fabricación de carbón en la época entre cosechas, ellos se ubican en una vivienda mostrada en la Fig. 2. En el casino, localizado en una construcción separada, está el comedor y lugar de recreación.



Fig. 2 - Viviendas y casino para el personal de carbonización.

c- Oficinas

La administración de la batería posee una construcción separada, que también abriga el espacio utilizado durante las clases teóricas, y viviendas para el personal administrativo.



Fig.3 - Oficinas y Administración

d- Taller y Maquinarias

La batería cuenta con la infraestructura necesaria para el mantenimiento de los vehículos, un grupo generador para energía eléctrica (20 KVA), una motobomba para provisión de agua y un tanque para su almacenamiento correspondiente.



Fig. 4 - Tall. y torre para el agua.

e- Hornos de Carbonización

El obraje prevee tres baterías con un total de 97 hornos de ladrillo tipo brasileño de 5 metros de diámetro cuyas características ya fueron relatadas en la ref. (2). La capacidad nominal a ser completada será de 13.500 ton CVS/año. Una vista del patio de hornos puede apreciarse en la fig. 5.



Fig. 5 - Batería de hornos en Campo Ocho.

II.4 - DESARROLLO DEL CURSO

Cada trimestre se reciben en Campo Ocho hasta 25 aprendices. Después de inaugurado el curso se inician simultáneamente las clases teóricas y prácticas. La bibliografía fundamental es el manual elaborado por SIDEPAR (Apendice A).

Inicialmente, se forman 6 grupos de 4 hombres cada uno, en los cuales se cumplen, en forma rotativa las funciones de maestro, barrero, cargador y descargador. Cada grupo realiza normalmente dos quemas cada mes en 6 hornos, de modo que cada trimestre son previstas un total de 216 quemas. El detalle de las actividades respectivas es controlado por la administración de la batería mediante planillas del tipo mostrado en la fig. 6. Desde que en cada hornada resultan 4 ton de CVS, la producción nominal de CVS del curso es de 870 ton CVS/trimestre aproximadamente. Esta previsión es frecuentemente perjudicada por las lluvias.

Las clases teóricas se realizan semanalmente, acompañando la parte práctica.

Al fin de cada período se distribuye un cuestionario de 38 preguntas (Apendice B) entre los aprendices, que contiene las preguntas sobre las cuales esta basado el examen final.

Los candidatos que hayan demostrado cualidades de liderazgo y relacionamiento humanos superiores al promedio, son recomendados a las empresas de origen como candidatos a jefes de batería (capataces) u otras funciones de mayor responsabilidad.

Todos los egresados reciben al final un certificado emitido por SIDEPAR/ONUOI (Apéndice B).

TAYAO
 Ferrol, Ind. y Com. S. A.

CRONOGRAMA DE FUNCIONAMIENTO DE HORNOS

HORNO (H)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fig. 6 - Administración de la batería.

III. ENTRENAMIENTO AVANZADO PARA INGENIEROS DE SIDEPAR

Los Ingenieros del Departamento de Carbón y Reforestación de SIDEPAR actúan como instructores en el Centro de Capacitación en Campo Ocho y también son enviados para desarrollar cursos en instalaciones externas pertenecientes a proveedores iniciantes de ACEPAR. Con el propósito de entrenamiento avanzado en técnicas de fabricación de CVS y reforestación, se organizaron pasantías en Centros Brasileños ligados a tecnologías del carbón vegetal siderúrgico. Los respectivos programas son detallados a continuación, ellos fueron desarrollados durante los meses de agosto y septiembre de 1987 y deberán repetirse anualmente, a medida que el Cuadro del personal de Carbón y Reforestación de SIDEPAR se amplíe. Los programas serán revisados periódicamente y podrán ser actualizados en función de las necesidades y disponibilidades de cada oportunidad. Previo a cada ocasión, el detalle de cada programa deberá ser combinado con el Sector de Cooperación Técnica del Ministerio de Relaciones Exteriores en Brasilia.

III.1 - PRODUCCION DE MUDAS

1. INTRODUCCION - (1 día)

- Recepción y presentación de los trabajos ejecutados en el area de recursos forestales por este Sector.
- Presentación de datos sobre la evolución del programa de reforestación en Brasil.

2. TOPICOS SOBRE PRODUCCION DE MUDAS - (5 días)

- Elección de las especies y selección de semillas.
 - * Procedencia.
 - * Ensayos de germinación.
- Elección y preparación del local para el vivero.
 - * Combate a las hormigas.
 - * Limpieza del area.
- Analisis del suelo para el vivero.
 - * Determinación del pH.
 - * Analisis de nutrientes (macro y micronutrientes).
 - * Analisis físico (estructura del suelo).
- Sembrado y germinación
 - * Tipos de recipientes utilizados.
 - * Tipos de sembrado.
 - * Tipos de coberturas y protecciones.
 - * Factores que afectan la germinación y el desarrollo de las mudas.
- Producción clonal.
 - * Elección de la matriz.
 - * Técnicas de enraizado

- * Control de fitopatógenos.
- * Técnicas de efecto estufa.
- Irrigación
 - * Tipos de irrigación
 - * Turnos de riego
- Desbastes y replicado
 - * Selección de mudas
 - * Métodos y uso de repicado.
- Prevención y control de enfermedades y plagas.
 - * Patógenos que ocurren con mayor frecuencia.
- Adubado de cobertura
 - * Época de adubo a ser aplicado.
 - * Tipo de adubo a ser aplicado.
- Manejo de las mudas
 - * Cuidados contra el enovelamiento y desarrollo excesivo de la raíz.
 - * Selección de mudas para el campo.

3. VISITAS A LAS EMPRESAS DE REFORESTACION (5 días)

- * Vivero de producción de mudas
- * Operaciones de campo (reforestación)
- * Con énfasis en:
 - a- Florestal Santa Barbara,
 - b- Florestal Acesita,
 - c- Manesmann,
 contactando gerencias técnicas respectivas.

III.2 - REFORESTACION E INVENTARIO FORESTAL

1. INTRODUCCION (1 día)

(La misma de la producción de mudas)

2. TOPICOS SOBRE REFORESTACION (4 días)

- Combate a la hormiga
 - * Tipos de hormiguicidas.
 - * Métodos de combate.
 - * Máquinas y equipos.
- Preparación del terreno
 - * Limpieza del área.
 - * Arado y nivelado.
 - * Abertura de surcos en nivel
 - * Máquinas y equipos.
 - * Aceros
- Transporte de mudas.
- Plantío.
 - * Distribución de mudas.
 - * Adubación en el surco.

- * Adubación de cobertura.
- * Erradicación de cupinzeros.
- * Replanteo.
- * Máquinas y equipos.
- Mantenimientos.
 - * Primera carpida
 - * Combate a la hormiga
 - * Segunda carpida
 - * Limpieza de aceos.
 - * Máquinas y equipos.
- Plagas y enfermedades en el campo.
 - * Ocurrencias principales.
- Prevención de incendios.
 - * Métodos utilizados.
 - * Equipos
- Reformas y reforestación.

3. NOCIONES GENERALES SOBRE INVENTARIO FORESTAL (1 día)

- Métodos de muestreo.
- Lanzamiento de muestras.
- Mensuras.
- Inventario cuantitativo (energético)
- Inventario cualitativo (maderero)
- Computación de datos.
- Resultados estadísticos.

4. VISITAS A LAS EMPRESAS DE REFORESTACION (5 días)

- * Vivero de producción de mudas
- * Operaciones de campo (reforestación)
- * Con énfasis en:
 - a- Florestal Santa Barbara,
 - b- Florestal Acesita,
 - c- Manesmann,
 contactando gerencias técnicas respectivas.

III. 3 - CARBON VEGETAL SIDERURGICO

Duración: Dos semanas

Local: Instalaciones de CETEC y visitas a empresas de la región.

PROGRAMA

1. INTRODUCCION AL ENTRENAMIENTO (2 días)

- Recepción de los técnicos y visita a las instalaciones de CETEC.
- Presentación de los trabajos realizados por CETEC en el área de Carbón Vegetal.
- Panorama del sector de Carbón Vegetal en Brasil.

2. CURSO SOBRE PRODUCCION Y UTILIZACION DE CARBON VEGETAL (2 días)

- Aspectos técnicos de la carbonización
 - * composición de la madera
 - * cinética de la carbonización
 - * carbonización de la madera
 - * aspectos técnicos del proceso de carbonización.
- Procesos de carbonización
 - * principales tipos de hornos de ladrillos
 - * construcción de hornos de ladrillos
 - * principios de funcionamiento y operación de hornos de ladrillos.
- Usos corrientes del Carbón Vegetal en la siderurgia.
 - * inyección de finos de carbón vegetal en altos hornos.
 - * termo-reductor

3. CURSO SOBRE CONTROL DE CALIDAD Y PROPIEDADES DEL CARBON VEGETAL, (1 día)

- Control de calidad.
 - * Analisis químico inmediato
 - * Ensayo de tamboramiento.
- Propiedades del carbón vegetal.
 - * friabilidad.
 - * resistencia a la compresión
 - * densidad y porosidad
 - * composición química del carbón.
 - * poder calorífico.

4. VISITAS TECNICAS A EMPRESAS PRODUCTORAS DE CARBON VEGETAL (5 días)

- Centrales de Carbonización
 - Transporte de carbón vegetal
 - Acopio de carbón vegetal.
 - Con énfasis en la:
 - a- Florestal Santa Barbara,
 - b- Florestal Acesita,
 - c- Manesmann,
- contactando gerencias técnicas respectivas.

IV - RESULTADOS Y CONCLUSIONES

IV.1. ACTIVIDADES DE CAPACITACION

La importancia del entrenamiento de la mano de obra para fabricación de CVS fue verificada a través de la evaluación externa de la producción. En la Tabla 1 se puede apreciar que en el mes de Septiembre, cinco meses después del inicio del curso, las entregas de CVS en ACEPAR, provenientes de Taya'o se duplicaron, alcanzando 76% de la capacidad instalada. Este rendimiento es excepcional para este tipo de industria.

Un factor de difícil cuantificación, pero de significativa importancia es el impacto del curso en la comunidad productora. El personal egresado fue rápidamente requerido por nuevas y repetidas ofertas de empleo, revelando una progresiva jerarquización de las actividades de entrenamiento.

Lamentablemente, no se consiguió sensibilizar al sector productivo privado, a priori, sobre la relación existente entre capacitación y productividad. Esto podrá ser modificado favorablemente a partir de la divulgación apropiada de los resultados mencionados.

TABLA 1

PROMEDIOS GENERALES SEGUN FACTURACIONES DEL AÑO 1.987

No.	MESES	TOTAL KILOS	TOTAL M3	DENSIDAD	HUMEDAD	FINOS
1	ENERO	491.340	1.631,78	301	11.09	10.91
2	FEBRERO	184.550	645,03	286	10.63	4.21
3	MARZO	307.410	1.077,70	285	10.30	5.37
4	ABRIL	428.010	1.472,72	291	11.07	5,59
5	MAYO	285.790	997,19	287	10.30	6.29
6	JUNIO	334.560	1.158,59	289	10.04	5.92
7	JULIO	420.010	1.485,44	283	7.67	9.08
8	AGOSTO	461.900	1.627,17	284	9.10	9.38
9	SEPTIEMB	662.690	2.242,78	295	7.71	2.35
10	OCTUBRE	520.550	1.779,71	293	9,47	9,57
PROMEDIOS		409.681	1.411,81	290	9.74	7.67

Resultados adicionales, derivados de la capacitación sistemática son evidenciados en la figura 7 donde se muestran las altas densidades del CVS entregado a ACEPAR proveniente de Taya'o.

Las pasantías para entrenamiento avanzado realizadas por los ingenieros de SIDEPAR en instituciones brasileñas relacionadas con el carbón vegetal, representaron un paso inicial de singular importancia en las actividades de cooperación técnica necesarias para el desarrollo pleno de la industria Paraguaya del CVS con la incorporación de adelantos técnicos logrados por las industrias vecinas, que ya poseen experiencias acumuladas en varias décadas de ejercicio en el ramo.

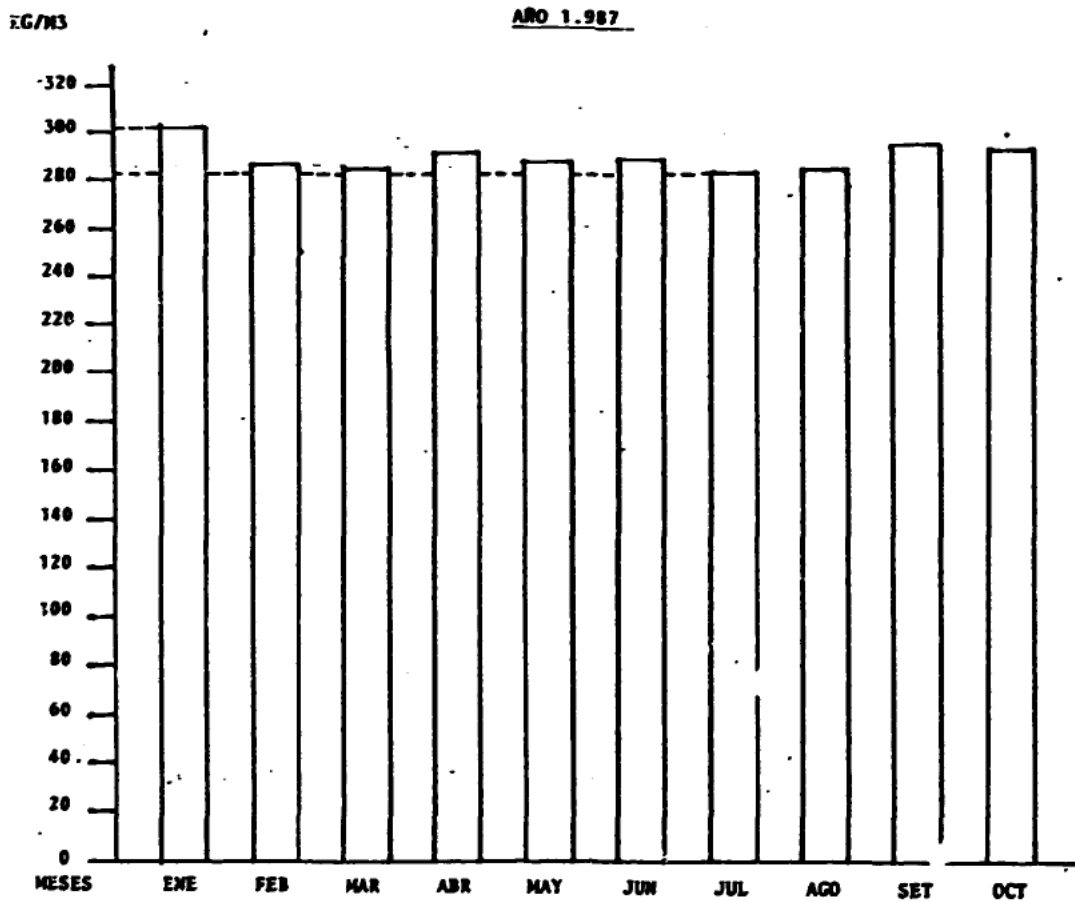


Fig. 7 - Densidad Mensual Del Carbón Vegetal Entregado A ACEPAR
Año 1.987

IV.2 - DESARROLLO DE LA INFRAESTRUCTURA

La ausencia de problemas mayores en las construcciones de edificios y facilidades para el personal descritos en el Capítulo II, demuestra que la construcción de madera, simple y de bajo costo es apta para la operación de los obreros de carbonización.

Los hornos, construídos en cantidad superior a la prevista (87 en vez de 20) demostraron ser apropiados en tamaño y agrupación para las tareas de entrenamiento y fabricación de CVS, demostrando una vez mas que los ladrillos constituyen una materia prima apropiada por su bajo costo relativo y disponibilidad.

IV.3 - PRODUCCION DE CVS

La fabricación de CVS como actividad sistemática acompañada de las clases teóricas y de la supervisión de los instructores resultó una excelente estrategia de entrenamiento revelada no solo por la cantidad de CVS producida (fig. 8) sino también por su calidad.

