



UTN

Fac. Reg. La Rioja



INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

PROYECTO DE FIN DE LA CARRERA
RECICLADO DE NEUMÁTICOS
FUERA DE USO

- GÓMEZ, Jorge Daniel Leg. 30-3179
- MADÓZ, Ignacio Germán Leg. 30-3128

Proyecto de fin de carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional La Rioja presentado por los alumnos:

- GÓMEZ, Jorge Daniel Leg. 30-3179
- MADDOZ, Ignacio Germán Leg. 30-3128

Título del Proyecto:

“RECICLADO DE NEUMÁTICOS FUERA DE USO”

Docentes de la cátedra:

Ing. AEGERTER, Claudio Julián

Ing. ALITTA, Mónica

Tutor del Proyecto:

Ing. KARAM, Claudio

Ing. AEGERTER Claudio Julián, Docente de la Cátedra “Proyecto Final” de la Carrera Ingeniería Electromecánica de la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional La Rioja.

AUTORIZA:

A los Señores GÓMEZ, Jorge Daniel, MADDOZ, Ignacio Germán para que presenten el Proyecto Final de Carrera titulado: “RECICLADO DE NEUMÁTICOS FUERA DE USO”.

Manifiesta en su calidad de Profesor Adjunto de la Cátedra Proyecto Final, del mismo, en cumplimiento de las normas vigentes en esta Universidad para presentación de Proyecto Final.

La Rioja, ____ de _____ de 2017

Ing. AEGERTER Claudio Julián

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO

A nuestras familias por su gran apoyo incondicional en este largo proceso.

A nuestros amigos y compañeros por su apoyo emocional.

A nuestros profesores por su valiosa ayuda.

A todos, muchas gracias.

Jorge y Nacho

RESUMEN

El presente trabajo tiene por objetivo el diseño y cálculo de una planta recicladora de neumáticos fuera de uso (NFU) para la obtención de caucho granulado a través de la trituración mecánica a temperatura ambiente.

Este desecho sólido urbano de creciente envergadura a nivel local y mundial fue la motivación principal del desarrollo del proyecto.

Esta industria se encuentra en desarrollo en Argentina y presenta una demanda interna insatisfecha. La localización del proyecto está prevista en la ciudad Capital de La Rioja, con el objetivo de crear un centro de reciclaje regional para este desecho.

Para determinar la factibilidad de este proyecto, se realizó: evaluación técnica de los distintos procesos de reciclaje, cálculo y diseño del proceso productivo, evaluación de costos y evaluación del impacto ambiental.

En términos económicos y medioambientales, una planta de trituración mecánica tiene un costo inferior al resto y no produce emisiones que pueda contradecir al propósito del proyecto.

Con los resultados obtenidos podemos concluir que se desarrolló de manera exitosa el diseño y cálculo de la planta de reciclaje de NFU.

ÍNDICE

Temas	Pág
Presentación-----	2
Autorización-----	3
Dedicatoria-----	4
Resumen-----	5
1. Introducción-----	8
1.1- Descripción del problema -----	8
1.2- Objetivo General-----	9
1.2.1- Objetivos Específicos-----	9
1.3- Alcance del Proyecto -----	9
1.4- Solución propuesta -----	9
1.5- Análisis de NFU -----	10
1.5.1. Análisis mundial, evolución del consumo de neumáticos-----	10
1.5.2. Análisis nacional, evolución del consumo de neumáticos en Argentina-----	13
2. Antecedentes -----	17
2.1 Historia del caucho -----	17
2.1.1. Historia cronológica del Neumático-----	19
2.1.2. Proceso de fabricación de caucho. Principales fases. Maquinarias-----	21
2.1.3. Principales componentes de neumáticos-----	48
2.2. Descripción de la situación -----	50
2.2.1. Basurales y vertederos-----	52
2.2.2. Relleno sanitario-----	54
2.2.3. Quema de basura (Residuos sólidos)-----	57
2.2.4. Planta reciclado de neumáticos CEAMSE REGOMAX-INTI-----	65
2.3. Reutilización de los NFU -----	68
2.3.1. Regeneración y desvulcanización-----	68
2.3.2 Pirolisis (proceso térmico) -----	71
2.3.3 Termólisis-----	73
2.3.4 Incineración-----	73
2.3.5 Trituración mecánica-----	74
2.3.6 Molido criogénico-----	77
3. Proceso productivo-----	80
3.1 Estructura de desglose de trabajo-----	81
3.2 Diseño del proceso productivo-----	88
3.2.1 Cálculo del proceso productivo-----	93
3.3 Maquinaria Específica-----	96
3.3.1 Máquina destalonadora de alambre-----	96
3.3.2 Máquina triturador primario-----	98
3.3.3 Máquina triturador secundario –Granulador-----	100

3.3.4 Máquina separador magnético-----	102
3.3.5 Criba vibratoria-----	103
3.3.6 Máquina separadora de fibras textiles-----	106
3.3.7Máquina Empaquetadora-----	108
3.4 Diseño y cálculo de servicios auxiliares-----	109
3.4.1 Suministro eléctrico-----	109
3.4.2 Iluminación-----	124
3.4.3 Aire comprimido-----	129
3.5 Análisis de costos-----	142
4. Conclusión-----	184
5. Bibliografía-----	185

1. INTRODUCCION

1.1 Descripción del problema

El destino final de los neumáticos fuera de uso –NFU- es un problema mundial y Argentina no es la excepción. Las razones por las cuales son considerados un problema mundial son graves, demasiadas y variadas.

El actual destino de los NFU es la quema, el depósito a cielo abierto y en el mejor de los casos, utilizados como relleno sanitario ocupando una inmensa cantidad de volumen enterrados y, además, su tiempo de degradación natural en estos rellenos es muy largo (600 años aproximadamente).

En el caso de su disposición inadecuada en espacios públicos genera un hábitat propicio para la proliferación de roedores y mosquitos transmisores del dengue, entre otros riesgos.

Los NFU también son, con frecuencia, incinerados para combatir efectos de heladas en cultivos y en los mismos centros de recepción de residuos provocando así daños en el ambiente y la salud irreparables.

El producto obtenido del proceso de reciclado se utiliza como producto final, como es el caso del relleno de canchas con césped sintético o bien como materia prima para la obtención de diversos artículos y usos. Se usa para fabricar desde alfombras para vehículos hasta el engomado de caminos (sirven para mejorar la adherencia en carreteras).

1.2. Objetivo General del Proyecto

- ✓ Diseño y cálculo de una planta de reciclaje de Neumáticos Fuera de Uso –NFU– con la finalidad de obtener caucho granulado y productos secundarios, a través de un proceso de trituración mecánica a temperatura ambiente, con separación de acero y fibras textiles.

1.2.1. Objetivos Específicos del Proyecto

- Análisis de la situación actual con respecto a la disposición final de los NFU.
- Evaluación, diseño y determinación del emplazamiento de la planta productiva para procesamiento de los NFU con el objetivo de reciclarlos y reutilizar sus productos.
- Evaluación del impacto ambiental que producirá la puesta en marcha y funcionamiento de la planta de procesamiento.

1.3. Alcance del Proyecto

El proyecto abarca el análisis de la situación actual del tratamiento de los NFU y la posible aplicación a nivel local de la propuesta, tratando de abarcar todos los aspectos, a saber, la evaluación y justificación teórica del objetivo planteado, que implica el diseño del proceso productivo, cálculo de producción, selección de maquinaria necesaria, dimensionamiento de la planta de reciclado, cálculo de servicios auxiliares de planta, determinación de costos y evaluación de los impactos posibles tanto positivos como negativos.

1.4. Solución Propuesta

La solución propuesta para el problema planteado consiste en el diseño de una planta de reciclaje de NFU, mediante trituración mecánica a temperatura ambiente para la obtención de caucho granulado. Éste es un proceso netamente electromecánico, el cual abarca desde recepción y acopio de materia prima hasta el embolsado del producto final para su posterior venta.

El proceso consiste en la trituración mecánica de los NFU, separación magnética de los metales, trituración secundaria (granulado), separación magnética final, tamizado o cribado para obtener las distintas granulometrías, realizar la separación de las fibras textiles mediante un separador ciclónico y por ultimo su empaque y expedición.

Este proyecto no solo posibilitará la eliminación de focos infecciosos o contaminación medioambiental a través de la quema, sino que permitirá reutilizarlos y obtener de ellos un beneficio. Esto significa generar valor agregado sobre un desecho.

1.5. Análisis de NFU

1.5.1. Análisis mundial, evolución del consumo de neumáticos

El nivel de consumo y producción de neumáticos está estrechamente relacionado con el desarrollo industrial, social y económico de un país o una región.

Cuando hablamos de desarrollo industrial, implícitamente estamos hablando de un constante aumento del consumo de neumáticos directa y/o indirectamente. Esto es, a mayores niveles de producción industrial mayor consumo de neumáticos, éstos son necesarios para el transporte de cargas, para el uso en maquinarias, mayor consumo en automóviles (impacto social), etc.

El comercio internacional de neumáticos

Tomando como período de tiempo la década que va del 2002 al 2012 y a partir de los gráficos expuestos más abajo se pueden desprender varias afirmaciones y conclusiones que son interesantes de analizar.

Exportaciones

Se decidió mostrar la evolución de los principales seis países exportadores de neumáticos (China, Japón, Alemania, Francia, EE.UU. y Corea) cada tres años (2003, 2006, 2009 y 2012). En el primer gráfico se evidencia el crecimiento sostenido, y en el caso de China un crecimiento exponencial, de casi todos los países excepto por Francia que desde el año 2009 perdió competitividad y cedió el quinto lugar a Corea. Se hace imposible no destacar el protagonismo de China entre estos países pasando de tener el 0.6% del mercado al 18% y aumentando diez veces su ganancia.

En el gráfico que muestra la variación anual de las exportaciones cabe resaltar la abrupta caída en las exportaciones en el contexto de la crisis económica mundial del 2008/2009 que arrastró a todos los sectores incluido el de los neumáticos. Sin embargo hubo un “efecto rebote” y las cifras se pusieron muy por encima de los niveles previos a la crisis.

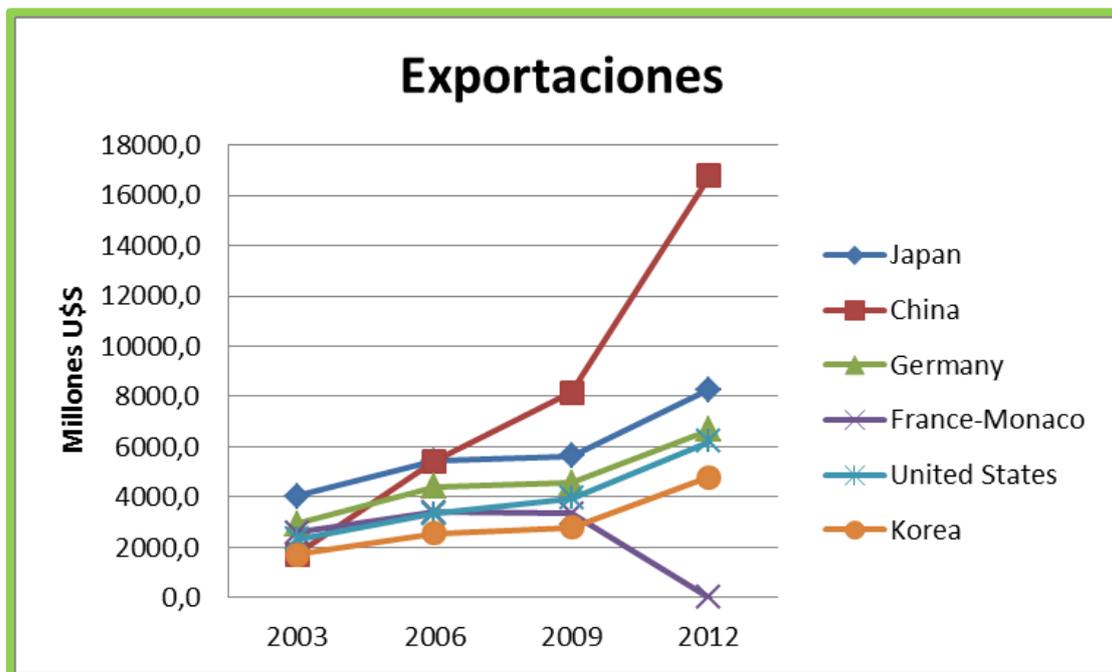
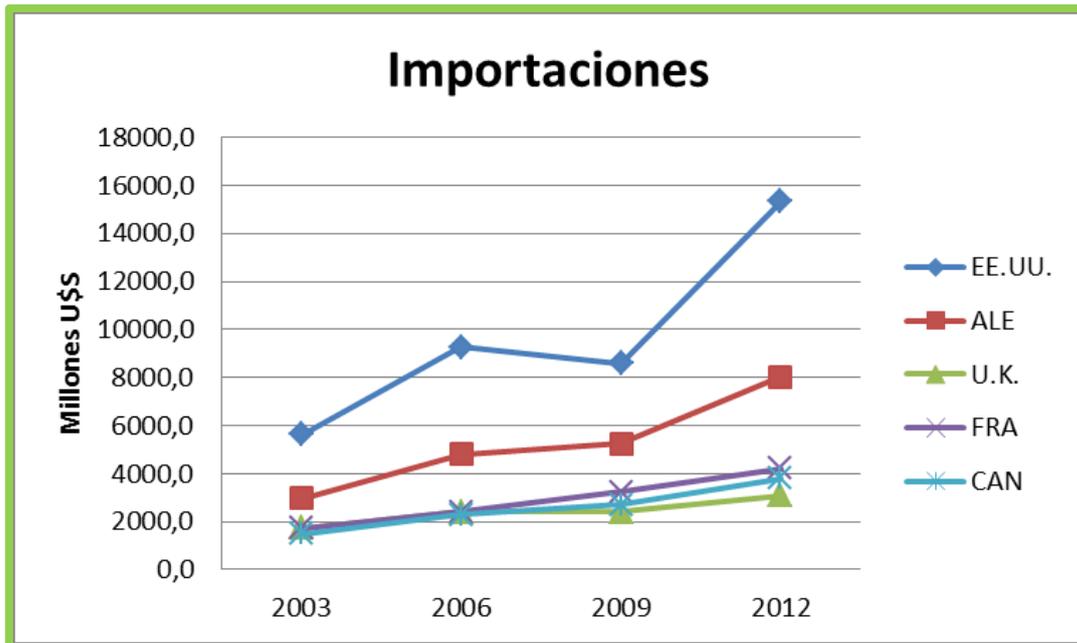
Importaciones

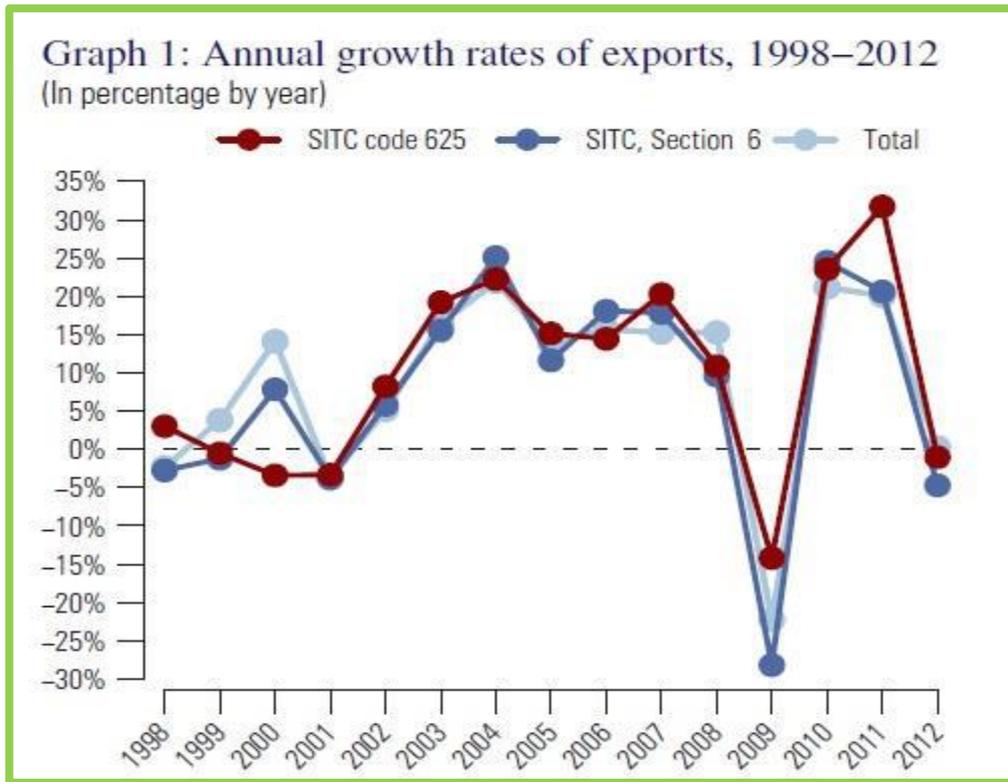
Las importaciones no sufrieron demasiadas variaciones durante la década. Los primeros dos países importadores de neumáticos, EE.UU. y Alemania, se despegaron de los otros tres que se muestran en el gráfico (Reino Unido, Francia y Canadá) con el correr de los años, mientras que éstos siguieron creciendo a un nivel similar.

Un dato a destacar es que en los primeros años del periodo estudiado, los valores en millones de dólares por importaciones superaban ligeramente a los de las exportaciones, situación contraria a los últimos años de la década 2002/2012

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Values in Bln US\$ Imp.	26.9	31.8	38.5	44.3	50.2	60.5	67.0	56.9	69.3	89.9	90.7
Exp.	26.0	31.0	37.9	43.6	49.9	60.0	66.5	57.1	70.5	92.9	92.0

(Fuente: <http://comtrade.un.org/pb/CommodityPages.aspx?y=2012>)





1.5.2 Análisis nacional, evolución del consumo de neumáticos en Argentina

Producción de neumáticos para vehículos en Argentina

- Automóviles y camionetas

De los datos que observamos en las tablas podemos notar que la producción de neumáticos desde el año 1990 hasta el año 2004 tuvo un crecimiento leve (si consideramos la producción año a año), pero sostenido que osciló entre el 3% (2000) y el 21% (1994), aunque con algunas excepciones (como los años 1991, 1995, 1999 y 2001) donde el volumen de producción disminuyó levemente respecto al año anterior (siendo del 7% en el año de mayor caída, el 2001).

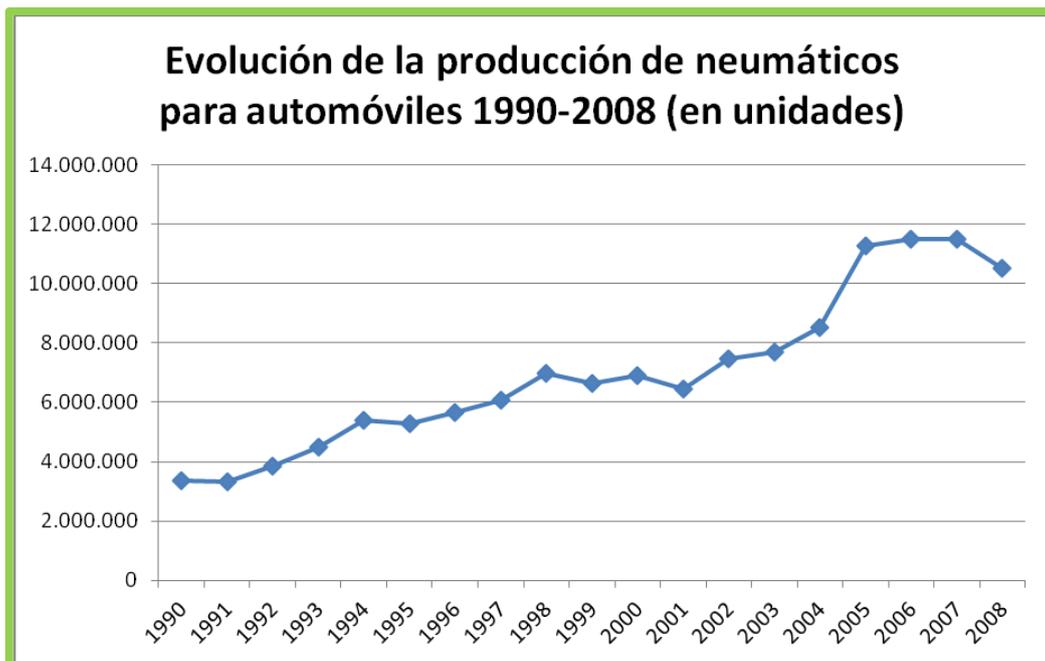
Vale aclarar que en el período recién mencionado sólo se consideran los neumáticos para automóvil.

Luego, se ve un fuerte aumento en el año 2005 (que puede atribuirse a que comienzan a tenerse en cuenta los neumáticos para camionetas), del 32,5% aproximadamente, superando las 11 millones de unidades producidas en ese año, y dicho nivel de producción se mantiene estable (con una variación del 2%) hasta el año 2007.

En el año 2008 la producción local disminuye en un 8,5%, superando al impacto que tuvo la crisis del 2001 en este aspecto.

Los años de mayor caída de la producción coinciden con 2 años en los cuales se dieron grandes crisis, en el 2001 una crisis a nivel local y en 2008 una a nivel global, lo cual generó cierta incertidumbre acerca de lo que pasaría en el mercado de neumáticos (entre otros bienes) y llevó a disminuir la producción.

Lo anteriormente descrito puede observarse perfectamente en el siguiente gráfico:



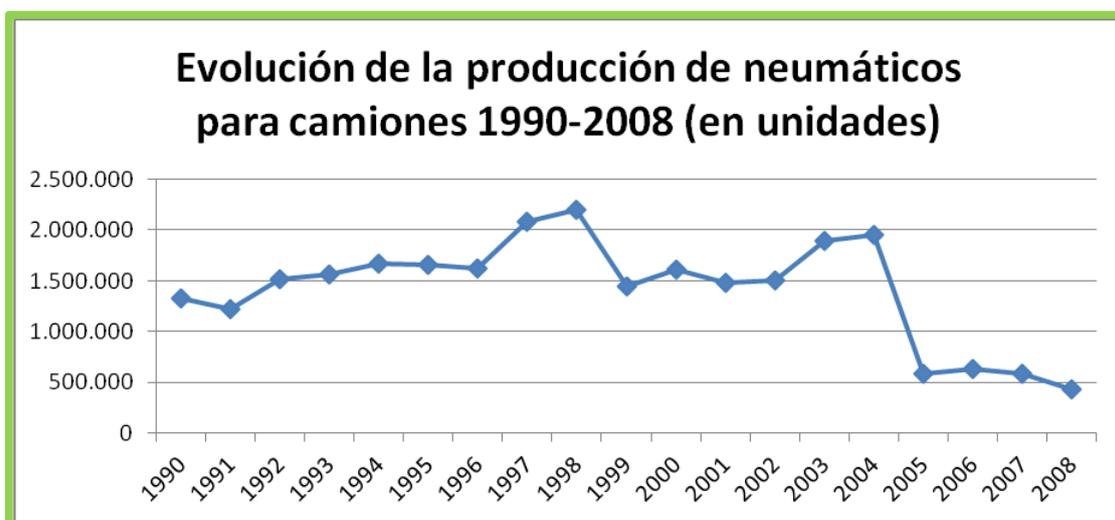
- Camiones

Se puede observar que en el período 1990-2004 la producción es muy irregular, con picos cercanos al 25% de crecimiento (años 1991, 1996 y 2002) alternando con niveles de crecimiento bajos (del orden del 2% al 12%) y con una caída brusca del 34,5% en el año 1998. Los valores de este período corresponden a neumáticos para camiones y camionetas.

Luego en el año 2005 se produce una disminución de casi el 70% de la producción (atribuible en parte a que dejan de tenerse en cuenta los neumáticos para camionetas) y los 2 años siguientes la producción varía en un 8%, permaneciendo prácticamente estática.

En el año 2008 vuelve a tener un pico de decrecimiento cercano al 25%, atribuible a la crisis económica global que sucedió ese año y a la incertidumbre que esta generó en todos los mercados, incluyendo al de neumáticos.

Esto puede verse en el siguiente gráfico:



Origen de los neumáticos incorporados a los modelos de vehículos de mayor volumen de producción en Argentina:

Aquí se muestra el país de origen de los neumáticos de los 7 modelos más vendidos de Argentina del año 2013. Todos juntos representan el 51% del mercado automotor.

MODELO	ORIGEN	Fuente
Toyota Hilux	Argentina	Concesionaria Oficial Toyota "Zento"
VW Amarok	Brasil	Concesionaria Oficial VW "Organización Sur"
Chevrolet Ágile	Brasil	Concesionaria Oficial Chevrolet "Del Sur"
Ford Focus 2	Argentina	Concesionaria Oficial Ford "Organización Sur"
Ford Ranger	Argentina	Concesionaria Oficial Ford "Organización Sur"
Fiat Siena	Argentina	Concesionaria Oficial Fiat "Marinero e hijo S.A."
Peugeot 207	Brasil	Concesionaria Oficial Peugeot "Guillon"

2. ANTECEDENTES

2.1. Historia del Caucho

En su lugar de origen, el centro y sur de América, el caucho ha sido recolectado durante mucho tiempo. Desde mucho antes de la llegada de los europeos, ciertos indígenas del Amazonas lo llamaban *cautchouc*, o "árbol que llora", y lo usaron para hacer vasijas y láminas a prueba de agua.

La explotación del caucho en la Amazonía Peruana, Brasileña y Colombiana genera tal actividad que ciudades como Iquitos (Perú) o Manaus (Brasil) principal centro de operaciones y puerto exportador que se genera la fiebre del caucho, constituyéndose en ciudades de gran prosperidad económica y centros de los más lamentables abusos en contra de la especie humana. Actualmente no existe ningún gesto por parte de los Gobiernos implicados en este horror que haga pensar en una culpa histórica.

En 1885 los ingleses logran sacar semillas fuera de la zona y lograron plantarla con éxito en las colonias asiáticas (Malasia) y zona subtropical de África (Liberia y Congo). A Liberia se le llegó a llamar el país de la Firestone, donde esta compañía tenía inmensas plantaciones. Hacia 1915 se comercializaron las primeras partidas de caucho de estas plantaciones a precios sin competencia posible para los caucheros de la Amazonía lo que provocó su debacle económica de la región y la de los caucheros.

En Brasil, los habitantes ponían el látex en una rueda de paletas de madera que hacían girar en medio del humo producido por una hoguera y al repetir las inmersiones obtenían una bola de caucho ahumado. Entendieron el uso de caucho para hacer tela hidrófuga. Una historia dice que el primer europeo en retornar a Portugal desde Brasil con muestras de tela impermeable engomada impresionó tanto a la gente que fue juzgado por brujería.

Cuando las primeras muestras del caucho llegaron a España, se observó que un pedazo del material era bueno para borrar escritos de lápiz sobre el papel. Esto mismo lo estableció Joseph Priestley, el clérigo inglés que descubrió el oxígeno. Aún se usan para este fin pedazos de este material, conocidos como 'gomas' en España y América del Sur, y en México se conoce como goma o chicle.

Definición

El caucho o hule (hidrocarburo con fórmula C_5H_8) es una sustancia natural (aunque en la actualidad existe una variedad sintética obtenida a partir de hidrocarburos insaturados) caracterizada por su insolubilidad en agua, su resistencia eléctrica y su elasticidad, que se encuentra en forma de suspensión coloidal en el látex.

Debido a sus múltiples aplicaciones comerciales (los neumáticos, la ropa impermeable y ciertos productos adhesivos están constituidos por esta sustancia), el látex es extraído de las plantas productoras con el objetivo de obtener las partículas de caucho que se encuentran dispersas en él.

El caucho es un polímero elástico, *cis*-1,4-polisopreno, polímero del isopreno o 2-metilbutadieno. C_5H_8 que surge como una emulsión lechosa (conocida como látex) en la savia de varias plantas, pero que también puede ser producido sintéticamente. La principal fuente comercial de látex son las euforbiáceas, del género *Hevea*, como *Hevea brasiliensis*.

Otras plantas que contienen látex son el ficus *euphorkingdom heartsbias* y el diente de león común. Se obtiene caucho de otras especies como *Urceola* elástica de Asia y la *Funtumia* elástica de África occidental. También se obtiene a partir del látex de *Castilla* elástica, del *Kalule patenium argentatum* y de la *Gutapercha palaquium gutta*.

Hay que notar que algunas de estas especies como la gutta percha son isómeros trans que tienen la misma formulación química, es el mismo producto, pero con isomería diferente.

Estas no han sido la fuente principal del caucho, aunque durante la Segunda Guerra Mundial, hubo tentativas para usar tales fuentes, antes de que el caucho natural fuera suplantado por el desarrollo del caucho sintético.

En la actualidad el Hevea se cultiva en grandes plantaciones, en algunos casos propiedad de grandes industrias del neumático, en las que se utilizan injertos de variedades genéticamente modificadas para optimizar la producción de látex. Las zonas de mayor producción son China, México, Vietnam y Brasil. Hubo grandes plantaciones de Heveas en África tropical, Guinea, Liberia y Congo, pero actualmente el predominio de la producción pertenece al Sudeste asiático.

2.1.1. Historia cronológica del Neumático

Fue la empresa Goodyear la que descubrió en 1839 la vulcanización del caucho. Más tarde, el visionario John Boyd Dunlop, veterinario escocés que vivía en Irlanda, fue quien inventó el neumático en 1887. Diseñó una 'cámara de aire' envuelta en una tela de algodón tejido, que pegó y clavó en un aro de madera. El resultado fue tan rústico como eficaz.

El 23 de julio de 1888, J.B Dunlop registró la patente que iba a revolucionar la rueda. Cerca de 1891 los hermanos André y Edouard Michelin inventan el neumático desmontable, lo que revolucionó la llanta y permitió su adopción por la industria y el deporte del automóvil.

Hacia 1910, los neumáticos se equiparon con un aro metálico en el talón, destinado a mejorar la rigidez total de la rueda. También se adoptaron estructuras y se añadió una base de carbón para aumentar su resistencia a la abrasión.

En 1915, los alemanes pusieron a punto un caucho sintético. En los años 1920, la tela tejida desapareció y fue sustituida por tejidos con cables de metal sin trama. En 1937, Michelin creó la carcasa de acero. El 4 de junio 1946 Michelin inventa y patenta la llanta radial que desde entonces ha sido utilizado por todos los fabricantes.

El primer auto equipado con dichos neumáticos fue el Citroën con tracción delantera. En 1955, Michelin inventó el neumático sin cámara de aire (denominado Tubeless).

En 1962, Bridgestone desarrolló sus primeras llantas de estructura radial en acero japonés para camiones y autobuses y los primeros neumáticos de estructura radial para vehículos particulares, a mediados de 1964.

En 1965, BFGoodrich fabricó el neumático radial americano: el Lifesaver. En 1971 los neumáticos Goodyear pisan la luna.

En 1972, Continental lanzó el neumático de invierno sin clavos: ContiContact. En 1977 Las llantas BFGoodrich equiparon el trasbordador espacial Columbia.

En los años 80, Pirelli inventa los neumáticos de perfil bajo, una innovación tecnológica fundamental que permite reducir la altura de los flancos. En 1981, el Michelin Aire X se convirtió en el primer neumático radial para aviones. 1992, Goodyear puso a punto el primer neumático sin aire que permite, después de un pinchazo, seguir rodando a velocidad reducida durante un número de kilómetros limitado.

En 1992, Michelin asoció sílice original y un elastómero sintético. Esta mezcla permite en adelante la fabricación de neumáticos que presentan una baja resistencia a la rodadura y una buena adherencia sobre suelos fríos, sin perder su calidad de resistencia al desgaste. Esta innovación ha dado lugar a las gamas denominadas de 'baja resistencia a la rodadura' que permiten disminuir el consumo de combustible de los vehículos.

En 1997, Bridgestone entró en la competición de la categoría Fórmula 1. Los bólidos equipados con neumáticos Bridgestone Potenza consiguieron cuatro podios durante esa temporada.

En 1999, Dunlop presentó un sistema de control para neumáticos: Warnair. Esta llanta detecta rápidamente las pérdidas de presión e informa al conductor a través de avisos sonoros o visuales.

En el 2001, Michelin puso a punto una nueva tecnología para neumáticos de avión que permite al Concorde volver a despegar: la tecnología radial NZG. En el 2002, las marcas Bridgestone y Continental anunciaron en el Salón de Ginebra una cooperación técnica para el desarrollo conjunto de un neumático con tecnología Runflat.

2.1.2. Proceso de fabricación de caucho. Principales fases. Maquinaria.

Partiendo del caucho bruto, es preciso incorporarles los ingredientes necesarios para obtener una mezcla, después poner ésta bajo empleo y vulcanizarla, es decir, cocer el objeto así obtenido.

Esto supone un cierto número de operaciones, de las cuales las más importantes son las siguientes:

Una transformación física del caucho crudo, para hacer posible la incorporación de los productos que es necesario añadir. Esta operación se denomina **plastificación**, la cual se consigue mediante una máquina, denominada malaxador o mezclador.

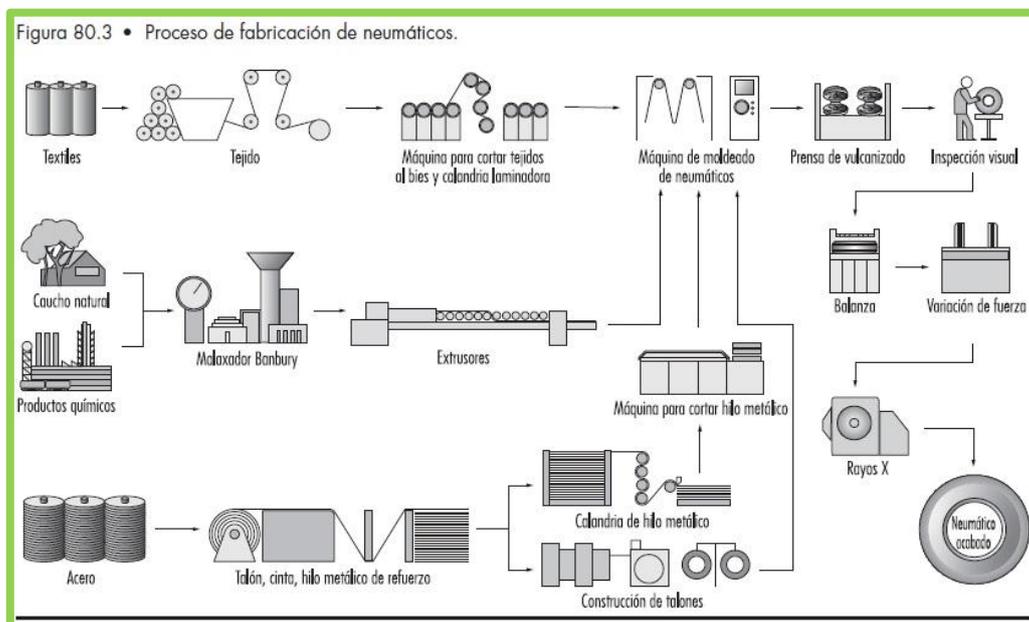
La incorporación de ingredientes diversos.-Esta operación es el **mezclado**, que se hace igualmente sobre el malaxador.

El modelado del producto obtenido. – Con objeto de poder proceder a la realización práctica de los objetos a fabricar. Esta puesta en forma supone, según los casos, un **calandrado**, un **budinado** (extrusión) o un **engomado**.

Las máquinas correspondientes se llaman calandrias, budinadoras o extrudadoras y máquinas de engomar.

La confección del objeto de fabricación. – Confección que supone frecuentemente el empleo de un molde diseñado con las formas de este objeto y que le dará además sus dimensiones definitivas. Esta operación se designa con el nombre de **moldeo**.

