

PLANTA SEMIINDUSTRIAL PARA EL APROVECHAMIENTO DE LA BIOMASA MEDIANTE TECNOLOGÍAS APROPIADAS

AUTORES: F. BENÍTEZ; A. SAMELA; E. UTGES; H. ATRIO; H. KEES; H. ZURLO; J. POCHETTINO; F. IBARRA; R. SPOTORNO.

GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN TECNOLOGÍAS ENERGÉTICAS APROPIADAS - G.I.T.E.A. -

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL. FACULTAD REGIONAL
RESISTENCIA.
FRENCH 414. 3500 RESISTENCIA. CHACO. ARGENTINA.
TELEFAX 0722 32683

RESUMEN:

Culminando el desarrollo experimental previo se construyó una planta a escala semiindustrial, de aprovechamiento integral de la madera, con una capacidad mensual de 30 ton de rollizos.

La planta cuenta con:

- Un secadero solar para maderas aserradas, complementado con la combustión de desechos de aserrado.
- Horno semitransportable para la carbonización de residuos de aserrado con recuperación parcial de productos de pirólisis.
- Gasógeno para finos de carbón (carbonilla), construido en ferrocemento, que alimenta un moto-generator para producir energía eléctrica.

El objetivo final es desarrollar un sistema autosuficiente en energía para realizar una explotación racional del bosque en zonas donde no llega la energía eléctrica convencional.

Para dar continuidad al proceso de secado en días lluviosos o de radiación insuficiente, se cuenta con un intercambiador de calor, de tubos, que opera con gases de combustión obtenidos de un gasógeno de leña.

Clasificando el carbón para su comercialización se obtiene la carbonilla para generar CO.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes del proyecto

Desde 1985 se comenzó a investigar sobre el comportamiento del Quebracho Blanco (*Aspidosperma quebracho blanco schlecht*), en estufa de ambiente controlado. Luego se construyó un colector solar para calentamiento de aire que después permitió la construcción de un secadero experimental de maderas aserradas mediante energía solar.

Posteriormente se incorporó la producción de carbón en hornos metálicos y la producción de fuerza motriz mediante un gasógeno utilizando finos de carbón (carbonilla).

Se logró posteriormente a nivel experimental, la producción de madera estabilizada para pisos entarugados y muebles de Quebracho Blanco.

También se experimentó con el calentamiento indirecto del aire, por combustión de desechos de madera, para hacer que el sistema sea independiente de las condiciones atmosféricas.

1.2. Elección del Quebracho Blanco

El Quebracho Blanco, es la especie maderable más abundante del bosque chaqueño. Sin embargo sólo se utiliza para trabajos rústicos -especialmente tarimas y durmientes- y muy poco para muebles, como sillas y camas de baja calidad y precio. Ello se debe a las deformaciones y defectos que presenta al secarse. Al decir de los carpinteros es una madera que "trabaja" mucho.

Si se eliminaran esos inconvenientes, su color claro con hermosas vetas y su dureza, la harían acreedora de una gran demanda, por ejemplo para pisos entarugados y parquet.

Los ensayos a escala experimental, realizados por el G.I.T.E.A. sobre secado, con energía solar de madera de Quebracho Blanco, han dado resultados muy alentadores, lográndose partidas con porcentajes de rechazos por deformaciones muy inferiores a los que producen los métodos convencionales. Además la madera, secada a humedad de equilibrio para la zona (alrededor del 11%), ha demostrado gran estabilidad dimensional en pisos y muebles.

2. OBJETIVOS TÉCNICOS

De acuerdo a los antecedentes citados, resulta lógico que la construcción de una Planta Semiindustrial contemplara un aprovechamiento integral de la madera.

El secadero solar de madera si bien fue diseñado para tratar Quebracho Blanco, podría también ser utilizado en el procesado de otras maderas, autóctonas o no.

Para aprovechar mejor la madera, se utilizan los costaneros, recortes y rechazos para obtener carbón, mediante hornos mixtos de mampostería y acero que son de fácil instalación y operación.

