

**INGENIERO DE MATERIALES**

**Curso Académico 2003-2004**

**Proyecto Fin de Carrera**

**DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE UNA  
PLANTA DE RECICLADO DE NEUMÁTICOS PARA SU USO  
EN HORMIGONES Y MORTEROS**

**Autora: Silvia Bruno de la Cruz**

**Director: José Enrique Román Ramos**

*Agradecimientos*

*Gracias a Oscar por hacerme ver lo importante y a Jaime B. Y Jaime L. por su experiencia*

## **INDICE**

### **MEMORIA**

|                                    |       |
|------------------------------------|-------|
| Objeto Del Proyecto                | 5-6   |
| Antecedentes                       | 7-14  |
| Viabilidad Técnica                 | 15-36 |
| Seguridad e Higiene                | 37-44 |
| Aseguramiento De La Calidad        | 45-46 |
| Ejecución Del Plan Director        | 47-66 |
| Análisis y Estudio de Rentabilidad | 67-76 |
| Bibliografía                       | 77    |
| Anejos a La Memoria                | 78-84 |

|               |       |
|---------------|-------|
| <b>PLANOS</b> | 85-94 |
|---------------|-------|

### **PLIEGO DE CONDICIONES**

|                                 |         |
|---------------------------------|---------|
| Definición y Alcance Del Pliego | 95      |
| Normas Generales                | 93-107  |
| Normas Particulares             | 108-112 |

### **PRESUPUESTO**

|                      |         |
|----------------------|---------|
| Consideraciones      | 114     |
| Mediciones           | 115     |
| Cuadro De Precios    | 116     |
| Presupuesto General  | 117     |
| Anejo al Presupuesto | 118-121 |

## **MEMORIA**

## **OBJETO DEL PROYECTO**

El presente proyecto tiene como objeto el Diseño, Construcción y Puesta en Marcha de una Planta de Reciclado de Neumáticos para su uso en hormigones y morteros teniendo como resultado final una planta piloto en la que se demuestre que es posible resolver el problema medioambiental derivado de la acumulación de neumáticos desechados de una forma absolutamente respetuosa con el entorno, al tiempo que se aprovechan los principales componentes del neumático, goma y acero, para producir artículos en el campo de la construcción, como son hormigones y morteros.

El proyecto se aborda desde el punto de vista del diseño, construcción y puesta en marcha de la Planta de Reciclado de Neumáticos ya que éste suele ser el procedimiento normal que establecen las Entidades Promotoras cuando sacan a concurso este tipo de instalaciones. Para ello se establecerán cuatro fases correspondientes a cada una de los apartados anteriores.

El proyecto se encuadra dentro de Plan Nacional de Neumáticos fuera de uso 2001-2006 (PNNFU de ahora en adelante) elemento CER 160103 y le es de plena aplicación la Ley 10/1998 de Residuos. El uso final que se le va a dar al neumático reciclado va a ser su uso en hormigones y morteros, para ello se van a dar las especificaciones técnicas que deben cumplir dichos productos, hormigón aligerado/poroso y mortero impermeabilizante.

Por ello el diseño de la planta parte de una serie de especificaciones y requisitos del neumático reciclado, como la forma, características, tamaño y propiedades acústicas que necesitamos incorporar a nuestros productos y que condicionará la mayor parte de los elementos de diseño., como es la clasificación previa de los neumáticos fuera de uso, la separación de los elementos que conforman el neumático y la elección de la maquinaria más adecuada para este fin.

En el apartado de diseño, dentro de una primera fase se estudiarán los requisitos mínimos que debe cumplir la granza de caucho para su uso en hormigones y morteros y se estudiarán las tecnologías actualmente disponibles.

En la segunda fase se diseñará la planta, tanto conceptualmente como a nivel de detalle y dimensionando la misma, para ello elegiremos el emplazamiento más adecuado de la planta para maximizar su rendimiento y la máxima disponibilidad de los NFU y calcularemos el equipamiento necesario y su disposición más adecuada dentro de ella. Se prevé adquirir la maquinaria necesaria a proveedores externos homologados y con los más altos estándares de calidad.

Una vez diseñada la planta, pasaremos a la construcción y puesta en marcha de la planta que son la tercera y cuarta fase del proyecto y que serán realizadas por una organización externa a la nuestra.

Se realizará el Plan Director del proyecto, donde se definirá la estructura de Desagregación del proyecto (EDP), se dividirá el mismo en Fases o Paquetes de Trabajo y se realizará una Planificación del mismo. Se definirá el equipo de proyecto y sus responsabilidades, dado que se realiza la subcontratación de dos fases y se realizará la integración de las mismas

Se definirá el Pliego de Condiciones que servirá como el conjunto de estipulaciones y de normas que regirán las relaciones entre las distintas organizaciones que intervendrán en el proyecto.

Finalmente se realizará un estudio económico donde se desarrollará el Presupuesto. En él se detallarán el coste del equipo de proyecto y se incluirá como anejo el presupuesto del “llave en mano” que incluye la construcción y puesta en marcha.

## **ANTECEDENTES**

La masiva fabricación de neumáticos y las dificultades para hacerlos desaparecer una vez usados, constituye uno de los problemas medioambientales más graves de los últimos años en todo el mundo. Un neumático necesita grandes cantidades de energía para ser fabricado y también provoca, si no es convenientemente reciclado, contaminación ambiental al formar parte de vertederos incontrolados. Además estos residuos poseen unas características diferentes y particulares respecto a otros, derivadas de sus propiedades inherentes.

Toda la normativa vigente incide en los principios, por este orden, de reducción, reutilización, reciclaje, valorización energética y depósito controlado.

Un neumático es básicamente un elemento que permite a un vehículo desplazarse en forma suave a través de superficies lisas. Consiste en una cubierta principalmente de caucho que contiene aire el cual soporta al vehículo y su carga. Su invención se debe al norteamericano Charles Goodyear quien descubrió, accidentalmente en 1880, el proceso de vulcanización, con el que se da al caucho la resistencia y solidez necesaria para fabricarlo.

El neumático está compuesto principalmente de tres productos: caucho (natural y sintético), un encordado de acero y fibra textil. A su vez, el caucho usado en la fabricación de neumáticos está compuesto por un grupo de polímeros (compuestos químicos de elevado peso molecular) entre los que se cuentan el poliisopreno sintético, el polibutadieno y el más común que es el estero-butadieno, todos basados en hidrocarburos.

Se agregan además, otros materiales al caucho para mejorar sus propiedades, tales como: suavizantes, que aumentan la trabajabilidad del caucho, antes de la vulcanización; óxido de Zinc y de Magnesio, comúnmente denominados activadores, pues son mezclados para reducir el tiempo de vulcanización de varias a horas a pocos minutos; antioxidantes, para dar mayor vida al caucho sin que se degrade por la acción del oxígeno y el ozono; y finalmente negro de humo, especie de humo negro obtenido por combustión incompleta de gases naturales, que entrega mayor resistencia a la abrasión y a la tensión. Su poder calorífico es alto, de aproximadamente 8 300 Kcal/Kg., hecho que será importante para su posible valorización. Otra característica de importancia es su estabilidad química (baja biodegradabilidad), por la cual no ha sido considerado como Residuo Peligroso.

Tabla 1. Composición y características de los diferentes tipos de neumáticos.

Fuente: Rubber Manufacturers Association (11)

| Neumáticos A (automóviles y camionetas)                |                     |
|--|---------------------|
| Caucho natural   | 14 %                |
| Caucho sintético                                       | 27%                 |
| Negro de humo  | 28%                 |
| Acero  | 14 - 15%            |
| Fibra textil, suavizantes, óxidos, antioxidantes, etc. | 16 - 17%            |
| Peso promedio:   | 8,6 Kg              |
| Volumen  | 0.06 m <sup>3</sup> |

| Neumáticos B (camiones y maquinaria)            |                     |
|---|---------------------|
| Caucho Natural                                  | 27 %                |
| Caucho sintético                                | 14%                 |
| Carbón negro                                    | 28%                 |
| Acero   | 14 - 15%            |
| Fibra, suavizantes, óxidos, antioxidantes, etc. | 16 - 17%            |
| Peso promedio:                                  | 45,4 Kg.            |
| Volumen   | 0.36 m <sup>3</sup> |

Aunque suelen variar según el tipo de neumáticos y el país de fabricación, los diferentes elementos químicos que componen un neumático se muestran en la tabla 1 junto a sus porcentajes respectivos.

Se observa que en su mayoría el destino y uso que se da en la UE a los NFU es depositarlos en vertedero o valorizarlos energéticamente. Hay que tener en cuenta, además, que se estima entre tres y

cinco millones de toneladas las existencias de NFU acumulados y almacenados, el *stock* histórico que habrá que gestionar en los años venideros.

En España se producen aproximadamente 3 000 000 toneladas de residuos de neumáticos al año. En España la gestión actual deja bastante que desear, ya que un 80 % aproximadamente se vierten, se recicla poco más del 1 % y se valoriza energéticamente algo más de un 3 % en las cinco plantas cementeras autorizadas.

No existe actualmente en España un sistema de gestión de Neumáticos Fuera de Uso (NFU), Código CER 160103, único o generalizado. Tampoco existe, por ahora, una normativa específica que regule este residuo, aunque le es de plena aplicación la Ley 10/1998, de Residuos.

En los últimos años algunas Comunidades Autónomas han tomado ciertas iniciativas con vistas a mejorar la gestión ambiental de los NFU.

A pesar de estos proyectos y experiencias, todos ellos positivos y reveladores de la preocupación que las autoridades responsables tienen acerca de la correcta gestión de los NFU, en la práctica, actualmente, la gestión de estos residuos es bastante insatisfactoria, sobre todo teniendo en cuenta que está en vigor la Ley 10/1998, de Residuos, que introduce en el Derecho español una serie de principios de filosofía ecológica nuevos que hay que aplicar también a los NFU.

Resumiendo mucho la situación puede decirse que la gran mayoría de los NFU originados en España se gestiona hoy día de la siguiente manera:

- Una gran parte son recogidos por los servicios municipales o comarcales, o son transportados directamente por los talleres, a los vertederos públicos locales o comarcales en donde son depositados directamente o previa una molienda. A veces los talleres los depositan en vertederos privados de inertes. Algunos de estos vertederos son incontrolados o ilegales.

- Pequeñas cantidades de NFU recogidos por los talleres son recauchutados.

- En algunos casos los chatarreros recogen gratuitamente en los grandes talleres y mayoristas cantidades significativas de NFU, con vistas a la separación de los recuperables para recauchutado o reutilizables en mercados de segunda mano, depositándose el resto en vertederos incontrolados o ilegales.

- La mayoría de desguazadores venden los neumáticos de segunda que son aprovechables para su reutilización por compradores de bajo poder adquisitivo y el resto lo envían con el resto del vehículo a la fragmentadora.

El Plan Nacional de Neumáticos Fuera de Uso (PNNFU de ahora en adelante) 2001-2006 fija los siguientes objetivos

1. Recuperación y valorización del 100 % de los NFU enteros generados antes de 2003. Valorización del 100 % de los NFU troceados generados antes de 2007, incluidos los NFU ya almacenados en los vertederos o depósitos existentes.
2. Prohibición de la eliminación (vertido o incineración sin recuperación energética) de los NFU enteros a partir del 1 de enero de 2003. Prohibición de la eliminación (vertido o incineración sin recuperación energética) de los NFU troceados a partir del 1 de enero de 2006.
3. Reducción en un 5 % en peso de los NFU generados mediante el alargamiento de la vida útil de los neumáticos, la mejora del uso del neumático y de la conducción de los vehículos, entre el 2001 y el 2006. El cálculo de la reducción lograda se hará tomando como unidad el rendimiento kilométrico del neumático.
4. Recauchutado de, al menos, un 20 % en peso de los NFU de vehículos generados, antes del 1 de enero de 2007. Se considerará como recauchutado todo neumático que cumpla los Reglamentos elaborados en el marco de la Convención de Ginebra.
5. Valorización diferente al recauchutado del 65 % en peso de los NFU procedentes de vehículos de turismo generados, antes del 1 de enero de 2005.
6. Reciclado del 25 % en peso de los NFU procedentes de vehículos de turismo, antes del 1 de enero de 2007. Este porcentaje se revisará en los años 2003 y 2005 a la luz de las nuevas posibilidades técnicas de reciclaje que se vayan conociendo.
7. Valorización de, al menos, el 95 % de los NFU procedentes de camiones, antes del 1 de enero de 2003. Antes del 1 de enero de 2007, reciclado de, al menos, el 25 % en peso de los NFU procedentes de camiones. Este porcentaje se revisará en los años 2002 y 2004 a la luz de las nuevas posibilidades técnicas de reciclaje que se vayan conociendo.
8. Creación de un sistema estadístico de generación de datos sobre NFU y su gestión, para su integración en el futuro Inventario Nacional de Residuos. En este Inventario se desagregará la información siguiendo un modelo taxonómico e informático unificado, que será elaborado por el MIMAM en colaboración con las Comunidades Autónomas, las Entidades Locales y las Asociaciones representativas del sector.

En todos los apartados anteriores se exceptúan los neumáticos de bicicleta y los de diámetro superior a 140 centímetros.

El reciclado del neumático es una opción a su tratamiento. Este es sin duda el camino más difícil e interesante a seguir. Su reciclado está basado en sus propiedades físicas y químicas. Es un producto

totalmente inerte, elástico y relativamente ligero, no tóxico, no biodegradable, constituido por materiales reciclables. A partir de iniciativas privadas y públicas existen experiencias de reciclado de neumáticos que abarcan una amplia gama de segundas utilidades.

En la actualidad existen tres tecnologías que han demostrado su viabilidad en el reciclado de neumáticos usados, como son la Pirólisis, la Criogénesis y el Tratamiento Mecánico. Haremos una breve sinopsis de cada una de ellas y explicaremos porque elegimos el Tratamiento Mecánico.

#### *Pirólisis:*

El producto final que se obtiene es el denominado negro de humo. Este producto es esencial para la fabricación de neumáticos nuevos, por lo que su mercado siempre estará asegurado siempre que se garantice la pureza del producto obtenido. Por el contrario, las inversiones y gastos de explotación necesarios para este tratamiento son elevados. Además comporta riesgos medio ambientales, provocados por emisiones gaseosas.

#### *Criogénesis:*

El producto final obtenido es una granza de gran calidad se puede conseguir un polvo de granulometría de hasta 80 mesh. Es el que demanda el mercado sólo o mezclado con torso plásticos. Es rentable sólo cuando se aplica en instalaciones de elevado precio y con gran producción de granza. Los gastos de explotación son elevados al igual que las instalaciones. Peligro por el futuro precio del nitrógeno.

#### *Tratamiento Mecánico*

La inversión necesaria para montar esta planta inferior a las dos anteriores. Es una tecnología fácilmente escalable y los gastos de explotación también son inferiores. No es posible obtener grandes cantidades de granza de granulometría fina, siendo éste el producto que tiene mejor mercado.

En cuanto al uso que le vamos a dar a la granza resultante del triturado de los NFU's partimos de los requisitos que debe cumplir en las dos aplicaciones objeto del proyecto, hormigones y morteros.

#### *-Hormigones Aligerados/Porosos/Aislante Acústico:*

Son hormigones cuya principal característica es su peso específico, muy ligero en comparación al resto de hormigones convencionales. Su densidad es inferior a 2000 Kg./m<sup>3</sup>, pudiendo llegarse, según el caso, a densidades cercanas a 1000 Kg./m<sup>3</sup>.

**-Morteros Impermeabilizantes:**

Producto a base de cemento blanco, granza de caucho de 1-3 Mm., tamizados, resinas y aditivos. Sus principales aplicaciones son depósitos, balsas, piscinas, fuentes, sótanos, aparcamientos subterráneos, fosos de ascensores, túneles y en muros exteriores en cimentación. Para asegurar la impermeabilización el espesor final debe ser de 5 Mm. en cualquier punto.

A continuación se muestra una tabla con las características principales de ambos productos y sus aplicaciones,

|  | DENSIDAD               | CARACTERÍSTICAS GENERALES  | CONDICIONES TÉCNICAS  | APLICACIONES   | COMPOSICIÓN  |
|--|------------------------|--|---|--|--|
| <p><b>HORMIGÓN ALIGERADO / POROSO/ AISLANTE ACÚSTICO</b></p> | <p>&lt; 2000 KG/M3</p> | <p><u>ALIGERADOS:</u><br/>                     AISLANTES, RELLENO, NIVELACIÓN</p> <p><u>POROSOS:</u><br/>                     FAVORECEN LA ESCORRENTÍA Y EL DRENAJE DEL AGUA DE LLUVIA</p> <p><u>AISLANTE ACÚSTICO:</u><br/>                     POR VÍA SECA MEJOR ADHERENCIA DE LOS NEUMÁTICOS, DISMINUYEN RUIDO AL CIRCULAR</p> | <p>GRANOS DE FORMA REDONDEADA Y SUPERFICIE CERRADA</p> <p>SER COMPATIBLE CON EL CEMENTO Y EL ACERO</p> <p>RESISTENTE A CLIMATOLOGÍA (HIELO)</p> <p>AUMENTAN RESISTENCIA A DEFORMACIONES PLÁSTICAS, FATIGA Y FISURA, DEFRMACION POR ALTAS Y BAJAS Tª</p> | <p>ZONAS DE TRAFICO LIGERO, TALUDES</p> <p>ZONAS DE LAVADOS INDUSTRIALES</p> <p>PISTAS DEPORTIVAS</p> <p>EN ESTRUCTURAS PORTANTES CON ARMADURAS SIN PRETENSAR</p> <p>CAPAS DE RODADURA</p> | <p>ARIDO: MEZCLA DE GRANZA DE NFU Y ARIDOS TRADICIONALES</p> <p>CEMENTO: CONVENCIONAL DE ADICIÓN TIPO 42,5</p> <p>AGUA</p> <p>ADITIVOS</p> <p>PLASTIFICANTES</p> |

|                                    | DENSIDAD   | CARACTERÍSTICAS GENERALES  | CONDICIONES TÉCNICAS | APLICACIONES  | COMPOSICIÓN   |
|------------------------------------|------------|--|----------------------|---|---|
| <b>MORTEROS IMPERMEABILIZANTES</b> | 1450 KG/M3 | <p>BUENA ADHERENCIA AL SOPORTE</p> <p>APLICABLE A SOPORTES HÚMEDOS</p> <p>IMPERMEBLE AL AGUA Y AL VAPOR DE AGUA</p> <p>RESISTENTE A LA PRESIÓN OSMÓTICA CAUSADA POR LA ASCENSIÓN CAPILAR DE LA HUMEDAD</p> |                      | <p>IMPERMEABILIZACIONES A PRESIÓN POSITIVA</p> <p>MODERADA: MUROS, PAREDES, MESIANERAS, JARDINERAS</p> <p>IMPERMEABILIZACIÓN A CONTRAPRESIÓN EN ELEMENTOS ENTERRADOS: FOSOS DE ASCENSORES, APARCAMIENTOS, SÓTANOS</p> | <p>AGUA</p> <p>CEMENTO</p> <p>POLVO DE NFU (<math>\Phi &lt; 5\text{MM}</math>)</p> <p>ADITIVOS</p> <p>HIDROREPELENTES</p> |

## **VIABILIDAD TÉCNICA**

Para la definición del diseño de la planta, se dividirá la fase de diseño en tres fases

- conceptual, ubicación de la planta, esquema de principio y esquema general de la planta.
- de detalle, se comprobará que cumple con los requisitos, se identificarán alternativas y se justificará la elección de la maquinaria y proceso de reciclado.
- dimensionamiento de la planta, para optimizar el reciclaje

### **Diseño Conceptual**

#### *Emplazamiento de la planta*

El principal problema que existe para el reciclaje de los neumáticos usados es la dispersión geográfica en la generación de estos residuos, que presenta serias dificultades en el proceso de recogida, sobre todo económicas comunes a la aplicación de cualquier tecnología. Además se presentan una serie de problemas de almacenamiento, al ser un producto altamente inflamable y capaz de producir nubes tóxicas en caso de incendio, que se unen a las financieras por el gran volumen que ocupan.

Se propone una solución descentralizada al problema, dando gran flexibilidad al proyecto, al tiempo que permite solucionar los problemas de entornos locales lejanos a los lugares en que se implanten las soluciones de tipo centralizado. Las aproximaciones son las siguientes:

1. El usuario es mucho más consciente del aspecto positivo de la acción medioambiental si ve como un problema que le afecta directamente puede resolverse in situ con su colaboración.
2. Se evita el agravio comparativo que para las poblaciones elegidas como sede de plantas de tratamiento masivo supone el impacto ambiental de las mismas. La filosofía de este concepto parte de que el ciudadano responsable de la utilización del producto contaminante es también quien soporta el proceso de eliminación, sin trasladar esta responsabilidad a otras zonas geográficas.
3. Se pretende producir, partiendo de los neumáticos de desecho, materia prima para productos que podrían llegar a ser comercializables, dando una solución integral al problema de los neumáticos cerrando el primer ciclo producción-reutilización.

4. La solución a demostrar pretende ser el germen de una tecnología de aplicación industrial descentralizada, que tras el éxito de los prototipos incluidos en el presente proyecto de demostración y su posterior escalado industrial, pueda resolver el problema de muchos municipios.

Nosotros ubicaremos la planta de reciclado de NFU en San Fernando de Henares.

La elección de como emplazamiento de la planta se debe a los siguientes factores:

1. San Fernando de Henares es una localidad de 105 000 habitantes de la provincia de Madrid, situada en el este de la región a 12 Km. de la capital. Constituye un nudo importante de transporte por carreteras de gran importancia en las comunicaciones españolas. Por San Fernando de Henares pasan M-40, M-45, M-50, A-2, R-2, las tres primeras distribuyen el tráfico por el este de la región de Madrid, descongestionando la capital y núcleos urbanos del tráfico de camiones. Además se ha tenido en cuenta la cercanía a la localidad de Arganda del Rey, dónde se sitúa el único vertedero de la región que admite neumáticos.
2. Debido a su situación geográfica, San Fernando de Henares ha ido desarrollando una potente industria del transporte, que se ha ido especializando en la distribución de mercancías entre las dos mayores ciudades de España, Madrid y Barcelona. Esta especialización se ha realizado de una forma modélica siendo los líderes las empresas TIBBET & BRITTEN y SEUR que han adoptado las últimas tecnologías para fortalecer los índices de calidad y seguridad del negocio, así como para competir en el mercado europeo de una forma ventajosa y rentable. Por todo ello a su alrededor se ha creado una red de talleres para dar servicio a las empresas anteriormente citadas.
3. Se ha estimado que, debido a las circunstancias anteriores, la cantidad actual de ruedas usadas acumuladas en la localidad superan las 750 000 y que dicha cantidad se ve incrementada anualmente en 120 000 unidades. Esto viene a suponer aproximadamente unos 6 450 000 Kg (6 450 ton) acumulados y unos 1 032 000 (1 032 ton) emergentes cada año. En un radio de 50 Km. A la redonda las cifras se multiplican por 23, debido a que en dicha zona de influencia encontramos algunos de los municipios más grandes de la región y por ende de España. Solamente a nivel de Comunidad Autónoma, se estima que la cifra alcanza 148 350 toneladas de neumáticos acumulados incorporándose 23 736 toneladas cada año.
4. Para estos subsectores tan importantes para la economía regional desde los puntos de vista de mejora de la competitividad y de la mejora de las condiciones sociales puedan

consolidarse a largo plazo, es indispensable resolver el problema asociado a la eliminación de los neumáticos, situación que debido a la falta de una solución adecuada está alcanzando unas dimensiones alarmantes a nivel de determinados municipios de la región.

A la vez que los condicionantes ambientales, que aparecen detallados en el Capítulo de Seguridad e Higiene, han sido tenidos en cuenta una serie de condicionantes económicos que garanticen la viabilidad del proyecto a unos costes de gestión fácilmente asumibles por los productores de los residuos, particularmente la distancia a los principales centros productores y la existencia de vías de comunicación de fácil y rápido acceso.

### *Esquema de principio*

La filosofía básica de la gestión de neumáticos usados persigue el objetivo de una generación final nula de residuos, con aprovechamiento total de los subproductos producidos (caucho, acero y lanas) por lo que la única tecnología que permite en estos momentos una valorización total de estos subproductos y es compatible con la cantidad de neumáticos a tratar en dicho municipio, consiste en la trituración con separación de subproductos. Además desde el punto técnico de la eliminación de los neumáticos usados, éste pasa por la aplicación de tecnologías de procesamiento para la separación mecánica de los componentes.

Para poder seleccionar el tipo de proceso de granulación que mejor se adapte a nuestras necesidades se ha realizado un análisis de los factores que intervienen en dicho proceso y que fundamentalmente son:

- Materiales implicados en el proceso productivo y sus características
- Gama de productos a obtener: diferentes tamaños de granza
- Capacidad del proceso en función de los requerimientos de la oferta y la demanda.

Teniendo en cuenta estos factores se ha diseñado un proceso, cuya finalidad es la consecución del objetivo del prototipo. A la hora de seleccionar cada uno de los equipos de procesamiento se han hecho una serie de valoraciones que conjugan las necesidades de cada una de las etapas del proceso, con el objeto final del proyecto y con los medios y recursos disponibles. El esquema de funcionamiento es el que sigue:

- Recepción del material bruto.
- Separación Mecánica de los componentes de los NFU en caucho, textil y acero
- Almacenamiento de los materiales inertes (textil y acero) para su venta a recicladores

- Tratamiento del material apto para el reciclado y su clasificación.
- Trituración del caucho para la obtención de granza
- Separación de subproductos por medio de cribado
- Tratamiento de los productos obtenidos

La planta de tratamiento dispondrá de todos los equipos necesarios de separación para llevar a cabo el proceso descrito. Además contará con una extensión, lo suficientemente amplia, para la eliminación de los inertes tratados, en la cual se puedan depositar los rechazos generados en el proceso, así como los excedentes del reciclado, como más adelante se indicará.

Las operaciones o procesos que se realizan en el conjunto de la unidad vienen agrupados en los siguientes:

1. Proceso de Recepción del material.
2. Proceso de Separación Mecánica
3. Proceso de Reciclaje de subproductos
4. Proceso de Lavado
5. Proceso de Trituración
6. Proceso de Almacenamiento
7. Proceso de Eliminación

A continuación detallamos el esquema de principio del flujo principal de la planta

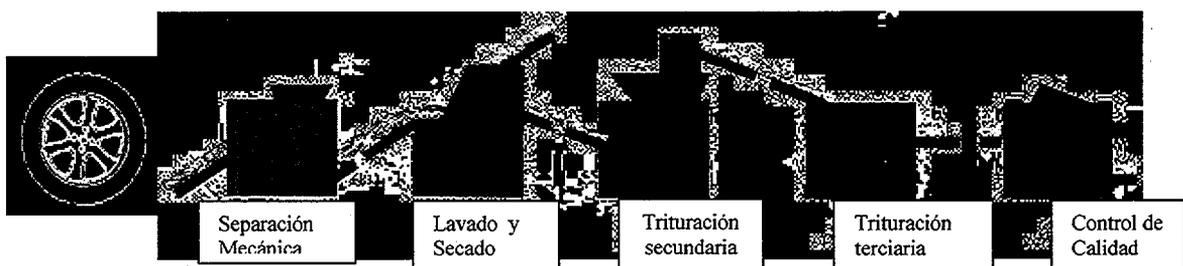
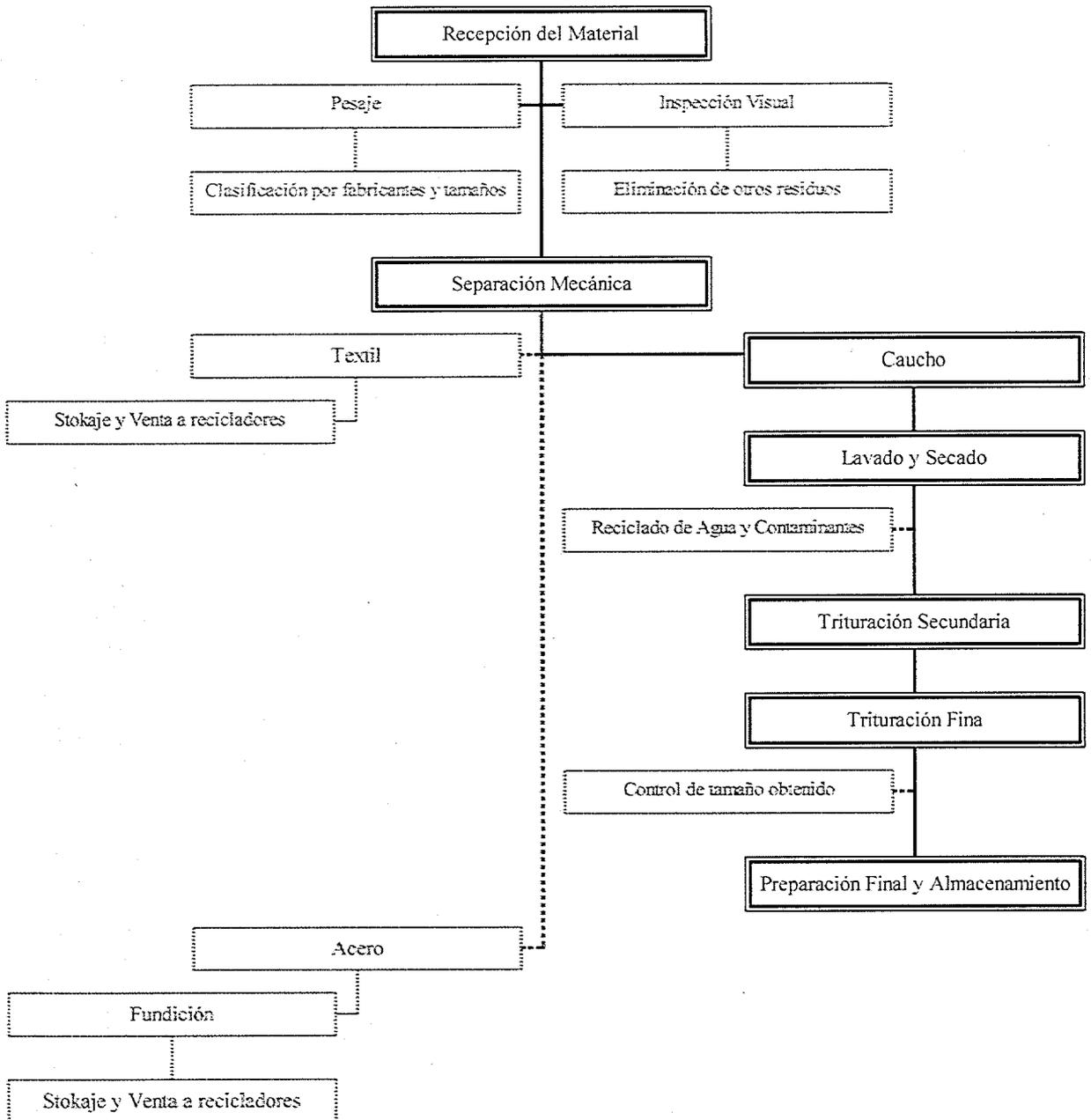


Fig. 1 Flujo principal de la planta

### Reciclado de Neumáticos Procesos de la planta



Esquema 1: Esquema de principio. Procesos realizados en la planta

## **Diseño de Detalle**

Se realiza ahora el estudio de los requisitos, identificando alternativas y justificando la selección final.

