

OBTENCION DE CARBON ACTIVADO A PARTIR DE MADERA

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Sevillano, Ángel Sebastián
Torres, Paola Beatriz



Ingeniería Química con Orientación en Petroquímica

Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria
Universidad Nacional de Cuyo
San Rafael, Mendoza
Septiembre de 2013



| | | |
|---------|--|----|
| 1. | INTRODUCCION Y GENERALIDADES | 1 |
| 1.1. | INTRODUCCION | 1 |
| 1.1.1. | Objetivos generales..... | 2 |
| 1.1.2. | Objetivos específicos | 2 |
| 1.1.3. | Alcances..... | 2 |
| 1.1.4. | Conceptos relacionados al proyecto | 2 |
| 1.1.5. | Descripción del proyecto | 3 |
| 1.1.6. | Metodología..... | 3 |
| 1.1.7. | Resultados Esperados | 5 |
| 1.2. | INTRODUCCION AL CARBON ACTIVADO | 6 |
| 1.3. | BREVE HISTORIA DEL CARBON ACTIVO | 7 |
| 1.4. | ESTRUCTURA DEL CARBON ACTIVADO | 8 |
| 1.5. | VERSATABILIDAD..... | 10 |
| 1.5.1. | Mecanismos de operación como adsorbente | 10 |
| 1.5.2. | Tipos de poros dentro de una partícula de carbón..... | 10 |
| 1.6. | PROPIEDADES Y CONDICIONES QUE AFECTAN LA ADSORCION EN CARBON ACTIVADO | 11 |
| 1.6.1. | Propiedades relacionadas con el tipo de carbón activado: | 12 |
| 1.6.2. | Propiedades relacionadas con el adsorbato | 13 |
| 1.6.3. | Propiedades relacionadas con el líquido que rodea al carbón activado..... | 13 |
| 1.7. | METODOS DE FABRICACION Y MATERIAS PRIMAS | 13 |
| 1.7.1. | Métodos de activación del carbón | 14 |
| 1.8. | FORMA FISICA, TAMAÑO DEL CARBON Y SUS EFECTOS EN LA VELOCIDAD DE ADSORCION | 20 |
| 1.8.1. | El carbón activado granular..... | 20 |
| 1.8.2. | El carbón activado en polvo | 21 |
| 1.8.3. | El carbón activado pelletizado..... | 22 |
| 1.9. | ESPECIFICACIONES DE CALIDAD Y REACTIVACIÓN DEL CARBÓN ACTIVADO..... | 23 |
| 1.9.1. | Descripción de las especificaciones de calidad del carbón activado..... | 24 |
| 1.9.2. | Reactivación del carbón activado | 27 |
| 1.10. | MANEJO DEL CARBÓN ACTIVADO | 29 |
| 1.10.1. | Manejo y almacenamiento | 30 |
| 1.10.2. | Salud y seguridad..... | 31 |
| 1.10.3. | Recipientes que contienen carbón activado..... | 31 |
| 1.10.4. | Transporte del carbón activado..... | 32 |



| | | |
|--------|---|----|
| 2. | ESTUDIO DE MERCADO | 33 |
| 2.1. | INTRODUCCION | 33 |
| 2.2. | ASPECTOS DE LA INDUSTRIA | 33 |
| 2.2.1. | Descripción de la industria | 33 |
| 2.2.2. | Panorama general de la industria química..... | 33 |
| 2.3. | CONSUMIDORES DE CARBON ACTIVADO | 34 |
| 2.4. | MERCADO EN ARGENTINA..... | 36 |
| 2.4.1. | Precio del carbón activado y su evolución en los últimos años | 39 |
| 2.5. | MERCADO E INDUSTRIA INTERNACIONAL..... | 40 |
| 2.5.1. | Principales Productores y Exportadores de Carbón Activado..... | 40 |
| 2.5.2. | Importadores de Carbón Activado..... | 41 |
| 2.6. | DEMANDA DEL MERCADO | 42 |
| 2.7. | MERCADO COMPETIDOR | 43 |
| 2.8. | MERCADO PROVEEDOR | 44 |
| 2.8.1. | Materia prima requerida por producto..... | 46 |
| 2.8.2. | Especificaciones de calidad de materia prima..... | 46 |
| 2.9. | PRESENTACION DEL PRODUCTO | 47 |
| 2.9.1. | Unidad de Venta | 48 |
| 3. | INGENIERIA BASICA | 49 |
| 3.1. | TECNOLOGIA..... | 49 |
| 3.1.1. | Activación Física | 49 |
| 3.1.2. | Activación Química..... | 51 |
| 3.1.3. | Selección de la tecnología | 53 |
| 3.1.4. | Criterios económicos de la selección..... | 53 |
| 3.1.5. | Criterios de selección para la tecnología adecuada | 54 |
| 4. | TAMAÑO DE LA PLANTA..... | 55 |
| 4.1. | DETERMINACION DE TAMAÑO | 55 |
| 4.1.1. | Tamaño – Tecnología | 55 |
| 4.1.2. | Tamaño – Demanda..... | 55 |
| 4.1.2. | Tamaño – Materias primas e insumos | 56 |
| 4.1.3. | Tamaño – Capacidad financiera | 56 |
| 4.1.4. | Capacidad instalada y funcionamiento de plantas similares | 57 |
| 4.1.5. | Capacidad instalada de la planta..... | 57 |
| 5. | ESTUDIO DE LOCALIZACION..... | 58 |
| 5.1. | LOCALIZACION DE LA PLANTA | 58 |
| 5.1.1. | Macro localización | 58 |



| | | |
|---------|--|-----|
| 5.1.2. | Micro localización | 62 |
| 5.1.3. | Determinación de la localización por el método de ponderación..... | 66 |
| 5.1.4. | Análisis de parques industriales | 66 |
| 6. | INGENIERIA DE DETALLE | 68 |
| 6.1. | INTRODUCCION | 68 |
| 6.2. | DESCRIPCIÓN DEL PROCESO | 68 |
| 6.2.1. | Activación Física | 69 |
| 6.3. | LAY OUT DE LA PLANTA Y DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS | 70 |
| 6.4. | PROCESO | 73 |
| 6.4.1. | Patio de almacenamiento del material | 73 |
| 6.4.2. | Carbonización..... | 74 |
| 6.4.3. | Activación..... | 75 |
| 6.4.4. | Molienda y Clasificación..... | 77 |
| 6.4.5. | Aglomeración | 78 |
| 6.5. | DISEÑO DE EQUIPOS..... | 78 |
| 6.5.1. | Requerimientos de materia prima..... | 78 |
| 6.5.2. | Modo de operación | 78 |
| 6.5.3. | Balance de masa de global..... | 80 |
| 6.5.4. | Tolva y silo de almacenamiento | 81 |
| 6.5.5. | Trituradores | 82 |
| 6.5.6. | Harnero | 84 |
| 6.5.7. | Cintas Transportadoras y elevadores helicoidales..... | 84 |
| 6.5.8. | Caldera..... | 85 |
| 6.5.9. | Lavador de gases | 86 |
| 6.5.10. | Enfriador | 86 |
| 6.6. | DISEÑO DEL HORNO..... | 87 |
| 6.6.1. | Descripción general de hornos | 87 |
| 6.6.2. | Grado de llenado del horno | 90 |
| 6.7. | BALANCE TERMICO DEL HORNO ROTATORIO | 98 |
| 6.7.1. | Balance térmico: Etapa de carbonización..... | 98 |
| 6.7.2. | Balance térmico: Etapa de Activación..... | 104 |
| 6.7.3. | Resumen de las condiciones de operación del horno rotatorio | 106 |
| 7. | ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA | 108 |
| 7.1. | INTRODUCCION | 108 |
| 7.2. | RECURSOS HUMANOS..... | 108 |
| 7.3. | ORGANIGRAMA | 110 |



