La Regulación de Temperaturas y Velocidad de Trabajo, en la Destilación de la Madera

Por Jesús de la MAZA
Dr. Ing. de Montes, del Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias

INTRODUCCION

Podemos distinguir en la destilación cuatro fases fundamentales.

FASE 1: Durante esta fase la madera pierde el agua que encierra. Si se trata de madera de resinosas, además del secado, se produce incluso el arrastre de algunos aceites esenciales.

FASE 2: A medida que se eleva la temperatura comienza el desprendimiento de gases, acompañado de un fenómeno de disociación de los mismos y con ligera formación de productos: ácidos acético y fórmico, derivados metilénicos, etc.

FASE 3: Desintegración total. La temperatura de la madera supera la del recipiente en que se encuentra (reacción exotérmica). El volumen de gases aumenta notablemente y análogamente los destilados.

FASE 4: Disminuyen los volúmenes de gases y de destilado, así como la temperatura de la madera. Poco a poco se produce un agotamiento y enfriamiento del residuo carbonoso, hasta una temperatura determinada próxima a la del ambiente.

La figura núm. 1 indica las producciones de gases y de condensado a diferentes temperaturas. La figura 2 nos muestra la composición de los gases también en función de la temperatura.

En los procesos discontinuos de destilación las fases se suceden en el tiempo; en los continuos en el espacio.

El control de temperaturas en el proceso continuo exige una perfecta regulación, tanto de la velocidad de paso de la madera de una zona a otra como de las temperaturas que pueden alcanzarse en cada una de ellas, las cuales, en mayor o menor medida, pueden condicionar las de las zonas próximas.

Es por tanto del máximo interés dar a la leña la temperatura adecuada y el tiempo suficiente en cada fase para tratar de obtener el máximo rendimiento.

De una manera general podemos establecer:

— Una temperatura insuficiente producirá una destilación parcial de la leña, con producción de tizos (leña m medio carbonizar). La producción de gases será escasa, así como la de destilado, y éste tendrá, por otra parte, una riqueza muy baja.

— Una temperatura excesivamente alta conduce a un residuo carbonoso pequeño, mientras el destilado y los gases serán muy abundantes.

— Una temperatura alta y con elevación rápida de la misma produce gases abundantes y poco destilado.

— Una temperatura baja, conelevación lenta, nos aumenta el destilado y los subproductos del mismo.

— A temperaturas iguales, cuanto más lenta sea la elevación, menor será el rendimiento en alquitrán y mayor el de carbón.

La temperatura en la fase final de la destilación nos interesa sea lo más alta posible, para llegar a un agotamiento total de las materias volátiles del carbón; el destilado acuoso será también alto; el carbón, además de menos volátiles, tendrá una mayor riqueza en carbono libre por la formación de earbono secundario (Klason) y será más duro y poroso. Presentará así un mayor poder absorbente y menor densidad.

DESTILACION EN HORNO CONTINUO SIFIC

La figura núm. 3 nos muestra las temperaturas **normales** en **cada** zona, así como **una indicación aproximada** de las fases antes descritas.

TEMPERATURAS EN LAS ZONAS 1 y 2

Corresponden a la fase de secado de la leña, y vienen influidas por la temperatura núm. 3 en cuanto a su calentamiento y por la humedad de la leña en cuanto a su enfriamiento.

Si la temperatura baja mucho durante el trabajo, se requiere esperar; es decir, no descargar el carbón por la parte inferior del horno. Si sube excesivamente, las **causas** pueden ser cuatro.

1. **Poca** densidad de carga.
2. Temperatura excesiva en la zona 3.
3. Retraso en las descargas.
4. Gran Volumen de gases en la zona de inyección.

Las tres primeras no requieren explicación, en cuanto a la número 4 diremos que la altura del horno está calculada para que en su parte alta se alcancen los 100-120" necesarios **para** secar leña.

El calor necesario de la destilación proviene de la reacción **exotérmica** (fase 3) y de la combustión de una parte de los gases incondensables procedentes de la propia **destilación,** los cuales se inyectan en I. Si aumentamos el volumen de éstos sin modificar las demás condiciones, la temperatura del horno subirá. Perderemos así más calorías; necesitaremos más superficie de condensación; serán mayores la velocidad del **ventilador** y las **pérdidas** en las columnas de lavado y tendremos una destilación a temperatura elevada, con los inconvenientes que ya hemos citado en la introducción.