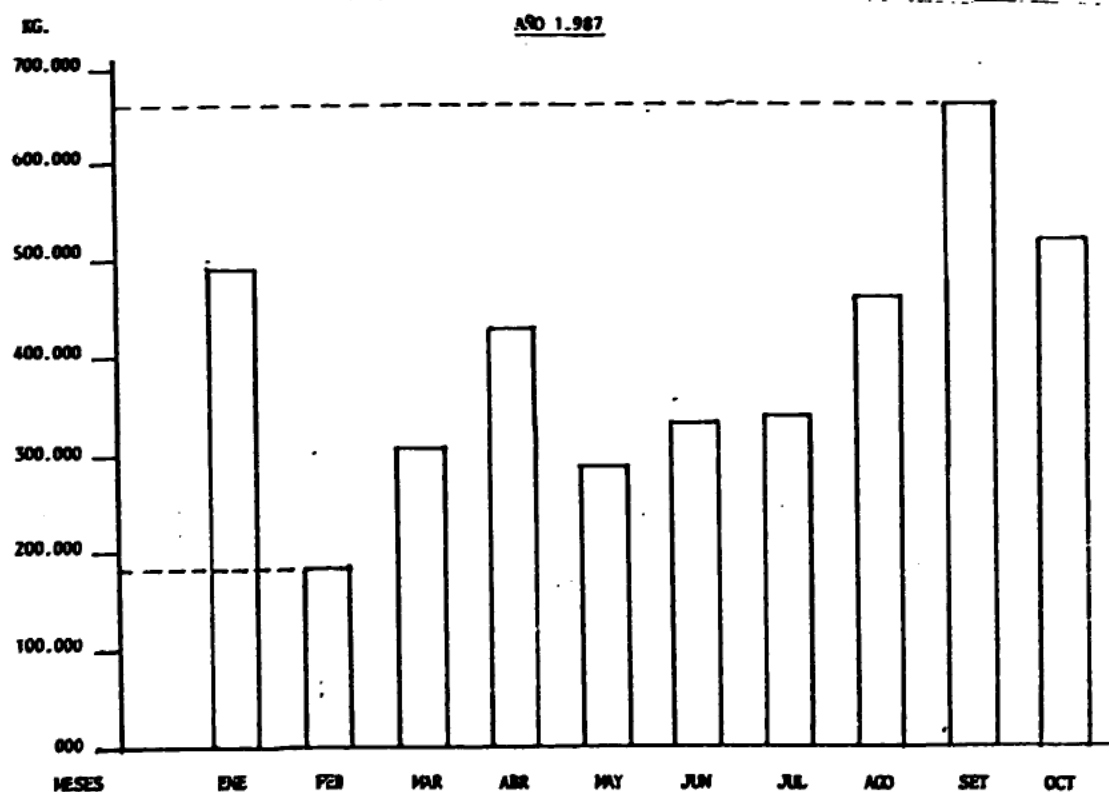
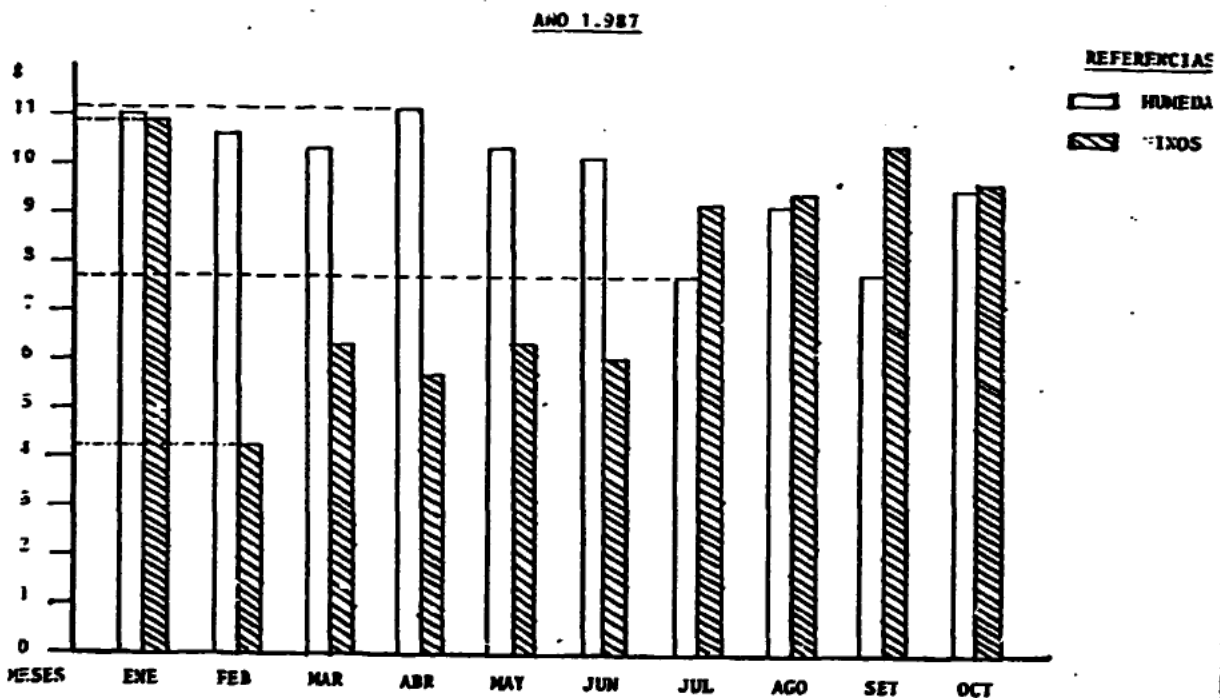


Fig. 8 - Kilos. Mensuales de Carbón Vegetal Entregados A ACEPAR

Sin embargo, la relativamente alta concentración de humedad observada a través de análisis por la recepción de ACEPAR (fig. 9) revela la necesidad de la construcción de depósitos transitorios en el obraje, en las inmediaciones de los hornos. La frecuencia de las lluvias también perjudica el abastecimiento de leña debido a la dificultad de las máquinas a desplazarse en el lado. Esto sugiere la necesidad de un dimensionamiento adecuado de la capacidad de transporte que permita aprovechar al máximo el terreno seco.

Fig. 9 - Porcentaje de Humedad y Finos del Carbón Vegetal Entregado a ACEPAR

ANO 1987



IV.4 - INFLUENCIA DE LAS ZAFRAS

La zafra de soja y algodón representaron actividades competitivas con la producción de CVS debido al requerimiento adicional de mano de obra y transporte. Esta situación no solo será modificada con la institucionalización progresiva de la nueva actividad industrial y correspondiente ampliación de los medios de transporte.

V - RECOMENDACIONES

V.1 - REFORESTACION PILOTO

El CVS producido a partir de leñas heterogéneas típicas de bosques nativos no representa una solución completamente satisfactoria a largo plazo. La heterogeneidad resultante del gran número de especies arbóreas presentes, se traduce en una cierta variación en los parámetros físicos del carbón vegetal resultante, tales como densidad, resistencia mecánica, carbono fijo y otros que influyen en su desempeño en los altos hornos. Desde hace varias décadas, se aplica el concepto de homogeneidad a los bosques industriales. Este tipo de bosques está basado en el cultivo de una especie escogida en función del uso final de la madera y de consideraciones de adaptación al clima y al suelo.

En el caso de los bosques dedicados a la producción de carbón vegetal para aplicaciones siderúrgicas en las regiones de Minas Gerais y del Chaco Argentino se ha escogido el eucalipto por ser una especie de crecimiento rápido (con ciclos de 7 años o menos) y por proporcionar una madera dura que resulta en un CVS con características aceptables.

SIDEPAR desarrolló ensayos de reforestación en viveros para seleccionar las especies de eucalipto más apropiadas para la propiedad de Curuguaty. Las mudas de eucaliptos "Saligna", "Citreadora", "Grandis", "Cloeziara" y "Tereticornis", demostraron un desarrollo satisfactorio. El próximo paso consistirá en el desarrollo de un ensayo piloto de reforestación con una superficie de 100 Has.

El preparo del suelo (limpieza, remoción de residuos forestales), el plantío y cuidados iniciales ocurrirán durante 1988. Durante los años siguientes el bosque de reforestación crecerá a razón de 100 Has anuales (mínimo). A partir del séptimo año esta experiencia piloto podrá iniciar la producción de aproximadamente 3.000 ton/año de CVS.

V.2 - CAPACITACION DE MANO DE OBRA

Una vez demostrada la relación existente entre el grado de capacitación de la mano de obra y los parámetros de producción como productividad y calidad, es necesario insistir en el entrenamiento sistemático mediante nuevos cursos trimestrales en Campo Ocho (on-site training) y/o adoptar una metodología en uso en la región siderúrgica de Minas Gerais, consistente en el envío de instructores a los obrajes que así lo requieran (off-site training).

V.3 - ENTRENAMIENTO AVANZADO

A medida que el Cuerpo de Ingenieros del Dpto. de Carbón y Reforestación de SIDEPAR se amplía, es conveniente aprovechar los

acuerdos de cooperación técnica existentes con países vecinos a fin de continuar con las pasantías especializadas en instituciones forestales de Brasil, Argentina, Chile y Uruguay.

IV.4 - FABRICACION DE CVS

En vista del éxito obtenido con la práctica de construcción de hornos para carbonización y correspondiente producción de CVS, se recomienda la continuación de estas actividades, dando énfasis a la introducción de los factores apropiados para aumentar la productividad y mejorar la calidad del CVS. En este sentido se deberán establecer correlaciones a partir del análisis frecuente del producto en los laboratorios de recepción en ACEPAR.

IV.5 - ESTUDIO DEL APROVECHAMIENTO DE LOS FINOS DE CVS

La acumulación excesiva de finos en los patios de ACEPAR no es conveniente. La fabricación de briquetas es una opción realista cuya implantación deberá ser objeto de un estudio cuidadoso en vista de la disponibilidad reciente de tecnologías adaptables a las condiciones locales.

IV.6 - RECUPERACION DE VOLATILES

Durante la fabricación de CVS los productos condensables a temperatura ambiente evolucionan para fuera de los hornos en forma de partículas microscópicas en suspensión en los gases calientes. El uso de condensadores apropiados permite la operación del recuperado de volátiles. Los alquitranes así producidos tienen aplicaciones diversas como energéticos (substitutos de fuel-oil) o en la industria química a través del proceso de sus destilados.

Se recomienda el desarrollo de una experiencia pilot de recuperación usando un prototipo simple adaptado a los hornos de ladrillo en uso por SIDEPAR.

IV.7 - ESTUDIO DE OPCIONES CREDITICIAS

La reforestación sistemática con fines industriales requiere recursos con características financieras que incluyen tiempos de carencia amplios y plazos extensos. La gestión de los préstamos bancarios es demorada, sugiriendo la necesidad del inicio de los estudios correspondientes a corto plazo.

B I B L I O G R A F I A

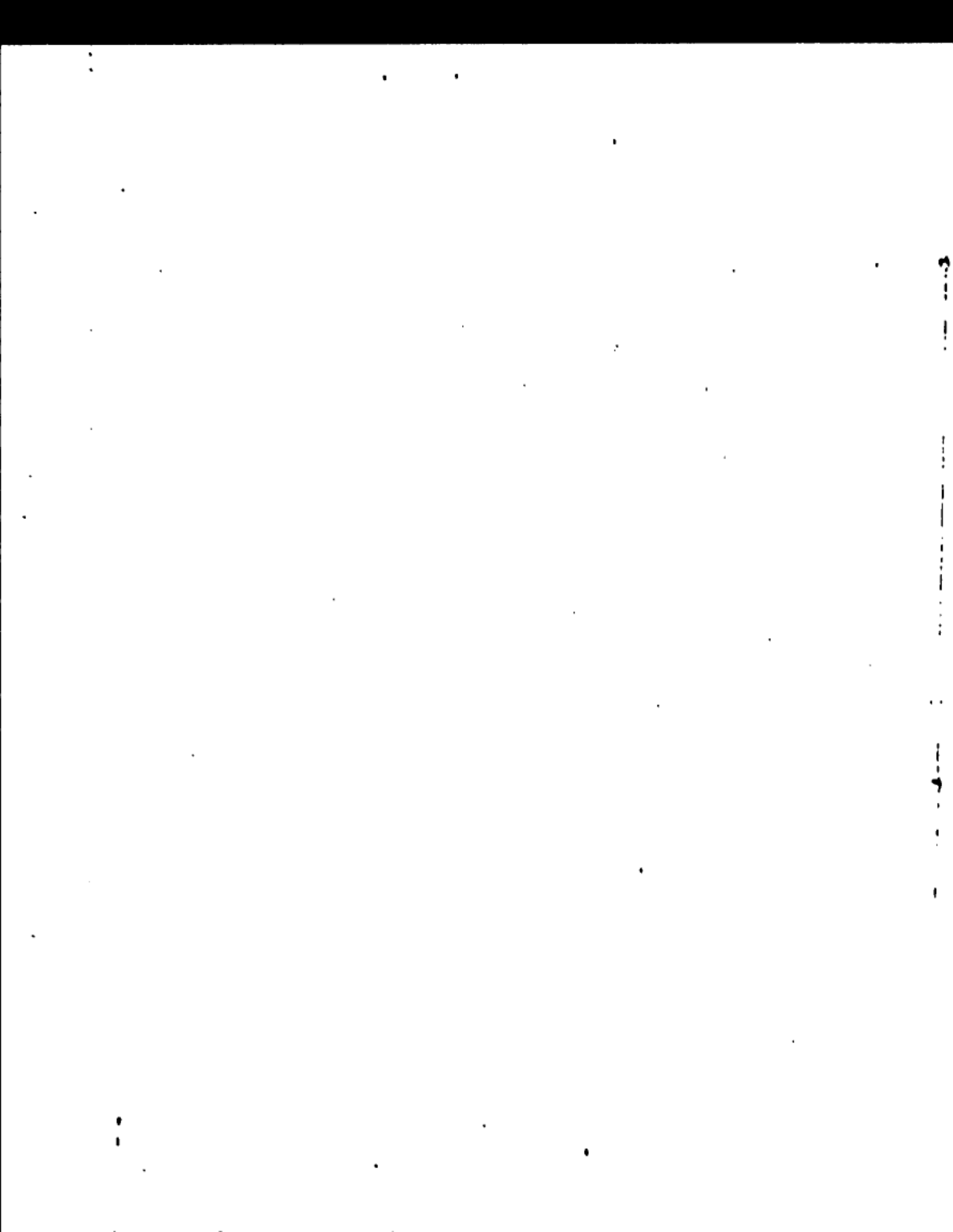
1. Ver "Circulares Técnicas" del Inst. Pesq. e Estudos Florestais (IPEF), Piracicaba, Sao Paulo, Brasil.
2. Fabricación de Carbón Vegetal Siderúrgico a partir de Especies Chaqueñas; Informe de la Mision ACEPAR/INTN/PNUD-ONUUDI PAR/82/004, C.A. LUENGO (1984).
3. Sistema del Carbón Vegetal Paraguayo (SISCARPAR), preparado para PNUD/ONUUDI por C.A. LUENGO (1985).
4. Gasificación de Carbones Vegetales y Leñas, Informe de la Misión FCQ/PNUD-ONUUDI PAR/83/010, M.O. CENCIG (1986).