La **vulcanización**, es decir, la cocción del objeto confeccionado o modelado, gracias a la cual el caucho adquirirá sus cualidades propias, aquellas que se han estudiado y que exige su futuro empleo. Los aparatos utilizados son autoclaves o prensas con platos calentados.



Almacenado

El caucho se recibe, lo más frecuentemente, bajo forma de bala. Es necesario, a la recepción, almacenar estas balas según sus calidades (marcas de especificación), su naturaleza (caucho natural o artificial), en espacios bien aireados al abrigo del polvo y a una temperatura lo más constantes posible.

Los ingredientes, en particular las cargas, serán almacenadas, ya en sacos, ya en silos provistos de básculas automáticas para el descargue en los malaxadores (en fábricas importantes).

Los plastificantes, y en general todos los líquidos, serán depositados en toneles, valiéndose de bombas para el trasvasado. Las cantidades serán determinadas volumétricamente.

Deshelado

Después de un cierto tiempo de almacenado a la temperatura ordinaria, el caucho se endurece: se dice que se encuentra helado. La primera operación consistirá pues, en deshelar las balas de caucho; esto se realiza generalmente en habitaciones cuya temperatura es superior a 50 °C. Este proceso es largo y lleva consigo una inmovilización muy importante de caucho bruto almacenado. Un método elegante, indicado por Dufour y Leduc, consistiría en utilizar las corrientes de alta frecuencia para calentar la bala; pero la imposibilidad de impedir calentamientos locales excesivos limita su empleo.

Cortado y troceado

Las balas de caucho natural pesan más de 100 kg, siendo por ello imposible utilizarlas en los malaxadores sin cortarlas previamente en pedazos de 10 a 15 kg.

Las fábricas importantes emplean troceadoras (trinchantes o cortadoras) con cuchillas múltiples que cortan de un solo golpe una bala entera en 6 u 8 trozos.

Estas máquinas son movidas hidráulica o mecánicamente y pueden tener una disposición horizontal o vertical.

Se ha perfeccionado considerablemente la construcción de estas máquinas y aumentado la potencia que actúa sobre las cuchillas, al objeto de poder trocear las balas heladas; la calefacción de los filos ha permitido reducir de manera considerable el esfuerzo cortante.

En las fábricas de pequeña capacidad se utilizan sierras intermitentes o sierras de cinta, en las cuales se utiliza el agua como lubricante; su rendimiento es menor, pero su precio es sensiblemente más bajo y, además, las instalaciones son más sencillas.

Estas operaciones de deshelado y troceado se podrían simplificar adoptando otra fórmula consistente en partir las balas en panes de 25 kg en la plantación, panes que pueden ser puestos directamente en el malaxador después de haber sido ligeramente deshelados.



Plastificación

Para hacer posible la incorporación de los ingredientes es preciso plastificar el caucho.

Es práctica industrial corriente para mejorar la regularidad de las mezclas sucesivas, utilizar balas o trozos de bala procedente de lotes diferentes, operación que se designa con el término inglés “blending”.

Plastificación mecánica

La plastificación mecánica puede hacerse, bien con la ayuda de un material análogo al empleado para el mezclado: malaxadores de cilindros o malaxadores internos, ya con la ayuda de un material especialmente concebido a este objeto: plastificadores.

Malaxadores de cilindros

Un malaxador está compuesto esencialmente de dos cilindros paralelos que giran en sentidos inversos, con velocidades diferentes y entre los cuales se puede introducir trozos de cauchos crudos.

Estos cilindros (o rodillos), que tienen de 50 a 80 cm de diámetro y de 1,5 a 2,00 metros de longitud, trabajan a una temperatura aproximada de 60 °C; para mantener la temperatura constante han de ser enfriados enérgicamente a fin de compensar el calentamiento producido durante el trabajo a que se ve sometido el caucho.

Los dos cilindros, que son de hierro fundido muy duro o acero especial descansan sobre una sólida armadura, también de hierro fundido o acero colado, apoyados en cojinetes; generalmente, los cojinetes que soportan el cilindro de atrás son fijos, y los del cilindro de delante son móviles, lo que permite variar la separación de los 2 (dos) cilindros.

El malaxador y sus accesorios de mando están dispuestos sobre un bastidor indeformable, constituidos por perfiles soldados; el conjunto reposa sobre un suelo sólido por intermedio de soportes de cauchos anti vibratorios.

Los cilindros son movidos por un grupo motor eléctrico-reductor y por 2 (dos) juegos de engranajes.

Pasando y repasando el caucho sobre el malaxador, el caucho sufre una transformación. Se puede observar claramente el cambio experimentado. De duro y compacto, se transforma, poco a poco, en una sustancia blanda. De elástico pasa a plástico. Al cabo de cierto tiempo, variables según las condiciones de trabajo, pero que puede estar comprendido entre 10 y 20 minutos, los trozos de caucho duros y compactos se han convertidos en una tira blanda y plástica, que sigue una rotación sobre el cilindro delantero. Se dice entonces que el caucho está plastificado; se encuentra entonces en condiciones aptas para recibir la carga, así como los ingredientes que deseamos incorporar. Este trabajo mecánico va acompañado, naturalmente, de un desprendimiento de calor importante. Desde el momento en que hay fricciones, desgarros, compresiones y descompresiones, una parte considerable de la energía puesta en juego se transforma en calor.

Si bien es verdad que este calor obtenido por el trabajo mecánico facilita la operación de la plastificación es esencial, por otra parte, controlar la temperatura para evitar un calentamiento anormal de los cilindros y del caucho a través de esta manipulación

Cuando la temperatura se eleva, la plastificación, es decir, la transformación física que le hace al caucho apto para la incorporación de las cargas, se encuentra facilitada, en el sentido de rapidez en la operación y economía; sin embargo, el consumo de energía para obtener un grado de plastificación determinado pasa por un mínimo a la temperatura de 60 a 70°C. Por esta razón, en los malaxadores de cilindro se trabaja a esta temperatura. El trabajo mecánico y la temperatura no son los únicos factores que influyen en la plastificación. Se ha puesto en evidencia una acción muy importante del oxígeno del aire. Esta acción se ha podido comprobar verificando malaxadores al abrigo del aire o en una atmosfera de nitrógeno, por ejemplo; la plastificación en este caso es mucho más lenta. En lugar de 10 a 15 minutos es preciso emplear varias horas.

La presencia del oxígeno es imprescindible para conseguir la plastificación.

Un cuarto factor interviene también y no podemos despreciar; se trata de la acción dependiente del obrero que maneja la máquina. Si él no actúa directamente sobre el valor propio de esta plastificación, vigila y da regularidad al trabajo. Asegura que todo el caucho pase entre los cilindros sin que se desbende por los bordes. Pretende obtener así un trabajo tan regular y homogéneo como sea posible; a este objeto, provisto de un cuchillo especial, corta en grandes trozos la mezcla y los cambia de posición en la máquina; si son extraídos de la parte izquierda de los cilindros los lleva a la parte derecha, y al contrario. Este volteamiento del caucho a lo largo del cilindro lleva consigo la homogeneidad de la masa.



Malaxadores internos

Un malaxador interno está constituido por dos cilindros de dentado helicoidal que giran en un sentido cerrado. El caucho introducido por la parte superior es empujado hacia la cámara del malaxador por un pistón movido hidráulicamente.

La construcción es muy robusta y permite efectuar las plastificaciones a gran velocidad. La capacidad de un gran malaxador interno, es muy superior al malaxador de cilindros. Se ha aumentado progresivamente la velocidad de los rodillos y la potencia de los motores.

El caucho es expulsado rápidamente por la parte inferior por una trampa que se abre automáticamente al fin de la operación.

La plastificación es más regular, el factor humano no interviene apenas, quedando reducido a una labor de control; el llenado, el trabajo y el vaciado pueden ser dirigidos por un cronógrafo.

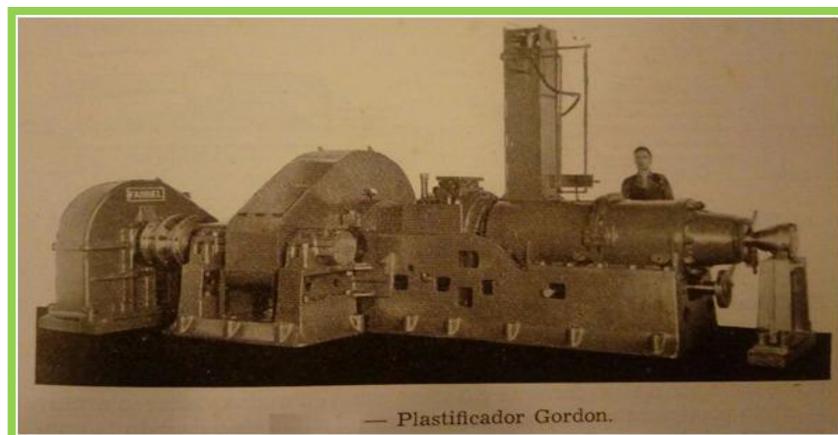
El precio elevado de esta máquina limita su empleo a las fábricas suficientemente importantes.



Plastificador Gordon

Especialmente concebido para la plastificación de los cauchos, el plastificador Gordon se presenta bajo el aspecto de una enorme budinadora de construcción considerablemente reforzada y en donde la operación correspondiente al malaxador se encuentra muy desarrollada. Una de sus ventajas es la de trabajar en continuo, contrariamente a los malaxadores internos o de cilindros. El caucho bruto malaxado adquiere aquí una temperatura muy elevada.

El plastificador puede llevar un dispositivo que permite obtener el caucho malaxado en forma de gránulos, llamados “pellets” en inglés, lo que facilita las manipulaciones posteriores.



Plastificación por el calor

Al lado de esta plastificación mecánica se utiliza la termo plastificación o plastificación por el calor.

Se efectúa, bien en estufas a temperatura de 150 a 200 °C, bajo la acción de aire a la presión atmosférica, operación que dura alrededor de 24 horas, o bien puede efectuarse de forma continua en túneles cuyo rendimiento puede alcanzar varias toneladas por hora.

Un nuevo método de termo plastificación, derivado del utilizado en los cauchos sintéticos, consiste en someter al caucho a la acción de vapor saturado a presión elevada, durante un tiempo extremadamente corto. Este método, muy rápido, exige autoclaves capaces de resistir presiones de 40 Hpz y tener además una gran capacidad.

Plastificación química

Se emplea este término para designar la plastificación realizada con la ayuda de los agentes peptizantes. Puede también efectuarse tanto por malaxadores de cilindros como en malaxadores internos; el efecto peptizante no se hace patente, en general, sino cuando la temperatura sobrepasa de 80 a 100 °C. Permite este procedimiento una economía apreciable de tiempo y energía en relación con la plastificación mecánica, y presenta la ventaja de suprimir los puntos de potencial.

Mezclado

El caucho plastificado está en condiciones de recibir los diferentes ingredientes, que serán previamente pesados.

Pesada

Pesada de las sustancias solida (polvos)

Las pesadas se efectúan en balanzas automáticas con ayuda de platillos de tara indicada. Las instalaciones importantes tienen dispositivos automáticos que alimentan a los malaxadores internos (tipo banbury).

Esta disposición evita el espolvoreo, ya que todas las manipulaciones se hacen en recipientes cerrados, ventaja de gran interés para aquellos talleres en donde se utilizan los negros de humo.

Pesada de líquidos

Cada vez que se acentúa la costumbre de reemplazar la pesada por su correspondencia medida volumétrica. Bombas especiales como las que se utilizan en los garages aforan automáticamente la cantidad deseada del producto.

Mezclado

La operación así llamada se efectúa en malaxadores (o mezcladores) análogos a los que se utilizan para plastificar el caucho.

Mezcladores de cilindros

Una vez conseguida la masa blanda y plástica, se vierten los ingredientes en la especie de artesa que forman los dos cilindros. En el fondo de esta artesa gira lo que los técnicos llaman rulo o rollo, constituido por el caucho enrollado por la rotación del cilindro y que espera ser tragado de nuevo. Se regula el espesor de este rollo manejando a voluntad la separación de los cilindros. Es natural que cuanto más juntos se encuentren los cilindros, más fina y delgada se obtendrá la hoja o lamina de caucho, y más voluminoso será el rollo, puesto que este está constituido por el caucho en exceso que espera poder pasar.

Cuando se echa un ingrediente, una cantidad de polvo generalmente, sobre el rollo, como este gira sobre sí mismo, se impregna de este polvo. Cuando el caucho pasa a través de los cilindros, es presionado fuertemente entre los mismos y el polvo penetra a través de la masa. La hoja de caucho va absorbiendo así, poco a poco, los ingredientes. El caucho se retiene de nuevo en el rollo, vuelve a impregnarse de la sustancia pulverulenta, para recomenzar otra vez el ciclo.

Como ocurre en la plastificación, la acción del obrero es muy importante. Valiéndose de un cuchillo especial, procede al mismo cortado, a la misma inversión y al mismo volteamiento de la masa, a fin de obtener una mezcla lo más regular posible.

El trabajo sobre el mezclador abierto es un buen ejemplo de la indispensable dirección de una maquina por la inteligencia humana. Según las cualidades profesionales del obrero, la mezcla puede ser excelente o por el contrario deficiente.

Es un trabajo penoso. La manipulación del caucho caliente necesita esfuerzos físicos importantes en una atmósfera de polvo formada por los ingredientes, que tienden siempre a dispersarse en el aire. Es conveniente adaptar al mezclador un aspirador que arrastre los vapores y el polvo.

Se ha pretendido también en ciertas máquinas (frecuentemente designadas con el término inglés de blender) hacer casi automáticas estas manipulaciones: uno o dos cuchillos circulares cortan tiras de la mezcla que gira sobre el cilindro del malaxador y un dispositivo conveniente las introduce entre los dos cilindros del lado opuesto.

La seguridad del obrero ha sido estudiada detenidamente, porque el riesgo de que le seas cogidas las manos y los brazos por el malaxador. Para limitar este riesgo, estas máquinas se equipan obligatoriamente con un sistema de seguridad que provoca la inmediata parada de la máquina.

Los malaxadores modernos llevan un dispositivo de contracorriente que hace detener en seco los cilindros y provoca un ligero retorno hacia atrás. Si el obrero se pilla los dedos en el aparato, puede utilizar los mandos, muy sensibles, del aparato de seguridad, y desembarazarse inmediatamente. Estos mandos están situados por encima de la máquina y de tan manera que se pueden maniobrar, bien con la mano, con la cabeza o con el hombro.

Los aparatos más antiguos tienen un dispositivo de seguridad desgraciadamente menos perfeccionados y menos eficaz. Se trata de un simple cable tendido por encima del bastidor que acciona un desembrague mecánico. El malaxador abierto que acabamos de describir se utiliza mucho en la industria del caucho. Es el más extendido.

Mezcladores internos

El mezclador de cilindros puede ser reemplazado, aunque parcialmente, por el mezclador interno. El primer aparato de este género fue ideado, en 1916 por F N Bandury; los principales constructores son las firmas Farrel-Birmingham, Bridge-Banbury, Werner undPfleiderer, Shaw.

Llevan también los dos cilindros aunque estos no son lisos. Llevan profundas canaladuras con un diseño tal que la masa al ser trabajada es batida igualmente en el sentido horizontal, paralelamente al eje de los cilindros. Estos están encerrados en un cárter estanco, prolongado en su parte superior por una esclusa de doble abertura, que permite introducir el caucho, las cargas y los ingredientes; el conjunto es presionado en la cámara o cubeta de mezcla por un embolo buzo, maniobrado con aire comprimido. Cuando se ha terminado la mezcla, se abre el cajón inferior y la mezcla cae sobre un mezclador de cilindros para homogeneizarla. La hoja obtenida se pasa a través de un baño con agua de jabón antes de enfriarse enérgicamente para ser cortada.

Para su construcción se utilizan aceros especiales y fundiciones extremadamente duras, con objeto de limitar el desgaste; se está generalizando en estos aparatos el enfriamiento por pulverización de agua sobre las paredes.

Estos aparatos tienen una gran capacidad de producción; permiten una fabricación automática de tal forma que la carga, la rotación y la descarga, pueden ser dirigidas por relés eléctricos y servomotores según un ciclo horario previsto.

Los inconvenientes resultan de la concepción misma de la máquina: su precio elevado; la complejidad de su realización y de su construcción, que complican su conservación mecánica; y de la imposibilidad de vigilar el trabajo, el cual solo se puede comprobar al final de la operación.

Mezclado continuo

La preparación de las mezclas es discontinua, necesita la intervención de la mano de obra y presenta inconvenientes. Es natural que se haya buscado el medio de conseguir una fabricación continua.

Se han efectuado diversos ensayos para reemplazar o mejorar los cilindros mezcladores. Se trata particularmente de poner a punto ciertas budinadoras, en las cuales se introducen el caucho y los ingredientes, y en donde, después de un importante malaxado por el tornillo (o preferentemente por varios tornillos) darán una mezcla completamente terminada a la salida. Estos aparatos, sin embargo, parece que no se utilizan actualmente más que para el mezclado de resinas vinílicas.

Otra solución es la conseguida con el malaxador Shaw, con 3 (tres) cilindros, uno de los cuales es acanalado. Los componentes de la mezcla introducidos en un extremo, son mezclados al llegar al otro extremo. La duración del mezclado se efectuaría en unos 2 minutos.

En las instalaciones modernas de malaxadores internos se han preocupado igualmente de hacer las operaciones lo más automáticas posibles.

El caucho bruto es conducido por un transportador automático a un plastificador “pelletizador”. Los gránulos, enviados neumáticamente a un colector, atraviesan un sistema de refrigeración para pasar a unos depósitos de almacenamiento provistos de balanzas automáticas. Otro transportador introduce en el mezclador interno la carga de caucho conveniente, al mismo tiempo que una balanza automática vierte en el negro de carbón procedente de otro depósito. Se prepara así una mezcla maestra caucho-negro de carbón, que, a la salida del mezclador, pasa a un nuevo “pelletizador”.

Estos gránulos sirven para la alimentación de un segundo mezclador interno, en el cual se introducen al mismo tiempo los otros ingredientes, utilizando ahora balanzas automáticas y un transportador. A la salida, una budinadora le da a la mezcla la forma de una hoja continua, la cual es enfriada, cortada en placas y cargadas sobre carretillas.

Se obtiene así una producción de mezcla prácticamente continua.

Modelado

Sea cual fuere la clase del mezclador, la mezcla debe recibir la forma exigida por el objeto manufacturado. Este modelado lleva consigo principalmente las operaciones de calandrado, budinado y engomado.

Calandrado

Calandrar una hoja de caucho es darle un espesor o perfil constante. Este calandrado puede efectuarse en el malaxador. Se regula la separación de los cilindros en función del espesor deseado antes de pasar la mezcla; en lugar de dejar la hoja adherida al cilindro para que continúe alimentado el rollo, se corta y extrae de la máquina una vez que ha adquirido el espesor deseado. Naturalmente, es indispensable para realizar esta operación que las velocidades de rotación de los 2 cilindros sean idénticas.

Frecuentemente se necesita obtener hojas de un espesor rigurosamente controlado; en este caso es preciso valerse de una máquina más exacta, de construcción robusta y esmerada: la calandria.

Una calandria con dos cilindros se construye como un malaxador, pero los 2 (dos) cilindros están superpuestos. La alimentación se realiza por un lado, y la recepción de la hoja, por el otro.

La calandria más corrientemente empleada posee 3 (tres) cilindros. El cilindro central tiene posición fija; los otros dos son móviles y puede ser regulada su distancia con respecto al cilindro central. Para conseguir el espesor de la hoja se necesitan 2 tiempos: la hoja que sale del primer par de cilindros (superior y central) es recogida inmediatamente por el segundo par de cilindros (central e inferior), y en donde la separación de este par de cilindros es evidentemente más pequeña que la correspondiente al primer par.

La calandria debe permitir la obtención de tiras con espesores rigurosamente constantes, tanto en su espesor como en su longitud; se deben controlar los 2 factores principales: paralelismo de los cilindros y regulación de la temperatura.

El paralelismo de los cilindros se obtiene en las calandrias modernas por un servomotor que acciona los tornillos de mando de los cojinetes de rodillos. Para compensar la flexión que necesariamente se produce sobre estos cilindros de gran longitud como consecuencia de la presión ejercida por la mezcla que se introduce entre ellos, se recurre a uno de los 2 artificios siguiente: o bien se fabrican los cilindros un contorno bicónico, aumentando el diámetro de la parte central en el orden de algunas centésimas para compensar las flexiones, o bien se construye la calandria de tal forma que los ejes de los cilindros se crucen en el plano vertical. Esta última solución permite hacer variar el ángulo según la carga de la calandria y, por consiguiente la flexión de los cilindros.

La temperatura de trabajo es muy importante; los cilindros de la calandria son huecos y pueden ser enfriados a voluntad con agua o calentados con vapor en circulación interna.

La calandria con 3 cilindros se utiliza igualmente para impregnar tejidos, es decir, para revestirlos de una capa de caucho. Esta capa es preparada por el primer par de cilindros y depositada sobre el tejido por el segundo. Un rodillo auxiliar permite eventualmente un tejido de protección sobre la capa de caucho.

Con la calandria a 3 cilindros se engoma el tejido por un solo lado. Si se quiere hacer un revestimiento sobre las dos caras es preciso disponer de una calandria de 4 cilindros (lleva un tercer par de cilindros para preparar la segunda capa).

Mientras que en otros tiempos se aspiraba a que la calandria se construyese de un tipo universal, en la actualidad se tiende cada vez más a especializar los tipos de calandrias. También, al lado de las calandrias de fricción de 3 o 4 cilindros, se pueden citar diversos modelos:

Los dobladores están destinados a aplicar un tejido engomado contra otro.

Las perfiladoras, muy utilizadas desde hace algunos años para la preparación de bandas de rodamientos neumáticos, son en la actualidad frecuentemente reemplazadas por budinadoras de gran capacidad. Son, en general, de 4 cilindros; el último cilindro lleva una serie de casquillos para la obtención de perfiles variados.

Las grabadoras o graneadoras permiten, con la ayuda de un rodillo grabado, imprimir un dibujo sobre una hoja de caucho. Su empleo está muy indicado en la industria del caucho.

La construcción de calandrias es idéntica a la de malaxadores, si bien estas exigen más cuidados, en particular para regular la separación de los cilindros, frecuentemente realizadas por servomotores, así como el calibrado de los cilindros, para lo cual es preciso tener en cuenta la ligera flexión que pueda producirse en una distancia de 2 a 2,8 m.

El mando se hace con motores de velocidad variables, con reductores de engranaje de dientes angulares y con engranajes fresados sumergidos en baños de aceite.

Ciertas construcciones hacen intervenir un grupo de motor-reductor por cilindro, lo que permite regular la fricción en relación con el trabajo que se quiere obtener.

Para suprimir la influencia de los dientes del engranaje sobre la regularidad del espesor de las hojas calandradas, los engranajes de dientes profundos, que permiten la regulación de la separación de los cilindros se sustituyen cada vez más por cajas de engranajes independientes. La transmisión de los movimientos se efectúa en los husos de los cilindros por ajustes homocinéticos.

Los órganos de seguridad se han perfeccionado y los frenos electromagnéticos son de uso corriente en la actualidad.



El budinado (extrusión)

El budinado se utiliza cada vez más en la industria del caucho. Como se ha señalado más arriba, todas las piezas, que otras veces se obtenían en la calandria perfiladora, pueden ser hoy realizadas en la budinadora; por esta razón se encuentra en el mercado toda una serie de máquinas que permiten adaptar el aparato al objeto que se quiera fabricar.

La budinadora se compone esencialmente de un cuerpo cilíndrico en el que gira un tornillo sin fin. En este cuerpo se introduce una tira de caucho que es cogida por el tornillo y, conducida por los filetes helicoidales, es llevada hacia la extremidad del cilindro. Este termina por un orificio de salida (hilera), al cual se le puede dar una sección cualquiera. El caucho, calentado por el trabajo intenso que ha sufrido, es eyectado bajo presión en un perfil continuo de la forma deseada. Se comprende enseguida que se puede, utilizando el budinado, preparar un gran número de elementos de confección; el ejemplo más conocido es la banda de rodamiento del neumático, la cual sale plana de la budinadora y se corta enseguida en secciones para colocarla en un tambor de confección, en donde se encuentran los otros elementos: telas, armaduras de alambre de acero, etc.

Si se quiere obtener un perfil hueco, un tubo por ejemplo, la cabeza de la budinadora estará provista de un troquel colocado en el centro de la sección circular de salida. Para evitar que el tubo se pegue sobre sí misma, deformándose a la salida de la budinadora, el troquel mismo es hueco y por el orificio así dispuesto se distribuye talco en el interior del tubo.

Los tornillos sin fin son de un acero especial; son huecos para permitir la refrigeración, y frecuentemente están tallados con paso variable; su diámetro puede variar de 10 a 250 mm. Son dirigidos por intermedio de un variador de velocidad o por un motor de velocidad variable controlado electrónicamente, que permite una variedad de trabajos mucho más considerable que a velocidad constante. Es de rigor el acoplamiento de un motor individual con reductor. La regulación de la temperatura es extremadamente importante, en particular la de la cabeza de la máquina, que obligatoriamente debe comportar una regulación automática. El calentamiento eléctrico en la mayor parte de las fábricas modernas.

Como para las calandrias, la alimentación se hace frecuentemente de manera automática y continua, con la ayuda de una mezcla previamente calentada.

Algunas modificaciones pueden ser aportadas a la budinadora clásica, como la cabeza en escuadra para el engomado de los hilos eléctricos, la cabeza filtradora, etc. para las materias plásticas, donde el precalentamiento es más importante, se utilizan budinadoras con varios cuerpos.

La budinadora filtradora fue concebida con miras a eliminar por paso de una mezcla a través de un tamiz todas las impurezas sólidas que sobrepasan un diámetro dado y que perjudicarían la homogeneidad. El orificio de salida puede llevar una hilera que permite obtener la mezcla en la forma deseada, por ejemplo en banda continua. En el caso de obtención de gránulos o pellets, la budinadora se pelletizadora; el diámetro del tornillo varía entre 120 y 500 mm, según la capacidad del mezclador que surte a este aparato; los pellets se refrigeran generalmente en transportadores de tornillos sin fin, y después son transportados neumáticamente.

Engomado

La operación sobre el malaxador, sobre la calandria o sobre la budinadora supone el empleo directo de la mezcla cruda. Puede ser interesante, en numerosos casos, en particular cuando se desea obtener una capa de goma muy delgada, utilizar la mezcla cruda bajo forma líquida, disuelta en un disolvente apropiado. Para preparar rápidamente esta disolución se utiliza un mezclador de disolución, máquina que se parece a una amasadora. En un recinto cerrado giran unos o dos árboles provistos de paletas o una pieza metálica de tal forma que a su rotación provocan una agitación energética del producto tratado.

Esta disolución se utiliza directamente en confección para reunir las diferentes piezas que constituyen el objeto a manufacturar. De esta forma cumple el papel de adhesivo. Encuentra también empleo para la fabricación de objetos por inmersión. Se pueden fabricar así objetos delgados, guantes por ejemplo.

Supongamos una horma, de porcelana o de aluminio mate reproduciendo con su contorno el objeto que se desea confeccionar. Si se introduce esta horma en una disolución líquida, se recubrirá de una película delgada de disolución. Por la acción de la temperatura el disolvente, bencina o nafta, se evaporará y quedará sobre la horma, una capa de mezcla cruda. El objeto está acabado y solo falta vulcanizarlo. Naturalmente para obtener un espesor suficiente de caucho es preciso ejecutar varias veces esta inmersión.

Pero el empleo más importante de la disolución es el referente al engomado. Para esto se utiliza una máquina de engomar, compuesta esencialmente de una gran mesa sobre la cual resbala un tejido destinado a embadurnarse de goma. A la entrada de esta mesa el tejido pasa por un distribuidor, especie de canal lleno de disolución, abierto en su parte inferior según una hendidura de anchura regulable y por el cual escurre el producto que se derrama sobre el tejido; una lámina metálica denominada rasqueta, cuidadosamente ajustada regula el espesor de la materia distribuida.

La mesa es calentada por distribución de vapor. Bajo la acción del calor el disolvente se evapora en un depósito situado en la parte superior, conduciéndose después hacia los recuperadores con carbón activo.

A la salida de la máquina el tejido engomado pasa entre rodillos. Este producto puede ser utilizado ulteriormente en confección o vulcanizado directamente.

Granulación (división)

Para ciertas industrias, en especial la del calzado, que necesita operaciones de cortado importantes, se puede utilizar la mezcla de caucho en forma de cuadraditos (granulados).

Generalmente, los granuladores se componen de dos partes, una de ellas constituida por un cilindro sobre el cual se montan discos cortantes que cortan la placa de caucho en tiras; la otra lleva unas láminas cortantes dispuestas axialmente alrededor de un eje de acero, que corta las tiras en pequeños paralelepípedos.

La mezcla así obtenida se utiliza directamente, después de pesada, en los moldes.

Confección

Preparada la materia prima, es preciso cortarla y ensamblar las partes que darán el modelo.

El cortado se hace a mano para las pequeñas confecciones o bien con máquina.

Los tejidos engomas se cortan con troqueles o sierras que siguen un perfil establecido de antemano. Las mezclas de caucho son cortadas en la troqueladora volumétrica. Esta máquina permite poner en los moldes una cantidad rigurosa del producto, cualquiera que sea el espesor de la hoja de caucho; un pistón que adopta la forma de la pastilla que se quiere obtener, desciende sobre la hoja y la aplasta hasta el espesor deseado; un troquel corta entonces el caucho.

La confección propiamente dicha es función del objeto a fabricar. Lo mismo puede ser casi nula, como el moldeo de piezas fabricadas solamente de caucho, que muy compleja, cual en el caso de las botas y los neumáticos.

No podemos extendernos aquí sobre estas fabricaciones, ya que esto exigiría un desarrollo considerable; se concibe en efecto que habría que tratar cada caso en particular y describirlo en detalle para hacer una cosa completa.

De todas formas la confección se vale de numerosos dispositivos mecánicos: bandas transportadoras que llevan las diferentes partes cerca del confeccionador; moletas y ruletas automáticas; etc. Se opera generalmente sobre una horma metálica, que puede ser también el núcleo de un molde, como para las botas de caucho.

En este caso, el núcleo y el objeto confeccionado son colocados en el interior del molde, cuyo contorno representa exactamente el exterior del objeto que se desea obtener. La horma metálica puede así ser retirada después de la confección y antes de la vulcanización; este es el caso de los tambores de confección de los neumáticos.

En estas operaciones de confección es necesario poner un cuidado particular en la eliminación de burbujas de aire entre las capas. Hay igualmente que vigilar el grande higrométrico y la temperatura de la atmósfera los cuales no deben ser demasiado elevados.

Vulcanización

Una vez que a la mezcla cruda se le ha dado forma y colocado en su molde, hay que vulcanizarla, cocerla, con objeto de darles sus propiedades físicas y mecánicas definitivas.

La vulcanización supone una temperatura del orden de 100 a 150 grados y un tiempo que puede variar desde algunos minutos, o algunos segundos, hasta algunas horas. Es igualmente posible que la vulcanización se realice a temperatura ordinaria, por ejemplo, en el empleo de disoluciones llamadas autovulcanizantes.

La vulcanización se efectúa cada vez más en moldes. Sin embargo cierto objetos exigen una vulcanización en aire caliente o con vapor vivo.

Vulcanización en prensa

El molde se coloca entre los platos de la prensa hidráulica, la cual debe poseer cierto número de cualidades.

Para obtener un perfecto moldeo con las mezclas muy aceleradas es necesario que el molde se llene rápidamente, por lo que se emplean altas presiones; es preciso también que las maniobras de elevación y descenso sean muy cortas, generalizándose así las bombas de gran capacidad y baja presión para las maniobras, y bombas de alta presión para el cerrado de los moldes.

La construcción clásica de prensas con 2 plataformas con columnas es aún utilizada, pero cada vez se desarrolla más la construcción con marco, sustituyéndose las plataformas y las columnas por marcos o cercos de acero soldado. La presentación es mucho mejor y el metal trabaja en las mejores condiciones.

Los cilindros son siempre de hierro fundido, los pistones son fundición con cromado duro, aumentando así la resistencia al desgaste por frotamiento. El mando de las prensas se hace por distribución con válvulas de agujas o de corredera y por compuertas; las secciones de paso deben ser lo más anchas posibles. El mando se verifica manual o automáticamente por servomotor, según un ciclo fijado de antemano. El obrero actúa así con un número restringido de maniobras y un riesgo menor de errores.

Los platos son de acero, perfectamente mecanizado, de forma que la circulación de los fluidos calientes no sea obstaculizada. Una buena prensa debe dar una uniformidad de temperatura en los platos de alrededor de 2 o 3 grados.

El fluido de calefacción es generalmente vapor de agua a presión, pero se utiliza con este mismo fin agua calentada a presión; ambos modos de calefacción tiene sus ventajas y desventajas. La regulación de la temperatura se verifica automáticamente por electro-compuertas, compuertas neumáticas o regulación modulada dirigida por servomotor; la conducción la efectúan tubos flexibles o, mejor, de rotula.

La calefacción eléctrica, indispensable para las altas temperaturas necesarias en el trabajo de plásticos, no es recomendable para el trabajo corriente del caucho. A más del precio de la caloría eléctrica, la instalación de regulación es extremadamente costosa si se desea que alcance una precisión aceptable. Además, no es fácil obtener una temperatura uniforme en todos los puntos del plato.

Las dimensiones son muy variables. Existen prensas de 300 x 300 mm y menos y prensas de 30 x 3 m. los moldes son mecanizados directamente en placas o bloques de acero o de hierro fundido.

El cromado duro y la nitruración son muy empleados para los moldes en serie, ya que estos son casi inalterables. Los moldes gruesos pueden ser calentados directamente por circulación de vapor o de agua caliente en el interior de la masa.

La manipulación de los moldes ha sido muy estudiado. Se ha simplificado el trabajo de obrero con dispositivos automáticos para la abertura del molde, y también se ha procurado hacerlo menos fatigoso; actualmente están en uso mesas de moldeo situadas delante de las prensas, montadas sobre pistón hidráulico, y el empleo de vías de rodamiento para la manipulación de los moldes se extiende cada vez más.

La vulcanización del caucho necesita normalmente una presión sobre la materia para evitar la formación de burbujas. Esta presión se asegura cerrando el molde por intermedio de prensa hidráulica. Sin embargo, en ciertos artículos que no se vulcanizan en plano, los neumáticos en particular, no se pueden utilizar este método.

La cubierta del neumático debe, en efecto, vulcanizarse bajo su contorno definitivo. Después de la confección se prensa contra una coquilla, que dará a la banda de rodamiento su forma y entalladura característica, ayudándose para ello de un saco elástico, frecuentemente de butilcaucho, y en el cual se recibe el vapor o el agua caliente a presión.

Vulcanización en autoclave

Ciertos objetos tienen obligatoriamente que ser vulcanizados en autoclave (mangueras, calzados, botas confeccionadas); se trata de recintos que resisten una presión de vapor de 10 a 20 HPa, y que se calienta por tubos con circulación de vapor. Los objetos son cargados sobre estantes y vulcanizados al aire caliente o con vapor vivo.



Vulcanización continúa

La vulcanización bajo prensa o en autoclave es discontinua. Se ha buscado, para los objetos de una cierta longitud, hacer la vulcanización de manera continua; tal es el caso de las correas y de los cables eléctricos. La correa transportadora es enrollada sobre una serie de grandes tambores, que la calientan tanto por una parte como por la otra. El cable entra en un tubo a la salida de la budinadora. Este tubo, que puede alcanzar 30m de longitud es calentado a vapor; unos prensa estopas de laberinto aseguran en cada extremo su articulación. El cable lo atraviesa en toda su longitud y sale vulcanizado. Para obtener un rendimiento importante es preciso una vulcanización más rápida, del orden de unos segundos, correspondiente a la duración del trayecto en el túnel.

