

Aglomeración de Minerales de Hierro

Reciben esta denominación ciertos procesos que se aplican a algunos minerales de hierro, con objeto de aglomerar pequeñas partículas de mineral en pedazos de mayor tamaño y gran porosidad

Se obtienen así, trozos de dimensiones convenientes, de gran riqueza en hierro (55 a 65%), sin presentar dificultades en el transporte (no se desmoronan) y de constitución y características físicas y químicas que contribuyen a su reducción en el alto horno.

Estas técnicas han permitido el aprovechamiento de minerales pobres o de residuos de operaciones metalúrgicas influenciando notablemente en los aumentos de producción de los altos hornos. En la actualidad todos los grandes hornos de las modernas plantas siderúrgicas se cargan con minerales que han sufrido anteriormente un proceso de aglomeración.

1.- Aplicaciones

La aglomeración de minerales es recomendable en los siguientes casos:

- a) Minerales muy pulverulentos que no pueden ser cargados directamente en los altos hornos porque obstruyen el paso de los gases.
- b) Los polvos y partículas de mineral de tamaño inferior a 10 mm que quedan como residuo luego de la trituración de minerales.
- c) Los polvos que escapan por el tragante de los altos hornos.
- d) La cascarilla obtenida en los trenes de laminación y otros residuos como virutas, etc.
- e) Algunos minerales cuya riqueza en la naturaleza es muy baja (25 a 35% por ej.) y que para ser concentrados deben ser triturados hasta el tamaño de partículas muy finas imposibilitando su carga en el alto horno porque de esta forma obstruyen el paso de los gases.
- f) Ciertos minerales que contienen cantidades relativamente importantes de azufre en forma de piritas de hierro. Por este tratamiento se consigue eliminar una parte importante del azufre que contienen y se realiza la aglomeración de las partículas.

2.- Procedimientos para la Aglomeración de Minerales

La aglomeración de minerales se realiza en la actualidad empleando cuatro procedimientos principales: Briquetado, Nodulización, Peletización y Sinterizado.

El *briquetado* consiste en un simple prensado de los minerales a la temperatura ambiente con o sin adición de materias aglomerantes.

La *nodulización* es un tratamiento bastante sencillo que se hace en hornos cilíndricos rotatorios horizontales parecidos a los de cemento. En ellos, por efecto de la rodadura y la cocción a alta temperatura, se obtiene un producto de forma nodular del tamaño de una nuez.

En la *sinterización* se mezcla el mineral con una cierta cantidad de combustible y agua y por fusión incipiente de las partículas de mineral y de la ganga que le acompañan se obtienen masas porosas de forma irregular de 6 a 40 mm de lado, muy aptas para su posterior reducción en el alto horno.

La *peletización* consiste en esferoidizar el polvo de mineral, un aglomerante y algo de agua en máquinas rotativas que pueden ser tambores, platillos o conos. Sometido el mineral en esos aparatos a movimientos de rotación se forman bolitas o "*pellets*" (Foto N° 1) que luego en otra operación son cocidas y endurecidas en hornos adecuados.



Foto N° 1.- Pellets

De todos ellos, el *sinterizado* y la *peletización*, son con mucha, diferencia, los más importantes. La *sinterización* se suele realizar casi siempre en las fábricas (producen mineral relativamente más grueso) y la *peletización* en las minas (producen minerales finos abundantes y homogéneos).

3.- Peletización

La *peletización* sirve para aglomerar materias primas finamente granuladas obteniéndose un producto esférico, llamado "*pellets*" que posee propiedades físicas y químicas ajustables al requerimiento de los distintos procesos y condiciones de manipuleo.

Para utilizar este proceso (para que se puedan formar las bolitas en verde) las partículas del mineral deben ser muy finas (todas las partículas deberán ser inferiores a 65 # (rnallas) y el 70% inferior a 200 # (mallas) pues de lo contrario se obtienen pellets defectuosos.

