

El reciclaje como una Tecnología Apropiada para la comunidad de refugiados de Poipet, Camboya

Recycling as an Appropriate Technology for the refugee community in Poipet, Cambodia.

Paul Scott
3rd Year MEng Mechanical Engineering with Spanish
University of Nottingham

Supervisor: Dr Mike Clifford
Lecturer, School of MMEM
University of Nottingham

6th January 2003

4800 Words (Spanish)
4875 Words (English)

i. **Resumen**

El informe siguiente es un estudio de casos sobre el concepto de usar la Tecnología Apropriada para crear una iniciativa de reciclaje en la comunidad de refugiados de Poipet, Camboya

Empezamos considerando los conceptos del reciclaje y la Tecnología Apropriada. Luego habrá un análisis de los desperdicios en la región y la factabilidad de transformarlos en materiales o productos útiles.

El foco de la obra es la cartulina, y los procesos apropiados para convertirla desde forma de basura en muebles. Los métodos de fabricación, los costes de los procesos y los mercados para los muebles serán investigados.

Indice de materias

- i. Resumen**
- 1. Introducción**
 - 1.1 El concepto de, y la necesidad para el reciclaje**
 - 1.2 El concepto de la Tecnología Apropriada**
- 2. El reciclaje como una Tecnología Apropriada en Poipet, Camboya**
- 3. Opciones y limitaciones**
 - 3.1 Los plásticos**
 - 3.2 El aluminio**
 - 3.3 El vidrio**
 - 3.4 La goma**
 - 3.5 El papel y la cartulina**
 - 3.6 Resumen**
- 4. Una solución viable: muebles de cartulina**
 - 4.1 Superficie sólida apoyada por un enrejado de cartulina**
 - 4.2 Paneles con colisas**
 - 4.3 Muebles sólidos**
 - 4.4 Productos potenciales**
 - 4.5 Resumen**
- 5. Conclusiones**
- 6. Referencias**
- 7. Bibliografía – Para más información**
- 8. Apéndices**
 - 8.1 Correspondencia con Mike Fennema**
 - 8.2 Proveedores de maquinaria**
- 9. Agradecimientos**

1. Introducción

1.1 El concepto de, y la necesidad para el reciclaje

Vivimos en un mundo de consumo. Cada día, usamos materiales que proceden de nuestro planeta para mantener el nivel de vida que exigimos.

En los países desarrollados, conducimos coches, dependemos de ordenadores y compramos productos que, con el tiempo, tendremos que reemplazar. Al comer y beber, tiramos los envasados tan pronto como acaban de servirnos. Claro, en los países en vías de desarrollo, las tasas del consumo son más bajas – aunque todavía son significativas.

Nuestro planeta que nos suministra todos los recursos de los que nos aprovechamos tiene una capacidad finita para satisfacer nuestras necesidades cada vez más grandes para los materiales. El sobre uso del medioambiente está creando problemas mundiales. Se puede ilustrar con ejemplos:

- Problemas medioambientales:
Los materiales que tiramos al medioambiente crean riesgos ecológicos: desde vertidos nucleares, venenos agrícolas y químicos, hasta la basura doméstica.
- Montañas de residuos.
Producimos cada vez más residuos. En 1990, los países del OCDE produjeron 9 billones de toneladas de residuos. (OCDE 1991)
- Recursos finitos
El petróleo es la materia prima principal en la fabricación de la mayoría de los plásticos y las gomas. No sabe nadie cuándo los depósitos se agotarán – pero hay indicaciones que sugieren que será en fecha próxima.
Productos como el papel y la cartulina que traen su origen de la madera son responsables, en parte, por la deforestación sin precedente que está

destruyendo las regiones tropicales del mundo. Muchas veces, el daño hecho es irreparable.

Todos los metales vienen de la tierra. Hay cada vez menos depósitos y cada vez más protecciones para el medioambiente – Su obtención será más y más difícil.

El reciclaje como solución

Mano en mano con una reducción en el uso de materiales y el reusar de productos cuando alcanzan el fin de sus vidas deseadas, el reciclaje ofrece soluciones a los problemas arriba indicados. Puede reducir las cantidades de basura que tiramos al medioambiente, mientras que ahorra energía y los bien pocos recursos naturales que quedan.

El potencial para mejorar y extender las iniciativas de reciclaje por todo el mundo son enormes. Los beneficios que esperan tanto el medioambiente como los gobiernos son enormes – y para los empresarios – ya es un hecho comprobado que el reciclaje puede ser una mina de oro.

1.2 El concepto de la Tecnología Apropriada

Vivimos en un mundo en el que existen diferencias enormes entre culturas y sociedades. Las diferencias económicas entre comunidades es algo de mucha importancia. Más o menos, 4 de cada 5 personas en el mundo viven en países en vías de desarrollo. (El Bureau de Población Referencia 2002)¹. Según las Naciones Unidas, más de 1 billón de los cuales sobreviven con menos de \$1 al día.²

Cerrar la brecha entre los ricos y los pobres es sin duda una prioridad cada vez más importante tanto para los ONGs internacionales y las sociedades benéficas como para los gobiernos. Una de las estrategias claves es la modernización de las tecnologías y los métodos de trabajar anticuados usados en tales países. Por ejemplo: el construir de aceras, fábricas de productos químicos, diques, aeropuertos y centrales eléctricas. Sin embargo, a menudo se dice que tales modernizaciones son avances discontinuos desde los métodos de trabajar y las tecnologías usadas en la actualidad³. La *Tecnología Intermedia*, o *Apropiada* fue propuesta en 1964 por E.F. Schumacher como una manera alternativa de desarrollar:

“La he llamado la Tecnología Intermedia para indicar que es mucho superior a las tecnologías de épocas pasadas, pero a la vez es mucho más sencilla, barata y libre que las “Super – tecnologías” de los ricos. Se puede llamarla una tecnología de ayuda propia, de democracia o del pueblo. Es una tecnología a la que todos tienen acceso, y que no se limite a los que ya son ricos y poderosos”

E.F. Schumacher⁴

El *Appropriate Technology Sourcebook*⁵ sugiere algunas características que los herramientos y las técnicas deberían manifestar para estar de acuerdo con la Tecnología Apropriada.