APENDICE A

SIDERURGIA PARAGUAYA - SIDEPAR

**MANUAL TECNICO PARA LA
PRODUCCION DE CARBON VEGETAL
SIDERURGICO**





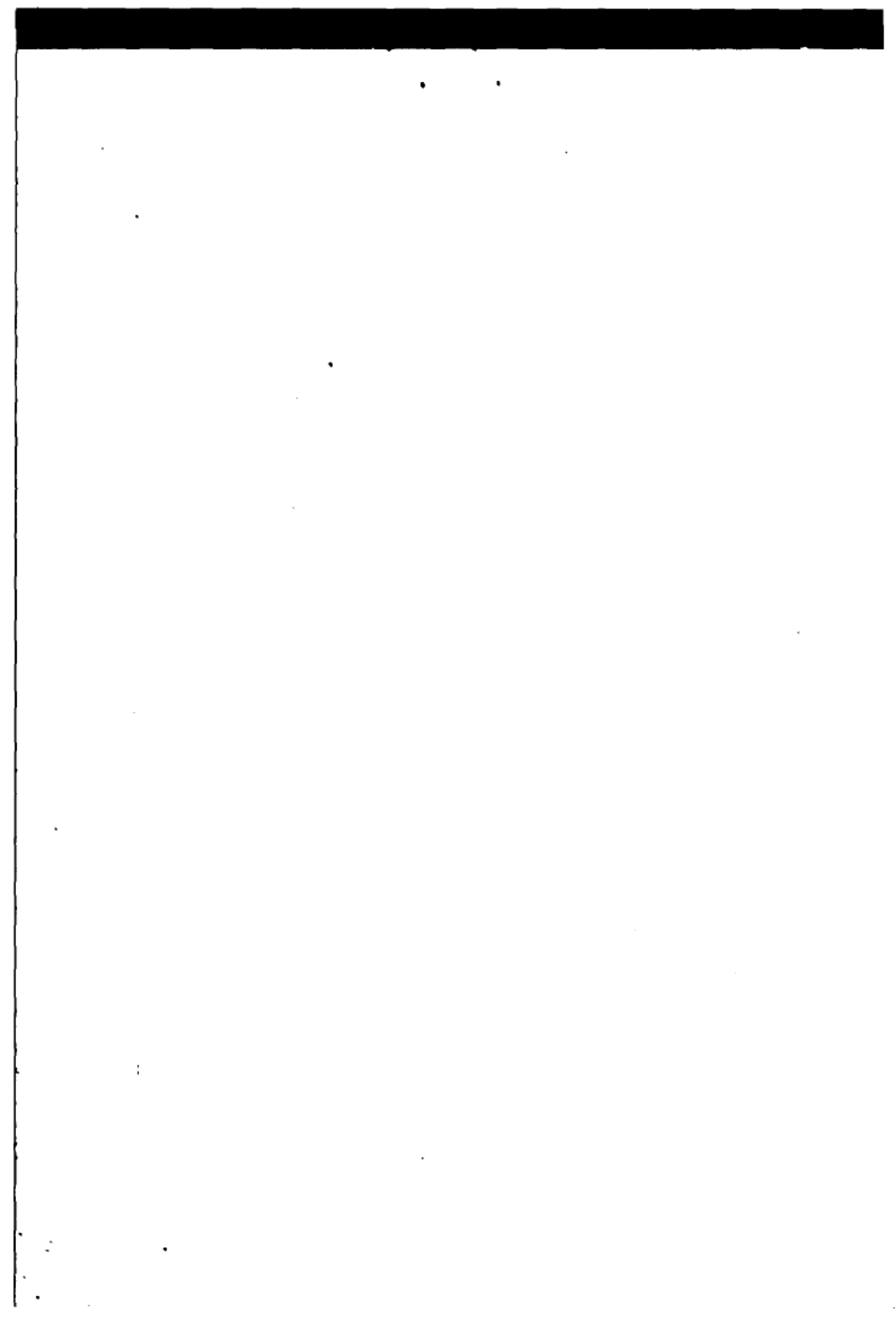
SIDERURGIA PARAGUAYA - SIDEPAR

**MANUAL TECNICO PARA LA
PRODUCCION DE CARBON VEGETAL
SIDERURGICO**

**PROGRAMA DE PRODUCCION DE CARBON
VEGETAL - CURUGUATY**

Asunción - Paraguay

1986



INSTALACION DE UNA BATERIA DE CARBONIZACION:

Para la instalación de una batería de hornos destinados a la producción de carbón vegetal, deberá tenerse en cuenta varios aspectos:

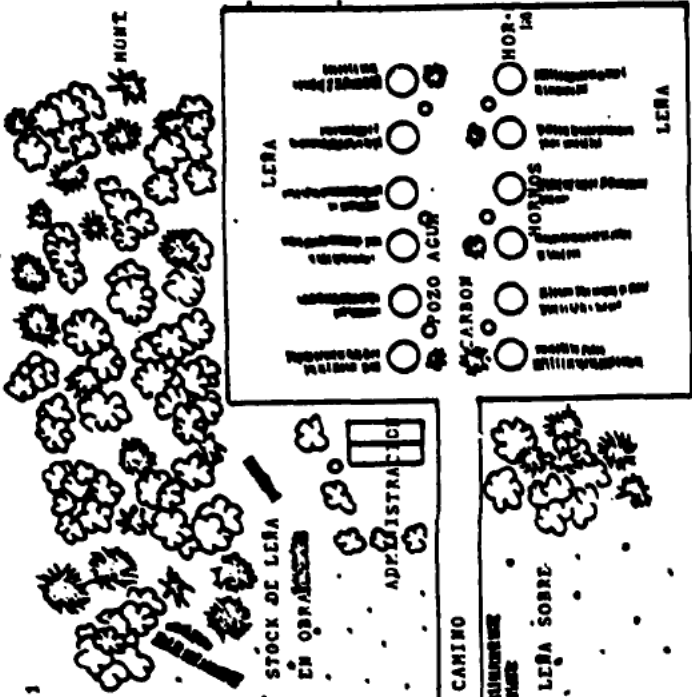
1.- Tipo de monte y densidad del mismo: así por ejemplo si es un monte de poca densidad de leña (monte tipo bajo chaco) no convendría instalar baterías de más de 13 hornos, porque al poco tiempo la leña se estaría transportando de muy larga distancia.

2.- Ubicación: en lo posible se deberá instalar en el centro mismo del monte, en un lugar plano, amplio y bien drenado, de esta forma se tendrá disponibilidad cercana de materia prima (leña) por un largo período de tiempo.

3.- Acceso: La batería de horno deberá ser de fácil acceso, los caminos de entrada deberán estar en buenas condiciones para el desalije de carbón y/o leña.

4.- Agua: otro aspecto a tener en cuenta es la disponibilidad cercana de una fuente natural de agua (arroyos, ríos, etc.) caso contrario se debería realizar excavaciones (pozos o tajamares) Ver figura N° 1.

FIGURA No 1



HORNO DE SUPERFICIE CON TIRAJE CENTRAL.

DESCRIPCION:

Se denomina horno de superficie al horno de ladrillos comunes, construido sobre el nivel del suelo. Posee una pared cilíndrica de 5 mts. de diámetro y 1,80 mts. de altura, una bóveda que alcanza los 3,10 mts. de altura, posee dos puertas utilizando una para la carga con leña y otra para la descarga del carbón. Exterior al horno lleva una chimenea de tiraje central. La capacidad nominal del horno es de 50 m³. La capacidad de carga es de aproximadamente 45 mt. stereos de leña por hornada. Además posee 5 zapatas de refuerzo exterior a la pared vertical. Ver figura N° 2.

PREPARACION DEL TERRENO:

La preparación del terreno consiste en el destocado, nivelación y compactación del mismo, y será el lugar donde estará asentada la futura batería de hornos y el patio de stock de leña y carbón.

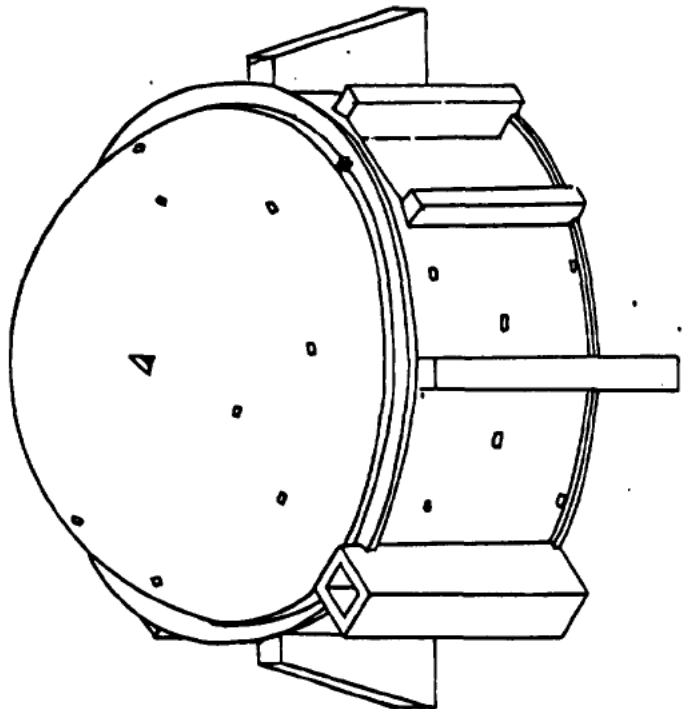
MARCACION DE LA BASE DEL HORNO:

Una vez determinado y preparado el lugar donde será construido el horno, se procede a la marcación de la base del horno y para el efecto se clava en el suelo una estaca de madera cilíndrica (palo de escoba). Se amarra al palo un alambre liso y el mismo debe quedar un poco flojo para poder girar alrededor de la estaca clavada.

Se estira el alambre, y a 2,95 mts. de la estaca se amarra un clavo grande u otra estaca puntiaguda, ésta deberá estar bien fija al alambre.

Se tensa el alambre y se camina dando vuelta a la estaca, marcando en el suelo con el clavo o la estaca, una circunferencia. Luego se repite la misma operación pero con el clavo amarrado a 2,50 mts. de la estaca clavada en el suelo.

FIGURA Nº 2



La base del horno marcado en el suelo tendrá un ancho de 45 cms., lo que corresponde a un ladrillo y medio.

Se marcará luego en el centro mismo (donde está la estaca), un cuadrado de 0.50 mts. de lado, en este lugar será construido el registro de tiraje central de la chimenea. Asimismo se marcará la canaleta que unirá el registro de tiraje con la chimenea, éste deberá ser marcado también en forma de cuadrado de 0.60 mts. de lado.

Por último se marcará el lugar donde estará situado las dos puertas y las 5 zapatas, todas deberán encontrarse en forma opuesta. Ver figuras N° 2 y 3.

EXCAVACION PARA LA BASE:

Como puede observarse en las figuras 4 y 5 el terreno será cavado conforme a la marcación hecha en el mismo, y de acuerdo a las medidas dispuestas para los mismos. El fondo del registro de tiraje central deberá quedar a 10. o 15 cms. por debajo de la canaleta. De esta manera se evita que los pedazos de carbón y cenizas que caen dentro, obstruyan la buena circulación de gases por los caños.

El registro de tiraje estará cubierto de una rejilla de hierro. Será más conveniente cavar el registro de tiraje al final de la construcción del horno, ya que, la guía para la construcción de la pared y la bóveda estará apoyado en el centro de la base.

La base de la chimenea deberá estar bien cavada, la misma tendrá un ancho de 0.15 mts. (1/2 ladrillo).

El cimiento del horno será construido en la canaleta ya cavada, apisonada y nivelada, se colocarán en hiladas de un ladrillo y medio, o sea pared de 0,45 mts. hasta que la base esté a una hilada por encima de la superficie del terreno.

La base del horno deberá ser apisonada y nivelada, no es imprescindible que el mismo tenga piso de ladrillo, pero si así lo fuere facilitará mucho más la limpieza del horno. Ver figura N° 6.

FIGURA Nº3
MARCACION DE LA BASE DEL MORINO

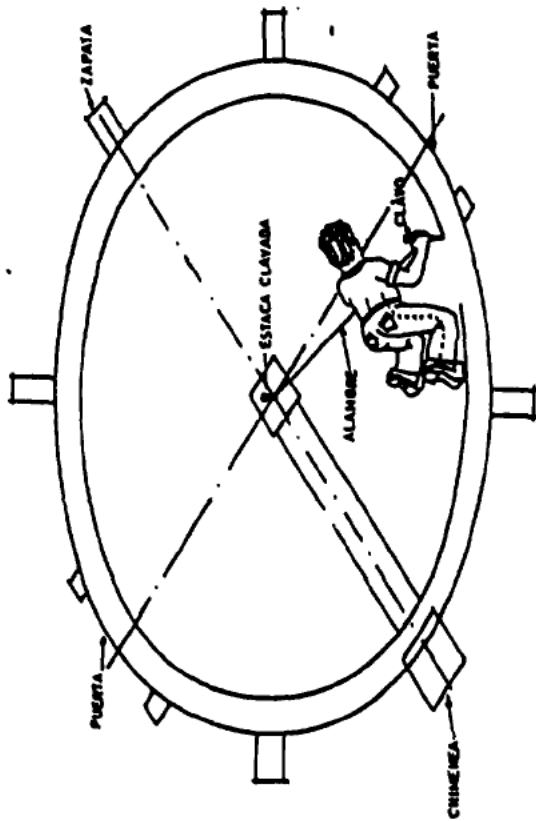
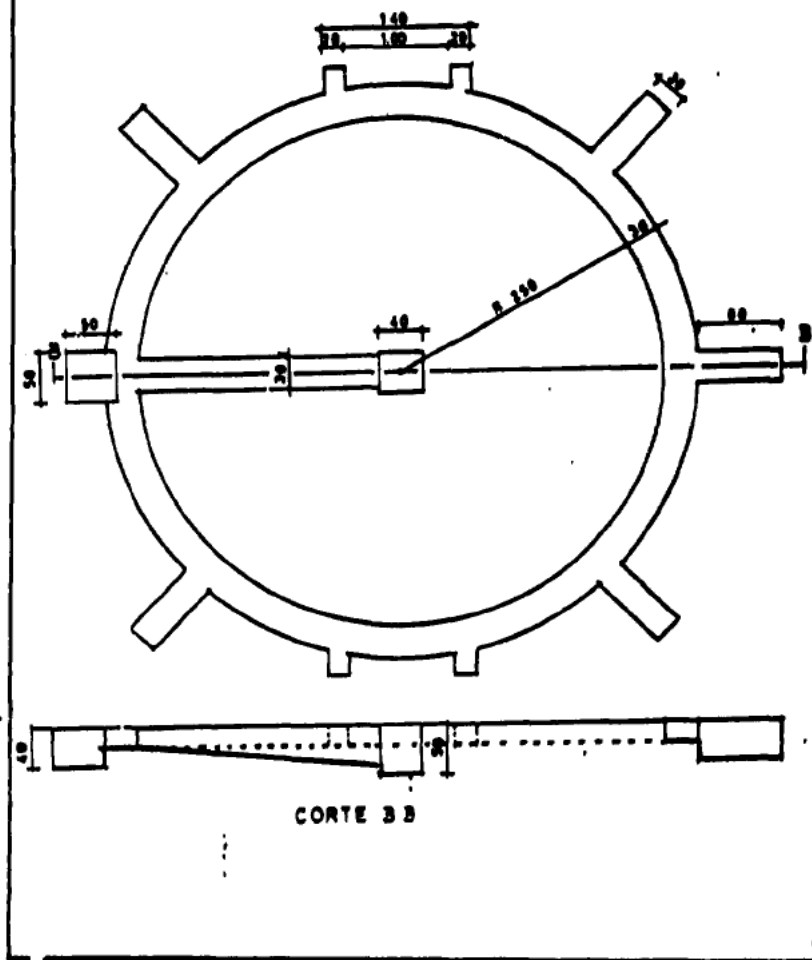
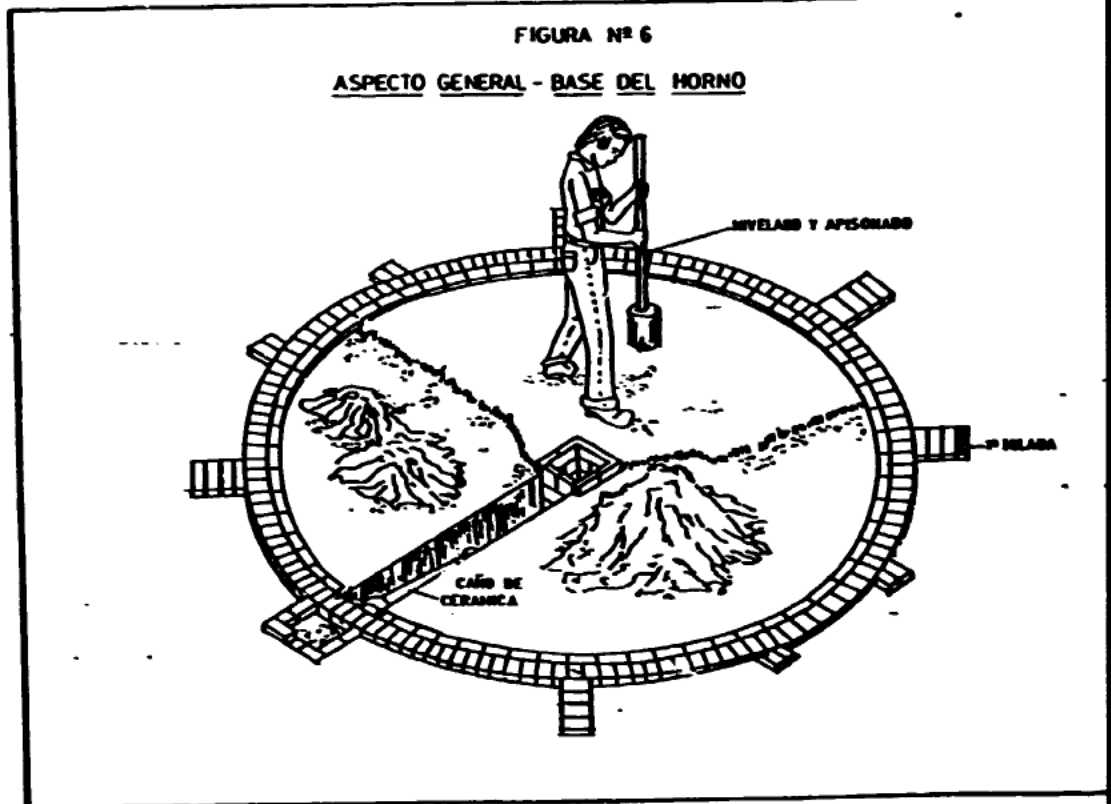
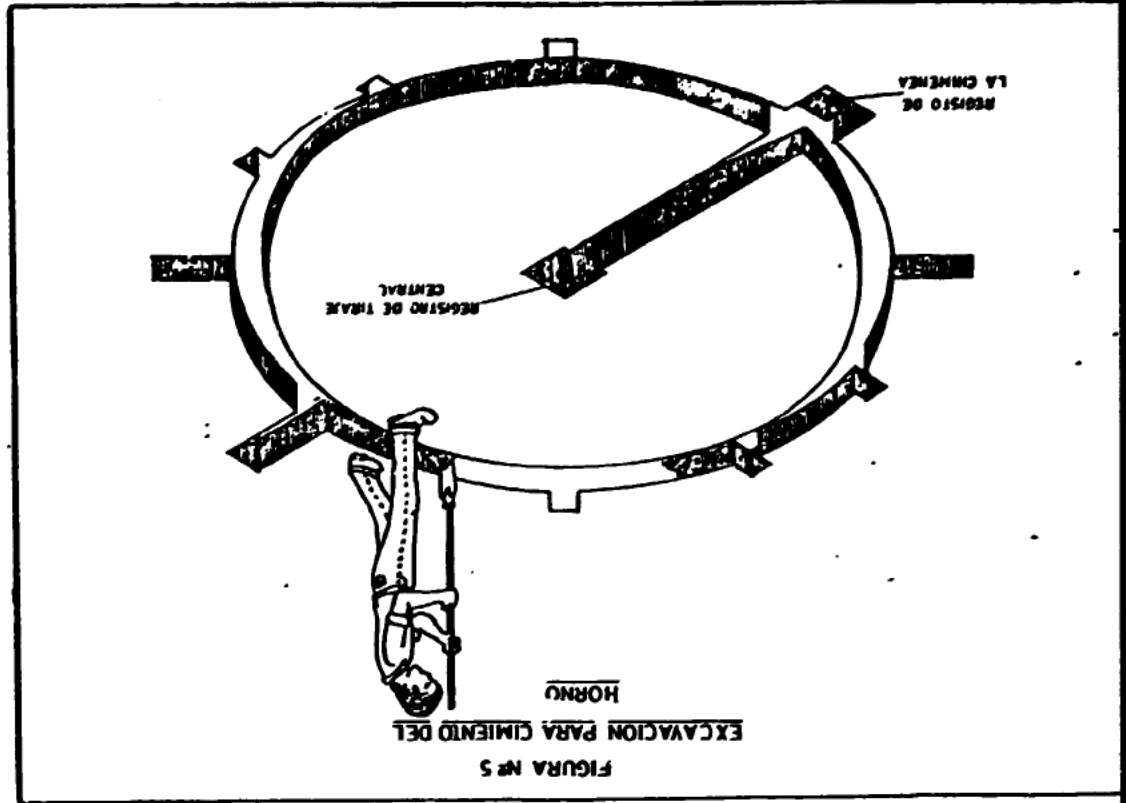