La *peletización* se caracteriza porque el mineral fino se aglomera en forma de bolitas con un cierto grado de humedad (*pellets verdes*) y luego en una segunda operación esas bolitas crudas (en verde), se endurecen por cocción en hornos adecuados. En la fabricación de sinter en máquinas Dwight LLOYD, en cambio, todo el proceso de aglomeración y cocción se realiza en una sola máquina y en una sola operación.

I.- El proceso de *peletización*, consta de tres fases principales (Diagrama N° 1):

- a) Preparación del polvo de mineral a la granulometría adecuada.
- b) Fabricación en verde con un cierto grado de humedad de las bolitas o pellets para la formación de pellets verdes, los granos son humedecidos con un líquido (generalmente agua) y luego se lo hace pasar entre rodillos, para que se aglomeran y forman las bolas. Los pellets verdes tienen baja resistencia y por lo tanto deben ser endurecidos.
- c) Endurecimiento de los pellets a temperaturas muy elevadas para obtener bolas de porosidad adecuada y suficientemente duras y resistentes para su manutención, transporte y tratamiento en el alto horno.

Las principales cualidades que se exigen a los pellets son:

- uniformidad de tamaño
- alta resistencia y dureza
- buena reductibilidad
- alto contenido en hierro

Uno de los principales inconvenientes en la preparación de los pellets es la necesidad de llevar el mineral a un alto grado de molido lo que exige una importante inversión en maquinaria para trituración y molienda.

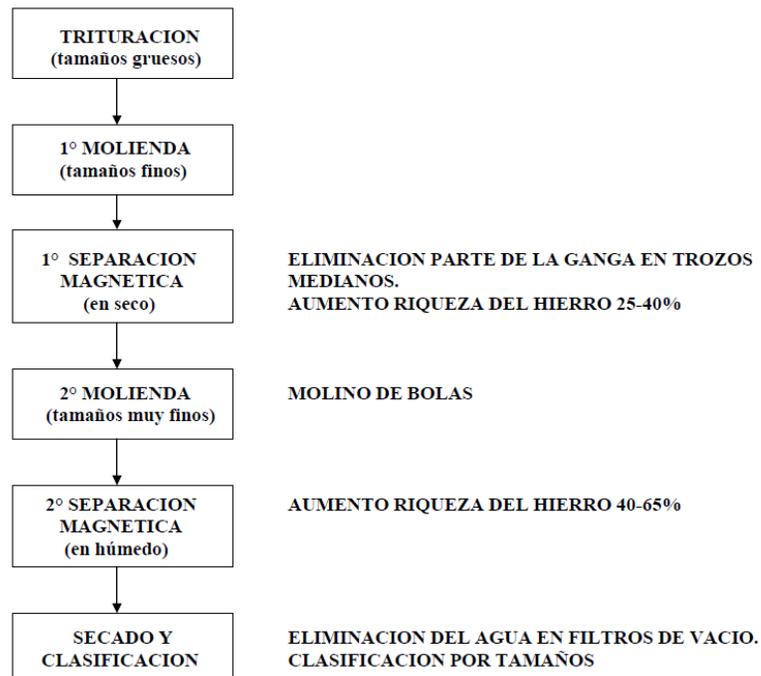


Diagrama N° 1.- Preparación del Polvo del Mineral

II.-Preparación de los Pellets Crudos

Para que la peletización sea correcta, es necesario regular con precisión la humedad (10% aproximadamente) y añadir al mineral bentonita (5% aproximadamente) para favorecer la aglomeración en forma de bolitas.

La bentonita es un aglomerante muy usado en la industria, pues tiene la propiedad de expandirse fácilmente en un medio húmedo, ocupando todos los intersticios existentes en el material.

Mezclando el mineral a aglomerar con la bentonita en (por ej.) un tambor rotativo funcionando a una temperatura relativamente baja (500°C), por un efecto de la temperatura y la rotación se produce la aglomeración de la masa del material pulverulento por simple pegado.