1. Tener bajos costes capitales
2. Usar materiales locales dondequiera que sea posible
3. Crear empleos y utilizar habilidades y labor local

4. Los costes deberían ser apropiados para los medios de un grupo pequeño de granjeros
5. Puede ser entendido, controlado y mantenido por los aldeanos que tal vez hayan pasado poco tiempo en la escuela.
6. Se puede fabricar los herramientas y avíos en un pequeño taller metalistería o obtenerlos en el pueblo mismo.
7. Mejorar comunidades locales y hace que las personas trabajen colectivamente
8. Usar fuentes de poder que sean renovables y descentralizadas.
9. Hacer la tecnología comprensible a los que la usan.
10. Ser flexible – para que la tecnología pueda ser adaptada si cambian las circunstancias.
11. Patentes, regalías, derechos de asesoría y derechos de entrada no toman ninguna parte en la tecnología

Existen organizaciones por todo el mundo, por ejemplo el Intermediate Technology Development Group (ITDG), que facilitan el uso de la Tecnología Apropiada para avanzar las habilidades y el conocimiento de las personas en los países en vías de desarrollo. La Tecnología Apropiada ha sido aplicada y ha tenido éxito en mejorar la eficacia y productividad de sus actividades y empresas en tales campos como:

- El producir y el uso de la energía
- La producción de productos agrícolas.
- La fabricación
- Tecnologías de información y comunicación
- Programas de abrigo
- Reducción del impacto de desastres.
- La sanidad de agua
- La producción de alimentos

2. El reciclaje como una Tecnología Apropriada en Poipet, Camboya

Los correos electrónicos, mostrado en el apéndice 8.1, que llegaron a la atención del Dr Mike Clifford de la Universidad de Nottingham aclaran la existencia de una comunidad de refugiados en Camboya con:

- Muchas personas sin empleo
- Una sobra grande de mano de obra
- Pocos fondos para comprar avíos o equipo. –alrededor de US \$50 a \$200
- Un deseo de crear empresas pequeñas para que sean autosuficientes e independientes
- Acceso a desperdicios y basura doméstica que tiene potencial de ser reciclado para crear materiales y productos con valor añadido

Teniendo en cuenta la información contenida en la parte 1.2, se nota que la población de Poipet, Camboya, necesita una solución basada en el reciclaje, que use herramientas y técnicas que se considerarían estar de acuerdo con la Tecnología Apropriada.

Como ya dicho – existen diferencias entre el reciclaje y el reuso. El reuso de productos viejos está extenso en los países en vías de desarrollo, y se debe notar que los métodos y las técnicas no serán considerados en este informe. El reciclaje es menos documentado y por lo general implica más procesos mecánicas. En las secciones siguientes, estos procesos serán el foco.

3. Opciones y limitaciones

En las subsecciones siguientes, analizaremos los procesos posibles para reciclar 6 tipos de materiales a los que tiene acceso la comunidad: los plásticos, el aluminio, el vidrio, la goma, el papel y la cartulina son materiales que se pueden reciclar – y veremos si existen técnicas apropiadas para crear una Tecnología Apropiada. Para empezar, son todos:

- Materiales de “riesgo bajo”
No hace falta preocuparse con precauciones complicadas ni caras que son esenciales para reciclar vertidos nucleares o químicas, por ejemplo.
- Materiales abundantes.
Son abundantes en forma de residuos por todas partes del mundo. Sea lo que sea el proceso, será útil para un grupo de empresarios en cualquier país en vías de desarrollo en el mundo.

Se puede encontrar más información sobre los proveedores de dicha maquinaria en el apéndice 8.2. Se debe notar que:

- Los precios citados son los más baratos encontrados de empresas en el Reino Unido en diciembre de 2002
- Se sugiere que las empresas indias pueden suministrar maquinaria por la mitad de los precios citados en este informe.⁶
- Costes de embarque, derechos de entrada y costes de instalación no están incluidos en los precios citados.

Se puede explicar con mucho detalle cada etapa de los procesos siguientes, pero dado que es un informe de ingeniería, concentrará en la etapa de transformación de un residuo a un producto o material útil.

3.1 Los Plásticos

Por qué reciclar específicamente los plásticos

- La mayoría de los plásticos son no-biodegradables, o degradan muy lentamente. Quedan situados en vertederos de basuras durante muchos años antes de que se degraden
- Se puede fabricar plásticos con menos costes cuando se usan desperdicios plásticos en lugar de caras virgenes materias primas que hace falta importar
- Hay casos bien documentados que muestran que el reciclaje de desperdicios plásticos en una escala pequeña usando la Tecnología Apropriadada puede formar la base de una empresa económicamente sólida.⁶

Etapas enredadas

Las etapas enredadas dependen del objetivo del proceso. Existen 3 procesos generales para los plásticos:

1. Convertirlos a un combustible

Los plásticos contienen una cantidad de energía que vale la pena reclamar por el proceso de combustión. Es decir, se puede reciclar la energía contenida en los plásticos. La técnica es factible práctica y económicamente⁷ pero su uso está limitado a las grandes instalaciones industriales que pueden controlar los procesos y las emisiones, y limitar el daño hecho al medioambiente⁸.

2. La fabricación de productos de plásticos compuestos

El reciclar de plásticos mixtos y sucios para crear productos grandes de baja calidad, como materiales de construcción y paletas, es fiable prácticamente, pero económicamente solamente en operaciones de larga escala. Debería ser evitado.

3. Reciclar para que el plástico sea un sustituto para plásticos virgenes. Es el proceso más sencillo y mejor de usar como una Tecnología Apropriada. Este tipo de proceso será considerado en el resto de esta subsección.

Este proceso tiene que incluir las etapas mostradas a continuación en la figura 3.1.1.

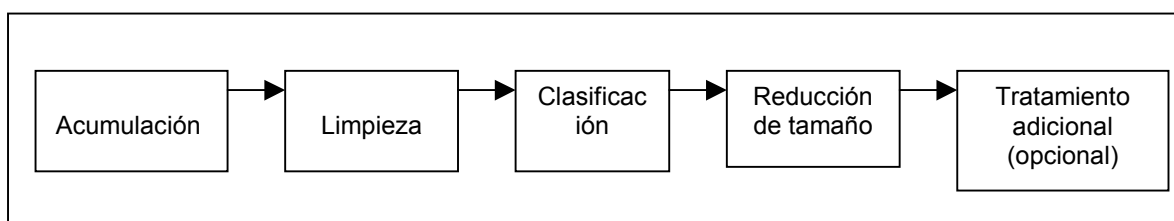


Figura 3.1.1 – Etapas para reciclar los plásticos

En la etapa de clasificación, se debería apartar 4 tipos de plásticos:

- Polietileno (PE)
- Polipropileno (PP)
- Poliestireno (PS)
- Cloruro polivinílico (PVC)

Pruebas sencillas detalladas en referencias 1 y 9 permiten la diferenciación entre los tipos distintos de plásticos.