| | | |
|---------|---|-----|
| 7.4. | FICHA DE FUNCION | 111 |
| 7.5. | CONCLUSION..... | 112 |
| 8. | TRATAMIENTOS DE EFLUENTES | 113 |
| 8.1. | INTRODUCCION | 113 |
| 8.2. | ESTRATEGIA DE GESTIÓN AMBIENTAL EN LA INDUSTRIA..... | 113 |
| 8.2.1. | Evaluación de impacto ambiental..... | 113 |
| 8.2.2. | Tipos de impactos ambientales..... | 114 |
| 8.2.3. | Estructura de la Evaluación del Impacto Ambiental | 115 |
| 8.3. | LEGISLACION VIGENTE..... | 115 |
| 8.4. | ETAPAS DEL PROCEDIMIENTO..... | 116 |
| 8.4.1. | Matriz de Evaluación de Impacto Ambiental..... | 117 |
| 8.5. | CONCLUSIÓN Y PLAN DE MITIGACIÓN..... | 118 |
| 9. | ESTUDIO ECONOMICO..... | 120 |
| 9.1. | INTRODUCCIÓN | 120 |
| 9.2. | INVERSION INICIAL | 120 |
| 9.2.1. | Activo Fijo..... | 120 |
| 9.2.2. | Cargo Diferido..... | 122 |
| 9.2.3. | Inversión Total..... | 122 |
| 9.2.4. | Capital de Trabajo | 123 |
| 9.3. | PRODUCCION | 123 |
| 9.3.1. | Ingresos..... | 124 |
| 9.4. | COSTOS DE PRODUCCION..... | 124 |
| 9.4.1. | Costos Fijos | 124 |
| 9.4.2. | Costos Variables | 126 |
| 9.5. | DEPRECIACIONES Y AMORTIZACIONES | 130 |
| 9.5.1. | Depreciación..... | 130 |
| 9.6. | COSTO UNITARIO | 130 |
| 9.7. | COMPOSICION DE LOS COSTOS..... | 131 |
| 9.8. | VALOR RESIDUAL..... | 132 |
| 9.9. | PUNTO DE EQUILIBRIO..... | 132 |
| 10. | ANALISIS DE RENTABILIDAD..... | 134 |
| 10.1. | INTRODUCCION | 134 |
| 10.1.1. | Tasa de descuento | 134 |
| 10.2. | INDICADORES DE RENTABILIDAD..... | 134 |
| 10.2.1. | Valor Actual Neto..... | 134 |
| 10.2.2. | Tasa Interna de Retorno | 135 |



| | | |
|--|---|-----|
| 10.2.3. | Periodo de Recuperación | 135 |
| 10.2.4. | Flujo de Caja | 136 |
| 10.3. | ANALISIS DE RIESGO | 138 |
| 10.3.1. | Identificación de los riesgos | 138 |
| 10.3.2. | Matriz de riesgo | 139 |
| 10.4. | ANALISIS DE SENSIBILIDAD | 140 |
| 10.4.1. | Parámetros de estudio | 141 |
| 10.4.2. | Variación del VAN con cambios en el precio de venta del carbón activado | 141 |
| 10.4.3. | Variación del VAN con aumento del costo de la materia prima | 142 |
| 10.5. | INFLUENCIA DE LA ENERGIA..... | 143 |
| 10.5.1. | Variación del VAN con el aumento del precio del Gas Natural..... | 144 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | | 145 |
| BIBLIOGRAFIA | | 147 |
| PAGINAS WEB | | 149 |
| ANEXO I: APLICACIONES DEL CARBON ACTIVADO..... | | 150 |
| ANEXO II: CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS DEL HORNO ROTATIVO | | 154 |
| ANEXO III: POSIBLES PROCESOS DE OBTENCIÓN DEL CARBON ACTIVADO..... | | 168 |
| ANEXO IV: ESTUDIO TECNICO | | 170 |
| ANEXO V: LEYES AMBIENTALES..... | | 171 |



LISTA DE TABLAS

Capítulo 1

Tabla 1.1 Principales materias primas y tecnologías con las que se fabrican carbones activados.

Tabla 1.2 Principales aplicaciones del carbón activado en tratamiento de agua de acuerdo con su origen.

Tabla 1.3 Especificaciones de mallas estándar americanas (U.S. Std. Sieve).

Tabla 1.4 Rangos típicos de tamaño de carbón activado granular para distintas aplicaciones.

Tabla 1.5 Principales parámetros con los que se especifica un carbón activado granular para el tratamiento de agua y normas de análisis.

Capítulo 2

Tabla 2.1 Importaciones de Latinoamérica de carbón activado.

Tabla 2.2 Importaciones de Latinoamérica de carbón activado.

Tabla 2.3 Se muestran las cantidades importadas y exportadas, los precios en pesos argentinos del total.

Tabla 2.4 Importadores latinoamericanos.

Tabla 2.5 Precio del carbón activado

Tabla 2.6 Principales exportadores de carbón activado en el mundo

Tabla 2.7 Datos obtenidos de las importaciones de países de Latinoamérica.

Tabla 2.8 Demanda del mercado argentino.

Capítulo 3

Tabla 3.1 Comparación de tecnologías



Capítulo 5

Tabla 5.1 Incidencia de cada rubro del costo (ton-Km) según tipo de tráfico.
En porcentaje del costo total.

Tabla 5.2 Relación de costos por tipo de gráfico.

Tabla 5.3 Análisis cuantitativo del costo de transporte con localización cerca de la materia prima.

Tabla 5.4 Análisis cuantitativo del costo de transporte con localización cerca del consumo o distribución.

Tabla 5.5 Método de ponderación de puntos.

Capítulo 6

Tabla 6.1 Gases de combustión.

Tabla 6.2 Composición de los gases obtenidos utilizando diferentes agentes oxidantes.

Tabla 6.3 Parámetros a utilizar en la producción de carbón activado

Tabla 6.4 Balance de masa por equipo.

Tabla 6.5 Ventajas y desventajas.

Tabla 6.6 Grado de llenado, expresado en función del ángulo central, α_H , del segmento ocupado por el material

Tabla 6.7 Composición de gases producto de carbonización.

Tabla 6.8 Fracción másica de los gases no condensables.

Tabla 6.9 Perdidas de calor según temp. de chapa.

Tabla 6.10 Resumen de condiciones de diseño del horno rotatorio.

Tabla 6.11 Características del refractario.

Tabla 6.12 Composición del refractario.



Capítulo 8

Tabla 8.1 Referencias de intensidad del impacto.

Tabla 8.2 Matriz de Evaluación de impacto ambiental.

Tabla 8.3 Mitigación.

Capítulo 9

Tabla 9.1 Valor de equipos en el mercado.

Tabla 9.2 Valor de terreno.

Tabla 9.3 Obra Civil.

Tabla 9.4 Cargos diferidos

Tabla 9.5 Capital de trabajo

Tabla 9.6 Niveles de producción con periodo de evaluación.

Tabla 9.7 Ingresos

Tabla 9.8 Costos por mano de obra

Tabla 9.9 Costos Fijos Totales

Tabla 9.10 Materia prima.

Tabla 9.11 Consumo de gas.

Tabla 9.12 Consumo de Agua.

Tabla 9.13 Consumo de Electricidad.

Tabla 9.14 Insumos.

Tabla 9.15 Mano de Obra.

Tabla 9.16 Laboratorio.

Tabla 9.17 Resumen de Costos.

Tabla 9.18 Depreciaciones.



Tabla 9.19 Amortización

Tabla 9.20 Costo Unitario

Tabla 9.21 Valor residual

Tabla 9.22 Punto de equilibrio

Capítulo 10

Tabla 10.1 Periodo de recuperación

Tabla 10.2 Flujo de caja en dólares.

Tabla 10.3 Matriz de riesgo

Tabla 10.4 Identificación de riesgos

Tabla 10.5 Parámetros analizados generalmente en la sensibilización

Tabla 10.6 Cambios del VAN con el precio

Tabla 10.7 Cambios del VAN con el costo de la materia prima

Tabla 10.8 Tarifa de gas

Tabla 10.9 Tarifa eléctrica

Tabla 10.11 VAN vs gas natural



LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1

Figura 1.1 Estructura del carbón activado.

Figura 1.2 Distribución de tamaños de poros.

Figura 1.3 Carbón activado granular.

Figura 1.4 Carbón activado en polvo.