A la salida se obtiene un tamaño cuyo diámetro oscila entre 5 y 20 mm dependiendo del número de revoluciones y de la velocidad de pasaje del material.

La peletización se puede realizar en tres clases de instalaciones diferentes:

- a) *Tambores de peletización*: se utilizan tambores cilíndricos de 3 m de diámetro y 8 m de longitud, que tienen una inclinación de 8° y una velocidad de rotación de 10 vueltas por minuto (*Figura N° 1-b*).

A la salida de los tambores debe realizarse un cribado pues los finos obtenidos sufren un reciclado.

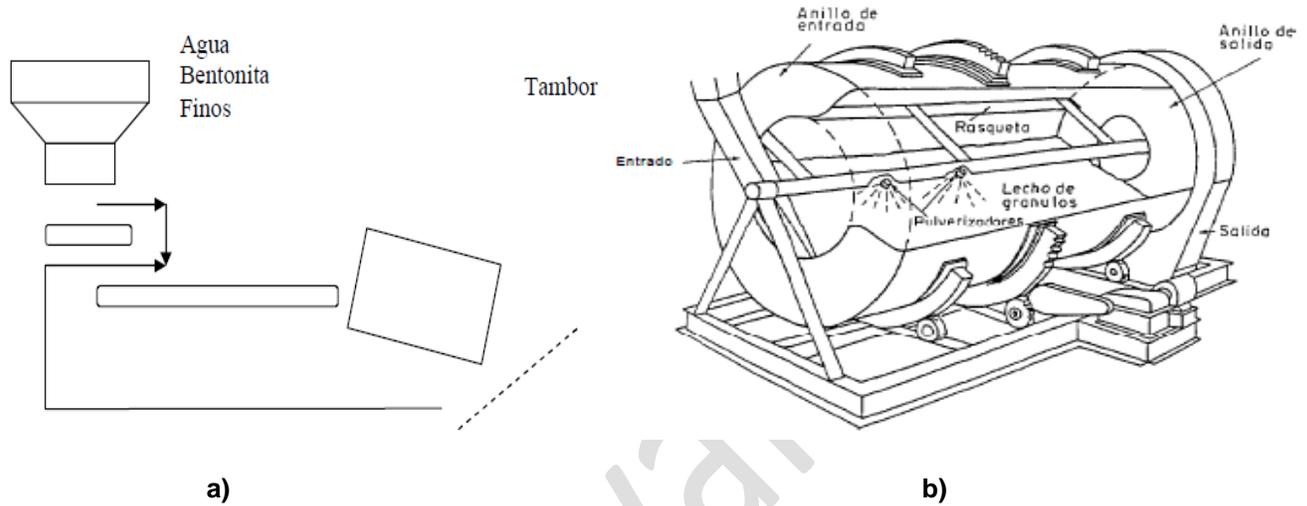


Figura N° 1.- a) Esquema de peletización en tambores; b) Esquema del tambor

- b) *Platos o Platillos*: se utilizan platillos inclinados de unos 7 m de diámetro que giran alrededor de su eje (*Figura N° 2 y Foto N° 2*).

