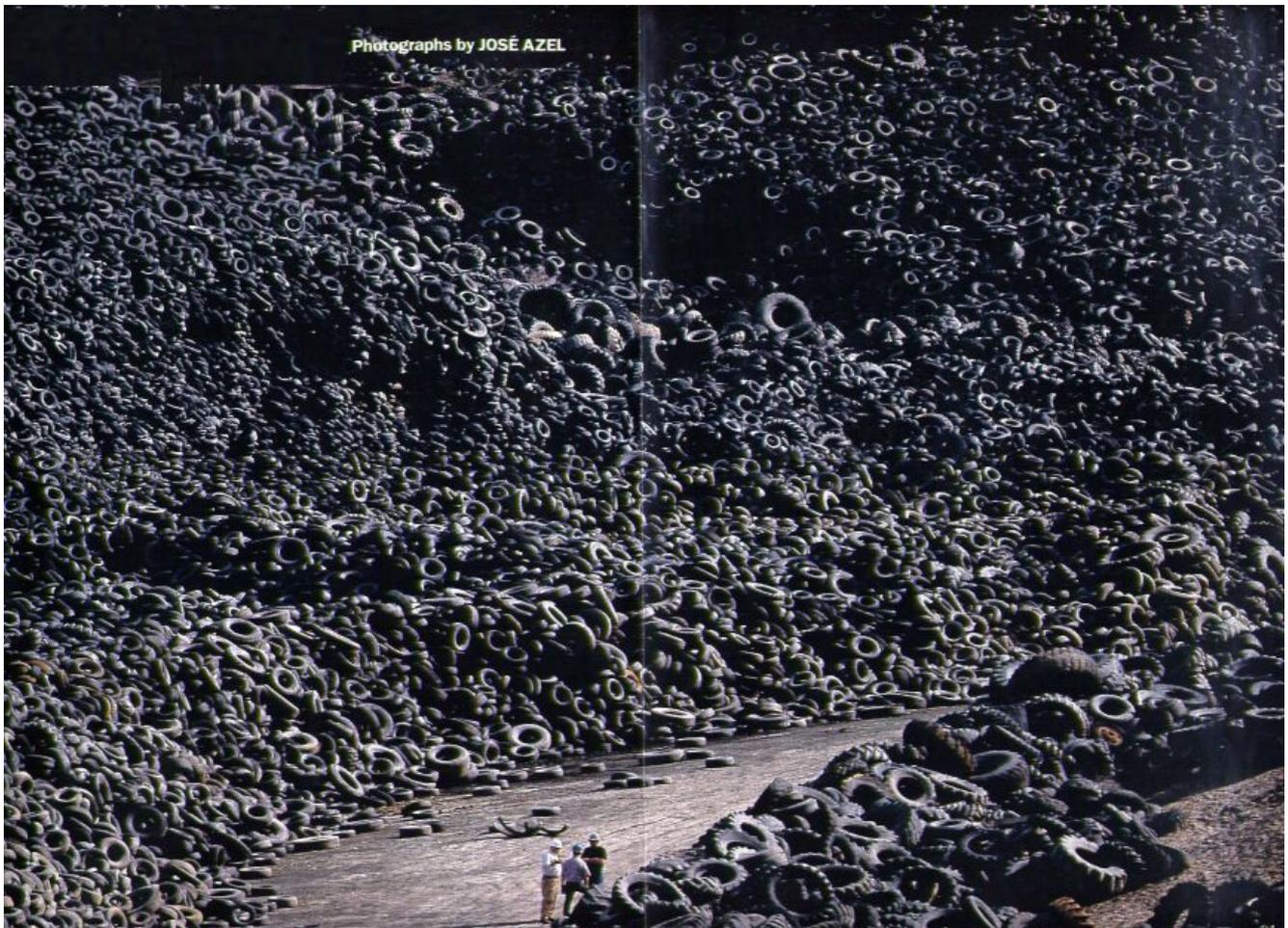


Observen la siguiente foto y reflexionen por unos momentos



La fotografía es real, no es un fotomontaje, lo que nos muestra es propio un **panteón de llantas** ¿increíble no?, tal vez muchos de nosotros nunca habíamos imaginado que existía un lugar así.