El carbón se clasifica por zarandeo, vendiéndose el tamaño comercial y aprovechándose los finos (carbonilla) para producir energía.

Esto se logra mediante el uso de un gasógeno de flujo descendente, de ferrocemento, con un diseño sumamente simple, que alimenta a un motor de combustión interna acoplado a un generador de energía eléctrica.

La producción de energía abastece totalmente la que demanda la operación del secadero y queda un excedente para alimentar parte del aserradero.

Con esta instalación se consigue:

- * Mejorar las cualidades físico-mecánicas de la madera de Quebracho Blanco, revalorizándolo comercialmente y ampliando sus posibilidades de aplicación.
- * Disminuir los costos de flete. En el caso de la madera por la disminución de peso debido a la pérdida de agua y a la ganancia de espacio útil por la escuadría, y en el carbón por reducción de peso (frente a la leña) en relación 4 a 1.
- * Generar energía, disminuyendo el costo para el aserradero y eliminando la carga sobre la red provincial -muy exigida- especialmente en la temporada calurosa.
- * Ensayar un sistema operativo completo a escala de planta semiindustrial.

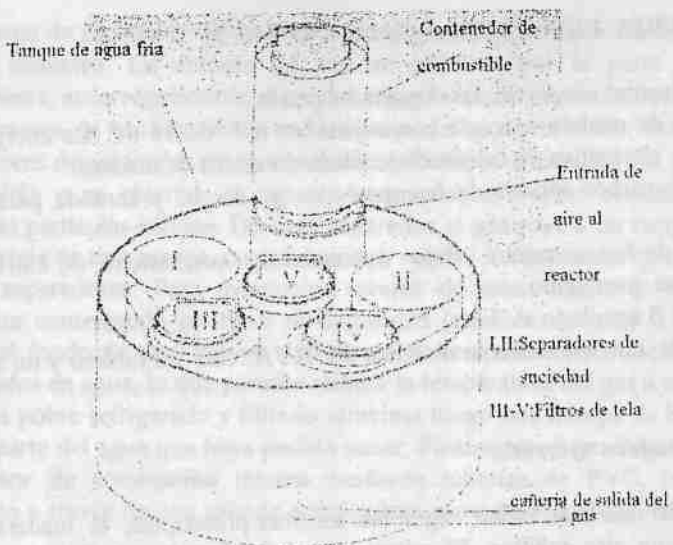


Figura 1: Gasificador de carbon de tiro descendente, construido en ferrocemento

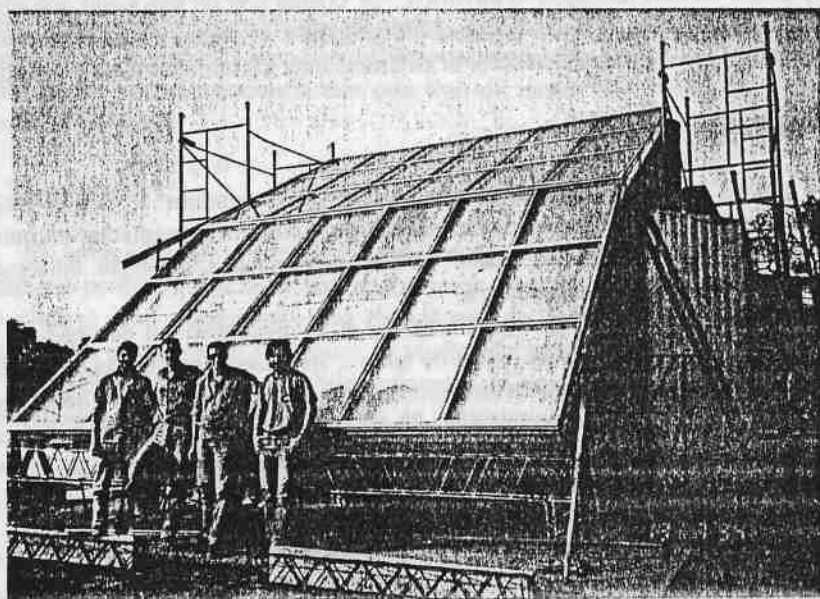


Figura 2: Colectores solares del secadero de maderas

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La planta semiindustrial consta de las siguientes partes:

3.1. Un secadero de madera aserrada con capacidad útil de 18 m³. La energía para el secado es solar, con alternativa de calefacción utilizando restos de madera.