Figura 1.5 Carbón activado pelletizado.

Capítulo 2

Figura 2.1 Distribución del carbón activado en la industria química

Figura 2.2 Cantidad importada.

Figura 2.3 Cantidad que Argentina exporta carbón activado.

Figura 2.4 Se observa los países productores de carbón activado.

Figura 2.5 Demanda del mercado

Figura 2.6 Ubicación geográfica de los bosques argentinos.

Figura 2.7 Cantidad de empresas por región

Figura 2.8 Empaque

Capítulo 3

Figura 3.1 Diagrama de activación física

Figura 3.2 Diagrama de activación química



Capítulo 5

Figura 5.1 Distribución de bosques en Argentina.

Figura 5.2 Bosques en Argentina.

Figura 5.3 Mineras de Argentina.

Figura 5.4 Ubicación del Parque industrial De Fontana.

Capítulo 6

Figura 6.1 Diagrama del proceso.

Figura 6.2 Lote industrial.

Figura 6.3 Lay out de la planta.

Figura 6.4 Forma de almacenamiento.

Figura 6.5 Esquema del proceso de carbonización.

Figura 6.6 Esquema de la etapa de activación.

Figura 6.7 Balance de masa global.

Figura 6.8 Distintas zonas calientes del horno rotatorio.

Figura 6.9 Esquema de un horno rotatorio.

Figura 6.10 Variables de diseño.

Figura 6. 11 Grado de llenado: a) subcrítico, b) supercrítico.

Figura 6.12 Variables para el grado de llenado.

Figura 6.13 Indicación de la cuerda K, y de la flecha del arco H.

Figura 6.14 Grado de llenado y caudal del horno.

Figura 6.15 Calores que intervienen en el horno.



Capítulo 7

Figura 7.1 Organigrama.

Figura 7.2 Ficha de función.

Capítulo 9

Figura 9.1 Estructura de costos fijos.

Figura 9.2 Estructura de costos variables.

Figura 9.3 Punto de Equilibrio.

Capítulo 10

Figura 10.1 Periodo de recuperación

Figura 10.2 VAN vs precio de venta

Figura 10.3 VAN vs costo de materia prima y transporte

Figura 10.4 VAN vs precio gas natural



LISTO DE SIMBOLOS

$G= Q$ = Velocidad de alimentación, (Kg/h).

V =Velocidad de desplazamiento del material dentro del horno.

M = Masa de material dentro del horno.

S = Inclinación del horno en grados, ($^{\circ}$).

$N= (n)$ = Velocidad de rotación del horno.

D_i = Diámetro interior del horno (m).

r_i = radio interior del horno, metros.

H = Longitud de la flecha de arco, metros.

G = Factor de forma, que tiene en cuenta las estrangulaciones y los dispositivos del horno.

Q_1 = Calor entregado en el horno.

Q_2 = Calor utilizado en el horno para el calentamiento y la reacción química.

Q_3 = Calor que se llevan los gases calientes que salen por la chimenea.

Q_4 = Calor perdido por radiación y fugasen el horno.

PCI =Poder calorífico inferior (Kcal/Kg).

F_G = Flujo de combustible (Kg/hr).

Q_{MP} = calor necesario para el tratamiento de la materia prima.

Q_R = Calor de reacción.

Q_{SG} = Calor consumido por los gases producto de la carbonización.

Q_{MPC} = Calor consumido por el material carbonizado.

M_S = Masa de solido seco.

C_{pS} = Calor especifico a presión constante del solido.

M_W = Masa del agua.

C_{pWL} , C_{pWV} = calor especifico a presión ctte del agua en estado liquido y vapor respectivamente.



ΔH_{Ev} = calor latente de evaporación del agua.

ΔH_r = Cambio de entalpia en la carbonización.

r = velocidad de reacción de carbonización.

A_h = Área superficial del horno. (m^2).

P = Perdida de calor por unidad de área ($Kcal/m^2h$).

Q_{MPC} = Calor necesario para el tratamiento de la materia prima.

Q_{rx} = Calor de reacción.

Q_{gases} = calor sensible de los gases producto de la activación.

Símbolos

δ_{CE} = Densidad aparente de madera de pino.

δ_{CT} = Densidad aparente de madera pino triturada.

δ_C = Densidad aparente de madera carbonizada.

v = Inclinación del horno en grados.

t = Tiempo de residencia.

β = Movimiento resultante del material dentro del horno.

θ = Angulo de deslizamiento del material, grados ($^\circ$).

Φ = Grado de llenado del horno.

α_H = Angulo que el material cubre en el horno, H se refiere a la flecha de arco en metros.

η = Rendimiento térmico del horno.



RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo contiene el análisis y la evaluación técnico económico de la fabricación de Carbón Activado Vegetal a nivel industrial. El estudio realizado alcanza nivel de pre factibilidad.

El carbón activado es del tipo de bien intermedio, utilizándose en un importante número de aplicaciones, siendo la mayor utilización para la purificación de líquidos y gases, tratamiento de aguas, tratamiento de gases, industria alimenticia, industria farmacéutica, industria química e industria metalúrgica, en la purificación de agua, blanqueado del azúcar, como decolorante, como desodorante, en la recuperación de solventes y material radiactivo, en filtros de cigarrillos, máscaras anti-gases, en el control de emisión de automóviles, en la minería del oro, en usos médicos, como parte de novedosos sistemas en aparatos de refrigeración solar, en el almacenamiento de gas natural, en baterías de litio, en los filtros de purificación de agua para el hogar, en las campanas sobre las cocina integrales, en pastillas para corregir problemas intestinales, entre otros.

El estudio de mercado permite determinar que el suministro de los insumos necesarios para la producción estaría garantizado, asimismo, no se identifican insumos que produzcan aumentos en el precio del producto.

La distribución de los clientes puede lograrse en forma directa o bien a través de distribuidores especializados, se puede hacer una estimación del consumo de este producto que se concentra en zonas mineras de oro y plata y en zonas industriales donde se realicen tratamientos de aguas y residuos, como principal consumidor, teniendo en cuenta otras aplicaciones. Se puede calcular un precio promedio de alrededor de U\$S 1.800 la tonelada, la cotización del dólar corresponde al día 2 de Abril del 2013, con un tipo de cambio de \$5,08 por dólar.

El tamaño propuesto para la planta fue determinado a partir del análisis y consideración de las siguientes variables: tecnologías aplicables, disponibilidad de insumos, mercado potencial a sustituir, tasa de descuento de referencia y requerimientos de gestión. A los fines de la presente evaluación, no fueron consideradas restricciones de financiamiento. El valor obtenido de producción es de 800 toneladas anuales, el cual representa aproximadamente el 21% de la demanda nacional y el 3,6% de la demanda en Latinoamérica.

En la determinación de la localización fue importante el costo de transporte dado la fuerte reducción de tamaño y peso que se verifica en el proceso de la madera hasta el producto final carbón activado. El lugar propuesto para la planta es el Parque Industrial de Fontana en Resistencia, Chaco.

Para la organización de la empresa se tuvo en cuenta para el personal administrativo, obreros, ingenieros, etc, a personas oriundas de la localización seleccionada y personas capacitadas para la empresa.

El estudio ambiental se realizó para las etapas de construcción, operación y cese de operaciones. El estudio es acorde con el nivel de análisis realizado, utilizándose como herramienta principal matrices. El estudio arroja la necesidad de implementar sistema de



tratamiento de efluentes gaseosos, para las emisiones del horno que es el órgano principal de la planta.

Para la evaluación económica, los costos y beneficios identificados y valorizados en el proyecto fueron de tipo directos, valorados a precio de mercado. Todos los precios están netos de Impuesto al Valor Agregado. El capital de trabajo fue estimado por el método de déficit acumulado máximo y el VR fue calculado por el método contable.

Los Costos Fijos tienen una estructura en la cual quedan divididos en costos de Mantenimiento un 18%, Impuestos Locales 4%, Seguros 4%, Gastos Gen. de Planta 9%, Contingencias 8%, Mano de Obra Indirecta 57%, en donde los Costos Variables tienen su estructura dividida en costos de Mano de Obra Directa 47%, Materia Prima 10%, gas Natural 21%, Agua 10%, Electricidad 5%, Insumos 2%, laboratorio 5%. Para el cálculo de los ingresos se utilizó un nivel de producción promedio del 90% de la capacidad instalada.