TEMPERATURA EN LA ZONA 3

Esta es la zona más importante para la destilación. Desde la 3 a la 7 tenemos la fase **exotérmica.**

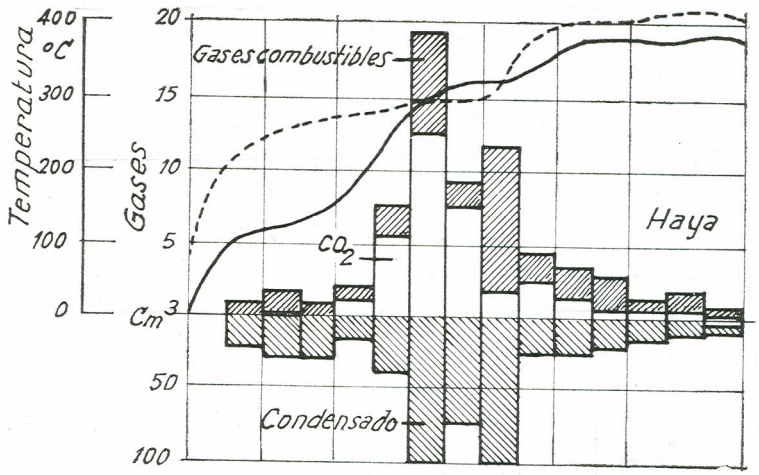


Fig. 1 (Según Klason)

La inyección de gases **se** hace entre las zonas 6 y 7; éstos en su **ascenso** van calentando la madera hasta llegar a la 1 y 2. La temperatura de combustión de los gases es aproximadamente de **1.100°** y se la hace descender hasta **600°,** mezclándolos con gases fríos, que además de reducir el exceso de aire de la combustión, disminuyen la **temperatura.** Si el paso de la madera por la zona 3 es muy rápido **—lo** que ocurre cuando se realizan muchas descargas de **carbón—,** pretendiendo forzar la velocidad de trabajo del horno, cabe el que esos gases no cedan todo el calor a la leña. Aumentando entonces el volumen de gases, la zona 3 se encontrará a temperatura elevada —por **causa** de los mismos— y no por el **proceso** exoténnico, que **se verificará** sólo parcialmente. En resumen: tenemos pérdidas de calor, destilación incompleta y además los **problemas,** ya citados, originados por el exceso de gases.

TEMPERATURAS EN LAS ZONAS 4 Y 5

El proceso **exotérmico** se verifica en estas zonas y la **temperatura** va aumentando hasta llegar al **máximo** en la zona de inyección. Lo mismo que antes, **podemos** decir que la temperatura de estas **zonas** es consecuencia de la reacción **exo-**