3.2. Hornos de carbón mixtos de mampostería y acero y zaranda para clasificar carbón.

3.3. Gasógeno de ferrocemento, flujo descendente, con sistema de enfriamiento y limpieza del gas pobre producido.

3.4. Motor Ford V-8 acoplado a:

3.5. Generador de corriente alterna de hasta 50 KVA con un tablero y un sistema de regulación.

3.1 Secadero de madera aserrada

Consta de un recinto donde se estiba, según las técnicas prescritas, la madera aserrada húmeda, secándose con aire caliente. El mismo es calefaccionado mediante un colector solar de placas planas paralelas con cobertura simple de vidrio y placa absorbente de chapa de aluminio tratada a fin de que convertirla en una superficie selectiva, de acuerdo al principio de radiador de cavidad.

El aire, circula en circuito cerrado y se distribuye mediante ventiladores de 1 CV y 1/3 CV convenientemente ubicados. Con aberturas de exclusas, puede renovarse el mismo cuando ya no es apto para secar (humedad relativa alta). Como complemento para dar continuidad al proceso en días nublados o lluviosos, se cuenta con un gasógeno que opera con leña (residuos del aserrado). El gas combustible generado se quema en una cámara de combustión y los gases resultantes ceden calor al aire mediante un intercambiador de tubos.

3.2 Hornos de carbón

Son de tipo mixto, con base, canales de aire, bocas de encendido y primer tramo cilíndrico vertical construidos en mampostería de ladrillos comunes, asentados en barro. El cilindro superior, la tapa, chimenea, "araña" para el enfriamiento, bandejas colectoras de alquitranes y accesorios son de chapa negra.

En principio se construyó un horno y de acuerdo a la disponibilidad de residuos de aserrado se tratará de alcanzar el número ideal de cuatro, trabajando en batería. Para ello sólo serán necesarias las construcciones de mampostería y una parte de metal más, pues con el módulo de operación desarrollado bastarán dos juegos de partes metálicas.

La disposición será en círculo y el movimiento para el armado y desarmado se hará mediante la grúa giratoria, ya instalada, sobre un eje central, munida de un aparejo de 650 Kg de capacidad.

3.3 Gasógeno

El sistema de gasificación seleccionado es el introducido por el Asian Institute of Technology (AIT) Bangkok por Robert Reines y el construido y ensayado por FLEUS en la Universidad de Bremen. El gasógeno se construyó en ferrocemento, de manera artesanal. El hornillo de combustión está revestido de material refractario. Una protección adicional, de cenizas de cascarilla de arroz, aísla la pared de ferrocemento de las altas temperaturas del hornillo. En la figura 1 se muestra un esquema del sistema de gasificación, enfriamiento y purificación del gas.

La carga de carbonilla del gasógeno descansa sobre una parrilla de hierro soldado de 30 cm de diámetro. La entrada de aire se produce por la parte superior del hornillo anularmente, autorregulándose el caudal según la demanda instantánea de gas del motor.

El sistema de purificación y enfriamiento del gas producido, está constituido por dos separadores de partículas de tipo ciclónico, ubicados a la salida del gasógeno y trabajando en paralelo y su objetivo es separar restos de carbonilla, cenizas y cualesquiera otras pequeñas partículas sólidas. De cada separador el gas pasa a un recipiente que contiene un filtro de tela de tipo manga, cuya función es retener las partículas que hayan pasado a través de los separadores. Para eventuales roturas de estos filtros se ha instalado un tercer recipiente conteniendo un filtro de seguridad (también de tela). Los 5 recipientes están fijados al fondo de otro mayor - asimismo de ferrocemento - que los contiene y trabajan sumergidos en agua, lo que permite reducir la temperatura del gas a menos de 70°C.