El proyecto consiste en la implantación y puesta en funcionamiento de una planta piloto para el aprovechamiento de los materiales, mediante tratamiento mecánico, que componen los materiales de desecho, integrada por los procesos que se describen a continuación:

### **1. Proceso de recepción del material.**

A su llegada al acceso principal de la planta los vehículos que realizan el transporte de material a la planta así como los que salen de la misma con subproductos, son sometidos a pesaje y control en la zona de recepción. Para ello, se ha instalado una báscula para camiones. La báscula será electrónica estando gestionada por un PC que registra los siguientes datos: tara, peso de entrada, peso de salida, matrícula, procedencia, fecha y hora.

La balanza y el registro de los materiales que llegan como los ya tratados es importante para manejar profesionalmente una planta de reciclaje. Los propósitos de mayor importancia son:

- Conocer el stock actual de materiales en la planta de reciclaje
- Comprobar los registros de la compañía compradora con los de la planta para evitar problemas administrativos
- Hacer la contabilidad de la planta de reciclaje

### **2. Proceso de Separación Mecánica**

En una primera fase, se procede a inspeccionar visualmente el material. Seguidamente se procede al vaciado en la plataforma de recepción o descarga, para su tratamiento.

En la plataforma de descarga se realiza una primera selección de los materiales, clasificándolos en función de su tamaño, de camión o vehículo y en función del fabricante, ya que la composición porcentual del neumático variará en función de proceso de fabricación.

El área necesaria se dimensiona en función del volumen que ocupan los neumáticos, de la producción de la planta y del número de camiones necesarios para alcanzar la producción comprometida.

La plataforma de clasificación estará construida en hormigón al lado del almacén y equipo adyacentes, siendo de fácil limpieza.

Asimismo, son separados los residuos de carácter orgánico y los considerados tóxicos y peligrosos, como por ejemplo aceites y lubricantes, siendo éstos últimos incorporados a los circuitos de gestión específicos para tales tipos de residuos.

Tras esta primera selección, los neumáticos gruesamente limpiados se incorporan a la línea donde se lleva a cabo la separación mecánica. Se realiza la separación de las distintas fracciones del neumático: caucho, textil y acero.

*Esquema de instalación para separación mecánica de los materiales componentes de neumáticos usados:*

Consta de tres estaciones

En la primera estación se efectúa la alimentación de los neumáticos a través de un alimentador de rodillos. Un actuador posiciona la cubierta en la máquina de corte.

En la segunda estación se efectúa el corte de la goma separándola de la parte de tejido y cable metálico, para ello se procede a la sujeción de la cubierta, reconstruyendo la forma de la rueda mediante acoplamiento del neumático a una llanta. Se introduce aire a presión a través de la llanta, haciendo a continuación el seleccionado de la mayor parte de la goma mediante un conjunto de cuchillas guiadas por sensores, que pararán el proceso al detectar el cable de acero. La goma cae por gravedad en una tolva de la que pasa el prototipo de lavado y secado.

La tolva sirve para la descarga de la goma en grandes trozos separadas del resto de componentes del neumático. La tolva debe ser adecuada a la cantidad diaria de goma separada por la separadora mecánica. Aquí se deben hacer también proyecciones del crecimiento poblacional para poder estimar la producción de neumáticos fuera de uso y, por consecuencia, de materiales reciclables en el futuro.

Se recomienda la construcción de una tolva con las medidas siguientes:

Largo y ancho: Forma V (con la punta en dirección de la planta de reciclaje y la parte abierta frente a la descarga de los recolectores), área suficiente para almacenar la goma de 2 días.

Altura máxima: 2 m

La goma va a caer desde la separadora por gravedad.

La tolva forma parte de la separadora estando construida con acero. Consta de una abertura inferior de accionamiento automático para transferir los materiales a la trituradora secundaria de caucho.

La tolva debe evitar la dispersión de materiales volátiles en los alrededores de la planta de reciclaje. Cuando se trata de una planta de reciclaje muy grande con dos líneas de reciclaje, la forma de la tolva se modifica de manera adecuada.

La profundidad tiene que ser baja para garantizar un manejo manual de la goma en caso necesario y permitir un adecuado control de calidad para garantizar el correcto funcionamiento de la separadora.

Una buena condición es que, aún cuando la tolva tenga una gran capacidad, la boca de entrada a la misma esté limitada al tamaño que puede absorber el propio sistema del molino.

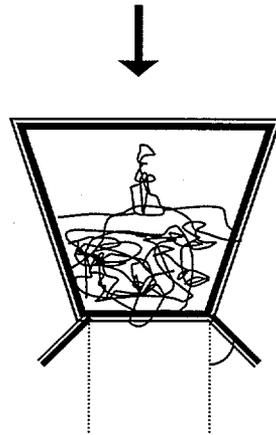


Fig. 2: Esquema de la Tolva de Alimentación de la Trituradora

La capacidad de admisión está determinada por el tamaño de la boca de entrada, que va desde un ancho de 200 mm hasta 2.000 mm y está dimensionada en función de la trituradora a la que alimenta. En las grandes unidades, como es nuestro caso, se hace necesaria una automatización de diversas operaciones, como el accionamiento de la tolva, la parrilla y otros elementos pesados, mediante sistemas hidráulicos o mecánicos. Esto complica la administración de la potencia instalada, que puede hacer necesaria la instalación de un control electrónico.

En la tercera estación, el resto del neumático, formado por cables de acero, tejido, y una pequeña proporción de goma, es retirado de la llanta.

Todos los materiales (subproductos) seleccionados en el proceso anterior son recogidos en contenedores y almacenados en las zonas de clasificación (trojes y contenedores) para su posterior reciclado y/o reutilización.

De esta primera separadora se obtendrán piezas más o menos grandes de neumático que pasarán por un tren de lavado, que se detallará más adelante.



**Ratio de Producción para NFUs enteros**

Trituradora Primaria.... 22-24 ton/h  
Trituradora Secundaria....4-6 ton/h  
Trituradora Terciaria .....4-6 ton/h

Fotografía 1: Cortesía de Columbus Kinnon Corporation®

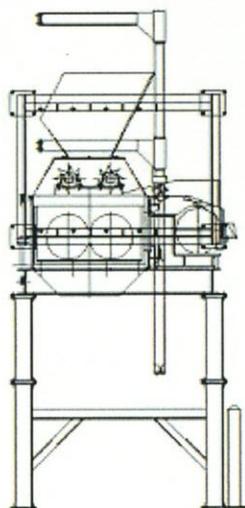


Fig.3 Detalle de la separadora de los componentes de los NFU

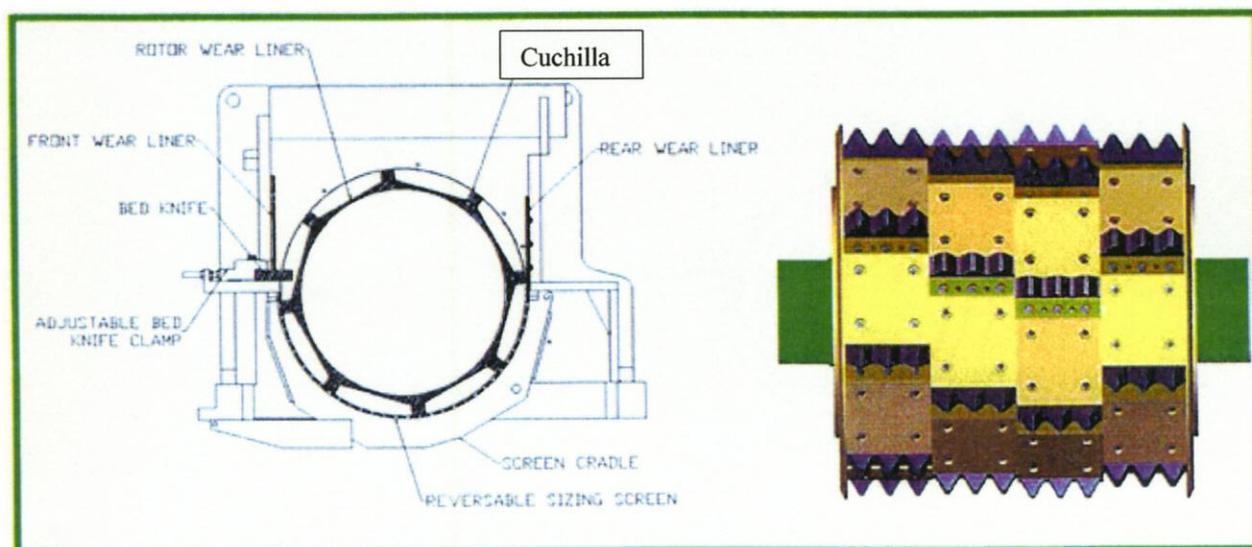


Fig. 4 Detalle de la cuchilla

### 3. Proceso de Reciclaje

A partir de esta se integran el resto de maquinaria

*Esquema de maquinaria para fundición de acero:*

Para la eliminación de todo el residuo del caucho que se encuentre adherido a dicho metal.

El material metálico aparecerá una vez terminado el proceso de separación mecánica, junto con pequeñas partículas de caucho. Para poder venderlo a recicladores con un valor añadido hay que eliminar todo residuo de caucho que se encuentre adherido a dicho metal. Partimos de la composición química del metal que proporcionan los datos de los fabricantes. Sometemos al metal a un proceso de elevación de temperatura hasta los 180°C de forma que el caucho quede en estado viscoso separándose del metal. Sobre filtros de resina absorbentes se recogerán los depósitos de los compuestos contaminantes procedentes de la combustión del residuo de caucho adherido al metal.

A partir de ahí, los materiales restantes, aptos para ser reciclados, tales como: textil y acero son reintroducidos en el ciclo comercial correspondiente, a través de empresas especializadas en cada caso.

En el caso de residuos orgánicos y basuras domésticas, éstos son enviadas a las instalaciones de tratamiento de RSU más próximas a la Planta.

Los residuos tóxicos y peligrosos son retirados por gestores autorizados al efecto.

### 4. Proceso de Lavado

La preparación del producto final comienza sometiendo al material a un lavado para eliminar los aditivos no deseados, como restos de tierra y arena que podrán desgastar las cuchillas y así disminuir la vida útil de las mismas. La limpieza del neumático dentro de la planta de reciclaje constituye una importante ventaja económica dando valor añadido al producto.

Existen varias tecnologías para limpiar los materiales plásticos. La más sencilla, aunque menos productiva es el lavado manual. En las plantas de reciclaje con mayor capacidad se puede considerar el lavado mecanizado. Para este existen diferentes tecnologías. Las más usadas son:

- Lavado de grandes trozos en un tren de lavado

- Trituración mecánica de los plásticos con lavado sucesivo.

Dado el volumen de producción de nuestra planta optamos por el tren de lavado con secado por aire caliente centrífugo posterior justificando su elección.

Las ventajas de este sistema son:

- El material llega en trozos grandes proveniente de la separadora y es el sistema que mejor se adapta a la alimentación en grandes trozos.
- Se obtiene una buena limpieza del producto.
- Grasa y aceite se deben secar con detergente.
- El secado por aire caliente garantiza un porcentaje más bajo de humedad ya que la opción del mecánico con centrífuga no da resultados óptimos (20 % de humedad después del secado)

El alto costo de inversión en el equipo queda compensado por el bajo coste operativo del mismo en cuanto a mano de obra, coste de electricidad y coste de agua.

El rendimiento del equipo es de 4,200 ton/hora

#### *Esquema del tren de lavado*

Nosotros elegiremos un lavado mecánico, es decir, un tren de lavado el cual consta de las siguientes partes: cinta transportadora la cual va a transportar los neumáticos hasta la zona de lavado, sometiendo al neumático a un chorro de agua a presión a 55°C con un detergente neutro, posteriormente se someterá a un secado mediante aire calentado a 80°C almacenando el material en un silo intermedio que homogeneizará el material. Garantizará también un importante ahorro de agua y energía eléctrica a lo largo del proceso de tratamiento. El agua se filtrará y se recirculará para introducirla de nuevo en el proceso.

El esquema del tren de lavado se indica en el Plano del Esquema de Principio.

#### 5. Proceso de Trituración

Como la aplicación final del producto va a ser su utilidad en morteros y hormigones hay que tener en cuenta el tamaño más apropiado para cumplir con los requisitos necesarios. Para ello en el hormigón tendremos que distinguir entre áridos finos y gruesos. Se definen como áridos

finos la fracción del mismo que pasa por el tamiz de 5 mm, siendo el árido grueso la fracción del mismo que queda retenida en este tamiz.

Como continuación se somete al material ya lavado y seco a una trituración. El proceso de trituración de los neumáticos está dividido en dos etapas:

- Trituración Secundaria, obtiene partículas entre 20 y 30 mm.
- Trituración Terciaria, obtiene partículas de entre 1 y 3 mm.

Las denominamos trituración secundaria y terciaria porque ya se ha producido una trituración gruesa al realizar la separación mecánica de los componentes.

#### *Esquema de Trituradora*

La elección de la trituradora es el eje principal del proyecto, dado que es uno de los elementos clave dentro del proceso y de su utilidad en procesos alternativos. Las instalaciones que actualmente se encuentran funcionando incorporan trituradoras similares en línea dentro de su proceso productivo.

El régimen versátil de la trituradora favorece su uso en un gran número de campos de trabajo, destacando su gran importancia dentro del reciclaje: las trituradoras se presentan en diversas formas y tamaños, pero pueden ser clasificadas en dos categorías fundamentales: las trituradoras de alta velocidad con un bajo momento de torsión y las de baja velocidad con un fuerte par torsor. La selección del tipo de trituradora se ha realizado teniendo en cuenta los siguientes factores:



#### **Ratios de Producción para NfUs procedentes de la separadora mecánica**

Trituradora Secundaria... 4-6 ton/h \*

(\*) datos del fabricante, se adjunta en anejos

Fotografía 4: Trituradora y Ratios de Producción

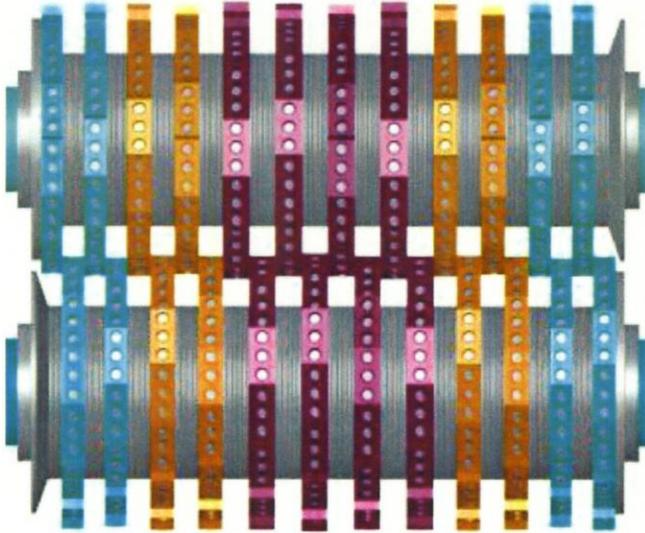


Fig. 5 Detalle de la cuchilla (2)

- Tamaño del producto: Las trituradoras del primer grupo permiten una gran capacidad de producción, las de la segunda una mayor reducción de volumen
- Nº de ejes incorporados en la trituradora y su velocidad: Las trituradoras de la primera categoría incorporan un eje único con cuchillas fijas u oscilantes, que giran a velocidades comprendidas entre 1 000 y 3 500 r.p.m. En el caso de una trituradora de dos o más ejes con dientes fijos sobre tambor o cuchillas a una velocidad de 15 a 30 r.p.m. En el caso de una trituradora de dos ejes, como el que se prevé implantar, se puede incluso desarrollar un monorrotor sin más que dejar fijo uno de los dos rotores.
- Aprovechamiento del área de corte: Las del primer grupo tiene una menor área de corte con lo que los esfuerzos realizados por la máquina son más violentos y se necesita una mayor potencia de giro.
- Potencia del motor: Las del primer grupo necesitan potencias mayores de 50 cv, caros y con costes operativos elevados, excesivos para la capacidad de producción del proyecto
- Materiales implicados en la producción: La existencia de acero implica riesgo de incendios por chispa en un ambiente con mucho polvo para las del primer grupo. El riesgo de atascos debido a dicho material también ha sido un factor importante, ya que es te tipo de trituradora no permite incorporar desconectores ni circuitos de marcha atrás, pudiéndose llegar ala rotura del eje.
- Tipos de corte: En las del primer grupo, el corte se produce entre la cuchilla del monorrotor y las cuchillas fijas u oscilantes del estator, de una forma prácticamente instantánea. En los procesos de las trituradoras del segundo grupo el proceso de corte se produce en dos fases

independientes. En primer lugar se produce un corte por cizalla de impacto, al incidir la cuchilla sobre el material entrante. Posteriormente, se produce un arrastre de dicho material entre los dos rotor es y comienza un segundo corte por desgaste entre las paredes de los mismos. La descomposición de los cortes en el tiempo permite el análisis de la herramienta y su optimización.

- Incorporación de una rejilla inferior: Las rejillas montadas en la parte inferior, justo debajo de las cuchillas, permiten la regulación de los productos obtenidos al recircular aquellos que tengan dimensiones superiores. Al mismo tiempo se produce una tercera sección de corte entre la cuchilla y la rejilla con un efecto de cizalla entre ambas. En la trituradora del primer grupo no es posible la colocación de esta rejilla.
- Nivel de contaminación acústica y aérea: La del segundo grupo funciona con niveles de ruido inferiores a los 80 db., por debajo de los niveles industriales. Su alta torsión, su baja velocidad también elimina cantidades grandes de polvo, reduciendo al mismo tiempo la posibilidad de una combustión espontánea.

Una de las alternativas para variar la capacidad de la trituradora y como consecuencia el tamaño del producto resultante, consiste en el cambio de configuración de la cuchilla. Generalmente el material triturado tiene el mismo ancho que la cuchilla. Sin embargo la longitud del producto no puede ser definido de la misma forma, siendo inferior a la longitud de la cuerda entre dos dientes consecutivos de la misma cuchilla. Se puede tener en cuenta que cuanto más estrecha sea la cuchilla y cuanto mayor sea el número de dientes, los productos tendrían menor dimensión. Hay que tener en cuenta la potencia de corte que limita el número final de elementos. La elección entre el menor espesor de la cuchilla y mayor número de dientes se salda a favor del primero, debido al menor trabajo requerido sobre la superficie de la cuchilla.

- Cuchillas: La forma de la cuchilla y en especial, los ángulos de ataque son los mayores problemas desde el punto de vista de diseño de la máquina. Los materiales seleccionados para las cuchillas son aceros especiales para herramientas F-521 y F-522

## 6. Proceso de Almacenamiento

En la planta se han previsto zonas de almacenamiento (trojes y contenedores) para los diferentes materiales (subproductos), con el fin de que cuando haya la cantidad suficiente, proceder a la retirada y reciclaje de los mismos.

## 7. Proceso de eliminación

El material tratado no apto para su reutilización o reciclaje se deposita en el área de eliminación, que está ubicada en las inmediaciones de la planta. Este proceso se realiza sobre células independientes realizadas mediante diques que se irán rellenando y restaurando una vez colmatadas. En la base de cada una de las células se creará un sistema de drenaje en forma de raspa de pez que desemboca en una balsa, que servirá para realizar los controles de calidad oportunos.

## Dimensionamiento de la Planta

### Capacidad de Producción

Para llevar a cabo un correcto dimensionamiento de la planta en cuanto a su capacidad de producción hay que tener en cuenta los siguientes factores:

- Toneladas de NFU producidas en el área de influencia de la planta.
- Cumplimiento de lo estipulado en el Plan de NFU 2001-2001.
- Estudio de Mercado y Escenarios de Rentabilidad.

Si hacemos una valoración de los datos que manejamos en España se producen anualmente 239 .000 ton de NFU, de los cuales,

| Destino de los residuos de NFU | España (ton) | Zona de influencia de la planta (ton) |
|--------------------------------|--------------|---------------------------------------|
| NFU acumulados                 | 6 000 000    | 1 200 000                             |
| Traslado a vertedero (82,8%)   | 197 892      | 22 967                                |
| Recauchutado (11,1%)           | 26 529       | 7 960                                 |
| Valorización Energética (4,6%) | 10 994       | 3 298                                 |
| Reciclado (1,5%)               | 3 582        | 37 475 (*)                            |
| Total                          | 239 000      | 71 700                                |

(\*) En la zona de influencia de la planta el porcentaje de NFU reciclados alcanza el 52% debido al funcionamiento de una planta de molturación criogénica del caucho procedente de NFU que opera en Valdemoro (Madrid) y que tiene una capacidad de tratamiento de 36 400 ton/año.

Tabla 2: Destino de los NFU en España

La capacidad de producción de la planta será la siguiente en función de la maquinaria detallada en cada uno de los procesos anteriores

|                          |                               |
|--------------------------|-------------------------------|
| Capacidad de Tratamiento | 4 ton /h./Línea de Producción |
| Días hábiles             | 221 días                      |
| Turnos de trabajo        | 2 de 8h/días                  |

Capacidad Tratamiento año

14 144 ton /año

Como vemos del cuadro anterior hay margen suficiente para la operación de la planta que pretendemos.

Para optimizar el reciclaje, el análisis de los NFU es indispensable y sirve como base para:

- Dimensionamiento de la Separadora Mecánica
- Dimensionamiento del tren de lavado
- Dimensionamiento de la Trituradora Secundaria y Fina
- Dimensionamiento de las máquinas auxiliares

En el siguiente cuadro se muestran los parámetros a tener en cuenta en el análisis de los NFU

| Objetivo                                    | Parámetro Analizado       | Unidad         | Método  |
|---|---------------------------|----------------|---|
| Determinación Producción Anual de NFU       | Peso                      | Ton            | Registros disponibles en municipios y CCAA          |
| Determinación Volumen de NFU                | Volumen                   | m <sup>3</sup> | Utilizar datos de los fabricantes                   |
| Determinación de los componentes de los NFU | Tipo de Materiales y Peso |                | Utilizar los datos que proporcionan los fabricantes |

Tabla 4: Parámetros analizados en los NFUs

Teniendo en cuenta los datos obtenidos del estudio anterior obtenemos las siguientes cifras

| CUADRO DE NECESIDADES DE NFU              |                 |                |           |
|---|-----------------|----------------|-----------|
|   | Vehículos (90%) | Camiones (10%) | Total     |
| Toneladas necesarias (8% mermas)          | 13 748          | 1 527          | 15 275    |
| Peso Medio (Kg.)                          | 8,6             | 45,5           | 12,29     |
| Nº NFU                                    | 1 598 605       | 33 560         | 1 632 165 |
| Capacidad de transporte/vehículo recogida | 6,536           | 1,003          | 5,9827    |

| CUADRO DE NECESIDADES DE NFU |        |       |        |
|------------------------------|--------|-------|--------|
| Nº Vehículos Recogida /año   | 2 103  | 1 522 | 3 625  |
| Nº Vehículos Recogida /día   | 10     | 7     | 17     |
| Stock de seguridad           | 288    | 32    | 320    |
| Nº NFU                       | 34 000 | 750   | 34 750 |

Tabla 5: Necesidades de NFUs

Justificamos los datos de la tabla:

#### Separadora Mecánica

El proceso tiene una duración de 8 sg. por neumático de vehículo, desde que entra por el rodillo hasta que se separan los componentes y 36 sg. por neumático de camión, por lo que la producción alcanzada es de 450 neumáticos A/ hora y 100 neumáticos B/hora

De los datos de los fabricantes, vistos en antecedentes, se calculan los datos de producción de la separadora en función del neumático de alimentación:

Peso medio neumático A (utilitarios y furgonetas) 8,6 Kg

Peso medio neumático B (camiones) 45,4 Kg

|                       | Tiempo Ciclo Separación (sg) | Ratio Producción (tn/h) |
|-----------------------|------------------------------|-------------------------|
| Neumático A (8,6 Kg)  | 8                            | 3, 870                  |
| Neumático B (45,4 Kg) | 36                           | 4,540                   |

#### Tren de Lavado

Cada trozo de neumático permanece 12 s. dentro del tren de lavado, con lo que el ratio de producción será el siguiente:

|                                    | Tiempo Ciclo Lavado<br>(sg) | Peso                            | Capacidad de la<br>máquina (tn/h) |
|------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| Entrada Neumático A<br>3,870 ton/h | 12                          | 2,5 Kg. un trozo<br>cada 3,5 s. | 4,200                             |
| Entrada Neumático B<br>4,540 ton/h | 12                          | 2,5 Kg. un trozo<br>cada 3,5 s. |                                   |

### Trituradora Secundaria

Se consigue un tamaño de 20-30 mm

Capacidad de producción 4-6 tn /h

Alimentación: trozos de gran tamaño procedentes de la separadora

Según anexos y condiciones facilitadas por el fabricante

### Trituradora Terciaria

Se consigue un tamaño de 1-3 mm

Capacidad de producción 4-6 tn/h

Alimentación: Granza procedente de la trituradora secundaria

Según anexos y datos facilitados por el fabricante

### *Superficie necesaria y Disposición de la planta*

El área de que dispongamos se calculará en función del tipo de equipamiento, tipo de infraestructura y cantidad de NFU tratados diariamente.

Las áreas más importantes son:

área de recepción, área de almacenamiento y área de procesado.

#### 1. Cálculo de área de recepción

La descarga se producirá en una zona posterior a dónde se sitúa la báscula y situado al aire libre, los camiones efectuarán la descarga basculando de uno en uno y para ello la zona debe permitir su maniobra y operación dentro del recinto de la planta.

Para ello se dispondrá de un área de  $60 \times 30 \text{ m} = 1\,800 \text{ m}^2$

## 2. Cálculo del área de almacenamiento de materia prima:

Según el cuadro de necesidades visto anteriormente, para mantener el stock de seguridad necesario para el funcionamiento de la planta debemos tener 34 750 NFU almacenados:

2.1.1. 34 000 neumáticos de coche, si se efectúa un almacenamiento en forma de empaquetamiento hexagonal compacto en un área de  $50 \times 50$  en 4 alturas 56 832 neumáticos. Como no aporta valor añadido y encarece el proceso el almacenarlos correctamente, consideramos que están almacenados y perdemos un 40% de espacio, por ello necesitamos esta área para los 34 000 NFU.

2.1.2. 750 neumáticos de camión, si se efectúa un almacenamiento en forma de empaquetamiento hexagonal compacto en un área de  $25 \times 35$  en 2 alturas 1 144 neumáticos. Al igual que en el caso anterior como no aporta valor añadido y encarece el proceso el almacenarlos correctamente, consideramos que están almacenados y perdemos un 40% de espacio, por ello necesitamos esta área para los 750 NFU.

Entonces el área mínima destinada a almacenamiento:  $50 \times 50 + 25 \times 35 = 3\,375 \text{ m}^2$ . En nuestro recinto dispondremos de un área de 4 000  $\text{m}^2$ .

## 3. Cálculo del área de procesado:

Para alcanzar el ratio de producción de 4tn/h necesitamos la siguiente maquinaria:

Con la separadora superamos los valores de necesarios combinando la separación de neumáticos Tipo A y tipo B, con lo que dispondremos de una maquina.

Dispondremos de los contenedores necesarios para almacenaje de los productos provenientes de la separadora, como son textil y acero.

Con el tren de lavado alcanzamos los valores necesarios para ello dispondremos de un tren de lavado que actúen simultáneamente para alimentar la trituradora secundaria.

Dado que tanto la trituradora primaria como la secundaria alcanzan los ratios de producción necesarios sólo dispondremos una de cada una de ellas.

Dispondremos de zona de almacenaje para preparación y embalaje de productos terminados

Además necesitaremos zona de oficina, aseos y vestuarios para el personal de la planta.

El área de la planta es de 1 089,59 m<sup>2</sup> en planta baja más una mesianina de 70 m<sup>2</sup>, teniendo un perímetro exterior de 26,8 \* 43,04 m<sup>2</sup>.

De dicha superficie destinaremos 100 m<sup>2</sup> a la zona de expedición y 450 m<sup>2</sup> a la zona de procesado que es dónde se encuentra la maquinaria necesaria para realizar el proceso. Otros 140 m<sup>2</sup> se destinan a aseos, oficinas, laboratorio y vestuarios. Estos 140 m<sup>2</sup> se distribuyen en dos plantas de 70 m<sup>2</sup> cada una.

#### 4. Cálculo del área de almacenamiento de productos terminados

Vamos a disponer de dos almacenes distintos para productos terminados, uno para cada producto que obtenemos de nuestro proceso de trituración. Uno de ellos servirá para almacenar granza de 20-30 mm. y otro de 1-3 mm. La granza de 20-30 mm se almacena a granel y se extraerá del almacén mediante una cinta transportadora. Las dimensiones de este almacén son 300 m<sup>2</sup>.

El producto 2 (granza de 1-3 mm) se almacena en sacos de 25 kg en un almacén de 100 m<sup>2</sup>.

## **SEGURIDAD E HIGIENE**

El presente estudio básico de seguridad y salud tiene como finalidad establecer un adecuado nivel de protección para la salud de los trabajadores durante la construcción de la obra y la posterior puesta en servicio de la Planta de Reciclado de Neumáticos frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo; y por tanto tiene como objetivo identificar y valorar los eventuales riesgos o deficiencias en materia de seguridad de las condiciones de trabajo.