Procedimientos especiales de moldeo y vulcanización

Nuevos métodos de moldeo o modelado y de vulcanización se han desarrollado desde hace algunos años.

El moldeo por transferencia que se utiliza en aquellos casos de pequeñas serie de piezas que necesitarían una confecciona muy larga.

Moldeo por inyección, recomendado para grande serie de piezas pequeñas.
Vulcanización por corriente de alta frecuencia o radio-vulcanización.

El moldeo por transferencia utiliza las prensas de vulcanización habituales o las especiales a este fin; solo difiere el molde: la tapadera lleva una cavidad que comunica con el vaciado de la pieza que se va a obtener por uno o varios orificios. En esta cavidad se desplaza un pistón en contacto con el plato superior de la prensa. Cuando se establece la presión, la mezcla que se encuentra en la cavidad se ve obligada a atravesar los orificios y termina por llenar los moldes.

El moldeo por inyección utiliza una máquina de inyectar que lleva la mezcla bajo presión a un molde de varias cavidades. Cuando la vulcanización se termina, el molde se abre, se quitan las piezas y, después de cerrado se puede re inyectar la mezcla. La inyección se hace con la ayuda de una prensa hidráulica como en los moldes modernos, por una especie de budinadora.

La radiovulcanización está basada en el calentamiento de dieléctricos sometidos a la acción de un campo eléctrico alternativo de alta frecuencia (10 a 15 MHz). Hay transformación en calor de la energía disipada por la histéresis dieléctrica. Si el campo en la masa de caucho es uniforme, el calentamiento será así mismo uniforme. El procedimiento es interesante cuando se trata de grandes espesores difíciles de calentar por los métodos habituales. Si el campo es intenso, la elevación de la temperatura será entonces rápida (10 a 20 grados centígrados por minuto).

La utilización de este procedimiento obliga a una dispersión de cargas y de ingredientes tan perfectos como sea posible, con objeto de evitar sobrecalentamientos locales; también ha encontrado una cierta aplicación, especialmente para la vulcanización de cauchos esponjosos preparados a partir del látex.

Desbarbado

Se puede hacer con muela, tijeras o para las piezas pequeñas en tonel. Este último procedimiento consiste en poner las piezas con nieve carbónica en un tonel giratorio; el caucho se endurece y se hace frágil, pudiéndose cortar así las rebabas por sí solas.

Comprobación y almacenado

La revisión se debe hacer muy cuidadosamente pieza por pieza. El almacenado se efectuará en habitaciones al abrigo de la luz, con temperaturas alrededor de los 18 grados centígrados.

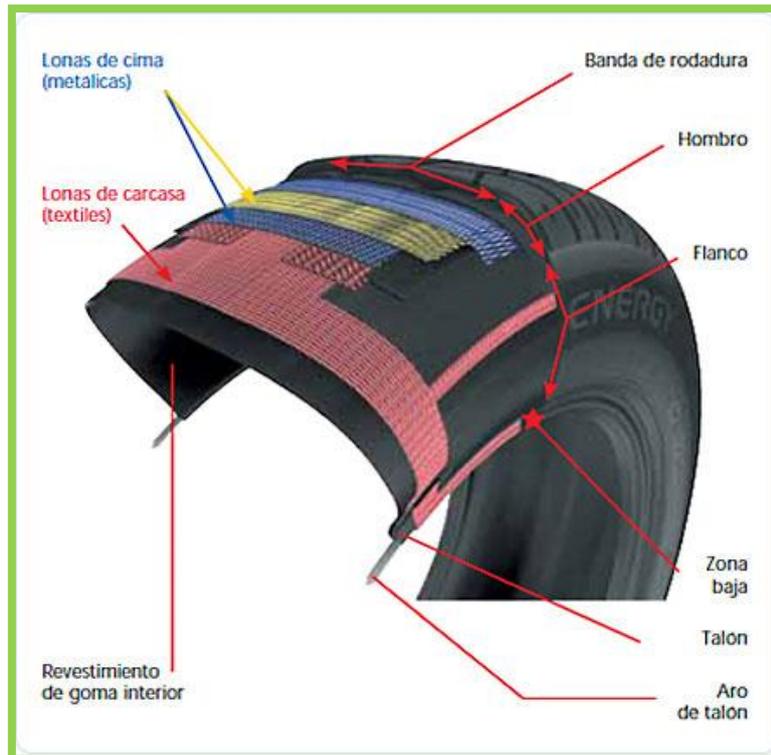
2.1.3. Principales componentes de neumáticos.

Los principales componentes de un neumático son:

- **Lonas:** El esqueleto de los neumáticos se compone de capas de material textil denominadas lonas. Las lonas reducen la elasticidad del neumático al tiempo que garantizan su flexibilidad. Normalmente, están fabricadas con cables de fibras tejidas recubiertos de caucho. El neumático se refuerza mediante una capa denominada lona de carcasa y que se coloca justo encima de su revestimiento interior.
- **Lonas con cables de acero:** Láminas tejidas de cable de acero recubiertas de caucho y dispuestas en torno al neumático. Estas lonas proporcionan rigidez y refuerzan la solidez del neumático. Con el fin de proporcionar una

mayor durabilidad y mejorar la resistencia a pinchazos, algunos modelos incluyen cables de Kevlar.

- **Hombro:** El hombro del neumático es un pequeño borde biselado situado entre la banda de rodadura y el flanco, que juega un importante papel en el control en las curvas.
- **Entalladura y surco:** El neumático dispersa el agua gracias a los profundos surcos que separan los bloques de la banda de rodadura. Los surcos más pequeños ubicados en los bloques de la banda de rodadura se denominan entalladuras y son importantes para el agarre sobre nieve y hielo durante el invierno.
- **Talones:** Los talones proporcionan un sellado estanco al aire entre la llanta de la rueda y el neumático. Están fabricados con cables de acero trenzado de alta resistencia y recubiertos de caucho.
- **Flanco:** La parte exterior del flanco le proporciona la información técnica que debe conocer sobre el neumático. El flanco se prolonga desde el talón hasta la banda de rodadura. Esta área de caucho extra grueso proporciona estabilidad lateral.
- **Banda de rodadura:** La banda de rodadura es la superficie de contacto entre el caucho y la carretera, que le proporciona agarre y amortiguación. Muchas de las características más importantes del neumático dependen del compuesto de caucho y del diseño de su banda de rodadura.



2.2. Descripción de la situación

El problema de los residuos sólidos, se viene agravando día a día como consecuencia del acelerado crecimiento de la población y concentración en las áreas urbanas, del desarrollo industrial, los cambios de hábitos de consumo y mejor nivel de vida, así como también debido a otra serie de factores que conllevan a la contaminación del medioambiente y al deterioro de los recursos naturales.

Desafortunadamente, por lo general el desarrollo de cualquier región viene acompañado de una mayor producción de residuos sólidos y, sin duda, ocupa un papel importante entre los distintos factores que afectan la salud de la comunidad. Por lo tanto, constituye de por sí un motivo para que se implanten las soluciones adecuadas para resolver los problemas de su manejo y disposición final.

Por otro lado la Gestión Integral de Residuos Sólidos no es inminentemente técnica, pues debe considerar aspectos complementarios en otros ámbitos de similar importancia, entre ellos: organizacional, político - jurídico, económico - financiero, socio - cultural y ambiental, mismos que trabajados de forma

articulada y coordinada con los diferentes actores, nos permiten alcanzar resultados más sostenibles a futuro.

Argentina cuenta actualmente con el **Complejo Ambiental Norte III**, encargado del reciclado de este producto tan necesario para la vida cotidiana, desarrollado en el CEAMSE, en conjunto a Regomax S.A. y el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI). Aunque este complejo es el que mayor producto de reciclado en el país produce, están generándose plantas a pequeña escala como Tricaucho S.A. en Berazategui, gran Buenos Aires, una empresa ecológica y un negocio que marca tendencia e innovación.

2.2.1 Basurales o Vertederos

Los basurales son aquellos espacios físicos donde se deposita finalmente los desechos sólidos urbanos (basura).

La producción de residuos no deja de aumentar día tras día y es necesario buscar lugares donde depositar esta basura, es la razón de ser de los vertederos o basureros, enormes bolsas de basura que recogen todos estos residuos.

En nuestros días los hábitos de consumo están dirigidos a la compra de productos de usar y tirar lo cual está produciendo un gran aumento de los residuos con el grave problema que esto plantea.

Los miles de toneladas de basura que generamos todos los días son llevadas a los vertederos y estos lugares empiezan a ser un gran problema medioambiental, pues generan un perjuicio para el suelo, la vegetación, la fauna, degradan el paisaje y contaminan el aire, las aguas.

Es por estas razones que la eliminación de residuos debe llevarse a cabo evitando, de la manera más eficaz posible, todos estos perjuicios.

Obviamente los vertederos son necesarios, pero hay que tomar medidas para evitar todos estos impactos negativos y, posiblemente, la primera medida debería ser la toma de conciencia de los consumidores para reducir la cantidad de residuos que generamos.

2.2.1.1 Impacto ambiental de los vertederos de basura

En los vertederos, se producen reacciones químicas y biológicas entre los constituyentes de la materia orgánica e inorgánica. Los productos tóxicos resultantes son arrastrados por el agua de la lluvia (lixiviados) contaminando el suelo y las aguas subterráneas, o emitidos a la atmósfera (en forma de gases) contaminando el aire.

Los vertederos ocasionan contaminación ambiental (aire, tierra y agua), efectos perjudiciales sobre la salud pública (por la contaminación ambiental y por la posible transmisión de enfermedades infecciosas por los roedores que los habitan), degradación del medio marino e impacto paisajístico.

El impacto negativo sobre el medio ambiente de los vertederos de basura proviene principalmente de:

- Lixiviado: es un líquido de gran toxicidad que se produce a partir de la descomposición de los residuos en los vertederos. En los vertederos se producen gran cantidad de lixiviados que el agua de lluvia puede arrastrar contaminando el suelo, las bolsas de agua subterráneas y llegando a los animales y las personas.
- Gas metano: en los vertederos se genera una gran producción de gas metano resultante de los procesos de fermentación anaeróbica (en ausencia de oxígeno) de la materia orgánica supone el 50% de las emisiones de gases producidas en los vertederos. Este gas es uno de los responsables del calentamiento global. En algunos vertederos se utiliza el gas metano para la producción de energía.
- Sostenibilidad: los vertederos de basura solo pueden alcanzar una cierta altura, es decir cuando están llenos se debe buscar construir otro vertedero en un lugar diferente. Esto se convierte en un problema porque se destruyen eco sistemas para la construcción de estos vertederos.

- Transporte de residuos: el transporte de los residuos hasta los vertederos también tiene un gran impacto medioambiental pues se necesita una gran cantidad de combustible, generando un alto índice de contaminación.

El vertido de residuos sólidos urbanos y escombros al mar.

Un gran porcentaje de los objetos que flotan en nuestros mares y océanos son plásticos. Los plásticos tienen un grave impacto en la vida marina. Algunos animales los ingieren por error, como las tortugas marinas, que confunden los plásticos con las medusas, componente fundamental de su dieta.

Ello les provoca obstrucciones intestinales e incluso, la muerte. Del mismo modo, algunas aves quedan atrapadas por plásticos que les ocasionan laceraciones, estrangulamientos y pueden provocarles la muerte.

Los vertederos “controlados” son depósitos de residuos en los que se “garantiza” que los líquidos de lixiviación no van a contaminar el suelo o las aguas subterráneas; para ello, deben disponer de sistemas de recogida de los lixiviados para ser tratados posteriormente.

Sin embargo, la realidad es diferente. Los vertederos supuestamente controlados tienen fugas de gases y de lixiviados.

Debe ejercerse un mayor control sobre los vertederos y evitar que los residuos acaben contaminado los mares, las aguas, la vida salvaje, etc.



2.2.2 Relleno Sanitario

Cuando se habla de relleno sanitario, se hace referencia a un sitio de disposición final de residuos. Los mecanismos de ingeniería de los rellenos sanitarios pretenden reducir los impactos negativos de los residuos en el medio ambiente.

Un relleno sanitario está compuesto básicamente por una depresión en el terreno, cubierta por una membrana inferior, un sistema de recolección de líquidos lixiviados, un sistema de recolección de gases, y ocasionalmente, una cobertura. No necesariamente todos estos elementos están presentes en todos los rellenos sanitarios.

La membrana inferior generalmente está constituida por polietileno de alta densidad (PEAD), y puede también contener una o más capas de arcilla.

El sistema de recolección de líquidos consiste en caños emplazados en el fondo del relleno. El líquido ingresa dentro de estos caños, y debido a la inclinación del terreno, por gravedad son dirigidos hacia la planta de tratamiento de líquidos, cuando existe.

El cubrimiento es una capa de protección que procura frenar la entrada de agua, y así evitar la formación de más lixiviado. Está formada generalmente por una membrana plástica o una capa arcillosa, cubierta por una capa de arena o suelo muy permeable, tapada a su vez por una capa de tierra fértil.

Ventajas de un relleno sanitario

El relleno sanitario, como método de disposición final de los desechos sólidos urbanos, es sin lugar a dudas la alternativa más conveniente para nuestros países. Sin embargo, es esencial asignar recursos financieros y técnicos adecuados para su planificación, diseño, construcción, operación y mantenimiento.

- La inversión inicial de capital es inferior a la que se necesita para implantar cualquiera de los métodos de tratamiento: incineración o compostación.
- Bajos costos de operación y mantenimiento.
- Un relleno sanitario es un Método completo y definitivo, dada su capacidad para recibir todo tipo de desechos sólidos, obviando los problemas de cenizas de la incineración y de la materia no susceptible de descomposición en la compostación.
- Generar empleo de mano de obra no calificada, disponible en abundancia en los países en desarrollo.
- Recuperar gas metano en grandes rellenos sanitarios que reciben más de 200 ton/día, lo que constituye una fuente alternativa de energía.
- Se considera flexible, ya que no precisa de instalaciones permanentes y fijas, y también debido a que está apto para recibir mayores cantidades adicionales de desechos con poco incremento de personal.

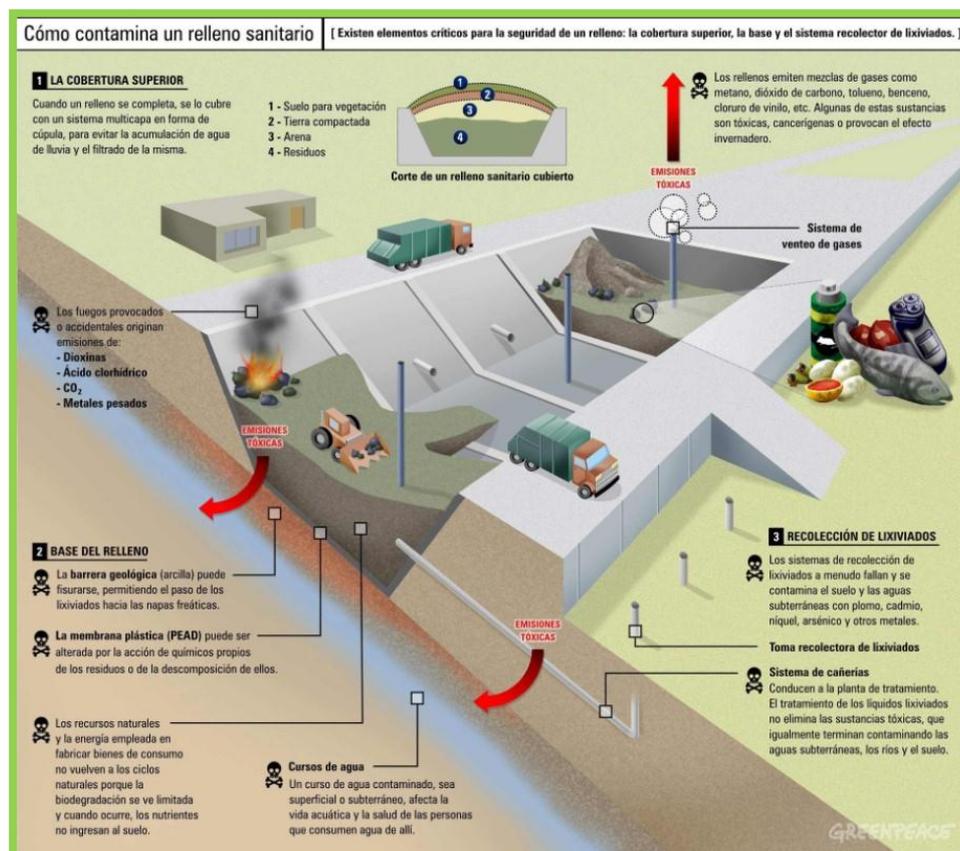
Desventajas de un relleno sanitario

Al depositarse los residuos en los rellenos, éstos comienzan a descomponerse mediante una serie de procesos químicos complejos. Los productos principales de la descomposición son los líquidos lixiviados y los gases. Tanto los líquidos como los gases pueden afectar la salud de las poblaciones de los alrededores.

Los líquidos lixiviados se forman mediante el percolado de líquidos (como por ejemplo, agua de lluvia) a través de sustancias en proceso de descomposición. El líquido, al fluir, disuelve algunas sustancias y arrastra partículas con otros compuestos químicos. Los ácidos orgánicos formados en ciertas etapas de la descomposición contenidos en el lixiviado (como ácido acético, láctico o fórmico) disuelven los metales contenidos en los residuos, transportándolos con el lixiviado (Friends of the Earth, 1996).

La producción de metano se debe a la actuación de microorganismos como bacterias, que mediante procesos biológicos degradan los residuos, emitiendo éste y otros gases, y liberando otras sustancias químicas. El metano (CH₄) es uno de los 6 gases de efecto invernadero regulados por el Protocolo de Kyoto. Este gas atrapa 20 veces más el calor que el dióxido de carbono (CO₂), considerado el principal GEI.

Los que construyen los rellenos sanitarios alegan que una vez abandonado un relleno sanitario, y cubriéndose el mismo con un cobertor, la ausencia de oxígeno o agua impediría la posterior degradación de los residuos. Sin embargo, cualquier rotura o desgaste de la membrana de cubrimiento, transformaría a los líquidos lixiviados y los gases en peligrosos para las comunidades vecinas.



Lixiviados

La descomposición o putrefacción natural de la basura, produce un líquido mal oliente de color negro, conocido como lixiviado o percolado, muy parecido a las aguas residuales domésticas (aguas servidas), pero mucho más concentrado. De otro lado, las aguas de lluvias que atraviesan las capas de basura, aumentan su volumen en una proporción mucho mayor que la que produce la misma humedad de los desechos; de ahí la importancia de interceptar y desviar las aguas de escorrentía y pequeños hilos de agua antes del inicio de la operación, puesto que si el volumen de este líquido aumenta demasiado, puede causar no sólo problemas en la operación del relleno, sino también contaminar las corrientes de agua, nacimientos y pozos vecinos.



2.2.3 Quema de Basura (Residuos sólidos)

La basura, o residuo sólido domiciliario o urbano, es una mezcla de desechos provenientes de los hogares. Contiene residuos orgánicos como alimentos, papeles y cartones, e inorgánicos como plásticos, vidrios y metales. Entre estos últimos hay algunos peligrosos, como los envases de plaguicidas, las pilas, los fluorescentes, etc.

Idealmente, los municipios deben recoger toda la basura y disponerla en los rellenos sanitarios. Sin embargo, esto no sucede en la mayoría de los casos, pues varias ciudades o poblaciones carecen de estas instalaciones, por lo que la disponen en botaderos, o, en el peor de los casos, en las calles y en las riberas de los ríos y playas.

En muchos de los casos se queman los residuos para reducir su volumen, evitar el mal olor e impedir la proliferación de plagas producidas por la descomposición. Quemar basura genera un humo con gran cantidad de sustancias químicas dañinas para el hombre y contaminantes para el ambiente. Así tenemos, entre otras, el monóxido de carbono, el dióxido de azufre, material particulado, metales pesados, dioxinas y furanos, y el dióxido de carbono, gas de efecto invernadero que causa el cambio climático.

Los efectos inmediatos a la salud producidos por estos contaminantes son ardor en los ojos, irritación de las vías respiratorias y exacerbación del asma, entre otros. Existen también efectos causados en el mediano y el largo plazo, como el enfisema pulmonar, el cáncer, la disrupción endocrina, espina bífida, malformaciones y alteraciones neuro conductuales, estas últimas causadas por las dioxinas y los furanos, que son las sustancias más tóxicas que existen en el planeta, y que se forman durante la combustión de residuos orgánicos.

Por tanto, conocer cuáles son los contaminantes que se liberan al quemar la basura, saber cuánta se quema y los daños a la salud que esto ocasiona son razones suficientes para no hacerlo y exigir a nuestras autoridades que realicen una gestión adecuada de los residuos sólidos domésticos.

Contaminación ambiental por la quema de basura (residuos sólidos)

En el proceso de incineración de residuos sólidos (Figura 3.1), el fuego se produce a nivel del suelo, por lo tanto, será mayor la probabilidad de que los contaminantes no se dispersen o se diluyan afectando a las poblaciones vecinas.

Los contaminantes emitidos por la quema de basura (Cuadro 3.1), pueden transportarse a largas distancias.



Figura 3.1: Proceso de contaminación por quema de residuos sólidos

Cuadro 3.1: Contaminantes, productos de la quema de residuos sólidos

CONTAMINANTES	
Óxidos de Azufre	Material particulado
Monóxido de Carbono	Ceniza
Bióxido de nitrógeno	Plomo
Ozono	Agente patógeno

Datos existentes muestran que quemar desechos sólidos peligrosos, aún en incineradores muy modernos y sofisticados, más aún si es a cielo abierto, conducirá a la liberación de tres tipos de peligrosos contaminantes en el ambiente: metales pesados tóxicos, químicos tóxicos producto de la combustión incompleta y nuevos químicos formados durante el proceso de incineración.

Tipos de contaminantes generados durante el proceso de incineración

- Metales Pesados Tóxicos:

Los metales presentes en la basura no son destruidos en la incineración, y a menudo son liberados al ambiente en formas más concentradas y peligrosas que en el desecho original.

La combustión a altas temperaturas libera metales tóxicos como plomo, cadmio, arsénico, mercurio y cromo de distintos materiales estables como plásticos, caucho, etc., y se liberan en forma de partículas muy pequeñas o gases, aumentando el riesgo de inhalación.

- Químicos tóxicos producto de la combustión incompleta:

Los químicos quemados son liberados al medio ambiente en forma de gases peligrosos como emisiones fugitivas durante su disposición en el botadero. Durante el proceso de la quema de residuos sólidos, se han encontrado hasta 43 compuestos orgánicos semivolátiles en las cenizas y al menos 16 químicos orgánicos.

- Nuevos contaminantes químicos:

Los fragmentos de desechos parcialmente quemados, se recombinan, formando entre otros dioxinas y furanos, compuestos químicos ampliamente reconocidos por ser de los más tóxicos creados por los seres humanos.

Las dioxinas son creadas durante la quema de materiales que contienen cloro y se distribuyen en el ambiente como parte de los gases, cenizas volátiles y cenizas sedimentadas, que pueden ser fácilmente capturadas por animales, peces y humanos produciendo grandes impactos ambientales. Una vez emitidas al ambiente, las dioxinas pueden viajar a grandes distancias en el aire y corrientes marinas, convirtiéndose en un contaminante global.

Las cenizas restantes de la incineración pueden ser extremadamente tóxicas, conteniendo cantidades concentradas de plomo y cadmio, así como dioxinas y furanos. Si no se manejan adecuadamente representan riesgos para la salud y el ambiente a corto y largo plazo. Cien veces más dioxinas pueden salir de incinerar los desechos sólidos en forma de ceniza que en forma de emisiones al aire.

Efectos directos

Las personas más expuestas por el contacto directo con la incineración de los desechos sólidos son los recolectores y los segregadores, que se dedican a extraer material útil de la basura, para comercializarlo posteriormente como medio de subsistencia. Estas personas llegan incluso a tener lugares fijos en los botaderos, donde además habitan, la recolección y separación de materiales la realizan en las peores condiciones y sin la más mínima protección.

Con el vertido incontrolado de la basura, el paisaje se degrada y se convierte en un lugar sucio y desagradable que al descomponerse la materia orgánica produce malos olores que el viento se encarga de esparcir.

Los líquidos lixiviados producidos en la descomposición de la materia orgánica y cenizas producidas por la incineración de la basura contienen sustancias tóxicas de gran poder contaminante que pueden afectar a las aguas superficiales y que al infiltrarse por las capas de la tierra alcancen las aguas subterráneas contaminándolas.

Efectos indirectos

Las partículas provenientes de la quema de desechos a altas temperaturas liberados al ambiente, pueden combinarse con otras, formando nuevos compuestos, algunos de ellos mucho más tóxicos que los iniciales como son las dioxinas, bifenilos policlorados, el hexacloro benceno, metales, hidrocarburos; entre otros, que producen en la población cáncer, padecimientos respiratorios, malformaciones congénitas, leucemia, linfomas y sarcomas de tejidos blandos, aumento de tamaño del hígado, riñones, lesiones en el páncreas, entre otras.

Otro de los efectos causados por la quema de los desechos es la disminución de la visibilidad debido a los incendios y humos que pueden originar accidentes aéreos y terrestres.

Daño que ocasiona al ambiente

Las emisiones de las incineraciones que recaen sobre los seres humanos, no son consecuencia solamente de las inhalaciones directas de contaminantes de alta toxicidad, persistentes y bioacumulativos suspendidos en el aire. Hasta las emisiones más pequeñas de dichas sustancias en los ecosistemas locales, alcanzan niveles perjudiciales de manera crónica o aguda para el hombre y otras especies. Los productos de la combustión incompleta y metales emitidos por la quema de residuos, una vez dispersos en el aire, agua y suelo, se bioacumulan siendo selectivamente filtradas del medio ambiente por los tejidos de los seres vivos.

La bioacumulación de TCDD (Tetraclorodibenzodioxina) en los peces superan hasta 159,000 veces las concentraciones existentes en el entorno acuático en que habitan. Como resultado, un ser humano que consuma 250 gr. de dicho pescado, recibirá una dosis de TCDD equivalente a beber 38,000 litros de agua contaminada. También hay una importante acumulación de haluros de carbono, hidrocarburos, talatos, selenio entre otros que constituyen una amenaza para aquellas especies situadas en la cumbre de la cadena trófica del ecosistema acuático.

Los contaminantes emitidos por las emisiones de la incineración se depositan y son asimilados por los tejidos de las plantas de cultivo (las plantas asimilan el 10% de la concentración de dioxinas y furanos presente en el suelo). Para los contaminantes transportados por el aire, los mayores índices de exposición corresponden a aquellos cultivos en los que la parte comestible queda expuesta, aunque después de un buen lavado, una cantidad importante entre el 15 y 50 % permanece adherida.

Tras su administración en la dieta o la ingestión de suelos contaminados, el ganado vacuno de leche y carne acumula niveles importantes de TCDD y otros compuestos. Las dioxinas y furanos se concentran en los tejidos grasos. La combustión es la única fuente de suficiente importancia y ubicuidad para ser responsable de los PCDD (Policloradosdibenzodioxina) y PCDF (Policlorados

dibenzofuranos) existentes en el tejido adiposo humano, pudiendo permanecer intactos durante años en el medio ambiente, conservando toda su toxicidad.

A continuación se detalla los impactos ocasionados en los diferentes componentes del medio ambiente:

- Atmósfera

La quema a cielo abierto de basura municipal ocasiona la emisión de distintos contaminantes. Basados en el cálculo de cargas de contaminación del aire proveniente de la disposición de desechos sólidos, según el Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud de la Organización Panamericana de la Salud, las cantidades calculadas de los principales contaminantes por la quema a cielo abierto de basura municipal.



La basura genera dos tipos de gases:

- Gases de invernadero: Estos gases son metano y dióxido de carbono, que tienen como propiedad retener el calor generado por la radiación solar y elevar la temperatura de la atmósfera.

- Degradadores de la capa de ozono: Hay productos que por la naturaleza de su fabricación y los agentes químicos utilizados en su elaboración, generan ciertos gases que desintegran la capa de ozono. Estos gases son conocidos como clorofluorcarbonados o CFC's y se emplean en la fabricación de envases de poliestireno expandido (telgopor), como propulsores de aerosoles para el cabello, en algunas pinturas y desodorantes. Cuando los envases de estos productos son desechados a la basura se convierten en fuentes de emisión de estos gases.
- Seres vivos

Los contaminantes generados durante la quema de basura tienen consecuencias sobre la salud humana, y en general efectos sobre los seres vivos y los ecosistemas.

Los contaminantes del aire, tanto gaseosos como particulados, pueden tener efectos negativos sobre los pulmones. Las partículas sólidas se pueden impregnar en las paredes de la tráquea, bronquios y bronquiolos.

La mayoría de estas partículas se eliminan de los pulmones mediante la acción de limpieza de los cilios de los pulmones.

Sin embargo, las partículas muy pequeñas pueden alcanzar los alvéolos pulmonares, donde a menudo toma semanas, meses o incluso años para que el cuerpo las elimine. Los contaminantes gaseosos del aire también pueden afectar la función de los pulmones mediante la reducción de la acción de los cilios. La respiración continua de aire contaminado disminuye la función de limpieza normal de los pulmones, lo que puede ocasionar que gran número de partículas lleguen a las partes inferiores del pulmón. El daño causado a los pulmones por la contaminación del aire puede imposibilitar este proceso y contribuir a la aparición de enfermedades respiratorias como la bronquitis, enfisema y cáncer. También puede afectar el corazón y el sistema circulatorio.

Son muchas las enfermedades causadas por los microbios que se producen por la acumulación de basura, sobre todo cuando entran en contacto con el agua de beber o los alimentos; por ello, se debe manejar adecuadamente y eliminarla sanitariamente.

- Agua

La contaminación del agua puede darse en rellenos sanitarios no diseñados, siguiendo normas técnicas. Así, puede haber contaminación de aguas subterráneas o de cuerpos de agua superficiales por agua de escorrentía. Para el caso específico de la quema de basura, existirá contaminación del agua si las partículas producidas llegan hasta cuerpos de agua. Puede haber contaminación por medio de la producción de lixiviados que son las sustancias procedentes de la basura descompuesta y que se filtra al suelo por medio del agua.

2.2.4 Planta reciclado de neumáticos CEAMSE REGOMAX-INTI

A partir de la creación en INTI de la Comisión Permanente de Trabajo de Reciclado de Neumáticos, se desarrolló un Modelo de Gestión de Neumáticos fuera de uso aplicable al área metropolitana. Esta Comisión está coordinada por INTI-Caucho e integrada por fabricantes, importadores, reconstructores, cámaras empresarias y organismos públicos. Continúa sus actividades proponiendo modelos adecuados a otras regiones del país. Se busca generar actividades industriales a partir de los materiales recuperados y ayudar a la elaboración de leyes y regulaciones teniendo en cuenta los beneficios ambientales y sociales.

Se estima que en nuestro país la generación de neumáticos fuera de uso supera las 100.000 Tn anuales, correspondiendo 40.000 t a la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y el Gran Buenos Aires.

El problema para los rellenos sanitarios es el gran volumen que ocupan y el largo tiempo de degradación (600 años aproximadamente), en tanto que la disposición inadecuada en espacios públicos crea un hábitat propicio para la proliferación de mosquitos transmisores del dengue y roedores.

El uso indebido de neumáticos al final de su vida útil en medios de transporte, aumenta la probabilidad de provocar accidentes de tránsito. Asimismo, su incineración para combatir efectos de heladas en cultivos es perjudicial para el ambiente y la salud.

INTI-Caucho articuló los sectores público y privado para el desarrollo de un modelo de gestión integral de neumáticos fuera de uso. La Comisión de Trabajo realizó un estudio previo de la distribución de este residuo en el país, así como posibles acciones por zonas geográficas.

A nivel nacional, se elevaron propuestas a las autoridades correspondientes a fin de encarar una solución integral al problema.

El modelo de planta procesadora para la región metropolitana fue diseñado junto con la CEAMSE (Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado), y se eligió el proyecto actual teniendo en cuenta el aseguramiento de la demanda del material reciclado.

En el año 2007, se firmó un contrato entre la CEAMSE y la empresa REGOMAX, en los siguientes términos:

- 1- CEAMSE cedió 2 ha de terreno por 20 años y deriva la entrega de los neumáticos fuera de uso a la planta de reciclado.
- 2- La empresa REGOMAX recibe sin costo los neumáticos en la planta, obtiene el molido de la goma de los neumáticos para la fabricación de pisos, pavimentos deportivos y canchas sintéticas, recuperando el acero y los restos de la tela de la estructura.

La sustitución de la importación del molido de goma es uno de los objetivos principales del emprendimiento, como también facilitar la exportación de canchas sintéticas y pisos deportivos.

El monto de la inversión para la construcción de la planta y adquisición de la maquinaria fue de U\$S 2.000.000, realizada con fondos propios. La empresa pagará un canon anual a CEAMSE con destino a Plantas Sociales de Reciclado, una vez alcanzado el punto de equilibrio de la Planta.

3- INTI-Caucho realizará auditorías técnicas verificando la correcta aplicación de tecnologías y uso de los materiales.

Actualmente se está trabajando con cada municipio de la Provincia de Buenos Aires para el diseño de la logística de abastecimiento de la Planta.

Además, como colaboración con los programas de educación ambiental y regulaciones municipales, se entrega material informativo de difusión pública.

La ventaja para las municipalidades y grandes generadores reside en el hecho de que no deberán pagar por la disposición final de los neumáticos y se les entregará el certificado ambiental correspondiente.

Este modelo de intervención muestra que el trabajo mancomunado entre organismos del Estado y actores del sector privado puede resolver adecuadamente problemas ambientales y de salud pública que hasta el momento no tenían solución.



2.3. Reutilización de NFU

Los procesos de tratamiento pueden agruparse de manera general en las siguientes categorías:

2.3.1. Regeneración y desvulcanización.

2.3.2. Pirolisis (proceso térmico).

2.3.3. Termólisis.

2.3.4. Incineración.

2.3.5. Trituración mecánica.

2.3.6. Molido criogénico.

Todos los procesos actuales para la eliminación de neumáticos usados y de desecho tienen efectos sobre el medio ambiente y la salud que no pueden evitarse por completo y, en consecuencia, deberían reducirse al mínimo.

2.3.1 Regeneración y Desvulcanización

Regeneración

La regeneración es un proceso por el cual, mediante procesos mecánicos, energía térmica y productos químicos, el caucho del neumático pasa a un estado en que puede mezclarse, procesarse y vulcanizarse nuevamente. El proceso se basa en el principio de desvulcanización, que consiste en la rotura de los enlaces intermoleculares de la estructura química, como los enlaces carbono-azufre (C-S) o azufre-azufre (S-S). Éstos dotan a los neumáticos de durabilidad, elasticidad y resistencia a los solventes. El caucho regenerado se utiliza para fabricar productos que tienen demanda y usos limitados, puesto que sus propiedades mecánicas son inferiores a las del original.

Desvulcanización

La desvulcanización consta de dos pasos distintos: la reducción del tamaño y la rotura de los enlaces químicos, que puede lograrse por medio de cuatro procesos, cada uno de los cuales tiene costos y tecnologías bien diferenciados, a saber:

2.3.1.1 Químico

2.3.1.2 Ultrasónico,

2.3.1.3 De microondas y

2.3.1.4 Biológico

2.3.1.1 Proceso químico

La desvulcanización química es un proceso por lotes en que las partículas de tamaño reducido (de malla 10 a malla 30) se mezclan con reactivos en un reactor a una temperatura aproximada de 180° C y una presión de 15 bar. Una vez que finaliza la reacción, el producto se filtra y seca para remover los componentes químicos no deseados y se envasa para su comercialización.