FIGURA Nº 4
MEDIDAS PARA MARCACION Y CORTE DE TERRENO PARA LA
CONSTRUCCION DEL HORNO





CONSTRUCCION DE LA PARED:

La pared del horno tendrá una altura de 1,80 mts. y será construida con hiladas de un ladrillo (pared de 0,30 mts.)

En la primera hilada de la pared estarán localizados los «TATUS», por donde penetrará el aire para la carbonización, los mismos tendrán una dimensión de medio ladrillo, en total son 12 tatus, distribuidos como puede observarse en las figuras N° 7 y 8.

A los 0,80 mts. del nivel (aprox. 12 hiladas) estarán localizadas las «FILAS I» u orificios de seguridad, tienen la misma dimensión que los tatus y los mismos se hallan distribuidos conforme a la figura N° 8, en total son 9 orificios. A la altura de 1,60 mts. estarán localizadas las «FILAS II» dispuestos en la misma dirección que los tatus, en total serán 12 orificios. Funcionan ambas como entradas de aire para la carbonización y permiten el acompañamiento del frente de carbonización.

Para la construcción de las puertas deberá tenerse mucho cuidado, ya que éstas son puntos críticos en términos de durabilidad, pues están sujetos a golpes frecuentes durante el proceso de carga de los hornos. Por eso los amarres (trabas) de los ladrillos deberán estar bien hechas. Así mismo en lo que hace referencia a la construcción de las zapatas.

Al alcanzar la altura de la puerta (1,60 mts.) se utilizará como dintel tres planchuelas tipo L de alas iguales, de 2 pulg. x 1/4 pulg. x 1,50 mts. de largo cada una. Sobre el dintel irán asentadas 2 hiladas más de ladrillos, la segunda hilada coincidirá con la última hilada de la pared.

Es de primordial importancia la buena nivelación tanto horizontal como vertical de la pared. De esto dependerá en gran medida una larga vida útil del horno.

CONSTRUCCION DE LA BOVEDA:

Para la construcción de la bóveda será utilizado una gula de 3,10 mts. de largo, que es la distancia entre el centro del horno y la cara interna del último ladrillo de la pared. Ver figura N° 10.

FIGURA Nº 7

MEDIDAS BASICAS PARA LA CONSTRUCCION
DE UN HORNO (MLs)

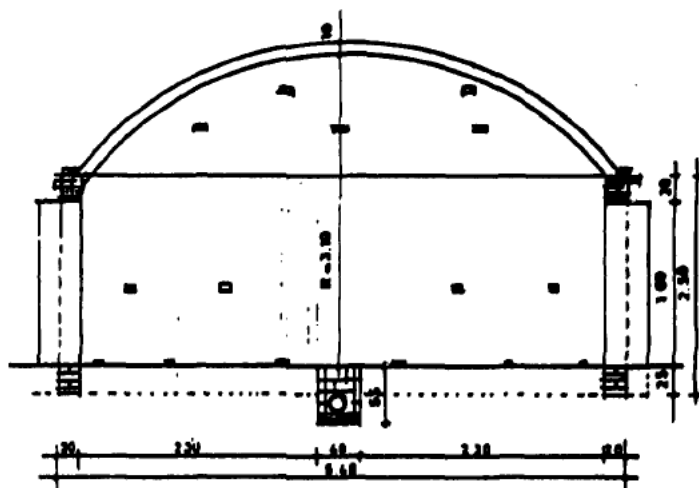
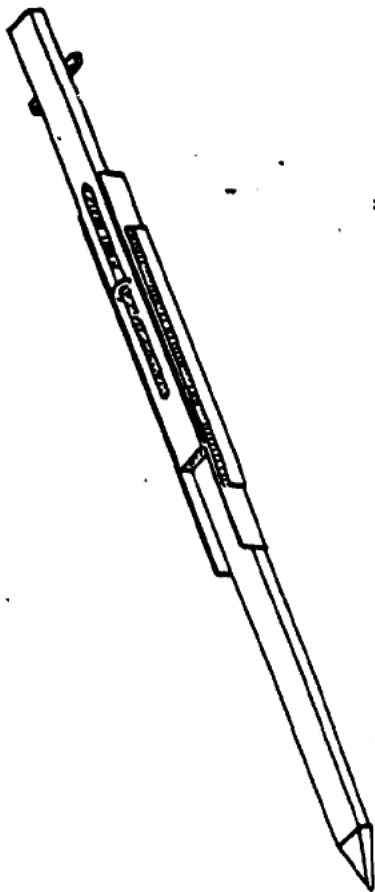


FIGURA Nº10
GUIA - DETALLE GENERAL



La bóveda se realizará con hiladas de 0,15 mts., la primera hilada estará asentada conforme se observan en las figuras N° 11 y 12. Las hiladas siguientes serán asentadas acompañando la inclinación de la guía que irá girando y así cerrando la bóveda del horno.

Después de asentarse 3 o 4 hiladas se debe ajustar el suncho que irá sustentándola. Este suncho será construido con planchuelas de 5/16 pulg. de espesor y 2 pulg. de ancho. El suncho estará dividido en 4 partes iguales de 4,15 mts. cada una, que irán unidas por medio de doble pestañas de unión y bulones de 12 cmts. de largo y 5/8 pulg. formando un anillo de 5,20 mts. de diámetro aproximadamente.

En el momento del ajuste del suncho por la pared, las pestañas de unión no deben ser apretadas en su totalidad, manteniéndose las partes del suncho separadas unas de otras. Ver figura N° 12.

Se recomienda que cada 10 hiladas las pestañas de unión que unen las 4 partes del suncho sean ajustadas ligeramente en forma igual para todos. Al cerrarse la bóveda se debe dar el último ajuste a las pestañas de unión por medio de los bulones. No es necesario que las cuatro pestañas de unión queden perfectamente unidas una con otra.

En la bóveda hay dos series de orificios llamadas «BAHIA NAS», tienen la misma medida que los tatus o sea medio ladrillo. Por las mismas sale el humo durante el proceso de encendido del horno, además acompaña el frente de carbonización.

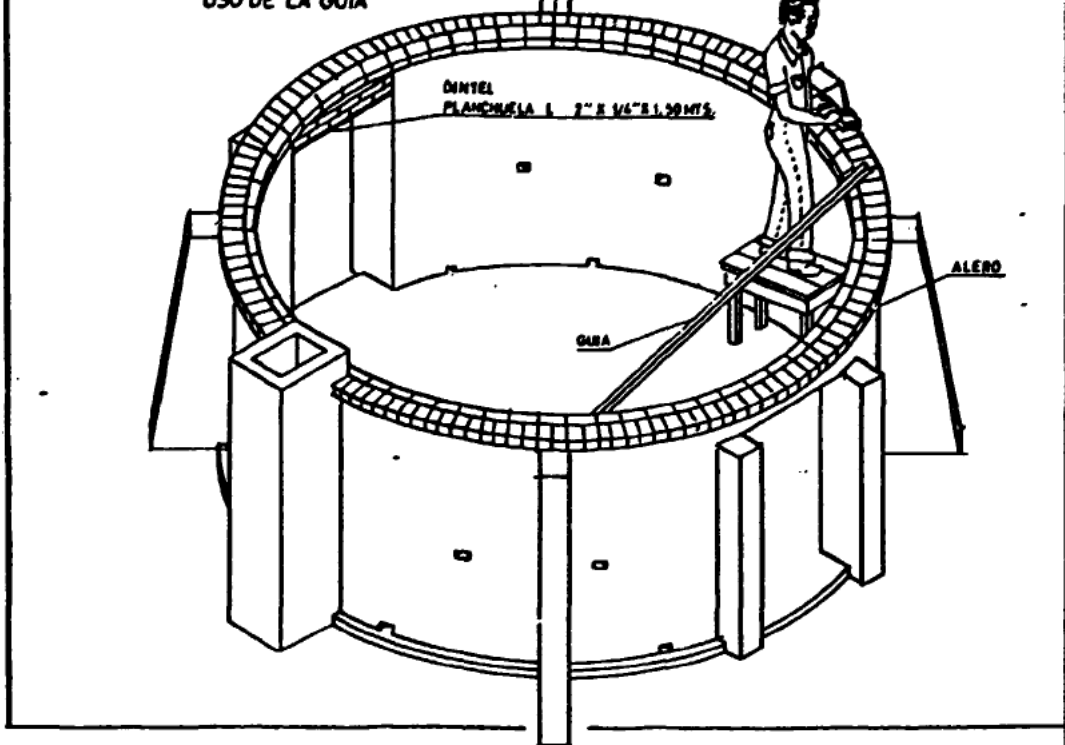
La primera serie consta de 8 orificios y se realizará en la 14 hilada, la segunda serie consta de 4 orificios y estará ubicada en la 27 hilada.

Para el asentamiento de las hiladas de la bóveda deberá utilizarse la menor cantidad posible de mezcla, los ladrillos de una misma hilada deben estar bien ajustados unos con otros.

REVOQUE

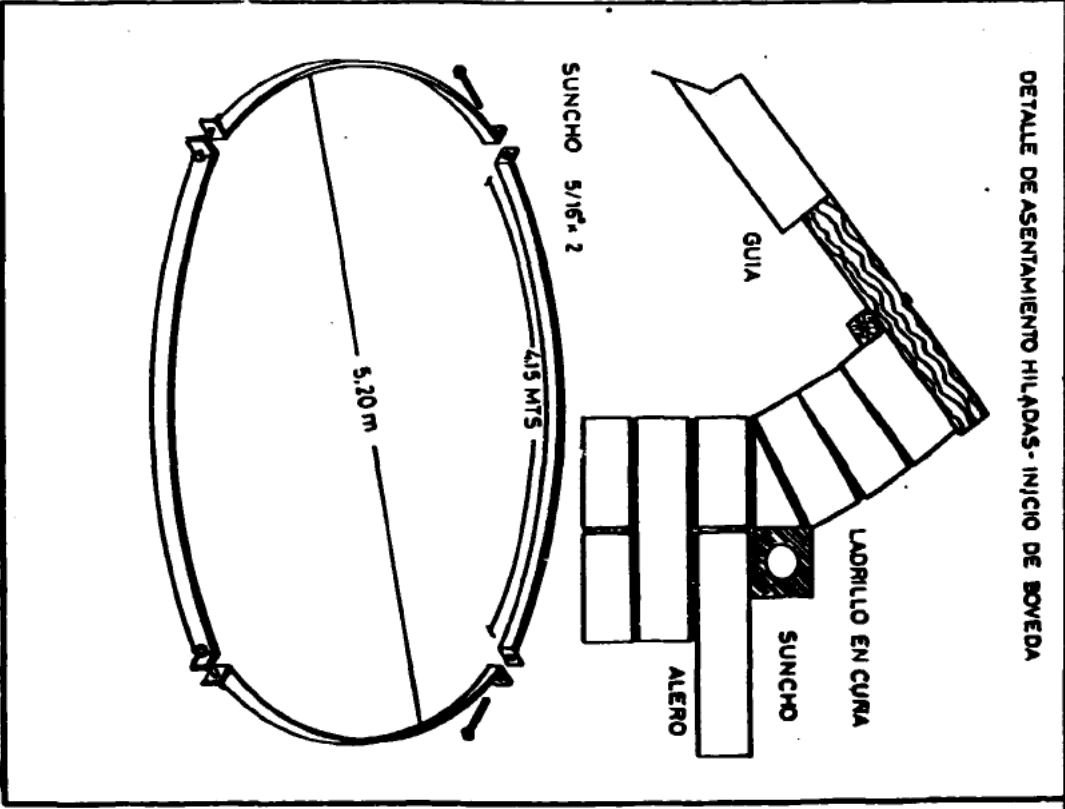
El horno deberá ser revocado con la misma mezcla utilizada para el asentamiento de los ladrillos de la pared. El revoque deberá ser de poca espesura, apenas lo suficiente como para cu-

FIGURA Nº 11
 ASENTAMIENTO DE LA PRIMERA HILADA EN EL INICIO DE LA BOVEDA
 USO DE LA GUIA



— 18 —

DETALLE DE ASENTAMIENTO HILADAS - INICIO DE BOVEDA



— 19 —

tuir las juntas entre los ladrillos. Del revestimiento dependerá mucho también la vida útil del horno como así mismo una buena producción.