Este estudio básico se efectúa en cumplimiento del Real decreto 1627/1997 de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de construcción, dado que la actividad de las instalación está incluida entre las del anexo 1 del mencionado Real Decreto.

La realización de estudio básico de Seguridad y Salud permitirá una adecuada planificación de las actuaciones preventivas a adoptar en la mencionada instalación e iniciar un proceso de las mejoras de las condiciones de trabajo y en la prevención de riesgos laborales derivados de las mismas, conforme dispone la Ley 31/1995 Ley de Prevención de Riesgos Laborales de 8 de noviembre desarrollado por el Real Decreto 39/1997 de 17 de enero por el que se aprueban el Reglamento de los servicios de prevención.

Para entender el contenido del presente estudio es necesario definir algunos conceptos, como son:

- Puesto de Trabajo: es la unidad de actividad profesional diferenciada dentro de un esquema empresarial jerarquizado
- Riesgo: es la posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño de salud, concurriendo en su clasificación dos factores: la probabilidad de que se produzca el daño y la severidad del mismo.
- Medida preventiva o correctora: Es el conjunto de medidas destinadas a evitar la actualización de un riesgo mediante eliminación, sustitución y control de los factores que lo posibilitan.

## **PLAN Y PROYECTO DE SEGURIDAD**

### 1. Objeto

Establecer los criterios y medidas que se utilizarán para la vigilancia y control, por parte de la Dirección facultativa, del cumplimiento de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales por parte de los Contratistas, de cara a establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo, en el marco de una política coherente, coordinada y eficaz de prevención de riesgos laborales.

### 2. Obligaciones del Promotor

Antes del inicio de los trabajos, designará un coordinador en materia de seguridad y salud, cuando en la ejecución de las obras intervengan más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, o diversos trabajadores autónomos.

La designación de coordinadores en materia de seguridad y salud no eximirá al promotor de sus responsabilidades.

El promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente antes del comienzo de las obras, que se redactará con arreglo a lo dispuesto en el Anexo III del R.D. 1627/1997, de 24 de Octubre, debiendo exponerse en la obra de forma visible y actualizándose si fuera necesario.

### 3. Obligaciones de Contratistas y Subcontratistas

El contratista y subcontratista están obligados a:

3.1 Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:

3.1.1. Recogida de materiales peligrosos utilizados.

3.1.2 Adaptación del periodo de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.

3.1.3 Cooperación entre todos los intervinientes en la obra.

3.1.4. Interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.

3.2. Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el plan de seguridad y salud.

3.3 Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del R.D. 1627/1997.

3.4. Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud.

3.5. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el plan de seguridad y salud, y en lo relativo a las obligaciones que le correspondan directamente, o en su caso, a los trabajadores autónomos por ellos contratados. Además responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el plan..

Las responsabilidades del coordinador, Dirección Facultativa y del promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y subcontratistas.

#### 4. Formación del Personal

El contratista, como demostración de la divulgación a todo su personal, de la información recibida de la Distribuidora presentará a requerimiento de la misma, un registro de formación con la estructura siguiente:

- Fecha de realización del curso de formación
- Asistentes al curso
- Tema y contenido del curso
- Valoración del curso impartido
- Firma del responsable de seguridad del contratista

#### 5. Plan de Seguridad

El contratista debe acreditar, de manera previa a la contratación, que está en condiciones técnicas y organizativas de poder cumplir la normativa de prevención de riesgos laborales.

Para ello deberá entregar junto con la oferta un Plan de Seguridad que incluya la siguiente documentación, establecida en el artículo 23 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales:

- Medidas de protección y prevención a adoptar frente a los riesgos identificados y en su caso, material de protección que deba utilizarse.
- Plan de controles periódicos de las condiciones de trabajo y de las actividades de los trabajadores
- Práctica de los controles del estado de salud de los trabajadores e informe resumen de los mismos.

- Comunicación de los trabajadores destinados a estos trabajos durante la ejecución de los mismos y validez del contrato.
- Durante el período de validez del contrato se deberá facilitar a la Distribuidora el resultado de los controles periódicos de las condiciones de trabajo.
- Además, deberán acreditar adecuadamente la constitución del Servicio de Prevención en el caso de que estén obligados a ello.

## 6. Proyecto Técnico de Seguridad

El contratista deberá entregar un proyecto técnico de seguridad específico y concreto para el tipo de trabajo a realizar, que incluya:

### 6.1. La persona que actuará como responsable de Seguridad, con las funciones siguientes:

- 6.1.1. Velar por el cumplimiento de las normas en materia de prevención de riesgos laborales.
- 6.1.2. Vigilar el cumplimiento del proyecto de seguridad prestado
- 6.1.3. Coordinar las actividades de prevención de riesgos laborales, con el responsable de seguridad de la Dirección Facultativa.
- 6.1.4. Entregar al responsable de seguridad de la Dirección Facultativa, un parte mensual sobre la ejecución y desarrollo de las medidas en materia de prevención aplicadas.
- 6.1.5. Informar al responsable de seguridad de la Dirección Facultativa de cualquier tipo de accidente producido

### 6.2. La descripción de los riesgos que se han tomado durante la ejecución del trabajo

### 6.3. Las medidas de prevención que se tomarán durante la realización de los trabajos, medios materiales de seguridad y equipos de protección a emplear.

### 6.4. El plan de inspección a seguir por el contratista durante la ejecución del trabajo para conocer y controlar posible incidencias que se produzcan

### 6.5. Los certificados médicos de aptitud de los trabajadores

### 6.6. La documentación que acredite que los trabajadores han sido informados sobre los riesgos existentes en el trabajo y formados en prevención

## 7. Riesgos generales a prevenir en trabajos de construcción y mantenimiento

En general, para la realización del Proyecto técnico de seguridad que debe elaborar el contratista, éste tendrá en cuenta el cumplimiento de los requisitos de seguridad que se

establecen en los anexos del contrato, en particular los relativos a las condiciones de los trabajos y al Pliego de Normas Técnicas.

Además el contratista deberá explicitar las medidas preventivas que deberán tomarse sobre los posibles riesgos generales que se enumeran a continuación y sobre aquellos otros, específicos para cada tipo de obra y que son función de los métodos de trabajo que emplee y del tipo de maquinaria y útiles que se usen.

#### 7.1. Respecto a los lugares de trabajo

Los trabajos incluidos en este contrato se realizan principalmente zona de propiedad privada, teniendo cuidado del tráfico peatonal y otros servicios,....

#### 7.2. Respecto a la obra civil

Los riesgos derivados de este tipo de trabajo provienen de:

- 7.2.1. Maquinaria específica para la realización de los trabajos de demolición, excavación, relleno y reposición de zanja
- 7.2.2. Útiles para la apertura de zanjas a mano cerca de conducciones
- 7.2.3. Profundidades de zanja que exijan seguridades especiales, en terrenos no compactos o sometidos a esfuerzos.
- 7.2.4. Movimiento y circulación de maquinaria de obra
- 7.2.5. Acopio de escombros y/o tierras procedentes de excavación
- 7.2.6. Caídas al mismo / distinto nivel
- 7.2.7. Ruido durante la ejecución
- 7.2.8. Proyección de partículas y generación de polvo

#### 7.3. Respecto a la maquinaria

Los riesgos de este tipo de trabajo provienen de:

- 7.3.1. Maquinaria y/o útiles para la ejecución de los trabajos y en especial aquellos que precisen herramientas de corte
- 7.3.2. Movimiento de materiales en el lugar de trabajo y sus proximidades
- 7.3.3. Maquinaria, equipos u útiles de carga y descarga
- 7.3.4. Caída de materiales
- 7.3.5. Golpes con herramientas
- 7.3.6. Radiaciones por procesos de soldaduras eléctricas y radiografiados.
- 7.3.7. Proyección de partículas
- 7.3.8. Contacto con la energía eléctrica

## 8. Vigilancia y control del Plan de Seguridad en la ejecución de obra

El contratista deberá aplicar el proyecto técnico de seguridad mencionado en el apartado anterior en la ejecución de la obra, dejando constancia de este cumplimiento en el Libro de Obra o parte de trabajo equivalente, así como de las incidencias de seguridad que en su caso hubiera, adjuntando el informe de investigación de accidentes.

La Dirección Facultativa vigilará el cumplimiento de un plan de inspecciones, verificará aspectos tales como:

- 8.1. La aplicación de medidas de protección individual
- 8.2. La adecuación de los equipos empleados a los trabajos descritos
- 8.3. La revisión de las prácticas habituales de trabajo del personal del contratista y el aseguramiento de su seguridad y la de terceros que pudieran estar implicados en la operación analizada.

Esta vigilancia y control se completará comprobando la plena y correcta aplicación del plan de seguridad del contratista, dejando constancia de dichas comprobaciones en el Libro de Obra o parte de trabajo equivalente

## 9. Paralización de los trabajos

En el caso de incumplimiento de las medidas de seguridad con riesgo de peligro grave inminente, la Dirección Facultativa podrá para los trabajos hasta la corrección de las deficiencias que lo motivaron. En este caso, se aplicarán las sanciones previstas por la ley como las derivadas del propio incumplimiento de la ley de seguridad.

## 10. Obligaciones de los trabajadores

Los trabajadores autónomos están obligados a:

10.1 Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:

- Mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- Almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
- Recogida de materiales peligrosos utilizados.
- Adaptación del periodo de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.

- Cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
- Interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.

10.2. Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del R.D 1627/1997.

10.3. Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de actuación coordinada que se hubiera establecido.

10.4. Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

10.5. Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el R.D 1215/1997.

10.6. Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el R.D 773/1997.

10.7. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud.

Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el plan de seguridad y salud.

## 11. Libro de Incidencias

En cada centro de trabajo existirá con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud, un libro de incidencias que constará de hojas duplicado y que será facilitado por el colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el plan de seguridad y salud.

Deberá mantenerse siempre en obra y en poder del coordinador. Tendrán acceso al libro, la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes, los representantes de los trabajadores, y los técnicos especializados de las Administraciones Públicas competentes en esta materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el coordinador estará obligado a remitir en el plazo de 24 horas una copia de Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará dichas anotaciones al contratista y a los representantes de los trabajadores.

## 12. Paralización de los trabajos

Cuando el coordinador durante la ejecución de las obras, observase el incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista y dejará constancia de tal incumplimiento en el libro de incidencias, quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de tajos, o en su caso, de la totalidad de la obra.

Dará cuenta de este hecho a los efectos oportunos, a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará al contratista, y en su caso a los subcontratistas y/o autónomos afectados por la paralización a los representantes de los trabajadores.

### 13. Derechos de los trabajadores

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a seguridad y salud en la obra.

Una copia del plan de seguridad y salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

### 14. Disposiciones mínimas de Seguridad que deben aplicarse en las obras

Las obligaciones previstas en las tres partes del Anexo IV del R.D. 1627/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.

## **ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD**

### **1. Objeto**

Definir los criterios básicos de calidad a cumplir por el contratista para asegurar la calidad de los trabajos de construcción de la planta y puesta en marcha de la misma, así como describir los criterios e evaluación de la actuación del Contratista aplicados por la Dirección Facultativa.

### **2. Aseguramiento de la Calidad**

El Contratista es el responsable de ejecutar las obras de acuerdo con lo expuesto en el proyecto de construcción facilitado por la dirección facultativa y las disposiciones y/o reglamentos legales vigentes que sean aplicables, debiendo disponer de un sistema de aseguramiento de la calidad que evite la existencia de defectos en la obra.

Todo sistema de aseguramiento de la calidad presentado por el contratista, deberá evolucionar hacia uno que contemple los requisitos de la norma internacional ISO serie 9000. En caso de no serlo, el contratista se compromete a su adaptación,....

La Dirección facultativa llevará a cabo unos planes de supervisión, controles y auditorías de calidad en las obras, con el fin de comprobar y verificar su correcta ejecución y la inexistencia de defectos. La Dirección Facultativa registrará los incumplimientos de las condiciones contractuales, normativa técnica o disposiciones legales de obligado cumplimiento, para proceder a su valoración según su gravedad y/o repetitividad.

La Dirección facultativa valorará con periodicidad quincenal el nivel de calidad del contratista, evaluando el cumplimiento de las prestaciones contractuales. Si se sitúa por debajo del nivel de calidad considerado aceptable, además de las penalizaciones aplicadas por obra, podrán aplicarse otras sanciones que afecten a la facturación global del contratista y/o disminución de la carga de trabajo.

### **3. Defectología**

A efectos del aseguramiento de la calidad, las no conformidades detectadas se clasificarán según el siguiente criterio:

### 3.1. Defecto Critico

Toda deficiencia o incumplimiento de las especificaciones contractuales, técnicas o de seguridad, que por su naturaleza conduzca a situaciones arriesgadas, inseguras o a un correcto funcionamiento de la instalación.

### 3.2. Defecto Principal

Toda deficiencia o incumplimiento de las especificaciones contractuales, técnicas o de seguridad, que sin ser un defecto crítico, si concurriesen varias circunstancias adversas conduciría a situaciones arriesgadas o inseguras.

### 3.3. Defecto Secundario

Toda deficiencia o incumplimiento de las especificaciones contractuales, técnicas o de seguridad, no tipificado como defecto ni principal ni secundario.

## 4. Plan de Supervisión y Control

El plan de supervisión de obra aplicado por la Dirección Facultativa se llevará a cabo en los apartados siguientes: Obra civil, Instalaciones, Seguridad en la obra y otros aspectos.

## 5. Tratamiento de las No Conformidades

Cualquier incumplimiento o no conformidad detectada se notificará al Contratista para su conocimiento y resolución de forma inmediata, quedando constancia documental en el registro Notificación de no conformidad. La Dirección Facultativa aplicará una sanción por las no conformidades detectadas, según la gravedad de las mismas.

## 6. Penalizaciones aplicadas

Se establecerán en función de que sean consideradas no conformidades, retrasos en la finalización de la obra, incumplimiento de la especificación de servicio, sanciones impuestas por terceros.

## **EJECUCIÓN: PLAN DIRECTOR DEL PROYECTO**

### *Metodología de desarrollo y plan de trabajo*

Se integran en el siguiente apartado los resultados de los distintos procesos de planificación que permiten tener una visión global del desarrollo del proyecto. El objetivo es como se pueden realizar las funciones definidas en la fase de concepción. Par ello estableceremos las soluciones tecnológicas para cada una de las funciones del sistema, identificando los recursos humanos y materiales necesarios para cada una de las funciones.

El Plan director constituye en sí mismo una guía para llevar a cabo la ejecución del proyecto, suministrando una base para el control del progreso del Proyecto, y para tal fin está dividido en los siguientes apartados:

Planteamiento del plan director. Resumen

Fases del proyecto

Estructura de Desagregación del Proyecto (EDP)

Programación y plazos

Lista de entregables. Fechas

Circunscribiendo, por tanto, el Plan Director a la gestión y control del progreso, se debe hacer un control estricto y riguroso de la Programación y los Plazos, ya que de otra forma no se aseguraría la entrega del conjunto del proyecto en tiempo.

### **Planteamiento del Plan Director**

#### *Organización del Proyecto*

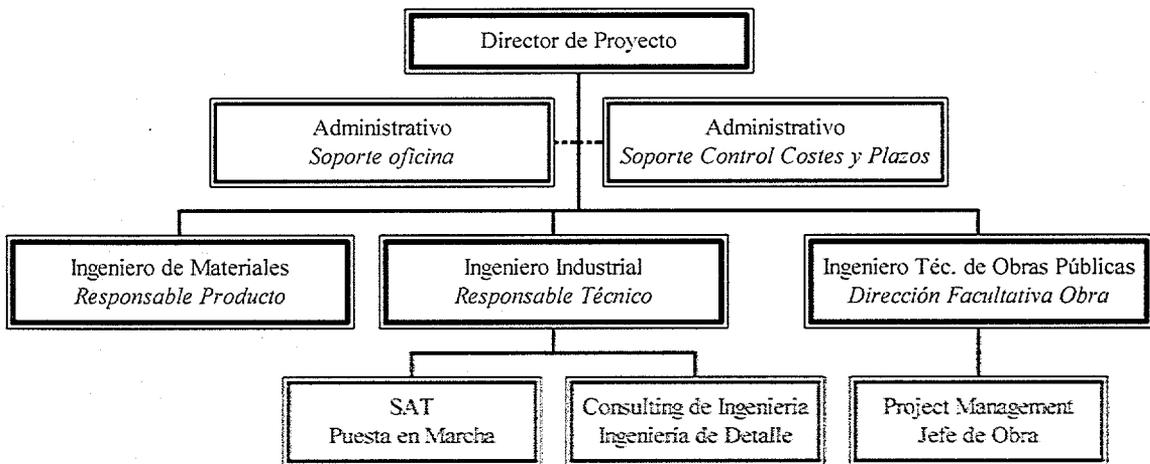
Habida cuenta de las partes tan diferenciadas de que consta el proyecto, como son diseño, construcción y puesta en marcha de una planta de reciclado de neumáticos, se procederá a la subcontratación de los trabajos de construcción y puesta en marcha, bajo supervisión directa del equipo que conforma la oficina técnica encargada de elaborar el proyecto. Por ello las organizaciones que forman parte de proyecto son: Oficina Técnica del Proyecto, Consulting de Ingeniería, Project Management, Servicios Técnicos de la maquinaria adquirida

Para que se produzca la correcta integración de los distintos contratistas se establecen dos figuras claras: Responsable Técnico, encargado del control técnico, esquema de principio de la

planta y análisis de la maquinaria necesaria y la Dirección Facultativa de obra, que supervisará la construcción y entrega de la nave y almacenamiento necesario.

El equipo del proyecto es el siguiente:

**Organigrama del proyecto**



El equipo de trabajo está integrado por las seis miembros figuras cuyas funciones y responsabilidades se detallan a continuación:

**Director del Proyecto**

Es el responsable de global del proyecto. Se encargará de la planificación del proyecto, así como del seguimiento, evaluación y control del mismo mediante reuniones programadas al final de cada una de las fases. También se ocupará de la gestión de riesgos, la gestión de los recursos humanos asociados al proyecto y el seguimiento de la programación, para lo que realizará reuniones mensuales con su equipo de oficina técnica. Se encargará de la resolución de conflictos, así como del estudio de alternativas en caso de discrepancias.

**Responsable del Producto:**

Definirá los requisitos mínimos necesarios que debe cumplir el producto final para su uso en hormigones y morteros con éxito, realizará el análisis de la procedencia de los NFU, composición, fabricantes, para la obtención de las mejores propiedades. Se encargará del análisis final de resultados, con lo que podrá determinar cual es la mejor alternativa de proceso. Estudiará la posible aplicación de algún aditivo para mejorar sus propiedades. Preparará catálogos de producto terminado y se encargará de su control de calidad. Gestionará la información relativa al producto final y aplicaciones. Estudio del emplazamiento idóneo de la planta. Realizará análisis de la viabilidad económica y estudio de alternativas disponibles en el mercado.

**Responsable Técnico:**

En la fase de diseño, se encargará de realizar la ingeniería básica, partiendo de los requisitos mínimos que debe cumplir el producto, ideará el esquema de principio y se encargará del análisis pormenorizado de necesidades respecto al equipamiento industrial, así como de su búsqueda en el mercado. En cuanto a la ingeniería de detalle realizará las especificaciones a cumplir, tarea que se subcontrata a un Consulting de Ingeniería. Coordinará su integración en el proyecto y controlará plazos, coste y adecuación a requisitos en el día a día, siendo su interlocutor válido. En la fase de puesta en marcha coordinará a los Servicios de Asistencia Técnica para la correcta realización de su trabajo y cumplimiento de plazos. Se encargará de la gestión de la información a sus contratistas.

**Dirección Facultativa Obra:**

Su función principal será realizar el encargo del proyecto de construcción y la posterior dirección de la construcción del mismo. Coordinará el trabajo subcontratado a una empresa de Project Management Para ello velará por la adecuación del proyecto de construcción a las necesidades del proyecto, al área necesaria, su adecuación a normas de construcción aplicables en la Comunidad de Madrid, cumplimiento de plazos y costes las obras. Gestionará el Estudio de Impacto Ambiental necesario. Tramitará los permisos de construcción y licencias de actividades y apertura con las Administraciones Públicas correspondientes. Tramitará y gestionará los proyectos con los Colegios profesionales correspondientes.

La ventaja que nos ofrece esta organización del trabajo es que existe flexibilidad en la búsqueda de alternativas de coste, planificación y prestaciones con un tiempo de reacción más corto.

### *Estructura de toma de decisiones y comunicación*

El Director de Proyecto como responsable global delegará las funciones meramente técnicas en el Responsable Técnico, siendo su comunicación fluida y eficiente, estableciendo reuniones de seguimiento cada semana. El director de Proyecto tomará la iniciativa en caso de elección entre tecnologías alternativas y en caso de conflicto.

Así mismo canalizará la información necesaria recopilada por el Responsable de Producto para que el equipo de proyecto pueda realizar sus tareas en tiempo y forma.

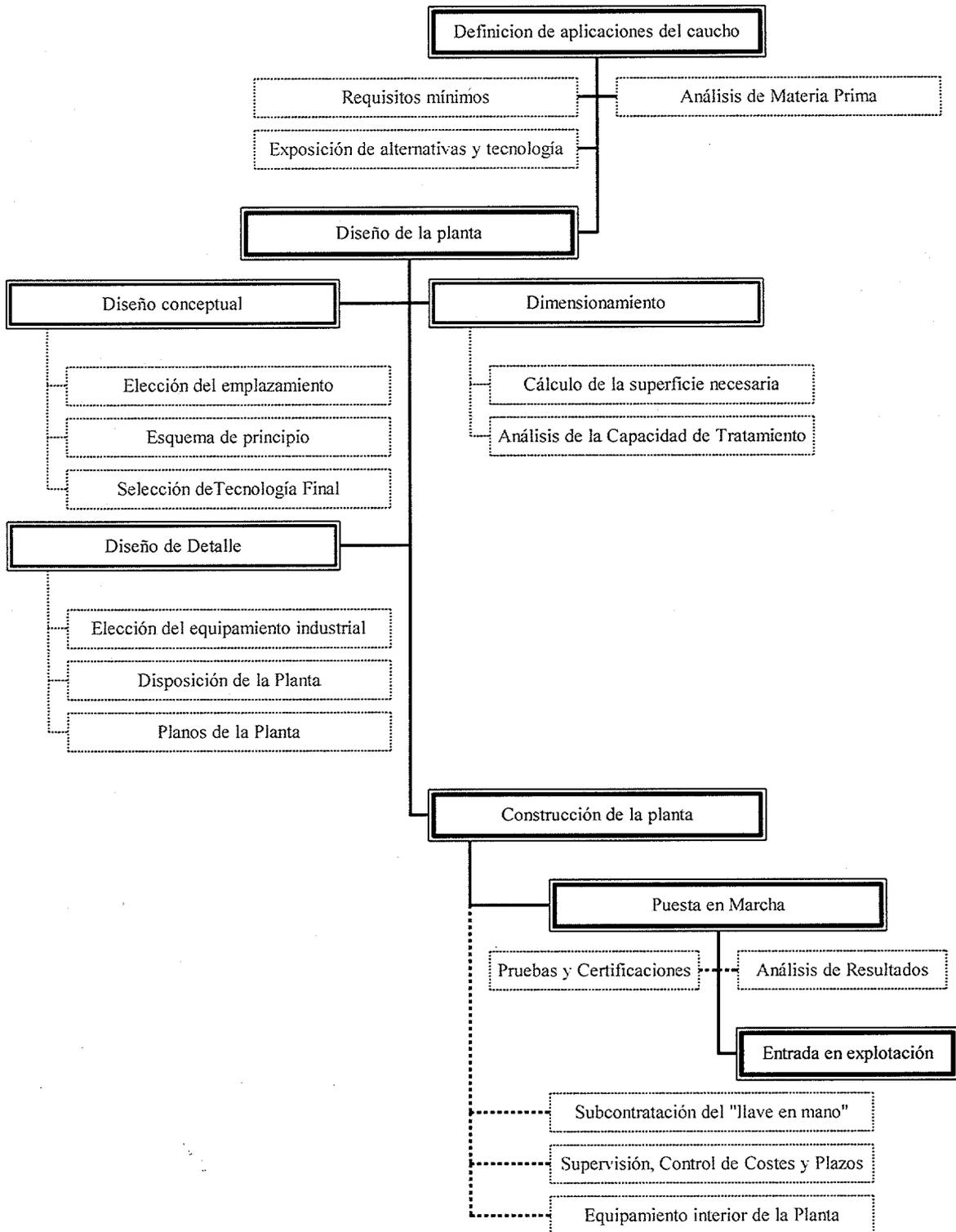
### *Responsabilidades*

Es la figura central del proyecto y por tanto el responsable ante la organización y el cliente de obtener el resultado esperado en tiempo, coste y especificaciones. Es el responsable de la gestión de recursos más adecuada, y de la planificación y control teniendo una visión global del proyecto, así mismo asegura una clara definición de autoridad y responsabilidad. Si elaboramos la matriz de responsabilidades.

### **Fases del Proyecto**

El proyecto se ha dividido en distintas fases, como puede apreciarse en el flujograma de la página siguiente. Dichas fases son divididas en distintas tareas, que se detallan en la estructura de desagregación del proyecto.

### Flujograma del proyecto



### *Definición de Aplicaciones del Caucho*

Fase conceptual inicial en el que se toman como datos de partida las especificaciones y los requisitos técnicos que debe cumplir la grana de caucho para su uso en hormigones y morteros. Se establecerá las prestaciones que debe ofrecer en función de las normativa aplicable a hormigones y morteros. Par ello se establecerá una filosofía general de diseño, atendiendo a los citados requisitos, sin profundizar en detalles. Se realiza una primera aproximación al diseño, limitando abanico de posibilidades y desechando las soluciones técnicas que no cumplan con los requisitos.

### *Definición y Diseño de la Planta*

Tomamos como punto de partida la aproximación realizada en la fase anterior. Para ello se realiza la elección del emplazamiento y esquemas de principio y generales de funcionamiento de la planta tomándolos como la solución final de diseño. Por ello entraremos el diseño de detalle, realizando los prototipos de la maquinaria necesaria y justificando su elección. Además dimensionaremos la planta en cuanto a superficie necesaria para hacer su escalado industrial y capacidad de tratamiento de la planta.

### *Construcción de la Planta*

Partiendo de los datos de diseño en cuanto a superficie necesaria y disposición de los prototipos según el esquema general de funcionamiento, se subcontratará esta fase debido a que se requiere una especialización que se escapa de nuestro ámbito de actuación. La Dirección facultativa de Obra, según encargo del Director de Proyecto, realizará el soporte, la supervisión, control de costes y plazos y adecuación a requisitos y normativas aplicables a la empresa encarga de estos paquetes de trabajo.

### *Puesta en marcha*

Se procederá a la realización de las pruebas de funcionamiento de la planta y su certificación de funcionamiento. Debido a la elevada especialización de estas tareas, se subcontratarán siendo realizadas por los Servicios de Asistencia Técnica de las distintas máquinas que forman parte de la línea de reciclado. El Responsable Técnico será el interlocutor directo, a instancias del Director de Proyecto, y responsable de llevar a buen fin esta fase.

En definitiva se tiene que las dos primeras fases son internas a la propia organización, en las que se realizan las tareas de Definición e Ingeniería, en aras de la búsqueda de la solución final de

diseño, mientras que las dos siguientes fases tienen consideración de fases externas a la organización.

### **Estructura de Desagregación del Proyecto (EDP)**

La estructura de Desagregación de Proyecto constituye un enfoque sistémico del alcance del proyecto considerando todos los aspectos incluido el entorno. Con ella conseguiremos una adecuada modelización del proyecto

Para llevar a cabo un correcto seguimiento y control del proyecto éste se divide, como hemos visto anteriormente en cuatro fases, cada una de las cuales a su vez se desagregará en paquetes de trabajo. A cada uno de estos paquetes de trabajo se le asigna un código alfanumérico que será por el que se identifique en el apartado de Programación y Plazos. Los paquetes de trabajo son los siguientes:

#### Fase 1: Definición de aplicaciones del caucho

- T11 Recogida de requisitos y especificaciones
- T12 Análisis de tipos de materia prima
- T13 Exposición de alternativas y tecnologías
- T14 Selección de la tecnología final de diseño

#### Fase 2: Definición y Diseño de la Planta

- T21 Elección del emplazamiento
- T22 Análisis de Capacidad de Tratamiento
- T23 Elección del equipamiento industrial
- T24 Cálculo de la superficie necesaria
- T25 Disposición de la Planta
- T26 Planos de la Planta

#### Fase 3: Construcción de la Planta

- T31 Subcontratación de la Construcción
- T32 Supervisión y control de costes y plazos
- T33 Equipamiento interior de la nave

#### Fase 4: Puesta en Marcha de la Planta

- T41 Pruebas y Certificación de funcionamiento
- T42 Análisis de Resultados

Pasamos a describir cada uno de los paquetes de trabajo

**Fase 1: Definición de aplicaciones del caucho**

1. Recogida de Requisitos y Especificaciones

- Código: T11
- Fecha: 06/09/04
- Plazo: 15 días
- Entregables: Relación de bibliografía existente respecto a Reciclado de Caucho y sus usos en la actualidad. Recogida de normativa referente a dosificación y granulometría de áridos artificiales para su uso en hormigones y morteros. Recogida de bibliografía sobre este uso de la granza de caucho: ensayos, líneas de investigación actuales, últimos avances en este campo.
- Criterio de aceptación: La bibliografía debe ser lo más completa posible, pero centrada exclusivamente en nuestro campo de aplicación.
- Descripción de trabajos  
Búsqueda de especificaciones y manuales con información técnica específica y detallada sobre el uso de la granza del caucho elegido. Búsqueda de la normativa aplicable a este tipo de hormigones y morteros. Búsqueda y estudio de los requisitos mínimos exigibles para este tipo de hormigones y morteros en cuanto a su comportamiento frente al aislamiento acústico, a su ligereza y comportamiento frente a la humedad.
- Recursos: el responsable de producto utilizará investigaciones anteriores en este mismo campo, normativa española, europea y norteamericana aplicable a este campo, experiencias de proyectos anteriores y utilizará internet como gran base de datos.
- Fuentes de Información: revistas científicas, normativa española, europea y norteamericana aplicable a este campo
- Restricciones: Ceñirse al campo de aplicación y a su uso posterior
- Persona responsable: Responsable de Producto

## 2. Análisis de Tipo de Materia Prima

- Código: T12
- Fecha: 27/09/04
- Plazo: 10 días
- Entregables: Estudio sobre los distintos tipos de neumáticos que se desechan anualmente en la Comunidad Autónoma de Madrid. Estudio sobre composición química y estructura física de los neumáticos fuera de uso en función de su fabricante.
- Criterio de aceptación: Los estudios deben abarcar todo tipo de fabricantes y análisis estadísticos los más recientes posibles
- Descripción de trabajos:  
Hacer una valoración estadística que sirva para determinar el número de neumáticos de cada tipo de ellos almacenados y desechados anualmente.  
Se establecerá una base de datos que conectada a la planta piloto sirva para alimentar con los datos de cada partida de neumáticos el funcionamiento de la misma.
- Recursos: Memoria Anual de Residuos de la Comunidad Autónoma de Madrid. Datos de fabricantes de neumáticos. Internet
- Fuentes de Información: Plan Nacional de Neumáticos Fuera de Uso 2001-2006
- Persona responsable: Responsable de Producto

## 3. Exposición de Alternativas y Soluciones

- Código: T13
- Fecha: 27/09/04
- Plazo: 25 días
- Entregables: Listado de posibles tecnologías a utilizar, fundamentalmente las relativas a obtención del tamaño deseado de la granza de caucho cumpliendo con la EH-98 en cuanto a dosificaciones y granulometría
- Criterio de aceptación: Compatibles con la aceptación en el mercado que tendrá el producto final y con la inversión requerida para su puesta en marcha.
- Especificaciones: La obtenidas en la tarea T11 respecto a aplicaciones definitivas
- Descripción de trabajos:  
Estudiar y documentar la tecnología elegida, entre el amplio abanico de posibilidades que podemos utilizar. Demostrar que con esta solución vamos a maximizar las características para el uso que finalmente va a tener.
- Recursos: análisis de las distintas tecnologías en uso en la actualidad y valoración de los resultados obtenida a través de Colegios Profesionales, Asesorías Medioambientales.