Normalmente, los polímeros se venden en forma de polvo o de bolita (del tamaño de un grano de maíz). Los desperdicios limpiados y clasificados deberían ser reducidos en tamaño usando uno de los procesos siguientes. Estos procesos permitirán la sustitución de desperdicios de plástico para polímeros virgenes.

Granulación

Pasar los plásticos por una granuladora produce escamas que tienen tamaños regulares pero formas irregulares. Figura 3.1.2 muestra el proceso

Figura 3.1.2 – Granuladora de eje vertical

Aglomeración

Los procesos de extrusión y moldeo por extrusión necesitan que el plástico sea de forma que permita un flujo libre de materiales. Los plásticos granulados no bastan – y hace falta usar plásticos aglomerados. La aglomeración es un proceso parecido a la granulación pero cuando los plásticos son cortados, son calentados hasta su punto de fusión a la vez. Entonces se añade agua y hace que el plástico explote y produzca migajas densas, duras y de formas irregulares. Un ventilador quita el vapor.

Tratamientos adicionales son opcionales y añaden más valor. Tales procesos incluyen:

- Extrusión
- Reducción a bolas pequeñas
- Moldeo por extrusión

Hay más información contenida en referencias 1 y 9.

Mercados potenciales

El reciclar de desperdicios plásticos a escamas o migajas crea materiales de valor significativo– como muestra la figura 3.1.3 (Precios de mercados Estadounidense, 1999)

Material	Precios por tonelada (\$US)
Polietileno reclamado (PE)	528 – 1080
Polipropileno reclamado (PP)	220 – 683
Poliestireno reclamado (PS)	617 – 948
Cloruro polivinílico (PVC)	Información no disponible

Figura 3.1.3¹⁰

Los mercados para tales plásticos reclamados son extensos

Los plásticos granulados pueden ser

- Vendidos a empresas que convierten los plásticos en la energía
- Vendidos a empresas que especializan en procesos de aglomeración

- Vendidos a empresas de cemento. Cuando se añaden plásticos al cemento se puede mejorar su fuerza y resistencia a agua/químicas

Migajas de plásticos pueden ser:

- Vendidas a empresas que especializan en la extrusión o moldeo por extrusión de plásticos

Plásticos churreados pueden ser:

- Vendidos como tubos o productos estructurales
- Troceados para fabricar productos con corte transversal uniforme.

Bolas pequeñas de plásticos pueden ser:

- Usadas como sustancia celulósica para animales
- Vendidas a empresas que especializan en la extrusión o moldeo por extrusión de plásticos

Plásticos moldeados por extrusión pueden ser

- Vendidos como productos desde cubos hasta botones. Existe una variedad enorme de posibilidades que dependen de la forma y complejidad de los moldes usados.

Costes de las etapas – Véase la figura 3.1.4

Etapa	Método	Detalles y costes
Acumulación	A mano	Costes de la mano de obra
Limpieza	A mano + equipo sencillo para lavar con agua	Costes de la mano de obra + costes del equipo para lavar los plásticos
Clasificación	A mano + equipo sencillo de ensayo	Costes de la mano de obra + los costes del equipo de ensayo.
Reducción de tamaño	Granulación	Granuladora de baja especificación (15hp) cuesta \$320 - \$800 de segunda mano, or costaría menos si fuera construido por un mecánico competente en el pueblo.
Reducción de tamaño	Aglomeración	Aglomeradora de baja especificación (15hp) cuesta aproximadamente \$4,800
Tratamiento adicional	Extrusión	Una máquina de extruir de baja especificación (90mm) cuesta \$3,200
Tratamiento adicional	Reducción a bolas pequeñas	Igual de extrusión, más un sencillo baño-maría y + y un mecanismo para cortar el plástico.
Tratamiento adicional	Moldeo por extrusión	Igual de extrusión más Aproximadamente \$125 cada moldo hecho del aluminio. Por otra parte pueden ser fabricados mas barato en talleres locales

Figura 3.1.4

Limitaciones

Las limitaciones principales son los costes de la maquinaria. Los precios son demasiados elevados para ser viables para la gente de Poipet, Camboya. Sin embargo, es evidente que con algo de ahorros, la empresa podría pensar en construir su propia granuladora y sería el primer paso hacia una empresa de reciclaje de plásticos.

Además, no se puede ignorar las precauciones necesarias para tales procesos: filos rotativos, temperaturas altas, equipos ruidosos y aparatos de alta presión.

3.2 Aluminio

Por qué reciclar específicamente el aluminio

- Comparado con fabricar el aluminio con materias primas vírgenes, usar desperdicios de aluminio solo usa el 5% de la energía¹¹
- El procesar del aluminio puede añadir mucho valor al producto
- Es posible reciclar el aluminio muchas veces sin perder las propiedades del metal.

Etapas enredadas

Existe un método principal, mostrado en la figura 3.2.1, para el reciclaje del aluminio:

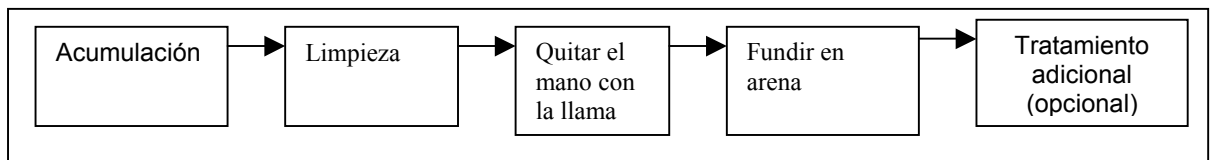


Figura 3.2.1

Las etapas de acumulación y limpieza son sencillas. Si el aluminio tiene manos de pintura – hay que quitarlas con un quemador. Entonces el material está fundido en un horno a una temperatura de 660°C, el punto de fusión del aluminio. Luego, usar equipo parecido al que indica la figura 3.2.2 permite la producción de lingotes sencillos o formas más complicadas.