Mientras países europeos como Alemania, Francia, Austria reciclan hasta el 60% por ciento de sus llantas usadas, en México prácticamente no existe tal reciclado, debido a la escasa conciencia ambiental y a un casi inexistente sistema de control y de mecanismos necesarios para el correcto tratamiento/recuperación de **llantas fuera de uso (N.F.U o neumáticos fuera de uso)**, de los 28.5 millones de llantas que se desechan anualmente en México el 91% de los NFU terminan en lotes baldíos ríos, carreteras, dicha situación no solo arruina nuestros paisajes sino que se convierte en un factor generador de incendios. Este último es el problema más serio ya que ocasiona severos daños a nuestra salud, pues como se ha verificado, varios estudios técnicos han demostrado que la quema de llantas libera sustancias de máxima peligrosidad para el ser humano, tales como monóxido de carbono, furanos, tolueno, benceno y óxido de plomo, los efectos dañinos que estos pueden ocasionar a nuestra salud son irreversibles.

## LAS LLANTAS USADAS EN MEXICO



### Un granito de arena

La información que les muestro a continuación es una pequeña contribución para poner a disposición mayor información sobre este tema del reciclaje de las llantas usadas que en actualmente es poco explorado y conocido en Mexico. El presente artículo es solo una pequeña parte de una larga y difícil recopilación de datos que (algunos de ellos) personalmente obtuve de diferentes compañías las cuales desde decenios se dedican a la gestión y/o construcción de tecnologías para el tratamiento y reciclaje de residuos como lo son las llantas usadas (NFU). Solo como dato curioso les informo que desde hace un par de años trabajo para una compañía del sector Ecología, motivo por el cual les puedo asegurar que los datos que verán a continuación son datos reales que personalmente obtuve (algunos de ellos) y traduje del idioma italiano al español.

### Para mayor claridad del artículo es importante saber que:

1. En Mexico, a los neumáticos comunmente les llamámos llantas, motivo por le cual en este artículo prefiero utilizar la palabra llanta en vez de neumático.
2. N.F.U es el acrónimo de Neumaticos Fuera de Uso, es decir: "Llantas Usadas"
3. Les aviso que la información que a continuación les muestro sobre como esta compuesta una linea recicladora de llantas, es solo uno de los tantos ejemplos y/o configuraciones de 'linea de reciclaje de llantas' que actualmente existen en el mercado, hago incapié en que esto es solo un modelo que utilizo como ejemplo para poder explicar a grandes rasgos que es, como funciona y cuanto cuesta una linea o planta recicladora de llantas usadas.
4. Al final del artículo puse diferentes diagramas con diferentes configuraciones de lineas/plantas que ofrecen algunas compañías aqui en Europa.

### ¿De que materiales estan hechas las llantas?

Las llantas estan compuestas por por 3 materiales los cuales son: **alambres de acero 'armónico', elastómeros mejor conocidos como goma, y fibras textiles**, todos estos son materiales que a partir de su reducción, pueden ser reutilizados en nuevos procesos productivos. Como podrán notar en a continuación, lo único que varia entre un tipo de llanta y otro, es el % de los materiales presentes, por ejemplo:

*Las llantas de automóvil estan formadas por:*

- Elastomero SBR\* 70%
- Alambres de acero "armónico" 15%
- Fibras textiles 15%

\*Caucho natural

\*Caucho estireno-butadieno

*Llantas de camiones para transporte:*

- Elastomero NR\* 70%
- Alambres de acero "armónico" 31%
- Fibras textiles 1%

*Llantas de maquinaria para excavación (preparación del terreno):*

- Elastomero SBR\* 70%
- Alambres de acero "armónico" 15%
- Fibras textiles 15%

*Llantas de maquinaria agrícola:*

- Elastomero NR\* 70%
- Alambres de acero "armónico" 5%
- Fibras textiles 25%

### Plantas Recicladoras De Llantas Usadas (N.F.U)

Para poder reciclar los materiales que conforman las llantas, es necesario que estas se sometan a los siguientes procesos o fases:

1. **Destalonamiento:** es la remoción de los alambres de acero "armónico"
2. **Trituración:** es la reducción volumetrica de la llanta entera a trozos más pequeños, esta operación esta compuesta por dos fases: la trituración primaria y la trituración secundaria.
3. **Granulación primaria:** es la reducción volumetrica de los trozos de llantas (provenientes de las fases de trituración) en granos.
4. **Granulación secundaria (refinar el grano):** para obtener un grano aún mas fino y seleccionar los granos en base a su tamaño.
5. **Desmetalizado (separación magnética del acero):** Esta es una unidad que se emplea para separar el fierro de los demás materiales.
6. **Aspiración de polvos (limpieza):** son los sistemas de extracción para la aspiración de polvos de tela y de goma. Este sistema de 'aspiración de polvos' esta formado por: el ciclón reductor de polvos, electroaspirador, rotoválvulas, filtro de mangas y las tubaciones.