- Fuentes de Información: Plan Nacional Fuera de Uso 2001-2006, experiencia de proyectos anteriores, manuales sobre tecnologías disponibles.
- Persona responsable: Responsable Técnico

#### 4. Selección de Tecnología Final de Diseño

- Código: T14
- Fecha: 01/11/04
- Plazo: 5 días
- Entregables: Esquema de principio de la planta detallando de la solución tecnológica final adoptada y justificando su elección.
- Criterio de aceptación: Debe cumplir con los inputs de la tarea T11 y T13
- Descripción de trabajos:  
Partiendo de los datos de la filosofía general de diseño esbozada en la tarea T13 y de las especificaciones que debe cumplir el producto acabado reflejado en la tarea T11 seleccionaremos entre las tecnologías disponibles en la actualidad como son pirólisis, molidura criogénica y trituración mecánica la que se adapte a nuestras necesidades. Esquema del proceso de fabricación desde la llegada de la materia prima hasta terminación y expedición del producto terminado.
- Hipótesis: No vamos a trabajar con distintas hipótesis en esta tarea.
- Fuentes de Información: Plantas de reciclado de caucho operando en la actualidad.
- Persona responsable: Responsable Técnico.

|   |
|---|
| <b>Fase 2: Definición y Diseño de la Planta</b> |
|---|

#### 5. Elección del emplazamiento

- Código: T21
- Fecha: 06/09/04
- Plazo: 15 días
- Entregables: Análisis que justifique el emplazamiento elegido.
- Criterio de aceptación: Cumplir con las normativas autonómicas y locales respecto a la instalación Plantas de Tratamiento de Residuos. Acceso preferente a los principales nudos de carreteras. Cercano a fuente de origen siendo viable económicamente.

- Descripción de trabajos:  
Estudio de diversos emplazamientos cumpliendo los criterios de aceptación arriba expuestos valorando la posibilidad de obtención de subvenciones de las Administraciones Locales por fomento del empleo.
- Fuentes de Información: Planes Urbanísticos Locales, Polígonos en desarrollo.
- Restricciones: Las restricciones vienen dadas por la carestía del suelo en determinadas zonas de la Comunidad Autónoma de Madrid, que nos condiciona a desecharlas.
- Persona responsable: Dirección Facultativa.

#### 6. Análisis de la Capacidad de Tratamiento

- Código: T22
- Fecha: 01/11/04
- Plazo: 10 días
- Entregables: Cantidades necesarias de materia prima para alcanzar el punto de equilibrio operativo de la planta y cantidad disponible en el radio de acción de la planta.
- Criterio de aceptación: El punto que va a determinar su operatividad es que se a viable económicamente con la mínima inversión posible y dando salida a los productos finales de acuerdo a un mercado creciente.
- Descripción de trabajos:  
Se hará un estudio de la cantidad de NFUs disponibles en un radio de 50 Km. de la planta y en función del mercado potencial para los productos finales se estudiará la cantidad óptima de tratamiento. Se realizará un estudio vegetativo de crecimiento para atender a demandas futuras en un plazo de cinco años.
- Hipótesis: Trabajaremos con la hipótesis de un cambio de legislación y por tanto de un mayor mercado para el tratamiento de Neumáticos fuera de uso.
- Fuentes de Información: Memoria Anual de Vertidos y Residuos de la Comunidad de Madrid.
- Persona responsable: Responsable Técnico

#### 7. Elección del equipamiento industrial

- Código: T23
- Fecha: 15/11/04
- Plazo: 20 días

- Entregables: Esquema de funcionamiento de la planta con detalle de equipamiento industrial elegido y características del mismo.
- Criterio de aceptación: equipamiento disponible en el mercado y de probada eficacia
- Descripción de trabajos:  
Una vez elegida la tecnología adecuada y con los inputs de la tarea T21, se evaluarán la maquinaria disponible en el mercado que nos ofrezca la capacidad de tratamiento requerida y la granza de caucho del tamaño final deseado.
- Hipótesis: Trabajaremos con la hipótesis de avanzar en el prototipado de la separadora mecánica si las disponibles no nos ofrecen los resultados esperados.
- Fuentes de Información: Información disponible de Ferias de Maquinaria industrial del sector de reciclado, catálogo de fabricantes de equipamiento industrial
- Persona responsable: Responsable Técnico

#### 8. Cálculo de la Superficie Necesaria

- Código: T24
- Fecha: 13/12/04
- Plazo: 3 días
- Entregables: Informe de la parcela necesaria, su situación, accesos, superficie de almacén, zona de oficina y vestuarios y disposición de la maquinaria.
- Criterio de aceptación: Debe cumplir con el Reglamento de Proyectos Industriales, con el Reglamento de Proyectos Contaminantes y partiendo de los inputs de la T24 acoger a todas la maquinaria necesaria.
- Especificaciones: con el sistema elegido se generará el recubrimiento en un solo paso
- Descripción de trabajos:  
Descripción de la parcela necesaria para albergar las instalaciones de la Planta de Reciclado, la zona destinada a personal, oficinas, accesos, zonas de paso, cumpliendo con la Normativa de referencia en este asunto, como son las Normas Básicas de la Edificación.
- Recursos: Contamos con el software adecuado que indica la mejor suposición posible.
- Fuentes de Información: tareas anteriores T23 y T24
- Hipótesis: Prever la posibilidad de aumentar la capacidad de tratamiento en un plazo de cinco años
- Persona responsable: Dirección Facultativa

9. Disposición de la Planta

- Código: T25
- Fecha: 16/12/04
- Plazo: 2 días
- Entregables: Lay-out de la maquinaria dentro de la nave y plano de funcionamiento.
- Criterio de aceptación: Debe cumplir con el Reglamento de Proyectos Industriales, con la Ley de Protección contra incendios. Los planos deben presentarse completamente acotados y con todas las indicaciones necesarias para su perfecto entendimiento por cualquier técnico.
- Especificaciones: Dibujados a escala, acotados, doblados en formato A-4.
- Descripción de trabajos:  
Disposición de la maquinaria dentro de la nave siguiendo el esquema de principio formulado en la tarea T22.
- Recursos: Contamos con el software adecuado que indica la mejor posición posible, así como con el soporte de los proveedores de los equipos.
- Fuentes de Información: experiencia de proyectos anteriores.
- Hipótesis: Prever la posibilidad de aumentar la capacidad de tratamiento en un plazo de cinco años
- Persona responsable: Responsable Técnico.

10. Planos de la Planta

- Código: T26
- Fecha: 16/12/04
- Plazo: 5 días
- Entregables: Planos de situación, planos de distribución general, plano de detalle y boceto de plano de ejecución.
- Criterio de aceptación: completamente acotados y con todas las indicaciones necesarias para su realización por el subcontratista
- Especificaciones: Dibujados a escala, acotados, doblados en formato A-4.
- Descripción de trabajos:  
Realización de los planos de distribución general y de ejecución para su interpretación por el subcontratista que realizará la ejecución de la planta.
- Recursos: Software de dibujo tipo Autocad 14.

- Persona responsable: Dirección Facultativa

|  |
|--|
| <b>Fase 3: Construcción de la Planta</b> |
|--|

#### 11. Subcontratación de la Construcción

- Código: T31
- Fecha: 23/12/04
- Plazo: 30 días
- Entregables: Concurso para la petición de ofertas para la construcción llave en mano de la nave industrial que albergará la planta de reciclado de neumáticos
- Criterio de aceptación: Cumplimiento de plazos, alcance de los trabajos, obra anterior realizada, plan de calidad, plan de Seguridad y Salud
- Descripción de trabajos:  
Proceder a la petición de ofertas para la construcción tipo “llave en mano” de la nave industrial que albergará la Planta de Reciclado de Neumáticos, así como acondicionamiento de accesos y trabajos exteriores. Formalización del contrato de adjudicación.
- Hipótesis: No vamos a trabajar con distintas hipótesis para esta tarea
- Recursos: Departamento de Aprovisionamiento y Compras de nuestra estructura
- Fuentes de Información: experiencia de trabajos anteriores.
- Restricciones: Las propias de la normativa aplicable
- Persona responsable: Dirección Facultativa

#### 12. Construcción de la Planta

- Código: T32
- Fecha: 09/02/2005
- Plazo: 150 días
- Entregables: Recepción de la nave que albergará nuestro proceso de reciclaje
- Criterio de aceptación: Cumplimiento de plazos, alcance de los trabajos, obra anterior realizada, plan de calidad, plan de Seguridad y Salud
- Descripción de trabajos:

Construcción y acondicionamiento de la nave, acondicionamiento exterior, accesos, .  
Formalización del contrato de adjudicación.

- Hipótesis: No vamos a trabajar con distintas dotándola de todos los servicios e instalaciones necesarias para su posterior uso.
- Recursos: Empresa de Project Management
- Fuentes de Información: experiencia de trabajos anteriores.
- Restricciones: Las propias de la normativa aplicable
- Persona responsable: Dirección Facultativa

### 13. Supervisión y Control de Costes y Plazos

- Código: T33
- Fecha: 09/02/2005
- Plazo: 150 días
- Entregables: Programación de los trabajos, certificaciones en función del avance de obra
- Criterio de aceptación: Ajuste a la planificación presentada por el subcontratista en la fase de ofertas.
- Descripción de trabajos:  
Realización de las tareas de supervisión y control del avance de la ejecución, mediante seguimiento diario, control de certificaciones según avance de obra y monitorización del cumplimiento de la programación acordada hasta su recepción definitiva con las preceptivas licencias de actividades y apertura concedidas.
- Hipótesis: No vamos a trabajar con hipótesis en esta tarea
- Recursos: apoyo administrativo en el control de costes y la recepción de certificaciones.
- Persona responsable: Dirección Facultativa

### 14. Equipamiento interior de la Planta

- Código: T34
- Fecha: 07/09/2005
- Plazo: 90 días
- Entregables: certificaciones de montaje de la maquinaria
- Criterio de aceptación: Ajuste al diseño y esquema de principio dado por el Responsable Técnico.
- Descripción de trabajos:

Instalación de la maquinaria necesaria para la obtención del producto final.

- Hipótesis: No vamos a trabajar con hipótesis en esta tarea
- Persona responsable: Responsable Técnico (dentro de la organización), CR (proveedor de equipamiento)

#### **Fase 4: Puesta en Marcha de la Planta**

##### 15. Pruebas y Certificados de Funcionamiento

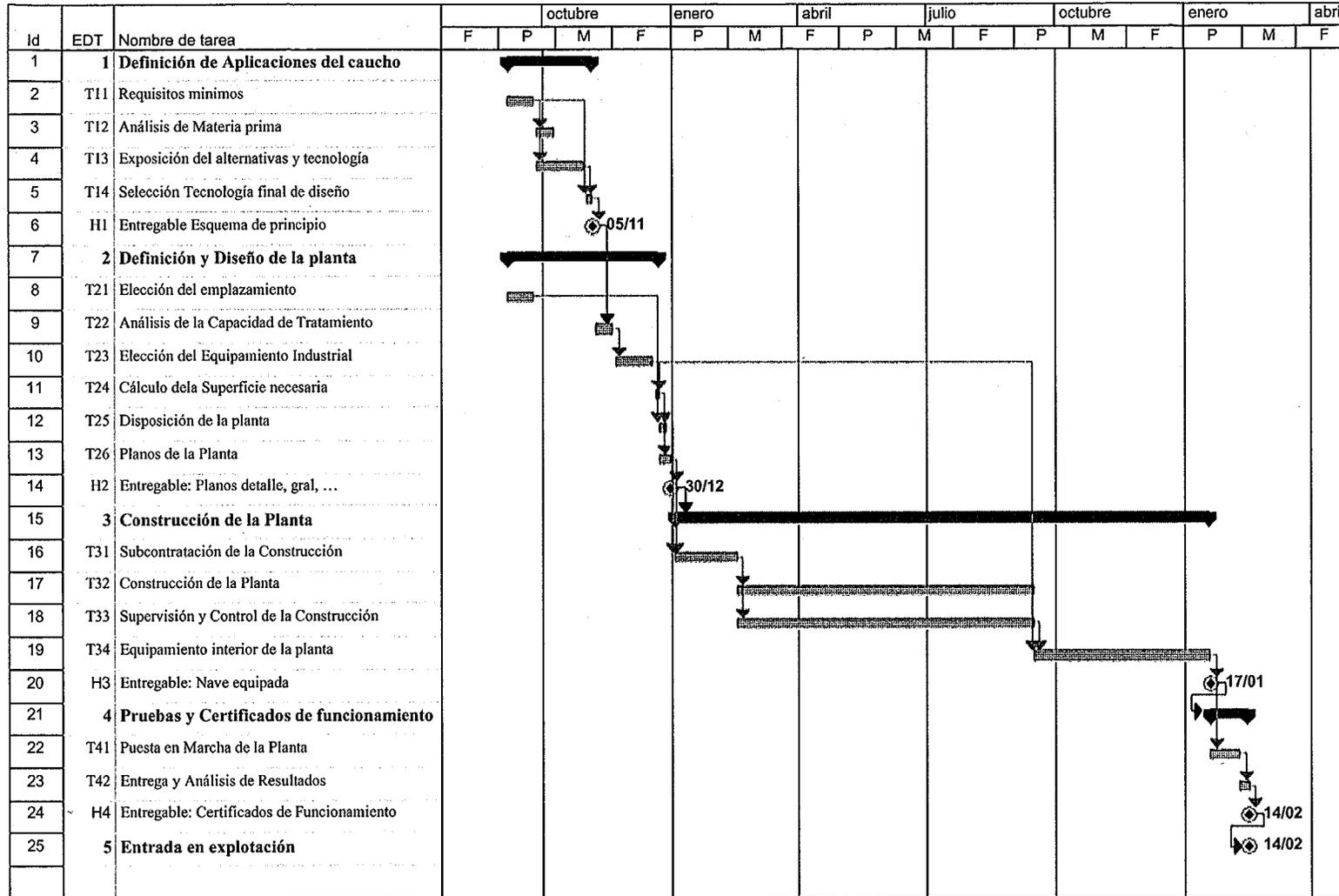
- Código: T41
- Fecha: 11/01/06
- Plazo: 15 días
- Entregables: Certificados de Funcionamiento de la maquinaria y Manuales de Funcionamiento y operación
- Criterio de aceptación: Conforme a los criterios establecidos en la compra.
- Descripción de trabajos:  
Puesta en marcha de la maquinaria y realización de ajustes técnicos necesarios para su correcto funcionamiento.
- Recursos: Servicios de Asistencia Técnica.
- Persona responsable: Responsable Técnico (dentro de la Organización), SAT (Proveedor)

##### 16. Análisis de Resultados

- Código: T42
- Fecha: 11/02/2006
- Plazo: 5 días
- Entregables: Informe de análisis pormenorizado de los valores obtenidos
- Criterio de aceptación: Análisis pormenorizado de los valores obtenidos, comparándolos con otros métodos de aplicación alternativos a éste y con otras tecnologías similares.
- Descripción de trabajos: Estudio, análisis y comparación de los datos obtenidos. Durante el proyecto se ha establecido el flujo de información en hitos importantes para realizar la valoración final del objetivo inicial frente a los resultados obtenidos.

- Hipótesis: No vamos a trabajar con hipótesis en esta tarea
- Fuentes de Información: El avance del proyecto
- Persona responsable: Responsable de Producto

## **PROGRAMACIÓN**



**LISTA DE ENTREGABLES. FECHAS**

| <b>DENOMINACIÓN</b> | <b>HITO</b>                    | <b>TAREA RELACIONADA</b> |
|---------------------|--------------------------------|--------------------------|
| H1                  | Esquema de Principio           | Diseño Conceptual        |
| H2                  | Planos                         | Diseño de Detalle        |
| H3                  | Nave equipada                  | Construcción             |
| H4                  | Certificados de Funcionamiento | Puesta en Marcha         |

◆ **Hito 1(H1) Definición de Aplicaciones del Caucho**

Descripción de los trabajos: Análisis de la materia prima, definición de los requisitos exigibles a la granza de caucho y selección de la tecnología final de diseño.

Entregables: Esquema de principio

Plazos: 45 días

◆ **Hito 2(H2) Definición y Diseño de la Planta**

Descripción de los trabajos: Elección del emplazamiento, análisis de la capacidad de tratamiento, elección del equipamiento industrial, cálculo de la superficie necesaria, disposición de los elementos dentro de la planta y planos de la misma.

Entregables: Planos generales, de detalle

Plazos: 78 días

◆ **Hito 3(H3) Construcción de la Planta**

Descripción de los trabajos: Subcontratación de la construcción, construcción de la planta, supervisión y control de la misma, equipamiento interior de la misma

Entregables: Nave equipada

Plazos: 270 días

◆ **Hito 4(H4) Pruebas y Certificados de Funcionamiento**

Descripción de los trabajos: Puesta en marcha de la planta y análisis de los resultados obtenidos

Entregables: Certificados de montaje y puesta en marcha

Plazos: 20 días

## **ANÁLISIS DE RENTABILIDAD**

1. Estudio de Mercado
  - 1.1 Competencia
  - 1.2 Posicionamiento
  - 1.3 Evolución Mercado / Negocio
  
2. Estudio De Viabilidad Económica
  - 2.1 Financiación
  - 2.2 Plan De Negocio
  - 2.3 Calculo De La Rentabilidad

### 1. Estudio de Mercado

#### 1.1 Competencia

Se ha analizado el mercado a través de los sectores industrial y medioambiental de forma independiente, para conocer respectivamente, el ciclo de vida actual de los neumáticos fuera de uso (NFU's), y la legislación vigente además de las tendencias del mercado.

El panorama actual indica que un 85 % de los NFU's, una vez agotada su vida útil, son depositados en vertederos inertes o de rechazo, amontonándolos o incluso a veces, como fracción de los residuos urbanos. Sólo el resto, es aprovechado mediante diferentes tratamientos del que el recauchutado, es el que más demanda origina. El resto de la fracción, a penas un 7% se reutiliza en la industria de la construcción como material para cerramientos aislantes o pavimentos industriales, o en hornos de industrias cementeras como material combustible.

Este tipo de industria es exclusiva en España y no se conoce competencia, aunque hay maquinaria adaptada que podría producir fracciones de granza similares, aunque con comportamientos, en el uso que nos ocupa, poco garantizables, al margen del rendimiento de dichas plantas que difícilmente podría responder a la demanda prevista del mercado.

Previsiblemente, las industrias existentes adaptarán, en función de la aceptación del mercado y su evolución, sus plantas en funcionamiento a los nuevos productos demandados, no

localizándose en la zona centro de la península más que una o dos industrias con reales posibilidades de transformación, amén de las que surjan *ad hoc*, en un futuro a resultas del mercado. Esta situación convierte a nuestra industria en un líder con escasa competencia en el suministro de aditivo de caucho para la industria que nos ocupa.

Un segmento que no cederá y se posicionará con total dureza a esta iniciativa, serán los fabricantes de otros aditivos para el aligeramiento de hormigones como son las industrias químicas de aditivos, SIKA, BETTOR, etc. Los del poliestireno expandido e incluso las fábricas de arlitas, cada vez más devaluadas. El valor añadido con respecto a estas otras tecnologías es el empleo de una materia en excedentes, que no introduce o involucra en su cadena de valor material, tóxico, nocivo o peligroso y de muy bajo coste en comparación con los anteriores.

## 1.2 Posicionamiento

Así pues, el mercado de los conglomerantes hidráulicos, aún sin explotar, dadas las características físicas que su empleo introduce el ellos como aditivo, abre una puerta a la reutilización de un material de bajo coste, y de incómodo comportamiento en la naturaleza una vez en desuso.

El comienzo del proyecto vendría acompañado de una prescripción facultativa en el mercado de la construcción, a través de los Consulting de Ingeniería, Estudios de Arquitectura y muy especialmente, las asociaciones nacionales de fabricantes de hormigones y morteros, naturalmente, con los resultados obtenidos en laboratorio en la fase de prototipado de esta planta. La colaboración y homologación por parte del Centro de Experimentación de Materiales de Obras Públicas, CEDEX se hace estratégica.

La labor de prospección si bien no se acaba nunca, deberá ser exponencial en los dos primeros años, con un plan de marketing y una cobertura en medios significativa, y se ralentizará paulatinamente hasta seguir una campaña constante de prescripción, postventa y publicidad más suave.

El ser pioneros en esta actividad nos permitirá una ventaja con respecto a la competencia de al menos dos años, en lo que las plantas existentes esperan la madurez del mercado para meditar y adaptar sus procesos a los de la nueva demanda. Esto nos permite la consolidación de acuerdos

comerciales de exclusividad por tiempos finitos tanto con proveedores, para el suministro de la materia prima, como con clientes para la comercialización del producto terminado.

### 1.3 Evolución Mercado / Negocio

La corriente internacional en especial nuestros socios europeos del norte, nos arrastran hacia el cumplimiento de unas directivas y unos compromisos de los que España, aún sumergida en la carrera de las infraestructuras del transporte, lleva un considerable retraso, y cualquier iniciativa o esfuerzo encaminado a contribuir a estos compromisos, es potenciado y bonificado a nivel público y privado.

La aportación de esta industria a la solución del un problema medioambiental aún sin resolver con tasas cada vez mayores de crecimiento, debido al éxito de la última década del sector automovilístico de turismos e industrial, garantizan un nutrido tejido de empresas afines interesadas en mejorar sus certificaciones de calidad y medioambiente, así como potenciales clientes que aporten valor añadido a sus transformados a bajo coste.

El punto de equilibrio se situará una vez madurado el mercado y compensado por la propia demanda, con el resto de tecnologías y la propia competencia del nuestro, esto ocurrirá a partir de un quinto año, donde después de crecer con índices entre el 50% y el 200% se situará en una evolución anual cercana al 10% ó 20%.

Esta fase servirá para la optimización de nuestro proceso productivo con la mejora de rendimientos, y aumento de los márgenes comerciales.

## 2. Estudio de Viabilidad Económica

El estudio económico tiene como objetivo conocer la rentabilidad de la inversión en el proyecto.

Los factores que se estudian para llevarlo a cabo son:

- Pago de la inversión ( $k$ ).- Representa el capital que supone llevar a cabo dicha inversión. Hay que tener en cuenta el coste total hasta la puesta en funcionamiento.
- Vida útil del proyecto ( $n$ ).- Es el período de tiempo durante el cual la inversión está funcionando y generando rendimientos positivos.
- Flujos de caja ( $R_i$ ).- Estos miden los cobros que se esperan obtener de la inversión realizada; así como los pagos que hay que llevar a cabo para obtener dichos cobros.

Estos parámetros se emplean en los métodos de análisis de inversión, a continuación se describen:

- Valor actual neto (VAN).- Es la rentabilidad absoluta, tomando como referencia el año cero, o momento de pago de la inversión, para lo cual ha de tenerse en cuenta el interés del año al que se haga referencia. Cuando es positivo, indica que la inversión empieza a ser rentable.
- Relación beneficio/inversión (B/i).- Índice de rentabilidad relativa, ya que considera la inversión, la relación B/i se traduce en ganancia neta del proyecto por cada unidad monetaria invertida en éste.
- Plazo de recuperación.- Representa el período de tiempo necesario para igualar o superar el pago de la inversión.
- Tasa interna de retorno (TIR).- Tipo de interés que hace que el VAN sea cero. Para que la inversión sea rentable, el valor del TIR tiene que ser superior al tipo de interés de mercado.

## 2.1 Financiación

La Financiación externa, que rondará el 70 % de los recursos totales necesarios, tendrá su origen en una línea de crédito ICO, gestionada a través de un banco, enmarcado en el Programa de Desarrollo de Tecnologías de Medioambiente y de las dotaciones previstas por el Ministerio para el año 2004, aún, a unos niveles muy reducidos de solicitud. El resto serán aportaciones personales de los socios, que cubrirán el descubierto generado los primeros años, en la tesorería.

En otro orden de cosas, se incorporará a la cuenta de resultados, a partir del año 2 una subvención a fondo perdido de 200.000 € aproximadamente, como resultado del Plan de Ayudas al I+D de la Comunidad Autónoma de Madrid, a través del Instituto Madrileño para el Desarrollo.

Si hubiese desviación en contra, en los resultados año a año con respecto al Plan de Negocio, se decidiría en cada caso, la ampliación de créditos o la aportación de socios según la cantidad de que se trate. Por otro lado si los resultados fuesen mejores, se decidirá igualmente por la cancelación de crédito, la reinversión o la liquidación de dividendos, según cada caso, o bien las tres a la vez.

## 2.2 Plan De Negocio

Vamos a incluir la hoja de inversiones, la cuenta de explotación, la hoja de Pérdidas y ganancias y los resultados y variables financieras.

Hoja de Inversiones: aparecen las inversiones realizadas, el coste unitario de cada una de las partidas, el plazo de amortización de cada una de ellas en función de su naturaleza y el importe de la inversión por bien y año. Dado que incluir los treinta años del plan de amortización de las inversiones sería alargarlo demasiado, se incluyen los doce primeros años, en los cuales aparecen inversiones y para acabar el año 30 que es una muestra de los años trece al treinta.

Las inversiones son: terreno y obra civil a realizar durante el año 2004 y la nave, instalaciones auxiliares y equipamiento industrial a realizar durante el 2005. El coste del equipo de proyecto se imputa de acuerdo a la programación de tareas que aparece en el Plan Director del Proyecto.

Los Resultados del Proyecto son los siguientes:

| <b>RESULTADOS</b>            |              |
|------------------------------|--------------|
| TIR del Accionista           | 28,71%       |
| VAN del Accionista           | 4.249.759,7  |
| Payback del Accionista       | 2011         |
| TIR del CFO                  | 25,43%       |
| VAN del CFO                  | 12.404.426,9 |
| Margen Bruto (BAI/ Ingresos) | 413,03%      |

Las conclusiones que se extraen del presente estudio económico son:

1. El presente proyecto es viable en las dos hipótesis estudiadas, ya que el VAN es superior a cero y la TIR es superior al máximo interés bancario considerado.
2. La rentabilidad aumenta en la hipótesis de financiación ajena mediante préstamo bancario; por lo cual sería recomendable adoptar esta opción.
3. Según el análisis de sensibilidad, se comprueba que en todos los casos la inversión es viable; ya que el precio del producto del que se ocupa este proyecto varía muy poco de una campaña a otra. Por ello se aconseja la inversión.