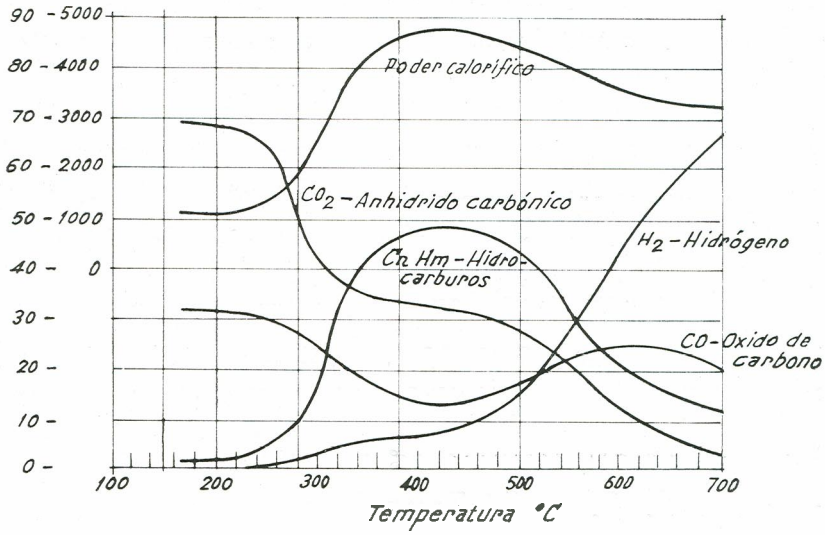
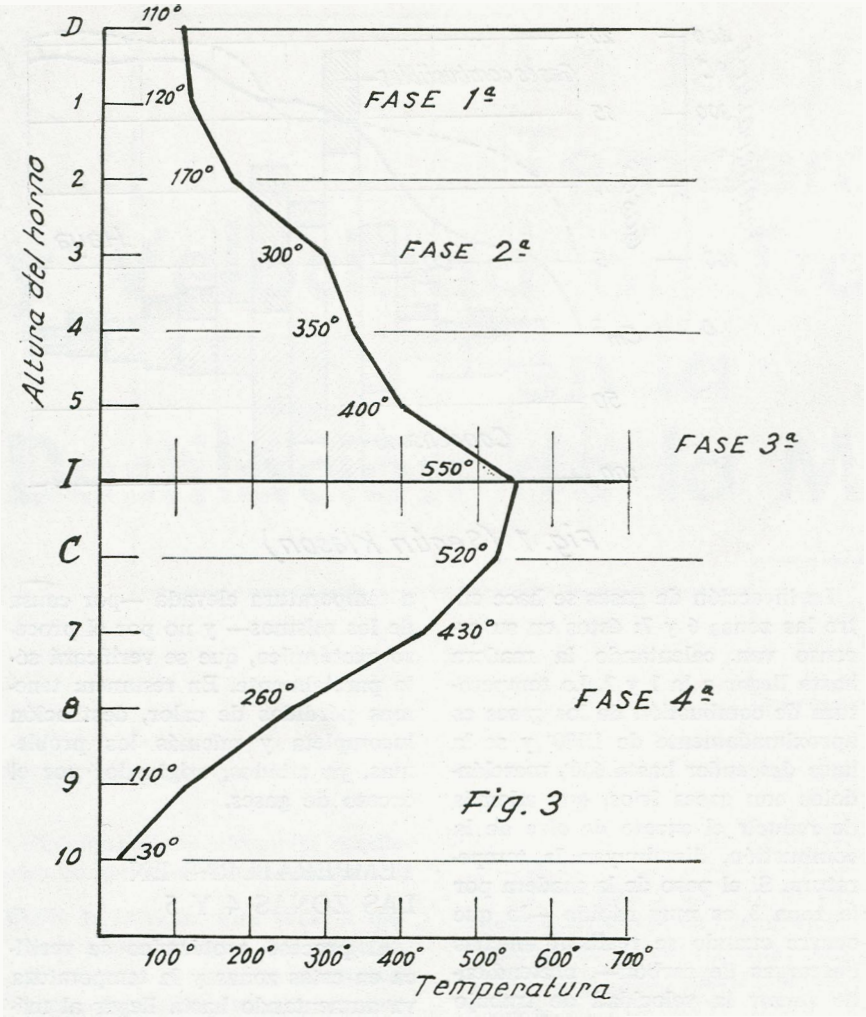


Fig. 2 (Según E. Juon)



térmica y de la inyección de gases. Manteniendo el volumen mínimo de éstos, la velocidad de **destilación, que puede ser variable por causa de la humedad de la leña,** vendrá **definida por** las **temperaturas** alcanzadas en **estas** zonas.

TEMPERATURA EN LA INYECCION

Vemos en la figura que ésta es de 550" originada por la combustión de los gases a temperaturas **constante;** el volumen podemos llegar a hacerle variar si la humedad de la leña nos impide levantar las temperaturas **del horno.** Debe procurarse no obstante que el mismo sea mínimo. Volumen de gas y velocidad de descarga son entonces los factores que nos regulan la marcha. A mayor volumen más rápida será la elevación de la temperatura y más rápida puede ser la descarga; sin embargo, es **preciso** mantenerse dentro de ciertos límites. El rendimiento en carbón y su **calidad** —quizá éste **sea** el índice más &-ro del control de la destilación— viene influido por un aumento de los gases, pero a partir de cierto momento puede ser causa de destilaciones incompletas y, por consiguiente, de pérdidas. Cuando la humedad de la leña **es constante** puede también considerarse constante el volumen de gases; no es que no existan otros factores, **pasmo** de la leña, temperatura exterior muy baja, etc., pero, sin duda, **es** la humedad la que más influye. **Una** cifra aproximada es la de 180-200 m^3/h de gases para 60 Tns. de **leña/día** con el 10 por 100 de humedad. En la última parte de este artículo veremos la influencia de estas temperaturas sobre los rendimientos.

TEMPERATURAS EN EL CONO

El cono se encuentra ligeramente por debajo de la inyección y próximo a ella, y nos marca de forma inequívoca la presencia de oxígeno en el circuito. Cuando existe oxígeno, se verifica una combustión y,

por consiguiente, un **aumento** de temperatura. Todo **ello** es **causa** de **pérdidas** de **rendimiento** de **carbón** y de aumento de **cenizas.**

Una marcha correcta exige en el cono 20-30° menos de temperatura que en la inyección. Siempre **que** no podamos mantener esta diferencia podemos esperar **una** pérdida de carbón y **las** *cenizas* del mismo serán mayores, **circunstancia** esta última que puede tener trascendencia para la **calidad** del producto.

