

MICRO-GASIFICACIÓN y TERMINOLOGÍA:

Glosario instructivo

Preparado por Paul S. Anderson ("Dr TLUD") (psanders@ilstu.edu)

14 November 2013 (primera publicación)

Traducido al castellano por Mercè Jara Muns Diciembre 2013

La última versión original de este documento está disponible en la "Resources section" de la página de internet de Dr TLUD :

<http://www.drtilud.com/resources>

Este glosario de términos sobre micro-gasificación es una guía de referencia recomendada para uso de no especialistas y para un posible uso escolar o formativo no especializado. El uso y la comprensión precisos de una terminología sobre la micro-gasificación (MG) facilita la consistencia en el aprendizaje, la discusión, y la redacción sobre la misma. La siguiente lista está enfocada en los aspectos de MG de cada término, e incluye algunas generalizaciones para mayor claridad y simplicidad. La numeración de los ítems se debe solo a motivos de conveniencia en lo que refiere a discusiones sobre el contenido del mismo documento.

1.Energía: Micro-gasificación (MG) principalmente implica energía térmica. El reducido formato que regularmente atañe a los prototipos de MG dificulta de forma considerable la producción de energía cinética y potencia eléctrica en las cantidades necesarias. Aún así, los modelos Sterling, generadores termoelectrónicos (TEG, Thermo Electric Generators) y potencia acusticotérmica (electricidad) son posibles usando calor por MG.

2.MG se centra en biomasa seca, pero existen otros combustibles de interés relacionados por una razón comparativa:

No-biomasas: Electricidad de energía solar, eólica, hídrica, y fuentes nucleares.

Combustibles fósiles (originales de la biomasa): sólidos (carbón mineral), líquidos (aceites, kerosenos, etc.), gas (gas natural), y casos especiales como el GLP Gas Licuado de Petróleo (butano, propano).

Combustibles líquidos procesados provenientes de biomasa: alcohol y biodiesel.

Biomasa húmeda para la generación de gas: biogas de digestión anaeróbica.

Biomasa seca para combustión y gasificación: madera, residuos agrícolas (cáscaras, restos de poda, carozo), pellets, briquettes, bambú, estiércol y mucho más. Las provisiones renovables y sostenibles son de valor elevado.

3.Calor: Energía térmica, que puede ser radiante (por incandescencia), conductiva (por contacto) , o por convección (por movimiento de una sustancia como gases calientes). Todas ellas importantes en micro-gasificación, teniendo en cuenta que la convección es dominante.

4.Combustión: Liberación de energía térmica de combustibles, por medio de complejos procesos de oxidación. Toda combustión de biomasa seca conlleva la producción y transformación de gases, y por lo tanto la gasificación.

5.Tres principales estadios de la gasificación: Pirólisis, gasificación del producto carbonizado, y combustión de gases. La pirólisis ocurre en primer lugar (carbonizando y liberando los gases), pero los tres estadios pueden acontecer casi simultáneamente en el corazón de un fuego común, o bien sucederse separada y distintamente en tiempo (cuando) y lugar (donde). Las necesarias provisiones de oxígeno (de las entradas de aire) para la gasificación del producto carbonizado (aire primario) y para la combustión de los gases (aire secundario) entran al juntos (indiferenciables) en un fuego común, por el contrario, en los gasificadores entran separadamente. La pirolisis es conducida por el calor, no por la presencia de oxígeno. Pirolisis es la conversión térmica de la biomasa que carboniza y crea gases. Pirolisis es esencialmente lo mismo que carbonización, dos términos distintos pero muy similares.

6. Gasificador: Aparato que tiene una o más de las tres etapas de la gasificación sucediendo en una situación controlada que puede permitir una intencional y significativa separación del sólido (biomasa carbonizada), líquido (aceites), gases, y energía térmica que están siendo producidos en el mismo. Esencialmente todos los gasificadores tienen un reactor en que la biomasa sólida seca es transformada en gases que pueden extraerse del reactor para usos diversos. Hay muchos tipos de gasificadores, algunos de ellos (Ej., “flash pirolisis units”) están explicados en otros documentos. *ver <http://www.drtilud.com/resources>