Pasamos a detallar la Hoja de Inversiones, Ventas, Producción y cuenta de Pérdidas y Ganancias

HOJA DE INVERSIONES

| Elemento                        | Precio Unit. | Uds         | Inversión  | Año Incorp. | Plazo de Am. | Test | Importe de la Inversión por bien y año |            |
|---------------------------------|--------------|-------------|------------|-------------|--------------|------|--|------------|
|                                 |              |             |            |             |              |      | 2004                                   | 2005       |
|                                 |              |             |            |             |              |      | Año 1                                  | Año 2      |
| Inversión 2004                  |              |             |            |             |              | OK   | 0                                      | 0          |
| terreno                         | 200 000      | 1           | 200 000,00 | 1           | 25           | OK   | 200 000                                | 0          |
| obra civil                      | 72 810,82    | 1           | 72 810,82  | 1           | 25           | OK   | 72 810,82                              | 0          |
| equipo de proyecto              | 44 254,33    | 1           | 44 254,33  | 0           | 25           | OK   | 44 254,33                              | 0          |
| Inversión 2005                  |              |             |            |             |              | OK   | 0                                      | 0          |
| nave e inst. auxiliares         | 512 363      | 1           | 512 363,00 | 2           | 25           | OK   | 0                                      | 512 363    |
| maquinaria y equipos            | 436 487      | 1           | 436 487,0  | 2           | 10           | OK   | 0                                      | 436 487    |
| equipo de proyecto              | 104 033,59   | 1           | 104 033,59 | 2           | 25           | OK   | 0                                      | 104 033,59 |
| Reinversión                     | 0            | 1           | 0,0        | -           | 10           | OK   | 0                                      | 0          |
| <b>IPC interanual constante</b> |              | <b>2,7%</b> |            |             |              |      |  |            |

| PRODUCCION  |        |        |        |        |   |       |       |       |  |
|---|--------|--------|--------|--------|---|-------|-------|-------|--|
| GRANZA DE CAUCHO  |        |        |        |        | ACERO   |       |       |       |  |
| <b>T.M.A</b><br>20/30 milímetros                                  |        |        |        |        |   |       |       |       |  |
| ton   | año 3  | año 4  | año 5  | año 6  | ton   | año 3 | año 4 | año 5 |  |
|   | 4.000  | 8.000  | 7.000  | 8.800  |   | 1.125 | 2.325 | 2.250 |  |
|   | año 7  | año 8  | año 9  | año 10 |   | año 6 | año 7 | año 8 |  |
|   | 10.000 | 11.000 | 12.000 | 13.000 |   | 2.800 | 3.175 | 3.500 |  |
| <i>a partir del año 7 se considera un incremento cte .del 10%</i> |        |        |        |        | <i>a partir del año 6 se considera un incremento cte .del 10%</i> |       |       |       |  |
| <b>T.M.A</b><br>2/3 milímetros                                    |        |        |        |        |   |       |       |       |  |
| ton   | año 3  | año 4  | año 5  | año 6  |   |       |       |       |  |
|   | 500    | 1.300  | 2.000  | 2.400  |   |       |       |       |  |
|   | año 7  | año 8  | año 9  | año 10 |   |       |       |       |  |
|   | 2.700  | 3.000  | 3.300  | 3.500  |   |       |       |       |  |
| <i>a partir del año 7 se considera un incremento cte .del 10%</i> |        |        |        |        |   |       |       |       |  |

| VENTAS         |        |                |                |                |                |                  |                  |                  | cifras en € |
|----------------|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|------------------|------------------|-------------|
| producto       | €/ton  | año 3          | año 4          | año 5          | año 6          | año 7            | año 8            | año 9            |             |
| g.caucho 20/30 | 70,00  | 280.000        | 560.000        | 490.000        | 616.000        | 700.000          | 770.000          | 840.000          |             |
| g.caucho 2/3   | 110,00 | 55.000         | 143.000        | 220.000        | 264.000        | 297.000          | 330.000          | 363.000          |             |
| acero          | 25,00  | 28.125         | 58.125         | 56.250         | 70.000         | 79.375           | 87.500           | 96.250           |             |
| <b>TOTALES</b> |        | <b>363.125</b> | <b>761.125</b> | <b>766.250</b> | <b>950.000</b> | <b>1.076.375</b> | <b>1.187.500</b> | <b>1.299.250</b> |             |

|                                 | Total               | 2004       | 2005             | 2006              | 2007             | 2008             | 2009             | 2010               |
|---------------------------------|---------------------|------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|--------------------|
| <b>INGRESOS</b>                 | <b>11.310.507,7</b> | <b>0,0</b> | <b>0,0</b>       | <b>248.619,6</b>  | <b>781.675,4</b> | <b>786.938,8</b> | <b>975.650,0</b> | <b>1.105.437,1</b> |
| g.caucho 20/30                  | 42.749.873,3        | 0,0        | 0,0              | 191.706,7         | 575.120,0        | 503.230,0        | 632.632,0        | 718.900,0          |
| g.caucho 2/3                    | 18.324.932,0        | 0,0        | 0,0              | 37.656,7          | 146.861,0        | 225.940,0        | 271.128,0        | 305.019,0          |
| acero                           | 4.887.411,3         | 0,0        | 0,0              | 19.256,3          | 59.694,4         | 57.768,8         | 71.890,0         | 81.518,1           |
|                                 | 0,0                 | 0,0        | 0,0              | 0,0               | 0,0              | 0,0              | 0,0              | 0,0                |
| <b>GASTOS</b>                   | <b>16.569.836,9</b> | <b>0,0</b> | <b>0,0</b>       | <b>510.000,0</b>  | <b>522.895,0</b> | <b>536.120,7</b> | <b>549.685,6</b> | <b>563.598,5</b>   |
| Mantenimiento                   | 829.032,7           | 0,0        | 0,0              | 25.000,0          | 25.675,0         | 26.368,2         | 27.080,2         | 27.811,3           |
| Consumos                        | 3.802.732,8         | 0,0        | 0,0              | 125.000,0         | 127.500,0        | 130.050,0        | 132.651,0        | 135.304,0          |
| Gtos. Personal                  | 11.938.071,4        | 0,0        | 0,0              | 360.000,0         | 369.720,0        | 379.702,4        | 389.954,4        | 400.483,2          |
| <b>RESULTADO DE EXPLOTACIÓN</b> | <b>49.392.379,7</b> | <b>0,0</b> | <b>0,0</b>       | <b>-261.380,4</b> | <b>258.780,4</b> | <b>250.818,1</b> | <b>425.964,4</b> | <b>541.838,6</b>   |
| Financieros                     | -37.793,5           | 0,0        | -12.486,7        | -10.096,9         | -7.654,4         | -5.158,3         | -2.607,2         | 1,0                |
| Ingresos                        | 210,0               | 0,0        | 0,0              | 0,0               | 0,0              | 0,0              | 0,0              | 1,0                |
| Gastos                          | -38.003,5           | 0,0        | -12.486,7        | -10.096,9         | -7.654,4         | -5.158,3         | -2.607,2         | 0,0                |
| <b>RESULTADO ORDINARIO</b>      | <b>49.354.586,2</b> | <b>0,0</b> | <b>-12.486,7</b> | <b>-271.477,3</b> | <b>251.125,9</b> | <b>245.659,8</b> | <b>423.357,2</b> | <b>541.839,6</b>   |
| Extraordinarios                 | 200.000,0           | 0,0        | 0,0              | 0,0               | 200.000,0        | 0,0              | 0,0              | 0,0                |
| Ingresos                        | 200.000,0           |            |                  |                   | 200.000,0        |                  |                  |                    |
| Gastos                          | 0,0                 |            |                  |                   |                  |                  |                  |                    |
| <b>BAI</b>                      | <b>49.554.586,2</b> | <b>0,0</b> | <b>-12.486,7</b> | <b>-271.477,3</b> | <b>451.125,9</b> | <b>245.659,8</b> | <b>423.357,2</b> | <b>541.839,6</b>   |
| Impuesto de Sociedades          | 17.344.105,2        | 0,0        | 0,0              | 0,0               | 58.506,7         | 85.980,9         | 148.175,0        | 189.643,9          |
| <b>BDI</b>                      | <b>32.210.481,0</b> | <b>0,0</b> | <b>-12.486,7</b> | <b>-271.477,3</b> | <b>392.619,3</b> | <b>159.678,9</b> | <b>275.182,2</b> | <b>352.195,7</b>   |

| <b>Cash-Flow</b>                           | <b>Total</b>         | <b>2004</b>       | <b>2005</b>       | <b>2006</b>       | <b>2007</b>      | <b>2008</b>      | <b>2009</b>      | <b>2010</b>      |
|--|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|  | <b>0,0</b>           |                   |                   |                   |                  |                  |                  |                  |
| Amortizaciones                             | <b>1.370.009,16</b>  | 12 682,60         | 80 987,16         | 80 987,16         | 80 987,16        | 80 987,16        | 80 987,16        | 80 987,16        |
| Inversiones                                | <b>-1.370.009,16</b> | -317.065,15       | -1.052.944        | 0,0               | 0,0              | 0,0              | 0,0              | 0,0              |
| Intercalarios                              |                      |                   |                   |                   |                  |                  |                  |                  |
| Financiación Ajena                         | <b>567.578,7</b>     | 135.184,0         | 432.394,7         | 0,0               | 0,0              | 0,0              | 0,0              | 0,0              |
| Devolución Pasivo Bancario                 | <b>-567.578,7</b>    | 0,0               | -108.629,7        | -111.019,6        | -113.462,0       | -115.958,2       | -118.509,2       | 0,0              |
| Efecto Diferimiento Cobros                 | <b>0,0</b>           | 0,0               | 0,0               | -82.873,2         | -177.685,3       | -1.754,5         | -62.903,8        | -43.262,4        |
| Efecto Diferimiento Pagos corrientes       | <b>0,0</b>           | 0,0               | 0,0               | 0,0               | 0,0              | 0,0              | 0,0              | 0,0              |
| Efecto Diferimiento Pago inversiones       | <b>0,0</b>           | 68.000,0          | 134.500,0         | -202.500,0        | 0,0              | 0,0              | 0,0              | 0,0              |
| IVA  | <b>0,0</b>           | -43.520,0         | -86.080,0         | 129.600,0         | 0,0              | 0,0              | 0,0              | 0,0              |
| <b>Flujos anuales de Tesorería</b>         | <b>32.210.481,0</b>  | <b>-101.456,0</b> | <b>-380.021,7</b> | <b>-467.990,1</b> | <b>171.752,0</b> | <b>112.246,2</b> | <b>164.049,2</b> | <b>379.213,4</b> |
| Tesorería Acumulada                        | 32.210.481,0         | -101.456,0        | -481.477,7        | -949.467,8        | -777.715,8       | -665.469,6       | -501.420,4       | -122.207,0       |
| Payback (año recuperación de la inversión) | 2.011                |                   |                   |                   |                  |                  |                  |                  |
| Necesidades de Financiación                |                      | -193.120,0        | -617.706,7        |                   |                  |                  |                  |                  |

|                          |       |       |       |       |       |       |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| IPC interanual constante | 2,70% | 2,70% | 2,70% | 2,70% | 2,70% | 2,70% |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|

|                         |       |       |       |       |       |       |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Revisión Precio Energía | 2,00% | 2,00% | 2,00% | 2,00% | 2,00% | 2,00% |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Apuntes de la Asignatura de Reciclado de Materiales de Ingeniería de Materiales
- Apuntes de la Asignatura de Proyectos de Ingeniería de Materiales
- [www.plasticunivers.com](http://www.plasticunivers.com)
- Informes Técnicos de la Asociación Nacional de la Carretera
- Revista nº 25 Waste Magazine
- Revista Ambientum nº 27
- Plan Nacional de Neumáticos Fuera de Uso
- Revista Tecnociencia – Diciembre de 2002
- Pagina web “Bureau of International Recycling”
- Página web “Tire Recycling Succes”

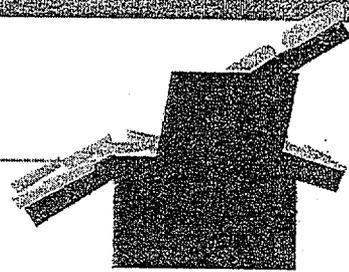
## **ANEJOS A LA MEMORIA**

Incluye las características técnicas de la maquinaria utilizada, según los datos que proporciona el fabricante

# CM Tire Shredder

This high volume, efficient machine processes 1,200 passenger tires, or 200 truck tires, per hour. That's up to 12 tons of tires per hour.

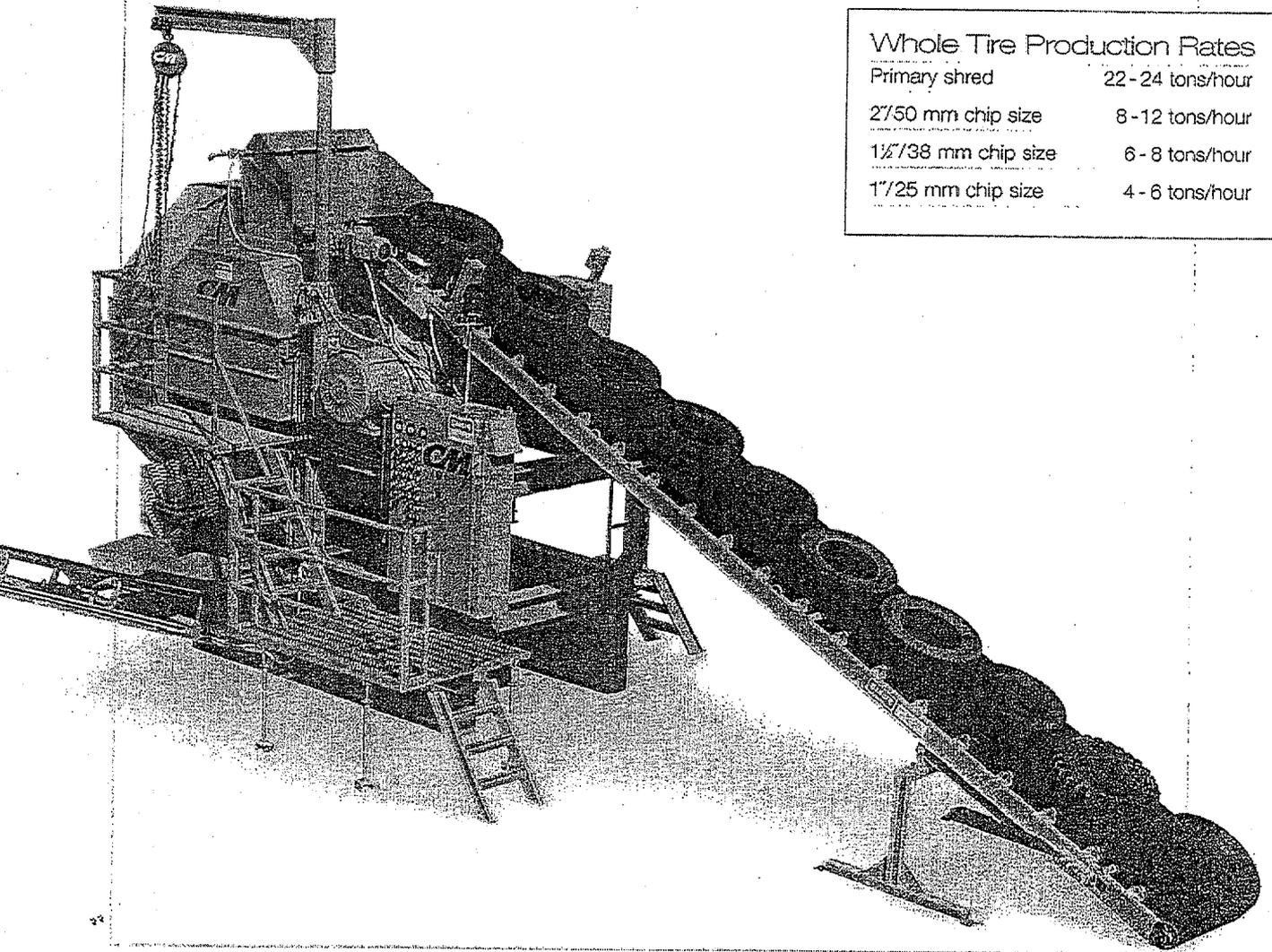
- Offered in stationary and mobile configurations
- Two-speed drive ensures energy efficient operation
- Low maintenance
- Utilizes through hardened (60-62 RC), resharpenable knives
- Patented knife design provides precision cut of rubber and steel
- Patented internal classification and recirculation systems allow easy monitoring of shredder performance



*Turnkey system - including all stands, platforms and conveyor systems - comes completely pre-wired.*

## Whole Tire Production Rates

|                          |                 |
|--------------------------|-----------------|
| Primary shred            | 22-24 tons/hour |
| 2 7/8" / 50 mm chip size | 8-12 tons/hour  |
| 1 1/2" / 38 mm chip size | 6-8 tons/hour   |
| 1" / 25 mm chip size     | 4-6 tons/hour   |



**CM Tire Shredding Systems**  
Performance. Solutions. Profits.

## You can't beat CM for performance.

The CM Tire Shredder's patented knife design utilizes extremely close knife tolerances which result in the tires being cut cleanly, leaving very little exposed wire.

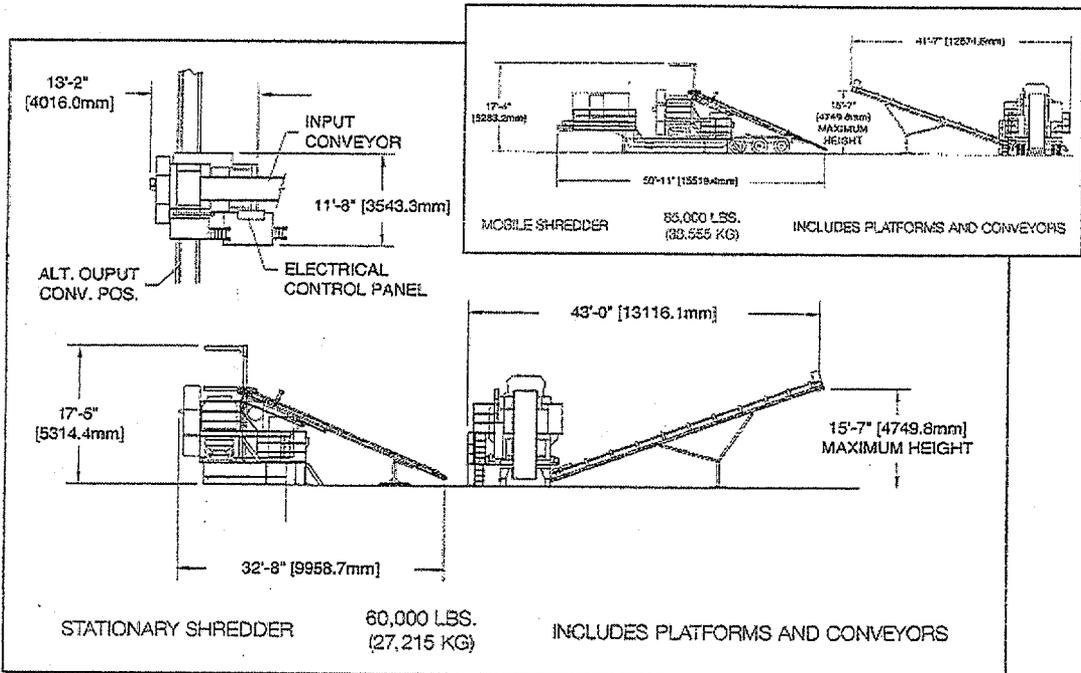
For best efficiency, the CM Tire Shredder can be set to run at 20 rpm for car tires, 10 rpm for heavier, thicker truck tires. It's rugged enough to cut whole tires up to 48" in diameter, including steel-belted radials, in just one step. And since the CM Tire Shredder is designed for simplicity, you can keep labor costs to a minimum.



*Clearly cut chip quality is guaranteed.*

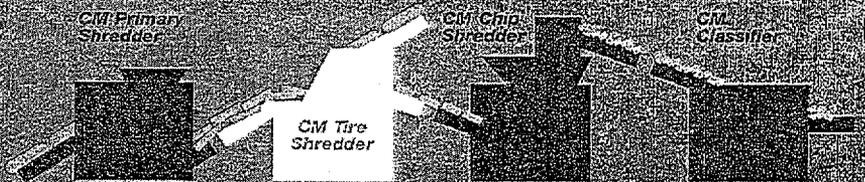
## CM offers the best service and support.

The CM Tire Shredder is serviced by experienced technicians who will respond quickly with on-site troubleshooting whenever necessary. Full factory support includes parts, maintenance assistance and detailed operation manuals.



**Tire Shredding Systems**  
Performance Solutions. Proven Profits.

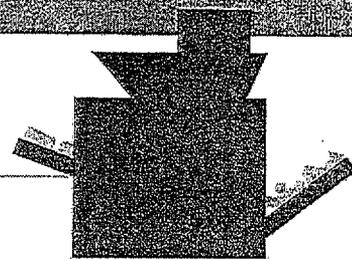
©2008 CM SHREDDERS



Sarasota Operations: 1926 Wainfield Avenue, Sarasota, Florida 34235

(941) 755-2621 • 1-800-949-1074 • Fax: (941) 753-2308 • [www.cmshredders.com](http://www.cmshredders.com)

# CM Chip Shredder



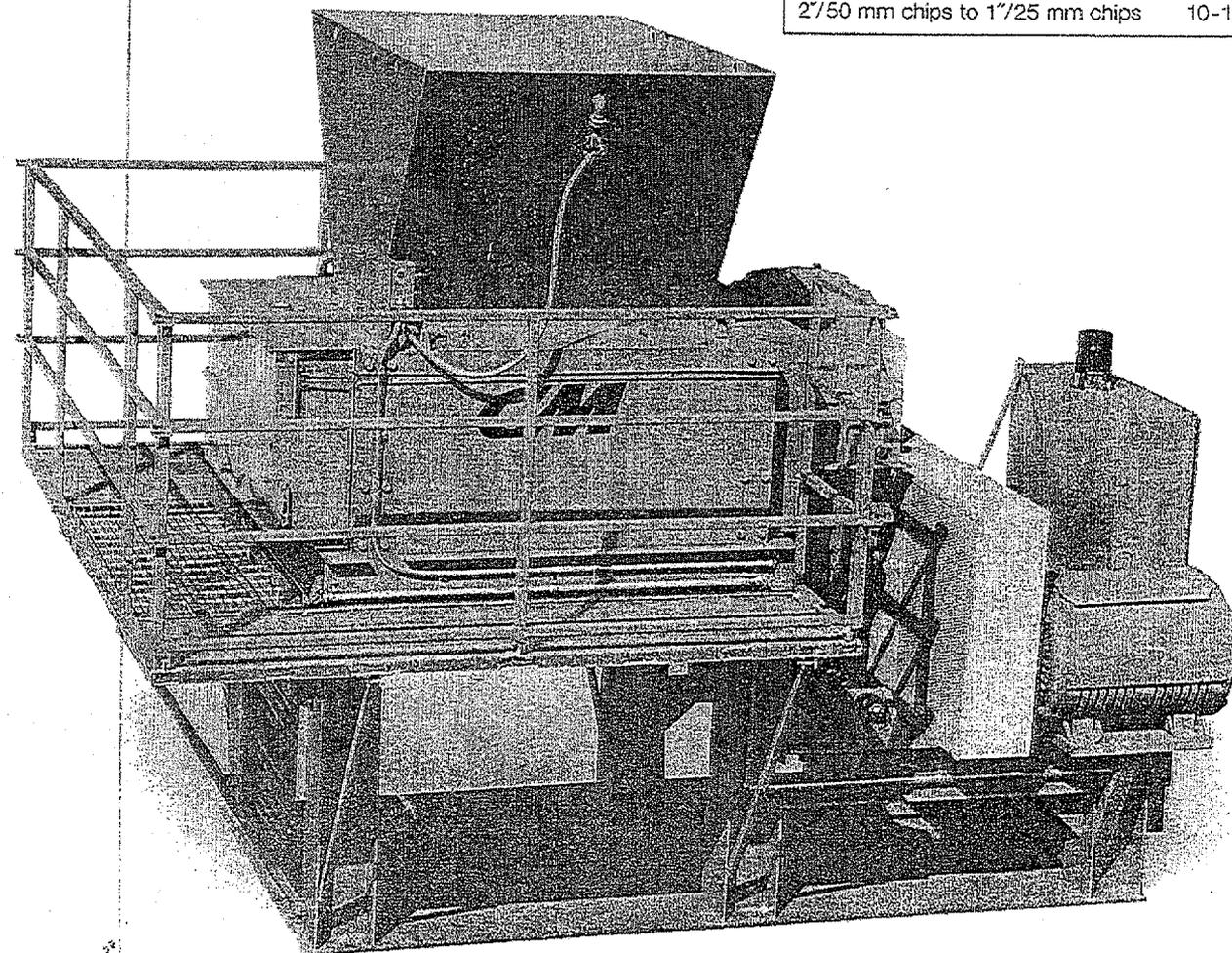
*Working together  
with the CM Tire  
Shredder, produces  
clean chips.*

Proven technology processes up to 10-12 tons of shredded tires into clean chips every hour. You benefit with:

- High production
- Variable speed drive for energy efficient operation
- Low maintenance
- Through hardened (60-62 RC), resharpenable knives
- Patented knife design which provides precision cut of rubber and steel
- Integration with competitors' systems

## Shred/Chip Production Rates

|                                  |                 |
|----------------------------------|-----------------|
| Primary shred to 2"/50 mm chips  | 13-15 tons/hour |
| Primary shred to 1"/25 mm chips  | 6-8 tons/hour   |
| 2"/50 mm chips to 1"/25 mm chips | 10-12 tons/hour |



**CM Tire Shredding Systems**  
Performance. Solutions. Profits.

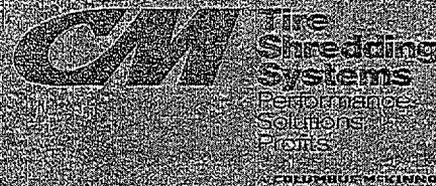
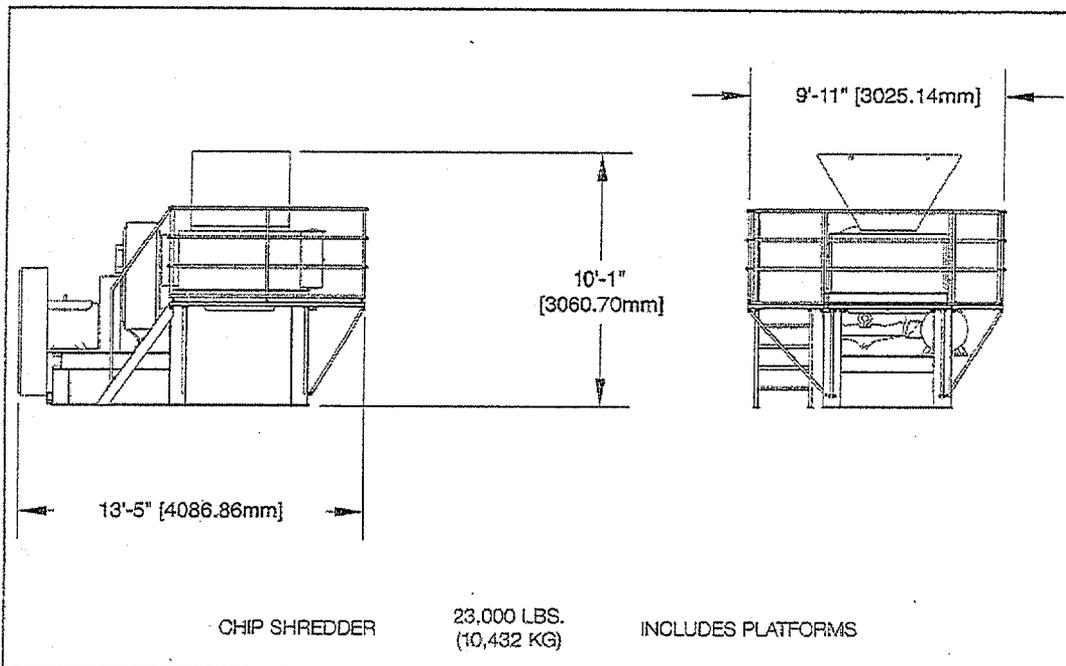
## Profit with the cleanest cuts in the industry.

Closest knife-to-knife tolerances in the industry result in an extremely clean cut of both rubber and wire. This is especially important when marketing the product, since clean-cut chips with no wire protruding are preferred by users of scrap tire-derived materials.

*Typical chips.*

## CM offers the best service and support.

The CM Chip Shredder is serviced by experienced technicians who will respond quickly with on-site troubleshooting whenever necessary. Full factory support includes parts, maintenance assistance and detailed operation manuals.



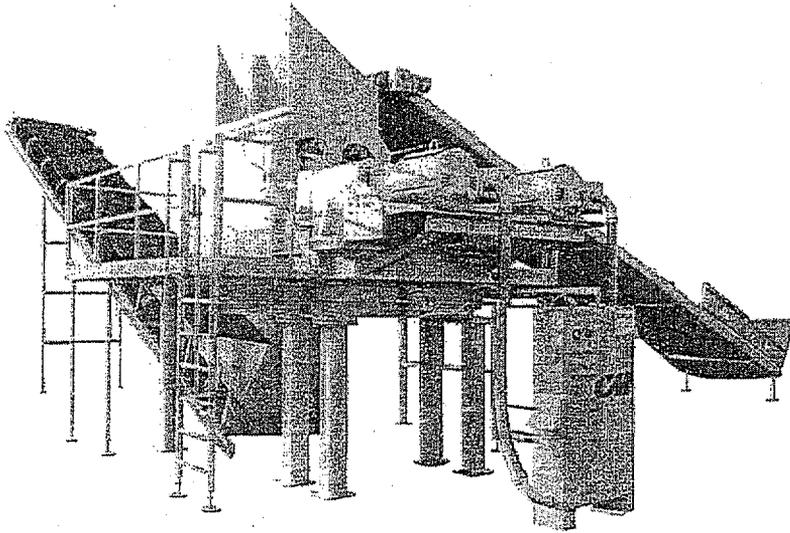
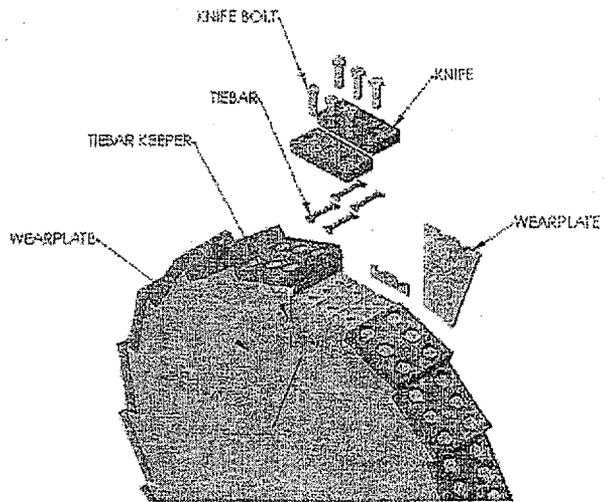
Sarasota Operations: 1926 Whitfield Avenue, Sarasota, Florida 34243  
(941) 765-2621 • 1-800-648-5077 • Fax: (941) 753-2305 • [www.womenschredders.com](http://www.womenschredders.com)

# INTRODUCING

## The NEW CM Primary Tire Shredder

Shreds whole passenger, truck, super single, farm implement and OTR tires into clean-cut primary shreds or chips.