TEMPERATURAS DE LA ZONA 7

Nos encontmmos al final de la fase **exotérmica.** Ya hemos visto que nos interesa mantener la temperatura lo más alta posible. Si introdujésemos demasiados gases dé enfriamiento obtendríamos **menos** carbón, menos volátiles y menos **destilados;** productos éstos que irán .absorbidos en el carbón al no **producirse** la reacción secundaria de **coquización** y la expulsión total de los mismos.

Si en esta zona **enfriamos bruscamente** el carbón, **cortamos** la destilación y no les damos **así salida.** Al poner después el carbón en **presenda** de oxígeno **se** autooxida, originándose una nueva pérdida. Aunque hagamos un enfriamiento **enérgico** en el horno sólo retrasaremos la **combustión.**

Por el **contrario,** si **dejamos** seguir el proceso agotaremos todos los volátiles, no habrá fenómenos de autooxidación y, por lo tanto, combustiones que nos originen pérdidas de **carbón.**

TEMPERATURAS EN LAS ZONAS 8, 9 Y 10

Mediante gas reductor frío y en la forma **que podemos** ver en **la** figura 3 **vamos** enfriando lentamente el carbón, dando **fin al proceso.**

CASOS PRACTICOS.

Admitiendo un .rendimiento de 100 para la curva normal de la figura 3, **veamos** lo que ocurre en diversas situaciones del horno.

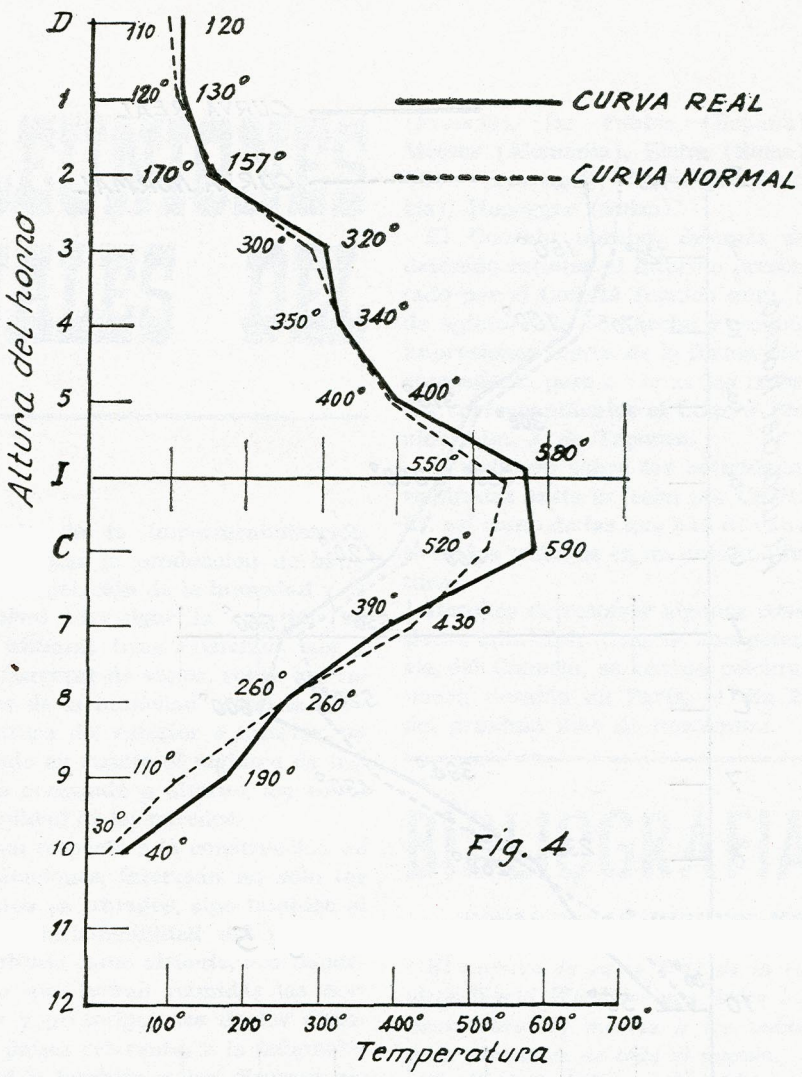


Fig. 4

— **Diagrama** de temperaturas de la figura 4.

Podemos observar que la **temperatura** del cono **es 10° más** alta que la de la inyección, prueba **inequívoca** de que **existe** combustión.

Consecuencias:

Producción de carbón	— 8 %
Aumento de **cenizas** en el carbón.	+ 30 %
Volumen de **aire** de combustión ...	220 m³/hora
Velocidad de trabajo	45 Tns. a 12 % de humedad
Producción de ácido	— 6 %
Producción de alcohol	— 4 %
Producción de alquitrán	—16%

— Diagrama de temperaturas de la figura 5.