2.3.1.2 Proceso ultrasónico

Las partículas de caucho reducidas (de malla 10 a malla 30) se cargan en una tolva y luego se introducen en una extrusora. Ésta empuja y tira mecánicamente de las partículas de caucho. Mediante esta acción mecánica las partículas de caucho se calientan y el caucho se ablanda. A medida que el caucho ablandado es transportado por el interior de la extrusora, el caucho queda expuesto a energía ultrasónica. La combinación de calor, presión y masticación mecánica basta para lograr distintos grados de desvulcanización.

2.3.1.3 Proceso de microondas

En este proceso se aplica la energía térmica de forma muy rápida y uniforme sobre el desecho de caucho. No obstante, el caucho vulcanizado que se utiliza en el proceso de microondas debe tener una estructura suficientemente polar como para que pueda absorber la energía de las microondas a la velocidad apropiada para que la desvulcanización sea viable. El único uso razonable de la desvulcanización por microondas es en compuestos que contienen principalmente caucho polar, lo que restringe su aplicación.

Caucho polar: Son compuestos cuyos enlaces no son eléctricamente neutros. Cuando en un enlace químico entre dos átomos o grupos idénticos, se presenta diferencia de electronegatividad, ocurre que los electrones participantes quedan desplazados hacia uno de los átomos o grupos, lo que le confiere el carácter de polo negativo frente al otro, presentándose cierta carga eléctrica negativa. Si por el contrario, los átomos o grupos presentan la misma electronegatividad, se obtienen compuestos eléctricamente neutros, llamados apolares o no polares.

En los cauchos existen algunos que son polares como el Caucho de Acrilonitrilo Butadieno (**NBR**) y el Caucho de Cloropreno (**CR**); y otros que son no polares como el Caucho Natural (**NR**), el Polibutadieno(**BR**), el caucho de Estireno-Butadieno (**SBR**) y el caucho de Etileno PropilenoDieno Metileno (**EPDM**) entre otros.

2.3.1.4 Proceso biológico

La desvulcanización bacteriana se realiza mezclando caucho finamente molido con un medio que incluye las bacterias adecuadas en un bio-reactor a temperatura controlada. Luego se mantiene la lechada a la temperatura y la presión indicada durante el período del tratamiento. El tiempo de contacto biológico varía entre diez y varios centenares de días. Posteriormente, el material procesado se filtra para remover los microorganismos, se seca y se vende.

Sólo se dispone de información acerca de los efectos de la desvulcanización sobre el medio ambiente de los procesos químicos y ultrasónicos. En ambos casos hay emisión de contaminantes atmosféricos y efluentes líquidos.

Se pueden mencionar emisiones de aproximadamente 50 compuestos orgánicos, entre otros el benceno, tolueno y heptanos. También es posible que se libere ácido sulfhídrico (H₂S) y dióxido de azufre (SO₂) como producto de la oxidación del ácido sulfhídrico (H₂S). Por consiguiente, para el proceso se necesitan filtros que controlen las emisiones y lavadores de gas para remover el dióxido de azufre (SO₂). En lo que se refiere a los efluentes líquidos provenientes del lavador de gas, debe tratárselos adecuadamente antes de verterlos en una masa de agua.

2.3.2. Pirolisis

La pirolisis es un proceso de degradación térmica que se produce en ausencia de oxígeno o en condiciones en que la concentración de oxígeno es suficientemente baja como para no causar combustión.

Por lo general, ese proceso produce aceite de bajo contenido energético (en comparación con el aceite diesel), un gas sintético conocido como “syngas” (de propiedades caloríficas bajas), alquitrán de negro de humo y acero. El proceso es complejo y se cree que tiene aplicaciones limitadas para neumáticos de desecho.

El alquitrán de pirolisis producido mediante este proceso tiene escaso valor comercial pues es una mezcla de los diferentes tipos de negro de humo utilizados en la fabricación de neumáticos. En consecuencia, el producto resultante no tiene la misma calidad que la de los negros de humo utilizados en la fabricación de neumáticos nuevos.

Para mejorar sus características con el objeto de desarrollar nuevos productos, puede realizarse una reducción del tamaño de las partículas a fin de mejorar la calidad del alquitrán de pirolisis. La desintegración por resonancia da por resultado productos de carbono superfinos a partir del alquitrán de pirolisis. Durante la desintegración por resonancia, los gránulos de alquitrán reciben múltiples ondas de choque de alta energía que inmediatamente producen carbono cuyas partículas primarias tienen un diámetro promedio de 38 nanómetros en agregados y aglomerados que van de los 100 nanómetros a los 10 micrones.

Otra posibilidad es utilizar el alquitrán de pirolisis como carbón activado. No obstante, se considera que las técnicas de mejoramiento no son económicamente viables en vista de la actual demanda limitada del producto en el mercado. Por todas estas razones, se prevé que la pirolisis sólo tendrá un uso limitado en la gestión de los neumáticos de desecho.

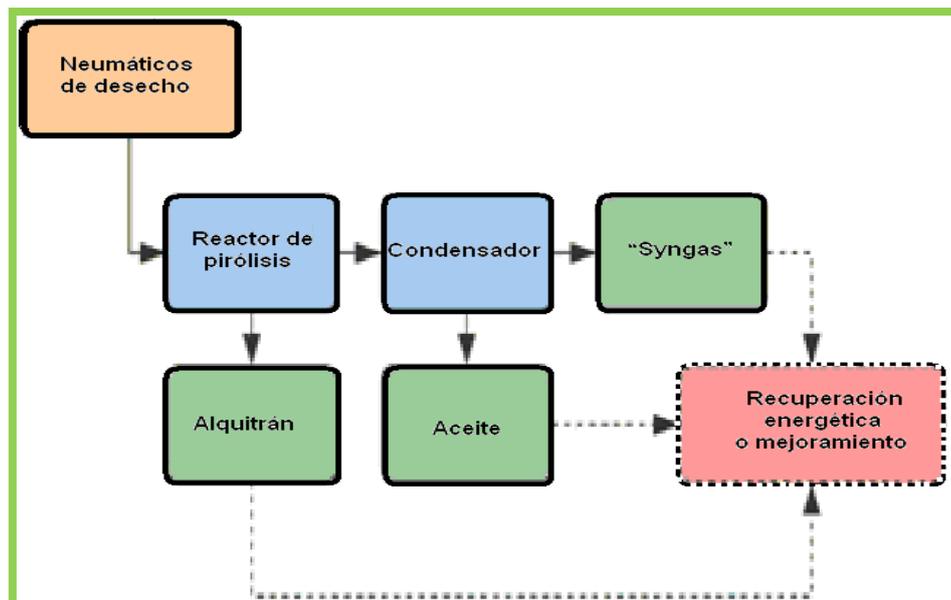


Figura Pirólisis de neumáticos de desecho

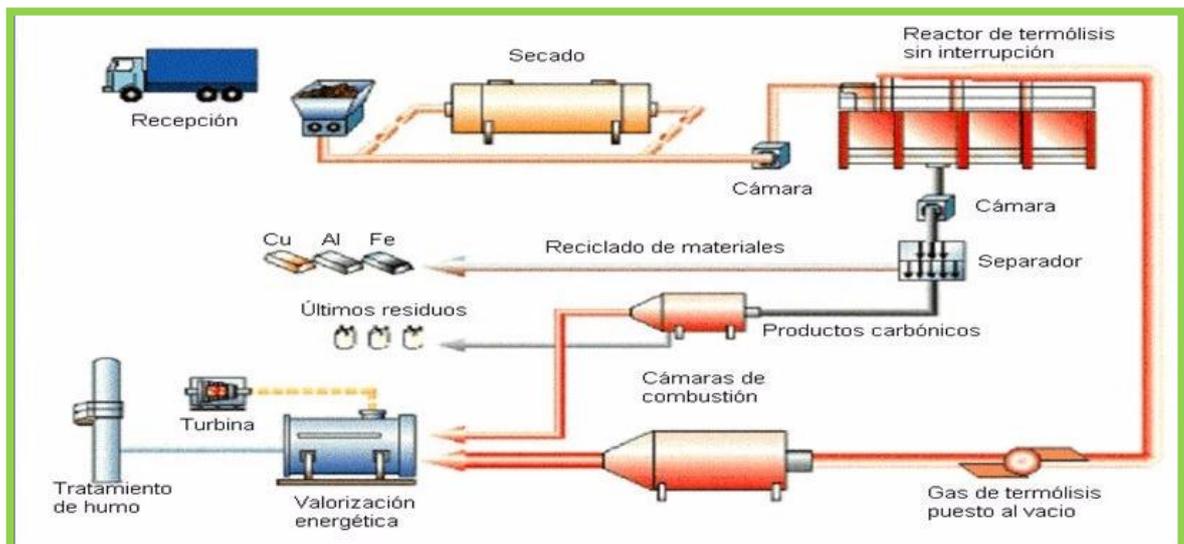
Los productos obtenidos después del proceso de pirolisis son principalmente: GAS similar al propano que se puede emplear para uso industrial / - Aceite industrial líquido que se puede refinar en Diesel. / Coque / Acero.

2.3.3. Termólisis

Se trata de un sistema en el que se somete a los materiales de residuos de neumáticos a un calentamiento en un medio en el que no existe oxígeno. Las altas temperaturas y la ausencia de oxígeno tienen el efecto de destruir los enlaces químicos.

Aparecen entonces cadenas de hidrocarburos. Es la forma de obtener, de nuevo, los compuestos originales del neumático, por lo que es el método que consigue la recuperación total de los componentes del neumático.

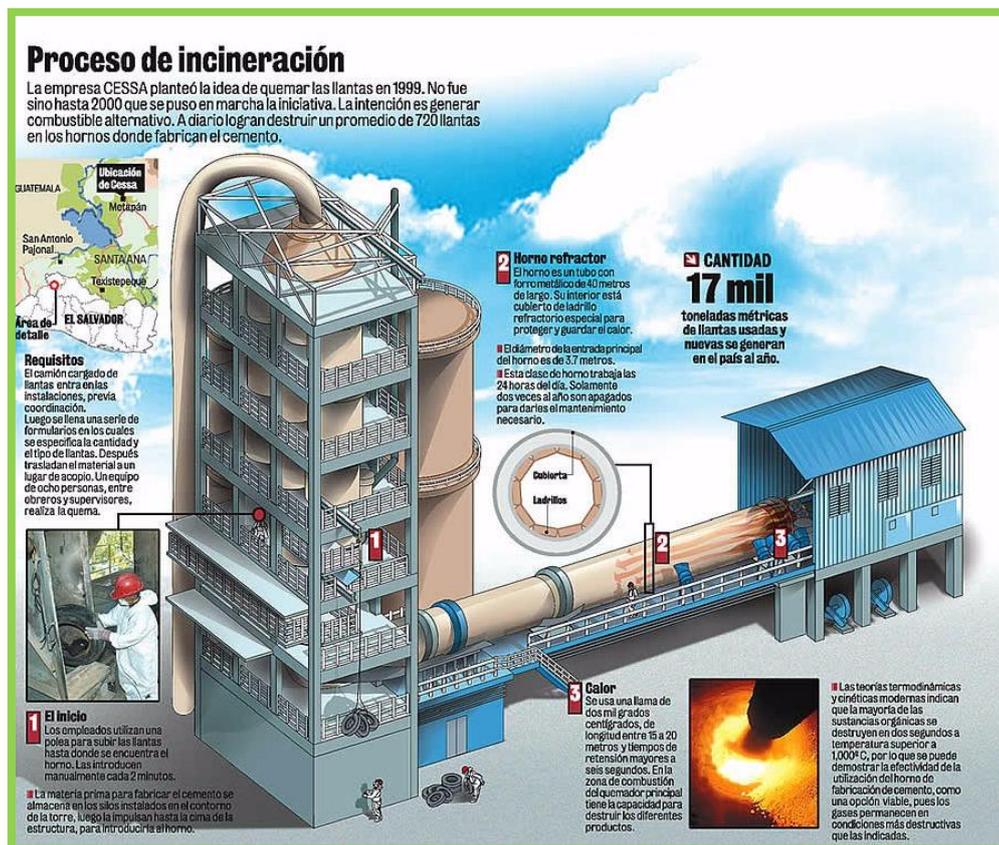
Se obtienen metales, carbones e hidrocarburos gaseosos, que pueden volver a las cadenas industriales, ya sea de producción de neumáticos o a otras actividades.



2.3.4 Incineración

Proceso por el que se produce la combustión de los materiales orgánicos del neumático a altas temperaturas en hornos con materiales refractarios de alta calidad. Es un proceso costoso y además presenta el inconveniente de la diferente velocidad de combustión de los diferentes componentes y la necesidad de depuración de los residuos por lo que no resulta fácil de controlar y además es contaminante. Genera calor que puede ser usado como energía, ya que se trata de un proceso exotérmico. Con este método, los productos contaminantes que se

producen en la combustión son muy perjudiciales para la salud humana, entre ellos el Monóxido de carbono - Xileno Hollín - Óxidos de nitrógeno, Dióxido de carbono -Óxidos de zinc Benceno - Fenoles, Dióxido de azufre - Óxidos de plomo, Tolueno. Además el hollín contiene cantidades importantes de hidrocarburos aromáticos policíclicos, altamente cancerígenos. El zinc, en concreto, es particularmente tóxico para la fauna acuática. También tiene el peligro de que muchos de estos compuestos sean solubles en el agua, por lo que pasan a la cadena trófica y de ahí a los seres humanos.



2.3.5 Trituración mecánica

Los neumáticos usados enteros pueden utilizarse para otros fines, pero la mayoría de los procedimientos utilizan neumáticos molidos para que el caucho pueda utilizarse en distintas aplicaciones. No obstante, el molido de neumáticos es muy costoso y consume mucha energía, además de producir polvo y ruido.

Se puede triturar o moler un neumático en distintos tamaños, según la aplicación final. No obstante, a menor tamaño, mayor costo del proceso de reducción, lo que debe tenerse en cuenta al calcular el costo final de la aplicación. Además, la reducción a tamaño pequeño utiliza una gran cantidad de energía, desgasta el equipo y exige controles ambientales eficientes.

En el cuadro siguiente se indican las cantidades de caucho molido, acero, fibra y residuos que pueden originarse en neumáticos de camiones y automóviles.

Producto	Neumáticos de camión	Neumáticos de automóvil
Caucho molido	70%	70%
Acero	27%	15%
Fibras y residuos	3%	15%

Tabla Productos reutilizables de neumáticos de desecho

Triturado o Molido a Temperatura Ambiente

El gráfico ilustra en forma esquemática una típica planta de reciclado de neumáticos de desecho a temperatura ambiente, incluidos sus distintos pasos y el sistema de control correspondiente. El proceso se denomina “a temperatura ambiente” porque todos los pasos de reducción de tamaño se realizan a la temperatura del aire ambiente o cercana a ésta, es decir, no se aplica frío para que el caucho se vuelva quebradizo.

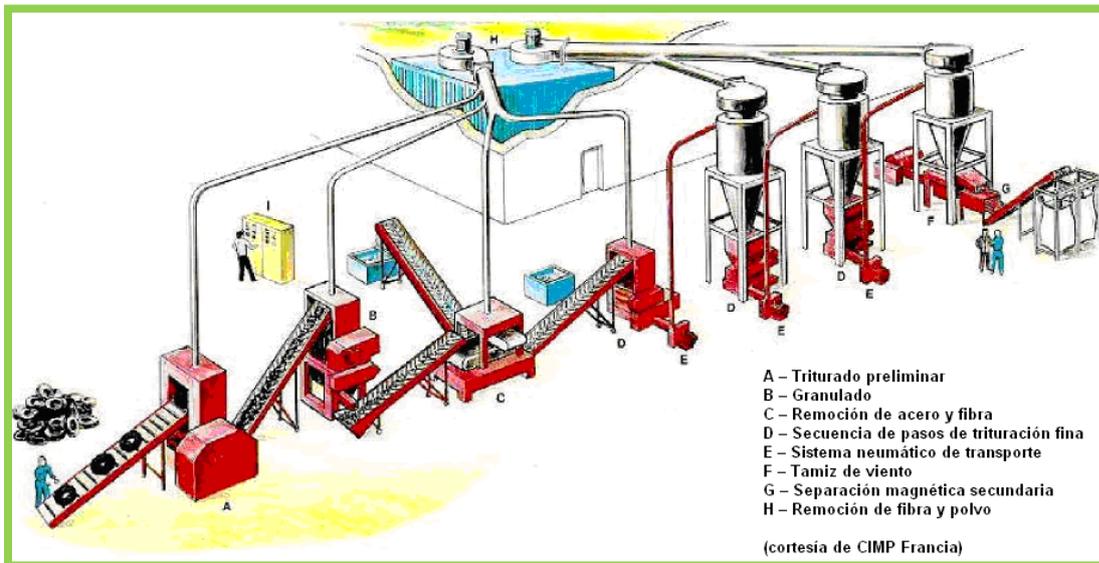


Figura Esquema de una planta de reciclado de neumáticos de desecho a temperatura ambiente

En este esquema de planta, los neumáticos son objeto de las siguientes operaciones:

- a) Como primer paso los neumáticos se procesan hasta obtener astillas de 2 pulgadas (50 mm) en una trituradora preliminar.
- b) Luego las astillas de neumático ingresan en un granulador, que reduce las astillas a un tamaño inferior a 3/8 de pulgada (10 mm).
- c) El acero se remueve por medios magnéticos y la fibra se elimina mediante una combinación de de zarandas vibratorias y tamices de viento.
- d) Luego, mediante sucesivos molidos se llega al tamaño apropiado, generalmente de malla 10 a malla 30 (0,6 mm a 2 mm).

El molido a temperatura ambiente resulta seguro y económico si el caucho que desea obtenerse es relativamente grueso, es decir, de una malla no menor de 20 (0,8 mm) aproximadamente.

El molido a temperatura ambiente genera ruido, polvo y emisiones de SOx y NOx, y es de alto consumo energético (120 a 125 Kwh/tonelada métrica).

2.3.6 Molido Criogénico de Neumáticos

Este proceso se denomina “criogénico” porque los neumáticos o las astillas de éstos se enfrían a una temperatura inferior a los -80°C utilizando nitrógeno líquido. Por debajo de esta temperatura el caucho se vuelve prácticamente tan quebradizo como el vidrio y la reducción de tamaño puede lograrse mediante aplastamiento y molido. Este tipo de reducción de tamaño facilita el molido y la liberación de acero y fibra, lo que se traduce en un producto final más limpio.

La principal desventaja en este caso es el costo, porque el proceso comienza con astillas de neumáticos. En otras palabras, debe considerarse el elevado costo del nitrógeno líquido además del costo del molido inicial. También se necesitan procedimientos operacionales de seguridad para prevenir accidentes laborales.

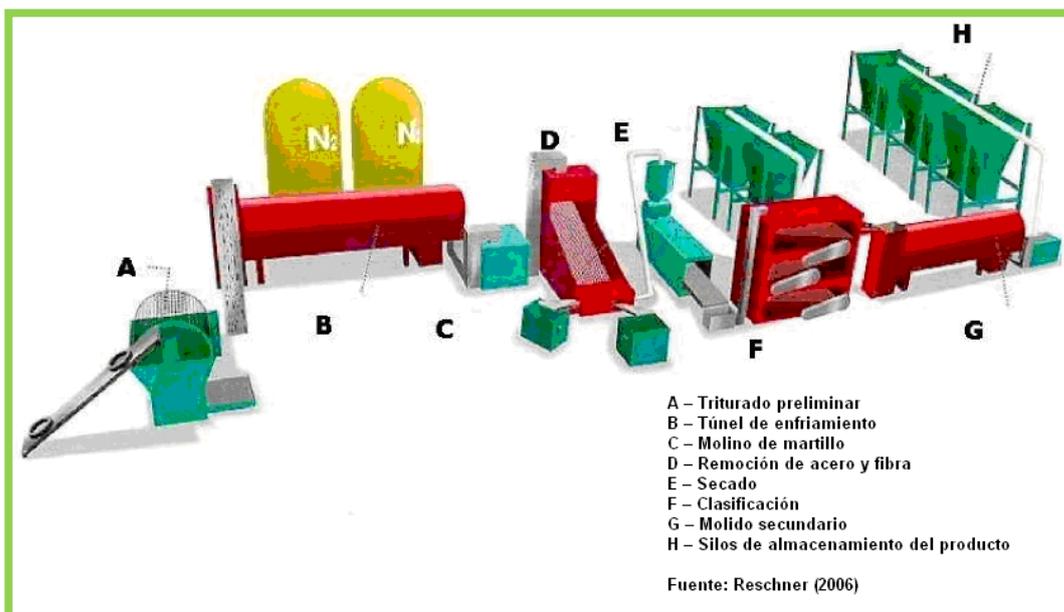


Figura Molido criogénico de neumáticos usados

El proceso criogénico consta de los pasos siguientes:

- a) Como primer paso los neumáticos se procesan hasta obtener astillas de 2 pulgadas (50 mm) en una trituradora;
- b) Esas astillas de 2 pulgadas (50 mm) se llevan a una temperatura inferior a los -120° C en un túnel de enfriamiento de operación continua;
- c) Se quiebran las astillas en el molino de martillo, lo que produce partículas de tamaños muy variados;
- d) Se elimina el acero y la fibra;
- e) Se seca el material;
- f) Se clasifica por tamaños determinados de partículas

Parámetro A temperatura ambiente Criogénico

Parámetro	A temperatura ambiente	Criogénico
Temperatura de funcionamiento	Ambiente	De -80 °C a -120 °C
Principio de reducción de tamaño	Cortado, desgarrado, rotura	Quiebre criogénico de las piezas de caucho quebradizas
Morfología de las partículas	Esponjosa y áspera, alta superficie específica	Pareja y lisa, baja superficie específica
Distribución del tamaño de las partículas	Distribución relativamente pequeña del tamaño de las partículas, solo se produce una reducción limitada del tamaño en cada paso del molido	Distribución amplia del tamaño de las partículas (de 10 mm a 0,2 mm) en un solo paso del proceso
Consumo de nitrógeno líquido	No se aplica	0,5 a 1 kg de Nitrógeno líquido por kg de neumático

Tabla Comparación entre el molido a temperatura ambiente y el molido criogénico

Tamaño de los materiales	Mínimo (mm)	Máximo (mm)
Polvo	0	1
Granulado	1	10
Material de pulido	0	40
Astillas	10	50
Tiras (pequeñas)	40	75
Tiras (grandes)	75	300
Cortes	300	500

Tabla Tratamiento de neumáticos en la fase posterior al consumo – tamaño de los materiales

3. PROCESO PRODUCTIVO

La problemática actual generada por la inacción al tratamiento de los NFU, y como consecuencia de ello la quema a cielo abierto y acumulación en espacios públicos, genera una constante degradación y alteración ambiental provocando, además de ello, una proliferación desmedida de roedores e insectos transmisores de diferentes enfermedades virósicas.

Atento a lo expuesto y considerando el contexto socio económico actual a nivel nacional, regional y local se decidió que el emplazamiento de la planta productiva será en el Parque Industrial de la ciudad de La Rioja. Se determinó esta localización debido a la facilidad de acceso de vehículos de gran porte, servicios públicos, potencia eléctrica suficiente, zona apta para el desarrollo de plantas industriales, disponibilidad de terrenos en la zona.

En base a la recopilación de datos provista por el INTI, que indica el porcentaje de generación de NFU en cada región, se dispuso el nivel de producción de la planta, para una primera etapa en más de 4500 Tn anuales de NFU los cuales serán provenientes de las regiones geográficas del NOA y CUYO.

La provisión de materia prima para esta primera etapa será de las provincias de La Rioja, Catamarca y Tucumán, que entre ellas generan alrededor de 5200 Tn de NFU por año. Ello implica cubrir la totalidad de la capacidad de producción de la planta.

Es importante recalcar que para poder llegar a contar con la materia prima se necesitan de fuertes acciones del Estado, dirigidas a concientizar a la sociedad de la problemática, articular las herramientas necesarias para asegurar la recolección de NFU, dando de esta manera una solución a la problemática, ya que es su obligación.

Regiones geográficas	% de generación de neumáticos fuera de uso
Zona NOA (Jujuy - Salta - Tucumán - Catamarca - Santiago del Estero)	8
Zona CUYO (La Rioja - San Juan - Mendoza - San Luis)	8
Zona NEA (Formosa - Chaco - Misiones - Corrientes - Entre Ríos - Santa Fe)	18
Zona Centro (Ciudad de Buenos Aires - Buenos Aires - Córdoba - La Pampa)	58
Zona Sur (Neuquén - Río Negro - Chubut - Santa Cruz - Tierra del Fuego)	8

3.1. Estructura de desglose de trabajo.

El proyecto se desarrolla en 3 etapas bien diferenciadas.

- 1) Montaje
- 2) Operación
- 3) Mantenimiento

1) MONTAJE

Esta etapa comprende desde la demarcación del perímetro donde estará emplazado el proyecto hasta la puesta en marcha de la planta.

Tareas

- Demarcación del perímetro de emplazamiento con alambre tejido y portón de ingreso.
- Nivelación y compactación de suelo donde se montara la nave y playa de maniobras.
- Alumbrado perimetral.
- Instalación de cañería de riego para forestación perimetral.
- Montaje de tinglado (Columnas, cabreadas y techo).
- Cerramiento perimetral de la nave con mampostería, aberturas y construcción de oficina, comedor, vestuario, baños y taller de mantenimiento.

- Armado de contra piso.
- Montaje de línea de aire comprimido.
- Montaje de tableros y tendido eléctrico.
- Montaje de líneas de iluminación.
- Montaje de maquinaria de producción.

DESGLOSE ORGANIGRAMA

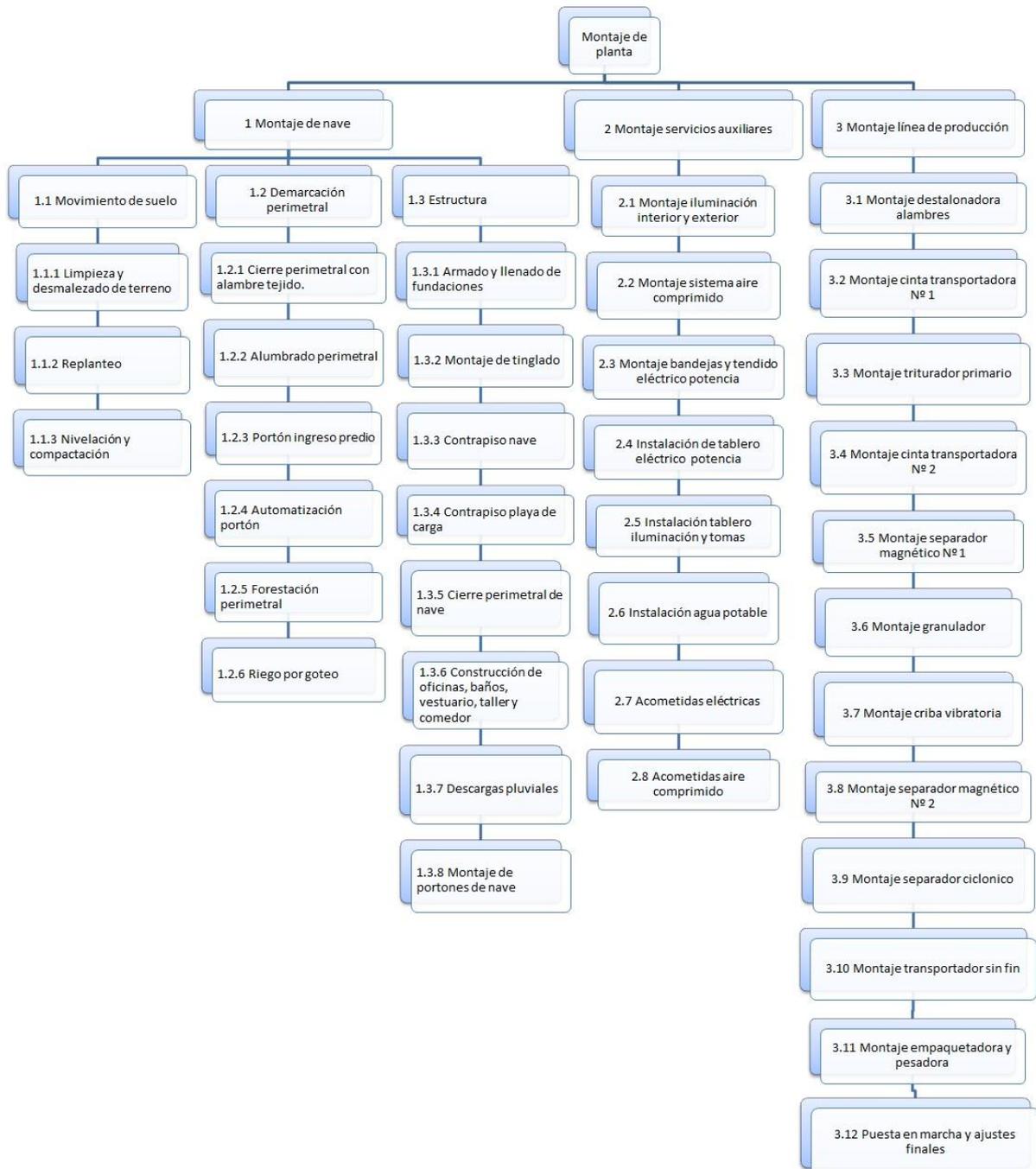
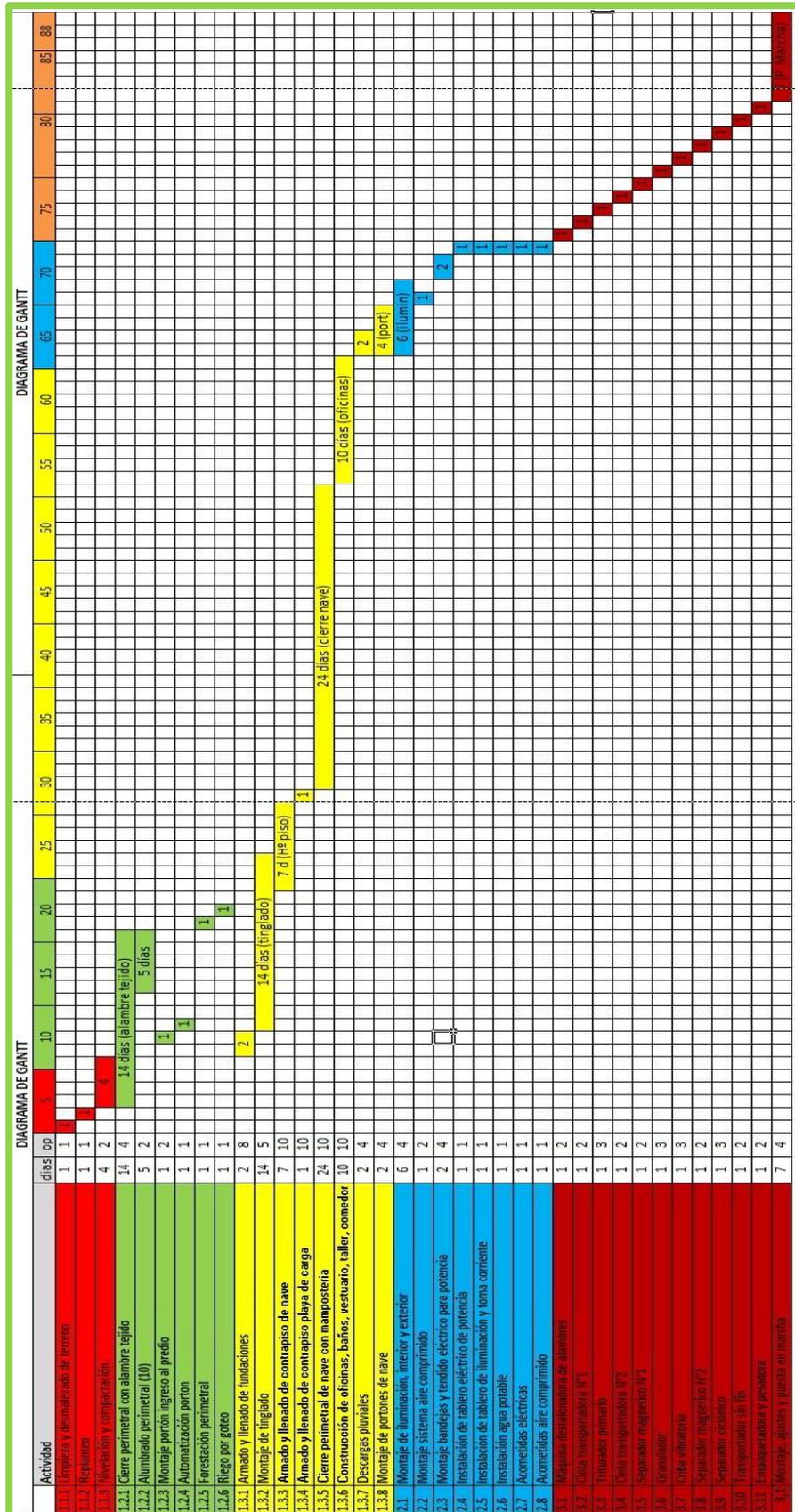


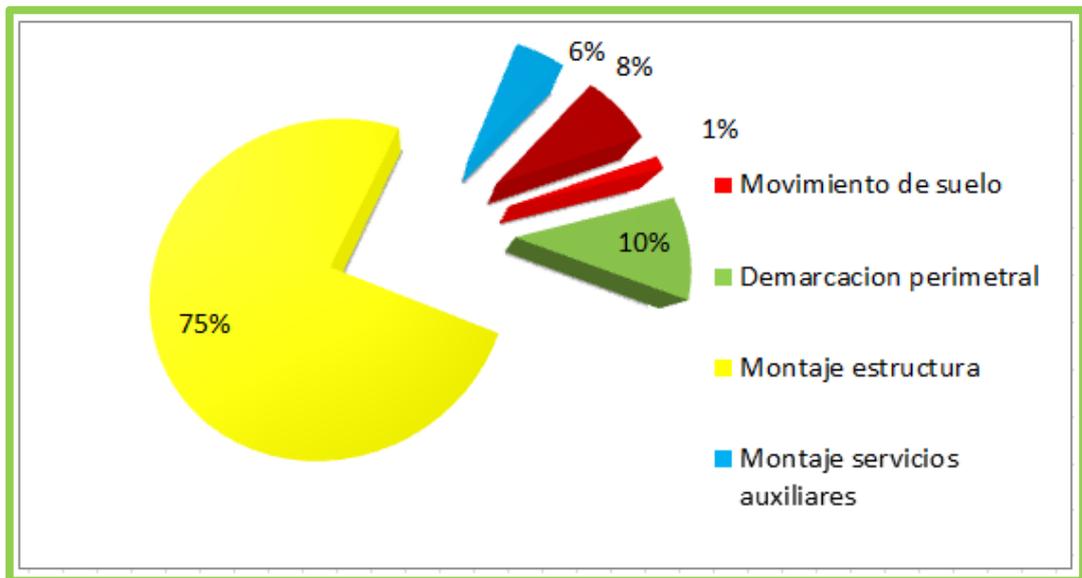
TABLA ESTRUCTURA DESGLOSE DE TRABAJO

ESTRUCTURA DE DESGLOSE DE TRABAJO					
Item	Descripción	Duración (días)	Principales elementos	EROGACION (\$)	Personas
1.1.1	Limpieza y desmonte de terreno	1	Pala cargadora	11.200,00	1
1.1.2	Replanteo	1	Teodolito	1.000,00	1
1.1.3	Nivelación y compactación.	4	Motoniveladora y vibrocompactador	76.800,00	2
1.2.1	Cierre perimetral con alambre tejido	14	Alambre tejido, postes olímpicos, hormigon	151.000,00	4
1.2.2	Alumbrado perimetral (10)	5	Jirafas, luminarias, conductores	125.000,00	2
1.2.3	Montaje portón ingreso al predio	1	Porton estructural corredizo	22.400,00	2
1.2.4	Automatización porton	1	Kit automatización	3.500,00	1
1.2.5	Forestación perimetral	1	Arboles	4.800,00	1
1.2.6	Riego por goteo	1	Manguera con gotero incorporado	1.300,00	1
1.3.1	Armado y llenado de fundaciones	2	Hormigon, hierro, columnas	100.000,00	8
1.3.2	Montaje de tinglado	14	Cabreadas, chapas, buloneria	953.700,00	5
1.3.3	Armado y llenado de contrapiso de nave	7	Hormigon, hierro	390.150,00	10
1.3.4	Armado y llenado de contrapiso playa de carga	1	Hormigon, hierro	76.500,00	10
1.3.5	Cierre perimetral de nave con mampostería	24	Hormigon, hierro, bloques	454.000,00	10
1.3.6	Construcción de oficinas, baños, vestuario, taller, com	10	Hormigon, hierro, bloques, aberturas, machimbr	356.000,00	10
1.3.7	Descargas pluviales	2	Caños PVC, accesorios, pegamento	13.200,00	4
1.3.8	Montaje de portones de nave	2	Portones corredizo y de hoja	59.500,00	4
2.1	Montaje de iluminación, interior y exterior	6	Perfiles y accesorios galvanizados, conductores,	86.000,00	4
2.2	Montaje sistema aire comprimido	1	Compresor de aire, caños PP y accesorios	40.000,00	2
2.3	Montaje bandejas y tendido eléctrico para potencia	2	Bandejas, sunchos, bulonería, conductores, acce	68.400,00	4
2.4	Instalación de tablero eléctrico de potencia	1	Gabinete, interruptores, amperímetro, voltímetro	6.500,00	1
2.5	Instalación de tablero de iluminación y toma corriente	1	Tablero, Interruptores, disyuntor, tomas corriente	3.800,00	1
2.6	Instalación agua potable	1	Caños PP, accesorios	1.000,00	1
2.7	Acometidas eléctricas	1	Conductores, terminales	500,00	1
2.8	Acometidas aire comprimido	1	Filtro, regulador, accesorios de conexión	1.000,00	1
3.1	Montaje máquina destalonadora de alambres	1	Máquina, importación y transporte La Rioja	323.750,00	2
3.2	Montaje cinta transportadora N°1	1	Máquina, transporte La Rioja	60.000,00	2
3.3	Montaje triturador primario	1	Máquina, importación y transporte La Rioja	515.000,00	3
3.4	Montaje cinta transportadora N°2	1	Máquina, transporte La Rioja	75.000,00	2
3.5	Montaje separador magnetico N°1	1	Máquina, transporte La Rioja	45.000,00	2
3.6	Montaje granulador	1	Máquina, importación y transporte La Rioja	600.000,00	3
3.7	Montaje criba vibratoria	1	Máquina, importación y transporte La Rioja	126.000,00	3
3.8	Montaje separador magnetico N°2	1	Máquina, transporte La Rioja	45.000,00	2
3.9	Montaje separador ciclónico	1	Máquina, importación y transporte La Rioja	236.250,00	3
3.10	Montaje transportador sin fin	1	Máquina, transporte La Rioja	35.000,00	2
3.11	Montaje empaquetadora y pesadora	1	Máquina, importación y transporte La Rioja	176.400,00	2
3.12	Puesta en marcha y ajustes finales	7	Grúa, autoelevador, tortugas, zorra manual, etc	200.000,00	4
			TOTAL	5.444.650,00	

DIAGRAMA DE GANTT



	Horas Hombre
Movimiento de suelo	80
Demarcacion perimetral	568
Montaje estructura	4176
Montaje servicios auxiliares	312
Montaje linea de producción	432
Total	5568



2) OPERACIÓN

En esta etapa se determina el personal necesario para producción y administración. Además se detallan las funciones principales de cada puesto de trabajo.