La inversión alcanzaría un total de U\$S 833.945. Los costos de operación totales anuales promedio ascienden a U\$S 328.234 por año, siendo los costos fijos totales anuales de U\$S 253.986.

La tasa de descuento utilizada fue calculada por el modelo de los precios de capital, con las siguientes consideraciones: el coeficiente beta se estableció para el Sector de Servicio de Agua ya que el Carbón Activado es de amplio uso en Tratamiento de Efluentes, y al valor alcanzado se le adiciono una prima por riesgo del 8%, resultando $r=0,1642$

La evaluación se realizó para un horizonte de 10 años resultando un VAN de U\$S 1.394.305, una TIR de 46% y periodo de recuperación de 2 años.

El análisis de riesgo abarco los aspectos analizados en el proyecto identificándose como críticos, el precio de venta del producto y las variaciones en el precio del gas natural.

El análisis de sensibilidad permitirá identificar parámetros que generarían un impacto en el análisis del proyecto, entre ellos se encuentra la variación del precio de producto terminado como una de las de variables de mayor impacto. Motivo por el cual, se realiza un análisis de sensibilidad para observar que al disminuir el valor del precio de venta un 34,64% se obtiene un VAN igual a cero, el proyecto aparece como solido frente a fluctuaciones del precio del gas natural y la energía eléctrica, con estos datos los costos variables de la instalación de la Planta serían los más bajos comparado con el resto de Latinoamérica.

En el análisis de sensibilidad realizado a la variable de gas natural se determinó a partir de la variación del precio de Argentina que fue de U\$S 0,28 el m^3 , de Chile U\$S 0,724 y de Brasil U\$S 0,477, se hizo un promedio entre Chile y Brasil, en el cual se observó que el precio del gas puede variar hasta de 0,6 U\$S/ m^3 .



CAPITULO 1

1. INTRODUCCION Y GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCION

El carbón activado es un término referido a una serie de materiales carbonosos fabricados químicamente a partir de diversas materias primas que le dan a este producto una gran capacidad de adsorción de partículas. Esta característica permite su uso en diferentes ámbitos tales como purificación de aguas y aire, uso en medicina contra intoxicaciones, uso en la minería, decoloración y purificación de diversos líquidos, aguas servidas, filtros, entre otras aplicaciones.

A nivel mundial cada vez existen mayores exigencias con respecto a la producción limpia en las empresas con el fin de reducir la contaminación, lo que ha permitido el aumento en la demanda de este producto en los últimos años, con un aumento del mercado a nivel mundial de aproximadamente 8% anual. En Argentina, el mercado del carbón activado ha presentado un importante crecimiento dada sus múltiples aplicaciones y beneficios en diferentes áreas.

Actualmente en el país no existe un gran conocimiento acerca de la fabricación de este producto, sin embargo la cantidad de estudios e investigaciones a nivel mundial presenta un gran crecimiento en los últimos años. Actualmente existe en Chile una empresa, la cual produce 500 toneladas anuales de carbón activado fabricado a partir de cuercos de durazno. Esta es Petrochil S.A. y se ubica en la VI Región. Esta producción representa el 33% del consumo total interno del país, siendo el 67% restante importado desde el exterior por Petrochil y otras empresas que comercializan este producto.

En Latinoamérica durante el año 2005 los niveles de importación de carbón activado alcanzaron las 20.000 toneladas, lo que equivale a un valor de importaciones de aproximadamente 37,6 millones de US\$, presentando un crecimiento cercano al 13% con respecto al año 2004. Principalmente el origen del carbón activado importado por los principales países de Latinoamérica productores como México, también está EE.UU, China y países europeos.

Países como Perú, donde existe un gran nivel de actividad en la minería, representan potenciales clientes a quienes ofrecer el carbón activado que será producido, con quienes se deberá aprovechar la ventaja que representa la distancia entre Chile y estos países. Por otra parte, se deberán ofrecer precios competitivos de manera de lograr entrar a los diferentes mercados.



1.1.1. Objetivos generales

Evaluación técnica y económica, a nivel de prefactibilidad, una planta de carbón activado en Argentina usando como materia prima madera de pino, astillas y virutas de la misma.

1.1.2. Objetivos específicos

- Realizar un estudio de la industria y del mercado del carbón activado en Argentina y el mundo, para identificar los mercados interesados en el producto.
- Determinar la disponibilidad de materia prima que tendrá la planta.
- Determinar la localización, tecnología y el tamaño de la planta y las calidades que se fabricarán.
- Identificar los requerimientos técnicos del proyecto que se ajusten a las necesidades de la planta de carbón activado en evaluación.
- Definir la estructura organizacional de la empresa que sea acorde al proyecto.
- Determinar inversión, costos y beneficios del proyecto, para realizar una evaluación económica del proyecto.
- Análisis de Riesgo y Sensibilidad

1.1.3. Alcances

Este trabajo se enfoca en la evaluación a nivel de prefactibilidad del proyecto en estudio. Se entrega una visión de los costos y los factores involucrados en el proyecto con el fin de determinar si es conveniente continuar con el análisis de factibilidad el cual entrega una visión más detallada y precisa del proyecto.

El presente trabajo se enfoca a determinar los costos y el nivel de inversión necesarias para el proyecto, y a conocer el entorno del mercado, por lo que toda la parte química y termodinámica será investigada a través de bibliografía, ya sean libros de investigación o memorias de ingeniería química y juicio de expertos, por lo que queda fuera de este trabajo.

1.1.4. Conceptos relacionados al proyecto

Con el fin de que los lectores del presente informe se familiaricen con los conceptos utilizados, se presentan algunas definiciones que permitirán el mejor entendimiento del proyecto:



Adsorción: Fenómeno por el cual un líquido o un sólido atraen y retienen en su superficie gases, vapores, líquidos o cuerpos disueltos. Cabe señalar la distinción entre este término y el de *absorción* el cual se diferencia con la *adsorción* a que el primero se refiere a la retención de diferentes elementos en el cuerpo del material absorbente y el segundo a la retención en la superficie del material adsorbente.

- *Adsorbente:* Corresponde al sólido que adsorbe, en este caso el carbón activado.
- *Adsorbato:* Corresponde a la molécula atrapada por el adsorbente.
- *Superficie específica:* Corresponde a la superficie interna del carbón activado, su unidad de medida es m^2/g .
- *Microporos:* Son los poros del carbón activado cuya medida es inferior a 2 nm^4 . Son los responsables del 90% de la capacidad de adsorción de los carbones activados.
- *Macroporos:* Poros cuyas medidas son superiores a 50 nm.
- *Mesoporos:* Poros cuyas medidas van entre los 2,0 a 50 nm.
- *Precursor:* Es la materia prima utilizada a partir del cual se fabrica el carbón activado.

1.1.5. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en evaluar la prefactibilidad técnica y económica de instalar una planta de carbón activado en Argentina. El proyecto a evaluar es la instalación de la planta con toda la maquinaria y los servicios necesarios para la operación del proceso que cumplan con las proyecciones y requerimientos establecidos.

Se determinará la localización, dentro de Zona Litoral de Argentina, dado que es en esta región donde se encuentran los proveedores más importantes de materia prima y por otra parte es una zona bastante central permitiendo estar al alcance de los potenciales cliente. La ubicación exacta se definirá en el capítulo correspondiente al estudio técnico.