### ¿Que resultados se obtienen con el reciclaje de llantas?

Es gracias a los procesos de la PLANTA RECICLADORA que se logra la separación de las llantas en **4 componentes** (hacer click en la fotos para verlas en grande):



Alambres de acero `armonico



Fibras textiles



Granos de diferentes granulometrías de goma que pueden variar de **0,5 a 3mm**



Polvos

**¿Cuál es el Maquinario que se necesita para obtener los 4 componentes?**

**Destalonadora**-Esta máquina se utiliza para extraer el anillo de alambres de acero que se encuentra en el interior (en el talón) de la llanta de camión. Cada llanta cuenta con dos anillos, los cuales si no son extraídos, pueden comprometer seriamente la eficiencia de las fases sucesivas de la línea, debido a la dureza de los alambres de acero.

**Algunos ejemplos de las destalonadoras:**



**1**



**2**

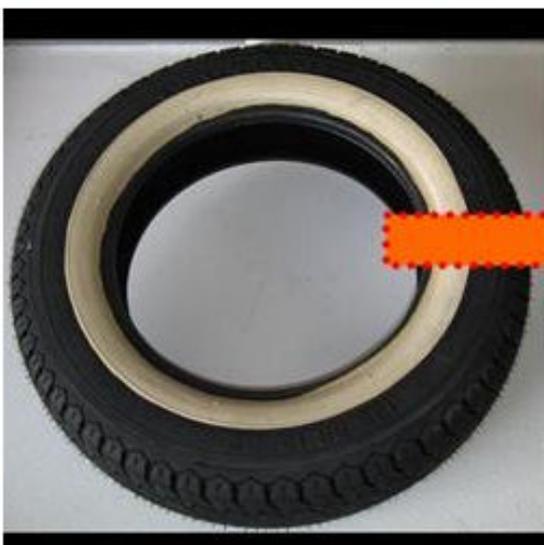


**3**

**Trituradora (primaria).**-Esta máquina se encarga de la primera trituración de la llanta, por lo general este tipo de máquinas cuentan con transmisión hidráulica y con mínimo dos ejes (rotores) en los cuales se encuentran las cuchillas de corte.

El resultado dicha operación son grandes trozos de llantas de tamaño no uniforme. El objetivo de este proceso es simplemente el de trozear el neumático entero y así prepararlo para la fase sucesiva.

**Algunos ejemplos de maquinas trituradoras primarias:**



**Trituradora (secundaria).**-La trituración secundaria la realiza otra máquina trituradora la cual reduce los trozos de llantas provenientes de la primera fase, en pedazos aún más pequeños, motivo por el cual este tipo de máquina debe contar con una parrilla o red metálica para la calibración del tamaño del material en la salida.

#### Notas sobre los trituradores

- Los trituradores son máquinas grandes y robustas que normalmente trabajan con parillas que van desde los 20mm hasta los 100mm, el tamaño estándar varía de fabricante a fabricante (de estas máquinas). Varios de estos equipos ofrecen la posibilidad de intercambiar la parrilla estándar con otras de diferentes tamaños, todo depende del tamaño de material que se quiere obtener.
- Todas las máquinas necesarias para reducir el volumen del material (trituradora y granuladores) deben tener una parrilla para la calibración del tamaño del material, con excepción del triturador primario, para este es opcional.

#### Algunos ejemplos de trituradores secundarios



**Granulador primario.**—El granulador o molino granulador es la máquina que se encarga de “granular” los pedazos de llantas provenientes del triturador secundario, la dimensión de los granos que se logra obtener con el granulador es de 16mm.

#### Notas sobre los granuladores:

1. Actualmente en Europa hay una compañía que proyecta y construye trituradoras secundarias que con una sola máquina logran reducir los trozos de neumáticos a solo 20mm (2cm).
2. Los molinos granuladores son máquinas robustas que normalmente trabajan con parillas de 20mm (el tamaño estándar varía de fabricante a fabricante de estas máquinas). Varios de estos equipos ofrecen la posibilidad de intercambiar la parilla estándar con otras de diferentes tamaños, dependiendo del tamaño de material que se quiere obtener.
3. Hay algunos constructores de granuladores que aseguran que los trozos de neumáticos provenientes de la primera fase del proceso (trituración primaria) pueden pasar directamente al granulador, y así el cliente se ahorraría el tener que comprar el triturador secundario, esto aplica solamente para las llantas de automóvil, porque obviamente las llantas de camión en esta fase inicial aún contienen demasiado acero “armónico” en su interior

Por obvios motivos de eficiencia, se aconseja que el material NO ENTRE en un granulador si primero no ha sido reducido con el triturador a un tamaño de 20mm (2cm). Igualmente les informo que el mercado hay varios molinos granuladores en los que se pueden introducir pedazos de llanta del tamaño de 40mm(4cm), solo que uno de los inconvenientes es que entre más grandes sean los pedazos, más esfuerzo hace el molino para cortar los pedazos que aún contienen los alambres de acero “armónico” y las fibras textiles.