7. Dimensiones de los gasificadores: las dimensiones físicas están generalmente relacionadas a la salida de energía térmica (t) o eléctrica (e), o químicos derivados. Por ello las dimensiones están estrechamente relacionadas con la cantidad de biomasa de provisión consumida. Gasificadores muy grandes que consumían toneladas de biomasa por hora producían gas ciudad en 1800s y operaban en instalaciones industriales corrientes. Unidades más pequeñas para motorizar coches despuntaron en 1945. Pequeñas unidades individuales como las utilizadas para cocina doméstica, usando menos de un kilogramo por hora no funcionaron bien (o eran demasiado costosas) hasta que en 1980s Reed y Wendelbo independientemente originaron los llamados micro-gasificadores, que producían de 2 a 6 kW(t) de calor.

8. Dirección de flujo del gasificador: Las principales, y largamente establecidas, clasificaciones de gasificadores tienen su relación en la dirección del movimiento de los gases dentro de los reactores (donde los gases están siendo creados). Históricamente, la intención es crear el máximo de gases combustibles, dejando solo las cenizas inertes por sacar. Entendiendo entonces que, la consumición del carbón producido es intencionalmente completa. Típicamente la zona caliente (el área reactiva) es encendida en la base donde permanece, con el combustible necesario llegando a la zona desde donde este combustible pueda ser continuamente añadido.

9. Gasificador “Down Draft” (DD) [flujo descendente]: La zona caliente (area reactiva) está en la base (Bottom burning=BB[quemado de base]) donde el material carbonizado es consumido (mediante la adición de oxígeno, entrada de aire primario) durante y con la conversión de los gases pirolíticos (alquitranes, aceites, etc.) hacia combustibles más simples (H_2 , CO, metano, etc.) que son extraídos en la base para uso donde se quiera (en máquinas, procesos químicos, quemadores remotos) de quemado más limpio. Apuntese que los procesos pirolíticos (creando carbón y gases) ocurren más arriba en la cama de combustible donde el calor sube arriba hacia la biomasa desde la zona extremadamente caliente de la base de los gasificadores DD. DD(Down Draft [flujo descendente]) es sinónimo con DD-BB (Bottom Burning [quemado de base]) porque no hay otra variación de DD conocida.

10. Gasificador Up Draft (UD)[flujo ascendente], mejor designados como UD-BB: La zona caliente (área reactiva) está en la base (Bottom Burning=BB[quemado de base]) donde el combustible carbonizado caliente es consumido (mediante la adición de oxígeno, entrada de aire primario), con los resultantes gases calientes (mayoritariamente CO i CO_2) transportando el calor hacia la biomasa no procesada para ser primeramente secada (liberando el vapor de agua) para entonces ser pirolizada (por calor sin oxígeno presente), proporcionando A) más carbón (que eventualmente se moverá hacia la zona caliente) y B) gases combustibles adicionales que fluirán hacia arriba y fuera del reactor. Estos gases son más bien sucios (con largas cadenas de hidrocarburos como alquitranes y “humo”) y por eso son si bien, usualmente quemados (en un combustor de acoplamiento cerrado con entrada de aire secundaria separada) o bien enfriados para la producción de aceites o gases deseados. [Nota: La designación de UD (y DD) no debieran ser usadas si el aparato no es un gasificador. Por ejemplo, una estufa de carbón, un barril de quemado común, y un fuego de campo o una fogata, no son gasificadores incluso si el aire está fluyendo mayormente desde la base hacia arriba. El aire caliente sube, así que la mayoría de fuegos van hacia arriba, pero sin el control y la habilidad de separar y mover los gases intactos (no quemados) desde su lugar de producción, lo que es fundamental para la definición de gasificador]

11. Flujo “cruzado” o “combinado” (cross-draft) y otros flujos: de más bien menor importancia, y dejados a otros para intentar de definirlos.