Figura 3.2.2¹²

Tratamientos adicionales son opcionales y añaden más valor. Tales procesos incluyen:

- Cilindrar
- Extrusión

Costes de las etapas – Véase la figura 3.2.3

Etapa	Método	Detalles y costes
Acumulación	A mano	Costes de la mano de obra
Limpieza	A mano + equipo sencillo para lavar con agua	Costes de la mano de obra + costes del equipo para lavar los plásticos
Fundir	Usar un horno	maquinaria para reciclar el aluminio de escala pequeña cuesta \$5,000 a lo menos ¹³
Producción de piezas moldeadas	Fundir en arena	En las localidades se puede fabricar moldes de madera sencillas y cajas de arena por precios baratos.
Tratamiento adicional	Cilindrar	Hay una necesidad para mucha maquinaria cara. Cilindrar no es un proceso apropiado para tales empresas pequeñas.
Tratamiento adicional	Extrusión	Una máquina de extruir de baja especificación (90mm) cuesta \$3,200

Figura 3.2.3

Mercados potenciales

Lingotes sencillos pueden ser:

- Vendidos a empresas para ser trabajados a máquina

Piezas moldeadas más complicadas pueden ser

- ventas a empresas para usar en vehículos, u otros productos arquitectónicos o productos de ingeniería.

Aluminio cilindrado:

- El aluminio doméstico puede ser vendido a la industria alimentaria
- Láminas pueden ser vendidas a las industrias de construcción o automotór para uso en productos militares.
- Chapas pueden ser vendidas a la industria de construcción o pueden ser usadas en productos militares.

Aluminio extruido

- Puede ser vendido a la industria de construcción para usar en marcos de puertas y ventanas, y el revestimiento.

Limitaciones

Otra vez, son los costes que limitan el uso del proceso como una tecnología apropiada. \$5,000 para maquinaria es demasiado caro para la comunidad en Camboya. Además, hay muchas precauciones necesarias para trabajar con metales fundidos.

3.3 El vidrio

Por qué reciclar específicamente el vidrio

- Comparado con fabricar el vidrio con materias primas vírgenes, usar desperdicios de vidrio solo usa el 7% de la energía (Departamento de Energía)
- Cada tonelada de vidrio reciclado ahorra 30 galones de petróleo (Friends of the Earth)

Etapas enredadas – Véase la figura 3.3.1

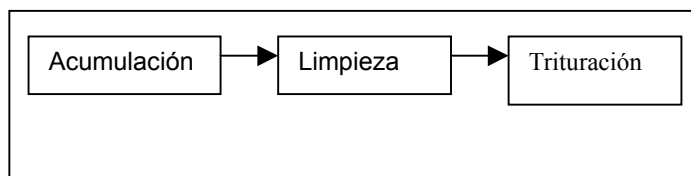


Figura 3.3.1

Hay que triturar el vidrio a la consistencia de arena fina antes de que pueda ser una materia prima en la fabricación de otros productos.

Costes de las etapas – Véase la figura 3.2.3

Etapa	Método	Detalles y costes
Acumulación	A mano	Costes de la mano de obra
Limpieza	A mano + equipo sencillo para lavar con agua. Habrá una necesidad para solventes para quitar cualquier etiqueta que haya	Costes de la mano de obra + costes del equipo para lavar los plásticos + costes de solventes
Tituración	Máquina de tituración	Los tituradores más pequeños cuestan \$35,000 por lo menos

Figura 3.3.2

Mercados potenciales

El vidrio titurado puede ser vendido a empresas especialistas. Aplicaciones para el material incluyen:

- Uso en la fabricación de productos nuevos de vidrio
- La fabricación de “glassphalt” – un material compuesto usado en acabados de superficies
- El reforzar de hormigón
- La fabricación de lana de vidrio
- La fabricación de polímeros reforzados con el vidrio
- La fabricación de ladrillos y azulejos

Limitaciones

El reciclaje del vidrio ofrece pocas ganancias, así que por lo general lo hacen las empresas grandes y los gobiernos de escala grande. Por eso la maquinaria está diseñada para procesar cantidades enormes de vidrio – y es demasiado caro para el tipo de empresa que consideramos.

3.4 La goma

Por qué reciclar específicamente la goma

- La goma reciclada puede costar la mitad del precio de la goma fabricada con materiales vírgenes (ITDG)
- La goma reciclada usa menos energía que la goma fabricada con materiales vírgenes (Tire and Rubber Recycling Advisory Council (TRRAC)).
- Los neumáticos de goma degradan muy lentamente y quedan situados en vertederos de basuras durante muchos años antes de que se degraden

Etapas enredadas

Las etapas enredadas dependen del objetivo del proceso. Existen 3 procesos generales para reciclar la goma:

1. Convertirla a un combustible

Los hidrocarburos forman el 60% de neumáticos de goma – una cantidad de energía que la incineración puede recuperar. Por desgracia su uso está limitado a las grandes instalaciones industriales que pueden controlar los procesos y las emisiones, y limitar el daño hecho al medioambiente.

2. Reciclaje sencillo de la goma

Trozos grandes de goma, como los que se pueden encontrar en los neumáticos, pueden ser cortados a mano para fabricar productos sencillos como suelas de zapatos y estereras

1. Reciclaje avanzada de la goma

El reciclaje avanzada de la goma tiene que incluir las etapas mostradas en la figura 3.4.1

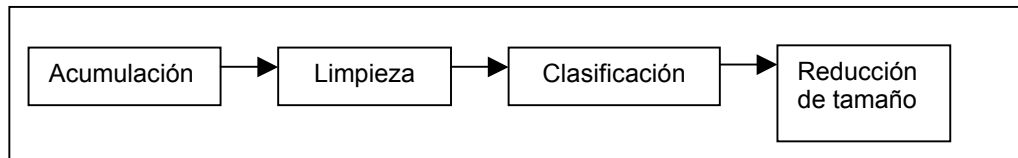


Figura 3.4.1

La etapa de reducción de tamaño utiliza los procesos de granulación y aglomeración. Estos procesos, sus costes y las limitaciones que previenen sus usos como una Tecnología Apropiada ya han sido explicados en la sección 3.1

El tratamiento adicional de la goma necesita mucha maquinaria y tecnología avanzada – y lo hacen las empresas especialistas.

Mercados potenciales

La goma granulada puede ser usada para fabricar:

- Productos de baja calidad – como las esteras
- Asfalto con propiedades mejores
- Superficies antideslizantes

La goma aglomerada puede ser usada para la fabricación de:

- Masilla adhesiva para azulejos plásticos
- Adhesivo para techos
- Propulsores sólidos

3.5 El papel y la cartulina

Por qué reciclar específicamente el papel y la cartulina

- Comparado con usar materiales vírgenes, el producir de una tonelada de papel hecho con desperdicios de papel:
 - Puede utilizar la mitad de la energía y agua
 - Produce solo el 26% de la contaminación del aire
 - Ahora 17 árboles
 - Reduce los residuos que llegan a los vertederos de basura
 - Crea 5 veces más empleo (Earth Care, 1988).