1.1.6. Metodología

La metodología debe responder al “cómo” se lograrán los objetivos planteados para el proyecto. Para esto se utilizará la metodología utilizada habitualmente para la evaluación de proyectos, es decir, se desarrollarán los siguientes puntos:

- Estudio de la Industria y del Mercado: Este punto será desarrollado basándose en investigación bibliográfica, investigación de los mercados consumidores y estudio de los datos de comercio exterior disponible en diversas fuentes (por ejemplo, Banco Central). Este capítulo abarcará los siguientes contenidos:



- Estudio de comercio exterior: Importaciones y exportaciones a nivel mundial, latinoamericano y nacional.
- Consumidores y demandas del mercado.
- La competencia y las ofertas del mercado.
- Comercialización del producto.
- Los proveedores y la disponibilidad y precio de los insumos.
- Estudio Técnico: El estudio técnico se desarrollará a partir de bibliografía relacionada con el proyecto, y con la ayuda de juicio de expertos. Además se estimarán las dimensiones de los equipos y se realizará un estudio de las calidades y requerimientos para diferentes aplicaciones. Este capítulo abarcará los siguientes contenidos:
- Estudio de los procesos productivos.
 - Capacidad y localización de la planta.
 - Determinación de requerimientos de equipos y monto de la inversión en equipos e infraestructura necesaria para el proyecto.
 - Dimensionar las necesidades de espacio físico, mano de obra por especialización y calcular el costo de remuneraciones.
 - Estimar los costos de mantenimiento, reparaciones y reposición de equipos.
 - Identificar las materias primas y otros insumos que demandará el proceso.
- Estudio Organizacional: Se definirá la estructura adecuada al proyecto.
 - Definir la estructura organizacional.
 - A partir de lo anterior, definir las necesidades de personal para la gestión.
 - Requerimientos de espacio físico.
- Estudio Legal: Se investigará basándose en las normas ambientales que rigen al proyecto.
- Construcción del Flujo de Caja: Se desarrollará el flujo de caja del proyecto, estudiando dos casos: Sin financiamiento y con financiamiento mediante préstamo bancario, con el fin de observar y comparar los resultados obtenidos en ambos casos.



En este capítulo se desarrollarán los siguientes temas:

- Estimación de Beneficios
- Estimación de Costos
- Inversión Inicial
- Depreciaciones
- Impuestos

Cálculo de indicadores: Mediante la ayuda de Excel se obtendrán los flujos de caja y los indicadores respectivos, estos son:

- Valor presente neto (VPN)
- Tasa interna de retorno (TIR)
- Período de recuperación del capital (PRC)
- Tratamiento de la incertidumbre
 - Se analizará cómo afecta en el resultado final (en el VAN, TIR y PRC) variaciones en las diferentes variables que podrían afectar al resultado del proyecto. Se realizará un análisis de sensibilidad a estas variables para determinar cuáles son las variables que influyen en mayor grado al proyecto.

1.1.7. Resultados Esperados

- Caracterizar el mercado del carbón activado.
- Definir clientes potenciales y mercados objetivo.
- Definir calidades a producir.
- Determinar requerimientos de maquinarias y tecnologías.
- Investigar el marco regulatorio que afecta al proyecto.
- Obtener cantidades de inversión y vías de financiamiento.
- Determinar costos variables y costos fijos.
- Determinar ingresos esperados.



- Cuantificar la viabilidad del proyecto a través de flujos de caja.
- Estudiar los factores de riesgo del proyecto.

1.2. INTRODUCCION AL CARBON ACTIVADO

El carbón activado se puede definir como una serie de carbones porosos, amorfos y preparados químicamente para que tengan un elevado grado de porosidad y una alta superficie específica interna. Estas características, junto con la naturaleza química de los átomos de carbono que lo componen, le dan la propiedad de atraer y atrapar ciertas moléculas del fluido que rodea al carbón. A esta propiedad se le llama “adsorción”; al sólido que adsorbe se le denomina *adsorbente* y a la molécula atrapada, *adsorbato*. La unión entre el carbón y el adsorbato se lleva a cabo por medio de fuerzas de *London*, que son una de las clases de fuerzas de Van der Waals. Éstas son relativamente débiles y, por lo tanto, reversibles.

Los carbones activados comerciales son preparados a partir de materiales precursores con un alto contenido en carbono, especialmente materiales orgánicos como madera, carozos o semillas de frutos, cascaras, carbón mineral, breas, turba y coque. La elección del precursor es función fundamental su disponibilidad, precio y pureza, pero el proceso de fabricación y la posible aplicación del producto final se deben tener en cuenta.

El carbón activado es considerado un adsorbente muy versátil debido a que el tamaño y la distribución de sus poros en la estructura carbonosa pueden ser determinados mediante el control de algunas variables involucradas en la producción para satisfacer necesidades en diferentes aplicaciones. Las necesidades de la industria pueden ser satisfechas mediante la posibilidad de preparar estos materiales con una gran variedad de formas físicas tales como polvo, granular, extrusionado, fibra, e incluso tela. Por otra parte, mediante una adecuada selección del precursor, el método de activación y control de las variables del proceso de fabricación, y las propiedades adsorbentes del producto pueden ser adaptadas para satisfacer necesidades tales como la purificación de aguas potables, control de las emisiones de gasolina en automóviles entre otras.

Los carbones activados son utilizados generalmente en procesos de descontaminación de aguas, recuperación de solventes, control de emisiones, decoloración de líquidos, eliminación de olores, soportes catalíticos, entre otros procesos. Entre los contaminantes de aguas más comunes se encuentran los compuestos fenólicos, presentes ampliamente en los efluentes de industrias refinadoras de petróleo, carboníferas, transformadoras de plástico, cuero, pintura, farmacéuticas, y del acero. La mayoría de los productos los aplican con el objeto de estandarizar y de permitir al usuario la comparación de las especificaciones de diversos carbones.

La ASTM de Estados Unidos es el organismo cuyos procedimientos de evolución sigue la mayoría de los fabricantes de carbón activado. Sin embargo, existen otros a los que comúnmente se hace referencia. Entre ellos esta AWWA -American Water Works Association- estadounidense, la DIN -Deutsche Industrie Norme- de Alemania, entre otras.



El proceso de activación consiste básicamente en "multiplicar" la cantidad de poros de un carbón dando como resultado una estructura extremadamente porosa de gran área superficial disponible para llevar a cabo el proceso de adsorción de impurezas que provocan olor, color o sabor indeseable. Hay dos procesos, proceso físico y proceso químico.

- Proceso Físico: La activación física consiste en oxidar la materia prima a altas temperaturas en presencia de un agente oxidante, usualmente, vapor de agua. Debido a que la reacción es endotérmica es necesario generar una temperatura constante, normalmente y dependiendo de la materia prima, ésta es de 800 °C.
- Proceso Químico: La activación química se basa en la deshidratación de la materia prima, mediante sustancias químicas y a una temperatura media (400 a 600 °C.), ésta depende de la sustancia química a utilizar para activar el carbón. Los agentes químicos normalmente utilizados son el ácido fosfórico, el cloruro de zinc y el ácido sulfúrico.

El uso del carbón activado está en aumento y por lo tanto está muy influenciado por las exigentes legislaciones de protección del medio ambiente, debido a su aplicación principal que es controlar la contaminación del agua y del aire, por lo que la industria y la diversidad de procesos existentes exigen mayor especificidad y especialización. El carbón activado, al ser un excelente absorbente está siendo investigado para obtener nuevos productos de acción selectiva.

1.3. BREVE HISTORIA DEL CARBON ACTIVO

El uso de los materiales de carbón se pierde en la historia, de forma que es prácticamente imposible determinar con exactitud cuando el hombre comenzó a utilizarlos. Lo cierto es que antes del uso de lo que en la actualidad denominamos carbones activados, es decir carbones con una estructura porosa altamente desarrollada, ya se empleaban como adsorbentes el carbón vegetal, o simplemente maderas parcialmente quemadas.

Los primeros usos de estos primitivos carbones activos, generalmente preparados a partir de madera carbonizada (carbón vegetal), parecen haber tenido aplicaciones médicas. Así, en Tebas (Grecia) se halló un papiro que data del año 1550 a.C. en el que se describe el uso de carbón vegetal como adsorbente para determinadas prácticas médicas. Con posterioridad, en el año 400 a.C., Hipócrates recomienda filtrar el agua con carbón vegetal para eliminar malos olores y sabores y para prevenir enfermedades. En relación al tratamiento del agua con carbón activado, se sabe que ya 450 años a.C. en los barcos fenicios se almacenaba el agua para beber en barriles con la madera parcialmente carbonizada por su cara interna. Esta práctica se continuó hasta el siglo XVIII como medio para prolongar el suministro de agua en los viajes transoceánicos. Sin embargo, la primera aplicación documentada del uso de carbón activado aplicado a tratamiento de corrientes gaseosas no tiene lugar hasta el año 1793, cuando el Dr. D.M. Kehl utiliza el carbón vegetal para mitigar los olores emanados por la gangrena. El mismo doctor también recomienda filtrar el agua con carbón vegetal.