#### Algunos ejemplos de Máquinas granuladoras



Algunos ejemplos del granulador con el sistema de aspiración de polvos:



### Separación del acero 'armonico' (desmetalizado)

Separador magnético para *remover las partículas ferromagnéticas*

Esta operación separa el 99% del acero "armonico" presente en las llantas, el acero es removido por medio de un separador magnetico el cual cuenta con una banda transportadora que se ocupa de conducir el metal hacia un punto de recolección (cajón/contenedor).

### Algunos ejemplos de separadores magnéticos:



### Granulador secundario (refinación y selección del grano)

**caso 1:** Llantas que **NO** contienen material textil:

Si el material granulado (granos de tamaño 0-20mm) **NO** contiene material textil, este es conducido por medio de una banda transportadora a un cernidor rotativo el cual se encarga de seleccionar los granos en diferentes grupos (según su tamaño).

En este caso el la criba (una especie de cernidor o **tamiz**) rotativa es alimentada por un tornillo sin fin o "tornillo de Arquímedes", la criba tiene 3 parrillas con 3 diferentes tamaños de orificios con diámetros que van de 1 a 7mm. Durante el proceso de "cribatura", es decir la separación granulométrica, los granos van a caer en diferentes tolvas contenedoras las cuales en su parte inferior tienen enganchados big-bags (grandes sacos), en manera que durante la caída los granos se depositen en los sacos.

Nota: Solo si se llegara a requerir de una sucesiva reducción de estos granos, los mismos serán conducidos a un pulverizador. **Entre mas pequeño y puro se logre obtener el grano, mayor sera su valor en el mercado**

**caso 2:** Llantas que SI contienen material textil:

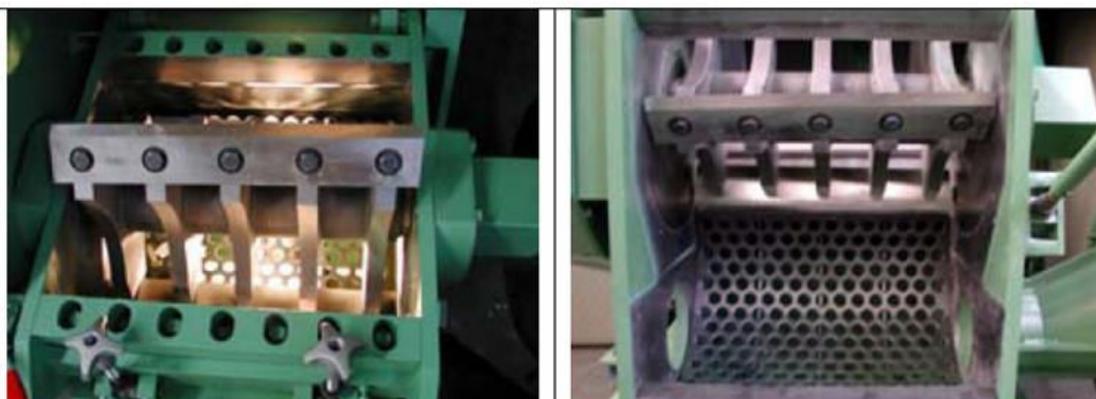
Si el material granulado (granos de tamaño 0-20mm) SI contiene material textil, este será conducido a una sucesiva fase de granulación para poder separar la tela de la goma (esta fase se llama granulación secundaria o de 'refinación').

En esta fase hay 2 molinos de refinación que una vez que han molido los granos caen en una banda transportadora la cual conduce el material a otra 'criba rotativa' la cual tiene 3 parrillas con 3 diferentes tamaños de orificios con diametro que van de 0,5 a 3mm.