Etapas enredadas

Las etapas enredadas dependen del objetivo del proceso. Existen 2 procesos generales para reciclar el papel y la cartulina

1. Fabricar papel/cartulina hecho de desperdicios de papel/cartulina
2. Formar de nuevo el papel y la cartulina para fabricar productos útiles

Proceso 1: Fabricar papel/cartulina hecho de desperdicios de papel/cartulina

Fabricar el papel o la cartulina a mano necesita menos maquinaria comparada con las técnicas típicas usadas en los países desarrollados. Estas etapas son mostradas en la figura 3.5.1

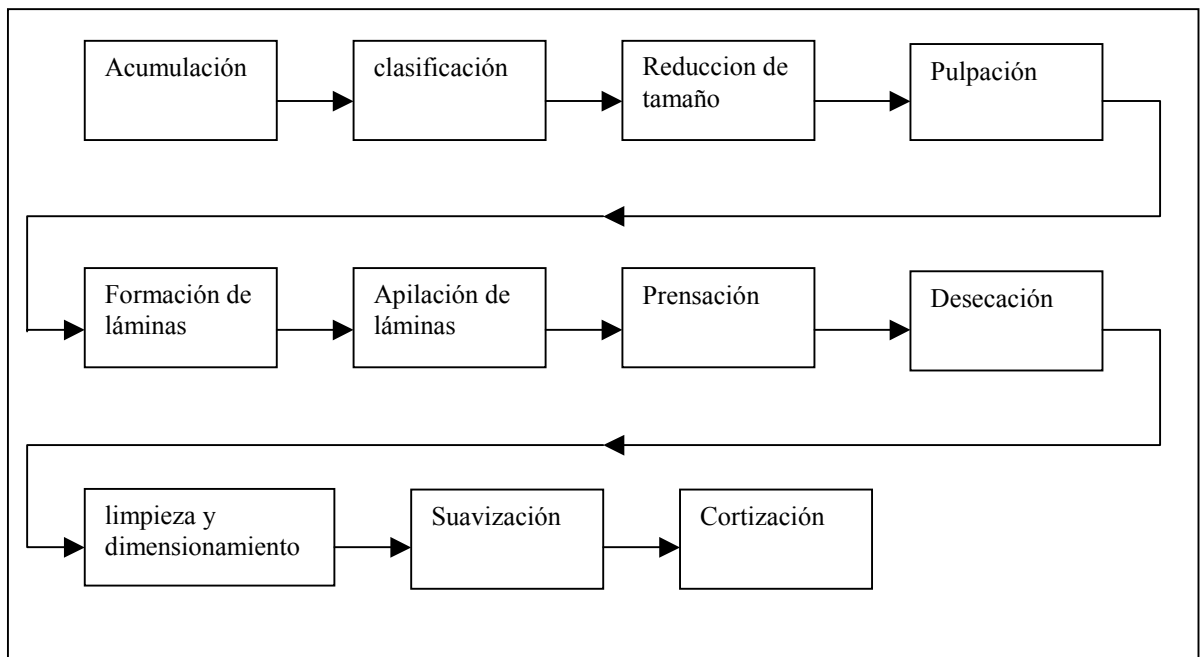


Figura 5.5.1

Para los procesos más básicos, la maquinaria necesitada incluye

- Avíos para cortar
- Contenedores de pulpación
- Cribas de mallas finas
- Una prensa hidráulica
- Un laminador
- Una máquina de tronzar para producir hojas de materiales.

Antes de que sigamos, ya está claro que la empresa en Camboya no tendrá fondos para tal proceso. Existen mercados para los productos y el proceso ha tenido éxito en los países en vías de desarrollo, pero en la mayoría de los casos, los empresarios son apoyados por iniciativas y becas gubernamentales.

Proceso 2: Formar de nuevo el papel y la cartulina para fabricar productos útiles

Existe una variedad de métodos para formar de nuevo los residuos de papel y cartulina. También se puede producir una serie de productos útiles. Hay pocos obstáculos que previenen el uso de estos métodos como Tecnologías Apropriadas. Por ejemplo:

1. Formar de nuevo el papel/la cartulina a un combustible.

Las etapas:

- a. Romper el papel y la cartulina.
- b. Añadir el agua y golpear la mezcla hasta que sea una pulpa.
- c. Con una prensa de impresión a mano, comprimir la pulpa para quitar la mayoría del agua.
- d. Dejar las briquetas a secar.

Los costes para tal proceso son muy bajos y existiría un mercado enorme para tales productos en regiones aisladas donde hay pocos combustibles en los países en vías de desarrollo. Además, el proceso puede ser adaptado para fabricar otros productos de baja calidad – como tiestos y cajas para huevos.

2. Fabricación de materiales de construcción.

Al modificar el proceso arriba indicado, y se reemplaza el agua con una cola, se puede crear materiales de construcción que tienen una variedad de usos: por ejemplo:

- Puede ser un sustituto para la madera en la fabricación de paletas
- Puede ser un buen sustituto para madera contrachapada – con buenas propiedades de fuerza y resistencia a la corrosión¹⁴.

Este proceso también puede ser usado para fabricar muebles de cartulina que son baratos y ecológicos. Este tópico será investigado en la próxima sección.

3.6 Resumen

Para concluir, hay condiciones favorables para usar el reciclaje como una Tecnología Apropiada en países en vías de desarrollo:

- Existen montones de desperdicios gratuitos
- Existe una grande mano de obra – imprescindible para las etapas de acumulación, limpieza y clasificación de materiales.
- Existen procesos adecuados para reciclar papel, cartulina, los plásticos, al aluminio y la goma con el uso de una Tecnología Apropiada.

La limitación principal es que la organización en Camboya no tiene bastantes fondos para implicar estos procesos. El apoyo financiero de una escala más grande es necesario para la mayoría de los procesos. La excepción es el formar de nuevo del papel y la cartulina.

4. Una solución viable: muebles de cartulina

Después de discusiones con Mike Fennema, fue decidido que de todos los métodos sugeridos, los muebles de cartulina tendrían la probabilidad más grande de tener éxito en Poipet, Camboya.

Se debería notar que los muebles de cartulina han tenido éxito tanto en los países desarrollados¹⁵ como en los países en vías de desarrollo usando Tecnologías Apropriadas¹⁶. Aunque el material parezca débil, puede ser usado en la fabricación de muebles tan fuertes que pueden apoyar a seres humanos.