La primera aplicación industrial del carbón activado tuvo lugar en 1794, en Inglaterra, utilizándose como agente decolorante en la industria del azúcar. Esta aplicación permaneció en secreto por 18 años hasta que en 1812 apareció la primera patente. En 1854 tiene lugar la primera aplicación a gran escala del carbón activado para tratamiento de gases, cuando el alcalde de Londres ordena instalar filtros de carbón vegetal en los sistemas de ventilación de las cloacas. En 1872 aparecen las primeras máscaras con filtros de carbón activado utilizadas en la industria química para evitar la inhalación de vapores de mercurio.

Sin embargo el término adsorción no fue utilizado hasta 1881 por Kayser para describir como los algunos tipos de materiales carbonizados atrapaban los gases. Aproximadamente por estas fechas R. von Ostrejko, considerado el inventor del carbón activado, desarrolla varios métodos para producir carbón activo tal y como se conoce en nuestros días, más allá de simples carbonizados de materiales orgánicos o del carbón vegetal. Así, en 1901 patentó dos métodos diferentes para producir carbón activado. El primero consistía en la carbonización de materiales lignocelulósicos con cloruros de metales; lo cual resulto la base de lo que hoy en día es la activación química. En el segundo, proponía una gasificación suave de materiales previamente carbonizados con vapor de agua o CO₂; es decir una activación física, o más correctamente térmica.

La Primera Guerra Mundial, y el uso de agentes químicos durante esta contienda, trajeron como consecuencia la necesidad urgente de desarrollar filtros de carbón activado para máscaras de gas. Sin duda este acontecimiento fue el punto de partida para el desarrollo de la industria del carbón activado y de un buen número de carbones activados usados no solo en la adsorción de gases tóxicos sino en la potabilización de agua. A partir de este momento tuvo lugar el desarrollo de multitud de carbones activados para las aplicaciones más diversas: depuración de gases y agua, aplicaciones médicas, soporte de catalizadores, etc.

1.4. ESTRUCTURA DEL CARBON ACTIVADO

El carbón activado es un término general que se denomina a toda una gama de productos derivados de materiales tales como maderas, carozos de duraznos, huesos, entre otros. Es un material que tiene una alta área superficial, medida por el índice de yodo, y se caracteriza por una gran cantidad de microporos (poros menores que 2 nanómetros).

La estructura del carbón activado se muestra con una gran cantidad de recovecos y grietas. A niveles más bajos se encuentran zonas donde hay pequeñas superficies planas separadas por pequeños espacios que forman los microporos. Estos microporos proporcionan las condiciones para que tenga lugar el proceso de adsorción.

El carbón activado se puede definir como un material carbonoso y poroso que es preparado por la reacción de un precursor carbonoso con gases oxidantes, y algunas veces con la adición de productos químicos (por ejemplo, ácido fosfórico, cloruro de zinc o hidróxido potásico) durante y después de la carbonización para aumentar la porosidad.



La superficie específica y las dimensiones de los poros dependen del precursor y de las condiciones de los procesos de carbonización y activación utilizados.

Los tamaños de los poros van desde los más pequeños, llamados microporos (hasta 2,0 nm), hasta los mesoporos (de 2,0 a 50 nm) y macroporos (mayores de 50 nm). La mayor parte de la adsorción tiene lugar en los microporos, responsables de más del 90% de la superficie específica.

El carbón activado presenta en su estructura átomos de carbono y además, grupos funcionales, principalmente de oxígeno y nitrógeno, y componentes inorgánicos responsables de las cenizas, todos ellos con un efecto importante en los procesos de adsorción. Los grupos funcionales se forman durante el proceso de activación por interacción de los radicales libres de la superficie del carbón con átomos tales como oxígeno y nitrógeno que pueden en parte provenir del recurso o de la atmósfera. La principal fuente de oxígeno en el carbón activado es la interacción con gases oxidantes en el proceso de activación utilizándose como agentes oxidantes oxígeno, dióxido de carbono, vapor de agua o mezclas de éstos, siendo el más común el vapor de agua.

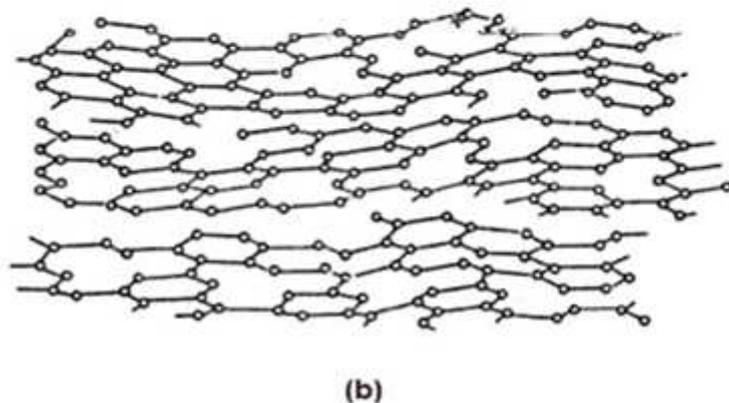
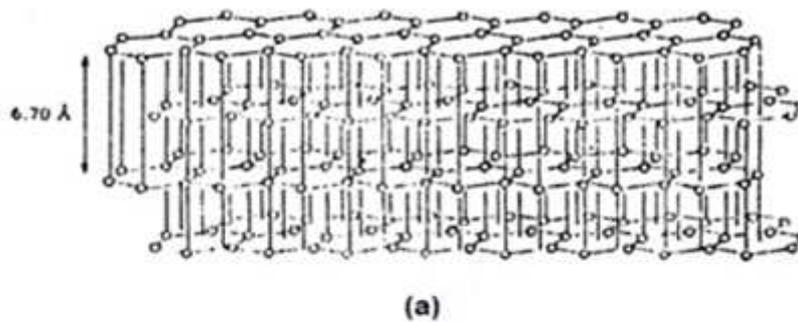


Figura 1.1 a) Arreglo estructural de las capas planas del grafito,
b) Estructura propuesta de las capas de carbón activado.



1.5. VERSATABILIDAD

Es conveniente analizar primero el proceso de adsorción, para comprender mejor como el carbón activado realiza su función. La adsorción es un proceso por el cual los átomos en la superficie de un sólido, atraen y retienen moléculas de otros compuestos. Estas fuerzas de atracción son conocidas como " fuerzas de Van Der Waals". Por lo tanto al ser un fenómeno que ocurre en la superficie mientras mayor área superficial disponible tenga un sólido, mejor adsorbente podrá ser.

Todos los átomos de carbón en la superficie de un cristal son capaces de atraer moléculas de compuestos que causan color, olor o sabor deseables o indeseables; la diferencia con un carbón activado consiste en la cantidad de átomos en la superficie disponibles para realizar la adsorción. En otras palabras, la activación de cualquier carbón consiste en "multiplicar" el área superficial creando una estructura porosa. Es importante mencionar que el área superficial del carbón activado es interna. Para darnos una idea más clara de la magnitud de la misma, imaginemos un gramo de carbón en trozo el cual moleremos muy fino para incrementar su superficie, como resultado obtendremos un área aproximada de 3 a 4 metros cuadrados, en cambio, al activar el carbón logramos multiplicar de 200 a 300 veces este valor. Por todo ello, cuando se desea remover una impureza orgánica que causa color, olor o sabor indeseable, normalmente la adsorción con carbón activado suele ser la técnica más económica y sencilla.

1.5.1. Mecanismos de operación como adsorbente

Es importante comprender el mecanismo de adsorción ya que permite predecir con cierto grado de aproximación el comportamiento del carbón activado en muchas de las aplicaciones que puede tener. Existen dos tipos de fenómenos de adsorción: Fisisorción y Quimisorción.