La temperatura en el cono es de 40° más que en la **inyección;** la **combustión** es contable. En la cabeza tenemos **50°** más que lo normal. La marcha del horno **está** sostenida por los gases de **combustión** y no por la destilación completa de la madera.

Consecuencias:

Producción de carbón	—28 %
Aumento de cenizas **en** el carbón.	+ 50 %
Volumen de aire de combustión ...	276 m³/hora
Velocidad de trabajo	60 Tns/día a 14 % de humedad
Producción de ácido	— 8 %
Producción de alcohol	— 6 %
Producción de alquitrán	—16%

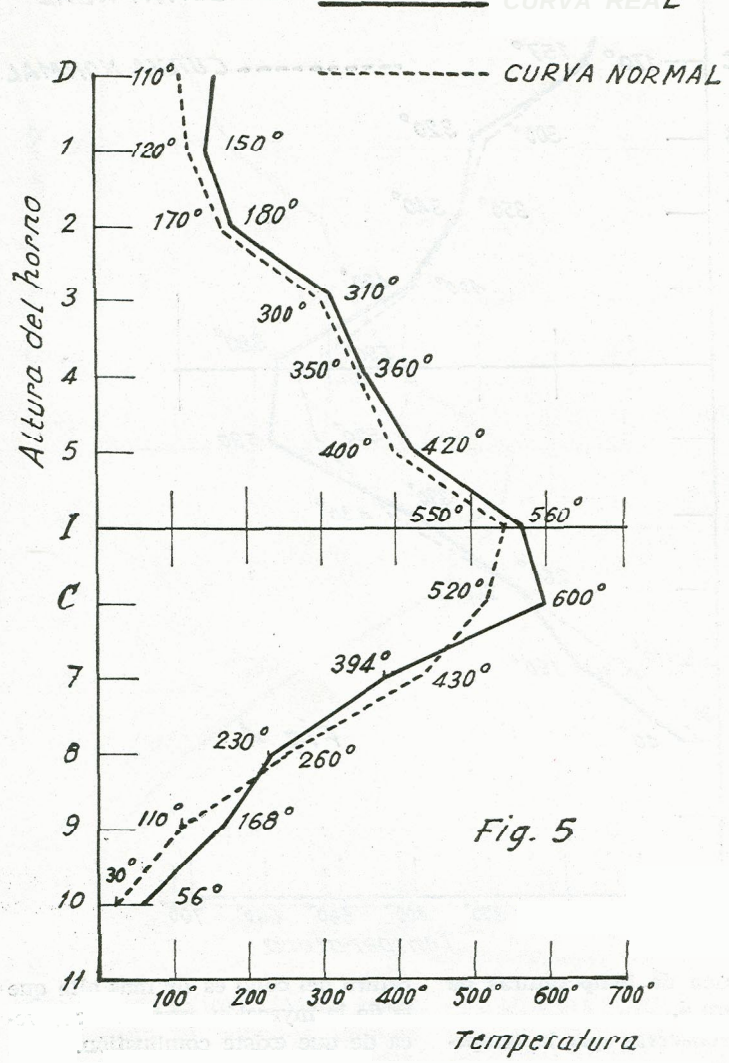


Fig. 5

de **incondensables** en el quemador del secadero, se precisan 10 **Kgs.** más

de alquitrán por tonelada de leña para suplir la pérdida.

En los dos casos tenemos **combustión** como **consecuencia** del ex-

la temperatura; en el segundo, en la zona del número 3 hay una elevación anormal de la temperatura, por causa de este exceso no dándose tiempo a verificar la reacción exotérmica en toda su amplitud. El aumento de la velocidad de trabajo es ficticio y las pérdidas de rendimiento notables.

La causa de la anomalía se encuentra en el exceso de humedad de la leña. Para elevar la temperatura hemos forzado la entrada de gases, tenemos combustión y enmascaramiento de la reacción exotérmica. El remedio para esta situación sería retardar las descargas de carbón, llevando la marcha más lenta. La temperatura subirá como consecuencia de la reacción exotérmica y no será preciso forzar la entrada de gases de combustión para elevar la temperatura del horno.

Situación similar, aunque más atenuada, podemos tenerla en el caso de estar pasmada la leña.

RESUMEN

1.º La destilación de maderas exige el tratar leña seca y sana; cuando no es así tendremos pérdidas de rendimiento o de producción.

2.º La conducta correcta del horno exige retrasar su velocidad de trabajo cuando las circunstancias son anormales y no tratar de paliar las anomalías con aumento de los gases de combustión.

J. de la M.