✓ Empaque y Expedición.

Puesto: Empaque y Expedición

Desarrollará la tarea de operar la máquina empaquetadora, administrar el depósito de producto terminado y realizar la carga de camiones para su despacho.

✓ Producción.

Puesto: Destalonado y alimentación.

Éste puesto estará ocupado por un operario encargado de destalonar al menos 46 neumáticos de gran porte por turno y de proveer de materia prima la línea de producción, que por cada turno tiene un consumo de aproximadamente 800 NFU de pequeño porte y 46 de gran porte.

Deberá depositar los alambres extraídos de los talones de los NFU de gran porte en el canasto provisto para tal fin.

Este deberá mantener el stock sobre el depósito de línea de producción ingresando los neumáticos a la planta en un canasto trasladado con el autoelevador.

Puesto: Encargado de línea de producción.

La persona que ocupará este puesto deberá tener conocimiento suficiente sobre el proceso productivo para poder resolver cualquier inconveniente que se presente, o bien canalizar el inconveniente a su supervisor, con el objetivo de solucionarlo en el menor tiempo posible y con los mínimos recursos necesarios para que la producción de la planta se desarrolle con normalidad.

También estará encargado de retirar los restos metálicos, producto de la separación magnética y de mantener limpia la zona de trabajo.

Será el encargado de operar la máquina empaquetadora en caso de ausencia temporaria del operario de empaque y expedición.

✓ Gerencia.

Puesto: Gerente.

Es el encargado de administrar los recursos con que cuenta la empresa para cumplir con los objetivos planteados por el directorio.

Será el encargado de realizar todas las acciones necesarias para que el funcionamiento y la operatividad de la planta sean óptimos, aprovechando al máximo los recursos económicos, humanos y técnicos con los que cuenta.

Es el responsable de tomar las decisiones necesarias que hagan que la eficiencia de la empresa sea cada día mayor en todas sus aéreas.

MANTENIMIENTO

Descripción de puestos de trabajo.

Puesto: Responsable de Mantenimiento.

Será el encargado de llevar adelante los planes de mantenimiento preventivo, programado y de solucionar las averías que se presenten sobre la marcha ejecutando mantenimiento correctivo. De ser necesario realizar mantenimiento predictivo tendrá que gestionar y justificar esta necesidad ante el gerente de la planta.

Este deberá llevar un registro en formato físico y digital de los planes y acciones realizadas de manera detallada con el objetivo de conformar un historial de mantenimiento de cada máquina para facilitar la toma de decisiones en cuanto a mejora continua de los planes de mantenimiento y acciones a tomar en caso de posibles averías.

Deberá coordinar con el supervisor los momentos en los cuales se podrán realizar los mantenimientos preventivos y programados, atendiendo siempre a las necesidades de producción.

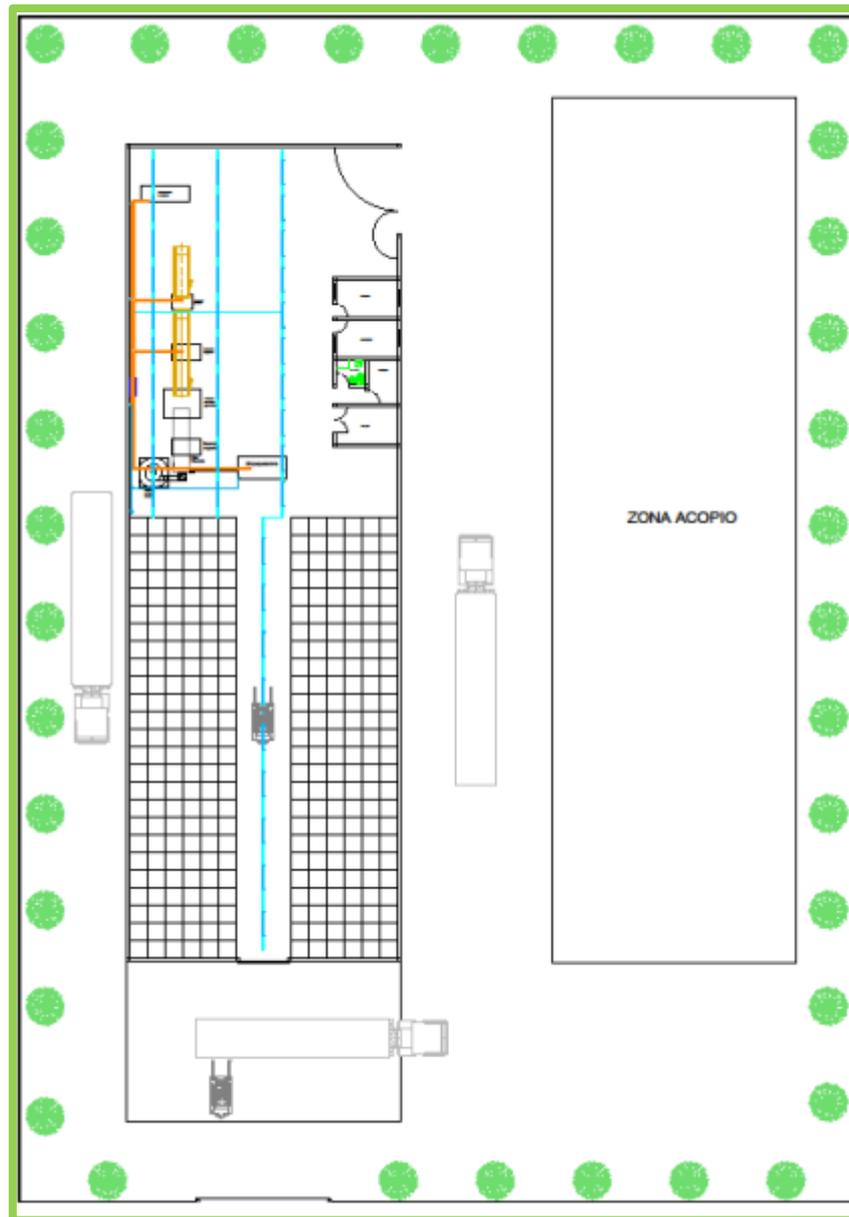
Tendrá a su responsabilidad el accionar del ayudante de mantenimiento.

Puesto: Ayudante de mantenimiento.

Se propone que la persona encargada de cubrir este puesto sea un estudiante de nivel medio o avanzado de la carrera de Ingeniería Electromecánica de la UTN FRLR, con el objetivo de crear una experiencia laboral permitiendo de esta manera, al futuro profesional, conocer el ámbito laboral en el cual desarrollará sus actividades.

Para llevar adelante la iniciativa se propone que el turno a cumplir por el estudiante sea de cinco (5) horas como máximo, con el fin de no interferir negativamente con el desarrollo de la carrera universitaria.

3.2. Diseño de proceso productivo



La planta se divide estratégicamente en tres sectores:

1. Recepción y acopio.



2. Producción.



3. Depósito y expedición.



El proceso comienza con la recepción y acopio de los NFU para su posterior traslado, ya sea con destino a la destalonadora de alambre en el caso de que se traten de NFU de mediano y gran porte o bien a la trituradora primaria en el caso del resto de los NFU.

El sector producción está compuesto por el total de las máquinas intervinientes en el proceso productivo, esto incluye desde la destalonadora de alambres hasta el empaque del producto final.

El primer triturado se le realiza al material proveniente del sector de acopio directamente o bien de la destalonadora de alambres en el caso de los NFU de mediano y gran porte.

Esta máquina compuesta por un conjunto de ejes, sobre los cuales van montadas una serie de cuchillas rotativas intercambiables, tienen un alto poder de torque nominal lo que permite que sobre los NFU se produzca un corte por cizallamiento, produciendo de esta manera una trituración netamente mecánica.

Luego de su primer triturado el material se transporta a través de una cinta sobre la cual está montado un primer separador magnético que recoge el material metálico de la mezcla triturada.

Una vez que el material ferroso es separado, la mezcla se encuentra en condiciones de someterse a su segundo triturado y granulado para llegar a obtener el tamaño de malla deseado que se encuentra entre malla mesh 3 y 4 (entre 4,76 y 6,73 mm). Estas mallas son intercambiables y si se desea obtener otra granulometría diferente será suficiente con realizar el cambio de las mismas.

Una vez que el material triturado y granulado abandona la trituradora secundaria, la mezcla es depositada en una criba vibratoria, sobre ésta se dispone un segundo separador magnético encargado de realizar la separación final del material metálico de la mezcla.

Siguiendo con la línea de producción y una vez que la mezcla se halla libre de restos metálicos se procede a la tamización a través de la criba vibratoria, obteniendo de ella las distintas granulometrías establecidas y por ultimo en el extremo de la criba obtenemos una mezcla de fibra textil junto a pequeñas cantidades de caucho no tamizado para su posterior separación.

El material obtenido del tamiz de la criba vibratoria podemos diferenciarlo en dos partes, una parte que sería la de menor granulometría es obtenida por un canal intermedio de la criba vibratoria cayendo a una tolva para ser transportada a línea de pesado y empaque final. La otra parte o el resto del material es la mezcla que no paso por la malla y se encuentra junto a la fibra, ya sea porque esta adherido a la misma o bien porque su tamaño no lo permitió.

En el caso del caucho granulado ya tamizado, este es transportado a la máquina encargada de realizar el pesado y empaque final del producto para su posterior depósito.

En el caso de la mezcla de fibra más caucho, ésta cae en una tolva y de allí es transportada, por un sistema mecánico de tornillos sin fin, hasta el ingreso del separador ciclónico.

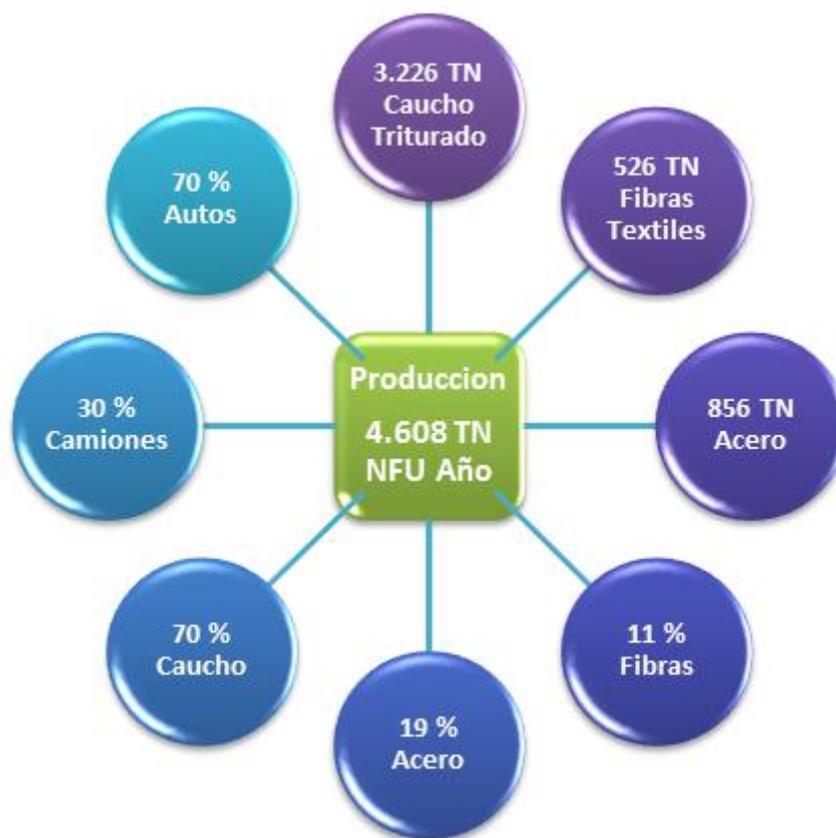
Esta máquina será la encargada de separar las fibras textiles y el polvo de los granos de caucho mediante la acción de una corriente ciclónica de aire generada por una turbina.

De la separación ciclónica obtenemos los materiales por separado. Las fibras textiles que salen del ciclón son directamente embolsadas para su posterior comercialización. Con respecto a los granos de caucho, estos son embolsados, pesados y acopiados en el galpón de depósito.

U.S. MESH	INCHES	MICRONS	MILLIMETERS
3	0.265	6730	6.73
4	0.187	4760	4.76

3.2.1. Cálculo de proceso productivo

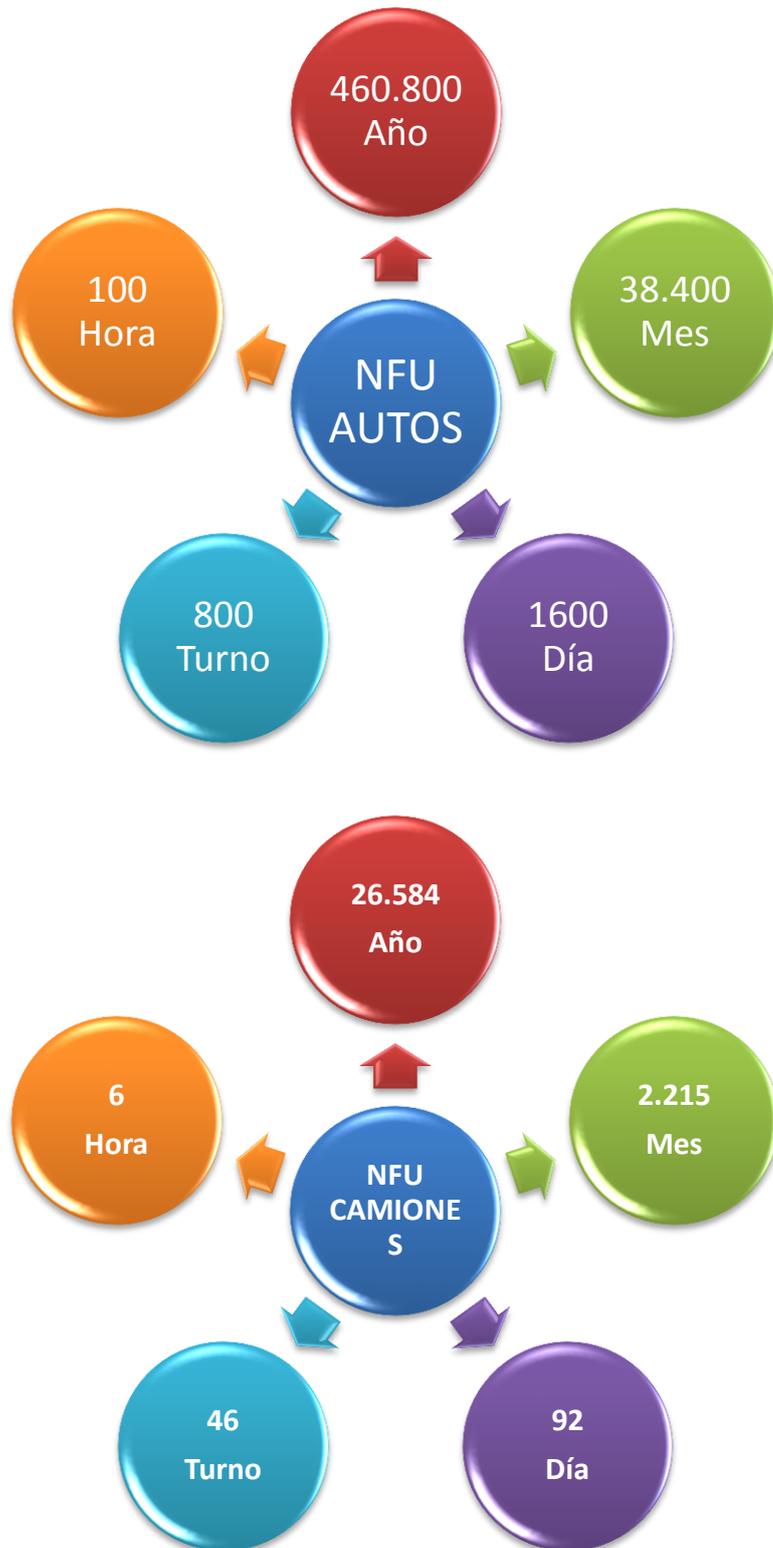
Como se ha mencionado con anterioridad el proceso productivo implica un consumo anual que supera las 4500 TN de NFU. Para cubrir con lo planteado es necesario contar con una línea de producción que procese 1 TN de NFU por hora, siendo necesario que se ejecute esta actividad en 2 turnos de 8hs cada uno.





De la producción total que producirá la planta, el 70% corresponderá a neumáticos de pequeño y mediano porte y el restante 30% a camiones.

En base a este dato y tomando como promedio de peso 7 kg a los neumáticos pequeños y un peso de 52kg para los restantes, obtenemos las siguientes cifras



3.3. Maquinaria Específica

3.3.1. Máquina Destalonadora de alambre

Es la máquina encargada de extraer el talón de acero de los NFU de mediano y gran porte con el objeto de evitar un desgaste prematuro en las cuchillas de corte de las trituradoras.

Esta máquina está conformada por un cilindro hidráulico de doble efecto que trabaja en forma horizontal. En el extremo del vástago posee un gancho que es el encargado de trabar el talón del neumático contra una pared metálica de la máquina y al retraer el cilindro desgarrarlo con el objetivo de extraerlo completamente. Esta operación debe hacerse con ambos lados del NFU.

El cilindro hidráulico tiene dos velocidades diferentes para su avance y retroceso. Esto se debe a que en el avance, el cilindro no debe realizar un esfuerzo considerable salvo su movimiento para ubicarse en la posición correcta para comenzar con el destalonado.

Una vez que el cilindro se encuentra en posición, el gancho se encontrara en la ubicación justa para que sobre él podamos ubicar el talón del NFU a procesar. Accionando la única válvula que posee la máquina, de 3 vías y 3 posiciones, en el sentido de retroceso el vástago del cilindro comienza a retraerse y a tirar lentamente del talón con mucho esfuerzo logrando arrancar el mismo del NFU.



En números se puede proporcionar los siguientes valores:

Producción aproximada necesaria	6 a 10 NFU por hora
Producción posible de la máquina	30 a 50 NFU por hora
Nivel de tensión	380v
Potencia	11 Kw
Origen	China

Dimensiones:	
Largo	2.50 m.
Fondo	1.00 m.
Alto	1.00 m.
Velocidad de avance	10 m/min
Velocidad de retroceso	5 m/min

3.2.2. Máquina Trituradora Primaria

Esta máquina recibe los neumáticos, provenientes del depósito de acopio o de la destalonadora, a través de la cinta transportadora y son enviados a la tolva de carga de la trituradora para ser procesadas con el objeto de obtener un primer triturado dejando a los neumáticos en trozos aproximados de 10 x 10 cm.

El proceso de trituración, como ya se mencionó antes, es mecánico a temperatura ambiente. Al ingresar el NFU a la tolva de carga, en la parte superior de la máquina, se encuentra con dos ejes hexagonales en los cuales van montados unos discos, en donde a su vez se montan las cuchillas de corte.

Estos ejes hexagonales reciben el movimiento del conjunto motor-reductor, los cuales hacen que giren en sentidos opuestos para poder ingresar el NFU a la zona de corte y realizar el triturado. Las cuchillas, que realizan el triturado del material mediante corte por cizallamiento, son desmontables e intercambiables y van fijadas a sus respectivos porta cuchillas, en los discos, mediante bulones de fijación.

Una vez que el material fue triturado cae por gravedad a una cinta transportadora, ubicada en la parte inferior de la máquina, la cual lo lleva al siguiente paso del proceso.

La velocidad de rotación de los ejes es muy baja, y en ambos sentidos, logrando así evitar acumulación de material entre los ejes y poder realizar un triturado satisfactorio del NFU llegando a obtener el producto requerido.



MARCA	MACCAD
Potencia	22.5 KW
Nivel de tensión	380v
Relación reductor	74:1
Producción	1000 kg/hora
Torque nominal	9.850 Nm
Ejes	2 Ejes hexagonales
Discos	16 piezas
Espesor de disco	38 mm
Diámetro por disco	305 mm
Transmisión	Por correas. 3 unidades
Caja de engranajes	Paso 1 reforzado
Rodamiento	Reforzado de bola
Regulación de energía	
Tablero de aviso	
Origen	Mexico

Dimensiones:	
Cámara de triturado	56 cm x 61 cm
Tolva de salida	41 cm x 59 cm
Boca de alimentación	56 cm x 112 cm
Largo	112 cm
Ancho	92 cm
Altura	200 cm
Peso	1.500 kg

3.3.3. Máquina Trituradora Secundaria - Granulador

Esta máquina recibe los NFU en trozos de aproximadamente 10x10 cm mediante una cinta transportadora, ubicada en la parte superior de ella. A estos trozos de NFU previamente se le realizó una separación de metales mediante un separador magnético de primer paso.

Esta separación de metales se realiza con el objetivo de evitar el daño prematuro e innecesario de las cuchillas del granulador además de comenzar con la separación de los productos secundarios.

Una vez que el material entra a la tolva de carga del granulador se encuentra con el sistema de triturado que está formado por 4 ejes en los cuales van montadas las cuchillas que trituran y re-trituran el material hasta lograr que pase por los agujeros de una criba.

Las cuchillas, a diferencia de las del triturador primario, conforman una única pieza con el disco, los cuales van montados en los ejes de la máquina. Estas cuchillas tienen diseños diferentes, dependiendo de si corresponden a ejes exteriores o interiores.

La criba es una superficie curvada y perforada, con medidas ya preestablecidas, que se encuentra en la parte inferior de la máquina a una distancia predeterminada de los ejes, por donde el material ya granulado debe pasar para poder lograr la medida requerida. De no ser así, serán nuevamente granulados y reducidos hasta lograr el tamaño de cribado.

En este caso los gránulos con medidas superiores a 6,73 mm no podrán pasar por dicha criba, y por lo tanto, deberán ser re-triturados hasta lograr una medida inferior.

U.S. MESH	INCHES	MICRONS	MILLIMETERS
3	0.265	6730	6.73
4	0.187	4760	4.76



Marca	Jaguar Equipamientos
Línea	Q
Modelo	2923
Potencia	22 Kw
Capacidad de producción	0.3 a 1.5 Tn/Hora
Nivel de tensión	380v
Origen	Brasil

Dimensiones:	
Cámara de trituración	78 cm x 60 cm
Longitud de maquina	234 cm
Peso	2.780 Kg
Tamaño de cribado	5 a 10 mm

3.3.4. Máquina Separador magnético

Esta máquina es la encargada de separar el acero del caucho y las fibras sintéticas.

Esto se realiza para evitar que el acero, que forma parte de los NFU, provoque daños prematuros en los equipos del proceso, especialmente en las cuchillas de los trituradores.

La separación del acero se realiza en dos etapas, la primera a la salida del triturador primario, en la cinta transportadora, y la segunda a la salida del granulador, en la criba vibratoria.

Este separador está compuesto por un imán permanente que va montado en una cinta transportadora, de dimensiones reducidas, ubicada transversalmente a la dirección del flujo de material. El separador se monta suspendido sobre la cinta transportadora o la criba vibratoria.

La separación se produce debido a que el material magnético pasa por el imán permanente, y al ser atraído por este es removido de la línea de producción mediante la cinta del separador. Una vez terminado su paso por el imán el acero cae por gravedad a un contenedor para su posterior traslado a depósito. De esta manera queda separado el acero del caucho y las fibras textiles.



Marca	Magnum
Potencia	2 Kw
Imán permanente	
Producción	300 Kg/hora
Peso	900 Kg
Origen	Argentina
Dimensiones	150 cm x 80 cm x 60 cm

3.3.5. Criba vibratoria

Este tipo de cribas se utilizan de forma habitual cuando se desea tratar una gran capacidad de material y obtener una elevada eficacia en la operación de tamizado. La capacidad, sobre todo en los tamaños más finos, es mucho mayor que en cualquiera de los otros tipos de cribas, por lo que han remplazado prácticamente a todos los otros tipos, en los casos en los que la eficacia de la criba es un factor importante.

Entre sus ventajas cabe destacar:

- 1- La exactitud de la selección de tamaños.
- 2- El aumento de la capacidad por unidad de área.
- 3- El bajo coste de mantenimiento por tonelada de material tratado.
- 4- Ahorro en el espacio necesario para la instalación.

En el mercado hay una gran variedad de cribas vibratorias, pero se pueden dividir básicamente en dos clases principales: tamices con vibración mecánica y tamices con vibración eléctrica.

Las variables que van a condicionar la operación de cribado son las siguientes:

Método de alimentación: La alimentación a la criba vibratoria se hará de forma que se extienda uniformemente a todo lo ancho de la tela de la malla y de forma que llegue a la superficie en dirección paralela al eje longitudinal de la criba, con una velocidad práctica tan baja como sea posible, para obtener de esta forma una eficiencia y capacidad máximas.

Ángulo de inclinación: Como se ha mencionado anteriormente, la criba se monta en posición inclinada con respecto a la horizontal. La pendiente óptima es aquella que permite manejar el volumen de partículas de tamaños mayores y retirar las partículas de tamaños menores que se requieran.

Para separar el material en fracciones gruesas y finas, se debe limitar el espesor del lecho, de modo que la vibración pueda estratificar la carga y permitir que las partículas finas se abran paso hasta la superficie de la criba y pasen por las aberturas.

La mayor pendiente hace que se incremente la velocidad de desplazamiento y, a una velocidad determinada, se reduce el espesor del lecho.

Dirección de rotación: Al tratarse de una máquina de impulso circular, para obtener una mayor eficacia, se trabaja con rotación a contraflujo, es decir, hacer que el material descienda por la criba en contra de la rotación.

Frecuencia de vibración: La frecuencia de vibración se debe diseñar para transportar el material adecuadamente y evitar que se atasque la tela.

Esto va a depender en cierto punto del tamaño y del peso de los materiales que se manejan y se relacionan con el ángulo de inclinación y el tipo de superficie cribadora. El objetivo es ver que la alimentación se estratifique de forma adecuada para que la separación sea más eficiente.

Power	2 kw
Dimension	4x0.9x1m
Weight	600kg
Function	Equip with JYCX-500 Steel (Iron) Wire Separator and JYXF-400 Fiber Separator to separate out steel (Iron) and coarse fiber, then separate out size qualified rubber granule.
Capacity	1000-1200kg/hour



3.3.6. Máquina Separador de fibras textiles

Un último proceso necesario antes de proceder al embolsado del producto final es el de separación de las fibras textiles. Éstas, hasta ahora, se encuentran mezcladas con el caucho y se separan a través de un sistema de separación ciclónica.

Una vez obtenido el material, luego de ser cribado, es depositado en la cámara de entrada de la turbina impulsora que envía al ciclón las fibras textiles con sus impurezas. El trabajo que realizará el ciclón es separar las fibras textiles del caucho

Modo de funcionamiento: Los ciclones de la serie ZSA se utilizan para la separación de polvos y fibras cortas secas.

Debido a las fuerzas centrífugas que reinan dentro de los ciclones, los materiales de sustancia sólida son llevados hacia afuera, a la pared, donde quedan separados, o sea el material se desliza de la pared en forma espiral, en sentido de la corriente y cae en un recipiente.

La corriente de aire limpio invierte su sentido en el extremo inferior del ciclón (visto en sentido de la corriente) y fluye junto a la tapa a través del tubo sumersión hasta salir.

El aire entra tangencialmente en la cabeza del ciclón. La eficiencia de separación y la pérdida de presión dependen del volumen de aire y del volumen de material.

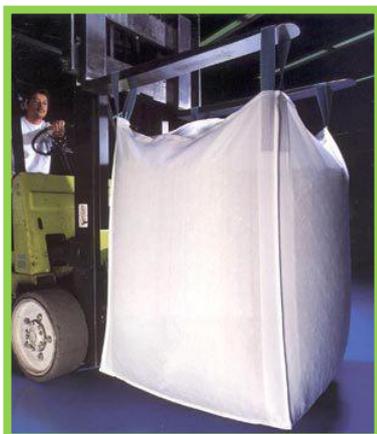


Modelo	VYXF-500
Potencia del motor de la cuchilla del ventilador:	5.5kw
Potencia del transportador de tornillo horizontal:	1.5Kw
Elevador de tornillo vertical :	3Kw
Dimension:	1.8mx1.8mx5.6m
Peso:	2020kg
Entrada:	Mezcla de caucho triturado y fibras textiles
Salidas:	Caucho triturado y fibras textiles
Capacidad:	500-1000kgs/hour
Velocidad de rotación de la hoja del ventilador:	400rpm
Origen	China

3.3.7. Máquina Empaquetadora.

Esta máquina recibe el material proveniente de la criba vibratoria a través de un transportador sin fin. Este material es depositado en la tolva de carga de la máquina.

Esta provista de un sistema de pesado apta para el llenado automático de bolsones big bags con una capacidad de almacenamiento de 600 kg, una vez finalizado el proceso de pesado la máquina imprime y etiqueta con los correspondientes datos (lote, fecha, hora, etc), quedando ya dispuesta para ser almacenada.



Power	3kw
Dimension	3x1.4x2.7m
Weight	600kg
Function	Weigh granule or powder and pack in big bags
Capacity	2000-4000kg/hour

3.4. Diseño y cálculo de servicios auxiliares

Los servicios auxiliares requeridos para la planta son:

3.4.1 Suministro eléctrico

El sistema de alimentación de energía eléctrica de la planta está formado por dos tableros principales. Uno de ellos es el tablero de máquinas, el cual contiene los interruptores principales de cada una de ellas. El segundo tablero es el de iluminación y tomas corriente, que contiene los interruptores que comandan las líneas de iluminación interior y periférica y los tableros seccionales de tomas corriente.

El tablero de máquinas se dimensionó de acuerdo a la potencia de las máquinas intervinientes en el proceso, y un porcentaje de reserva para posibles ampliaciones o cambios.

En la tabla 3.1 expresamos los valores de los parámetros eléctricos necesarios para realizar el dimensionamiento de los conductores y la selección de los interruptores.

MÁQUINA	POTENCIA (kw)	TENSIÓN (V)	FRECUENCIA (Hz)
Cinta 1	1.5	380	50
Destalonadora de alambres	11	380	50
Triturador primario	22.5	380	50
Cinta 2	1.5		
Separador magnético 1	2	380	50
Granulador	22	380	50
Criba vibratoria	2	380	50
Separador magnético 2	2	380	50
Separador ciclónico	10	380	50
Transportador sin fin	2	380	50
Empaquetadora	3	380	50
Compresor	3.75	380	50
Total	83.25		

Tabla 3.1

Cálculo de sección de conductor

1-Cinta 1

Partiendo de la fórmula para el cálculo de la potencia

$$P = V * I * \sqrt{3} * \cos \varphi \quad 3.1$$

Despejamos la corriente de consumo

$$I = \frac{P}{V * \sqrt{3} * \cos \varphi} \quad 3.2$$

$$I = \frac{1500}{380 * \sqrt{3} * 0.9}$$

$$I = 2.53 \text{ A}$$

Se considera una admisión porcentual máxima de caída de tensión igual a 5.

Se selecciona según catálogo de conductores Sintenax Valio de la marca Pirelli Prysmian, la sección mínima según la corriente calculada.