Igualmente aqui por fuerza de gravedad los granos van a caer en diferentes tolvas contenedoras las cuales en su parte inferior tienen enganchados big-bags (grandes sacos), en manera que los granos durante la caída se depositen en estos

Durante este proceso se produce una fracción de polvo de tela y de goma, así que por motivos vinculados al ambiente, estas pequeñas partículas deben ser aspiradas por medio de un SISTEMA DE ASPIRACIÓN DE POLVOS formado por: el ciclón reductor de polvos, electroaspirador, rotoválvulas, 'filtro de mangas' y las respectivas tubaciones.

**Algunos ejemplos de granuladores secundarios (refinadores):**



Algunos ejemplos de la criba rotativa:



## SISTEMA DE ASPIRACIÓN DE POLVOS (LIMPIEZA)

Algunos ejemplos del sistema de aspiración de polvos.



## DIAGRAMAS DE UNA LÍNEA RECICLADORA DE LLANTAS (ejemplos)

### HABLEMOS DE NÚMEROS

#### ¿Cuánto cuesta hacer una línea de reciclaje de llantas usadas?

Según la información que encontré una planta recicladora de llantas usadas con una capacidad horaria de **1.5 ton/hora, requiere una inversión de aproximadamente EUR1.5-2 millones de euros**, solo para la compra del maquinario. Cabe mencionar que para este tipo de líneas normalmente se requieren de 3 a 5 personas por turno.

**El precio de las líneas completas de reciclaje puede variar considerablemente de acuerdo a dos factores importantes: 1) la producción horaria que se desea y 2) el tamaño final del grano (que tan completa será la línea).** Además de estos dos factores también tiene que ver que existen varias configuraciones para "armar" una línea, no obstante esto el mecanismo o principio de funcionamiento es siempre el mismo (trituración, granulación, desmetalizado, pulverización, limpieza y empaquetado), solo cambian las marcas de las máquinas, sus prestaciones o rendimiento y de consecuencia el precio. Como podrán imaginar, actualmente existen muchas compañías constructoras de dichas tecnologías (trituradores, granuladores, separación magnética o desmetalizado, molinos pulverizadores, sistema de aireado, bandas transportadoras, etc.)

Solo por mencionar algunos ejemplos, les cito algunas de las varias Líneas de Reciclaje de Llantas que ofrecen algunas compañías (proyectos llave en mano):

#### Producciones horarias:

1 ton/hr para Llantas de carro y de camión da como resultado: 590kg/hr de granos de goma  
310 kg/hr de acero 'armonico'  
100 kg/hr de fibras textiles

2.5 ton/hr para Llantas de carro y de camión da como resultado: 1475kg/hr de granos de goma  
775 kg/hr de acero 'armonico'  
250 kg/hr de fibras textiles

3 ton/hr para Llantas de carro y de camión da como resultado: 1770kg/hr de granos de goma  
930 kg/hr de acero 'armonico'  
300 kg/hr de fibras textiles

4 ton/hr para Llantas de carro y de camión da como resultado: 2360kg/hr de granos de goma  
1240 kg/hr de acero 'armonico'  
400 kg/hr de fibras textiles

#### Otro ejemplo:

Una línea que tritura 1.8 ton/hr es capaz de dar como resultado: 950 kg/hr de granos de goma  
530 kg/hr de acero 'armonico'  
220 kg/hr de fibras textiles  
100 kg/hr de polvos

### Algunos usos de los materiales reciclados



- Canchas deportivas
- Carpetas asfálticas.
- Fabricación de zapatos
- Bolsas
- Partes para carros; frenos, volantes, tapetes, etc.

Algunas otras ideas (algunas extravagantes) realizadas con goma reciclada:

- [Used Rubber USA](#)
- [Etsy](#)
- [Zuss](#)
- [Haute\\*Nature](#)
- [Trendir](#)
- [Target](#)

### OJALA Y...

Ciertamente para un particular las cifras anteriormente mencionadas son exorbitantes y por lo mismo es difícil (pero no imposible) encontrar los recursos para poner en marcha una planta de reciclaje de llantas que cuesta casi 2,000,000 millones de euros (teniendo en cuenta una línea con una producción de 1.5 -2.0 toneladas por hora), siendo esta la terrible situación económica de nuestros empresarios mexicanos creo que es más viable que las autoridades competentes del gobierno (quienes normalmente administran grandes cantidades de recursos) se empeñen en la elaboración de un programa para la recolección de llantas usadas.

Ojalá y alguien que cuente con los recursos necesarios se anime a invertir en el sector ecológico no solo para obtener oportunidades fructíferas sino para ayudar a resolver uno de los principales problemas de contaminación que hay en México.

**Suena a chiste, pero la realidad es que con la quema de llantas también estamos quemando fructíferas oportunidades económicas.**