- Fisisorción: Ésta es la más común para el caso de carbón activado, en este tipo de adsorción no existe intercambio de electrones entre adsorbente y adsorbato, lo que permite que el proceso sea reversible.
- Quimisorción: Ésta es menos frecuente, este tipo de adsorción suele ser irreversible debido a que ocurren modificaciones de las estructuras químicas del adsorbato y del adsorbente.

1.5.2. Tipos de poros dentro de una partícula de carbón

El carbón activado tiene una gran variedad de tamaños de poros que pueden clasificarse, de acuerdo con su función, en poros de adsorción y poros de transporte. Los poros de adsorción consisten en espacios entre placas gráficas con una separación de entre una y cinco veces el diámetro de la molécula que va a retenerse. En estos, ambas placas de



carbón están lo suficientemente cerca como para ejercer atracción sobre el adsorbato y retenerlo con mayor fuerza.

Los poros mayores que los de adsorción son los poros de transporte y tienen un rango muy amplio de tamaños, que van desde las grietas que están en el límite detectable para la vista y que corresponden a 0.1 mm. En esta clase de poros, sólo una placa ejerce atracción sobre el adsorbato y entonces lo hace con una fuerza menor, insuficiente para retenerlo. Así, los poros de transporte actúan como caminos de difusión por los que circula la molécula hacia los poros de adsorción en los que hay una atracción mayor; por lo tanto, aunque tiene poca influencia en la capacidad del carbón activado, afectan la cinética o velocidad con la que se lleva a cabo la adsorción.

Otra clasificación de los poros, es la de la IUPAC (International Union of pure and Applied chemists), que se basa en el diámetro de los mismos, de acuerdo con lo siguiente:

- Micro poros: menores a 2 nm
- Meso poros: entre 2 y 50 nm
- Macro poros: entre 50 y 100,000 nm

Nota: arriba de 100,000 nm ya se consideran como grietas y empiezan a ser detectables por el ojo humano.

Los microporos tienen un tamaño adecuado para retener moléculas pequeñas, que aproximadamente corresponden a compuestos más volátiles que el agua, tales como olores, sabores y muchos solventes. Los macroporos atrapan moléculas grandes, como los colores intensos o las sustancias húmicas ácidos húmicos y fúlvicos que se generan al descomponerse la materia orgánica. Los mesoporos son los apropiados para moléculas de tamaño intermedio entre las anteriores. El carbón activado posee la virtud de adherir o retener en su superficie uno o más componentes (átomos, moléculas, iones) que se encuentran disueltas en el líquido que está en contacto con él.

Este fenómeno se denomina poder adsorbente. La adsorción es la responsable de purificar, deodorizar y decolorar el agua u otros líquidos o gases que entren en contacto con el elemento adsorbente.

1.6. PROPIEDADES Y CONDICIONES QUE AFECTAN LA ADSORCION EN CARBON ACTIVADO

La adsorción en carbón activado se ve afectada por diversas propiedades tanto del carbón como del adsorbato, así como por las condiciones del gas o del líquido en el que se lleva a cabo este fenómeno. Las propiedades que afectan la adsorción son las siguientes:



1.6.1. Propiedades relacionadas con el tipo de carbón activado:

- La adsorción aumenta cuando el diámetro de los poros predominantes está entre una y cinco veces el diámetro del adsorbato.
- Diferencias en la química superficial y en los constituyentes de las cenizas pueden afectar la adsorción, especialmente en fase líquida.

El carbón activado tiene grupos orgánicos superficiales y cenizas. Los primeros pueden ser de diverso tipo y estar presentes en distintas cantidades, dependiendo de las condiciones a las que se ha sometido el carbón desde el momento de su producción.

Un carbón que se activa arriba de 600°C en ausencia de oxígeno y que se enfría en una atmósfera inerte resulta cargado negativamente, se denomina carbón “H”, y adsorbe preferentemente moléculas ácidas en una solución líquida.

Si la activación se hace en presencia de oxígeno y a menos de 500°C, el carbón activado queda cargado positivamente, se llama carbón “L” y tiene mayor avidez por moléculas básicas de una solución líquida. En caso de que el carbón se active a temperaturas cercanas a 500 o 600°C, o a temperaturas superiores pero en contacto con oxígeno durante su enfriamiento, entonces adsorbe por igual tanto ácidos como bases.

Cuando el carbón activado se almacena a la intemperie, el oxígeno reacciona con su superficie y le da características de carbón “L”. A este fenómeno se le llama envejecimiento, debido a que tiene, como efecto adicional, una reducción en la capacidad para adsorber moléculas orgánicas en general.

El carbón activado también adquiere una química superficial por reacción en solución acuosa no sólo con oxígeno sino también con otros oxidantes. Estas reacciones pueden ocurrir de manera simultánea al proceso de adsorción de compuestos orgánicos; su interés radica en que pueden afectar a las propiedades de adsorción del carbón activado.

Respecto a las cenizas, los carbones activados comerciales de diversos orígenes contienen entre 3 y 15% de ellas, generalmente en forma de óxidos metálicos. La cantidad exacta puede determinarse por ignición de una muestra de carbón.

Las cenizas están constituidas por elementos no volátiles, como Na, K, Ca, Mg, S, Fe, Si, Al y P; con lavados ácidos es posible extraer hasta 90% de éstos. También aumenta su presencia en la superficie del carbón activado, cuando este se utiliza en el tratamiento de un líquido que los contenga, especialmente en concentraciones cercanas a la saturación. Las cenizas no solo pueden afectar la adsorción de moléculas orgánicas, sino también la quimisorción de oxígeno y la distribución del tamaño de poros del carbón activado después de que este se reactiva.



1.6.2. Propiedades relacionadas con el adsorbato

Antes de enlistarlas, hay que mencionar que todo tipo de moléculas orgánicas se adsorbe bien en el carbón activado. No así las inorgánicas, excepto algunas como los molibdatos, los cianuros de oro, el dicianuro de cobre, el cloruro de mercurio, el yodo y las sales de plata, entre otros.

- La adsorción de orgánicos es más fuerte al aumentar su peso molecular, mientras el tamaño de la molécula no rebase el del poro.
- Las moléculas orgánicas no polares se adsorben con mayor fuerza que las polares.
- Las moléculas orgánicas ramificadas se adsorben con mayor fuerza que las lineales.
- La mayoría de las moléculas orgánicas que tienen ligados átomos de cloro, bromo o yodo se adsorben con mayor fuerza.
- La adsorción en fase líquida aumenta al disminuir la solubilidad del adsorbato.

1.6.3. Propiedades relacionadas con el líquido que rodea al carbón activado

- Generalmente aumenta la adsorción al disminuir el pH.
- La teoría dice que la adsorción no se ve afectada por la temperatura; sin embargo, a mayor temperatura, aumenta la solubilidad del adsorbato y se adsorbe en menor proporción. Por otro lado, a mayor temperatura, también disminuye la viscosidad del solvente, facilitando la movilidad del adsorbato y por lo tanto acelerando su velocidad de difusión hacia los poros. En términos prácticos, generalmente aumenta la adsorción al aumentar la temperatura.

1.7. METODOS DE FABRICACION Y MATERIAS PRIMAS

Para comprender el proceso de fabricación de carbón activado, es necesario empezar por describir la diferencia estructural entre los distintos tipos de carbón que se encuentran en la naturaleza o que fabrica el hombre, independientemente de que sean o no activos.

Una de las maneras más sencillas de diferenciar carbones es de acuerdo con el grado de ordenamiento entre sus átomos, que puede estar dentro de un rango muy amplio. En el extremo de mayor orden se encuentra el diamante y poco antes el grafito.

Un carbón estará más ordenado cuanto mayor haya sido la temperatura de su formación y cuanto más tiempo haya durado este proceso.