CURADO DEL HORNO:

La cura del horno consiste en secar lentamente el mismo, para el efecto deberá quemarse algunos trozos de leña en su interior o bien conduciendo la primera carbonización lo más lentamente posible. Lo que debe evitarse es que no haya un aumento brusco de la temperatura antes que el horno esté seco.

Realizando la cura del horno se disminuirá las posibilidades de rajaduras del mismo, aumentando su vida útil.

CIERRE DE LAS PUERTAS:

Antes de cada carbonización las puertas del horno deberán cerrarse utilizando solamente ladrillos, sin juntas de mezcla. La pared será de medio ladrillo o sea pared de 0.15 mts. Al colocar superpuestos los ladrillos y cubierto ya totalmente la puerta se procede a revocarlo con la mezcla de barro.

MANTENIMIENTO:

Los trabajos de mantenimiento aplicado a cualquier tipo de horno son los siguientes:

1.- Periódicamente la cara externa de la pared y la bóveda del horno deberán revocarse. Este revoque deberá ser realizado con tierra colorada y mucha agua, y con ella se pintará el horno con una brocha o pincel grande. La finalidad del revoque aguado es el de cubrir las rajaduras que aparecen durante y después de la carbonización, impidiendo así la entrada de aire, mejorando la carbonización y apurando el enfriamiento del horno.

2.- Para cerrar los «TATUS» «FILAS» y «BAHIANAS», se usará una mezcla de barro más consistente. La tarea puede realizarse con la mano simplemente.

3.- Después de muchos revoques realizados, la capa de revestimiento será muy espesa o gruesa, aconsejándose raspar totalmente la pared para sacar el revoque viejo y luego revocar todo nuevamente.

4.- Los ladrillos rotos o dañados deben ser inmediatamente cambiados. Atención especial deberá brindarse a los tabiques de las puertas, dado que éstos continuamente recibirán golpes al cargar el horno. Asimismo el desgaste más acentuado de ladrillos se produce en los Tatus, Filas y Bahianas.

5.- La caja de tiraje de la chimenea debe ser limpiada después de cada carbonización, si hay ladrillos rotos, cambiarlos si es necesario.

6.- El interior de la chimenea deberá ser inspeccionado de vez en cuando, y en el caso de que exista una costra negra formada por alquitrán y cenizas, ésta deberá ser raspada y extraída de la misma por uno de los lados de la caja en la base de la chimenea, para el efecto deberá ser desecho y vuelto a reconstruir ese lado.

MATERIALES Y HERRAMIENTAS:

Para la construcción del horno detallado anteriormente, serán necesarios los siguientes materiales:

- 9.500 ladrillos duros (colorado) - sin considerar el pozo.
- 4 caños de cerámica de 30 cmts. de diámetro y 70 cmts. de largo.
- Un suncho de 5/16 Pulg. x 2 pulg.
- 6 planchuelas «L» de alas iguales de 50 mm, 6 mm espesor y 1.50 mts de largo.
- Una rellita de varillas de hierro redondo de 5/8 pulg.
- 4,50 m3 de arcilla (lodo) colorado o negro.
- 3,00 m3 de arena.

Las cantidades de tierra y arena varían en cada caso, según sea el tipo de arcilla (lodo) existente en el lugar.

Las herramientas a ser utilizadas son las comunes de albañilería, plomada, nivel, cuchara, azada, baldes, martillo, corta hierro, etc. y una gúa para la construcción de la bóveda.

MANO DE OBRA:

Una vez que el terreno se encuentre ya preparado (nivelado y compactado) y todos los materiales puestos en obra, se estima que un maestro albañil con un ayudante utilizarán 70 hs de trabajo efectivo cada uno para la construcción de este tipo de horno.

COSTO DEL HORNO:

El costo estimado del horno a la fecha de realización del presente manual es de Gs. 330.000. Este costo total desglosado por rubros es como sigue:

— LADRILLOS	Gs.	200.000.-
— HERRAJES	GS.	60.000
— MANO DE OBRA	GS.	70.000
TOTAL.....		<u>GS. 330.000.-</u>

103\$ = \$

1. CARBONIZACION

Completada la carga (enhornamiento) y después de cerrar el horno se inicia la carbonización, colocando brasas en el orificio de encendido, cuidando que todos los demás orificios estén abiertos. No debe usarse otro lugar para el encendido, como por ejemplo, puertas o bahianas, pues entonces, la leña se carbonizará irregularmente.

Luego empezará a salir humo blanco por el orificio de encendido y por las bahianas que después de un tiempo se irá oscureciendo. El oscurecimiento del humo indica que el fuego está desarrollándose en buenas condiciones dentro del horno. En este momento se debe cerrar el orificio de encendido, utilizando

ladrillos y barro, luego del cual el humo volverá a salir blanco por las bahianas y orificios de seguridad de la cúpula.

Esta coloración inicialmente blanca del humo, es debida a la existencia de vapor de agua, proveniente de la evaporación de la humedad de la madera.

Pasado algún tiempo se vuelve azul, indicando que la zona de carbonización está próxima a las bahianas. Cuando esto se verifique, se deben cerrar las bahianas y los orificios de seguridad de la cúpula, permaneciendo abiertos sólo los orificios de seguridad de la pared vertical, los tatús y la chimenea. Si fuere necesario, se cierran los tatús evitando así incendio en el horno. (En caso de que salgan llamaradas por las aberturas).

Por los orificios de seguridad de la pared vertical y por la chimenea, saldrá humo blanco. Cuando por la chimenea sale una cantidad bastante grande de humo, se deben cerrar los orificios de seguridad de la pared vertical, utilizando ladrillos sin barro, pero con embarrado externo. Seguirán permaneciendo abiertos los tatús y la chimenea.

Se mantendrá el horno en estas condiciones hasta la carbonización total de la leña. Para carbonizar leña verde y gruesa se dejan abiertos 8 tatús, y cuando es fina y seca, apenas 4 tatús.

Cuando el humo de la chimenea se vuelve azul celeste, la carbonización está llegando a la parte inferior del horno y los tatús serán cerrados.

2.- ENFRIAMIENTO

cuando el horno no emite más humo por la chimenea, ésta será cerrada. Al final se echará una lechada de barro sobre la superficie externa del horno, dejando que éste se enfríe naturalmente, lo cual requiere de 3 a 4 días.

3.- DESCARGA DEL HORNO

Para realizar esta operación deben retirarse los ladrillos que forman la puerta del horno, en primer lugar. Para ello, es necesario que el horno esté frío, lo que se podrá constatar en la prác-

tica arrimando el dorso de la mano a la puerta del horno. Nunca debe abrirse el horno cuando aún está caliente, pues el carbón en tales condiciones se incendia fácilmente.

Igualmente, si se abre el horno ya frío, debe lo mismo tenerse cuidado, preparando agua suficiente, la que se usará en caso de incendio, pues de lo contrario se podría causar la pérdida total de la hornada.

La apertura del horno debe ser ejecutada preferentemente a primeras horas de la mañana, pues la temperatura ambiente es más adecuada para este tipo de trabajo. Luego de retirar la puerta, el carbón se saca, utilizando para esta operación pala-tenedor (llamado también horca o garfio). Si hubiese fuego dentro del horno en este momento el carbonero deberá apagarlo, separando el carbón encendido y derramarle agua. Los trozos de madera, deberán separarse para volver a utilizar en la próxima hornada.

El carbón tiene un alto poder de absorción de aire y ello causa una reacción calorífica que a veces provoca incendio repentino en el carbón.

Es aconsejable por ello, dejar el carbón durante 24 horas al aire libre, antes de llevarlo al depósito. Así absorberá toda la humedad posible (4 a 5%).

OTRAS CONSIDERACIONES PARA UNA MEJOR CARBONIZACION

1.- Al iniciar cada nueva carga del horno, se raspa bien el interior retirando los restos de carbón, pedazos de ladrillos, cenizas, etc.

2.- Se limpian bien los tatús (entrada de aire inferior a nivel suelo) y las chimeneas, esto se realiza con una vara larga.

3.- Se abren los orificios de seguridad de la pared y las (6) bahianas próximas al orificio de encendido.

4.- Ahora se inicia la carga del horno:

5.- Mientras el ayudante deposita leña en el horno para acomodarlo después, el carbonero verifica el funcionamiento de la batería, controla los tatús, prepara barro y cierra chimeneas.

6.- Se controlan los orificios de seguridad lateral del horno que fuera encendido el día anterior.

7.- El carbonero vuelve a ayudar a su compañero a acomodar leña dentro del horno separando por un lado las más largas y las cortas por el otro lado, así cabrá más leña dentro del horno y la carga queda uniforme, sin espacios huecos dentro del mismo.

8.- Estando bien lleno el horno, se cierran las puertas y se coloca fuego (brasas) con pala en el orificio de encendido, subiéndose por una escalera sobre la cúpula.

9.- Se dejará que el fuego tome cuerpo unos 15 minutos para entonces cerrar el orificio con ladrillos y barro.

10.- Se dejará que el fuego tome cuerpo unos 15 minutos para entonces cerrar el orificio con ladrillos y barro.

10.- Todas las bahianas cerca del orificio de encendido continúan abiertas y se cerrarán en el último control de la batería a la tarde; pues ahora habrá tiempo para cuidar de los hornos y proceder a pasar barro de la siguiente manera: primero, se pasará una lechada de barro al horno que se cerró en el día, después al que se cerró el día anterior y por último al horno que será descargado al día siguiente.

Al final se cierran todas las entradas de aire, tatús, orificios de seguridad lateral, chimeneas, puertas y rajaduras en el horno que ya terminó su carbonización.

11.- Se procede a la última revisión general de la batería, tomando el mayor cuidado con los hornos que van a quemar durante la noche.

Si hay peligro, se cierran los tatús evitando así perjuicios con la quema del carbón.

12.- La plaza de la batería se deberá mantener siempre limpia, manteniendo excedentes de leña bien apiladas para no estorbar el tránsito y maniobras.

13.- El carbón retirado del horno se protegerá con plástico contra lluvias y rocío.

14.- Verificar si no hay peligro de incendio en el carbón depositado y en el depósito de leña cerrar bien los registros de agua y guardar las herramientas.

15.- Al día siguiente se inicia la descarga del horno que corresponda, primeramente se verifica si el horno está en condiciones de ser descargado, tocando con el dorso de la mano la puerta para sentir si ya está frío.

Por el olor de los gases se sabe que no hay fuego con peligro de incendio, retirando los ladrillos de la puerta. Nunca abrir el horno caliente. Por el aspecto a primera vista se nota si la carbonización fue perfecta. Tener preparada una manguera con agua ligada, aún cuando el horno esté frío.

16.- La descarga se hace de mañana temprano con rapidez (3 a 4 horas). Si no hay fuego y apenas algunos pedazos de tizones, la producción debe ser de 20 m³ de carbón limpio de impurezas en un horno de 5 m de diámetro.

COMO CONTROLAR LA CARBONIZACION EN LA BATERIA

a. Se tapa con pedazos de ladrillos y barro todos los tatús por los que salen llamaradas.

b. Se cierran los tatús correspondientes a las chimeneas, cuando el humo de la chimenea comienza a salir celeste.

c. Se cierra el tatús central ubicado en la puerta cuando comienza a salir humo incoloro del mismo.

d. Cerraremos la chimenea cuando aparece una zona incolora del humo de unos 20 centímetros arriba de la chimenea.

e. Así se procede con todas las chimeneas, dando por terminada la carbonización del horno.

COMO CONTROLAR LOS ORIFICIOS DE SEGURIDAD DE LA PARED DEL HORNO.

1.- Cuando se usa leña seca se cierran todos los orificios de seguridad de la pared en la mañana del día siguiente del encendido del horno.

2.- Cuando se usa leña verde o mojada por la lluvia, se cierran los orificios de seguridad de la pared en la tarde del día siguiente al encendido.

3.- Hay que observar siempre el volumen y la velocidad del humo que sale por los orificios de seguridad de la pared, mientras el humo sea espeso y abundante, se dejan libres los orificios de seguridad.

RENDIMIENTO DEL HORNO

Un horno NUEVO, de 1a. a la 4a. hornada produce de 15 a 17 m³ de carbón cada vez.

Un horno VERDE, de 5a. a la 10a. hornada, produce 17 a 18 m³ de carbón cada vez.

Un horno CURADO, o MADURO, de la 11a. en adelante llega a 24 m³ cada vez.

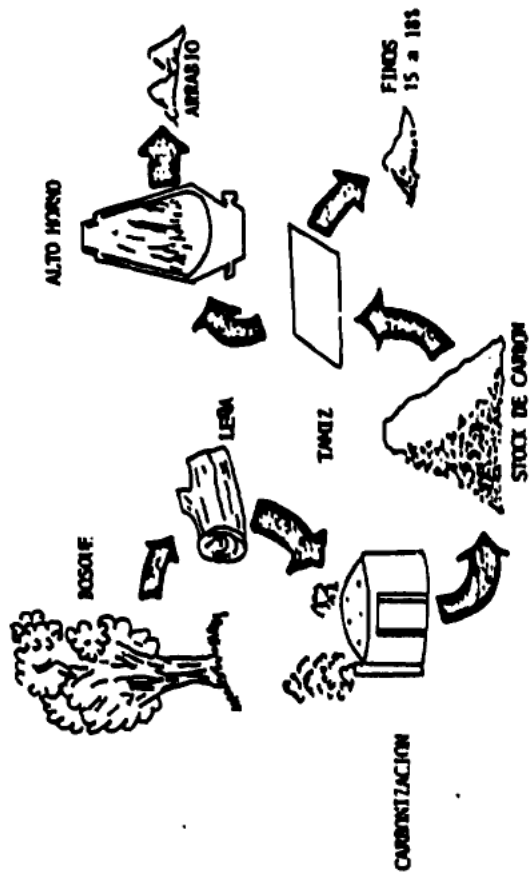
VIDA UTIL DEL HORNO:

Para un horno bien construido es de aproximadamente 30 meses, con una producción de 1.620 m³ de carbón. (30 meses x 3 hornadas x 18 m³ p/hornada = 1.620 m³).

RENDIMIENTO O PRODUCTIVIDAD DEL HORNO

Tal como se expresó anteriormente, un horno recién construido tendrá un rendimiento mínimo de 15 a 17 m³, de carbón por hornada, hasta la cuarta quema. Luego su rendimiento será mediano, de 17 a 18 m³, desde la quinta a la décima hornada, llegando a su punto máximo, de 24 m³, a partir de la undécima (11a.) hornada o quema.

SECUENCIA DE PARTICIPACION DE LA
MADERA EN LA FABRICACION
DEL ARRABIO



El rendimiento del horno es fuertemente afectado por el tiempo de carbonización rápida se tiene un rendimiento menor.

ATENCION ESPECIAL: cuando se está carbonizando leña seca y fina, secada al sol por más de seis meses, hay peligro de explosión y de incendio en el horno que se asemeja a un soplo fuerte que a una explosión verdadera. Este fenómeno ocurre cuando la chimenea empieza a emitir humo y la leña inferior está aún fría. Tal hecho hace temblar el horno, pudiendo incluso causar su destrucción.

Por eso, al inicio de la carbonización, todos los orificios de seguridad deben permanecer abiertos, para impedir la formación de grandes presiones en el interior del horno. Cuando se cierran los orificios de seguridad y las bahianas, deben usarse ladrillos en forma de cuña, y no debe usarse barro para el cierre, pero si lecherarlas con barro, de modo a que una mayor presión interna del horno haga soltar los ladrillos con relativa facilidad, evitando la vibración del horno. Estos ladrillos deben ser recolocados al ser expulsados de los orificios.

El peligro de explosión desaparece cuando la chimenea funciona normalmente, emitiendo bastante humo.