Sintenax Valio							
Características técnicas- Cables con conductores de cobre							
Sección nominal	Diámetro del conductor	Espesor nominal de aislación	Espesor nominal de envoltura	Diámetro exterior aprox.	Masa aprox.	Resistencia eléctrica máx. a 70°C y 50 Hz.	Reactancia a 50 Hz.
mm ²	mm	mm	mm	mm	kg/km	ohm/km	ohm/km
Tripolares (almas de color marrón, negro y rojo)							
1,5	1,5	0,8	1,8	10	152	15,9	0,108
2,5	2	0,8	1,8	11	195	9,55	0,0995
4	2,5	1,0	1,8	13	280	5,92	0,0991
6	3	1,0	1,8	15	356	3,95	0,0901
10	3,9	1,0	1,8	17	509	2,29	0,0860
16	5,0	1,0	1,8	20	786	1,45	0,0813
25	7,1	1,2	1,8	26	1270	0,933	0,0780
35	8,3	1,2	1,8	28,5	1630	0,663	0,0760
50	8,1	1,4	1,8	30	2075	0,464	0,0777
70	10,9	1,4	2,0	30	2365	0,321	0,0736
95	12,7	1,6	2,1	33	3208	0,232	0,0733
120	14,2	1,6	2,2	36	3910	0,184	0,0729
150	15,9	1,8	2,4	40	4806	0,150	0,0720
185	17,7	2,0	2,5	44	5956	0,121	0,0720
240	20,1	2,2	2,7	49	7729	0,0911	0,0716
300	22,5	2,4	2,9	54	9636	0,0730	0,0714
Tetrapolares (almas de color marrón, negro, rojo y azul claro)							
1,5	1,5	0,8	1,8	11	180	15,9	0,108
2,5	2	0,8	1,8	12	233	9,55	0,0995
4	2,5	1,0	1,8	15	337	5,92	0,0991
6	3	1,0	1,8	16	433	3,95	0,0901
10	3,9	1,0	1,8	18	627	2,29	0,0860
16	5,0	1,0	1,8	22	992	1,45	0,0813
25/16	-	1,2/1,0	1,8	27	1430	0,933	0,0780
35/16	-	1,2/1,0	1,8	29	1780	0,663	0,0760
50/25	-	1,4/1,2	1,9	31	2355	0,464	0,0777
70/35	-	1,4/1,2	2,0	31	2742	0,321	0,0736
95/50	-	1,6/1,4	2,2	35	3736	0,232	0,0733
120/70	-	1,6/1,4	2,3	39	4643	0,184	0,0729
150/70	-	1,8/1,4	2,4	42	5546	0,150	0,0720

Para una corriente de 2,53 A y una configuración de montaje de conductores en bandeja no perforada o de fondo sólido se selecciona un conductor tripolar de 1,5 mm².

Con este dato procedemos a realizar la verificación por caída de tensión.

Datos del conductor:

Resistencia 15.9 Ω /km

Reactancia 0.108 Ω /km

Longitud 0.02 km

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3}}{V} (r \cos \varphi + x \sin \varphi) L \times I \times 100$$

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3}}{380} (15,9 \times 0,9 + 0,108 \times 0,43) 0,02 \times 2,53 \times 100$$

$$\Delta V = 0,32\%$$

Queda verificado que el conductor seleccionado soporta la corriente de consumo de la máquina y la caída de tensión en inferior al valor máximo recomendado.

2-Destalonadora de alambres

Se calcula la corriente consumida con la fórmula 3.2

$$I = \frac{P}{V \cdot \sqrt{3} \cdot \cos \varphi}$$

$$I = \frac{11000}{380 \cdot \sqrt{3} \cdot 0.9}$$

$$I = 18,6 \text{ A}$$

Para una corriente de 18,6 A y una configuración de montaje de conductores en bandeja no perforada o de fondo sólido se selecciona un conductor tripolar de 2,5 mm²

Con este dato procedemos a realizar la verificación por caída de tensión.

Datos del conductor:

Resistencia 9.55 Ω /km

Reactancia 0.9995 Ω /km

Longitud 0.03 km

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3}}{V} (r \cos \varphi + x \sin \varphi) L \times I \times 100$$

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3}}{380} (9,55 \times 0,9 + 0,9995 \times 0,43) 0,03 \times 18,6 \times 100$$

$$\boxed{\Delta V = 2,2\%}$$

Queda verificado que el conductor seleccionado soporta la corriente de consumo de la máquina y la caída de tensión es inferior al valor máximo recomendado.

3-Triturador Primario

Calculamos la corriente consumida con la fórmula 3.2

$$I = \frac{P}{V \cdot \sqrt{3} \cdot \cos \varphi}$$

$$I = \frac{22500}{380 \cdot \sqrt{3} \cdot 0.9}$$

$$I = 38 \text{ A}$$

Para una corriente de 38 A y una configuración de montaje de conductores en bandeja no perforada o de fondo sólido se selecciona un conductor tripolar de 10 mm²

Con este dato se procede a realizar la verificación por caída de tensión.

Datos del conductor:

Resistencia 2.29 Ω /km

Reactancia 0.0860 Ω /km

Longitud 0.02 km

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3}}{V} (r \cos \varphi + x \sin \varphi) L \times I \times 100$$

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3}}{380} (2,29 \times 0,9 + 0,0860 \times 0,43) 0,02 \times 38 \times 100$$

$$\Delta V = 0,75 \%$$

Queda verificado que el conductor seleccionado soporta la corriente de consumo de la máquina y la caída de tensión es inferior al valor máximo recomendado.

4-Cinta 2

Se calcula la corriente consumida con la fórmula 3.2

$$I = \frac{P}{V \cdot \sqrt{3} \cdot \cos \varphi}$$

$$I = \frac{1500}{380 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,9}$$

$$I = 2,53 \text{ A}$$

Para una corriente de 2,53 A y una configuración de montaje de conductores en bandeja no perforada o de fondo sólido se selecciona un conductor tripolar de 1,5 mm².

Con este dato procedemos a realizar la verificación por caída de tensión.

Datos del conductor:

Resistencia 15.9 Ω /km

Reactancia 0.108 Ω /km

Longitud 0.02 km

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3}}{V} (r \cos \varphi + x \sin \varphi) L \times I \times 100$$

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3}}{380} (15,9 \times 0,9 + 0,108 \times 0,43) 0,02 \times 2,53 \times 100$$

$$\Delta V = 0,32\%$$

Queda verificado que el conductor seleccionado soporta la corriente de consumo de la máquina y la caída de tensión es inferior al valor máximo recomendado.

5-Separador Magnético

Calculamos la corriente consumida con la fórmula 3.2

$$I = \frac{P}{V \cdot \sqrt{3} \cdot \cos \varphi}$$

$$I = \frac{2000}{380 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,9}$$

$$I = 3,38 \text{ A}$$

Para una corriente de 3,38 A y una configuración de montaje de conductores en bandeja no perforada o de fondo sólido se selecciona un conductor tripolar de 1,5 mm².

Con este dato procedemos a realizar la verificación por caída de tensión.

Datos del conductor:

Resistencia 15.9 Ω /km

Reactancia 0.108 Ω /km

Longitud 0.02 km

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3}}{V} (r \cos \varphi + x \sin \varphi) L \times I \times 100$$

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3}}{380} (15,9 \times 0,9 + 0,108 \times 0,43) 0,02 \times 3,38 \times 100$$

$$\Delta V = 0,44 \%$$

Queda verificado que el conductor seleccionado soporta la corriente de consumo de la máquina y la caída de tensión es inferior al valor máximo recomendado.

6-Granulador

Se calcula la corriente consumida con la fórmula 3.2

$$I = \frac{P}{V \cdot \sqrt{3} \cdot \cos \varphi}$$

$$I = \frac{22000}{380 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,9}$$

$$I = 37,2 \text{ A}$$

Para una corriente de 37,2 A y una configuración de montaje de conductores en bandeja no perforada o de fondo sólido se selecciona un conductor tripolar de 10 mm².

Con este dato procedemos a realizar la verificación por caída de tensión.

Datos del conductor:

Resistencia 2,29 Ω/km

Reactancia 0.0860 Ω/km

Longitud 0.02 km

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3}}{V} (r \cos \varphi + x \sin \varphi) L \times I \times 100$$

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3}}{380} (2,29 \times 0,9 + 0,0806 \times 0,43) 0,02 \times 37,2 \times 100$$

$$\Delta V = 0,41 \%$$

Queda verificado que el conductor seleccionado soporta la corriente de consumo de la maquina y la caída de tensión en inferior al valor máximo recomendado.

7-Separador Magnético 2

Se calcula la corriente consumida con la fórmula 3.2

$$I = \frac{P}{V \cdot \sqrt{3} \cdot \cos \varphi}$$

$$I = \frac{2000}{380 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,9}$$

$$I = 3,38 \text{ A}$$

Para una corriente de 3,38 A y una configuración de montaje de conductores en bandeja no perforada o de fondo sólido se selecciona un conductor tripolar de 1,5 mm².

Con este dato procedemos a realizar la verificación por caída de tensión.

Datos del conductor:

Resistencia 15.9 Ω/km

Reactancia 0.108 Ω/km

Longitud 0.02 km

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3}}{V} (r \cos \varphi + x \sin \varphi) L \times I \times 100$$

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3}}{380} (15,9 \times 0,9 + 0,108 \times 0,43) 0,02 \times 3,38 \times 100$$

$$\Delta V = 0,44 \%$$

Queda verificado que el conductor seleccionado soporta la corriente de consumo de la máquina y la caída de tensión es inferior al valor máximo recomendado.

8-Criba vibratoria

Se calcula la corriente consumida con la fórmula 3.2

$$I = \frac{P}{V \cdot \sqrt{3} \cdot \cos \varphi}$$

$$I = \frac{2000}{380 \cdot \sqrt{3} \cdot 0.9}$$

$$I = 3,38 \text{ A}$$

Para una corriente de 3,38 A y una configuración de montaje de conductores en bandeja no perforada o de fondo sólido se selecciona un conductor tripolar de 1,5 mm².

Con este dato se procede a realizar la verificación por caída de tensión.

Datos del conductor:

Resistencia 15.9 Ω/km

Reactancia 0.108 Ω/km

Longitud 0.02 km

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3}}{V} (r \cos \varphi + x \sin \varphi) L \times I \times 100$$

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3}}{380} (15,9 \times 0,9 + 0,108 \times 0,43) 0,02 \times 3,38 \times 100$$

$$\Delta V = 0,44 \%$$

Queda verificado que el conductor seleccionado soporta la corriente de consumo de la máquina y la caída de tensión es inferior al valor máximo recomendado.

9-Separador Ciclónico

Se calcula la corriente consumida con la fórmula 3.2

$$I = \frac{P}{V \cdot \sqrt{3} \cdot \cos \varphi}$$

$$I = \frac{10000}{380 \cdot \sqrt{3} \cdot 0.9}$$

$$I = 16,9 \text{ A}$$

Para una corriente de 16,9 A y una configuración de montaje de conductores en bandeja no perforada o de fondo sólido se selecciona un conductor tripolar de 2,5 mm².

Con este dato se procede a realizar la verificación por caída de tensión.

Datos del conductor:

Resistencia 9,55 Ω/km

Reactancia 0.09995 Ω/km

Longitud 0.02 km

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3}}{V} (r \cos \varphi + x \sin \varphi) L \times I \times 100$$

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3}}{380} (9,55 \times 0.9 + 0,09995 \times 0,43) 0,02 \times 16,9 \times 100$$

$$\Delta V = 1,32\%$$

Queda verificado que el conductor seleccionado soporta la corriente de consumo de la máquina y la caída de tensión es inferior al valor máximo recomendado.

10. Transportador Sinfin

Se calcula la corriente consumida con la fórmula 3.2

$$I = \frac{P}{V \cdot \sqrt{3} \cdot \cos \varphi}$$

$$I = \frac{2000}{380 \cdot \sqrt{3} \cdot 0.9}$$

$$I = 3,38 \text{ A}$$

Para una corriente de 3,38 A y una configuración de montaje de conductores en bandeja no perforada o de fondo sólido se selecciona un conductor tripolar de 1,5 mm².

Con este dato se procede a realizar la verificación por caída de tensión.

Datos del conductor:

Resistencia 15.9 Ω/km

Reactancia 0.108 Ω/km

Longitud 0.02 km

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3}}{V} (r \cos \varphi + x \sin \varphi) L \times I \times 100$$

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3}}{380} (15,9 \times 0,9 + 0,108 \times 0,43) 0,02 \times 3,38 \times 100$$

$$\Delta V = 0,44 \%$$

Queda verificado que el conductor seleccionado soporta la corriente de consumo de la máquina y la caída de tensión en inferior al valor máximo recomendado.

11. Empaquetadora

Se calcula la corriente consumida con la fórmula 3.2

$$I = \frac{P}{V \cdot \sqrt{3} \cdot \cos \varphi}$$

$$I = \frac{3000}{380 \cdot \sqrt{3} \cdot 0.9}$$

$$I = 5,07 \text{ A}$$

Para una corriente de 5,07 A y una configuración de montaje de conductores en bandeja no perforada o de fondo sólido se selecciona un conductor tripolar de 1,5 mm².

Con este dato se procede a realizar la verificación por caída de tensión.

Datos del conductor:

Resistencia 15,9 Ω/km

Reactancia 0.108 Ω/km

Longitud 0.02 km

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3}}{V} (r \cos \varphi + x \sin \varphi) L \times I \times 100$$

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3}}{380} (15,9 \times 0,9 + 0,108 \times 0,43) 0,02 \times 5,07 \times 100$$

$$\Delta V = 0,66 \%$$

Queda verificado que el conductor seleccionado soporta la corriente de consumo de la máquina y la caída de tensión en inferior al valor máximo recomendado.

12. Compresor de aire

Se calcula la corriente consumida con la fórmula 3.2

$$I = \frac{P}{V \cdot \sqrt{3} \cdot \cos \varphi}$$

$$I = \frac{3750}{380 \cdot \sqrt{3} \cdot 0.9}$$

$$I = 6,33A$$

Para una corriente de 6,33 A y una configuración de montaje de conductores en bandeja no perforada o de fondo sólido se selecciona un conductor tripolar de 1,5 mm².

Con este dato se procede a realizar la verificación por caída de tensión.

Datos del conductor:

Resistencia 15,9 Ω/km

Reactancia 0.108 Ω/km

Longitud 0.01 km

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3}}{V} (r \cos \varphi + x \sin \varphi) L \times I \times 100$$

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3}}{380} (15,9 \times 0,9 + 0,108 \times 0,43) 0,01 \times 6,33 \times 100$$

$$\boxed{\Delta V = 0,41\%}$$

Queda verificado que el conductor seleccionado soporta la corriente de consumo de la máquina y la caída de tensión es inferior al valor máximo recomendado.

MAQUINA	POTENCIA (kw)	Corriente (I)	Sección (mm²)	Caída de tensión (%)	Caída de tensión (v)
Cinta 1	1.5	2.53	1.5	0.32	1.21
Destalonadora de alambres	11	18.6	2.5	2.2	8.36
Triturador primario	22.5	38	10	0.75	2.85
Cinta 2	1.5	2.53	1.5	0.32	1.21
Separador magnético 1	2	3.38	1.5	0.44	1.67
Granulador	22	37.2	10	0.41	1.56
Separador magnético 2	2	3.38	1.5	0.44	1.67
Criba Vibratoria	2	3.38	1.5	0.44	1.67
Separador ciclónico	10	16.9	2.5	1.32	5
Transportador sin fin	2	3.38	1.5	0.44	1.67
Empaquetadora	3	5.07	1.5	0.66	2.5
Compresor	3.75	6,33	1,5	0,41	1,56
Reserva 20%	16.65				
Total	100				

Con estos datos podemos decir que el tablero de máquinas necesario para el funcionamiento de la línea de producción será de una potencia aproximada a 100 KW.

3.4.2 Iluminación

Como criterio para la selección de la iluminación de la planta se ha optado la tecnología LEDs con el objetivo de minimizar el mantenimiento y maximizar la vida útil de la luminaria.

Si bien el costo inicial que se requiere como inversión para la instalación de luminarias LEDs es superior al sistema convencional, la ventaja reside en el mayor rendimiento “lumen/vatio”, lo cual significa que para un mismo nivel de iluminación el consumo energético será menor. Otra ventaja no menor es la vida útil de la luminaria.

Los LEDs son conocidos por ser un producto con una extremadamente larga vida útil. Una vida útil típica parte de las 25.000hs, que es 30 veces más que una incandescente, 15 veces más que una halógena o 5 veces más que una CFL. Usando 8 horas por día, una lámpara de 25.000hs podría durar más de 8 años sin problemas. Incluso hay lámparas con 50.000hs o más.

El método que se utiliza para determinar la cantidad de equipos necesarios para obtener el nivel de iluminación adecuada es el Método de las Cavidades Zonales.

Los equipos seleccionados son tubos master led tube perf 1500 de la compañía Philips de 31 W de potencia y 3100 lúmenes de flujo luminoso. La temperatura de color de los tubos es de 6500 K. Cada equipo está compuesto por dos tubos individuales, estimando de una manera conservadora que los mismos nos entregarán un flujo luminoso aproximado de 5500 lúmenes.

MASTER LEDtube GA110 rotatorio / GA 110

EMPO50 Cebador de protección

Temperatura de Color: 4000 K, 6500 K

No regulable, 40.000 h, Apertura de haz $\alpha > 140^\circ$, G13

Descripción de producto, Potencia de sistema Potencia Lámpara Equivalente, Base / casquillo, Apertura de haz, Flujo luminoso, IRC, Temperatura de color, EOC

GA300 / PERFORMANCE	W	Base / casquillo	Apertura de haz	Flujo luminoso (lm)	IRC	Temperatura de color (K)	EOC
MASTER LEDtube PERF 600mm ROT	10,5W = 18	G13 Rotatorio	140	950	85	3000	68143400
MASTER LEDtube PERF 600mm ROT	10,5W = 18	G13 Rotatorio	140	1050	85	4000	66229700
MASTER LEDtube PERF 1200mm ROT	21W = 36	G13 Rotatorio	140	1900	85	3000	68149600
MASTER LEDtube PERF 1200mm ROT	21W = 36	G13 Rotatorio	140	2100	85	4000	66231000
MASTER LEDtube PERF 1500mm ROT	31W = 58	G13 Rotatorio	140	2800	85	3000	69008500
MASTER LEDtube PERF 600mm C	10,5W = 18	G13	140	1050	85	4000	23864500
MASTER LEDtube PERF 600mm C	10,5W = 18	G13	140	1050	85	6500	23866900
MASTER LEDtube PERF 1200mm C	21W = 36	G13	140	2100	85	4000	23852200
MASTER LEDtube PERF 1200mm C	21W = 36	G13	140	2100	85	6500	23854600
MASTER LEDtube PERF 1500mm C	31W = 58	G13	140	3100	85	4000	69369700
MASTER LEDtube PERF 1500mm C	31W = 58	G13	140	3100	85	6500	69006100

Para el cálculo de iluminación de la planta se dividió en 2 sectores:

1. El primer sector es el de producción, y a continuación se desarrolla su cálculo:

Datos:

Ancho de sala (a): 11 m

Largo de sala (l): 23 m

Nivel de iluminación (E): 300 lux (Industria pesada, según tabla).

Niveles de iluminación aconsejados para interiores		
Tipo de trabajo		Iluminación general + suplementaria (lx)
Oficina	salas de dibujo	750 – 1 500
	locales donde se realiza un trabajo continuado (mecanografía, lectura, escritura, etc.).	400 – 800
	locales donde el trabajo no se desarrolla en forma continuada (escaleras, pasillos, salas de espera)	75 – 150
Escuelas	aulas de enseñanza	250 – 500
	aulas de dibujo y trabajos manuales	400 – 800
Industria	altísima precisión (relojes, instrumentos pequeños, grabados, etc.)	2 500 – 5 000
	alta precisión (ajuste, torneado de precisión, etc.)	1 000 – 2 000
	normal (trabajos de taller, montaje, etc.)	400 – 800
	pesada (forjado, laminado, etc.)	150 – 300

Factor de mantenimiento (m): 0.75

Flujo luminoso (ϕ): 5500 lúmenes

Coefficiente de utilización (μ): a determinar

Cantidad de luminarias (N): a determinar

$$N = \frac{E * a * l}{\mu * \phi * m}$$

Para poder proceder al cálculo de las luminarias tenemos todos los datos salvo el coeficiente de utilización para el que se debe considerar las reflectancias efectivas de paredes y techo para ingresar a la tabla una vez que se haya calculado el índice del local (K):

$$K = 5 * h \frac{a * l}{(a + l)}$$

Siendo h la distancia que existe entre el plano de trabajo y el plano de luminarias.

$$K = 5 * 3 \frac{11 * 23}{(11 + 23)}$$

$$K = 2$$

Con este valor de K y sabiendo las reflectancias de techo y paredes (50 y 50% respectivamente) se ingresa a la tabla de coeficientes de utilización y se obtiene el valor de μ .

$$\mu = 0.6$$

$$N = \frac{300 * 11 * 23}{0.6 * 5500 * 0.75}$$

$$N = 30.66$$

$$N = 30$$

Sabiendo la cantidad de luminarias necesarias se decidió distribuirlas en 3 líneas de 10 luminarias cada una (ver plano luminarias).

2. El segundo sector es el de depósito, y a continuación se desarrolla su cálculo:

Datos:

Ancho (a): 3 m

Largo (l): 27.5 m

Nivel de iluminación (E): 300 lux (Industria pesada, según apunte luminotecnia)

Factor de mantenimiento (m): 0.75

Flujo luminoso (ϕ): 5500 lúmenes

Coefficiente de utilización (μ): a determinar

Cantidad de luminarias (N): a determinar

$$N = \frac{E * a * l}{\mu * \phi * m}$$

Cálculo del índice del local (K):

$$K = 5 * h \frac{a * l}{(a + l)}$$

Siendo h la distancia que existe entre el plano de trabajo y el plano de luminarias.

$$K = 5 * 3 \frac{3 * 27.5}{(3 + 27.5)}$$

$$K = 5.5$$

Con este valor de K y sabiendo las reflectancias de techo y paredes (50 y 10% respectivamente) ingresamos a la tabla de coeficientes de utilización y obtenemos el valor de μ .

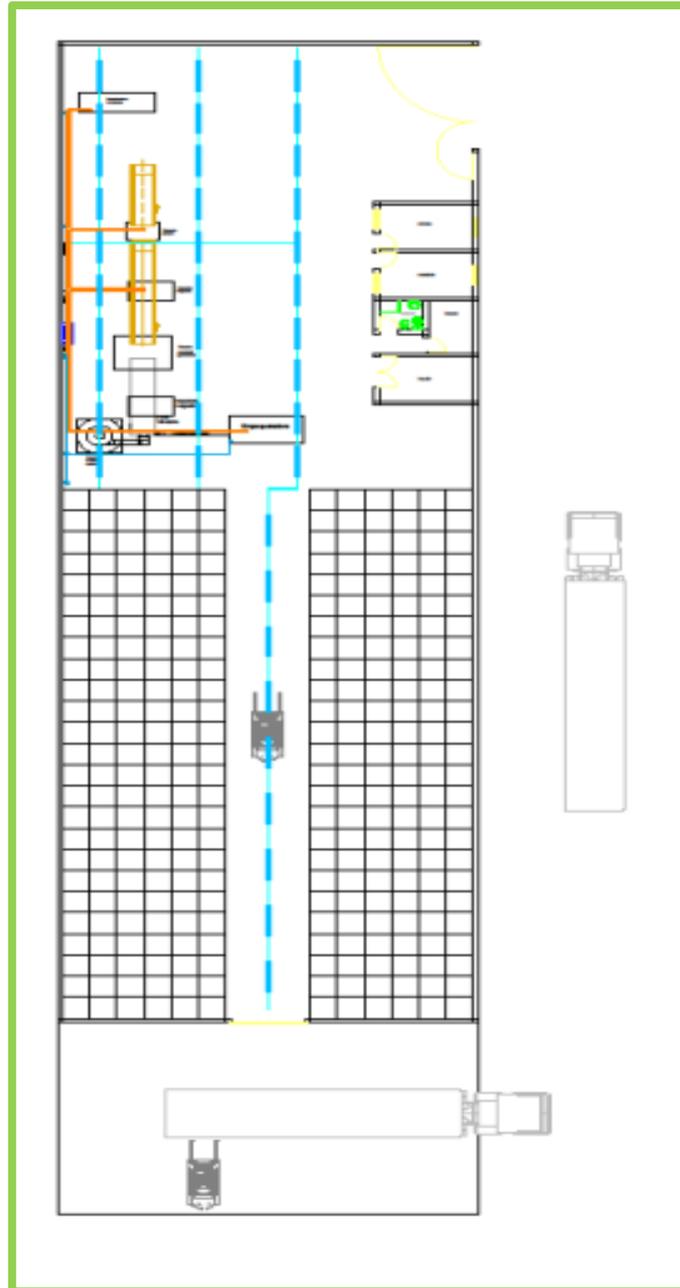
$\mu = 0.68$

$$N = \frac{300 * 3 * 27.5}{0.68 * 5500 * 0.75}$$

$$N = 8.8$$

$$N = 9$$

Sabiendo la cantidad de luminarias necesarias se decidió distribuirlas en 1 línea de 9 luminarias (ver plano luminarias).



3.4.3 Aire comprimido

El diseño de la línea de aire comprimido se realiza teniendo en cuenta el lay-out de planta, para poder entregarle puntualmente a la empaquetadora y como línea auxiliar de limpieza para el resto de las máquinas.

Se determina la ubicación del compresor de manera tal que la pérdida de carga sea la menor posible.

Una vez determinada la ubicación del compresor se procede a la distribución de la línea y las acometidas.

Lo primero que debemos averiguar es cuanto aire será consumido.

La capacidad total está basada en un conocimiento exacto de los requerimientos.

Una subestimación resultaría en una presión de trabajo inadecuada con ningún margen para expansiones futuras. Una sobreestimación por otro lado significa una inversión innecesaria.

Calidad de aire requerida

Cuando se habla de calidad de aire comprimido se hace referencia a:

- Contenido de humedad
- Contenido de aceite
- Contenido de partículas sólidas

Es importante tener en cuenta que antes de elegir un compresor se debe tener en cuenta la calidad de aire comprimido que se va a necesitar.

Tipo de compresor requerido

Una vez obtenidos los requerimientos de aire, presión y calidad se procede a la selección del compresor.

Esto implica tener en cuenta los siguientes aspectos

- Tipo de compresor.
- Capacidad y presión.
- Regulación del compresor.
- Ubicación del compresor.

Diseño optimizado de sistema de distribución de aire

Conociendo dónde está la mayor concentración de puntos de consumo, es posible determinar la mejor ruta.

Un sistema cerrado es una forma apropiada de trazado.

En muchos casos combinaciones de anillos puede ser la mejor alternativa pues hay una mejor distribución de la presión y cualquier consumo alto y repentino podrá suplirse desde dos direcciones.

En otros casos, como éste, es suficiente con líneas directas.

El propósito de un sistema de aire comprimido es el de suministrar aire en cada punto de consumo de acuerdo a su demanda en cuanto a:

- Presión de aire.
- Flujo de aire.
- Calidad de aire.

Estos requerimientos deben satisfacerse al menor costo posible.

Existen cuatro componentes en una red de aire comprimido:

- 1) La línea principal, la cual conduce el aire comprimido desde la sala de compresores hasta las aéreas de consumo.
- 2) La línea de distribución, encargada de distribuir el aire dentro del área de consumo.
- 3) La línea de servicio, que lleva el aire de la línea de distribución al punto de trabajo.
- 4) Accesorios de línea, son todos los equipos como válvulas, conexiones, unidades de preparación de aire y manguera requeridos para llevar el aire de la línea de servicio al consumidor.

- Tanto la línea principal como las de distribución debe tener una pendiente de 1:200 y se debe colocar en los puntos más bajos, sistemas de trapeo de agua.
- Las líneas de servicio deberán conectarse en la parte superior de la línea de distribución para dificultar el paso del agua condensada a los puntos de consumo.

Materiales de las tuberías

Los materiales más comunes son:

- Acero
- Acero inoxidable
- Cobre
- Plástico

El uso de tuberías de plástico en líneas de distribución de aire debe hacerse con ciertas precauciones.

- Para una presión máxima de 12,5 bar a temperaturas entre -20°C y +20 °C, u 8 bar hasta + 50 ° C.
- El material no deberá ser sobrecalentado.
- Deberá utilizarse tubería de metal entre el compresor y el tanque.
- No deberá ser sometido a vibraciones.
- Seguir cuidadosamente las indicaciones de instalación del fabricante.

Teniendo en cuenta estas consideraciones en una relación costo/beneficio se opta por la selección de tuberías de plástico.

Caídas de presión permisibles

Antes de determinar las dimensiones de la tubería es necesario conocer cuáles son los niveles de caída de presión aceptables en cada una de las partes de red.

Las caídas de presión permisibles están basadas en dos puntos importantes:

- Las herramientas neumáticas, así como una gran cantidad de equipo neumático, están diseñadas para trabajar con mayor rendimiento a una presión de 6 bar.
- Los compresores industriales más comunes comprimen aire hasta 7 u 8 bar.

Debido a estos dos factores limitantes, tenemos las siguientes caídas de presión aceptables:

- En la herramienta 6 bar (presión efectiva)
- Accesorio de línea: 0,6 bar de caída
- Línea principal y distribución: 0,07 bar de caída
- Línea de servicio: 0,03 bar de caída.
- Presión en la salida del compresor: 7 bar.

Una vez que el trazado de la línea principal esté definido, las líneas auxiliares y de servicio pueden determinarse.

El principio más importante deber ser seguir la ruta más corta que cubra los mayores puntos de consumo y siga la simetría general con la menor caída de presión.

Dimensiones del sistema

Después de determinar la capacidad de aire, la calidad y el trazado de la tubería, es posible determinar las dimensiones de las distintas tuberías.

Selección de los accesorios de línea

Por accesorio de línea entendemos válvulas, reguladores, filtros, secadoras, mangueras, acoples, trampas de agua, lubricadores y conexiones de tubería.

Debido a que los accesorios de línea, distribuyen, guían y tratan el aire comprimido, tienen una gran influencia en el funcionamiento global del sistema.

Para la elección de los accesorios es necesario conocer, de sus respectivos fabricantes, las caídas de presión que ellos provocan para distintos caudales.

Conociendo los requerimientos en los puntos de consumo, los accesorios requeridos quedan completamente determinados.

Cálculo del sistema de distribución de aire comprimido.

Para diseñar el sistema de aire comprimido debemos saber que hay dos grupos donde se consume aire:

- a) 1 empaquetadora con un consumo de 3,5 l/s
- b) 4 pistolas de limpieza con un consumo de 6 l/s cada una

Grupo a)

Caudal teórico = $1 \times 3,5 \text{ l/s} = 3,5 \text{ l/s}$

Factor de uso: 1

Factor de simultaneidad: 1

Caudal real = $3,5 \text{ l/s} \times 1 \times 1 = 3,5 \text{ l/s}$

Grupo b)

Caudal teórico = $4 \times 6 \text{ l/s} = 24 \text{ l/s}$

Factor de uso: 0,1

Factor de simultaneidad: 0,8

$$\text{Caudal real} = 24 \text{ l/s} \times 0,1 \times 0,8 = 1,92 \text{ l/s}$$

El caudal real de los 2 grupos es:

$$\text{Caudal real} = 3,5 \text{ l/s} + 1,92 \text{ l/s} = 5,42 \text{ l/s}$$

El caudal teórico es la suma de todos los consumos de la planta

$$\text{Caudal teórico} = 1 \times 3,5 \text{ l/s} + 4 \times 6 \text{ l/s} = 27,5 \text{ l/s}$$

Para obtener el caudal total debemos multiplicar el caudal real por el factor de expansión y por el factor de fugas.

Factor de expansión: 1,3

Factor de fugas: 1,1

$$\text{Caudal total} = 5,42 \text{ l/s} \times 1,3 \times 1,1 = 7,75 \text{ l/s}$$

Selección de compresor

Teniendo en cuenta el caudal obtenido y la presión de aire requerida optamos por la selección de un compresor a pistón bicilindrico de una potencia de 10 HP, entregando un caudal de 15 l/s, con una capacidad de tanque de depósito de 400 litros.

Compresores

MODELO	MSV 20 MAX/250	
Código Producto 220/380/440/760V	922.7738-0	
Código Producto 220/380V	922.7735-0	
Código Producto 380/660V	922.7737-0	
Deslocamento Teórico	20 pés ³ /min - 566 l/min	
Larg x Alt x Comp	540 x 1020 x 1700 mm	
Motor	Potência	5 hp - 3,7 kW
	Nº de Polos	2
	Tensão (V)	220/380 ou 380/660 ou 220/380/440/760v
Nível de Ruído	84,4 dB (A) - medido a 1 metro de distância com fundo de 65 dB (A)	
Peso Bruto	221 kg	
Peso Líquido	170 kg	
Pressão de Operação	Mínima	135 lbf/pol ² - 9,3 bar
	Máxima	175 lbf/pol ² - 12 bar
RPM	1050	
Unidade Compressora	Nº de Estágios	2
	Nº de Pistões	2 em V
Volume de Óleo	900 ml	
Volume do Reservatório	261 L	



Dimensionamiento de cañería.

Para determinar el diámetro de la línea principal, se toma el punto más alejado del compresor y se determina la longitud de tubería equivalente.

Por otro lado debemos encontrar la longitud equivalente de los accesorios de la línea, determinándola a partir de la tabla de caídas de presión en forma de

longitudes equivalentes promedio. Sin embargo para ello es necesario conocer el diámetro interno de la tubería.

Nos encontramos pues en un dilema. Para salvar este inconveniente lo que se hace es asumir un valor de diámetro interno y continuar con los cálculos; al final se verifica que tan buena fue la suposición hecha, y se hacen las correcciones pertinentes.

De acuerdo a nuestra estimación elegimos un diámetro interno de 19 mm.

La distancia desde el compresor al punto más alejado de la línea principal es de 17,65 m.