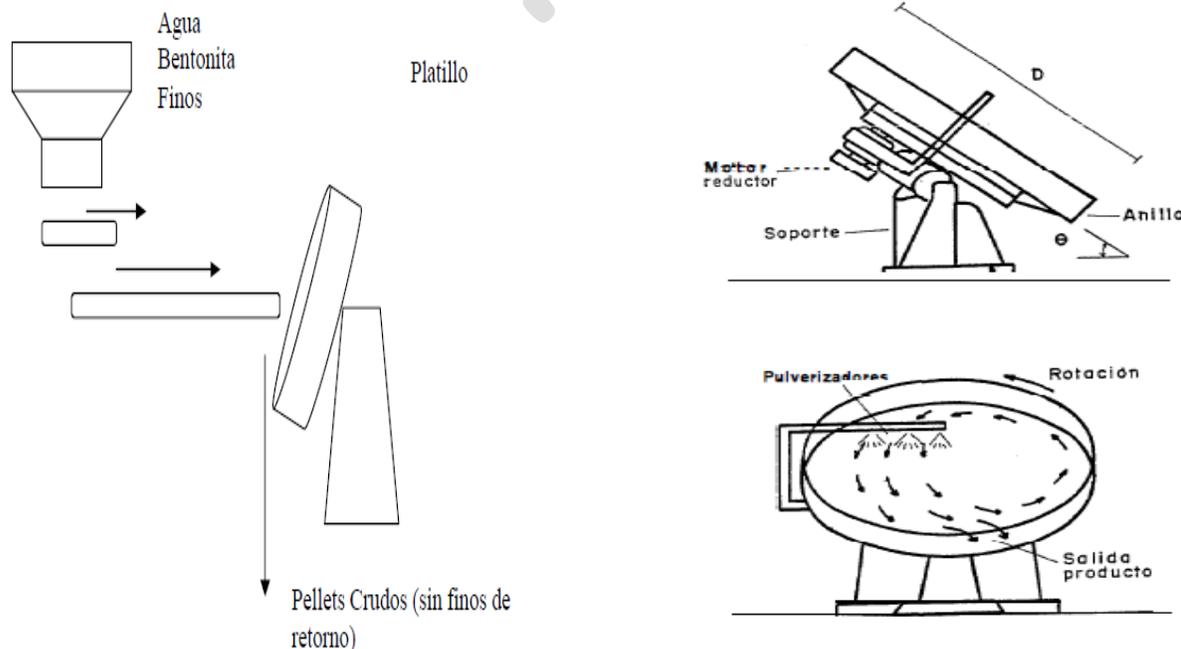


Figura N° 2.- Esquemas de peletización en Platos



Foto N° 2.- Platos de Peletización en Planta de Producción

c) *Conos*: cuando se utilizan platillos o conos se obtienen unos pellets de tamaño muy regular y generalmente se evita el cribado. El tamaño y calidad de los pellets son ajustados mediante la variación del ángulo de inclinación y el número de revoluciones (*Figura N° 3*).

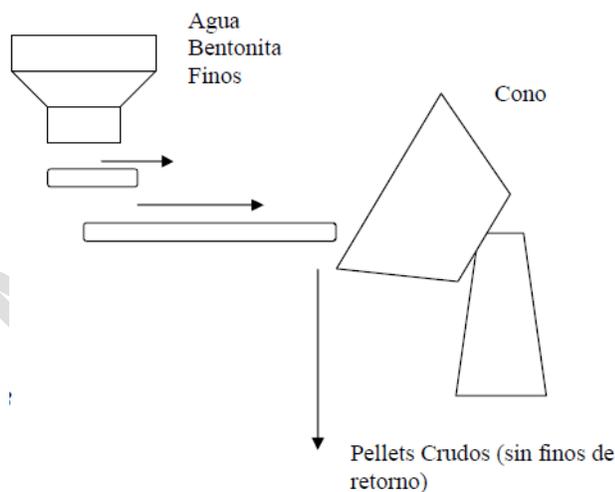


Figura N° 3.- Esquemas de peletización en Conos

III.- Endurecimiento de los Pellets

Para que los pellets puedan ser capaces de soportar el transporte y la presión que sufren en el alto horno son sometidos a un proceso de cocción.

Existen dos procesos de endurecimiento de los pellets.

a) *Endurecimiento mediante tratamiento térmico*, el cual provoca la unión de los granos. Existen cuatro procesos utilizados a nivel industrial: Horno de Cuba; Parrilla Recta; Parrilla Circular y Grate Kiln.

b) *Endurecimiento en frío* (o a baja temperatura) por unión química mediante la incorporación de algún aglomerante. El proceso consiste en obtener el endurecimiento de los pellets con una mezcla de mineral y aglomerante (cemento).