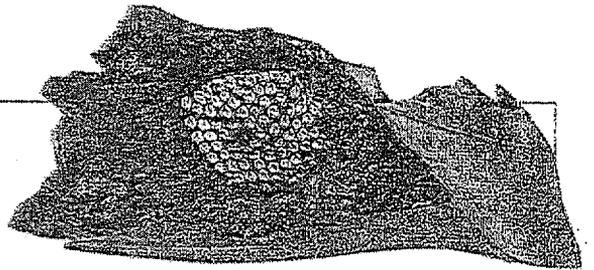
- High production 16 tons per hour – primary shred
- 2 inch chips @ 5 TPH with addition of classifier
- Low operating costs / Low maintenance
- Energy efficient twin drive system
- Utilizes through hardened (60-62 RC), reusable, resharpenable knives
- Knives can be re-used up to six times
- Patented knife design provides precision cut of rubber and steel
- Can be bulk feed



**TIRE SHREDDING SYSTEMS**  
PERFORMANCE. SOLUTIONS. PROFITS.

Sarasota Operations, 1920 Whitfield Avenue, Sarasota, FL 34243  
(941) 755-2521 1-800-348-1071 fax: (941) 753-2308 [www.cmshredders.com](http://www.cmshredders.com)

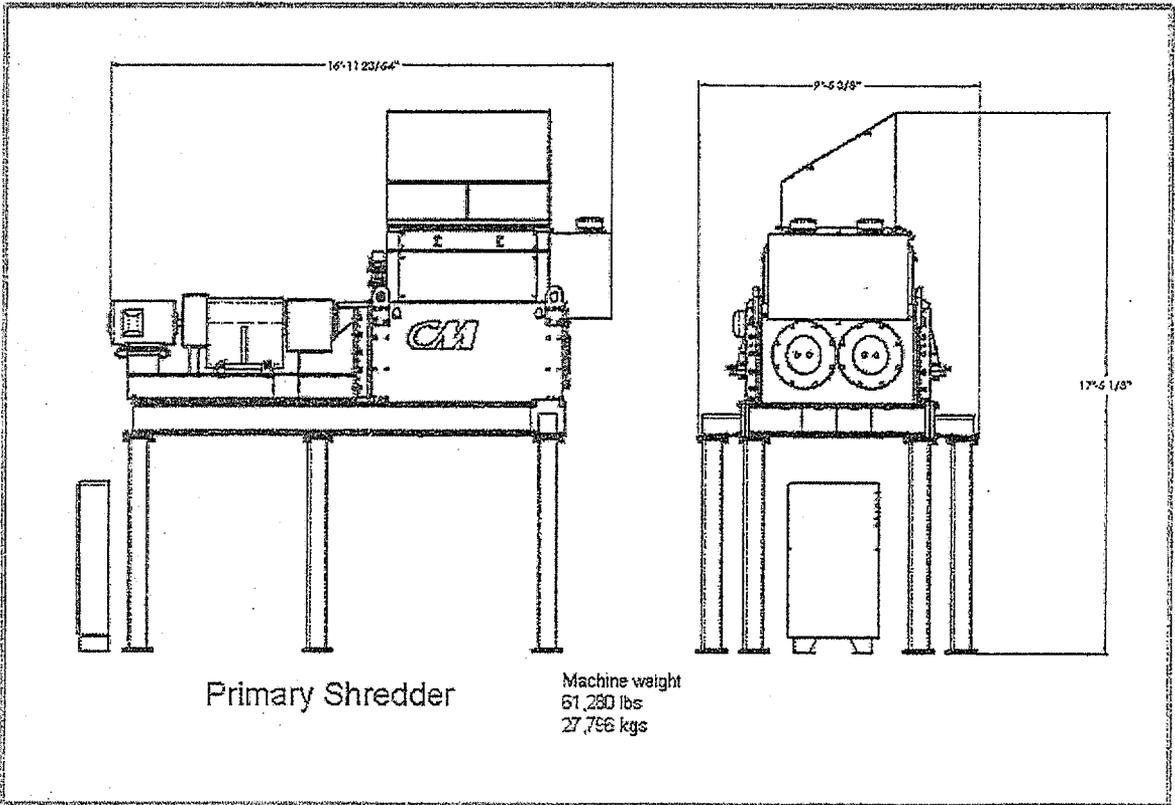
## Profit with the cleanest Cuts in the industry.



The Primary Shredder's patented knife design utilizes extremely close tolerances that result in the tires being cut cleanly, leaving very little exposed wire. The knives are reversible and resharpenable and process more PTEs than competitor machines.

## CM offers the best service and support.

The CM Primary Shredder is serviced by experienced technicians who will respond quickly with on-site troubleshooting whenever necessary. Full factory support includes parts, maintenance assistance and detailed operation manuals.



CM  
Tire  
Shredding  
Systems

CM Primary  
Shredder

CM Chip  
Shredder

CM  
Charger

CM  
Charger

CM  
Charger

CM Primary  
Shredder

CM  
Shredder

CM  
Shredder

CM  
Charger

**PLANOS**

Contiene:

Plano 0: Plano de Emplazamiento

Plano 1: Plano de Urbanización

Plano 2: Sección y Alzados

Plano 3: Cubierta

Plano 4: Instalación de Incendios

Plano 5: Esquema Unifilar

Plano 6: Esquema de Principio

**PLIEGO DE CONDICIONES**

## **DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PLIEGO**

### Art.1.- Objeto.-

El presente Pliego se regirá en unión de las disposiciones que con carácter general y particular se indican, y tiene por objeto la ordenación de las condiciones técnico facultativas que han de regir en la ejecución de las obras de construcción de la planta que se define en el presente Proyecto.

### Art.2.- Documentos Que Definen Las Obras.-

El presente Pliego, conjuntamente con los otros documentos a los que acompaña, forma el proyecto que servirá de base para la ejecución de las obras. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares establece la definición de las obras en cuanto a su naturaleza intrínseca.

Los planos constituyen los documentos que definen la obra en forma geométrica y cuantitativa.

### Art.3.- Compatibilidad Y Relacion Entre Dichos Documentos.-

En caso de incompatibilidad o contradicción entre los Planos y el Pliego, prevalecerá lo escrito en este último documento. En cualquier caso, ambos documentos tienen preferencia sobre los Pliegos de Prescripciones Técnicas Generales de la Edificación. Lo mencionado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y omitido en los planos o viceversa, habrá de ser considerado como si estuviese expuesto en ambos documentos, siempre que la unidad de obra esté definida en uno u otro documento y figure en el Presupuesto.

### Art.4.- Director De La Obra.-

La Propiedad nombrará en su representación a una Dirección Facultativa, en quien recaerán las labores de dirección, control y vigilancia de las obras del presente Proyecto. El contratista proporcionará toda clase de facilidades para que el Ingeniero Director o sus subalternos, puedan llevar a cabo su trabajo con el máximo de eficacia.

No será responsable ante la Propiedad de la tardanza de los Organismos competentes en la tramitación del Proyecto. La tramitación es ajena al Ingeniero Director, quien a su vez conseguidos los permisos, dará la orden de comenzar la obra.

## **NORMAS GENERALES**

### Art.1.- Disposiciones A Tener En Cuenta.-

- I. Ley de Contratos del Estado aprobado por Decreto 923/1965 de 8 de Abril.
- II. Reglamento General de Contratación para la aplicación de dicha Ley aprobado por Decreto 3354/1967 de 28 de Diciembre.
- III. Pliego de Prescripciones Técnicas Generales vigentes del M.O.P.T.
- IV. Normas Básicas ( NBE ) y Tecnológicas de la Edificación ( NTE ).
- V. Instrucción de Hormigón Estructural, EHE, aprobada por R.D 2661/1998.
- VI. Métodos y Normas de Ensayo de Laboratorio Central del M.O.P.T.
- VII. Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y Normas MIBT complementarias.
- VIII. Reglamento sobre recipientes y aparatos a presión.

### **Obligaciones del Contratista.-**

#### Art 1.- Remision De Solicitud De Ofertas.-

Por la Dirección Técnica se solicitarán ofertas a empresas especializadas del sector, para la realización de las instalaciones especificadas en el presente Proyecto para lo cual se pondrá a disposición de los ofertantes un ejemplar del citado Proyecto o un extracto con los datos suficientes. En caso de que el ofertante lo estime de interés deberá presentarse además de la mencionada, la o las soluciones que recomiende para resolver la instalación.

El plazo máximo fijado para recepción de las ofertas será de un mes.

#### Art 2.- Residencia Del Contratista.-

El Contratista permanecerá en la obra durante la jornada de trabajo, pudiendo estar representado por un encargado apto, autorizado por escrito, para recibir instrucciones verbales y firmar recibos y planos o comunicaciones que se dirijan.

#### Art 3.- Reclamaciones Contra Las Ordenes De Direccion.-

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes emanadas del Ingeniero Director, sólo podrá presentarlas a través del mismo ante la Propiedad. Si ellas son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes, contra disposiciones de orden técnico o facultativo del Ingeniero Director, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad si lo considera oportuno, mediante exposición razonada, dirigida al Ingeniero Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo que, en todo caso, será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

Art 4.- Despido Por Insubordinacion, Incapacidad Y Mala Fe.-

Por falta de incumplimiento de las instrucciones del Ingeniero Director o sus subalternos de cualquier clase, encargados de las vigilancias de las obras, por manifiesta incapacidad o por actos que comprometan y perturben la marcha de los trabajos del Contratista tendrá obligación de sustituir a sus dependientes y operarios, cuando el Ingeniero Director lo reclame.

Art 5.- Copia De Documentos.-

El Contratista tiene derecho a sacar copias de los Pliegos de Condiciones, Presupuestos y demás documentos de la Contrata. EL Ingeniero Director de la Obra, si el Contratista solicita éstos, autorizará las copias después de contratadas las obras.

**Trabajos, materiales y medios auxiliares.-**

Art 1.- Libro De Ordenes.-

Con objeto de que en todo momento se pueda tener un conocimiento exacto de la ejecución e incidencias de la obra, se llevará mientras dure la misma, el Libro de Ordenes, en el que se reflejarán las visitas facultativas realizadas por la Dirección de la obra, incidencias surgidas y en general, todos aquellos datos que sirvan para determinar con exactitud si por la Contrata se han cumplido los plazos y fases de ejecución previstas para la realización del Proyecto.

Art 2.- Comienzo De Los Trabajos Y Plazo De Ejecucion.-

Obligatoriamente y por escrito deberá el Contratista dar cuenta al Ingeniero Director del comienzo de los trabajos, antes de transcurrir 24 horas de su iniciación: previamente se habrá suscrito el acta de replanteo en las condiciones descritas en el artículo 6.

El adjudicatario comenzará las obras dentro del plazo de 15 días desde la fecha de adjudicación. Dará cuenta al Ingeniero Director, mediante oficio, del día en el que se propone iniciar los trabajos debiendo dar éste acuse de recibo.

Las obras quedarán terminadas en el plazo de 6 meses.

El Contratista está obligado del cumplimiento de todo cuanto se dispone en la Reglamentación Oficial de Trabajo.

Art 3.- Condiciones Generales De Ejecucion De Los Trabajos.-

El Contratista, como es natural, deberá emplear los materiales y mano de obra que cumplan las condiciones exigidas en las “ Condiciones Generales de Indole Técnica “ del Pliego General de Condiciones Varias de la Edificación y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello y hasta que tenga lugar la recepción definitiva de la obra, el Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos pueda existir, por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que pueda servirle de excusa ni le otorgue derecho alguno, la circunstancia de que el Ingeniero Director o sus subalternos no le hayan llamado la atención

sobre el particular ni tampoco el hecho de que hayan sido valorados en las certificaciones parciales de la obra que siempre se supone que se extienden y abonan a buena cuenta.

Art 3- Trabajos Defectuosos.-

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Ingeniero Director o su representante en la obra adviertan vicios o defectos en los trabajos efectuados, o que los materiales empleados, o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos y antes de verificarse la excepción definitiva de obra, podrán disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la Contrata. Si ésta no estimase justa la resolución y se negase a la demolición y construcción ordenadas se procederá de acuerdo con lo establecido en el artículo 33.

Art 4.- Obras Y Vicios Ocultos.-

Si el Ingeniero Director tuviese razones para creer la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo y antes de la recepción definitiva, las demoliciones que crea necesarias para reconocer los trabajos que supongan defectuosos.

Los gastos de la demolición y de la reconstrucción que se ocasionen, serán de cuenta del Contratista siempre que los vicios existan realmente, en caso contrario correrán a cargo del propietario.

Art 5 Materiales No Utilizables O Defectuosos.-

No se procederá al empleo de los materiales y de los aparatos sin que antes sean examinados y aceptados por el Ingeniero Director, en los términos que prescriben los Pliegos de Condiciones, depositando el efecto el Contratista, las muestras y modelo necesarios previamente contraseñados, para efectuar con ello comprobaciones, ensayos o pruebas preceptuadas en el Pliego de Condiciones, vigente en obra. Los gastos que ocasionen los ensayos, análisis, pruebas, etc, antes indicados serán a cargo del Contratista.

Cuando los materiales o aparatos no fueran de la calidad requerida o no estuviesen perfectamente preparados, el Ingeniero Director dará orden al Contratista para que los reemplace por otros que se ajusten a las condiciones requeridas en los Pliegos a falta de éstos, a las órdenes del Ingeniero Director.

Art 6.- Medios Auxiliares.-

Es obligación de la Contrata el ejecutar cuanto sea necesario para buena construcción y aspecto de las obras aún cuando no se halle expresamente estipulado en los Pliegos de Condiciones, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación lo disponga el Ingeniero Director y dentro de los límites de posibilidad que los presupuestos determinen para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

Serán de cuenta del Contratista, los andamios, cimbras, máquinas y demás medios auxiliares que para la debida marcha y ejecución de los trabajos se necesiten, no cabiendo por tanto, al propietario responsabilidad alguna por cualquier avería o accidente personal que pueda ocurrir en las obras por insuficiencia de dichos medios auxiliares.

Serán asimismo de cuenta del Contratista, los medios auxiliares de protección y señalización de la obra tales como vallado, elementos de protección provisionales, señales de tráfico adecuadas, señales luminosas nocturnas, etc. y todas las necesarias para evitar accidentes p revisibles en función del estado de obra y de acuerdo con la legislación vigente.

### **Recepción y liquidación.-**

#### Art 6.- Recepcion Provisional De Obras.-

A la recepción de las obras a su terminación concurrirá un Facultativo designado por la Administración, representante de ésta, el Facultativo encargado de la dirección de las obras y el Contratista asistido, si lo estima oportuno, de su Facultativo.

Dentro del plazo de dos meses, contados a partir de la recepción, el órgano de contratación deberá aprobar la certificación final de las obras ejecutadas, que será abonada al contratista a cuenta de la liquidación del contrato.

Si se encuentran las obras en buen estado y con arreglo a las prescripciones previstas, el funcionario técnico designado por la Administración contratante y representante de ésta las dará por recibidas, levantándose la correspondiente acta y comenzando entonces el plazo de garantía. Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar así en el acta y el Director de las mismas señalará los defectos observados y detallará las instrucciones precisas fijando un plazo para remediar aquellos. Si transcurrido dicho plazo el Contratista no lo hubiera efectuado, podrá concedérsele otro nuevo plazo improrrogable o declarar resuelto el contrato.

#### Art 7.- Plazo De Garantia.-

El plazo de garantía comenzará a contarse a partir de la fecha de la recepción de la obra, que será de un año. El Contratista se hará cargo durante este período, de todas las reparaciones de desperfectos imputables a defectos y vicios ocultos.

#### Art 8.- Recepcion Definitiva.-

Dentro del plazo de quince días anteriores al cumplimiento del plazo de garantía, el Director facultativo de la obra, de oficio o a instancia del Contratista, redactará un informe sobre el estado de las obras. Si éste fuera favorable, el Contratista quedará relevado de toda responsabilidad, salvo en lo que respecta a vicios ocultos, procediéndose a la devolución o cancelación de la garantía, a la liquidación del contrato y, en su caso, al pago de las obligaciones pendientes. En el caso de que el informe no fuera favorable y los defectos observados se debiesen a deficiencias en la ejecución de la obra y no al uso de lo construido, durante el plazo de garantía, el Director facultativo procederá a dictar las oportunas instrucciones al contratista

para la debida reparación de lo construido, concediéndole un plazo para ello durante el cual continuará encargado de la conservación de las obras, sin derecho a percibir cantidad alguna por ampliación del plazo de garantía.

Art 9.- Liquidacion Final.-

Terminadas las obras, se procederá a la liquidación fijada, que indicará el importe de las unidades de obra realizadas y las que constituyen modificaciones del Proyecto, siempre y cuando hayan sido previamente aprobadas por la Dirección Técnica con sus precios. De ninguna manera tendrá derecho el Contratista a formar reclamaciones por aumentos de obra que no estuviesen autorizados por escrito a la Entidad Propietaria con el visto bueno del Ingeniero Director.

Art 10.- Casos De Rescisión.-

La liquidación se hará mediante un contrato liquidatorio, que se redactará de acuerdo por ambas partes. Incluirá el importe de las unidades de obras realizadas hasta la fecha de rescisión..

**Facultades de la dirección de obras.-**

Art 1.- Facultades De La Direccion De Obras.-

Además de todas las facultades particulares que corresponden al Ingeniero Director, expresadas en los artículos precedentes, es misión específica suya la Dirección y vigilancia de los trabajos que en las obras se realicen bien por si por medio de sus representantes técnicos y ello con autoridad técnica legal, completa e indiscutible, incluso en todo lo no previsto específicamente en el Pliego General de Condiciones Varias de la Edificación, sobre las personas y cosas situadas en la obra y en relación con los trabajos que para la ejecución de los edificios y obras anejas se lleven a cabo, pudiendo incluso, pero con causa justificada, recusar al Contratista, se considera que el adoptar esta resolución es útil y necesaria para la debida marcha de la obra.

**CONDICIONES ECONOMICAS.-**

**Base fundamental.-**

Como base fundamental de estas condiciones generales de Indole Económica se establece el principio de que el Contratista debe percibir el importe de todos los trabajos ejecutados, siempre que éstos se hayan ejecutado con arreglo y sujeción al proyecto y condiciones generales particulares que rijan la construcción del edificio y obra aneja contratada.

**Garantías de cumplimiento y fianzas.-**

Art 1.- Garantías.-

El Ingeniero Director podrá exigir al Contratista la presentación de referencias bancarias o de otras entidades o personas, al objeto de cerciorarse de que éste reúne todas las condiciones

requeridas para el exacto cumplimiento del contrato, dichas referencias, si le son pedidas las presentará el Contratista antes de la firma del contrato.

Art 2.- Fianzas.-

Se podrá exigir al Contratista para que responda del cumplimiento de lo contratado una fianza del 10 % del presupuesto de las obras adjudicadas.

Art 3.- Ejecucion De Los Trabajos Con Cargo A La Fianza.-

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para utilizar la obra en las condiciones contratadas, el Ingeniero Director en nombre y representación del Propietario, los ordenará ejecutar a un tercero, o directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho el propietario en el caso de que el importe de la fianza no baste para abonar el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fueran de recibo.

Art 4.- Devolucion De La Fianza.-

La fianza depositada será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá de ocho días, una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra, siempre que el Contratista haya acreditado, por medio de certificado del Alcalde del Distrito Municipal en cuyo término se haya emplazada la obra contratada, que no existe reclamación alguna contra él por los daños y perjuicios que sean de su cuenta o por deudas de los jornales o materiales, ni por indemnizaciones derivadas de accidentes ocurridos en el trabajo.

**Precios y Revisiones.-**

Art 1.- Precios Contradictorios.-

Si ocurriese algún caso por virtud del cual fuese necesario fijar un nuevo precio, se procederá a estudiarlo y convenirlo contradictoriamente de la siguiente forma:

El Adjudicatario formulará por escrito, bajo firma, el precio que a su juicio debe aplicarse a la nueva unidad.

La Dirección Técnica estudiará el que, según el criterio, deba utilizarse.

Si ambos son coincidentes se formulará por la Dirección Técnica el acta de avenencia, igual que en el cualquier pequeña diferencia o error fuesen salvados por simple exposición y convicción de una de las partes, quedando así formalizado el precio contradictorio.

Si no fuera posible conciliar por simple discusión los resultados, el Sr. Director propondrá a la Propiedad que adopte la resolución que estime conveniente, que podrá ser aprobatoria del precio exigido por el Adjudicatario o, en otro caso, la segregación de la obra o instalación nueva, para ser ejecutada por administración u otro adjudicatario diferente.

La fijación del precio contradictorio habrá de proceder necesariamente al comienzo de la nueva unidad puesto que, si por cualquier motivo no se hubiese aportado el adjudicatario estará

obligado a aceptar que buenamente quiera fijarle el Sr. Director y al concluirla a satisfacción de éste.

Art 2.- Reclamaciones De Aumentos De Precios.-

Si el Contratista, antes de la firma del contrato que hubiese hecho de reclamación u observación oportuna, no podrán, bajo ningún pretexto de error y omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirve de base para la ejecución de las obras.

Tampoco se le admitirá reclamaciones de ninguna especie fundada en indicaciones que, sobre las obras, hagan en la Memoria, por no servir este documento de base a la Contrata. Las equivocaciones materiales o errores aritméticos en las unidades de obra o en su importe, se corregirán en cualquier época que observen, pero no se tendrán en cuenta a los efectos de la rescisión de contrato, señalados en las "Condiciones Generales o Particulares de Indole Facultativa", sino en el caso de que el Ingeniero Director o el Contratista los hubieran hecho notar dentro del plazo de cuatro meses contados desde la fecha de adjudicación. Las equivocaciones materiales no alterarán la baja proporción hecha en la Contrata, respecto del importe del presupuesto que ha de servir de base a la misma, pues en la baja se fijará siempre por la relación entre las cifras de dicho presupuesto, antes de las correcciones y la cantidad ofrecida.

Art 3.- Revisión De Precios.-

Contratándose las obras a riesgo y ventura, es natural por ello, que no se debe admitir la revisión de los precios contratados. No obstante dada la variedad continua de los precios de los jornales y sus cargas sociales, así como la de los materiales y transportes que son característica de determinadas épocas anormales, se admite, durante ellas, la revisión de precios contratados, bien en alza o en baja y en anomalía con las oscilaciones de los precios de mercado.

Por ello y en los casos de revisión en alza, el Contratista puede solicitarla al Propietario, en cuanto se produzca cualquier alteración de precio, que repercuta, aumentando los contratos. Ambas partes convendrán el nuevo precio unitario antes de comenzar o de continuar la ejecución de la unidad de obra que intervenga el elemento cuyo precio en el mercado, y por causa justificada, especificándose y acordándose, también, previamente, la fecha a partir de la cual se aplicará el precio revisado y elevado, para lo cual se tendrá en cuenta y cuando así proceda, el acopio de materiales de obra en el caso de que estuviesen total o parcialmente abonados al Propietario.

Si el Propietario o el Ingeniero Director, en su representación, no estuviese conforme con los nuevos materiales, transportes, etc., que el Contratista desea como normales en el mercado, aquel tiene la facultad de proponer al Contratista, y éste la obligación de aceptarlos, a precios inferiores a los pedidos por el Contratista, en cuyo caso lógico y natural, se tendrá en cuenta

para la revisión, los precios de los materiales, transportes, etc., adquiridos por el Contratista merced a la información del Propietario.

Cuando el Propietario o Ingeniero Director, en su representación, no estuviese conforme con los nuevos precios de materiales, transportes, etc., concertará entre las dos partes la baja a realizar en los precios unitarios vigentes en la obra, en equidad por la experimentada por cualquiera de los elementos constructivos de la unidad de obra y la fecha en que empezarán a regir los precios revisados.

Cuando, entre los documentos aprobados por ambas partes, figurase el relativo a los precios unitarios contratados descompuestos, se seguirá un procedimiento similar al preceptuado en los casos de revisión por alza de precios.

#### Art 4.- Elementos Comprendidos En El Presupuesto.-

Al fijarse los precios de las diferentes unidades de obra en el presupuesto, se ha tenido en cuenta el importe de andamios, vallas, elevación y transporte de material, es decir, todos los correspondientes a medios auxiliares de construcción, así como toda suerte de indemnización sin impuestos, multas o pagos que tengan que hacerse por cualquier concepto, con los que se han grabado o se graben los materiales o las obras por el Estado, Provincia o Municipio.

Por esta razón no se abonará al contratista los materiales accesorios y operaciones necesarias para dejar la obra completamente terminada y en disposición de recibirse.

#### **Valoración y abono de los trabajos.-**

##### Art 5.- Valoración De La Obra.-

La medición de la obra concluida se hará por el tipo de unidad fijada en el correspondiente presupuesto.

La valoración deberá obtenerse aplicando a las diversas unidades de obra, el precio que tuviese asignado en el Presupuesto, añadiendo a este importe el de los tanto por ciento que correspondan al beneficio industrial y descontando el tanto por ciento que corresponda a la baja en la subasta hecha por el Contratista.

##### Art 6.- Mediciones Parciales Y Finales.-

Las mediciones parciales se verificarán en presencia del Contratista, de cuyo acto se levantará acta por duplicado, que será firmada por ambas partes. La medición final se hará después de terminadas las obras con precisa asistencia del Contratista.

En el acta que no se extienda, de haberse verificado la medición en los documentos que lo acompañan, deberá a parecer la conformidad del Contratista o de su representación legal. En caso de no haber conformidad, lo expondrá sumariamente y a reserva de ampliar las razones que a ello obliga.

Art 7.- Equivocaciones En El Presupuesto.-

Se supone que el Contratista ha hecho detenido estudio sobre los documentos que componen el Proyecto, y por tanto al no haber hecho ninguna observación sobre posibles errores o equivocaciones en el mismo, se entiende que no hay lugar a disposición alguna en cuanto afecta a medidas o precios de tal suerte, que la obra ejecutada con arreglo al Proyecto contiene mayor número de unidades de las previstas, no tiene derecho a reclamación alguna.

Si por el contrario, el número de unidades fuera inferior, se descontará del presupuesto.

Art 8.- Valoración De Obras Incompletas.-

Cuando por consecuencia de rescisión y otras causas fuera preciso valorar las obras incompletas, se aplicarán los precios del presupuesto, sin que pueda pretenderse hacer la valoración de la unidad de obra fraccionándola en forma distinta a la establecida en los cuadros de descomposición de precios.

Art 9.- Carácter Provisional De Las Liquidaciones Parciales.-

Las liquidaciones parciales tienen carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujeto a certificaciones y variaciones que resulten de la liquidación final. No suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

La propiedad se reserva en todo momento y especialmente al hacer efectivas las liquidaciones parciales, el derecho de comprobar que el Contratista ha cumplido los compromisos referentes al pago de jornales y materiales invertidos en la obra, a cuyo efecto deberá presentar el contrato y los comprobantes que se exijan.

Art 10.- Pagos.-

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos. Su importe corresponderá, precisamente, al de las certificaciones de obras pedidas por el Ingeniero Director, en virtud de las cuales se verifican aquellos.

Art 11.- Suspensión Por Retraso De Pagos.-

En ningún caso podrá el Contratista, alegando retraso en los pagos, suspender trabajos ni ejecutarlos a menor ritmo del que les corresponda, con arreglo al plazo en que deben terminarse. El importe de la indemnización que debe abonar el Contratista por causa de retraso no justificado, en el plazo de terminación de las obras contratadas será: el importe de la suma de perjuicios materiales causados por imposibilidad de ocupación del inmueble debidamente justificados.

Art 12.- Indemnización Por Daños De Causa Mayor Al Contratista.-

El Contratista no tendrá indemnización por causa de pérdidas, averías o perjuicios ocasionados en las obras, sino en los casos de fuerza mayor. Para los efectos de este artículo, se considerarán como tales casos los que siguen:

- Los incendios causados por actividad atmosférica.
- Los daños producidos por terremotos.

-Los producidos por vientos huracanados a los que sean previstos en el país, y siempre que exista constancia inequívoca de que el Contratista tomó las medidas posibles, dentro de sus medios, para evitar o atenuar los daños.

-Los que provengan de movimientos del terreno en los que estén construidas las obras.

-Los destrozos ocasionados violentamente, mano armada, en tiempo de guerra, movimientos sediciosos populares o robos tumultuosos.

La indemnización se referirá, exclusivamente, al abandono de las unidades de obra ya ejecutadas o materiales acopiados a pie de obra, en ningún caso comprenderá medios auxiliares, maquinaria o instalaciones, etc., propiedad de la Contrata.

### **Varios.-**

#### Art 1.- Mejoras De Obras.-

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en el que el Ingeniero Director haya ordenado por escrito a la ejecución de los trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el Contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del proyecto, a menos que el Ingeniero Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

#### Art 2.- Seguros De Los Trabajos.-

El Contratista está obligado a asegurar la obra contratada, durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva, la cuantía del seguro coincidirá en todo momento, con el valor que tengan, por Contrata a los objetos asegurados. El importe abonado por la Seguridad Aseguradora, en caso de siniestro, se ingresará a cuenta, a nombre del propietario para que con cargo a ella, se abone la obra que se construya y a medida que ésta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones como el resto de los trabajos de construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecha en documento público, el propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres ajenos a la construcción a la parte siniestrada, la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda rescindir la Contrata, con devolución de la fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc., y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro que no le hubieses abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Ingeniero Director.

En las obras de reforma o reparación se fijará previamente, la proporción de edificio que se debe asegurar y su cuantía, y si nada se previese, se entenderá que el seguro debe comprender toda parte de edificio afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuran en la póliza de seguros, los pondrá el Contratista antes de contratarlos en conocimiento del propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

## **CONDICIONES LEGALES.-**

### Art 1.- Jurisdicción.-

Para cuantas cuestiones, litigios y diferencias pudieran surgir durante después de los trabajos, las partes se someterán a juicio de amigables, con ponedores nombrados en números iguales por ellas y presidido por el Ingeniero Director de la obra y, en último término, a los Tribunales de Justicia del lugar en que se radique la propiedad, con expresa renuncia del fuero domiciliario. El Contratista responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el Contrato y en los documentos que componen el Proyecto (la Memoria no tendrá consideración de documento de Proyecto).

El Contratista se obliga a lo establecido en la Ley de Contrato de Trabajo y además a lo dispuesto en la de Accidentes de Trabajo, Subsidio Familiar y Seguros Sociales.

Serán de cargo y cuenta del Contratista el vallado y la policía del solar, cuidando de la conservación de sus líneas de lindeo y vigilando que, por los poseedores de las fincas contiguas, si las hubiese, no realicen durante las obras, actos que mermen o modifiquen la propiedad.

Toda observación referente a este punto será puesta inmediatamente en conocimiento del Ingeniero Director.

El Contratista es responsable a toda falta relativa a la política urbana y las Ordenanzas Municipales y a estos aspectos vigentes en la localidad en la localidad esté emplazada.