Los accesorios entre dichos puntos son:

Accesorio	Cantidad	Longitud equivalente (m)	Total (m)
Conexión T	2	1,2	2,4
Codo 90°	2	1,2	2,4
Válvula esférica	2	0,3	0,6
T paso directo	1	0,2	0,2
Longitud equivalente de accesorios			5,6

ACCESORIO O SEGMENTO	LONGITUD EQUIVALENTE EN m.													
	DIAMETRO INTERNO EN mm.													
	13	16	20	25	40	50	80	100	125	150	200	250	300	400
VALVULAS DE COMPUERTAS Y DE BOLA 	0.2	0.2	0.3	0.3	0.5	0.6	1.0	1.3	1.6	1.9	2.6	3.2	3.9	5.2
VALVULA DE DIAFRAGMA 	0.8	1.0	1.2	1.6	2.5	3.0	4.5	6	8	10	—	—	—	—
VALVULA DE ANGULO 	2.0	2.4	3	4	6	7	12	15	18	22	30	36	—	—
VALVULA DE GLOBO 	4.0	4.1	6	7.5	12	15	24	30	38	45	60	—	—	—
VALVULA CHECK 	1.0	1.3	1.6	2.0	3.2	4.0	6.4	8	10	12	16	20	24	32
CODO CON R = 2d 	0.2	0.2	0.3	0.3	0.5	0.6	1.0	1.2	1.5	1.8	2.4	3.0	3.6	4.8
CODO CON R = d 	0.2	0.3	0.3	0.4	0.6	0.8	1.3	1.6	2.0	2.4	3.2	4.0	4.8	6.4
CODO DE 90° 	0.8	1.0	1.2	1.5	2.4	3.0	4.5	6.0	7.5	9	12	15	18	24
CONEXION EN T CON PASO DIRECTO 	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.8	1.0	1.3	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0
CONEXION EN T 	0.8	1.0	1.2	1.5	2.4	3.0	4.8	6.0	7.5	9	12	15	18	24
REDUCCION 	0.2	0.3	0.4	0.5	0.7	1.0	2.0	2.5	3.1	3.6	4.8	6.0	7.2	9.6
TRAMPA DE CONDENSADO 	2.0	2.4	3	4	6	7	12	15	18	22	30	—	—	—
CONEXION EN T ALIMENTACION DE ANILLO 	0.8	1.0	1.2	1.5	2.4	3.0	4.8	6.0	7.5	9	12	15	18	24
CONEXION EN T ALIMENTACION DE SERVICIO 	0.8	1.0	1.2	1.5	2.4	3.0	—	—	—	—	—	—	—	—
CONEXION PARA LINEA DE SERVICIO 	1.3	1.6	2.0	2.5	4	5	—	—	—	—	—	—	—	—
CODO DE 45° 	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.5	0.6	0.8	0.9	1.2	1.5	1.8	2.4

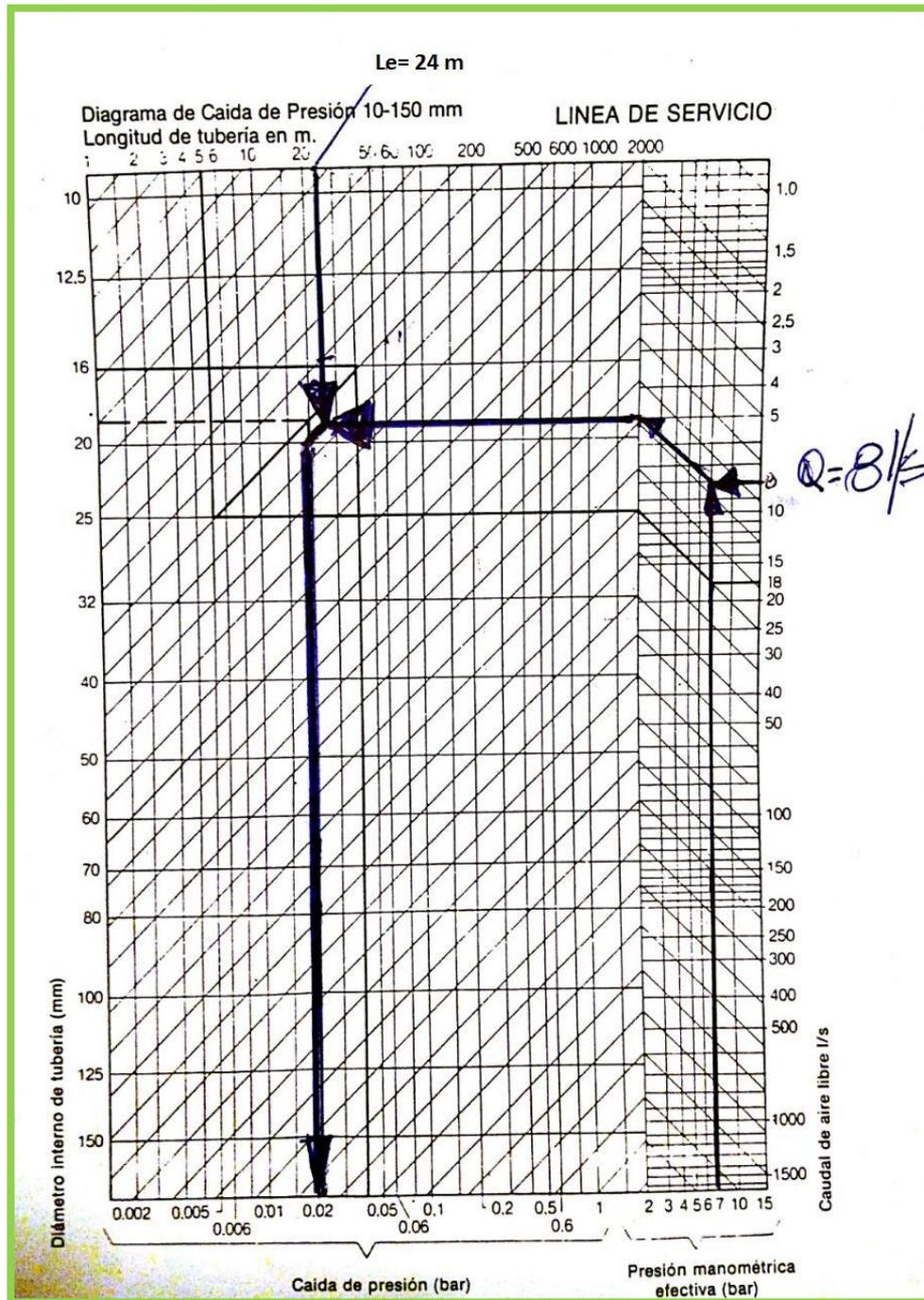
Figura 4. Caídas de presión en forma de longitudes equivalentes promedio

Así la longitud equivalente total será:

$$L_T = 17,65 \text{ m} + 5,6 \text{ m} = 23,25 \text{ m}$$

En este momento ya tenemos datos suficientes para ingresar en el ábaco de caída de presión:

- Presión a la salida del compresor: 7 bar.
- Caudal de aire libre: 8 l/s.
- Longitud equivalente de tubería: 24 m.
- Diámetro de tubería: 19 mm. (asumido).



Del diagrama obtenemos una caída de presión de 0,02 bar, esto está dentro de los valores admisibles. Esto nos indica que el diámetro de la tubería asumida es el correcto.

Pasamos ahora a dimensionar las líneas de servicio.

La forma de conexión de cada línea de servicio será como se indica en la próxima figura:



Asumiendo un diámetro interno de 13 mm, tenemos:

Accesorio	Cantidad	Longitud equivalente (m)	Total (m)
Conexión de línea de servicio	1	1,3	1,3
Codo 90°	1	0,8	0,8
Longitud equivalente de accesorios			2,1

Longitud de acometida: 2 m.

$$L_T = 2 \text{ m} + 2,1 \text{ m} = 4,1 \text{ m.}$$

Con el propósito de estandarizar, todas las líneas de servicio suelen hacerse iguales. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que todos los consumos no son iguales; así para evitar inconvenientes para diseñar las líneas de servicio, se toma el máximo consumo que en este caso es de 6 l/s, siempre y cuando esto no implique un sobredimensionamiento excesivo en el resto del sistema.

La presión en la línea de servicio será igual a la presión de salida del compresor menos la caída en la línea principal.

$$P_s = P_c - \Delta_p$$

P_s : presión en la línea de servicio.

P_c : presión de salida del compresor.

Δ_p : caída de presión en la línea principal.

Sustituyendo los valores tenemos:

$$P_s = 7 - 0,02 = 6,98 \text{ bar} \approx 7 \text{ bar}$$

Con estos valores entramos al ábaco de caídas de presión y obtenemos que la caída de presión en la línea de servicio es de 0,01 bar. Teniendo en cuenta que la caída máxima permitida en línea de servicio es de 0,03 bar, el diámetro de tubería asumido es correcto.

3.5. Análisis de costos

Estudio Económico Financiero

El análisis económico pretende determinar cuál es el monto de los recursos económicos necesarios para la realización del proyecto.

Para determinar el costo total del proyecto el mismo será dividido en tres partes, por un lado el montaje de la nave, por otro lado todos los servicios auxiliares con que deberá contar el predio y la planta para su funcionamiento y por último los costos de la línea de producción.

En cada una de las etapas se evaluarán los costos de los elementos más significativos y su correspondiente mano de obra.

1- MONTAJE DE NAVE

Para determinar el costo del montaje de la nave y acondicionamiento del predio se realizó la sumatoria de todos los costos de los productos y servicios más significativos.

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	EROGACIÓN (\$)
1.1.1	Limpieza y desmonte de terreno	11.200,00
1.1.2	Replanteo	1.000,00
1.1.3	Nivelación y compactación.	76.800,00
1.2.1	Cierre perimetral con alambre tejido	151.000,00
1.2.2	Alumbrado perimetral (10)	125.000,00
1.2.3	Montaje portón ingreso al predio	22.400,00
1.2.4	Automatización portón	3.500,00
1.2.5	Forestación perimetral	4.800,00
1.2.6	Riego por goteo	1.300,00

1.3.1	Armado y llenado de fundaciones	100.000,00
1.3.2	Montaje de tinglado	953.700,00
1.3.3	Armado y llenado de contrapiso de nave	390.150,00
1.3.4	Armado y llenado de contrapiso playa de carga	76.500,00
1.3.5	Cierre perimetral de nave con mampostería	454.000,00
1.3.6	Construcción de oficinas, baños, vestuario, taller, comedor	356.000,00
1.3.7	Descargas pluviales	13.200,00
1.3.8	Montaje de portones de nave	59.500,00
	SUBTOTAL	2.800.050,00

2-SERVICIOS AUXILIARES

Para determinar el costo de los servicios auxiliares se procedió de igual manera sumando la totalidad de los costos de los productos y servicios más significativos de esta etapa.

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	EROGACIÓN (\$)
2.1	Montaje de iluminación, interior y exterior	86.000,00
2.2	Montaje sistema aire comprimido	40.000,00
2.3	Montaje bandejas y tendido eléctrico para potencia	68.400,00
2.4	Instalación de tablero eléctrico de potencia	6.500,00
2.5	Instalación de tablero de iluminación y toma corriente	3.800,00
2.6	Instalación agua potable	1.000,00
2.7	Acometidas eléctricas	500,00
2.8	Acometidas aire comprimido	1.000,00
	SUBTOTAL	207.200,00

3- MONTAJE LINEA DE PRODUCCIÓN

Al igual que en las dos etapas previas para poder determinar el costo del montaje de la línea de producción se sumó el total de costos de las distintas máquinas que componen la línea, además de los servicios más significativos para posibilitar su montaje.

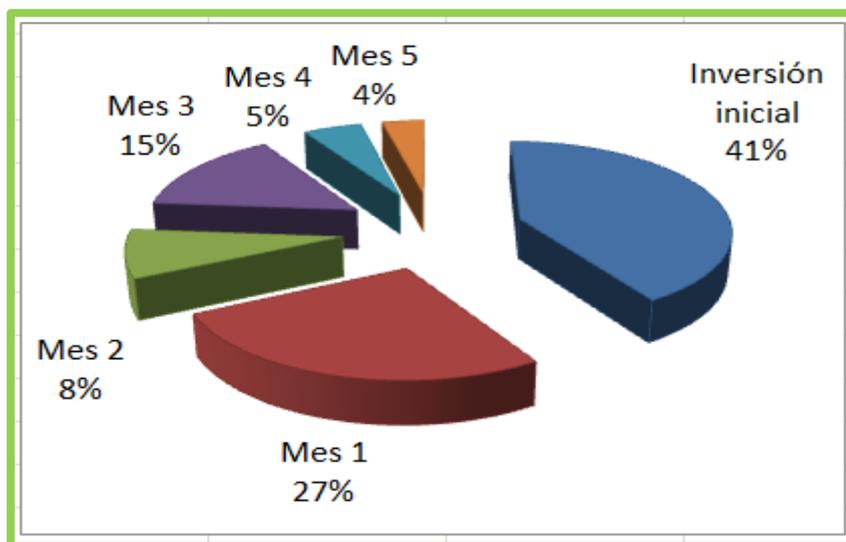
ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	EROGACIÓN (\$)
3.1	Destalonadora de alambres	323.750,00
3.2	Cintatransportadora N°1	60.000,00
3.3	Trituradorprimario	515.000,00
3.4	Cintatransportadora N°2	75.000,00
3.5	Separadormagnetico N°1	45.000,00
3.6	Granulador	600.000,00
3.7	Cribavibratoria	126.000,00
3.8	Separadormagnetico N°2	45.000,00
3.9	Separadorciclónico	236.250,00
3.10	Transportador sin fin	35.000,00
3.11	Empaquetadora y pesadora	176.400,00
3.12	Montaje, ajustes y puesta en marcha	200.000,00
	SUBTOTAL	2.437.400,00

Costo total del proyecto

Teniendo en cuenta los costos individuales de cada etapa, el proyecto tiene un costo total aproximado de \$5.444.650.

PLAN DE EROGACION DE FONDOS

PLAN DE EROGACIÓN DE FONDOS								
Item	Actividad	Inversión inicial	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Total
1.1.1	Limpieza y desmonte de terreno		11.200,00					
1.1.2	Replanteo		1.000,00					
1.1.3	Nivelación y compactación.		76.800,00					
1.2.1	Cierre perimetral con alambre tejido		151.000,00					
1.2.2	Alumbrado perimetral (10)		125.000,00					
1.2.3	Montaje portón ingreso al predio		22.400,00					
1.2.4	Automatización porton		3.500,00					
1.2.5	Forestación perimetral		4.800,00					
1.2.6	Riego por goteo		1.300,00					
1.3.1	Armado y llenado de fundaciones		100.000,00					
1.3.2	Montaje de tinglado		953.700,00					
1.3.3	Armado y llenado de contrapiso de nave			390.150,00				
1.3.4	Armado y llenado de contrapiso playa de carga			76.500,00				
1.3.5	Cierre perimetral de nave con mamposteria				454.000,00			
1.3.6	Construcción de oficinas, baños, vestuario, taller, comedor				356.000,00			
1.3.7	Descargas pluviales					13.200,00		
1.3.8	Montaje de portones de nave					59.500,00		
2.1	Montaje de iluminación, interior y exterior					86.000,00		
2.2	Montaje sistema aire comprimido					40.000,00		
2.3	Montaje bandejas y tendido eléctrico para potencia					68.400,00		
2.4	Instalación de tablero eléctrico de potencia					6.500,00		
2.5	Instalación de tablero de iluminación y toma corriente					3.800,00		
2.6	Instalación agua potable					1.000,00		
2.7	Acometidas eléctricas					500,00		
2.8	Acometidas aire comprimido					1.000,00		
3.1	Destalonadora de alambres	323.750,00						
3.2	Cinta transportadora N°1	60.000,00						
3.3	Triturador primario	515.000,00						
3.4	Cinta transportadora N°2	75.000,00						
3.5	Separador magnetico N°1	45.000,00						
3.6	Granulador	600.000,00						
3.7	Criba vibratoria	126.000,00						
3.8	Separador magnetico N°2	45.000,00						
3.9	Separador ciclónico	236.250,00						
3.10	Transportador sin fin	35.000,00						
3.11	Empaquetadora y pesadora	176.400,00						
3.12	Puesta en marcha y ajustes finales						200.000,00	
SUBTOTALES		2.237.400,00	1.450.700,00	466.650,00	810.000,00	279.900,00	200.000,00	5.444.650,00
Porcentuales		41,09%	26,64%	8,57%	14,88%	5,14%	3,67%	100,00%



4. Conclusión

En base al objetivo general del proyecto planteado podemos concluir que se desarrolló de manera exitosa el diseño y cálculo de la planta de reciclaje de NFU con un procesamiento anual de 4608 TN. Obteniendo de ellos 3226 TN de caucho triturado, y obteniendo como materiales secundarios del proceso 856 TN de acero y 526 TN de fibras textiles.

Con una posibilidad de expansión de la planta sin modificación ni de su infraestructura, ni de su línea de procesamiento de un 33 % más de su producción calculada. Esto quiere decir que las instalaciones diseñadas y calculadas tienen la capacidad de procesar anualmente más de 6100 TN de NFU. De esta manera se podría lograr procesar la totalidad de generación de NFU de las provincias de La Rioja, Catamarca y Tucumán. Y todavía conservando una capacidad de producción de casi un 20 % más.

Esto fue logrado cumplimentando también los objetivos específicos propuestos.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

1 INTRODUCCION

1.1 Antecedentes.

Punto desarrollado en el proyecto.

1.2 Objetivos.

1.2.1 Objetivo General

El objetivo del presente Estudio de Impacto Ambiental (EIA) es identificar, evaluar y valorar los impactos, tanto positivos como negativos, que podría producir el presente proyecto, teniendo en cuenta las características ambientales del área de influencia.

El objetivo de la evaluación del impacto ambiental es la sustentabilidad, pero para que un proyecto sea sustentable se debe considerar además de la factibilidad económica y el beneficio social, el aprovechamiento razonable de los recursos naturales.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Determinar el área de influencia ambiental del Proyecto.
- Elaborar el diagnóstico ambiental (medios físico, biológico, socioeconómico y cultural).
- Analizar el marco legal ambiental aplicable.
- Identificar y evaluar los impactos ambientales potenciales positivos y negativos para las etapas de construcción, operación del proyecto.

2- MARCO LEGAL APLICABLE

Ámbito Nacional

Ley N° 25.675: establece los presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable y adecuada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sustentable.

Resolución 523/2013: Manejo Sustentable de Neumáticos.

Resolución correspondiente a la Secretaria de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de Jefatura de Gabinete de Ministros, con un marco de referencia sobre las leyes N° 23.922, 24.051, 25.675, Decreto 181 de 24 de Enero de 1992, Decreto 831 del 23 de Abril de 1993, y el Decreto 481 del 5 de Marzo de 2003.

Artículo 1º. Establécense definiciones y lineamientos, para el desarrollo de una estrategia nacional referida al Manejo Sustentable de Neumáticos en su Ciclo de Vida, particularmente los Neumáticos de Desecho.

En el Artículo 7 se citan a título enunciativo, actividades de manejo ambientalmente racionales de los NFU.

Con respecto a los neumáticos triturados el artículo nombra las siguientes actividades:

- En superficies deportivas.
- En patios de juegos.
- En pisos de seguridad.
- Recubrimiento de contenedores para flete marítimo.
- En asfaltos modificados.
- En pavimentos de hormigón de cemento.

Ley 24.449, Anexo de Reglamentación.

Ley 24.449, es una ley que regula el tránsito y la seguridad vial, puntualmente nos interesa porque en el artículo 33 del Anexo I (Reglamentación de la ley) establece los valores permitidos de emisión de contaminantes para vehículos de combustión interna con ciclo diesel.

Ley 19.587, Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo.

Esta ley establece las condiciones de trabajo seguro y las condiciones de higiene necesarias mínimas. Dentro de los cuales se encuentran los niveles máximos audibles para desarrollar una determinada tarea y los Equipos de Protección Personal (EPP) necesarios para desarrollar las diferentes actividades.

Quien será el encargado de llevar adelante el programa de seguridad e higiene en la planta será un técnico en Seguridad e Higiene en el trabajo. Esta tarea se decide tercerizarla debido a que se necesita de personal capacitado de manera intermitente.

Ámbito Internacional

- Según reunión de la Convención de Basilea sobre El Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación, se aprueba la decisión BC-10/3 donde se establece el Principio de responsabilidad extendida del productor como instrumento de la política de gestión de los desechos y se reconoce la jerarquía de gestión de los desechos (prevención, minimización, reutilización, reciclado, otro tipo de recuperación, incluida la recuperación de energía, y la eliminación final) alentando las opciones de tratamiento que obtengan los mejores resultados ambientales generales.

- La Resolución (GMC) 25/2008 del Mercado Común del Sur (MERCOSUR) establece en su artículo 4° que el Grupo “elaborará una política común de destino final ambientalmente adecuada para todo el sector de neumáticos”.
- Además, en el ámbito del MERCOSUR se ha firmado un “Acuerdo sobre política MERCOSUR de Gestión Ambiental de Residuos especiales de Generación Universal y Responsabilidad Post-Consumo” que considera a los “neumáticos usados” dentro de la categoría de residuos de generación universal y que por sus consecuencias ambientales, características de peligrosidad, riesgo o potencial efecto nocivo para el ambiente, requieran de una gestión ambientalmente adecuada y diferenciada de otros residuos.
- El INTI coordina la Comisión Permanente de Trabajo creada por Disposición de su Presidencia N° 331/2003, que nuclea a los diferentes actores de la cadena producción-comercialización-consumo-reutilización del residuo reciclado con la participación de organismos oficiales y entidades del sector privado, y cuyo objetivo es la evaluación y desarrollo de propuestas logísticas y tecnológicas que permitan diseñar un programa nacional de recuperación / reutilización de los neumáticos al fin de su vida útil y la promoción de la legislación ambiental específica para concretar su gestión en forma sustentable.
- Que como resultado de esta gestión se han concretado distintos proyectos mediante la instalación de emprendimientos industriales para la valorización de los neumáticos de desecho, demostrando que mediante la articulación público-privada se pueden concretar sistemas de gestión adecuados para evitar potenciales impactos y riesgos ambientales y de salud pública.

Ámbito Provincial

Ley 7.801: En su artículo primero, esta ley establece determinar normas básicas y criterios destinados a a conservar y mejorar el patrimonio ambiental y proteger la salud humana entre otros aspectos.

En su artículo 60 establece que la provincia promocionara el uso de métodos, tecnologías y sistemas de reciclaje de residuos.

Ámbito Municipal

ORDENANZA MUNICIPAL 5385.

Reducción progresiva de la generación de Residuos Sólidos Urbanos.

Esta Ordenanza, en su Artículo 1º, tiene por objeto la reducción de la generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU), en todo el ámbito territorial del Departamento Capital de la Provincia de La Rioja, mediante el establecimiento de diferentes mecanismos que se contemplan en la presente, acompañados de un sistema de sanciones a quienes arrojen residuos en lugares públicos y/o privados no habilitados para tal fin.

La citación de la presente Ordenanza tiene como base el hecho de que los NFU en la actualidad son considerados residuos sólidos urbanos. Lo que se lograría con la aplicación de este proyecto es reducir la generación de residuos sólidos urbanos, cumpliendo de esta manera con la exigencia de la ordenanza. Es decir que la totalidad de los NFU que hoy en día se generan en la ciudad capital pasarían de ser un RSU a un producto con un valor.

ORDENANZA MUNICIPAL 2225. Plan de ordenamiento urbano.

Según punto 13 del Anexo I de la Ordenanza establece que la localización de las actividades en las distintas áreas depende de:

- El grado de molestias.

El grado de molestia, determinado en la clasificación de actividades (Anexo II) varía de I a V, siendo esta última la de menos molestia, estando las determinadas con I, como es el caso de nuestro proyecto, que por su grado de peligrosidad o efectos nocivos deben ser localizadas en un área especial separada de otras funciones.

En este caso será la zona complementaria industrial (Parque Industrial).

Según la clasificación de las actividades, la más acorde a nuestro proyecto es la recuperación, regeneración, elaboración de caucho natural. Este rubro está clasificado con grado I.

ORDENANZA MUNICIPAL 3162. Código ambiental.

En esta ordenanza establece en su artículo 1 el marco regulatorio general para la conservación, protección y desarrollo del medio ambiente en el departamento capital de la provincia de La Rioja.

En el inciso e) del punto 2 del artículo 2° se establece como fin de la ordenanza la prevención, control y monitoreo de la contaminación de suelo, agua, aire y desertización y pérdida de biodiversidad.

En el punto 3 del artículo 2° establece como fin de la ordenanza promover la información y educación ambiental como bases de la participación ciudadana responsable.

En el punto 4 del artículo 7° se persigue el cumplimiento de la prevención y minimización de los impactos negativos de las actividades del hombre en el ambiente.

El artículo 14° enuncia: el municipio apoya y auspicia programas o proyectos de investigación y desarrollo que, promovidos desde distintos sectores sociales, tengan por finalidad integrar acciones para la solución de problemas ambientales y la conservación y mejoramiento ambiental de las diferentes aéreas urbanas y rurales.

El artículo 15° enuncia: el municipio establece sistemas o programas de promoción y fomento para industrias, empresas y productos en general que realicen prácticas o apliquen tecnologías apropiadas para el mejoramiento ambiental.

El artículo 17° establece el cumplimiento del proceso de evaluación de impacto ambiental (EIA) obligatorio para todo proyecto, actividad o acción pública o privada que degrade el ambiente y sus recursos.

ORDENANZA MUNICIPAL 4065

Esta ordenanza tiene por objeto establecer los principios rectores para la protección, defensa y mejoramiento del ambiente en la ciudad de La Rioja Capital, en beneficio de la óptima calidad de vida de sus habitantes.

3 DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE

Ubicación y descripción ambiental del área de influencia.

3.1 Ubicación Geográfica

El lugar geográfico seleccionado donde se desarrollara el proyecto es en el Departamento Capital de la provincia de La Rioja. Éste está ubicado al noroeste del País y pertenece a la región del NOA.

Elegimos como ubicación para el desarrollo del proyecto la ciudad Capital ya que es allí donde se concentra el mayor consumo de neumáticos de la provincia, y por ser un punto de conexión estratégico en cuanto a logística para poder proveer a la planta de materia prima.

Superficie: 13.638 km²

Población: 210.219 Hab.

Densidad: 15.4 Hab/Km²

Coordenadas: Latitud 29° 24' 47" Sur

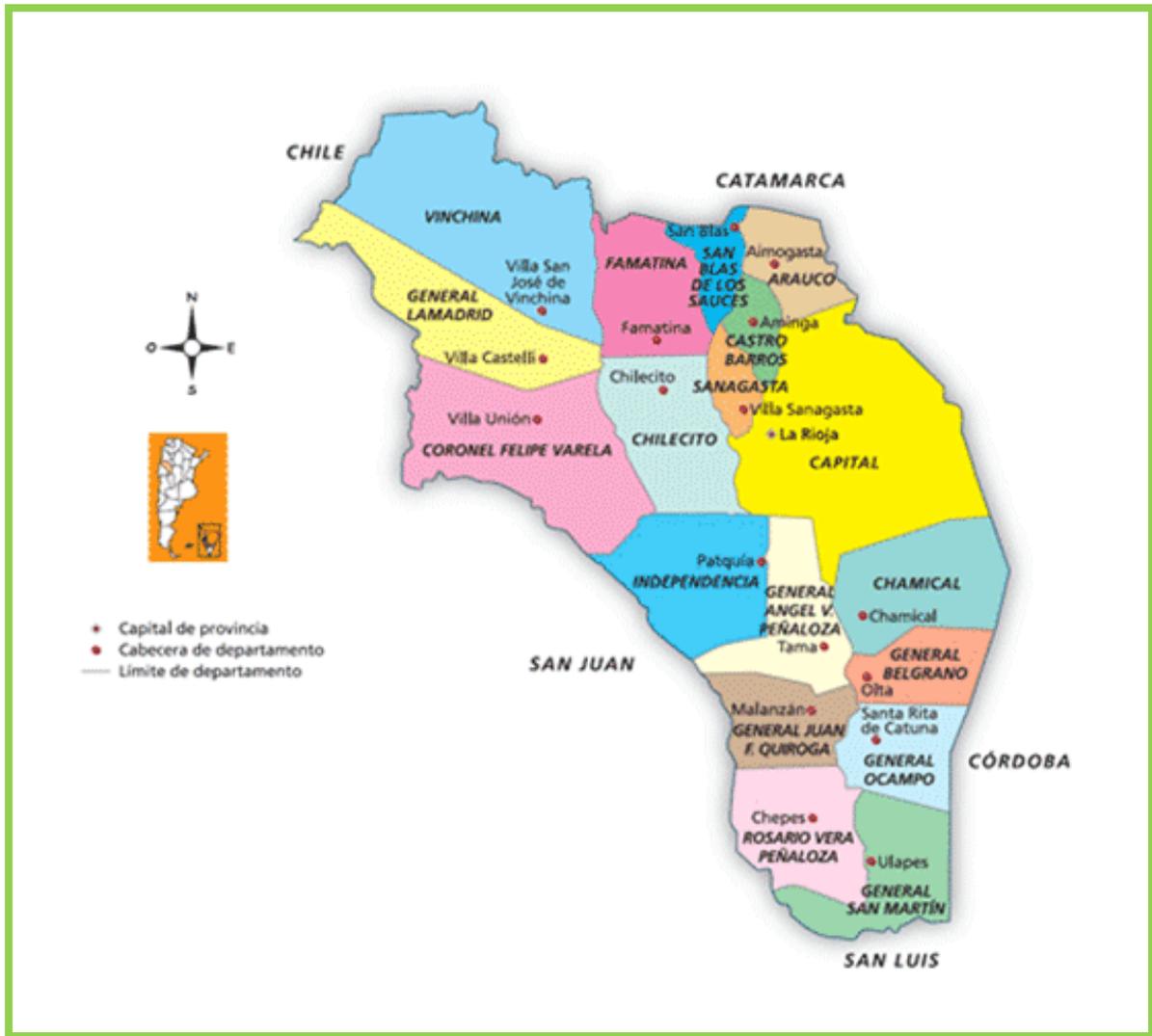
Longitud 66° 51' 21" Oeste

Límites: Norte: Dpto. Arauco y Castro Barros.

Sur: Dpto. Chamental y Gral. Ángel V. Peñaloza

Este: Pcia. Catamarca.

Oeste: Dpto. Chilecito y Sanagasta.

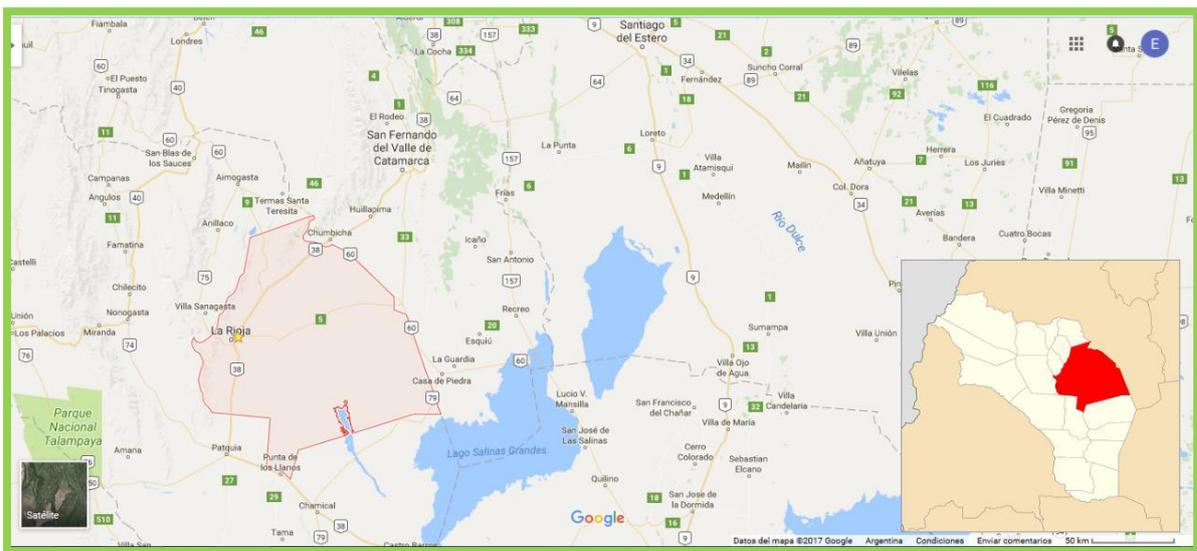


3.2 Croquis de la ubicación

Localización del emplazamiento.

El proyecto se desarrollará en la ciudad de La Rioja, en la zona del parque industrial. Exactamente la ubicación es Ruta Provincial 5 km 6,5. Se decidió esta ubicación por dos situaciones puntuales:

- El fácil acceso de camiones de gran porte tanto para el ingreso de materia prima como para el egreso del producto final.
- Zona habilitada para desarrollar proyectos industriales.



3.3 RELIEVE

El relieve de la Provincia de La Rioja, como el de toda la zona cuyana presenta discontinuidades marcadas por el descenso de alturas de oeste a este. En uno de los bordes, la cordillera Andina con importantes elevaciones va perdiendo altitud hacia el oriente dando lugar a sistemas serranos elevados, y más hacia el este las pampas altas caen hasta los llanos que alternan entre zonas irrigadas y arenosas.

Las grandes cadenas montañosas de la cordillera de los Andes y la precordillera son macizos elevados de difícil tránsito, donde destaca la presencia del cerro Bonete de 6.872 metros de altitud, segunda altura del continente, emplazada en el norte de la Provincia muy cerca de su límite con Catamarca. En medio de este relieve, los pasos cordilleranos se caracterizan por su altura: Pircas Negras (4.165 metros); Come Caballos (4.548 mts.); Ollita (4.756 mts.); Peñas Negras (4.110 mts.), entre otros.

Entre los sectores de la cordillera frontal y la precordillera se elevan diversos conjuntos orográficos entre los que destacan: la sierra de Famatina al norte, con una longitud de 400 km y un ancho de entre 25 y 55 km; la sierra de Umango; la sierra de la Punilla, intercalada entre la formación de las sierras Transpampeanas por el este y la cordillera de la Brea hacia el oeste; la Sierra de Jagué; la sierra de Velasco, que se extiende, de norte-noreste a sur-sudoeste a lo largo de 175 km y otras. Los sistemas serranos se hallan separados por planicies que en general tienen poca extensión, excepto en el sur donde se dilatan.

En estos llanos de constitución arenosa, descienden algunos ríos de montaña que dan origen a la formación de oasis caracterizados como pobres dada la influencia climática, el suelo y la pendiente del terreno, factores que determinan que los ríos riojanos presenten comportamientos irregulares y ofrezcan caudales mínimos. En los oasis pobres de La Rioja y Chilecito se aglutina la mayor concentración poblacional.

Los llanos arenosos suelen estar cubiertos de materiales de distinto tamaño, que se originan en la destrucción de las rocas de las sierras, y constituyen conos de deyección al pie de estas, médanos arenosos en el centro de la planicie o suelos impermeables de limo o arcilla. Ciénagas, barriales y salinas suelen formarse por la falta de desagüe exterior: Salinas de Mascasín, Pampa de las Salinas, Salina la Antigua y Salinas Grandes.



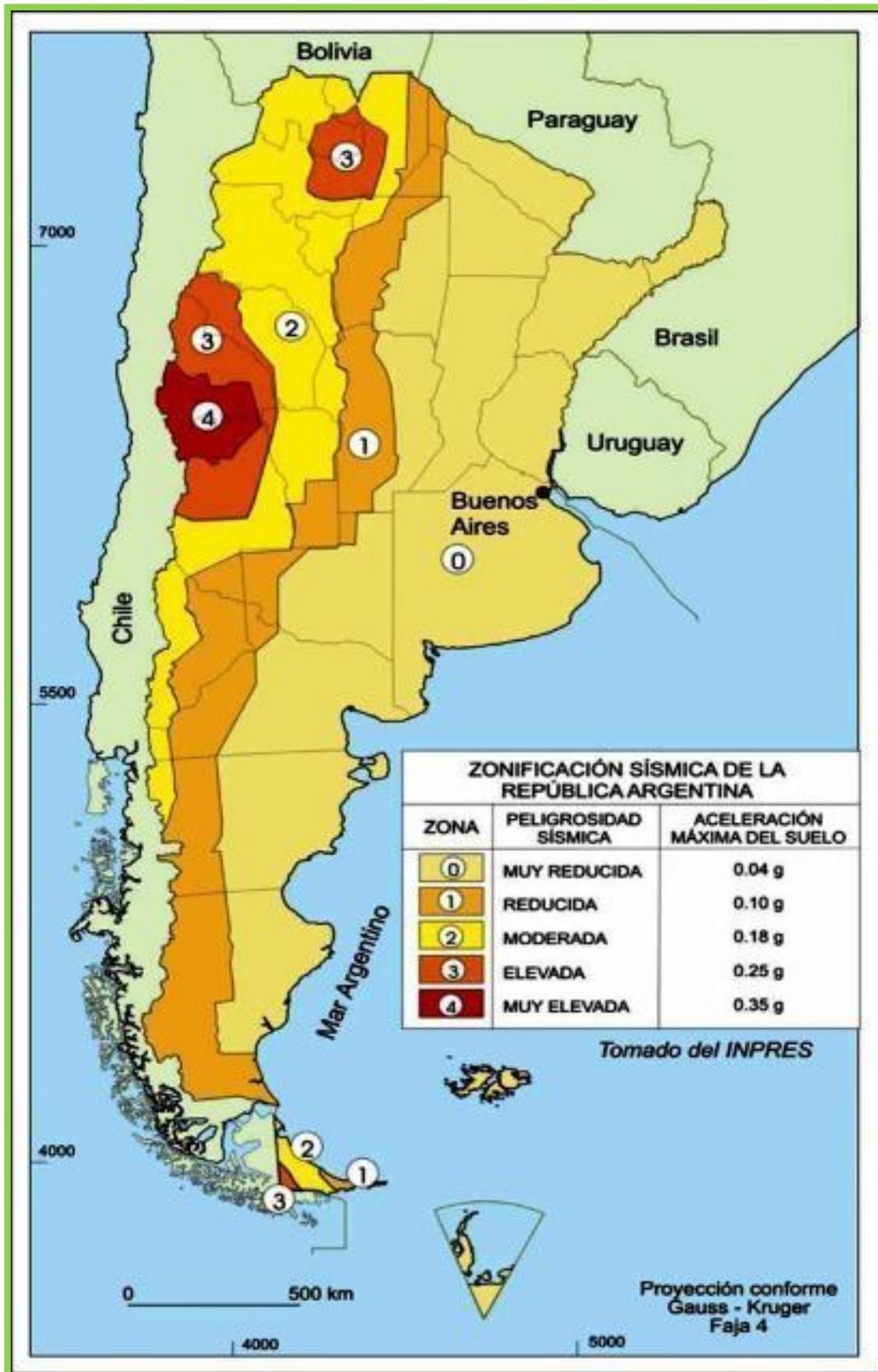
3.4 Sismología

La sismicidad de la región de La Rioja es frecuente y de intensidad baja, y un silencio sísmico de terremotos medios a graves cada 30 años en áreas aleatorias. Sus últimas expresiones se produjeron:

- 12 de abril de 1899 (118 años), a las 16.10 UTC-3 con 6,4 Richter; como en toda localidad sísmica, aún con un silencio sísmico corto, se olvida la historia de otros movimientos sísmicos regionales (terremoto de La Rioja de 1899).
- 24 de octubre de 1957 (60 años), a las 22.07 UTC-3 con 6,0 Richter (terremoto de Villa Castelli de 1957): además de la gravedad física del fenómeno se unió el olvido de la población a estos eventos recurrentes.
- 28 de mayo de 2002 (15 años), a las 0.03 UTC-3, con 6,0 escala Richter (terremoto de La Rioja de 2002).