CALIDAD DEL CARBON

Un buen carbón vegetal, en la práctica debe tener las características físicas siguientes: debe ser duro, inodoro, quebrar sin soltar polvo, presentar ruido metálico al quebrarse, quemar sin desprender humo ni olor, no debe haber tizones, piedra, tierra, cenizas y debe tener color negro brillante. Al romperse el carbón debe tener curva lisa, sedosa, mostrando estructura de madera y no dejando adherencias o presentándose en pedazos grandes.

CARACTERISTICAS DEL CARBON VEGETAL A SER COMPRADO POR ACEPAR:

- Carbono fijo 72 %
- Materia volátil 20 %
- Cenizas 3.5 %

- Poder calorífico inferior 7.000 K cal/KI
- Humedad máxima 20 %
- Humedad óptima menor de 10 %

Para que el carbón vegetal reúna estas condiciones se deberán tener en cuenta los siguientes factores:

- 1.- Utilizar leña con 25 - 30% de humedad. 4-6 meses de secado natural.
- 2.- La leña enhornada no deberá tener mayor de 25 cms de diámetro.
- 3.- La leña enhornada deberá ser homogénea en cuanto a su densidad o sea, todas maderas duras o todas maderas blandas.
- 4.- El proceso de carbonización deberá ser lento (mínimo 3 días).
- 5.- Enfriar el horno «sin derramar agua al mismo».
- 6.- Dejar al aire libre por lo menos 24 Hs. para que absorba humedad del aire, alcanzado 3-5 %.
- 7.- En caso de proximidad de lluvia tapar el carbón con capas de plástico color negro, en caso de que no se cuente con un depósito rústico.

FORMA DE CORTE:

El corte de leña podrá realizarse con hacha o motosierras, dicho corte deberá efectuarse en chanfle o bisel para así favorecer la circulación de aire dentro del horno, ya que la leña se colocará en forma parada.

SECADO:

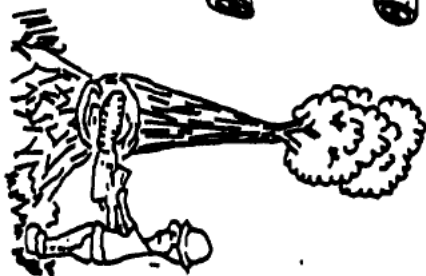
La leña deberá tener por lo menos 4 - 6 meses de oreo para que de esta forma entre al horno con un bajo % de humedad (25 - 30 %). Para favorecer la rapidez del secado se recomienda dejar la leña en forma esparcida (sin apilar) en un lugar claro, ventilado y soleado, por un mes aproximadamente, para luego apilarla y dejarla en esta forma otros 3 - 5 meses.

FIGURA Nº 13

CORTE DE LEÑA CON HACHA



CORTE DE LEÑA CON MOTOSIERRA



CORTE EN BISEL
30º



PLANTACIONES DE EUCALIPTUS
SISTEMA DE CORTE CORRECTO

PARA ASEGURAR LA BROTAACION
DE LA PLANTA
MADRE



APILADO:

La leña podrá apilarse ya sea en el monte (una vez transcurrido el 1° mes de oreo), sobre los caminos y/o directamente en el patio Stock de leña de la batería.

OTROS MODELOS DE HORNOS:

A más del horno descrito en este manual, existen otros tipos de hornos para la producción de carbón vegetal.

Tenemos:

1.- HORNO DE SUPERFICIE MINEIRO:

Es un horno simple y barato. Su aspecto puede observarse en la Fig. N° 13. Este horno puede ser utilizado en aquellas áreas donde la densidad del monte es muy baja, como en el caso de la zona del Bajo Chaco, en la región occidental del país. Utiliza 3.000 ladrillos, es de 3.mtrs. de diámetro, una puerta. Es fácil de desmontar y volver a construir una vez que la materia prima esté distante del horno.

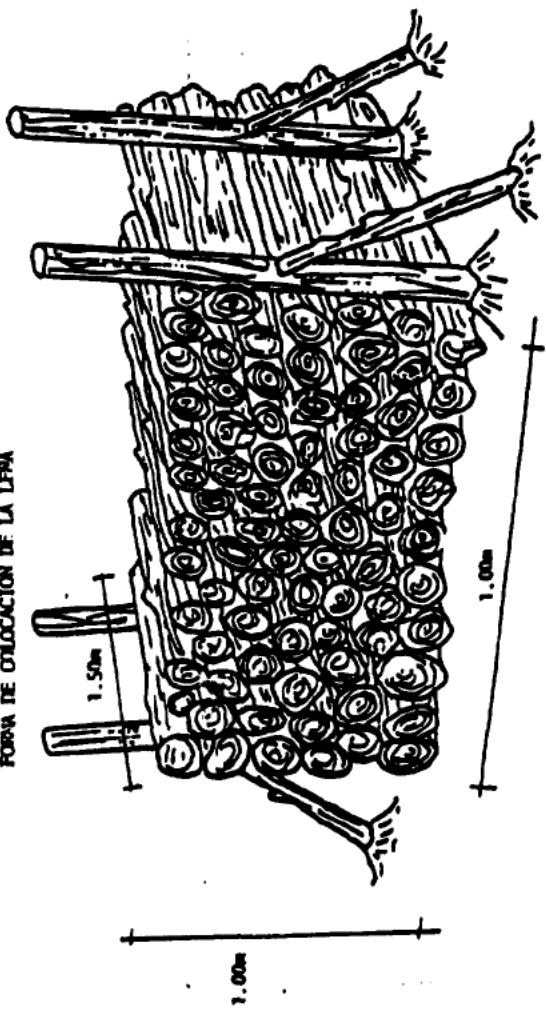
2.- HORNO DE ENCOSTE:

Este tipo de horno se caracteriza por el hecho de aprovechar el desnivel natural de terrenos accidentados. Son utilizados en los lugares donde existe gran desnivel, barrancos, en la ladera de los cerros, etc. Son hornos de 4 mtrs. de diámetro, 3 chimeneas y 6 tomas de aire. Lleva 3.100 ladrillos. Son baratos. Ver Fig. N° 14.

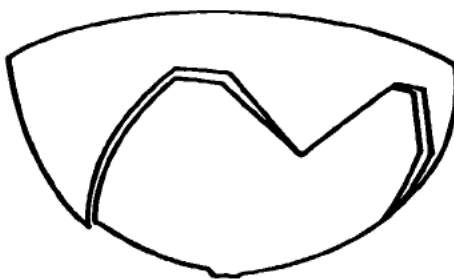
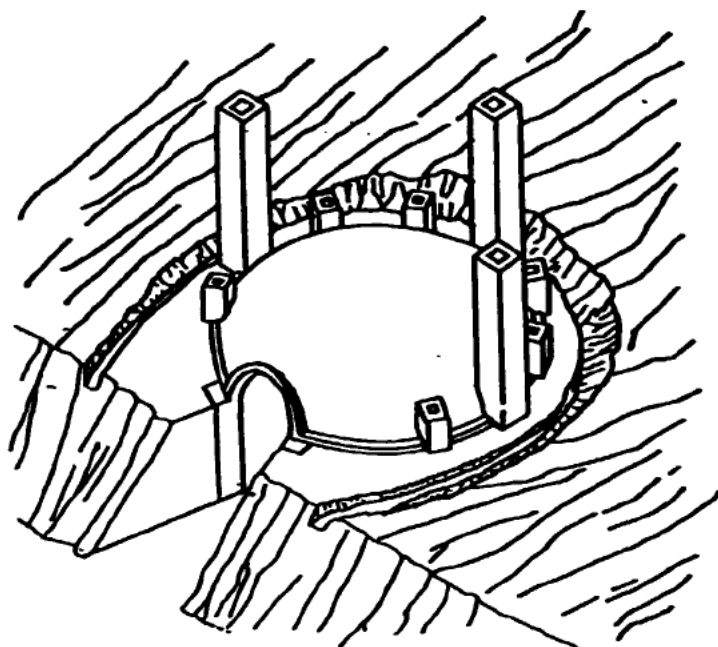
3.- HORNO SANTIAGUENO:

Es un horno de diámetro variable del tipo media naranja, se encuentra muy difundido en la Rca. Argentina. Produce un carbón con muy buenas características pero tiene la desventaja de carbonizar muy lentamente a causa de que posee pocos orificios.

FIGURA 14
FORMA DE DILCACION DE LA LFRA



HORNO DE ENCOSTA

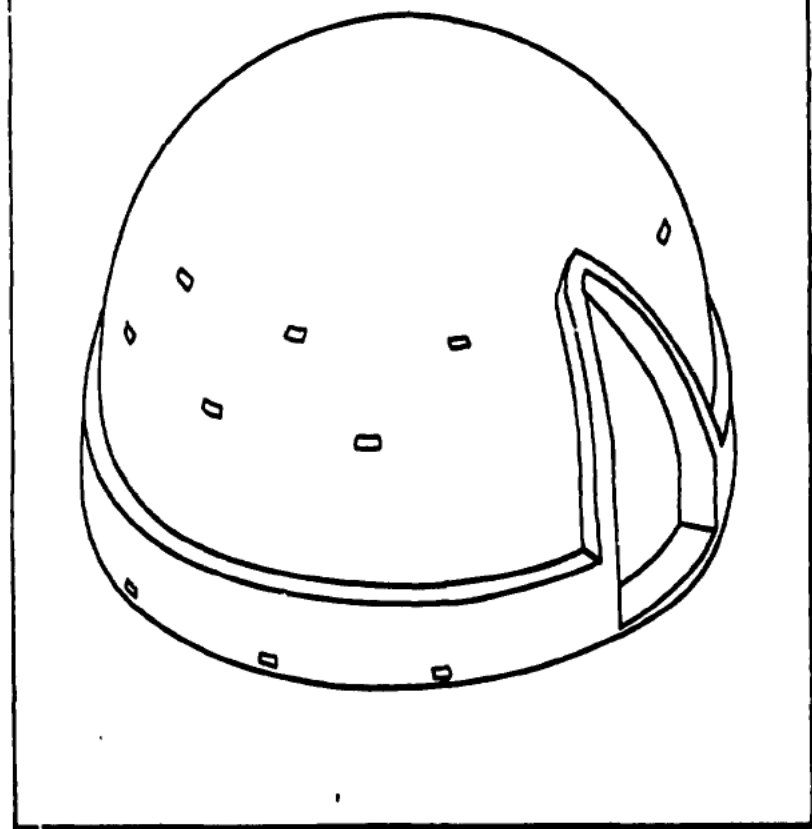


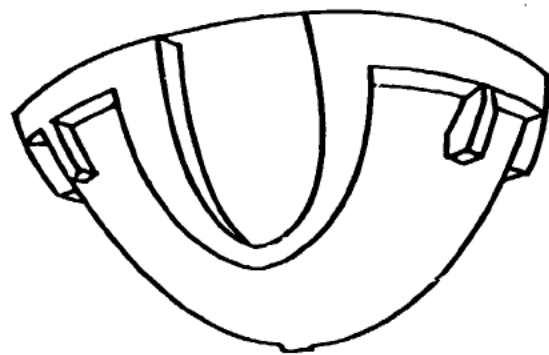
HORNO MEDIA NARAJIA
ARGENTINO

4.- HORNO PARAGUAYO:

Este horno es conocido como el TATACUA; es un horno rústico, barato, y muy simple de construir. Este horno bien manejado producirá un carbón de excelentes condiciones físico-químicas. Es el tipo de horno que se halla más difundido en nuestro medio.

HORNO DE SUPERFICIE "RARO QUENTE"





HOHO TATAQA PAWQAYO

APENDICE B

PREGUNTAS PARA EXAMEN SOBRE CARBON

PROYECTO PAR 85-001 SIDEPAR / P.N.U.D. / ONUDI

1. La instalación de hornos en caso de tenerse un monte de poca densidad de leña, que cantidad es conveniente. Por que?
2. Cual es la ubicación más apropiada en el monte para la instalación de una Bateria de hornos?
3. En que condiciones deben encontrarse los caminos de acceso a los hornos?
4. A que se denominan hornos de superficie ? Cite las características y medidas.
5. Cual es la preparación necesaria del terreno para la ubicación de los hornos?.
6. Como se procede a la marcación para la construcción de hornos?
7. A que distancia debera quedar el fondo del registro de tiraje central por debajo de la canaleta. Por que?
8. Donde deben estar localizados: a) tatus; b) orificios de seguridad; c) filas II?
9. En la bóveda hay dos series de orificios que poseen las mismas medidas que los tatus. Como se llaman y que utilidades tienen?
10. En la bóveda se encuentran dos series de orificios llamados bahianas, de cuantos orificios constan?
11. Que espesor debe tener el revoque del horno?
12. En que consiste el curado del horno?
13. Cual es la importancia del curado?
14. Citar los trabajos de mantenimiento que se deben aplicar a cualquier tipo de horno?
15. En que lugar se colocan las brasas para iniciar la quema?
16. Que cuidados se deben tener con los demás orificios?
17. Que indica el obscurecimiento del humo, cuando sale por la bahiana?
18. Hablar sobre las diferentes partes en el proceso de carbonización.
19. En que momento comienza el proceso de enfriamiento?
20. Cuantos días aproximadamente dura este proceso?
21. Por que nunca debe abrirse el horno cuando aún esta caliente?
22. A que hora es recomendable la apertura del horno. Por que?
23. Cuanto tiempo es aconsejable dejar el carbón al aire libre antes de llevarlo al depósito?
24. Cite por lo menos diez consideraciones para una mejor carbonización.
25. Que rendimiento presenta un horno curado o madurado?
26. Un horno bien construido, que vida útil aproximadamente tiene?
27. Cite las características que presenta un buen carbón vegetal.
28. Cuanto tiempo de secado natural debe tener la leña a ser utilizada?
29. Para que el carbón vegetal reúna buenas condiciones, que factores se deben tener en cuenta?
30. Dibuje un horno y señale sus partes.
31. Para disminuir el tiempo de enfriamiento, cuantos tambores de agua se deberan derramar al horno?
32. En caso que existieran leñas de gran diámetro, en que parte del horno se deberán colocar las mismas?

33. Qué debe hacerse para acelerar el proceso de enfriamiento?
34. Cuáles son los sistemas de carga de hornos que Ud. conoce?
- 35.Cuál es la relación m³ de lena/m³ de carbón?
36. Cite otros tipos de hornos que conoce.
37. Que cantidad de ladrillos lleva un horno como el que esta en el area 1?
38. Que producción da un horno como el Area 1 y cuantos M3 de lena entran en el horno?

Dr. CARLOS A. LUENGO
CONSULTOR PNUD/ONU DI

ING. J. ALBERTO HERRERA O.
JEFE DPTO. CARBON Y REFORESTACION

SIDERURGIA PARAGUAYA
SIDEPAR

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO - P.N.U.D.
ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL - O.I.D.I.

PROYECTO PAR - 85 - 001 "ESTABLECIMIENTO DE UN CENTRO PARA LA FORMACION DE PERSONAL
PARA LA PRODUCCION DE CARBON VEGETAL SIDERURGICO"

CERTIFICADO

Certificamos que TEOFILO BENITEZ participó del curso de formación y capacitación de Maestros para la producción de Carbón Vegetal Siderúrgico realizado en el período del 6 de ABRIL al 13 de JULIO de 1987 aprobando en forma satisfactoria.

Asunción, 25 de JULIO de 1987



DR. NELS BRANDT
REPRESENTANTE RESIDENTE A.I. DEL PROGRAMA
DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO

GRAL. DE BRIG. ROBERTO KNOPPELMACHER
PRESIDENTE DEL CONSEJO DE ADMINISTRACION DE
SIDEPAR

Fig. 1,b - Certificado

A P E N D I C E C

C. BRIQUETADO DE FINOS DE CARBON VEGETAL SIDERURGICO

C.1 - INTRODUCCION

Una característica propia del carbón vegetal es su fragilidad. Desde el punto de vista industrial, ésta provoca la quiebra constante del material durante las varias operaciones de proceso previas al abastecimiento de los altos hornos. Las varias zandadas antes de su inyección separan los pedazos con tamaños menores que 20 mm, que reciben el nombre de Finos.

La fracción de finos obtenida en condiciones normales de operación en Plantas Siderúrgicas oscila entre 10 y 20%.

En ACEPAR, la cantidad generada durante los primeros meses de operación ya supera las treinta mil toneladas, sugiriendo la necesidad de estudiar algún medio de aprovechamiento que, en lo posible, presente una rentabilidad positiva para la empresa.