### Art 2.- Accidentes De Trabajo Y Daños A Terceros.-

En caso de accidentes ocurridos en el ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista se atenderá a lo dispuesto a éstos, y siendo en todo caso, único responsable de su cumplimiento y sin que ningún concepto pueda quedar afectada la propiedad por responsabilidades en cualquier aspecto.

El Contratista está obligado a aceptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes preceptúan para evitar, en lo posible, accidentes de los obreros o de los viandantes, no sólo en los andamios sino en todos los lugares peligrosos de la obra.

De los accidentes o perjuicios de todo género que, por no cumplir el Contratista lo legislado sobre la materia, pudieran acaecer o sobrevenir, será éste el único responsable o sus representantes en la obra ya que se considera que los en los precios contratados están incluidos todos los gastos precisos para cumplimentar debidamente dichas disposiciones legales.

El Contratista será responsable de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la edificación donde se efectúen las obras como en las contiguas. Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello

hubiera lugar de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de las obras.

El Contratista cumplirá los requisitos que prescriben las disposiciones vigentes sobre la materia y debe exhibir cuando ello fuera requerido el justificante de tal cumplimiento.

Art 3.- Pagos De Arbitrios.-

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras en concepto inherente a los propios trabajos que se realizan correrá a cargo de la Contrata, siempre que en las condiciones particulares del Proyecto no se estipule lo contrario. No obstante, el Contratista debe ser reintegrado del importe de todos aquellos conceptos que el Ingeniero Director considere justo hacer.

Art 4.- Causas De Rescisión.-

Se consideran causas suficientes de rescisión las que se a continuación se señalan:

- 1.- La muerte o incapacidad del Contratista.
- 2.- La quiebra del Contratista.

En los casos anteriores, si los herederos o síndicos ofrecieran llevar a cabo las obras, bajo las mismas condiciones estipuladas en el Contrato, el propietario debe admitir o rechazar el ofrecimiento, sin que en este último caso tengan aquellos derecho a indemnización alguna.

- 3.- Las alteraciones del contrato por las causas siguientes:

- La modificación en el Proyecto de forma tal que presente alteraciones fundamentales del mismo, a juicio del Ingeniero Director y, en cualquier caso siempre que la valoración del presupuesto de ejecución, como consecuencia de estas modificaciones, represente , en más o menos del 10% como mínimo, de algunas unidades del proyecto modificadas.

- La modificación de unidades de obra siempre que éstas modificaciones representen variaciones en más o menos del 40% como mínimo de las unidades del proyecto modificadas.

- 4.- La suspensión de la obra comenzada y en todo caso, siempre que por causas ajenas a la Contrata, no de comienzo a la hora adjudicada dentro del plazo de tres meses a partir de la adjudicación, en este caso la devolución de la fianza será automática.

- 5.- La suspensión de obra comenzada siempre que el plazo de suspensión haya excedido un año.
- 6.- El no dar comienzo la Contrata a los trabajos dentro del plazo señalado en las condiciones particulares del proyecto.

- 7.- El incumplimiento de las condiciones del Contrato, cuando implique descuido o mala fe, con perjuicios de los intereses de la obra.

- 8.- La terminación del plazo de ejecución de la obra sin haberse llegado a ésta.

- 9.- El abandono de la obra sin causa justificada.

- 10.- La mala fe en la ejecución de los trabajos.

## **NORMAS PARTICULARES**

### **Condiciones De Índole Técnica**

#### Art.6.- Replanteo.-

El replanteo de las obras se efectuará de acuerdo con lo dispuesto en el Pliego de Cláusulas Generales.

En el acta de comprobación del replanteo que se ha de levantar, el Contratista ha de hacer constar expresamente que se ha comprobado, a plena satisfacción suya, la completa correspondencia en planta y cotas relativas, entre la situación de las señales fijas que se han construido en el terreno y las homólogas indicadas en los planos, donde están referidas a la obra proyectada de acuerdo con los planos que figuran en el proyecto. En el caso de que las señales construidas en el terreno, no sean suficientes para poder determinar perfectamente alguna parte de la obra, se construirán las que se precisen para que pueda darse la aprobación del Acta.

El Contratista responderá de la conservación de las señales fijas comprobadas en el replanteo general y las que le indique el Ingeniero Director de los replanteos parciales, no pudiéndose inutilizar ninguna sin autorización por escrito.

#### Art.7.- Movimiento De Tierras.-

Se refiere el presente artículo a los desmontes y terraplenes para dar al terreno la rasante de explanación, la excavación a cielo abierto realizada con medios manuales y/o mecánicos y la excavación de pozos y zanjas.

Se adoptan las condiciones generales de seguridad en el trabajo como las condiciones relativas a los materiales, control de ejecución, valoración y mantenimiento que especifican las Normas:

j) NTE-AD “Acondicionamiento del Terreno. Desmontes”.

k) NTE-ADE “Explanaciones”.

l) NTE-ADV “Vaciados”.

m) NTE-ADZ “Zanjas y pozos”.

#### Art.8.- Red Horizontal De Saneamientos.-

Contempla el presente artículo las condiciones relativas a los diferentes aspectos relacionados con los sistemas de captación y conducción de agua del subsuelo para protección de la obra contra la humedad. Se adoptan las condiciones generales de ejecución y seguridad en el trabajo, condiciones relativas a los materiales y equipos de origen industrial, control de la ejecución, criterios relativos a la prueba de servicio, criterios de valoración y normas para el mantenimiento del terreno, establecidas en la NTE “Saneamientos, Drenajes y Avenamientos”, así como lo establecido en la Orden de 15 de Septiembre de 1986 del M.O.P.U.

Art.9.- Cimentaciones.-

Las secciones y cotas de profundidad serán las que el Ingeniero Director señale, con independencia de lo señalado en el Proyecto, que tienen carácter meramente informativo. No se rellenarán los cimientos hasta que lo ordene el Director.

El Ingeniero Director queda facultado para introducir las cimentaciones especiales o modificaciones que juzgue oportuno en función de las características particulares que presente el terreno.

Se adoptan las condiciones relativas a materiales, control, valoración, mantenimiento y seguridad especificadas en las Normas:

- n) NTE-CSZ “ Cimentaciones superficiales. Zapatas “.
- o) NTE-CSC “ Cimentaciones superficiales corridas “.
- p) NTE-CSI “ Cimentaciones superficiales. Losas “.

Art.10.- Hormigones.-

Se refiere el presente artículo a las condiciones relativas a los materiales y equipos de origen industrial relacionados con la ejecución de las obras de hormigón en masa o pretensado fabricados en obra o prefabricados, así como las condiciones generales de ejecución, criterios de medición, valoración y mantenimiento.

Regirá lo prescrito en la Instrucción EHE para las obras de hormigón en masa o armado.

Así mismo se adopta lo establecido en las Normas NTE-EH “ Estructuras de Hormigón “ y NTE-EME “ Estructuras de madera. Encofrados “.

Art.11.- Acero Laminado.-

Se establecen en el presente artículo condiciones relativas a los materiales y equipos industriales relacionados con los aceros laminados en las estructuras de edificación, tanto en sus elementos estructurales, como en sus elementos de muro. También se fijan las condiciones relativas a la ejecución, seguridad en el trabajo, control de la ejecución, valoración y mantenimiento.

Se adopta lo establecido en las Normas:

- q) NBE-MV-102 “Ejecución de las estructuras de acero laminado en edificación“.
- r) NBE-MV-103 “Acero laminado para estructuras de edificaciones“, donde se fijan las características del acero laminado, la determinación de sus características y los productos laminados actualmente utilizados.
- s) NBE-MV-105 “Roblones de acero“.
- t) NBE-MV-106 “Tornillos ordinarios calibrados para estructura de acero“.
- u) NTE-EAT “Estructuras de acero“

Art 12.- Cubiertas Y Coberturas.-

Se refiere el presente artículo a la cobertura de edificios con placas, tejas o plaquetas de fibrocemento, chapas finas o paneles formados por doble hoja de chapa con interposición de aislamiento de acero galvanizado, chapas de aleaciones ligeras, piezas de pizarra, placas de

poliéster reforzado, cloruro de polivinilo rígido o polimetacrilato de metilo, tejas cerámicas o de cemento o chapas lisas de zinc, en el que el propio elemento proporciona la estanqueidad.

Así mismo se regulan las azoteas y los lucernarios.

Las condiciones funcionales y de calidad relativa a los materiales y equipos de origen industrial y control de la ejecución, condiciones generales de ejecución y seguridad en el trabajo, así como los criterios de valoración y manteniendo son los especificados en las siguientes Normas:

- NTE-QTE “Cubiertas. Tejados de fibrocemento“.
- v) NTE-QTG “Cubiertas. Tejados galvanizados“.
- w) NTE- QTL “Cubiertas . Tejados de aleaciones ligeras“.
- x) NTE-QTP “Cubiertas. Tejados de pizarra“.
- y) NTE-QTS “Cubiertas Tejados de sintéticos“.
- z) NTE-QTT “Cubiertas. Tejados de tejas“.
- aa) NTE-QTZ “Cubiertas. Tejados de zinc“.
- bb) NTE-QAA “Azoteas ajardinadas“.
- cc) NBE-V-301/1970 sobre impermeabilización de cubiertas con materiales bituminosos (modificada por R.D. 2.085/86 de 12 de Septiembre).

### Art 13.- Albañilería.-

Se refiere el presente artículo a la fábrica de bloques de hormigón, ladrillo o piedra, a tabiques de ladrillo o prefabricados y revestimientos de paramentos, suelos y techos.

Las condiciones funcionales y de calidad relativa a los materiales y equipos de origen industrial, control de ejecución y seguridad en el trabajo, así como los criterios de valoración y mantenimiento son las que especifican las Normas:

- NTE-FFB “Fachadas de bloque“
- NTE-FFL “Fachadas de ladrillo“
- NTE-EFB “Estructuras de fábrica de bloque“
- NTE-EFL “Estructuras de fábrica de ladrillo“
- NTE-EFP “Estructuras de fábrica de piedra“
- NTE-RPA “Revestimiento de paramentos. Alicatados“
- NTE-RPE “Revestimiento de paramentos. Enfoscados“
- NTE-RPG “Revestimiento de paramentos. Guarnecidos y enlucidos“
- NTE-RPP “Revestimiento de paramentos. Pinturas“
- NTE-RPR “Revestimiento de paramentos. Revocos“
- NTE-RSC “Revestimiento de suelos continuos“
- NTE-RSF “Revestimiento de suelos flexibles“
- NTE-RSS “Revestimiento de suelos. Soleras“
- NTE-RSB “Revestimiento de suelos. Terrazos“
- NTE-RSP “Revestimiento de suelos. Placas“

-NTE-RTC “Revestimiento de techos. Continuos“

-NTE-PTL “Tabiques de ladrillo“

-NTE-PTP “Tabiques prefabricados“

Art 14.- Carpintería Y Cerrajería.-

Se refiere el presente artículo a las condiciones de funcionalidad y calidad que han de reunir los materiales y equipos industriales relacionados con la ejecución y montaje de puertas, ventanas y demás elementos utilizados en particiones y accesos interiores.

Asimismo, regula las condiciones de ejecución, medición, valoración y criterios de mantenimiento.

Se adoptará lo establecido en las Normas NTE-PPA “Puertas de acero“, NTE-PPM “Puertas de madera“, NTE-PML “Mamparas de aleaciones ligeras“.

Art 15.- Aislamiento.-

Los materiales a emplear y ejecución de la instalación de aislamiento estarán de acuerdo con los prescrito en la Norma NBE-CT /79 sobre condiciones térmicas de los edificios, que en su anexo nº 5 establecen las condiciones de los materiales empleados para aislamiento técnico, así como control, recepción y ensayos de dichos materiales, y en el anexo nº 6 establece las diferentes recomendaciones para la ejecución de este tipo de instalaciones.

Art 16.- Red Vertical De Saneamiento.-

Se refiere este artículo a la red de evacuación de aguas pluviales y residuos desde los puntos donde se recogen, hasta la acometida de la red de alcantarillado, fosa aséptica, pozo de filtración o equipo de depuración, así como a estos medios de evacuación.

Las condiciones de ejecución, condiciones funcionales de los materiales y equipos industriales, control de la ejecución, seguridad en el trabajo, medición, valoración y mantenimiento son las establecidas en las Normas:

-NTE-ISS “Instalación de salubridad y saneamiento“

-NTE-ISD “Depuración y vertido“

-NTE-ISA “Alcantarillado“

Art 17.- Instalación Eléctrica.-

Los materiales y ejecución de la instalación eléctrica cumplirán lo establecido en el Reglamento Electrotécnico de Alta y Baja Tensión y Normas BT. Complementarias. Así se adoptan las diferentes condiciones previstas en las Normas:

-NTE-IEB “Instalación eléctrica de baja tensión“.

-NTE-IEE “Alumbrado exterior“.

-NTE-IEI “Alumbrado interior“.

-NTE-IEP “Puesta a tierra“.

-NTE-IER “Instalaciones de electricidad. Red exterior“.

Art 18.- Instalacion De Fontaneria.-

Regula el presente artículo las condiciones relativas a ejecución, materiales y equipos industriales, control de la ejecución, seguridad en el trabajo, mediciones, valoración y mantenimiento de las instalaciones de abastecimiento y distribución de agua.

Se adopta lo establecido en las Normas:

-NTE-IFA “Instalaciones de fontanería“.

-NTE-IFC “Instalaciones de fontanería. Agua caliente“.

-NTE-IFF “Instalaciones de fontanería. Agua fría“.

Art 19.- Instalaciones De Proteccion.-

Se refiere el presente artículo a las condiciones de ejecución de los materiales de control de la ejecución, seguridad en el trabajo, medición, valoración, mantenimiento, relativas a las instalaciones de protección contra el fuego y los rayos.

Se cumplirá con lo prescrito en la Norma NBE-CPI-96 sobre condiciones de protección contra incendios y adoptará lo establecido en la Norma NTE-IPF “Protección contra el fuego“, así como lo establecido en la Norma NTE-IPP “Pararrayos“.

Art 20.- Obras Complementarias E Imprevistos.-

El Contratista queda obligado a ejecutar las obras complementarias que resulten necesarias para la adecuada terminación de las obras, aunque las mismas no estén detalladas en el Proyecto.

Así, deberá ejecutar las obras imprevistas que pudiesen resultar procedentes realizar durante el desarrollo de los trabajos.

La ejecución de las unidades de obra que no estuviesen definidas en el Proyecto se ajustará a las directrices y órdenes del Director de la Obra.

**PRESUPUESTO**

## **PRESUPUESTO**

### 1.- Consideraciones Previas

El presente presupuesto hace referencia a un proyecto de diseño, construcción y puesta en marcha de una Planta de Reciclado de Neumáticos para su uso en hormigones y mortero. Según vimos en el capítulo de Plan Director del Proyecto, el equipo adscrito al proyecto realizará la ingeniería básica, centrándose sobre todo en el proceso y esquema de principio para el funcionamiento de la planta.

Se llevará a cabo la subcontratación, mediante un “llave en mano” de la construcción y equipamiento de la planta incluida la puesta en marcha del equipamiento industrial. Para ello nuestro Presupuesto se desglosará en función de las tareas realizadas por el equipo de proyecto y al final se incluirá a modo explicativo un anejo con los capítulos subcontratados.

Como bien puede comprenderse en la materialización de la fase de diseño de este tipo de proyectos no es necesaria la utilización de material alguno, únicamente se utiliza el ingenio y destreza de un equipo de proyectos, es por ello que en el siguiente presupuesto solo se hace referencia al coste de las horas empleadas en su realización y a los posibles costes indirectos.

El presupuesto se va a dividir en costes directos e indirectos, desglosándose estos a su vez en otras partidas (tiempos para cada una de las fases que componen todo el conjunto).

### 2.- Costes Directos

#### 2.1.- Determinación del coste/hora por categorías

Para la determinación del coste/hora tendremos en cuenta el equipo de proyecto y su intervención en el mismo:

|                            |        |
|----------------------------|--------|
| Director de Proyecto       | 90 €/h |
| Responsable de Producto    | 66 €/h |
| Responsable Técnico        | 75 €/h |
| Dirección Facultativa Obra | 58 €/h |
| Administrativo             | 36 €/h |

2.2.- Estudio de tiempos y coste de la mano de obra según las fases del proyecto

2.2.1.- Definición de Aplicaciones del caucho

|                         |       |
|-------------------------|-------|
| Responsable de Producto | 100 h |
| Responsable Técnico     | 120 h |
| Dirección Facultativa   | -     |
| Director de Proyecto    | 22 h. |

| Tarea                                   | Responsable de Producto | Responsable Técnico | Dirección Facultativa |
|---|-------------------------|---------------------|-----------------------|
| Recogida de Requisitos y Aplicaciones   | 60 h                    | -                   | -                     |
| Análisis de Materia Prima               | 40 h.                   | -                   | -                     |
| Exposición de Alternativas y Soluciones | -                       | 100                 | -                     |
| Selección de Tecnología Final           | -                       | 20                  | -                     |

2.2.2.- Definición y Diseño de la Planta

|                         |       |
|-------------------------|-------|
| Responsable de Producto | -     |
| Responsable Técnico     | 150 h |
| Dirección Facultativa   | 85 h. |
| Director de Proyecto    | 24 h. |

| Tarea                                   | Responsable de Producto | Responsable Técnico | Dirección Facultativa |
|---|-------------------------|---------------------|-----------------------|
| Elección del emplazamiento              | -                       | -                   | 45 h                  |
| Análisis de la Capacidad de Tratamiento | -                       | 40 h                | -                     |
| Elección de equipamiento industrial     | -                       | 80 h.               | -                     |
| Cálculo de la Superficie Necesaria      | -                       | 20 h.               | 15 h.                 |
| Disposición de la Planta                | -                       | 10 h.               | -                     |
| Planos de la Planta                     | -                       | -                   | 25 h.                 |

2.2.3.- Construcción de la Planta

|                         |        |
|-------------------------|--------|
| Responsable de Producto | -      |
| Responsable Técnico     | 270 h  |
| Dirección Facultativa   | 790 h. |
| Director de Proyecto    | 116 h. |

| Tarea                                  | Responsable de Producto | Responsable Técnico | Dirección Facultativa |
|--|-------------------------|---------------------|-----------------------|
| Subcontratación de la Construcción     | -                       | -                   | 180 h                 |
| Construcción de la Planta              | -                       | -                   | -                     |
| Supervisión Control de Costes y Plazos | -                       | -                   | 600 h.                |
| Equipamiento interior de la Planta     | -                       | 270 h.              | 10 h.                 |

2.2.4.- Puesta en marcha de la Planta

|                         |        |
|-------------------------|--------|
| Responsable de Producto | 35 h.  |
| Responsable Técnico     | 37,5 h |
| Dirección Facultativa   | -      |
| Director de Proyecto    | 20 h.  |

| Tarea                                    | Responsable de Producto | Responsable Técnico | Dirección Facultativa |
|--|-------------------------|---------------------|-----------------------|
| Pruebas y Certificados de Funcionamiento | -                       | 37,5 h.             | -                     |
| Análisis de Resultados                   | 35 h.                   | -                   | -                     |

2.3 Tiempo dedicado a cada fase

|                                      |            |
|--------------------------------------|------------|
| Definición y Aplicaciones del Caucho | 288 h.     |
| Definición y Diseño de la Planta     | 310,8 h.   |
| Construcción de la Planta            | 1 411,2 h. |
| Puesta en marcha de la Planta        | 111 h.     |

*Planta de Reciclado de Neumáticos para su uso en hormigones y morteros*

|  |   |
|--|---|
| Total  | 2 121 h.  |
| 2.4 Costes directos por fase   |   |
| Definición y Aplicaciones del Caucho   | 19 308 €  |
| Definición y Diseño de la Planta   | 20 204,8 €                                      |
| Construcción de la Planta  | 84 977,2 €                                      |
| Puesta en marcha de la Planta  | 7 588,5 €                                       |
| Total  | 132 498,5 €                                     |
| 2.3 Costes directos Adscritos al Proyecto  |   |
| Total Horas Responsable Producto   | 135 h.* 66 €/h                                  |
| Total Horas Responsable Técnico  | 577,5 h* 77 €/h                                 |
| Total Horas Dirección Facultativa  | 875 h * 58 €/h                                  |
| Total Horas Director de Proyecto   | 182 h* 90 €/h                                   |
| Total Horas Soporte Administrativo   | 353,5 h * 36 €/h                                |
| Total:   | 132 498,5 €                                     |
| 3.- Costes Indirectos  |   |
| Los costes indirectos por ser de determinación apriorística, se calcularán considerando un porcentaje estimado en un 12% de los costes directos. |   |
| Costes indirectos  | $132\,498,5\text{ €} \times 0,12 =$ 15 849,42 € |
| 4.- Cuadro Resumen del Presupuesto   |   |
| Total De Los Costes Directos   | 132 498,5 €                                     |
| Total De Los Costes Indirectos   | 15 849,42 €                                     |
| Total "Construcción Llave en mano"   | 1 221 661,24 €                                  |
| <b>RESULTADO TOTAL DEL PRESUPUESTO</b>   | <b>1 370 009,16 €</b>                           |



ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA DE MATERIALES

PLANTA DE RECICLADO DE NEUMATICOS PARA SU USO EN  
HORMIGONES Y MORTEROS

PLANO DE EMPLAZAMIENTO  
San Fernando de Henares

SILVIA BRUNO DE LA CRUZ

JUNIO 2004

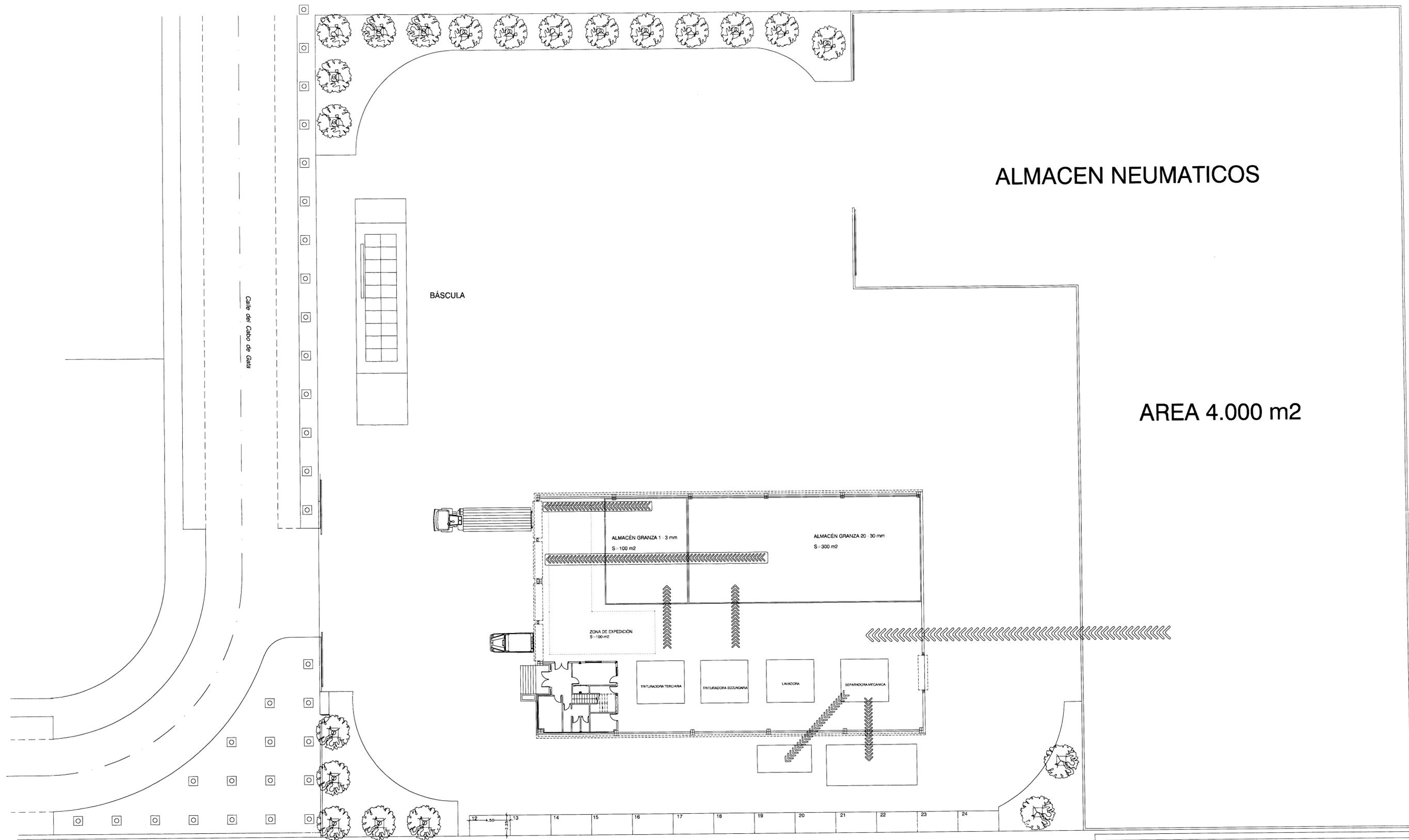
ESCALA: 1/10000

FIRMA

PLANO Nº 0

# ALMACEN NEUMATICOS

AREA 4.000 m2



ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA DE MATERIALES  
UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS I

PROYECTO DE PLANTA DE RECICLADO DE NEUMATICOS  
PARA SU USO EN HORMIGONES Y MORTEROS

PLANO:  
URBANIZACIÓN PARCELA

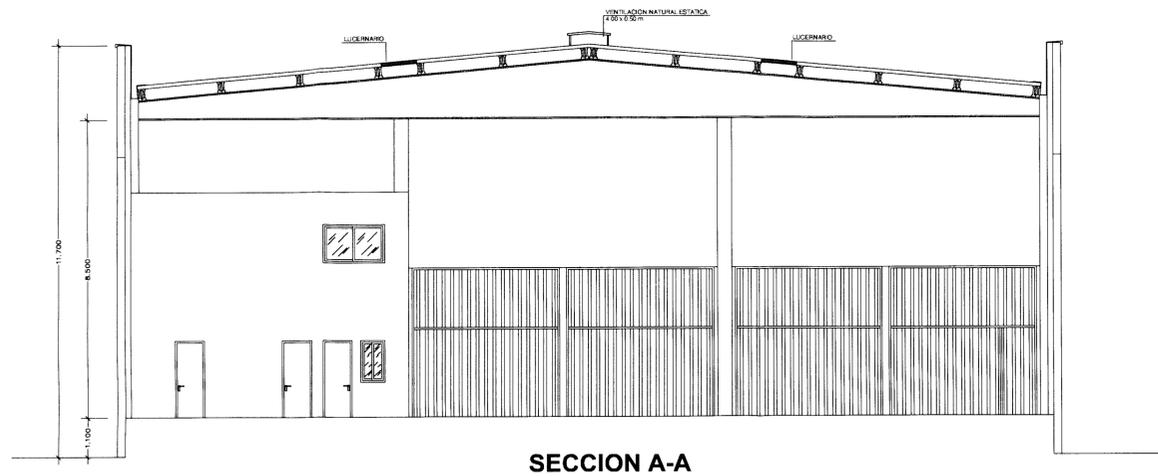
FIRMA:  
*[Signature]*

SILVIA BRUNO DE LA CRUZ

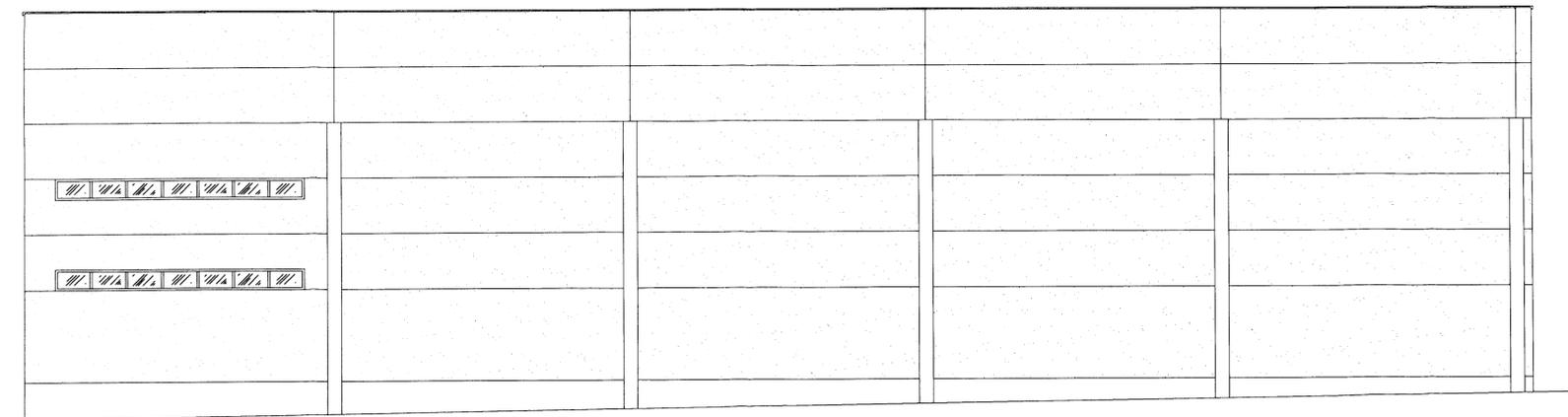
JUNIO 2004

ESCALA. 1/200

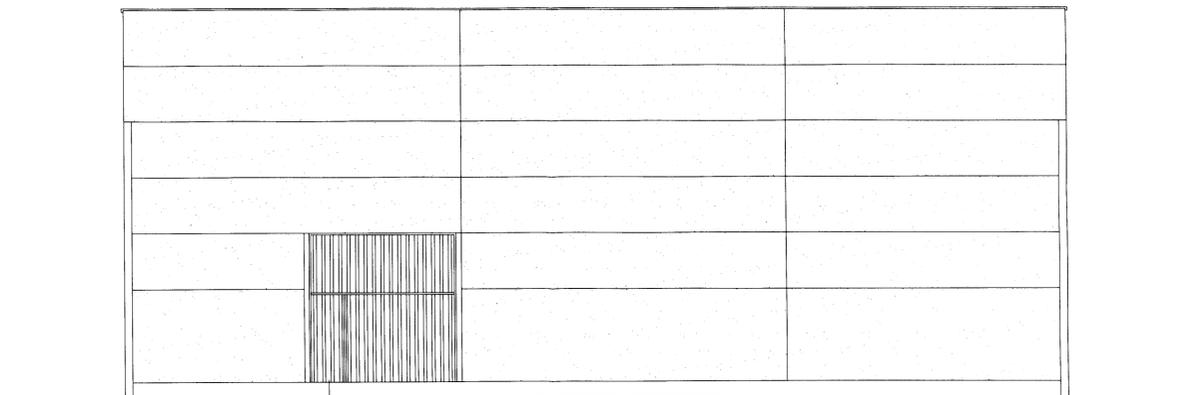
PLANO Nº 1



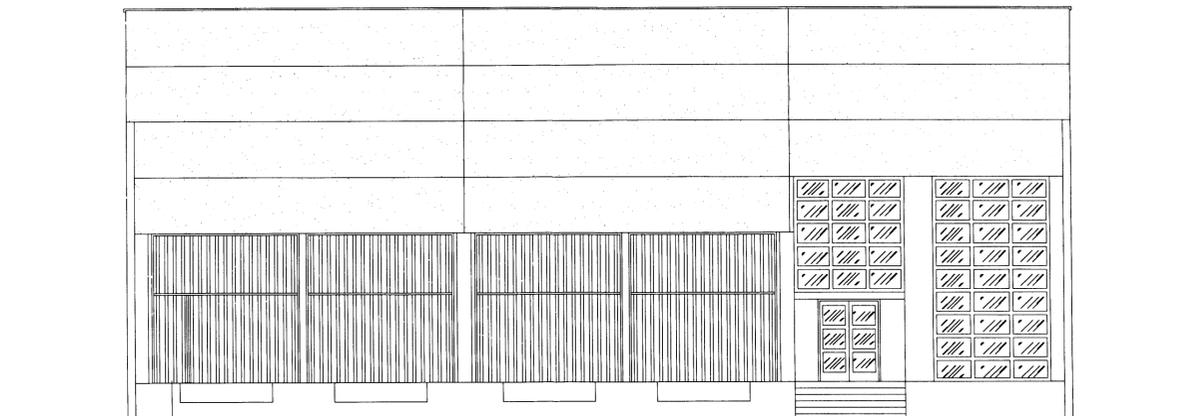
SECCION A-A



ALZADO LATERAL DERECHO



ALZADO POSTERIOR



ALZADO PRINCIPAL

ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA DE MATERIALES  
UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS I