12. TLUD como nombre: “TLUD” [ti-lod] ha devenido un “nombre-modelo” para la mayoría de micro-gasificadores. El nombre se origina como un acrónimo para los aparatos “Top-Lit Up-Draft” [encendido-superior, flujo-ascendente] que son mayormente identificados por un Frente de Pirólisis Migratorio (MPF, Migratory Pyrolytic Front) que es iniciado (encendido) en la zona superior y se desplaza

lentamente hacia la zona inferior. MPF es distintivamente diferente de las zonas calientes fijas (que no se desplazan) de los BB (Bottom Burning [quemado de base] y “bottom ignite” [encendidos en la base]) DD y UD descritos a lo largo de este documento. Los gasificadores TLUD deberían ser nombrados UD-MPF para distinguirlos de los gasificadores UD-BB, pero en 2004 se usó el término “Top-Lit” fue usado y el combustible una vez carbonizado no fue quemado en el aparato, que sería un BB. Aún así, durante la década intervenida, con creciente frecuencia fue observado que cuando el proceso del UD-MPF alcanzaba la base (fin de la pirólisis) del contenedor de combustible, el proceso de gasificación podía continuar en un modelo UD-BB. Por eso, actualmente hay dos tipos de TLUD (nombre del aparato gasificador), siendo uno TLUD-MPF y el otro TLUD-BB. Los dos tipos son de una bastante distintiva operatividad, y merecen un reconocimiento y estudio separados. El uso común del término “TLUD” significa hoy en día algo más de lo que TL (Top-Lit [encendido-superior]) puede significar. Por esto, para expandir apropiadamente el nombre TLUD y seguir preservándolo, observamos que TL acarrea también la connotación “Tiny Little” [pequeño, tamaño reducido] como el Tiny Little UpDraft [gasificador de tamaño reducido de flujo ascendente] o comúnmente conocido como “Micro-gasificador de estilo UpDraft”. Esta designación preserva lo establecido y comúnmente usa la designación de estufas TLUD y gasificadores TLUD para incluir no solo los gasificadores UD-MPF (o TLUD-MPF), sino también los aparatos de tamaño reducido con flujo hacia arriba UD-BB (o TLD-BB). En esencia, TLUD es un nombre para las estufas/procesos de pequeños gasificadores de flujo hacia arriba y no una descripción de que proceso (MPF o BB) está actuando. Aún así, esperamos que en un uso común, el nombre TLUD designe TLUD-MPF, a no ser que el modo UD-BB sea especificado. [Obsérvese que TLUD no incluye los gasificadores de tamaño reducido con flujo de aire descendente (DD, DownDraft), para los que el término “Micro-DD” parece ser apropiado.]

13. Gasificador TLUD- MPF: Los gasificadores UD-BB y los pequeños TLUD-BB son descritos (9) a lo largo de este documento en la discusión UD “UpDraft” [flujo ascendente], con énfasis en que la cama de combustible se mueve hacia abajo pudiéndose añadir nuevo combustible fresco en su zona superior. En relevante contraste, los aparatos y procesos TLUD-MPF (o UD-MPF) son distintivos porque la cama (o carga) de combustible es estática en la forma de un depósito de combustible a través del cual el frente (o zona) de pirólisis se mueve hacia abajo a través del ascendente aire primario. Después del encendido y la creación de la capa superior inicial de carbón, la muy limitada provisión de oxígeno ascendente se topa con la abundante presencia de los gases pirolíticos que se están liberando del combustible de biomasa seco. Algunos de estos gases son quemados, creando el calor necesario para la continuación de el proceso de carbonización/pirólisis. En una operación regular, muy poco o nada del combustible carbonizado es carbón-gasificado, (pero esto permanece como un tema de investigación activo sobre caracterización de materiales carbonizados y la presencia de sustancias no-carbónicas [materia volátil]) Otra vez, en este modo extremadamente distintivo, el proceso UD-MPF dirige virtualmente toda la pirólisis/carbonización del depósito de combustible antes de que una carbo-gasificación significativa empiece en el modo UD-BB. El cambio de modo UD-MPF a UD-BB es claramente señalado por el fin de las llamas amarillas de combustión de los gases pirolíticos, y aparece la evidencia de llamas de luz azulada debidas a la combustión del monóxido de carbono (CO).

14. Procesos de Reducción: La pirólisis de la biomasa conducida en ausencia de oxígeno, que ocurre en reductores y otros ambientes confinados como los de la producción tradicional de carbón en pilas enterradas de biomasa. Esencialmente, una pirólisis de reducción sucede en las áreas superiores de los gasificadores de flujo ascendente (UD-BB) y los de flujo descendente (DD-BB), donde hay biomasa más calor sin oxígeno presente. Los procesos de reducción en las estufas Anila, las cuales no son gasificadores ya que no hay manera de atender separadamente el control y acceso de los gases.