C.2 - ALTERNATIVAS PARA LA UTILIZACION DE FINOS

La más directa consiste en su quema al aire libre, sin embargo esta opción, además de los riesgos inherentes a la combustión de un material que en ciertas condiciones puede ser explosivo y de la desagradable contaminación ambiental producida por el residuo pulverizado de la combustión parcial (Hollin), simplemente posee una rentabilidad negativa, derivada del hecho de que la Empresa, paga indirectamente hasta 7 G/Kgr por esos finos.

Una alternativa posible, y usada en algunos Altos Hornos Brasileños, consiste en su quema como combustible adicional al sustituir al Gas Oil, con quemadores de material pulverizado.

También puede ser usado en otros procesos como fabricación de Cal o Cemento. Estas alternativas exigen la manipulación del material hasta el sitio de uso propuesto, fuera de la Planta Siderúrgica.

Los finos de CV pueden ser exportados a los países altamente industrializados donde son usados como Insumos para aglomeración en formas de Briquetas para uso doméstico. Sin embargo, debido a la depreciación mundial de los insumos básicos y al comparativamente alto valor de los fletes internacionales, esta posibilidad puede no ser tan atractiva como la fabricación de briquetas.

C.3 - BRIQUETAS

C.3.1 - HISTORIA

La aglomeración de materiales carbonosos para su uso como combustible sólido, se practica en los países industrializados desde hacía varias décadas. En la Gran Bretaña, el uso masivo de carbón mineral motivó el desarrollo de Plantas Briquetadoras de gran capacidad de producción, con prensas de rodillos. Esta producción está fundamentalmente destinada a la calefacción domiciliar o a la cocción indirecta de alimentos, en los cuales los gases de combustión que poseen gases ligeramente sulfurados, no entran en contacto con los alimentos.

En los EUA se practica la fabricación de briquetas a partir de residuos de la industria de la madera (tales como Aserrín), estos procesos, con alto grado de automatización, incluyen la necesaria etapa de carbonización, el producto es una Briqueta de buena calidad para cocción directa de alimentos durante recreación.

C.3.2 - FABRICACION Y CONSUMO

La compactación del material briquetado se obtiene por medio de prensas de rodillo socavados con el perfil escogido que giran como está indicado en la figura 1,C.

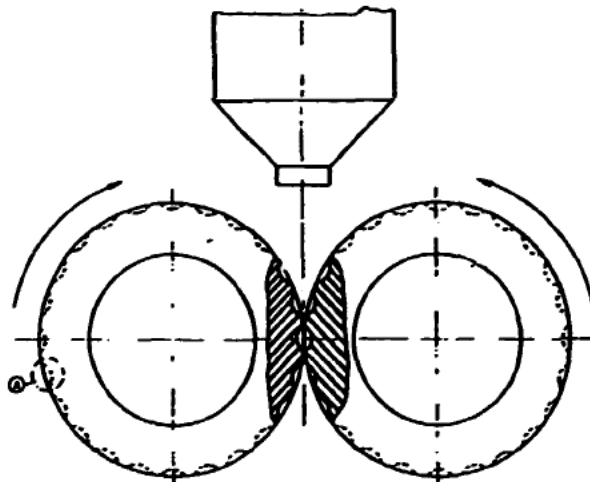


Fig.1,c - Esquema de la prensa de compactación

La presión de compactación es obtenida con resortes de alta constante entre los ejes de los cilindros que proveen el esfuerzo necesario.

Este método es utilizado para gran capacidad de producción de briquetas de pequeño tamaño (menores que 100 cc) y presiones de compactación relativamente pequeñas. Este método es el propuesto en el presente estudio.

Alternativamente, cuando el objetivo es la obtención de Briquetas mayores, de geometría cilíndrica, se usan extrusoras.

El mercado mundial de briquetas en los países industrializados, para usos principalmente domiciliarios (cocción y calefacción), supera los varios cientos de miles de toneladas anuales.

C.3.3 - TECNOLOGIAS DE FABRICACION

Las Briquetadoras en uso en los países industrializados enfatizan: 1) Alto volumen de producción (50.000 Ton/Año o más); 2) Automación del proceso; 3) Uso de residuos de la industria de la madera.

Estas industrias productoras de briquetas demandan altos niveles de inversión y no son aplicables al carbón vegetal por cuanto la etapa de carbonización ya es parte integrante del proceso. Alternativamente, la abundancia de finos de CV en Brasil derivados de la industria siderúrgica de Minas Gerais ha motivado el estudio de la factibilidad técnica y económica de plantas de capacidad menor, que den énfasis al uso de mano de obra y con niveles de inversión más accesibles.

C.4 - INGENIERIA DEL PROYECTO

C.4.1. INTRODUCCION

A seguir se describe una Planta Briquetadora capaz de producir hasta 12.000 Ton/Año de briquetas a partir de finos de carbón vegetal, usando como elemento ligante Almidón pretratado. Se tomó como base una propuesta presentada por Swedish Match en Brasil en agosto de 1987.

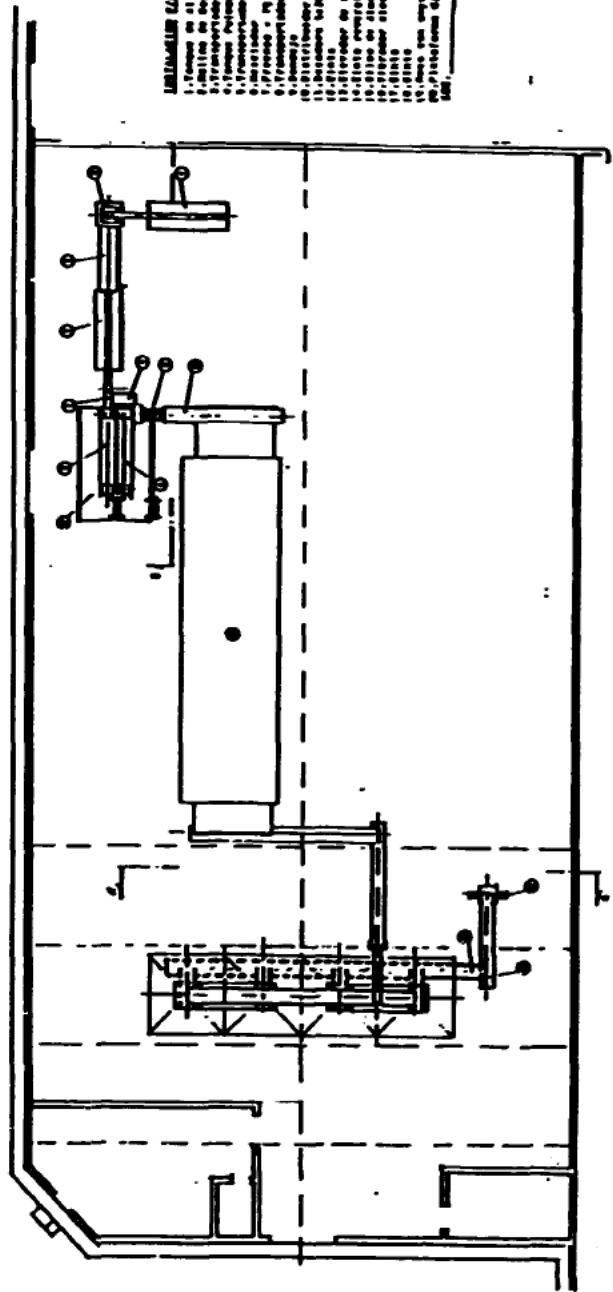
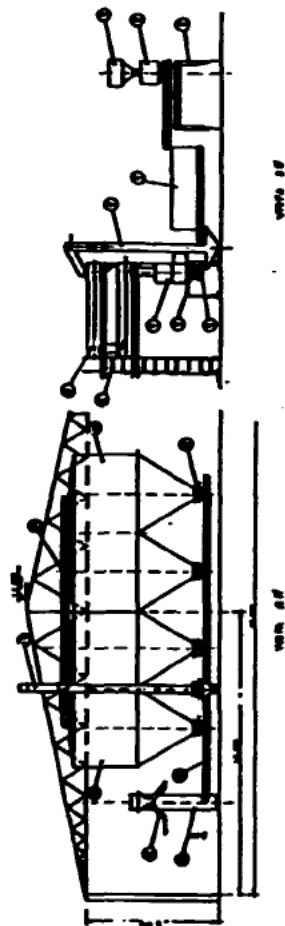
Básicamente la Planta consiste inicialmente de una etapa de molido de los finos a fin de obtener la granulometría apropiada. Inmediatamente, en un mezclador apropiado el material se mezcla con agua y un ligante apropiado para preparar la pasta que es comprimida a su vez en una prensa de rodillos hasta formar las briquetas. A fin de reducir el contenido de humedad hasta un nivel máximo de 4%, las briquetas son secadas con aire caliente

en una cinta transportadora.

Finalmente, llegan a la etapa de despacho, donde son envasadas en bolsas de tamaño no superior a los 16 kgr. para su distribución correspondiente.

C.4.2. LOCALIZACION Y TAMAÑO

La planta briquetadora, consistiendo del patio de recepción, silos dosadores, máquinas mezcladoras y compactadoras, secadora, depósito y embalado de briquetas, ocupará una área no superior a 2.000 m², según se muestra en la fig. 2,C. Ella debe ser localizada suficientemente cerca de la planta siderúrgica para poder usar los servicios generales de ACEPAR tales como gas de alto horno, agua y energía eléctrica, sin embargo, su posición no deberá alterar el ritmo normal de la siderúrgica, de modo que un compromiso razonable sería su localización en las cercanías del vivero, lindando con el patio de finos de carbón.



- LEYENDA DE COMPONENTES**
- 1. Motor de arranque - m²
 - 2. Límite de posición - m²
 - 3. Transmisor (S.P.S.)
 - 4. Sensor de posición - m²
 - 5. Regulador de velocidad
 - 6. Motor - m²
 - 7. Transmisor
 - 8. Límite
 - 9. Límite de posición - m²
 - 10. Límite de posición - m²
 - 11. Límite de posición - m²
 - 12. Límite de posición - m²
 - 13. Límite de posición - m²
 - 14. Límite de posición - m²
 - 15. Límite de posición - m²
 - 16. Límite de posición - m²
 - 17. Límite de posición - m²
 - 18. Límite de posición - m²
 - 19. Límite de posición - m²
 - 20. Límite de posición - m²
 - 21. Límite de posición - m²
 - 22. Límite de posición - m²

Fig. 2,C - Esquema de la planta.

C.4.4. CARACTERISTICAS DEL PROCESO

OBJETIVO: Transformación de finos de carbón vegetal en sólidos ovoides de alta densidad y resistencia mecánica.

MATERIA PRIMA: Finos de carbón vegetal y aglomerante (almidón, de mandioca o maíz).

CAPACIDAD: 2.400 a 3.600 Kgr./hora.

PRODUCTO: Briquetas con poder calorífico de 5.400 a 7.000 Kcal/Kgr.

COMPOSICION:

Carbón	87Z
Almidón	8Z
Humedad	5Z

VIDA UTIL DE LA INSTALACION: 20 Años.

MANO DE OBRA: 15 a 20 personas.

APLICACION DEL PRODUCTO: Usos siderurgicos (hierro, cobre, acero)
Combustible doméstico y calderas.

FLUXOGRAMA

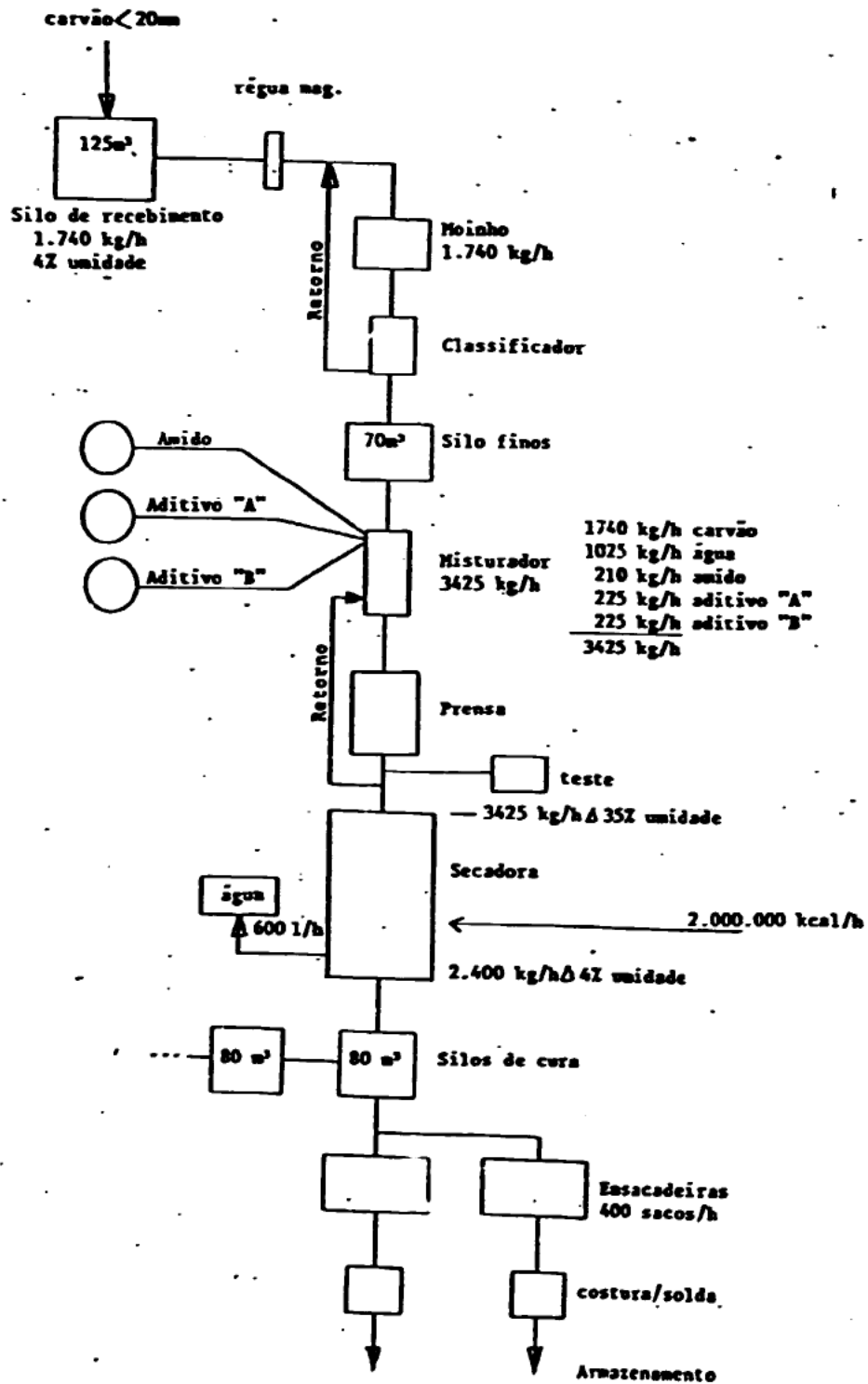


Fig.3,c - Fluxograma

C.4.5. DESCRIPCION DE LOS EQUIPOS

a. Molino de Martillos:

Construido con chapa de acero al carbón con base de acero laminado, con 750 mm de ancho y cesto con malla para control de la granulometría. Rotor y martillos de tipo autocompensador para servicios pesados. Cuchillos en acero de aleación tratado térmicamente. Pintura con base y acabado en esmalte en color a elegir. Accionado por motor trifásico WEG 40 CV.

b. Transportador Vibratorio

Sistema de canal y contrapeso sostenidos por resortes de fibra de vidrio, accionados por excéntricos y bielas. Canal en acero al carbón con malla separadora. Fracción molida. Tamaño: 915 mm de ancho x 200 mm de altura x 4.000 mm de largo.

c. Cinta de Retorno:

Estructura en chapa de acero al carbón, correa SAMPLA MINER 200, mandriles de tipo autocompensador con montaje especial para posibilitar el estirado de la correa. Accionado a través de motor-reductor con potencia de 0.5 CV y engranajes para cadena de rodillos. Tamaño: 300 mm de ancho x 5.500 de largo. Pintura: Base y acabado con esmalte sintético.