Se pueden usar distintos procesos para crear distintos tipos de muebles.

4.1 Superficie sólida apoyada por un enrejado de cartulina

Método de producción¹⁷

1. Un enrejado está creado con láminas de cartulina cortadas de acuerdo con el diseño. Una cinta adhesiva y una cola de Polivinilo-acetato (PVA) están aplicadas dondequiera que sea necesaria. (Véase la figura 4.1.1)
2. Este esqueleto está cubierto con cartulina tallada – fijada con cinta adhesiva y cola de PVA. (Véase la figura 4.1.2)
3. Para terminar el proceso, se puede cubrir el producto con papeles llenos de colores, o puede ser pintado. Aplicar un barniz lo protegerá del agua. (Véase la figura 4.1.3)



Figure 4.1.1



Figure 4.1.2



Figure 4.1.3

Avíos necesarios y costes – Véase la figura 4.1.4

Procesos	Avíos necesarios	Costes
cortar las láminas de cartulina	Sarrucho	\$16 al sarrucho
	Fresas de forma pueden cortar muchas láminas a la vez	\$80 a la fresa de forma
Adhesión	Cinta adhesiva y una cola de (PVA)	Insignificante
Barnización	Barniz	\$4.80 al litro
	Una brocha	Insignificante
Pintar	Pintura	\$3.20 al litro
	Una brocha	Insignificante

Figura 4.1.4

4.2 Paneles con colisas

Para un ejemplo de una cuna hecha con paneles de cartulina con colisas, véase la figura 4.2.1



Figura 4.2.1

Método de producción

1. Múltiples láminas de cartulina son cortadas de acuerdo con la misma plantilla.
2. Las láminas son juntadas con el uso de una cola de PVA bajo una fuerza. (véase la figura 4.2.2).
3. Paneles de formas distintas pueden ser encajados en otros para crear un producto. Se puede aplicar más cola en las intersecciones para dar más fuerza – o dejarlas sin cola para que pueda ser desmontado el producto.
4. Se puede terminar el proceso con la adición de papeles, pinturas y un mano de barniz.

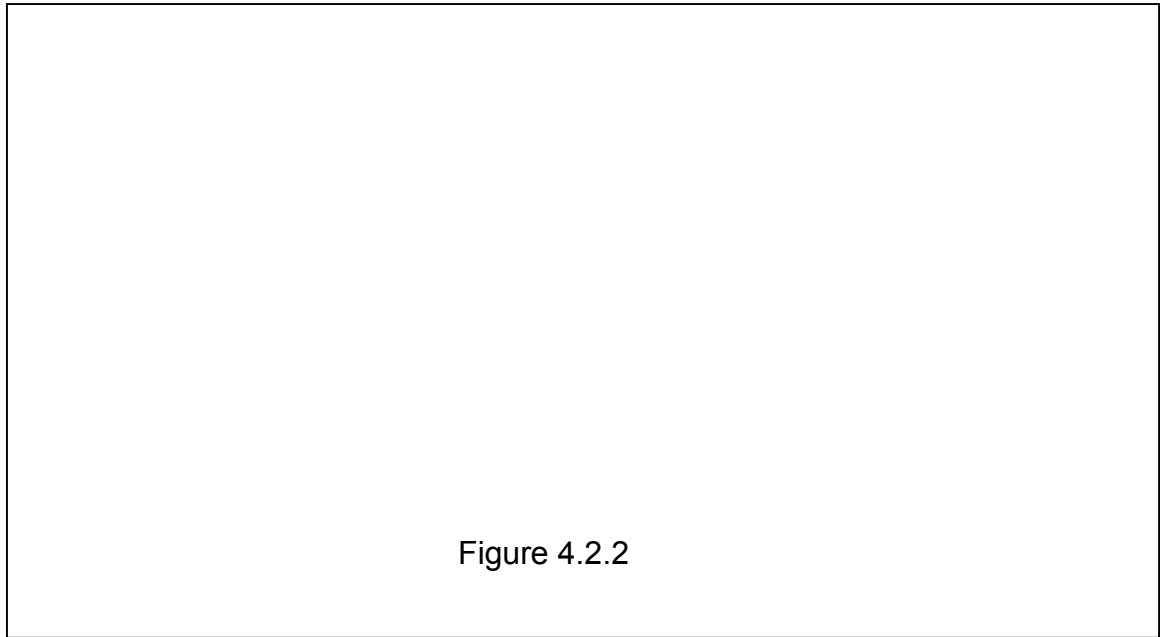


Figure 4.2.2

Avíos necesarios y costes – Véase la figura 4.2.3

Proceso	Avíos necesarios	Costes
cortar las láminas de cartulina	Sarrucho	\$16 al sarrucho
	Fresas de forma pueden cortar muchas láminas a la vez	\$80 a la fresa de forma
Adhesión	Una cola de PVA	\$6.70 al litro
Aplicación de una fuerza	Una abrazadera	\$10.40 a la 75mm abrazadera
	Una alternativa es prensar los paneles entre 2 planchas abajo de masas pesadas. Por ejemplo -neumáticos	Insignificante
Barnización	Barniz	\$4.80 al litro
	Una brocha	Insignificante
Pintar	Pintura	\$3.20 al litro
	Una brocha	Insignificante

Figure 4.2.3

4.3 Muebles sólidos

Usando el método indicado a continuación, es posible fabricar muebles más robustos.

Método de producción

1. La cartulina se rompe en trozos pequeños.
2. Se añade una cola de PVA y una mezcla se forma
3. Una prensa de impresión a mano está forrada con un material parecido al plástico para envolver, y la mezcla se alimenta a la prensa. Véase la figura 4.3.1
4. Al torcer los tuercas, la mezcla está compactada bajo varias toneladas de fuerza
5. Se quita la mezcla de la prensa y se deja secar
6. Cuando el producto esté seco, se puede usar un sarrucho para cambiar la forma del producto.
7. Se puede terminar el proceso con la adición de papeles, pinturas y un mano de barniz.