El gas pobre refrigerado y filtrado atraviesa luego una trampa de humedad que retiene la mayor parte del agua que haya podido pasar. Finalmente el gas llega al sistema de admisión del motor de combustión interna mediante tuberías de PVC, incorporándose el aire necesario a través de una válvula dosificadora provista de un filtro de aire del tipo baño de aceite.

3.4 Motor Ford V-8

Se lo ha seleccionado por varias razones:

- a) Su potencia es compatible con la necesaria para un aserradero de medianas dimensiones, funcionando con gas pobre.
- b) Es robusto y puede conseguirse a un costo accesible.
- c) Es ampliamente conocido en el medio, por lo que su funcionamiento y reparaciones menores no necesitan la atención de personal especializado.
- d) El grupo posee experiencia con este tipo de motor por haber trabajado con uno igual bastante tiempo.

3.5 Generador

El generador de corriente alterna está acoplado al motor mediante el embrague de éste que permite arrancar en vacío. La unión se realiza a través de poleas y correas, para lo cual se han seleccionado los diámetros, de manera que la velocidad nominal del generador corresponda al régimen de vueltas del motor de mejor rendimiento.

El tablero cuenta con el instrumental de medición, regulación, control y con las protecciones normales para este tipo de instalaciones.

4. INNOVACIONES Y/O VENTAJAS APORTADAS POR EL PROYECTO

Para explicitar mejor este punto conviene hacer algunas consideraciones previas con respecto a los métodos de secado.

El secado artificial, o convencional es relativamente costoso debido al consumo de energía, estimado en 60 a 70% del requerido para el procesado total de la madera en el aserradero. Esto dificulta su aplicación, ya sea por los altos precios de la energía convencional y sus previsible aumentos en el futuro, o por no disponerla en la cantidad suficiente como ocurre en zonas marginales y aisladas de nuestra región.

Otro aspecto es que el rechazo, que se obtiene al secar convencionalmente el Quebracho Blanco, es elevado.

En cuanto al método natural (aire libre), los períodos son relativamente largos, y no se alcanzan las humedades de equilibrio higroscópico (estabilidad).

Lo anterior implica grandes inmobilizaciones de capital, para satisfacer una demanda dada.

El intermedio, los de tipo invernadero o "Green house", son de bajo rendimiento, baratos, aunque dependientes de las condiciones climáticas (lluvias, cielo nublado, bajas temperaturas).

Los de circulación natural, también de relativo bajo costo, pero de tamaños más voluminosos, también tienen el inconveniente de la fuerte dependencia de las condiciones climáticas, lo que los hace inapropiados para producciones industriales a término en cantidad y calidad.

El sistema propuesto en el proyecto tiene las ventajas de ser de más bajo costo que el convencional tanto en su instalación como en su funcionamiento, ya que usa fundamentalmente la radiación solar, y se complementa con la combustión de desechos de aserrado, haciéndolo independiente de las condiciones atmosféricas.

Esto significa que baja los costos de secado, con tiempos ciertos, acordes a la producción industrial, y minimiza la inmobilización de capital.

De acuerdo con las experiencias realizadas el método de secado solar es apropiado para obtener bajo porcentaje de rechazo en el Quebracho Blanco.

En la generación de energía eléctrica a partir de residuos es obvio que se aportan ventajas, ya que se:

- * ahorra combustible fósil.
- * disminuyen costos para el aserradero y carpintería de obra.
- * elimina carga sobre la red provincial -muy exigida- especialmente en las temporadas de altas temperaturas.