De acuerdo a la zonificación sísmica existente en Argentina, la ciudad capital de La Rioja se encuentra en la zona 2, lo cual significa que se encuentra en una zona con peligrosidad sísmica moderada, teniendo una aceleración máxima del suelo de 0,18 g según las Normas Argentinas para Construcciones Sismorresistentes (Reglamento INPRES-CIRSOC 103), de aplicación obligatoria en todo el territorio nacional.

La aceleración sísmica es una medida utilizada en terremotos que consiste en una medición directa de las aceleraciones que sufre la superficie del suelo. Es una medida muy importante en ingeniería sísmica. La unidad de aceleración utilizada es la intensidad del campo gravitatorio ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$).



3.5 Climatología.

La Rioja presenta características propias de un clima continental. Los inviernos son suaves y secos, con temperaturas medias por encima de los 10 °C y escasas lluvias, así como una alta oscilación diaria. Los veranos son lluviosos y extremadamente cálidos con temperaturas máximas medias de 35 °C y máximas absolutas en torno a los 45 °C, una de las más altas de Argentina. Es además frecuente encontrar períodos de dos o tres días consecutivos con temperaturas en el rango de 37 a 40 grados Celsius, con un fuerte componente de humedad atmosférica.

3.6 Recursos hídricos

La Rioja Capital está ubicada en el valle inferior del río Grande de La Rioja, que en la actualidad está completamente seco. Este río, llamado río Sanagasta en su cauce superior, es represado por el Dique Los Sauces aguas arriba de la ciudad; el mismo aporta agua potable a la ciudad, la que recurrentemente (10 a 12 eventos en el año, en primavera o verano) se ve sometida a cortes parciales y focalizados del servicio de agua potable. El agua que no se aprovecha para consumo humano es utilizada para riego.

El río que atraviesa la ciudad y recoge el agua de lluvia es el río Tajamar. Este nace en la zona de la llama Votiva, atravesando el ejido municipal y desembocando en la laguna depositaria de los residuos del parque industrial (laguna verde).

3.7 Situación Socio Económica

La provincia de La Rioja concentra el 0,9% de la población de nuestro país, siendo la 21ª jurisdicción más poblada de todo el territorio.

El PBG provincial representa el 0,4% del Producto Bruto Nacional de acuerdo a últimos datos disponibles (2005).

En 2015, el ritmo de actividad económica reflejaba una tendencia oscilante de acuerdo a un set de indicadores seleccionados con respecto al año anterior y la variación registrada desde 2010. Los incrementos interanuales registrados se concentran en el consumo de cemento Portland (7%), ventas de combustibles (6%), distribución de gas (4%) y energía eléctrica (3%) de acuerdo a los últimos años disponibles.

Las principales cadenas productivas son: olivícola, vitivinícola, frutícola (nogal), energía eólica y turismo, entre otras. Esta provincia es una de las principales productoras de aceitunas, con el 27% de la superficie implantada del total nacional, mientras que da cuenta de aproximadamente el 3% de la producción nacional de vinos y participa con el 14% de la producción nacional de nueces.

Las exportaciones provinciales alcanzaron U\$S 231,4 millones en 2015 (0,4% a nivel nacional), registrándose un descenso del 15% con respecto al año anterior.

Los productos de exportación con mayor participación en el total provincial se concentran en: forestal (Tetra Pak; 33,9%), olivícola (aceitunas en conserva y aceite de oliva; 13,6% y 13,4%), ganadero (cueros y pieles secos; 10%) y vitivinicultura (vinos envasados; 4,7%).

En este sentido, los mercados de destino por país más representativos son: Chile (25,4%), Brasil (16,4%), Estados Unidos (11,1%), Uruguay (6,2%) y China (4,7%). Luego, por grandes bloques, Unión Europea (10,3%) y Resto del Mundo (24,7%).

El empleo registrado en el sector privado representa el 0,5% del total país (33.660 puestos de trabajo) en 2015. Las actividades con mayor nivel de ocupación son: industria (31,2%); servicios (24,3%), comercio (18,8%) y agricultura, ganadería y pesca (16,3%). En esta línea, la remuneración promedio provincial es de \$ 11.264.

En 2014, el empleo público representaba aproximadamente el 53,4% del empleo provincial. Es decir, 36.222 personas.

Al tercer trimestre 2015, la informalidad laboral fue del 30,6%, inferior al 33,1% a nivel nacional (EPH - INDEC).

La situación social de la provincia refleja diversas deficiencias dependiendo de los indicadores seleccionados. Se destacan entre los indicadores asociados a la educación, los años de escolarización, tasas de matriculación a nivel primario y superior; ocupados con secundario completo, mientras que entre los indicadores de salud, la tasa de mortalidad infantil y materna superan al promedio nacional.

3.8 Aspectos Demográficos de La Rioja.

La Rioja, situada en el noroeste del país, limita al oeste con Chile, al suroeste con la provincia de San Juan, al sur con San Luis, al este con Córdoba y al norte con Catamarca. En esta provincia, predomina un relieve montañoso de escasa vegetación sin la presencia de recursos acuíferos.

La superficie de la provincia es de 89.680 km² y cuenta una densidad de población de 4,1 hab/km² (2015). La cantidad de habitantes de la provincia asciende a 367.728, representando el 0,9% de la población total de nuestro país y el 8,0% de la región Nuevo Cuyo.

La provincia se encuentra dividida en 18 departamentos, los más poblados son la Capital (54,2%), Chilecito (14,8%) y Arauco (4,6%); los cuales concentran al 73,7% del total de la población provincial de acuerdo al Censo Nacional de 2010.

Información territorial y demográfica

Detalle	La Rioja	Nuevo Cuyo	Total País
Superficie ^(*) (en Km2)	89.680	404.906	3.745.997
Participación de la superficie en el total nacional (en %)	2,4	10,8	-
Población 2015 (**)	367.728	3.468.589	43.131.966
Participación de la población en el total nacional (en %)	0,9	8,0	-
Densidad de población 2015 (en hab/Km2)	4,1	8,6	11,5

(*) Se consideró la superficie argentina correspondiente al Continente Americano (2.780.400 km²) y al Antártico (965.597 km²). No incluye las Islas Malvinas, Georgias del Sur y Sandwich del Sur.

(**) Proyección INDEC.

Fuente: Instituto Geográfico Nacional e INDEC.

4 Descripción de las obras.

4.2 Descripción general de las obras a realizar.

Las obras que se ejecutaran para llevar adelante el proyecto son las siguientes:

- Limpieza, compactación y nivelación de suelos.
- Delimitación perimetral con alambre tejido y portones de acceso al predio.
- Montaje de nave de depósito, producción y oficinas.
- Montaje de servicios auxiliares (iluminación interior y perimetral, aire comprimido, tableros eléctricos, agua potable, desagües pluviales y cloacales, etc.)
- Montaje de maquinaria de producción.
- Provisión de servicios en área de oficinas.

4.3 Generación de efluentes líquidos

La producción de caucho triturado no genera efluentes líquidos en forma directa. Esta generación de efluentes correspondería a la tarea de mantenimiento de la maquina destalonadora y el autoelevador de la planta o debido a alguna perdida por la rotura o desperfecto en el funcionamiento de algún componente de los equipos.

Se aclara que ocasionalmente se podría producir algún derrame fluido ya sea de combustible o aceite de motor y/o hidráulico del autoelevador o bien de aceite hidráulico de la máquina destalonadora.

Por otro lado existe una generación de efluentes cloacales, los cuales serán recogidos en un pozo séptico.

4.4 Generación de Residuos Peligrosos

Se generará en caso de alguna avería y en la operación de mantenimiento de equipo. Estos pueden ser filtros de aceite y combustible, algunos envases y trapos contaminados con aceite, combustible, grasas.

Eventualmente podrá existir la contaminación del suelo con combustible o aceite de motor de los camiones que ingresan y egresan al predio.

Residuo peligroso generado en el proceso productivo: Polvo de caucho.

Otros residuos peligrosos: Cartuchos de impresora, pilas de controles remotos, etc.

4.4 Generación de Residuos Asimilables a Urbanos

Los residuos generados en planta asimilables a urbanos son: papel, materiales de librería; residuos generados en el comedor (orgánicos e inorgánicos); residuos generados en los baños y vestuarios.

Dentro de lo descripto podemos detallar: Botellas plásticas, cajas de cartón, envases de viandas descartables, restos de yerba, café, té, etc.

4.4 Generación de Residuos Industriales

Los residuos que se van a generar por el proceso industrial al que se somete a los NFU son: tela, caucho granulado y restos de metales.

4.5 Producción de Gases

Todos los motores de combustión interna producen gases de escape producto de la combustión que contienen monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC), partículas contaminantes (PM) y óxidos de nitrógeno (NO_x), se debe realizar el control adecuado para no superar los límites establecidos de emisión de gases.

La ley 24.449 en el anexo I del artículo 33, en el inciso A punto 4.2 establece que todo vehículo automotor equipado con motor de ciclo diesel deberá cumplir con los siguientes límites de partículas visibles (humos negros) por el tubo de escape en aceleración libre, referidos al uso de gasoil comercial:

MEDICION POR FILTRADO	Índice BACHARACH 5
MEDICION CON OPACIMETRO	Coefficiente de Absorción 2,62 m ⁻¹

El opacímetro analizador de gases es un equipo compacto e independiente para la medición de gases de escape.



4.6 Producción de ruidos y vibraciones.

Durante la operación de la planta, funcionan permanentemente motores eléctricos, motor a combustión y operaciones de taller, los cuales producen ruidos y vibraciones. Los cuales por tratarse de máquinas de gran peso equipadas con motores de grandes potencia hace muy factible la posibilidad de superar los niveles auditivos permitidos. Lo mismo ocurre con las vibraciones producidas.

El nivel de presión acústica se debe determinar por medio de un sonómetro o dosímetro, debiendo cumplir con los requisitos de las especificaciones de las normas nacionales (decreto 351/1979 capítulo 13).

La Norma establece que se deben tomar medidas preventivas (usar protectores auditivos) si se superan los niveles de exposición diaria de ruido de 80 dB, que integrará el ruido al que está expuesto el trabajador (exposición al ruido de un tractor), o un nivel pico superior a los 140 dB.

Para evaluar las vibraciones se toman como base las normas nacionales, donde se especifican los valores de la aceleración eficaz admisible en función de la frecuencia y el tiempo de exposición. La resolución 295/03 del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social se basa en que el valor eficaz de la aceleración ponderada para una jornada de trabajo de 8 horas, no puede exceder los 4 m/seg² para el caso mano- brazo y 0,5 m/seg² para el caso de cuerpo entero.

4.7 Emisiones de calor.

La principal fuente de emisión de calor de la planta son los motores eléctricos. Recordando que el proceso de trituración es netamente mecánico y el mismo se produce a temperatura ambiente, por lo cual, prácticamente durante el proceso no se generará calor al ambiente.

4.8 Superficie del terreno afectada u ocupada por el emplazamiento.

El emplazamiento tiene 52 m de frente por 74 m de fondo lo que implica una superficie igual a 3848 m². De los cuales 867 m² corresponden a la superficie cubierta donde se disponen depósito, producción y administración. Esto está concentrado en una nave de 17 m de frente y 51 m de fondo.

4.9 Infraestructuras e instalaciones en el predio.

El predio estará delimitado en todo su perímetro por alambre tejido y un portón único de acceso. Contará también con un sistema de iluminación perimetral de reflectores LED. Un sistema de riego por goteo para la forestación perimetral del predio.

La nave está conformada por columnas electro-soldadas y cabreadas tipo parabólicas también electro-soldadas. Esta estructura contará con dos accesos, frontal y lateral, el resto de su perímetro será de mampostería.

La playa de carga será de hormigón armado y se ubicará sobre el frente de la nave, con medidas de 20 m por 15 m.

4.10 Agua. Fuente y Consumos.

La Fuente de agua será la que provee el servicio público de agua potable de la ciudad de La Rioja para las actividades de aseo del personal de la planta.

En el proceso productivo no se usa agua.

Otro uso será el del riego perimetral del predio para su forestación.

El agua para consumo del personal será agua purificada y ésta será provista por una empresa dedicada a tal fin.

4.11 Energía. Origen y Consumo.

La energía será provista por la distribuidora EDELAR S.A.

El consumo de la planta es de 100 KW.

4.12 Materia prima.

La materia prima utilizada para la producción será Neumáticos Fuera de Uso de diversos tamaños.

5 -IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

¿Qué es el impacto ambiental?

“Es cualquier alteración o cambio que *afecte significativamente* las condiciones originales del medio ambiente o ecosistema”.

Los impactos que identificamos durante el desarrollo del proyecto, desde el inicio de obras hasta su pleno funcionamiento son:

- Impactos sobre la calidad del aire.
- Impacto sobre el agua.
- Impacto sobre el suelo.
- Impacto sobre flora.
- Impacto sobre fauna.
- Impacto socio-económico.
- Impacto socio-cultural.
- Impacto paisajístico.
- Impacto sobre infraestructura.
- Impacto sobre consumo eléctrico.
- Otros impactos.

Estos impactos serán evaluados en cada una de las siguientes etapas:

1. Montaje.
2. Operación.

Ahora vamos a analizar y valorar cualitativamente los distintos factores ambientales en cada una de las etapas.

Las características del impacto son valoradas de acuerdo a:

- **Tipo:** define si la acción es perjudicial o afecta de alguna manera un factor , en este caso se tiene un Impacto Negativo y si la acción es beneficiosa sobre un factor del entorno el Impacto es Positivo.

- **Intensidad:** establece el grado de incidencia de la acción sobre el factor del entorno, se encuentra definido de la siguiente manera.
 - Leve: Expresa un modificación mínima del factor considerado.
 - Moderado: Expresa un efecto moderado sobre el factor considerado.
 - Significativo: Expresa un efecto importante sobre el factor considerado.

Evaluación de los impactos ambientales

1. Montaje.

La etapa de montaje incluye todas las acciones necesarias para llevar a cabo la construcción total de la planta de procesamiento de NFU. Brevemente podemos comentar que los trabajos a desarrollar consisten en el movimiento de suelos, cierre perimetral, forestación e iluminación perimetral, montaje de nave de producción, acondicionamiento de espacios para depósito de materia prima, construcción de playa de maniobra, montaje de servicios auxiliares, montaje de línea de producción, etc.

- Impactos sobre la calidad del aire:

Para el desarrollo de todas las actividades que comprenden la etapa del montaje se utilizaran máquinas que afectan la calidad del aire. Estas son cargadora frontal, motoniveladora, vibrocompactador, camiones volcadores, camiones tanque, grúas, autoelevadores, etc. Con todas estas consideraciones el impacto es negativo.

Debido a que la cantidad de gases emanados por las máquinas es insignificante con respecto al volumen del aire circundante, y teniendo en cuenta que no hay grandes industrias en la zona, es por ello que los gases se disipan fácilmente en el aire, esto es lo que hace que este impacto sea de tipo leve.

- Impacto sobre el agua:

La mayor cantidad de agua que se utilizara en esta etapa estará destinada a lograr la compactación del suelo, a la preparación de morteros y hormigón armado y al riego de la forestación.

Si bien este impacto es de tipo negativo, los consumos de agua hacen que la intensidad del impacto sea extremadamente leve.

- Impacto sobre el suelo.

El suelo se verá afectado por el agregado de material árido para rellenar parte de la superficie con el objetivo de lograr así la compactación y nivelación del suelo de la nave. Este proceso afectara las propiedades naturales de la superficie sufriendo una sobre presión. Esto produce una reducción de espacio (poros) y dificulta el movimiento de aire y agua que requieren tanto las raíces de las plantas como los organismos vivos del suelo.

El hecho de que sobre la superficie compactada no puedan reproducirse o tenga dificultades la flora y los microorganismos consideramos que este tipo de impacto es negativo.

La magnitud de este impacto es relativamente leve, ya que la superficie que se verá afectada por la compactación es de pequeñas dimensiones.

- Impacto sobre flora.

Este factor se ve afectado por el desmalezamiento de pequeños arbustos (jarillas, lata, breas, pichanas, etc.) necesario para poder realizar el proyecto y también está afectado por la forestación perimetral del predio.

Se necesita desmalezar una superficie equivalente a 3500 m² con el objetivo de disponer en ese espacio la nave de producción, los depósitos y la playa de maniobra.

La forestación implicará la plantación de árboles en todo el perímetro con el objetivo de crear una pantalla acústica y mejorar la calidad del ambiente circundante.

Con todas estas consideraciones podemos decir que el impacto es positivo.

La magnitud del impacto, considerando la forestación realizada, es leve.

- Impacto sobre fauna.

El movimiento de suelo afectará el hábitat natural de la fauna autóctona. Esta se compone básicamente de vizcachas, zorros, cuises, ratones, lauchas, liebres y otros roedores. Algunos de ellos se refugian en hoyos cavados en la tierra como mitigación de las altas temperaturas.

Debido a que el emplazamiento de la planta se encuentra en una zona ya industrializada el impacto sobre la fauna es del tipo negativo. El grado en que las tareas realizadas afectan a la fauna es extremadamente bajo, por lo que se considera del tipo leve.

- Impacto socio-económico.

El desarrollo socioeconómico que provoca el proyecto en esta etapa se compone de contratación de mano de obra directa para concretar todos los trabajos necesarios. Esto también implica generación de empleos de forma indirecta, provocando un aumento de consumo en el mercado interno y creando en las familias implicadas situaciones de bienestar social, dignificación de los trabajadores y sus familias y mejora económica.

Otra consideración importante es que la mano de obra que se empleará pertenece a las PyMEs del sector que a nivel nacional representan casi el 80% de la mano de obra privada.

Claramente este impacto es del tipo positivo y tiene una magnitud elevada debido a todo lo mencionado anteriormente, es por ello que el impacto es significativo.

- Impacto paisajístico.

El impacto visual básicamente tendrá que ver con la maquinaria trabajando en obra de forma permanente y algunas de forma temporal. También se verá afectado por el montaje del obrador y el personal encargado de llevar todas las tareas a cabo. Con este escenario planteado podemos decir que el paisaje natural de la zona de influencia se verá afectado de forma negativa debido a las tareas de desmonte que habrá que llevar a cabo para poder concretar la etapa de montaje.

A nuestra consideración este impacto es relativamente leve.

- Impacto sobre infraestructura.

Durante la etapa de montaje circularán vehículos de gran porte y maquinaria pesada sobre las rutas 5 y 38 y demás caminos que deberán transitar para llegar a la obra. El aumento de circulación de estos vehículos incrementará las probabilidades de que se produzcan accidentes viales sobre los caminos mencionados. Además se incrementará el desgaste de la calzada de forma prematura debido al gran porte de los vehículos. Esto tiene como consecuencia un impacto negativo.

Si bien el desgaste de la calzada es prematuro y las probabilidades de accidentes aumentan la magnitud de tal impacto es leve.

- Impacto sobre consumo eléctrico.

Entre los consumos eléctricos que provocará la etapa de montaje podemos mencionar los siguientes: herramientas de mano, obradores, iluminación perimetral, herramientas para el montaje civil, herramientas para el montaje de estructuras metálicas, etc.

Estos consumos producirán una demanda adicional sobre el sistema eléctrico, el cual para poder abastecerlo deberá aumentar la generación, aumentando ello el consumo de combustibles.

Este impacto es negativo y debido al bajo consumo eléctrico es considerado leve.

- Otros impactos.

La utilización de vehículos y herramientas en general entregará al ambiente energía en forma de calor, el cual contribuirá al calentamiento global.

También existirá la generación de residuos sólidos (cartón, plástico, metal, papel, etc.) y líquidos (cloacales domiciliarios, agua para lavado de herramientas, etc.) que afectarán al ambiente de manera negativa.

Todas estas actividades tendrán una implicancia sobre el ambiente de tipo leve.

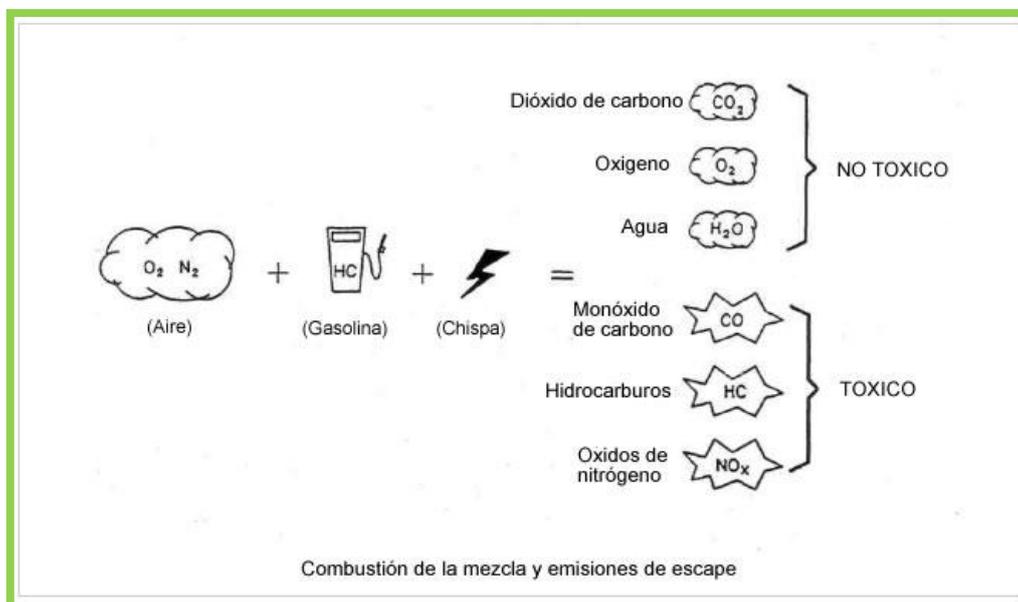
2. Operación.

- Impacto sobre la calidad del aire.

Existe una contaminación en el aire producto de los gases emanados por la combustión interna del motor del autoelevador que presta servicio en la planta, los camiones encargados de entregar la materia prima y los que transportaran el producto final como los productos secundarios, los vehículos utilizados por el personal de planta, y eventualmente los vehículos que utilizan los contratistas para desarrollar algunas tareas en la planta.

Por otro lado también se produce contaminación debido a las partículas de polvo de caucho generadas en el proceso de producción.

El motor de combustión interna, por su forma de funcionar, no es capaz de quemar de forma total el combustible en los cilindros. Pero si esta combustión incompleta no es regulada, mayor será la cantidad de sustancias nocivas expulsadas en los gases de escape hacia la atmósfera. Dentro de los gases generados en la combustión, hay unos que son nocivos para la salud y otros no.



La contaminación producida por el polvo de caucho en suspensión se debe a los procesos de trituración, transporte y clasificación del caucho triturado. Eventualmente puede ser aspirado en pequeñas proporciones por los operarios de la planta.

El hecho de utilizar como materia prima los NFU evita los posibles impactos negativos ya sea que su disposición final sea la quema a cielo abierto, la acumulación en vertederos o su uso en rellenos sanitarios en el mejor de los casos.

Con el reciclado de los NFU evitamos la contaminación de la atmosfera con la emisión de gases tóxicos tales como dióxido de carbono, monóxido de carbono, azufre, mercurio y plomo entre otros, todos ellos muy contaminantes y vinculados a la pérdida de salud. El sistema nervioso central también se ve afectado y se aceleran las alergias. Ancianos, bebés y embarazadas son los grupos de más riesgos.

El humo producido y las partículas dispersadas atacan directamente al sistema respiratorio. Asma, cáncer pulmonar y asfixia son algunas de las consecuencias más graves que puede provocar la inhalación de este tipo de aire contaminado.



Contaminación acústica y por vibraciones.

Los ruidos y vibraciones que produce la planta son ocasionados por el funcionamiento de los motores de alta potencia montados sobre máquinas de un gran peso, lo que provoca una gran fuerza inercial que trae aparejada vibraciones, otro factor influyente es el funcionamiento de las cadenas cinemáticas. Además de esto debemos considerar el uso de una criba vibratoria, la cual para producir la vibración está provista de un motor conectado a una masa inercial excéntrica.

El nivel de presión acústica se debe determinar por medio de un sonómetro o dosímetro, debiendo cumplir con los requisitos de las especificaciones de las normas nacionales (decreto 351/79 capítulo 13). La Norma establece que se deben tomar medidas preventivas (usar protectores auditivos) si se superan los niveles de exposición diaria de ruido de 80 dB, que integrará el ruido al que está expuesto el trabajador o un nivel pico superior a los 140 dB.

Para evaluar las vibraciones se toman como base las normas nacionales, donde se especifican los valores de la aceleración eficaz admisible en función de la frecuencia y el tiempo de exposición. La resolución 295/03 del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social se basa en que el valor eficaz de la aceleración ponderada para una jornada de trabajo de 8 horas, no puede exceder los 4 m/seg² para el caso mano- brazo y 0,5 m/seg² para el caso de cuerpo entero.

El impacto es negativo leve.

- Impacto sobre el agua.

No existe consumo de agua durante el proceso productivo. El consumo de agua de red será para el aseo de los operarios de la planta, para el riego de la forestación perimetral y eventualmente se podrá utilizar agua para el lavado de piezas de maquinaria y aseo de la planta.

El agua de red que se utiliza para aseo tiene como destino final una fosa séptica, la cual recibe aguas residuales de baños, vestuarios y comedor.

Por otro lado el consumo para riego tiene como destino final las napas subterráneas.

El agua de red consumida por mes en la planta (Forestación + Aseo + Otros) es de:

Aseo personal: $100 \text{ litros/día} \times 30 \text{ días} = 3.000 \text{ lts/mes} = 3 \text{ m}^3$

Aseo de planta: $20 \text{ litros/día} \times 30 \text{ días} = 600 \text{ lts/mes} = 0.6 \text{ m}^3$

Consumo forestación: $40 \text{ plantas} \times 20 \text{ lts día (5 Hs de gotero)} = 800 \text{ Litros/día} \times 30 \text{ días} = 24.000 \text{ lts/mes} = 24 \text{ m}^3$

Total consumo agua de red mensual: 27.6 m^3

El agua utilizada para el consumo del personal será provista por una distribuidora de agua purificada cumpliendo con todos los parámetros físicos y químicos requeridos.

Se considera que este impacto de acuerdo a sus características es de tipo negativo y debido a su envergadura (pequeña, ya que su consumo mensual se estima menor al establecido para una familia tipo que son $30 \text{ m}^3/\text{mes}$) es leve.

- Impacto socio-económico.

El desarrollo socioeconómico que provoca el proyecto en esta etapa se compone básicamente de contratación del personal que operará la planta, creando de esta manera mano de obra directa.

Por otro lado podemos considerar la generación de empleo de forma indirecta mediante la contratación de empresas para tercerizar algunos servicios que se necesiten en la planta, esto genera un aumento de consumo en el mercado interno y creando en las familias implicadas situaciones de bienestar social, dignificación de los trabajadores y sus familias y mejora económica.

Ante lo expuesto podemos decir sin lugar a dudas, que este impacto es positivo, y el hecho de generar empleo y consumo interno ya implica una magnitud significativa.

- Impacto socio-cultural.

Entre los impactos socioculturales podemos nombrar varios, de manera directa podemos decir que uno de ellos es que en la sociedad se generaría una tendencia al reciclaje de los NFU, evitando la acumulación indebida y disminución de los residuos en micro basurales, esto también acarrearía un mayor compromiso con el medio ambiente y con el reciclaje, obteniendo de todo ello un valor agregado sobre los residuos.

Debido a que el consumo de los neumáticos se da en todos los ámbitos y estratos sociales, la difusión sería una buena herramienta de implementación con la idea de que llegue a toda la sociedad.

El hecho de que dejen de existir sitios o basurales donde los NFU hoy son depositados indebidamente ayudará a que el día de mañana exista un mayor grado de conciencia sobre los efectos negativos y contraproducentes que la disposición inadecuada de los NFU produce sobre la salud humana y el medio ambiente propagando roedores, mosquitos y estos transmitiendo enfermedades y problemática para la salud humana.

En cuanto a la calidad de vida, el principal beneficio se verá reflejado en una mejora de la calidad del aire que respiramos, evitando la quema de NFU no solo mejoramos la calidad del aire sino que también evitamos posibles lluvias ácidas, deterioros prematuros de la capa de ozono, impermeabilización de terrenos para su cultivo.

En el caso de los mosquitos estos son transmisores de enfermedades tales como Dengue, Virus Zika, Chikungunya, Malaria, Fiebre amarilla, Virus del nilo. El mosquito es el insecto más peligroso para el ser humano, existen más 2500 especies de ellos en todo el mundo y su peligrosidad reside en las enfermedades que transmite.

Teniendo en cuenta todas estas consideraciones podemos decir que el impacto es positivo y su magnitud es significativa.

- Impacto sobre infraestructura.

Durante la etapa de operación circularan vehículos de gran porte sobre las rutas 5 y 38 y demás caminos que deberán transitar con cargas de materia prima, insumos o bien con producto final. El aumento de circulación de estos vehículos incrementará las probabilidades de que se produzcan accidentes viales sobre los caminos mencionados. Además se incrementará el desgaste de la calzada de forma prematura debido al gran porte de los vehículos.

Si bien el desgaste de la calzada es prematuro y las probabilidades de accidentes aumentan la magnitud de tal impacto es leve.

- Impacto sobre consumo eléctrico.

Entre los consumos eléctricos que provocará la etapa de operación podemos mencionar los siguientes: herramientas de mano, iluminación perimetral, iluminación de la nave (interior y exterior), herramientas varias y el mayor consumo de la planta será el correspondiente a la alimentación de la línea de producción.

Estos consumos producirán una demanda adicional sobre el sistema eléctrico, el cual para poder abastecerlo deberá aumentar la generación, aumentando ello el consumo de combustibles.

Teniendo en cuenta que toda producción energética tiene un impacto negativo por más leve que sea, este no será la excepción. De acuerdo al nivel de consumo de la planta podemos decir que su magnitud es leve.

5.5 -MATRIZ DE EVALUACION DE IMPACTOS

Los impactos ambientales descritos y valorados cuantitativamente se ven reflejados en la matriz tipo Lepold.

Éste método nos permite identificar y evaluar los factores ambientales en sus diferentes fases del proyecto, sobre los cuales se pueden generar impactos benéficos y/o perjudiciales en sus diferentes grados.

La utilización de la matriz permite identificar las distintas acciones del proyecto que ejercen algún tipo de impacto sobre el medio, las mismas se encuentran detalladas en las columnas de la matriz.

En las filas de matriz se encuentran especificados los distintos factores del entorno que reciben algún tipo de impacto de las acciones del proyecto.

Las fases o acciones del proyecto que se tuvieron en cuenta son:

- Montaje (Construcción de nave, instalación de maquinarias y servicios auxiliares).
- Operación (Producción).

EVALUACION DE IMPACTOS

REFERENCIAS			ACCIONES DEL PROYECTO	MONTAJE	OPERACIÓN
N1: NEGATIVO LEVE N2: NEGATIVO MODERADO N3: NEGATIVO SIGNIFICATIVO P1: POSITIVO LEVE P2: POSITIVO MODERADO P3: POSITIVO SIGNIFICATIVO					
FACTORES DEL ENTORNO			VALORACIÓN		
AMBIENTALES	AIRE	GASES	N1	N1	
		POLVO DE CAUCHO		N1	
		POLVO EN SUSPENSION		N1	
		VIBRACIONES	N1	N1	
		RUIDO	N1	N1	
	AGUA	AGUA DE RED	N1	N1	
		AGUAS RESIDUALES	N1	N1	
	ECOSISTEMA	FLORA	P1		
		FAUNA	N1		
		SUELO	N1		
INFRAESTRUCTURA	VIALES	CALZADA	N1	N1	
		SINIESTROS VIALES	N1	N1	
	ELECTRICO	CONSUMO ELECTRICO	N1	N1	
SOCIAL	SOCIAL	PAISAJISTICO	N1		
		DIFUSION		P3	
		FAMILIAR		P3	
		EDUCACION		P3	
		CULTURAL		P3	
ECONOMICO	ECONOMIA LOCAL	EMPLEO	P3	P3	
		DESARROLLO LOCAL	P3	P3	
		DESARROLLO TECNOLOGICO	P3	P3	
		INVERSION	P3	P3	
OTROS	OTROS	N1			

4-CONCLUSIONES

De acuerdo al estudio de impacto ambiental realizado, teniendo en cuenta las valoraciones de los diferentes tipos de impactos y sabiendo específicamente que la materia prima con la que trabajará la planta es un residuo al que se le está agregando valor y que trae como consecuencia generación de nuevos empleos, menor contaminación ambiental, aumento de nivel de conciencia sobre la población, es por todo ello decimos que los factores o impactos positivos son mayores y de mucha mayor magnitud que los impactos negativos. Como conclusión general afirmamos que el proyecto es viable.

5. Bibliografía

- www.uba.ar/archivos_secyt/image/111%20NEUMATICOS.pdf
- www.cin.org.ar/estadisticas.html
- Libro: fundamentos de ciencia y tecnología del caucho. Autor: Jean Le Bras
- www.fulda.com
- www.enbuenasmanos.com/los-vertederos-de-basura
- www.greenpeace.org/argentina/Global/argentina/report/2009/9/resumen-de-los-impactos-ambien-2.pdf
- www.monografias.com/trabajos89/contaminacion-ambiental-quema-basura/contaminacion-ambiental-quema-basura.shtml
- www.inti.gob.ar/sabercomo/sc91/inti7.php
- www.ceamse.gov.ar/reciclaje/planta-de-procesamiento-de-neumaticos/
- api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:36313/componente36314.pdf
- www.asianmachineryusa.com
- www.molinoparaplasticos.com
- www.jaguarequipamentos.com/es/contacto/
- imanesmagnum.com.ar/
- www.tamex2.com.ar/docs/Sintenax_valio.pdf
- Apuntes de cátedra Redes de distribución e instalaciones eléctricas.
- Instituto de ingeniería eléctrica. Universidad Nacional de Tucumán
- Apuntes de luminotecnica, cátedra redes de distribución e instalaciones eléctricas.
- Aire comprimido y su aplicación en la industria. Atlas Copco.