Diagrama de flujo de peletización

Pelletizing flow diagram

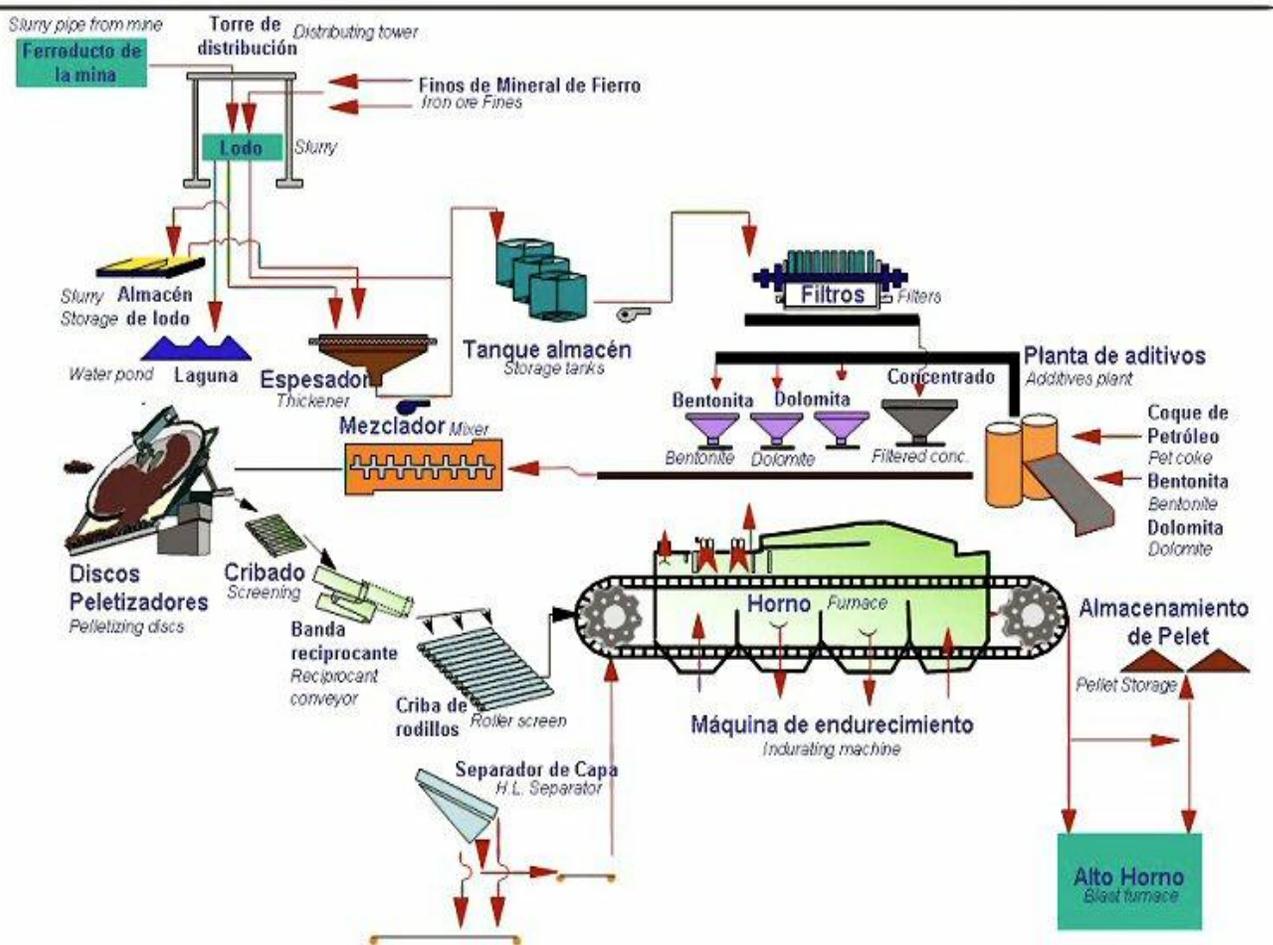


Diagrama N° 2.- Proceso de peletización en Planta de Producción

4.- Proceso de Sinterización

Consiste en aglomerar a elevada temperatura el polvo y las pequeñas partículas de mineral de tamaño inferior a 10 mm, por medio de una fusión incipiente del mineral.