Además se agregan otros beneficios:

- * El volumen de residuos de aserraje y carpintería, es tan importante, que alcanza con exceso para abastecer de energía al aserradero y carpintería, una vez convertidos los mismos en energía, a través de la gasificación directa o del carbón que se fabrique. La disponibilidad de carbón (mucho mayor que el utilizado en el gasógeno) dará un ingreso adicional a la explotación.
- * La eliminación del desperdicio, que de no ser aprovechado, ocasiona problemas de almacenaje y gastos adicionales para resolverlo.

5. PERSPECTIVAS MEDIATAS

Concretada ya la etapa constructiva se comenzará con tareas complementarias de seguimiento y toma de datos meteorológicos, físicos y químicos de la madera, carbón y gas generado. Ésta la realizarán los profesionales, técnicos y becarios de la Fac. Reg. Rcia de la U.T.N. y el apoyo del I.N.T.I.

Los objetivos serán determinar la performance: del colector solar, del conjunto colector-secadero y de la generación de energía eléctrica en forma continua mediante gasógeno-motor-generator.

También se estudiará la producción de carbón a los efectos de optimizar el aprovechamiento de los residuos de madera.

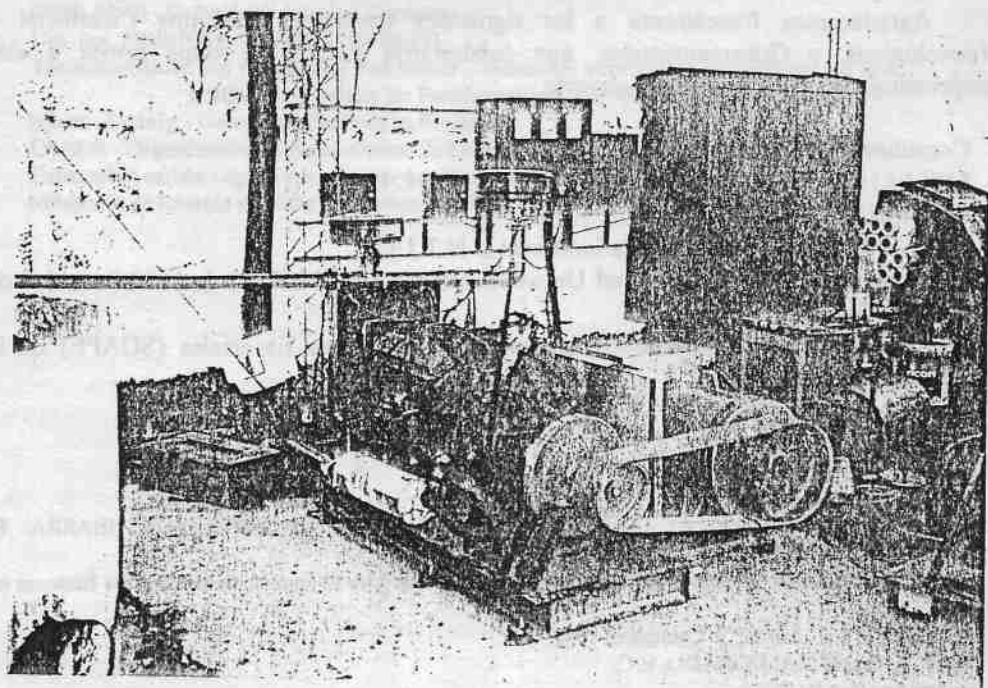


Figura 3: Motor de combustión, generador eléctrico, y cañerías para gas y nafta.