15. Semi-gasificadores: Dichos aparatos “quieren ser” o son parcialmente gasificadores y son etiquetados como “semi-gasificadores”. Hay muy poca claridad sobre estos prototipos y su demanda, que puede ser dejada a otros para probar de definirlos o justificar.

16. Las tres T's, Tiempo, Temperatura y Turbulencia: La combustión es mejorada (intensificada):
1) Alargando el **tiempo** en que los reactantes (aire/oxígeno y combustibles) están juntos,
2) Subiendo la **temperatura** de los reactantes (aire y combustible) o de su ambiente de contacto,
3) Incrementando la **turbulencia** de los reactantes para promover la mezcla.

17.Flujos (o ventilación): se refiere al movimiento esencial del aire y los gases combustible para alcanzar otras zonas durante el proceso de combustión. Por qué los gasificadores son aparatos de “aire-controlado”, entendiendo que las presiones y flujos son muy importantes. [En contraste, la quema mas tradicional es controlada por la provisión de combustible, así como 5 cortes de madera pueden hacer un fuego mayor que 3 del mismo volumen.] El flujo puede resultar tanto de una presión negativa como de una positiva.

18.Presión, negativa y positiva: La presión positiva resultante de el soplo o empuje de aire en la zona de fuego tiene muchas ventajas, como las experimentadas en fuego de campo con ventilador. Aún así, la presión positiva acentúa muchos problemas de pérdidas en el área de fuego o aparato. Estas fugas pueden ser peligrosas debido a las emisiones e incluso a la acumulación de gases combustibles con riesgo de incendio. La presión negativa producida por el empuje o succión de gases evita el riesgo de fugas exteriores, pero causa pérdida de control de los procesos de combustión por la entrada de excesivo aire primario o secundario.

19.Natural Draft (ND) [Ventilación Natural]: La Ventilación Natural es producida por la tendencia natural de los gases calientes a elevarse en relación con los gases de alrededor. La construcción de una chimenea “elevador de gases” sirve para mejorar (aumentar) este movimiento ascendente. Largas chimeneas pueden crear poderosas ventilaciones (flujos) naturales, pero pueden resultar caras en desventaja para los aparatos micro-gasificadores tales como estufas de cocina. Crear suficiente ND es un tema de mayor importancia en el desarrollo de estufas de cocina. La Ventilación Natural (Natural Draft, ND) solo puede ser creada por presión negativa, esto es, el empuje de aire en la zona de fuego.

20.Forced Air (FA) [Aire Forzado]: El flujo o ventilación puede ser creado por vías artificiales, tales como ventiladores, sopladores y compresores. El aire forzado puede ser por presión positiva (soplado o empujando aire en la zona de fuego) o por presión negativa (causando una inducción o el entranamiento de los flujos de gases, resultado del empuje de aire en ciertas zonas deseadas). FA puede referirse también a “Fan Assisted” [asistido por ventilador], pero no todo el FA [Aire Forzado] proviene de ventiladores. El aire forzado ofrece mayores ventajas en el incremento de la turbulencia para la mezcla de aire y gases que puede resultar, para mejor, en una combustión más completa.

21. Aparatos/estufas Super-turbulentas: Cuando aire forzado (FA) es altamente agresivo y cuidadosamente dirigido, la turbulencia puede convertirse en un aspecto dominante de al estufa. La tecnología Super-turbulenta ha sido llamada también “fan-jet” [ventilación a chorro], o incluso quizás tecnología “high-vortex”. En general, estos no son estufas gasificadoras en que los chorros de aire impactan los tres procesos de gasificación para ocurrir en un espacio confinado donde una combustión muy completa sucede. La pirolisis/carbonización, carbo-gasificación, y combustión de los gases no puede ser fácilmente, como en los gasificadores. Estos aparatos incluyen estufas de “pellet” y muchas estufas de cocina altamente sofisticadas (ACE Philips-FA and Biolite campstove). Clasificarlas como “estufas de ventilador” sería incorrecto y confundiría la representación de sus atributos tales como super-turbulencia/high-vortex/ventilador a chorro. Estas son un tipo de estufas en una categoría mas elevada que muchas de las “Estufas con Aire Forzado”