d. Silo Dosador

Estructura en acero al carbón, laminado en chapa de acero al carbón, desmontable. Tamaño: 4.500 mm x 8.100 mm de altura. Capacidad: 70 m³. Pintado con base y acabado con esmalte sintético.

e. Transportador de cucharas

Construcción vertical en chapa de acero al carbón. Completo con embudos de entrada y salida. Accionado por motor eléctrico trifásico, blindado, con potencia de 6 CV. Elevación de centro a centro 7.000 mm. Pintura: base y acabado con esmalte sintético.

f. Mezclador (2)

Construcción en acero al carbón estructural y base con vigas de acero al carbón laminado. Accionado por un conjunto motor reductor para 30 rpm en las palas y potencia 10 CV. Encamisado calefactor tipo media caña, aplicado helicoidalmente en la pared externa. Montaje doble con 2.75 m³ de capacidad en cada unidad. Pintura: base y acabado en esmalte sintético.

g. Prensa:

Estructura rígida en chapa de acero al carbón y base en vigas de acero al carbón laminado. Cilindros de formación de los briquetes en acero aleación pulido. Control de presión de los cilindros por resortes (presión constante). Accionado por conjunto motor/reductor de rotación variable. Potencia de 7.5 CV. Pintura: base y acabado en esmalte sintético.

h. Elevador de cucharas:

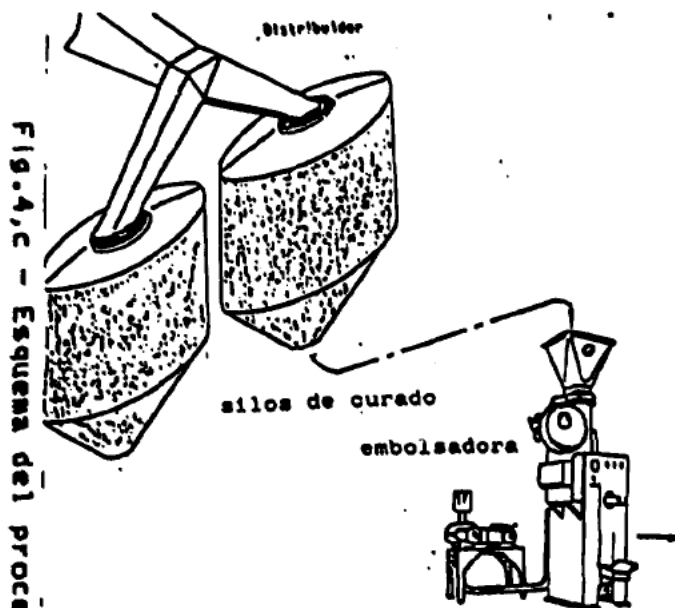
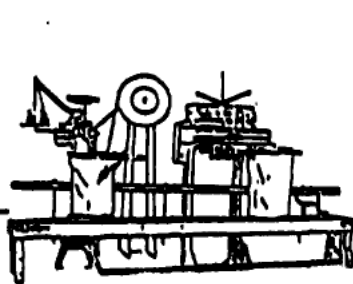
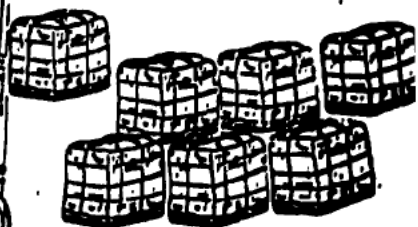


Fig.4,c - Esquema del proceso - Primeira Parte.



Costura



almacenado

Des.		*** Swedish Match do Brasil S DIV. ARMET
Verif.		
Aprov.		
NOME: ESQUEMA DE INSTALACIÓN BRIQUETADORA		
Lista de peças N.º.	Usado em	Des. N.º.

Estructura en vigas de acero al carbón, correa Sampla Miner 200, apoyada sobre rulemanes, mandriles de tipo autocompensador con montaje especial para posibilitar el estirado de la correa transportadora. Accionado por moto reductor y engranaje para cadena de rodillos. Dimensiones: 600 mm de ancho x 10.500 mm de largo. Pintura: base y acabado en esmalte sintético.

i. Distribuidor

Construcción en chapas de acero al carbón y vigas de acero al carbón laminado. Accionado con moto-reductor y engranajes para cadena, potencia 0.5 CV. Pintura: base y acabado con esmalte sintético.

j. Unidad de secado

Construcción en albanilería. Correa transportadora tejida con refuerzos transversales, accionada por cadenas con paso de 6" en los laterales. Moto-reductor de la estera con potencia de 5 CV. Extractores centrífugos para recirculación del aire caliente (generado exteriormente al proceso). Instrumentación para el proceso. Aislamiento térmico. Dimensiones: 4.000 mm de ancho x 21.000 mm de largo x 2.000 mm de altura.

k. Correa Transportadora del Producto Seco

Estructura con vigas de acero al carbón, correa Sampla Miner 200, apoyada sobre rodillos, mandriles del tipo autocompensador con montaje especial para posibilitar la expansión de la correa transportadora. Accionada por moto-reductor y engranaje para cadena de rodillos. Dimensiones: 600 mm de ancho x 9.500 mm de largo. Pintura: base con acabado de esmalte sintético.

l. Correa Transportadora (hasta los silos de depósito)

Estructura en vigas de acero al carbón, rechapado en chapa de acero al carbón, correa Sample Miner 200, apoyada sobre rodillos, mandriles de tipo autocompensador. Accionado por moto-reductor de 1.0 CV. Dimensiones: 600 mm de ancho x 44.000 mm de largo. Pintura: base con acabado de esmalte sintético.

m. Elevador de Cucharas

Vertical, chapa de acero al carbón. Completo con cono de entrada y embudo de salida. Accionado por motor eléctrico, trifásico, blindado con potencia de 6 CV. Altura de elevación: 10.000 mm. Pintura: base con acabado de esmalte sintético.

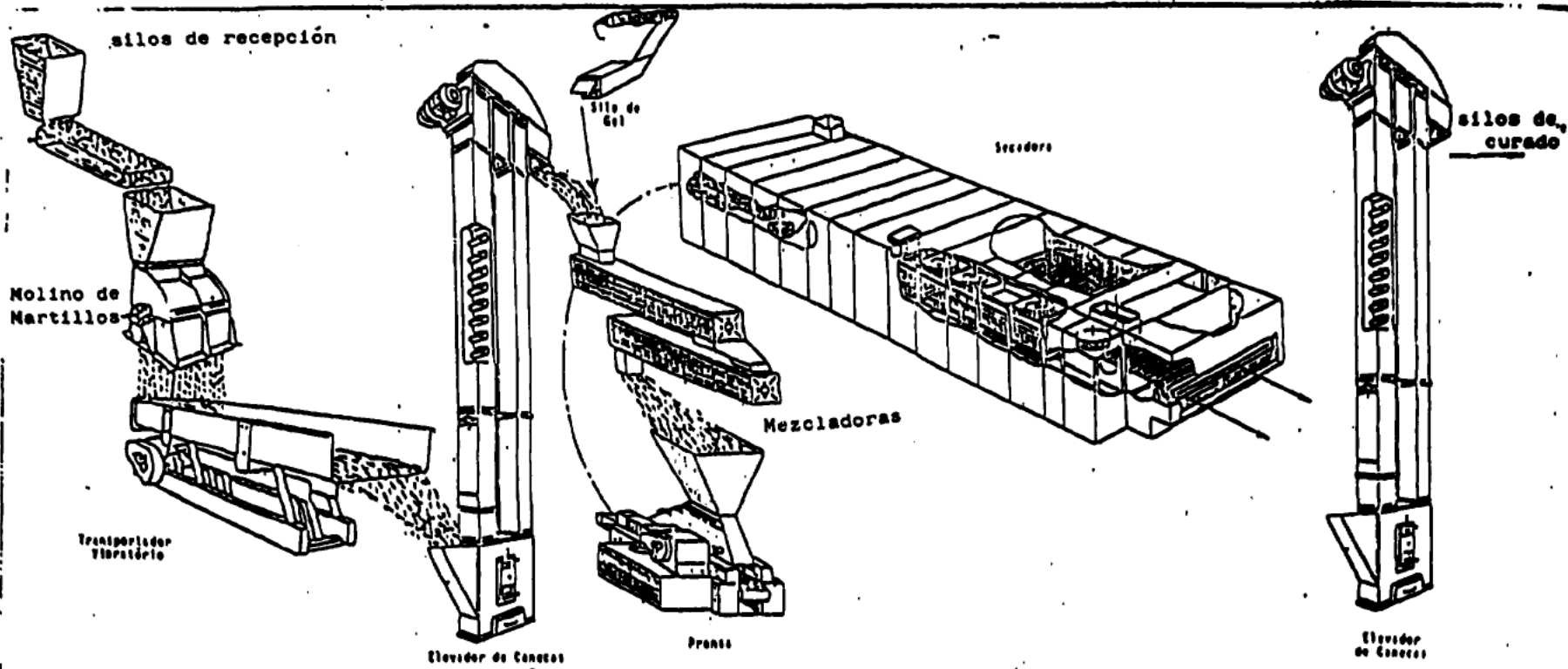
n. Estera Transportadora Reversible (llenado de los silos para depósito):

Estructura con vigas de acero al carbón, correa Sampla Miner 200, apoyada sobre rodillos, mandriles de tipo autocompensador. Accionada por moto-reductor y engranaje para cadena de rodillos. Dimensiones: 600 mm de ancho x 6.000 mm de largo. Pintura: base con acabado de esmalte sintético.

o. Silos de Depósito (2)

Construidos en chapas de acero al carbón y vigas de acero al carbón laminado, desmontables para facilitar el transporte. Dimensiones: 4.500 mm x 4.500 mm x 9.000 mm de altura. Pintura:

Fig. 5, C - Esquema del proceso - Segunda parte.



Des.		<p style="text-align: center;">☆☆☆</p> <p style="text-align: center;">Swedish Match do Brasil</p> <p style="text-align: center;">DIV. ARMET.</p>
Verif.		
Aprov.		
<p>NOME: ESQUEMA DE INSTALACIÓN BRIQUETADORA</p>		
Lista de peças N.º.	Usado em	Des. N.º.

base con acabado en esmalte sintético.

p. Transportador Vibratorio

Canaleta en acero al carbón. Accionado por bobina electromagnética de 740 Watts aproximadamente. Pintura: base con acabado en esmalte sintético.

q. Cinta Transporte (colecta briquetas de los silos de depósito)
Estructura en vigas de acero al carbon con correa Sampla Miner

200 apoyada sobre rodillos, mandriles de tipo autocompensador. Accionado por moto-reductor de 1.0 CV y engranaje para cadena. Dimensiones: 600 mm de ancho x 11.000 mm de largo. Pintura: base con acabado de esmalte sintético.

r. Cinta Transporte (Elevadora)

Estructura en vigas de acero al carbón, cubierta por chapa de acero al carbón, correa Sampla Miner 200 apoyadas sobre rodillos, mandriles de tipo autocompensador. Accionado a traves de moto-reductor de 2.0 CV y engranaje para cadena. Dimensiones: 600 mm de ancho x 30.000 mm de largo. Pintura: base con acabado de esmalte sintético.

s. Embolsadora:

Construída en chapa de acero al carbón y vigas de acero al carbón laminado. Compuesta por un cono, dos transportadores vibratorios para dosado, dos bolsas para pesado y un tubo de llenado.

VALOR TOTAL: US\$ 657.459,00

C.5 - ECONOMIA DEL PROCESO

C.5.1 - INVERSIONES FIJAS

	COSTOS (US\$)	TOTAL
- Equipos Industriales	650.000	
- Construcción Civil (2.000 m/2)	37.500	
- Oficinas Administrativas (120 m/2)	2.500	
- Equipos de laboratorio	30.000	
- Muebles y útiles	5.000	
- Vehículos	30.000	
- Instalaciones eléctricas, hidráulicas y seguridad	71.000	
- Equipo de aire caliente para secado	400.000	

		1.226.000

C.5.2 - CAPITAL OPERATIVO

- Finos (3.500.000 Kgr. a 7 Gs/Kgr)	35.000	
- Envases (1.000.000 a 26 Gs/env)	37.500	
- Personal (4 meses de operación)	71.400	
- Misceláneas	43.000	

		186.900

C.5.3 - INVERSION TOTAL - 1.412.900

C.5.4. FINANCIAMIENTO

	COSTOS (US\$)	TOTAL
- Amortización inversiones (10%)	65.000	

C.5.5. - GASTOS OPERATIVOS (MATERIAS PRIMAS Y VARIOS)

	COSTOS	TOTAL
- Carbón (finos a 7 G/Kgr.)	105.000	
- Almidón de mandioca (9% en peso)	135.000	
- Envases (3 millones de 4 Kgr. c/u)	112.500	
- Combustibles (12.000 litros)	3.000	
- Energía eléctrica (1. 10/6 kwh)		
- Mantenimiento general (5% de Ventas)	56.000	
- Personal Ingeniería 2 x 12.000	24.000	
Operadores 4 x 1.800	7.200	
Mecánicos 4 x 1.800	7.200	
Ayudantes 16 x 1.500	24.000	
Administrativos 5 x 1.800	9.000	
- Seguros Equipo, mantenimiento, Entrenamiento e Instalación	15.000	
- Gastos imprevistos (10 en ventas)	110.000	

		607.900

		672.900

C.6 - INGRESOS ANUALES

- Briquetas (4 millones bolsas de 4 Kgr.) Gs. 50/Kgr. briquetas	1.125.000
--	-----------

BASES PARA LOS CALCULOS

Cambio:	US\$= 700 Gs.
Precio de briquetas:	200 Gs/ bolsa de 4 Kgr.
Costo de finos de carbon:	7 Gs./Kgr.
Precio de bolsas de plástico:	20 Gs.
Energía Eléctrica:	175 Gs. el litro
Combustible:	
Precio del almidón de mandioca:	88 Gs./Kgr.

A P E N D I C E D

D. USOS ENERGETICOS DEL CV (COLABORACION CON EL PROYECTO PAR/83/010)

La producción de carbón vegetal para ACEPAR acarreará la producción de algunos subproductos con potencial de utilización en el mercado energético y/o industrial.

D.1. FINOS DE CARBON VEGETAL

La fracción del CVS con tamaños inferiores a 20 mm no es utilizada con la carga del alto horno y es desechada en diferentes puntos del proceso de fabricación. El rechazo total, aún en condiciones de buen funcionamiento del proceso, puede llegar fácilmente al 15% o más. La mayor acumulación de finos de producirá en la acería en Villa Hayes como rechazo del zarandeo del CVS previo a su mezcla con el mineral de hierro. Esas cantidades superarán fácilmente las veinte o treinta mil toneladas por año y podrán ser utilizadas en el mercado energético, a través de su quema directa en unidades industriales o después de su transformación previa en briquetes (Apendice C).

D.2. RECUPERACION DE VOLATILES

La madera ya seca, al ser degradada térmicamente durante la carbonización, genera productos volátiles, una fracción de los cuales puede ser condensada a temperatura ambiente recibiendo el nombre de alquitrán.

Los condensadores de alquitrán pueden ser instalados en los hornos de fabricación de CVS, sin embargo, esta es una actividad rentable solamente cuando la escala de producción de CVS en el local respectivo supera las 6.000 ton/año. En este caso puede esperarse rendimientos típicos de 60 ton/año de alquitrán.

El alquitrán puede ser comercializado directamente como combustible industrial o a través de sus productos obtenidos por destilación tales como pitch, aceite de creosota y otros.

D.3. GASIFICACION

El carbón vegetal puede ser usado para alimentar generadores de gas pobre, que reciben el nombre de gasificadores. A su vez, el gas pobre puede usarse para obtención de energía mecánica a partir de motores de explosión (ciclo Otto o Diesel). En las regiones productoras de CVS en Brasil, los gasificadores de CV se usan en camiones livianos o en grupos generadores de pequeña potencia (< 20 KVA). En Paraguay, la Facultad de Ciencias Químicas (FCQ) apoyada por ONUDI (Proy. PAR/83/010) procede al desarrollo de gasificadores de CV para usos automotores y de generación de energía eléctrica (4). Un convenio con SIDEPAR (PAR/85/001) asegura el abastecimiento de las unidades con CV proveniente de Campo Ocho.