PROYECTO DE PLANTA DE RECICLADO DE NEUMATICOS  
PARA SU USO EN HORMIGONES Y MORTEROS

PLANO:  
SECCIÓN Y ALZADOS

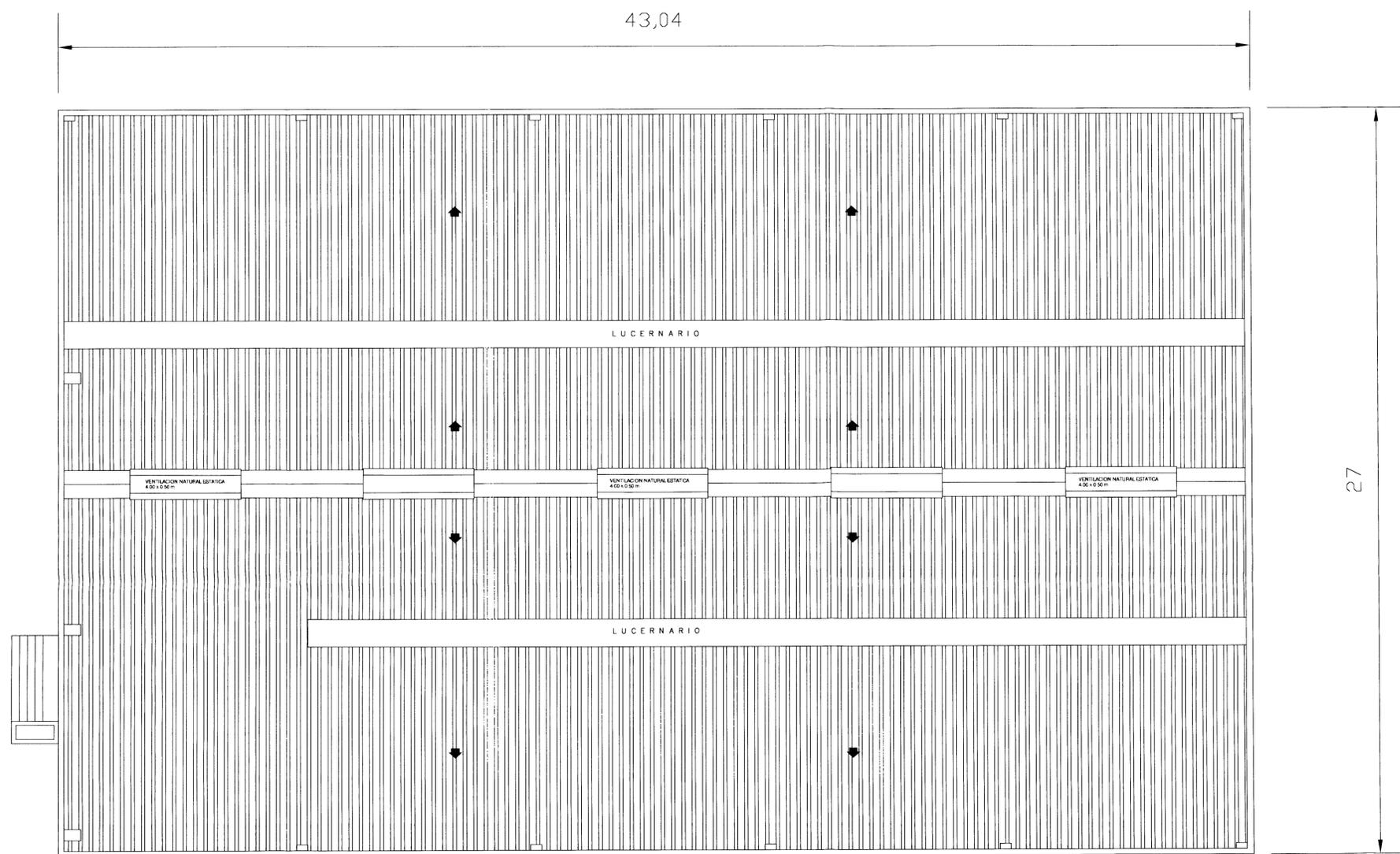
SILVIA BRUNO DE LA CRUZ

JUNIO 2004

ESCALA: 1/100

FIRMA:

PLANO Nº 2



**PLANTA DE CUBIERTA**

ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA DE MATERIALES  
UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS I

PROYECTO DE PLANTA DE RECICLADO DE NEUMATICOS  
PARA SU USO EN HORMIGONES Y MORTEROS

PLANO:  
PLANTA CUBIERTA

FIRMA:  
*[Signature]*

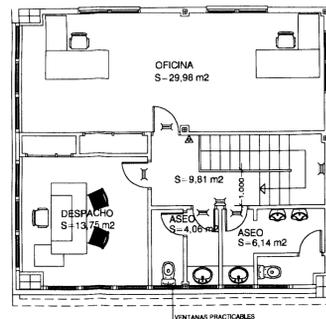
SILVIA BRUNO DE LA CRUZ

JUNIO 2004

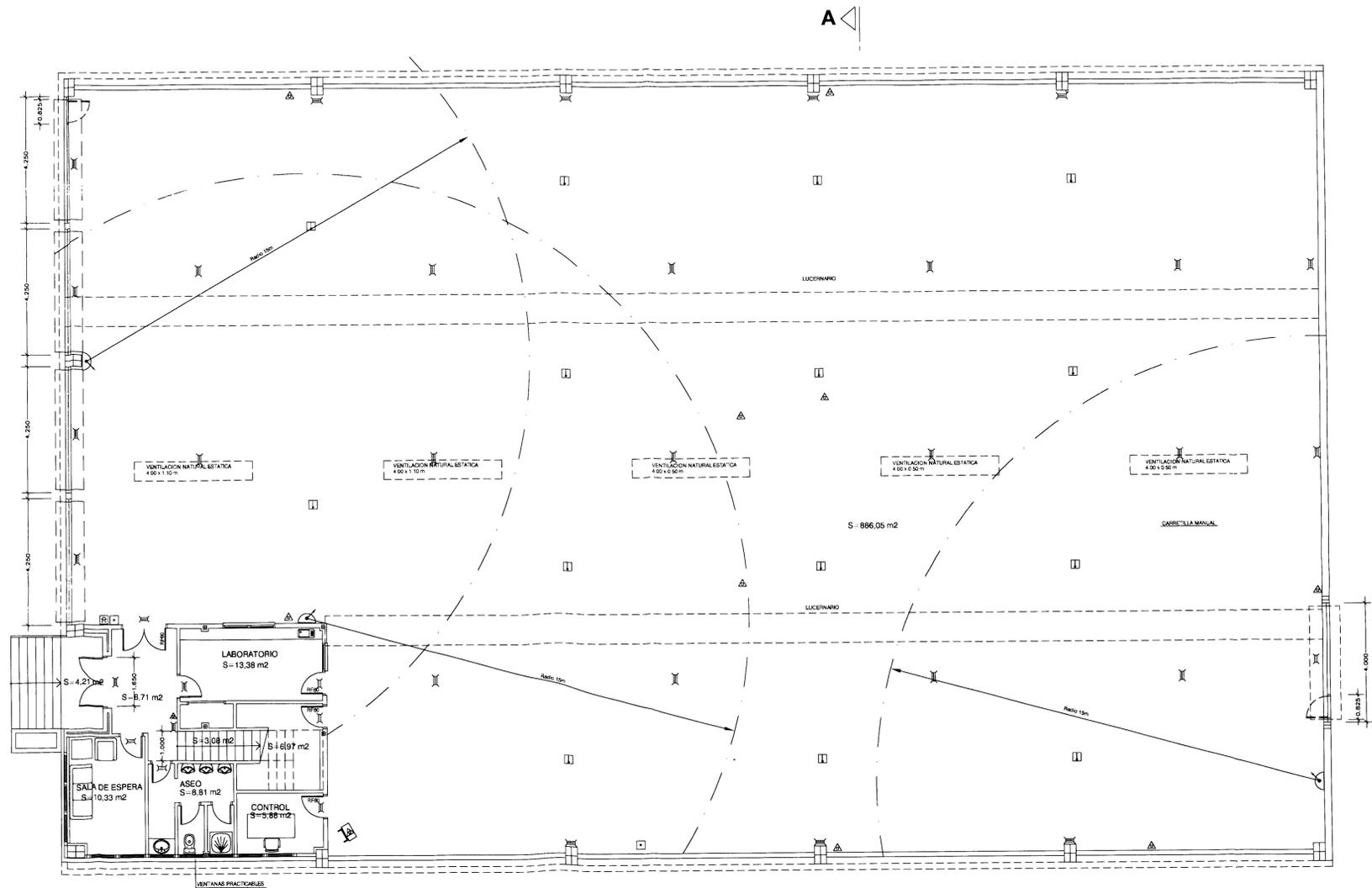
ESCALA. 1/100

PLANO Nº 3

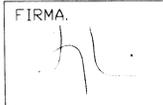
- LEYENDA
- ▲ - EXTINTOR PORTÁTIL DE AGUA
  - ▲ - EXTINTOR PORTÁTIL DE POLVO
  - ⊞ - EQUIPO AUTÓNOMO DE EMERGENCIA
  - - SEÑAL SALIDA
  - ⊞ - SEÑAL SALIDA DE EMERGENCIA
  - ⊞ - BOCA DE INCENDIOS EQUIPADA
  - ⊞ - SISTEMA FUJO DE EXTINCIÓN AGUA
  - ⊞ - DETECTOR DE TEMPERATURA
  - ⊞ - DETECTOR DE HUMOS
  - ⊞ - DETECTOR DE MONÓXIDO DE CARBONO
  - ⊞ - PULSADOR DE ALARMA
  - ⊞ - CAMPANA DE ALARMA

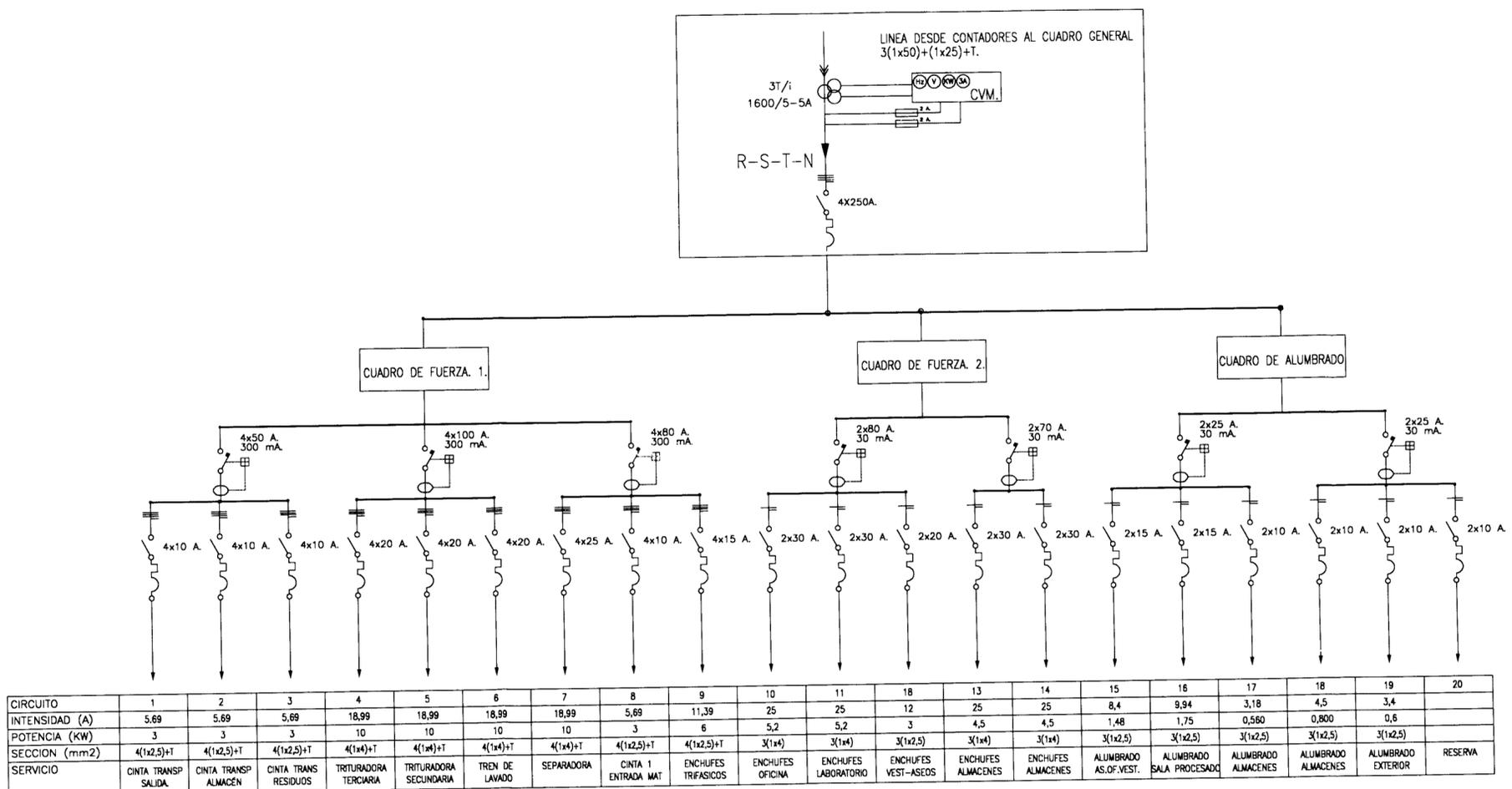


**ENTREPLANTA**  
S=65,66 m<sup>2</sup>



**PLANTA BAJA**  
S=1.089,59 m<sup>2</sup>

|   |   |
|---|---|
| ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA DE MATERIALES<br>UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS I    |   |
| PROYECTO DE PLANTA DE RECICLADO DE NEUMATICOS<br>PARA SU USO EN HORMIGONES Y MORTEROS |   |
| PLANO:<br>INSTALACIÓN DE INCENDIOS  | FIRMA:<br> |
| SILVIA BRUND DE LA CRUZ   |   |
| JUNIO 2004  | ESCALA: 1/100   |
|   | PLANO Nº 4  |



|                            |                      |                       |                        |                       |                        |                |            |                     |                     |                  |                      |                     |                    |                    |                       |                          |                     |                     |                    |         |
|----------------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|----------------|------------|---------------------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|--------------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------|
| CIRCUITO                   | 1                    | 2                     | 3                      | 4                     | 5                      | 6              | 7          | 8                   | 9                   | 10               | 11                   | 12                  | 13                 | 14                 | 15                    | 16                       | 17                  | 18                  | 19                 | 20      |
| INTENSIDAD (A)             | 5,69                 | 5,69                  | 5,69                   | 18,99                 | 18,99                  | 18,99          | 18,99      | 5,69                | 11,39               | 25               | 25                   | 12                  | 25                 | 25                 | 8,4                   | 9,94                     | 3,18                | 4,5                 | 3,4                |         |
| POTENCIA (KW)              | 3                    | 3                     | 3                      | 10                    | 10                     | 10             | 10         | 3                   | 6                   | 5,2              | 5,2                  | 3                   | 4,5                | 4,5                | 1,48                  | 1,75                     | 0,560               | 0,800               | 0,8                |         |
| SECCION (mm <sup>2</sup> ) | 4(1x2,5)+T           | 4(1x2,5)+T            | 4(1x2,5)+T             | 4(1x4)+T              | 4(1x4)+T               | 4(1x4)+T       | 4(1x4)+T   | 4(1x2,5)+T          | 4(1x2,5)+T          | 3(1x4)           | 3(1x4)               | 3(1x2,5)            | 3(1x4)             | 3(1x4)             | 3(1x2,5)              | 3(1x2,5)                 | 3(1x2,5)            | 3(1x2,5)            | 3(1x2,5)           | RESERVA |
| SERVICIO                   | CINTA TRANSP. SALIDA | CINTA TRANSP. ALMACEN | CINTA TRANSP. RESIDUOS | TRITURADORA TERCIARIA | TRITURADORA SECUNDARIA | TREN DE LAVADO | SEPARADORA | CINTA 1 ENTRADA MAT | ENCHUFES TRIFASICOS | ENCHUFES OFICINA | ENCHUFES LABORATORIO | ENCHUFES VEST-ASEOS | ENCHUFES ALMACENES | ENCHUFES ALMACENES | ALUMBRADO AS.OF.VEST. | ALUMBRADO SALA PROCESADO | ALUMBRADO ALMACENES | ALUMBRADO ALMACENES | ALUMBRADO EXTERIOR |         |

ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA DE MATERIALES  
UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS I

PROYECTO DE PLANTA DE RECICLADO DE NEUMATICOS  
PARA SU USO EN HORMIGONES Y MORTEROS

PLANO:  
ESQUEMA UNIFILAR ELECTRICO

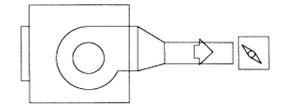
FIRMA:

SILVIA BRUNDO DE LA CRUZ

JUNIO 2004

ESCALA:

PLANO N° 5



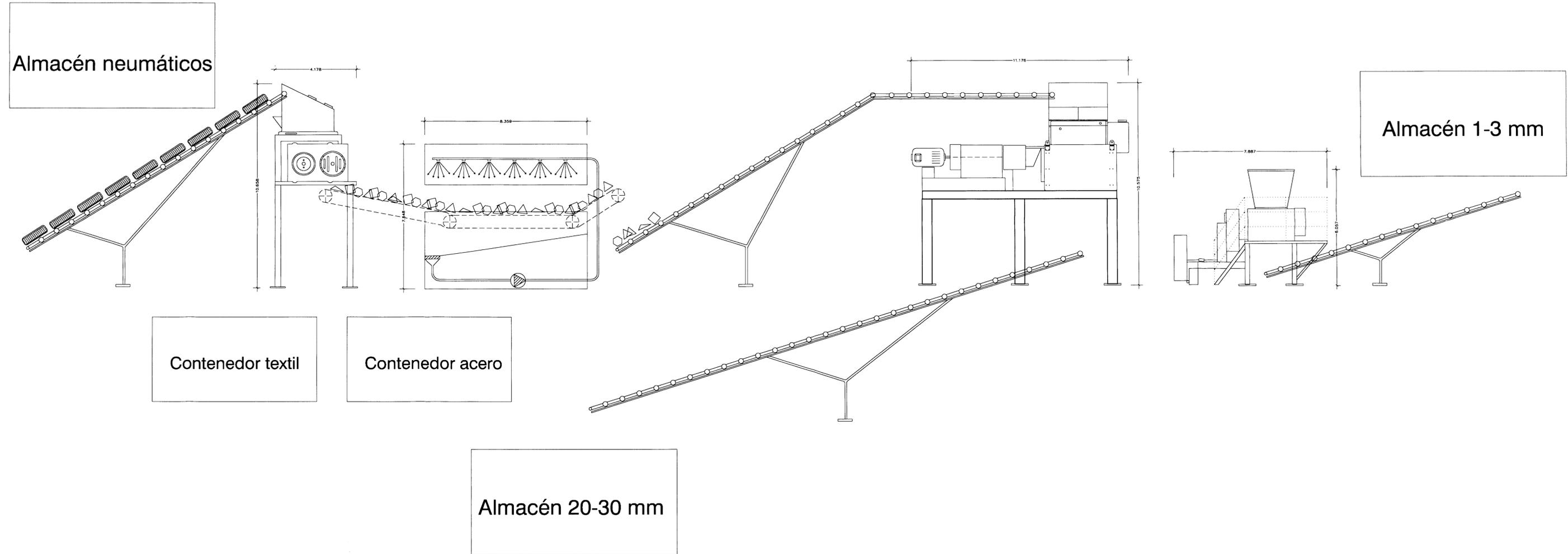
SEPARADORA MECANICA  
Capacidad: 4 ton/h

LAVADORA  
Capacidad : 4,54 ton/h

TRITURADORA SECUNDARIA  
Capacidad: 4-6 ton/h

TRITURADORA TERCIARIA  
Capacidad 4-6 ton/h

Almacén neumáticos



Contenedor textil

Contenedor acero

Almacén 20-30 mm

Almacén 1-3 mm

ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA DE MATERIALES  
UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS I

PROYECTO DE PLANTA DE RECICLADO DE NEUMATICOS  
PARA SU USO EN HORMIGONES Y MORTEROS

PLANO:  
ESQUEMA DE PRINCIPIO

FIRMA:

SILVIA BRUNO DE LA CRUZ

JUNIO 2004

ESCALA:

PLANO Nº 6

## Presupuesto “llave en Mano”

|  |              |
|--|--------------|
| CAP.1 AREA 1: ACCESOS. ADECUACIÓN GENERAL DEL TERRENO, URBANIZACIÓN Y JARDINERÍA | 17 090,44 €  |
| 1.1 Movimiento de tierras  | 471,48       |
| 1.2 Drenaje longitudinal   | 605,05       |
| 1.3 Cimientos y muros  | 4 937,30     |
| 1.4 Cerramiento perimetral   | 3 975,40     |
| 1.5 Urbanización accesos   | 982,38       |
| 1.6 Vial de acceso a planta  | 2 406,59     |
| 1.7 Viales interiores  | 551,90       |
| 1.8 Redes generales de saneamiento, pluviales                                    | 365,03       |
| 1.9 Abastecimiento red de agua potable   | 953,07       |
| 1.10 Distribución agua potable   | 127,87       |
| 1.11 Equipos y red contra incendios  | 665,51       |
| 1.12 Iluminación general de la planta  | 232,49       |
| 1.13 Red general de toma de tierra   | 645,82       |
| 1.14 Jardinería  | 170,55       |
| CAP.2 AREA 2: RECEPCIÓN Y ALMACENAMIENTO   | 18 243,04 €  |
| 2.1 Báscula de Camiones  | 11 600,00    |
| 2.2 Equipos de proceso   | 951,00       |
| 2.3 Equipos auxiliares   | 1.276,7      |
| 2.4 Electricidad de potencia   | 610,37       |
| 2.5 Iluminación  | 74,72        |
| 2.6 Instalaciones auxiliares   | 116,36       |
| 2.7 Cerramiento perimetral   | 2 490,45     |
| 2.8 Tratamiento de Voluminosos   | 1124,86      |
| CAP.3 AREA 3: RECEPCIÓN Y SEPARACIÓN MECÁNICA                                    | 252 245,27 € |
| 3.1 Equipos de proceso   | 192 323,87   |

|   |  |              |
|---|--|--------------|
| 3.2   | Equipos auxiliares                           | 36 781,94    |
| 3.3   | Electricidad de potencia                     | 6 784,04     |
| 3.4   | Iluminación                                  | 420,65       |
| 3.5   | Instrumentación                              | 2 795,64     |
| 3.6   | Instalaciones auxiliares                     | 8 264,03     |
| 3.7   | Instalación de Protección Contra Incendios   | 4 875,10     |
| 3.8   | Cinta Transportadora                         | 15 385,90    |
| CAP.4 AREA 4: LAVADO Y SECADO DE LOS TROZOS DE CAUCHO |  | 38 564,18 €  |
| 4.1   | Equipos de proceso                           | 22 838,46    |
| 4.2   | Equipos auxiliares                           | 2 055,46     |
| 4.3   | Electricidad de potencia                     | 1 502,53     |
| 4.4   | Iluminación                                  | 408,68       |
| 4.5   | Instrumentación                              | 1 230,25     |
| 4.6   | Instalaciones auxiliares                     | 264,40       |
| 4.7   | Instalación de Protección Contra Incendios   | 5 264,40     |
| 4.8   | Cinta Transportadora                         | 12 385,90    |
| CAP.5 AREA 5: TRITURACIÓN SECUNDARIA Y TERCIARIA      |  | 210 127,64 € |
| 5.1   | Equipos de proceso                           | 180 230,06   |
| 5.2   | Instrumentación                              | 16 227,32    |
| 5.3   | Electricidad de potencia                     | 1 502,53     |
| 5.4   | Iluminación                                  | 408,68       |
| 5.5   | Instrumentación                              | 1 230,25     |
| 5.6   | Instalaciones auxiliares                     | 5.264,40     |
| 5.7   | Instalación de Protección Contra Incendios   | 5.264,40     |
| 6   | AREA 6: ALMACENAMIENTO DE PRODUCTO TERMINADO | 36 869,85 €  |
| 6.1.  | Almacén de Granza 20-30 mm                   | 3 245,46     |
| 6.2   | Almacén de Granza 2-3 mm                     | 3 066,03     |
| 6.3   | Electricidad de potencia                     | 1 787,90     |

|   |  |              |
|---|--|--------------|
| 6.4   | Iluminación                                | 798,45       |
| 6.5   | Instrumentación                            | 2 061,47     |
| 6.6   | Instalación de Protección Contra Incendios | 524,64       |
| 6.7   | Cinta Transportadora                       | 25 385,90    |
| CAP.7 AREA 7: LÍNEA ELÉCTRICA AT, CT Y CUADRO GENERAL |  | 11 519,57 €  |
| 7.1   | Transformador                              | 4 808,09     |
| 7.2   | Distribución MT. en Planta                 | 329,52       |
| 7.3   | Línea Aérea de 66 kV                       | 3 931,44     |
| 7.4   | Cuadro General                             | 2450,52      |
| CAP.8 AREA 8: DEPURACIÓN DE AIRE                      |  | 961,51 €     |
| 8.1   | Obra civil básica                          | 189, 82      |
| 8.2   | Equipos de proceso                         | 771,69       |
| CAP.9 AREA 9: AREA DE CONTROL Y DE SERVICIOS          |  | 25 245,27 €  |
| 9.1   | Zona de oficinas                           | 3.988,05     |
| 9.2   | Albañilería                                | 373,70       |
| 9.3   | Carpintería                                | 2 955,14     |
| 9.4   | Fontanería                                 | 4 881,26     |
| 9.5   | Electricidad                               | 1 731,16     |
| 9.6   | Mobiliario y equipamiento                  | 456,64       |
| 9.7   | Equipamiento Laboratorio                   | 2.805,48     |
| 9.8   | Instalaciones auxiliares                   | 1 640,92     |
| 9.9   | Protección Contra Incendios                | 3.284,81     |
| 9.10  | Climatización                              | 3.120,11     |
| 9.11  | Telefonía                                  | 867,23       |
| CAP. 10 AREA 10: OTROS Y VARIOS                       |  | 610 794,54 € |

|      |                              |            |
|------|------------------------------|------------|
| 10.1 | Nave (Construcción y diseño) | 185 608,13 |
| 10.2 | Instalaciones Auxiliares     | 124 032,48 |
| 10.3 | Terreno                      | 200 000,00 |
| 10.4 | Obra Civil                   | 72 810,82  |
| 10.5 | Caseta de Vigilancia         | 2.672,81   |
| 10.6 | Estudio de Seguridad y Salud | 1 640, 61  |
| 10.7 | Megafonía                    | 5.072,92   |
| 10.8 | Honorarios y visados         | 6 500,01   |
| 10.9 | Tramitación y licencias      | 12 456, 76 |

## RESUMEN

|  |                |
|--|----------------|
| Área 1: Accesos, Adecuación General Del Terreno, Urbanización Y Jardinería | 17 090,44 €    |
| Área 2: Recepción Y Almacenamiento Materia Prima                           | 18 243,04 €    |
| Area 3: Recepción Y Separación Mecánica De Componentes                     | 252 245,27 €   |
| Área 4: Lavado Y Secado De Los Trozos De Caucho                            | 38 564,18 €    |
| Área 5: Trituración Primaria Y Secundaria                                  | 210 127,64 €   |
| Área 6: Almacenamiento De Producto Terminado                               | 36 869,85 €    |
| Área 7: Línea Eléctrica At, Ct Y Cuadro General                            | 11 519,57 €    |
| Área 8: Depuración De Aire   | 9 61,51 €      |
| Área 9: Área De Control Y De Servicios                                     | 25 245,27 €    |
| Área 10: Otros Y Varios  | 610 794,54 €   |
| Total  | 1 221 661,24 € |