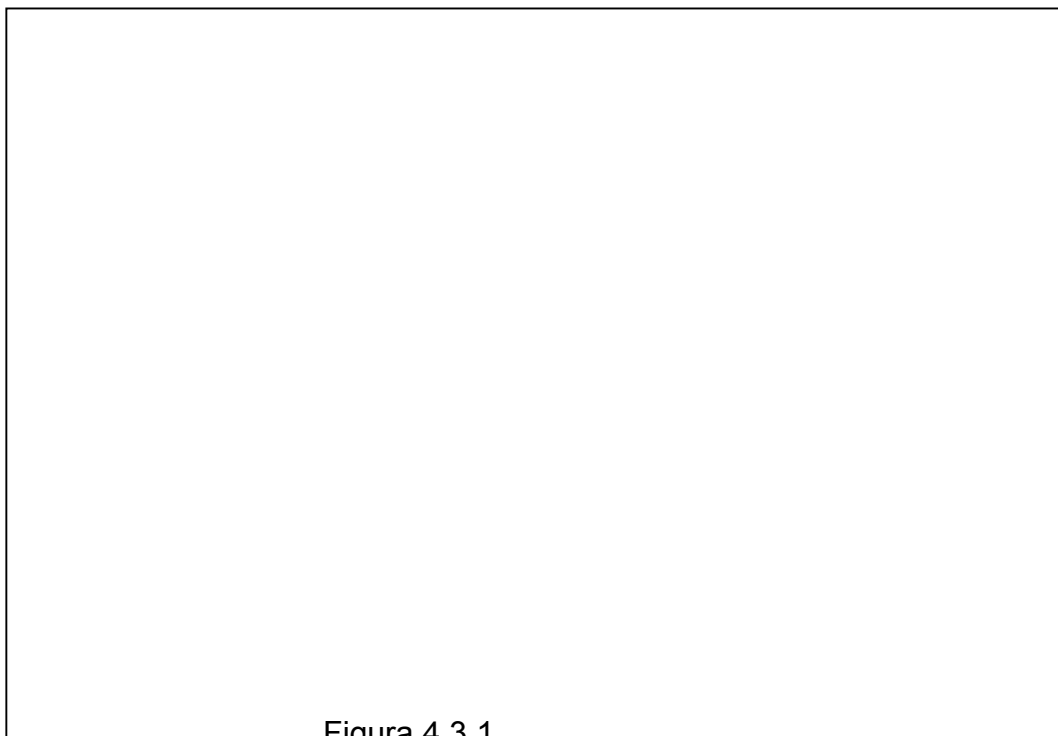


Figura 4.3.1

Avíos necesarios y costes – Véase la figura 4.3.2

Proceso	Avíos necesarios	Costes
Romper la cartulina	Mano de obra	Costes de la mano de obra
Aplicación de una cola	Cola de PVA	\$6.70 al litro
compresión de la mezcla.	Una prensa de impresión a mano	\$800 para una prensa de 250mm por 250mm (Incluye los moldes)
Cambio de forma	Un sarrucho	\$16 al sarrucho
Barnización	Barniz	\$4.80 al litro
	Una brocha	Insignificante
Pintar	Pintura	\$3.20 al litro
	Una brocha	Insignificante

Figura 4.3.2

4.4 Productos potenciales

- Sillas
- Sofas
- Camas
- Mesas
- bandejas
- Cunas
- Organizadores para la oficina
- Estanterías
- Casillas pequeñas

4.5 Resumen

Con los fondos disponibles en Camboya, la empresa podría utilizar los procesos detallados en las secciones 4.1 y 4.2. Para la posibilidad de usar el tercer proceso, tendrán que ahorrar para comprar una prensa. En resumen, la fabricación de muebles de cartulina es un concepto excelente para el pueblo.

- Está de acuerdo con los puntos detallados en la sección 1.2 por lo que se clasifica como una Tecnología Apropiada.
- Los procesos añaden mucho valor a los productos. La cuna mostrada en la figura 4.2.1 cuesta \$106 – mucho más que los costes de los materiales.
- Sería un proyecto flexible: puede adaptarse a las necesidades del pueblo – y los empresarios pueden ser imaginativos y creativos.
- Existe un mercado grande para tales muebles:
 - Se pueden vender al público
 - Se pueden vender a otras empresas de muebles.
- Puede crear muchos empleos:
 - Recogedores de la cartulina
 - Proveedores de maquinaria
 - Diseñadores
 - Mecánicos
 - Obreros para la fabricación
 - Vendedores

5. Conclusiones

No cabe duda que al superar los obstáculos financieros, existe una multitud de posibilidades de reciclaje para las empresas pequeñas en los países en vías de desarrollo. Para la comunidad de Poipet, Camboya, los muebles de cartulina serán un buen punto de partida. Sin embargo, cuando la empresa crezca más, la comunidad no debería ignorar las otras posibilidades que hay en la basura de otra gente.

Los países desarrollados están afortunados en que pueden subvencionar sus operaciones de reciclaje – pero los países en vías de desarrollo benefician de mucha mano de obra barata. Los estilos de reciclaje son muy distintos, pero el aprender debería ser estimulado por ambos lados: los países en vías de desarrollo pueden aprender de los procesos mejores para el reciclaje, y los países desarrollados pueden aprender de la ingeniosidad que resulte de la necesidad. Aunque los procesos usados son tan distintos, ambos contienen el concepto de reciclar y la tecnología - apropiada a dondequiera que sea usada.

6. Referencias

1. <http://www.prb.org/Template.cfm?Section=PRB&template=/ContentManagement/ContentDisplay.cfm&ContentID=>
2. <http://www.un.org/News/Press/docs/2002/note5754.doc.htm> 6817
3. Dunn, P.D, *Appropriate Technology, Technology with a Human Face.* MacMillan Education Ltd, London, 1978. p 3
4. Schumacher, E.F., *Small is Beautiful.* Sphere Books, London, 1974.
5. Darrow, Ken. *Appropriate technology sourcebook : a guide to practical books for village and small community technology,* Volunteers in Asia, 1993.
6. Vogler, Jon, *Small-scale recycling of plastics.* Intermediate Technology Publications, 1984. p 3
7. Bridgewater, A., *Household waste management in Europe – Economics and Techniques.* Van Nostrand Reinhold Company. London, 1981
8. <http://www.newsteel.com/features/NS9805f5.htm>
9. http://www.itdg.org/html/technical_enquiries/docs/recycling_plastics.pdf
10. <http://www.ciwmb.ca.gov/Plastic/Markets/Default.htm>
11. International Congress on Recycling, Berlin, 1979
12. (http://www.staffs.ac.uk/schools/engineering_and_technology/des/aids/process/castterm.htm)
13. Marilyn Carr, *The AT reader : theory and practice in appropriate technology.* Intermediate Technology Publications, London 1985

14. National Center for Resource Recovery. *Resource Recovery From Municipal Solid Waste*. National Center for Resource Recovery. Lexington Books, Lexington, Mass, 1973.
15. <http://www.returdesign.se>
16. <http://www.hinduonnet.com/thehindu/mp/2002/08/29/stories/2002082900050200.htm>
17. <http://www.compagnie-bleuzen.com/commente.htm>

7. Bibliografía – Para más información

Sección 1

Jackson, F.R., *Recycling and Reclaiming of Municipal Solid Wastes*. Noyes Data Corporation. London, 1975

Bridgewater, A., *Household waste management in Europe – Economics and Techniques*. Van Nostrand Reinhold Company. London, 1981

Congdon, R.J., *Introduction to Appropriate Technology – Towards a simpler lifestyle*. Rodale Press, Emmaus, PA.