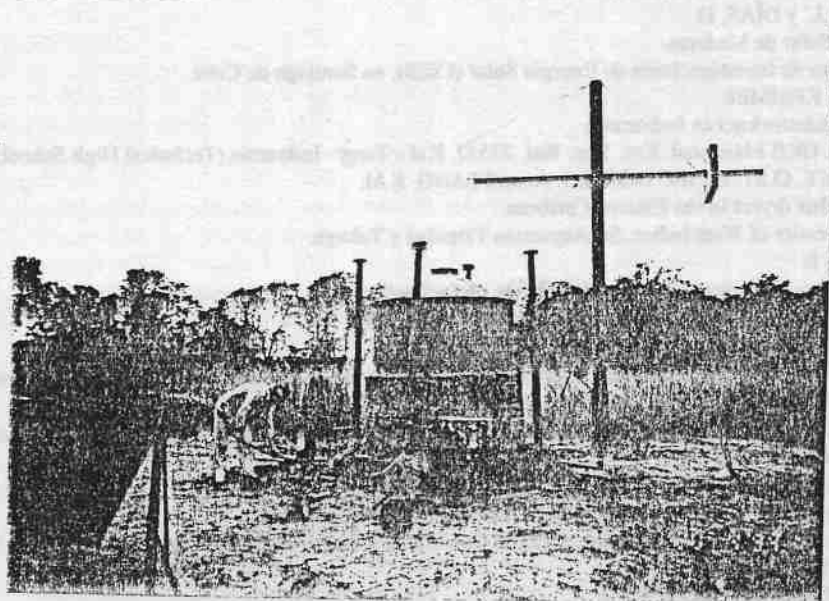


Figura 4: Ciclo de carbonización. Etapa de secado

6. RECONOCIMIENTO

Agradecemos francamente a las siguientes Empresas, Institutos Científicos y Tecnológicos, y Gubernamentales, que colaboraron durante la etapa previa a este emprendimiento y participan actualmente.

- Consultoría Oscar Grimaux y Asoc. S.A.T.
- MELLI Hnos. Construcciones Chaqueñas S.A.C.I.C.I. y F.
- INDUMET S.R.L.
- Instituto Nacional de Tecnología Industrial (I.N.T.I.)
- Forschungslabor für Energie und Umweltschutzsysteme (FLEUS) de la Universidad de Bremen - Alemania.
- Secretaría de Organización Administrativa y Programas Especiales (SOAPE) de la Provincia del Chaco.

Referencias:

- BENITEZ, F; SAMELA, A; UTGES, E; KEES, H; ATRIO, H; ZURLO, H; IBARRA, F; POCHETTINO, J.
Unidad Demostrativa de Tecnologías Energéticas Apropriadas para el aprovechamiento de la Biomasa en el Medio Rural.
Actas de XV R.T. ASADES. Catamarca 1992.
- PECK, E.C. and MALDONADO, E.C..
Drying by Solar Radiation
Forest Products Research Journal, Vol. 12, Número 10 (1962) pág. 587 y 488
- SIMPSON, W.T.; TSCHERNITZ, J.L.
Solar dry Kiln for tropical latitudes
Forest Products Journal, Vol. 34, 5 de mayo de 1984.
- BÉRRIS, J. y DÍAS, D.
Secador Solar de Maderas.
Del Centro de Investigaciones de Energía Solar (CIES), en Santiago de Cuba.
- REINER KEMMER
Solarer Holzrockner in Indonesien
c/o STM. GKE Mandonai. Kec. Kap. Bar. 73552. Kal - Teng - Indonesia (Technical High School).
- HEADLEY, O.ST. C.; MC DOOM, I. A. and TANG KAI.
Solar timber dryers in the Eastern Caribbean.
The University of West Indies, St. Augustine Trinidad y Tobago
- REINES, R
Gasifier Engine Project at the Asian Institute of Technology.
Final Report GTZ Proj. N° 88.2001.1-01.100 - August 1989
- Arbeitsgruppe FLEUS:
Entwicklung, Bau und Erprobung einer standardisierten Holzkohle - Gaserzeugeranlage zum Betrieb von Gasmotoren mit 2-10 kW mechanischer Leistung.
Abschlußbericht BMFT - Forschungsprojekt Nr. 0326583 A.FLEUS/FBProduktionstechnik, Universität Bremen. Bremen, April 1992.
- BUI TUYEN; REINER LOOF
Multistage Reactor for Tar Cracking in Thermal Gasification of Wood.
Paper, presented at the Second International Conference Energy from Biomass Residues, Kuala Lumpur, Malaysia, August 1992
- GRAF, U. and WITKOWSKY
Low Cost Charcoal Gasifiers for Rural Energy Supply in Developing Countries
7th European Conference on Biomass for Energy and Environment, Agriculture and Industry. Florence, Italy, October 1992.
- EMRICH, W.