El concentrado de mineral, o mineral de hierro desmenuzado, se mezcla minuciosamente con polvo del tragante, menudos de coque y caliza, se humedece y carga en la instalación de sinterización (Figura N° 4).

Luego con ayuda de una fuente intensiva se enciende el combustible que se halla en la capa de la carga. A través de la capa de carga con un ventilador de succión, dispuesto bajo la instalación de sinterización, se succiona el aire.

La combustión, que comienza en la capa superior de la carga se propaga paulatinamente a todo el espesor y termina en el emparrillado de la instalación.

Al quemarse el combustible la temperatura asciende a 1400 °C; ello es suficiente para la fusión parcial de las partículas de carga y la sinterización entre sí. Después de terminar el proceso de combustión toda la capa de carga se transforma en un producto poroso, en trozos. Para salvaguardar el emparrillado y evitar la pérdida de carga, sobre la rejilla se sitúa una capa de desechos de aglomerado (lecho) de un espesor de 25 mm.

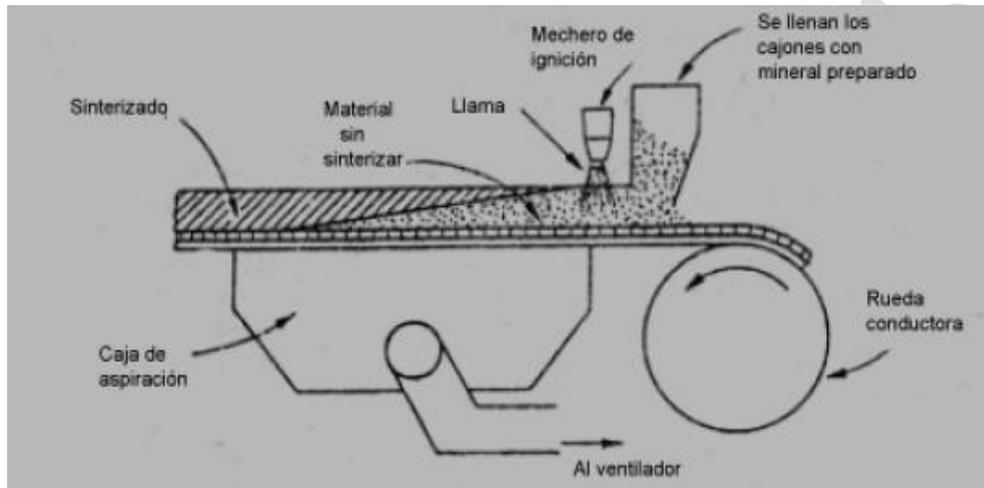


Figura N° 4.- Proceso de Sinterización

El proceso de sinterización se caracteriza por lo siguiente:

- el aire que llega para la combustión pasa por la capa de aglomerado candente y enfriándolo, se calienta hasta una temperatura próxima a la temperatura del aglomerado.
- el calor de los gases se transmite a la carga gracias a la desarrollada superficie de contacto.

I.-El proceso de sinterización puede ser dividido en varias etapas:

a) *Preparatoria*: Después del encendido del combustible en la superficie de la capa de carga, los gases calientes pasan a través de la capa fría de la carga, hacia abajo, y le transmiten su calor. La humedad que se evapora de las capas superiores se condensa en las capas frías inferiores. A medida que desciende la zona de sinterización, aumenta la cantidad de humedad en las capas inferiores de la carga.