Darrow, Ken. *Appropriate technology sourcebook : a guide to practical books for village and small community technology*, Volunteers in Asia, 1993.

Willoughby, Kelvin W., *Technology Choice – A critique of the Appropriate Technology Movement*. WestView Press, 1990.

Sección 3

http://www.itdg.org/html/technical_enquiries/docs/recycling_plastics.pdf

Vogler, Jon, *Small-scale recycling of plastics*. Intermediate Technology Publications, 1984.

National Center for Resource Recovery. *Resource Recovery From Municipal Solid Waste*. National Center for Resource Recovery. Lexington Books, Lexington, Mass, 1973

International Aluminium Institute:

<http://www.world-aluminium.org/production/recycling/process.html>

European Aluminium Association

<http://www.aluminium.org/material/recycled.asp>

Useful information on uses of recycled glass

<http://www.groundcullet.com/>

Details of the benefits of recycled cullet

<http://www.competition-commission.org.uk/fulltext/455a4.3.pdf>

http://www.itdg.org/html/technical_enquiries/docs/recycling_rubber.pdf

Ahmed, R., Klundert, Arnold van de, Lardinois, I., *Rubber Waste, Options for Small-scale Resource Recovery*, TOOL Publications and WASTE, 1996.

http://www.itdg.org/html/technical_enquiries/docs/papermaking.pdf

Western, A.W., *Small-scale paper making*, ITDG, 1979.

8. Apéndices

Apéndice 8.1 Correspondencia con Mike Fennema

El primer correo electrónico:

Muy señor mío

Trabajo como director de proyectos para un proyecto integrado que incluye la agricultura, salud, educación, generación de ingresos, agua y sanidad, y construcción de carreteras. Este proyecto está hecho en asociación con 'ZOA Refugee Care' en Poipet, Camboya. Noté su petición para problemas y puedo sugerir algunos que tenemos aquí.

El foco del proyecto está en Poipet que está en la frontera con Tailandia. En los últimos años, se han construido casinos en Poipet y el valor de la tierra ha subido. Ha creado un ambiente con muchos retos para nuestro proyecto. El ambiente es algo parecido al oeste Norteamericano bajo su aspecto heróico. Los ricos quitan la tierra a los pobres e impotentes. Cada año la diferencia se hace más grande entre los ricos y los pobres.

Muchos de los pobres trabajan como obreros para sobrevivir – pero sus trabajos son pocos seguros. La mayoría de su trabajo está basado en la frontera donde son aprovechados por empresarios pocos escrupulosos y funcionarios corrompidos en la frontera a quienes tienen que pagar sobornos.

Una prioridad del proyecto es el encontrar de otros métodos para generar ingresos – para que los obreros puedan depender de otras formas de ingresos. Hasta ahora hemos concentrado en crear negocios pequeños, pero para hacer una diferencia, tenemos que identificar algunas tecnologías que puedan emplear a muchas más personas.

Me parece que hay algunas opciones que tienen potencial:

De momento, cantidades enormes de materias primas son exportadas para ser procesadas en Tailandia. Incluyen la cartulina, el papel, plásticos reciclados, chatarra y pilas viejas. Tailandia hace el reciclaje, añade valor a los materiales y los

venden a Camboya. Todavía no he identificado ninguna Tecnología Apropriada que pueda permitir que se haga el reciclaje aquí mismo en Poipet.

¿Tiene usted algunas sugerencias o experiencia en este campo?

Le saluda atentamente

Mike Fennema
Director de proyectos
ZOA Refugee Care
Poipet, Camboya

El segundo correo electrónico

Hola Paul

Con respecto a las limitaciones financieras – hay una medida de flexibilidad. Ofrecemos becas de \$50 a las familias que quieran empezar una empresa – así que si existen soluciones a este nivel – sería ideal para ayudar a los más pobres de la comunidad.

Dicho esto – si no se puede encontrar ninguna tecnología tan barata – podemos considerar ofrecer hasta \$200 si la tecnología es viable económicamente y puede dar empleo a más de una persona.

Gracias,

Mike

Appendicé 8.2 - Proveedores de maquinaria

Proveedor	Maquinaria
Kween B The Old Manse 2 Compton Rd Birmingham B24 8QA	<ul style="list-style-type: none"> • Granuladoras de segundo mano • Aglomeradora • Una máquina de extruir • Moldes sencillas para moldear por extrusión
Referencia 13	<ul style="list-style-type: none"> • Maquinaria para reciclar el aluminio
Kween B	<ul style="list-style-type: none"> • Máquina de extruir
Lanway Ltd. Lanwill Works Silver St Brierley Hill DY5 3QT	<ul style="list-style-type: none"> • Máquinas para titurar el vidrio
B&Q www.diy.com	<ul style="list-style-type: none"> • Sarruchos
Crossland Cutters Ltd New Factory Nimmings Road Halesowen B62 9JE	<ul style="list-style-type: none"> • Fresas de forma
Bostik Ulverscroft Rd Leicester LE4 6BW	<ul style="list-style-type: none"> • Cola de PVA
MBK surface coatings Ltd Taylor Lane Loscoe DE75 1NF	<ul style="list-style-type: none"> • Barniz
Millenium Pressings Ltd 1 Twitch Hill Horbury Wakefield W. Yorkshire WF4 6NA	<ul style="list-style-type: none"> • Prensa de impresión

9. Agradecimientos

Muchas gracias a:

Mike Femmana, Director de proyectos para ZOA Refugee Care de Camboya, por su apoyo con el proyecto con su información sobre la comunidad en Poipet, Camboya

Dr Mike Clifford, Profesor de La Universidad de Nottingham, por sus consejos, orientación y asistencia con asuntos técnicos.

Mrs Ana Pizarro, Profesora de español de La Universidad de Nottingham, por su asistencia con la lengua española y ayuda con la traducción del informe.