22.Estufas con Aire Forzado: [No “estufas de ventilador”, que es un termino que debiera ser evitado y no usado por diversas razones]:

1.La clasificación de sistemas debería relacionarse a los atributos y procesos más importantes que no a los más arbitrarios tales como partes componentes. Los ventiladores pueden ser usados en una gran variedad de estufas de cocina con ventilador o Aire Forzado que pueden ser discutidas como un grupo solo porque estas incorporan un ventilador en sus componentes, pero en cambio cada tipo de combustión es muy diferente debido a términos científicos fundamentales. Los animales que vuelan incluyen insectos, pterodáctilos, pájaros y murciélagos pero el vuelo de estos no es una base para el sistema biológico de clasificación.

2. Las estufas Super-turbulentas son normalmente conducidas por sopladores de gran potencia, no por ventiladores co-axiales bastante más débiles, así que referirse a éstas como “estufas de ventilador” resulta doblemente incorrecto.

3. Otras estufas con ventilador incluyen la Reed’s Woodgas Campstove, la Oorja, y muchos otros gasificadores TLUD-FA (micro-gasificadores de Aire Forzado) que son competitivos con estufas Super-turbulentas para emisiones más limpias.

4. Similarmente, la estufa Biolite Home es algo como una estufa Rocket-FA que necesita un reconocimiento apropiado.

5."Estufas de ventilador" debería incluir cualquier intento de usar un ventilador simplemente soplando en un fuego para hacerlo más fuerte. Técnicamente, un fuego con tres piedras y un ventilador, o un calentador con ventilador, o una estufa de carbón con ventilador, podrían clasificarse como "estufa de ventilador".

6.Usar un simple nombre como "ventilador" para las estufas de super-turbulencia/high-vortex/ventilador a chorro inhibe grandemente el desarrollo de una nomenclatura científica exacta para muchas estufas. Inclusive trabaja en contra de la clasificación de una posible estufa "high-vortex" usando presión negativa proveniente de Ventilación Natural (una chimenea alta) o un inductor de aire comprimido.

23. Otras características de las estufas: Para propuestas de grupos de discusión una característica compartida (pero no para hacer sistemas de clasificación), las estufas pueden ser caracterizadas en las siguientes características, o por las combinaciones listadas aquí:

1.Materiales de construcción: barro/adobe/ceramica, hoja metálica, metal ancho/fundido, madera, piedra, materiales especiales.

2.Tamaño del aparato: la altura es importante en algunas culturas.

3.Cantidad de calor producido: <2kw; 2<5; 5<10; 10<25; etc., o otras cantidades a discutir.

4.Predisposición a un tipo de cocción: ebullición, fritura, horneado, estofado, etc. incluyendo aparatos especiales como vaporizadores, tandori, etc.

5.Factores socio-económicos: costes, hecha en casa Vs. compra del aparato completo...

6.Las previamente mencionadas características de los combustibles usados o tipos de combustión que son bases principales de las más serias clasificaciones.

7.Obsérvese que "bueno" y "malo" son designaciones derivadas de personas, y no pueden ser la base de una clasificación científica de estufas. Aún así, la habilidad de una estufa de cumplir criterios estandarizados aceptados como niveles de eficiencia, emisiones, seguridad, etc. están entre las descripciones útiles y agrupaciones de estufas.

8.Hay muchas más características de las estufas, especialmente refiriendose a los micro-gasificadores.

24.Combinación de estufas: Esto se refiere a la práctica de cocina que usa más de un tipo tecnología de estufa de cocina durante la preparación de una comida. Por ejemplo, el uso de una TLUD o una estufa Rocket para calentar una olla de comida que luego es introducido en una estufa solar para cocer. No se refiere a colocar una estufa encima de otra, aunque, en el caso de la estufa T-Char la combinación ocurre de las dos maneras figurativa en secuencia de tiempo y literalmente en altura física.