Las capas superiores se secan cada vez más, se calientan con el gas y el calor que llega de la zona de sinterización hasta la temperatura de inflamación del combustible.

b) *Etapas de combustión*: El combustible se enciende, se reducen parcialmente los óxidos de hierro, se crean fases líquidas que funden las pequeñas partículas de mineral de hierro.

c) *Etapas de enfriamiento*: El combustible en la capa se quemó, los trozos de mineral se soldaron, se sinterizaron mediante la fase líquida fusible. El material sinterizado se enfría con el aire frío que se suministra por arriba.

II.- Preparación de la carga para lograr un buen sinterizado

El problema principal de la carga es la elección del tamaño óptimo de los materiales y el grado de su humedecimiento, necesario para crear una buena permeabilidad al gas en la carga.

Ella asegura la producción de un aglomerado poroso y resistente. Siendo deficiente la permeabilidad al gas, la cantidad de aire que ingresa a la zona de combustión llega a ser insuficiente, la combustión iniciada transcurre con poca intensidad e incluso puede interrumpirse del todo. El calor que se desprende será insuficiente para crear la fase líquida y no se formará aglomerado.

Una gran cantidad de fracciones pequeñas disminuye los pasos para los gases, cuanto mayor es la cantidad de trozos grandes, tanto más grandes son las cavidades entre los granos y como consecuencia mejora la permeabilidad al gas.

Con el humedecimiento se crean grumos en la carga, sin embargo, la elevación de la humedad por encima de cierto límite provoca la destrucción de los grumos formados y la reducción de la permeabilidad al gas. Para los minerales densos se requiere menos humedad que para los blandos. Para el mineral en trozos grandes menos humedad que para los trozos pequeños. Para los minerales de magnetita la cantidad de humedad óptima es del 9% y para las limonitas del 28%.

III.- Instalación de Sinterización - Máquina Dwight Lloyd

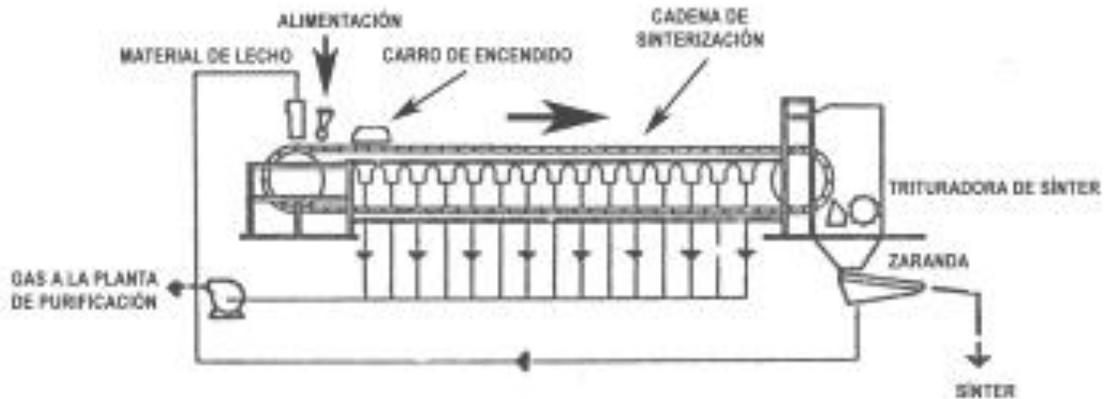


Figura Nº 5.- Instalación de Sinterización (de cinta) - Máquina Dwight Lloyd

Para terminar se puede resumir en un cuadro los conceptos básicos entre pellets y sinter:

AGLOMERADO	PELET	SÍTER
FINOS QUE LO COMPONENTE	Mineral de hierro + aglomerante	Mineral de hierro + coque + fundentes + otros
FORMA	Pelotita	Irregular
PROPIEDADES	Denso, buena resistencia al manipuleo	Poroso y frágil, baja resistencia al manipuleo
LUGAR DE FABRICACIÓN	Mina	Siderúrgica (próximo al alto horno)