Handbook of Charcoal Making.

Solar Energy R. and D. in the European Community, Series E, Energy from Biomass: V: 7. (EUR. 9590) - D. Reidel Publishing Company.

- Dip. Ing. FREIHERR VON FÜRSTENBERG

Einfachverfahren zur Herstellung von Meiler - Holzkohle verschiedene Meilertypen auf dem Prüffeld del Instituts für Forstbenutzung und Forstliche Arbeitwissenschaft.

Albert - Ludvig - Universität Freiburg in Breisgau.

- OLADE - Organización Latinoamericana de Energía.

Curso sobre carbón vegetal para Centro América.

Ministerio de Energía y Minas de Guatemala - 1983

RESUMEN

La producción de carbón vegetal para propósitos diferentes se describe en este libro. Se describe el proceso de producción a nivel mundial en términos de materias primas, métodos de producción, tipos de carbón vegetal, usos, ventajas y desventajas de los diferentes tipos de carbón vegetal y su producción en Guatemala, incluyendo un estudio de la producción del carbón vegetal en Guatemala.

Se describe también el uso de carbón vegetal para diferentes propósitos, como la producción de energía.

Se describen también los tipos de carbón vegetal de 1.ª y 2.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 3.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 4.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 5.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 6.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 7.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 8.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 9.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 10.ª mano.

Se describen también los tipos de carbón vegetal de 1.ª y 2.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 3.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 4.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 5.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 6.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 7.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 8.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 9.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 10.ª mano.

Para cada uno de los tipos de carbón vegetal se describe el proceso de producción y se describen los tipos de carbón vegetal de 1.ª y 2.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 3.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 4.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 5.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 6.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 7.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 8.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 9.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 10.ª mano.

1. INTRODUCCIÓN

En el mundo, existen una gran variedad de tipos de carbón vegetal, que se producen a partir de diferentes tipos de materias primas y en diferentes condiciones de producción. Este libro describe los tipos de carbón vegetal de 1.ª y 2.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 3.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 4.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 5.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 6.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 7.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 8.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 9.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 10.ª mano.

Este libro describe los tipos de carbón vegetal de 1.ª y 2.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 3.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 4.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 5.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 6.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 7.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 8.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 9.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 10.ª mano.

El objetivo de este libro es describir los tipos de carbón vegetal de 1.ª y 2.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 3.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 4.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 5.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 6.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 7.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 8.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 9.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 10.ª mano.

En el mundo, existen una gran variedad de tipos de carbón vegetal, que se producen a partir de diferentes tipos de materias primas y en diferentes condiciones de producción. Este libro describe los tipos de carbón vegetal de 1.ª y 2.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 3.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 4.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 5.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 6.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 7.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 8.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 9.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 10.ª mano.

Este libro describe los tipos de carbón vegetal de 1.ª y 2.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 3.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 4.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 5.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 6.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 7.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 8.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 9.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 10.ª mano.

2. EVALUACIÓN PARA COMERCIALIZACIÓN NACIONAL DEL TIPO DE CARBÓN VEGETAL DE 1.ª Y 2.ª MANO

Este tipo de carbón vegetal se produce a partir de materias primas de 1.ª y 2.ª mano y se produce en condiciones de producción que permiten obtener un tipo de carbón vegetal de 1.ª y 2.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 3.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 4.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 5.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 6.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 7.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 8.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 9.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 10.ª mano.

Este tipo de carbón vegetal se produce a partir de materias primas de 1.ª y 2.ª mano y se produce en condiciones de producción que permiten obtener un tipo de carbón vegetal de 1.ª y 2.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 3.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 4.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 5.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 6.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 7.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 8.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 9.ª mano y los tipos de carbón vegetal de 10.ª mano.