25. Producción de Biochar en aparato/estufa:

1. Esto no se refiere a estufas que solo producen cantidades muy pequeñas de carbón o aquellas en que el carbón no puede ser extraído sin una dificultad considerable. Tampoco incluye producción tradicional de carbón en pilas enterradas que no permitan una cocción conveniente o algún otro uso del calor o gas/humo generado. A través de la historia, las estufas de cocina (y muchos sistemas de combustión) han sido generalmente construidos para maximizar el calor generado y minimizar la cantidad de carbón producido.

2.No por intención, pero como una ocurrencia durante los procesos TLUD-MPF, en los que cerca de la máximo producción de carbón (biochar) es producido. Los originadores del TLUD Thomas Reed y Paal Wendelbo se enfocaron en calor. Tempranamente el pionero de la pirolización mediante TLUD Ronald Larson se centró en las capacidades de producción de carbón desde 1990, con los intereses en observar los niveles de CO₂ atmosférico e el ahora biochar.

3. Pese a que usando un a terminología diferente, los esfuerzos tempranos por generar aparatos UD-BB micro-talla incluye el Dasifier de Agua Das, el Chip Energy Biomass Grill de Anderson & Weber, y los TLUD's intencionalmente operados para funcionamiento BB, como la particular Estufa Finca de Art Donnelly. Todas ellas ahora reconocidas como micro-gasificadores UD-BB con algunas capacidades para generar carbón.

4. La variación T-Char del TLUD-MPF operada por Roth & Anderson se centra en emplazar el carbón caliente creado en estufas específicamente apropiadas para combustión de carbón. Un dispositivo TLUD superior es situado encima de una estufa de carbón que sirve de base. EL combustible de biomasa seca es pirolizado en el TLUD superior. Cuando el MPF ha concluido, el TLUD es retirado, con el resultante carbón permaneciendo en la estufa de carbón (base de la estufa T-Char) donde este es quemado. Este tipo de combinación de estufas puede también realizarse simplemente echando el carbón resultante de un TLUD-MPF dentro de cualquier estufa de carbón apropiada.

5. La estufa de reducción Anila también produce carbón y merece una consideración a parte.

26. Biochar: En el s.XXI el interés en biochar está creciendo rápidamente, que básicamente (simplificadamente) es carbón que tiene su origen en la biomasa y que tiene como objetivo ser añadido al suelo. Biochar es un tema separado para mayor discusión. Lo que es importante es destacar que los aparatos de MG pueden producir biochar proveniente de muchos tipos diferentes de biomasa en muchas unidades familiares repartidas alrededor del mundo por un coste significativamente pequeño. La producción de biochar tiene el potencial de ser la fuente de recuperación o mejora de suelos, especialmente para las personas más pobres así mismo que los suelos más pobres en el mundo. También, la producción de biochar (y su emplazamiento en el suelo) es el método único, más simple y más barato conocido por ser “carbón negativo” que puede conseguir gigatonnes de CO₂ equivalentes a la casi permanente ESTRACCIÓN DEL CO₂ de la atmósfera. La importancia de este hecho se intensifica con cualquier incrementado reconocimiento de el potencial impacto catastrófico de cambio climático o calentamiento global. Estos aspectos del biochar en una tecnología gasificadora TLUD pueden ser una fuerza conductora mayor para conseguir la implantación de la Micro-gasificación en muchos aspectos de las sociedades alrededor del globo, incluyendo las escuelas, para que todas las generaciones venideras puedan estudiarlo y entenderlo. Es probable que la micro-gasificación forme parte del futuro previsible de todos nosotros.

27. Conclusión: Este inicial **Micro-Gasificación y Terminología, Glosario instructivo sobre MG**, (cuya primera preparación es en Noviembre del 2013) es un intento de estimular la discusión en los encuentros y en el grupo de discusión online Stove Listserv (<http://www.bioenergylists.org/>), generando futuros refinamientos. Las actualizaciones podrán ser encontradas en la web oficial de Dr. TLUD (referenciada al inicio del artículo) y otros lugares. En el Website de DR. TLUD, la última versión de este documento estará siempre disponible en la “Resources section” (<http://www.drtilud.com/resources>) y en la conveniente “Quick Picks section” en la página principal (<http://www.drtilud.com>). Vuestros comentarios serán apreciados. Podéis enviarlos a DR. TLUD en: psanders@ilstu.edu