El carbón activado no es más que carbón, cuyos átomos están ordenados en forma de placas gráficas. De una manera simple, puede decirse que la diferencia entre el carbón activado y el grafito consiste en que en el grafito existe un grado de ordenamiento en las tres coordenadas en el espacio, mientras que en el carbón activado sólo existen dos, que corresponden a los planos independientes constituidos por las placas que lo conforman; estas placas tienen distintas orientaciones. Por lo tanto, es posible convertir carbón activado en grafito, pero no es posible convertir grafito en carbón activado. En otras palabras, el carbón activado puede fabricarse a partir de cualquier tipo de carbón cuyos átomos tengan un arreglo menos ordenado que el que tendrán cuando se transforme en carbón activado.

1.7.1. Métodos de activación del carbón

La activación del carbón es la generación de partículas cristalinas altamente porosas con una enorme superficie de contacto en el interior de los gránulos o polvos de carbón, que le otorgan a éste un alto poder de adsorción.

El carbón activado puede fabricarse a partir de todo tipo de material carbonoso o bien a partir de cualquier carbón mineral no grafitico; sin embargo, cada materia prima brindará características y calidades distintas al producto.

En cuanto al proceso de activación, existen dos tipos de activación: activación física (llamada también térmica) y activación química (llamada también deshidratación química).

1.7.1.1. Activación física o térmica

Normalmente se lleva a cabo en dos etapas: la carbonización del precursor y la gasificación controlada del carbonizado. La carbonización es la transformación de la materia prima a carbón en la cual se eliminan elementos como el hidrógeno y el oxígeno del precursor, para dar lugar a un esqueleto carbonoso con una estructura porosa rudimentaria. Este proceso se realiza en ausencia de oxígeno a temperaturas inferiores a 700°C. Si se parte de carbón mineral, normalmente no se requiere la carbonización, a menos que éste contenga un alto contenido de volátiles.

En la activación el material sólido se expone a una atmósfera oxidante (oxígeno, vapor de agua, dióxido de carbono, o una mezcla de éstos) a temperaturas entre 800°C y 1000°C, que elimina los productos volátiles, aumentando el volumen de poros y la superficie específica al oxidar parte de las moléculas de carbono. La activación es el proceso de oxidación lenta del carbón resultante por medio del cual se forman millones de poros microscópicos en la superficie del carbón.

La carbonización y la activación se realizan principalmente en hornos rotatorios construidos en acero inoxidable y materiales refractarios para soportar las altas temperaturas de activación, cercanas a 1000°C. Cuando se utiliza como materia prima un material orgánico (ya sea, cáscara de coco, cuescos de frutas u otro), el proceso debe comenzar con la



carbonización del material. Es en estos casos en el cual se debe optar por la fabricación de carbón activado mediante activación física.

El grado de activación y el rendimiento dependen de las condiciones de operación del horno de activación que son:

- La temperatura.
- La composición de los gases.
- El tiempo de residencia.
- El flujo volumétrico del vapor.

El rendimiento suele estar entre 0.25 y 0.5 kg de carbón activado por kilo de carbón. A mayor grado de activación generalmente corresponde un menor rendimiento. Existe, sin embargo, un punto máximo de activación posible, más allá del cual sólo aumentan las pérdidas de carbón. Por grado de activación se entiende el área superficial generada en el carbón activado. Un hecho que resulta interesante es que aunque ésta varíe, la proporción de micro, meso y macro poros cambia poco. Como se mencionó antes el tamaño de poros depende básicamente de la materia prima.

Existen distintos tipos de hornos de activación, entre ellos:

- El rotatorio de calentamiento directo.
- El vertical de hogares múltiples y
- El de lecho fluidizado.

El carbón activado sale del horno al rojo vivo, por lo que debe enfriarse antes de entrar en contacto con el aire que se encuentra a temperatura ambiente. De lo contrario, una parte de éste desaparecería como CO_2 y el producto resultaría con una cantidad muy grande de óxidos superficiales, que podrían afectarlo negativamente. Para lograr este enfriamiento puede recibirse el carbón en agua o en un equipo sellado con enfriamiento directo.

Lo anterior constituye la etapa básica del proceso. El resto consiste en operaciones de molienda y cribado para brindar al producto el rango buscado de tamaños de partícula.

1.7.1.2. Activación química

En este caso el precursor, normalmente un material orgánicos relativamente blandos y que están formados por moléculas de celulosa, como es el caso de la madera de pino, se impregna con un agente químico, para deshidratar la materia prima mediante la acción de un agente reactivo, como ácido fosfórico, cloruro de zinc o carbonato de potasio.



Posteriormente, se carboniza el material deshidratado a baja temperatura 500 o 600 °C, obteniéndose automáticamente la estructura porosa. El producto resultante se lava, con objeto de dejarlo tan libre como sea posible del químico utilizado, así como para recuperar y reutilizar éste último, los agentes químicos utilizados reducen la formación de material volátil y alquitranses, aumentando el rendimiento en carbono. El carbón resultante se lava profundamente para eliminar los restos del agente químico usado en la impregnación.

Adicionalmente, estos carbones pueden ser activados térmicamente por gasificación parcial con dióxido de carbono o vapor de agua para obtener carbones activados con elevadas áreas superficiales para aplicaciones como el almacenamiento de gas natural.

Mediante esta tecnología no se obtienen las mismas placas gráficas que resultan del método de activación térmica. Las paredes del carbón más bien se asemejan a una molécula orgánica, parte aromática y parte alifática, o a un polímero muy ramificado y entre ligado. Además, estas paredes no son planas, sino rugosas aun en el caso de los microporos y contienen grandes cantidades de átomos distintos al carbono, principalmente oxígeno.

Cuando una misma materia puede activarse de manera tanto térmica como química, el carbón activado producido por el segundo método adquiere poros cuyo tamaño es un poco mayor.

Las operaciones para dar un rango específico de tamaños de partículas son básicamente las mismas que se utilizan en el método de activación térmica (operaciones de molienda y cribado). El grado de activación puede variarse de acuerdo con la concentración del químico deshidratante utilizado.

1.7.1.3. Alternativa de regeneración

Una vez que el carbón activado ha sido saturado con los componentes que debe adsorber en una aplicación industrial puede ser regenerado mediante una serie de procesos, para así recuperar su estado original.

Las ventajas de la regeneración son principalmente que se reduce el costo para el usuario y que se reduce el problema de la eliminación o almacenamiento del material gastado. La regeneración puede hacerse en la propia instalación del usuario o en los sistemas de regeneración de los propios fabricantes.

El método más simple de regeneración es la desorción de las sustancias adsorbidas por tratamiento térmico o por desgasificación. Lo que se suele hacer es pasar una corriente de vapor de agua sobrecalentado o de gas inerte a alta temperatura a través del lecho de carbón; este procedimiento es la base del proceso de recuperación de disolventes y del sistema PSA (pressure swing adsorption) utilizado en la separación de mezclas de gases. En algunos casos la regeneración se lleva a cabo en condiciones de activación para descomponer y desorber las sustancias adsorbidas y es en la práctica una reactivación.



Aunque es posible regenerar cualquier tipo de carbón activado, la regeneración está en este momento casi restringida al carbón granular, por su mayor costo, porque en el caso del carbón en polvo las pérdidas de material pueden ser demasiado elevadas.

1.7.1.4.Principales materias primas utilizadas y sus efectos en las características del producto

Actualmente el carbón activado puede ser producido a partir de cualquier material rico en carbono, pero sus propiedades estarán muy influenciadas por la naturaleza de la materia prima con que es producido y por la calidad del proceso de activación.

Entre las principales fuentes se destacan:

- Carbones minerales
- Concha de coco
- Maderas

De estas, la concha de coco es la que rinde un producto final con mayor granulación y dureza, con un volumen de poros uniforme y un alto por ciento de porosidad. Además, al ser más denso que los obtenidos por las otras materias primas mencionadas, lo hace más cotizado para la eliminación de productos químicos contaminantes del medio.

La selección de la materia, que se utilizará para la obtención del producto final, dependerá de un grupo de factores que deben ser considerados, como son:

- Disponibilidad y costo de la materia prima.
- Tecnología disponible.
- Demanda en el mercado de un determinado tipo de carbón activado.

En la tabla 1.1 se muestran las principales materias primas y tecnologías de activación utilizadas en la producción de carbones activados, así como la dureza, el radio medio de poro y el radio de poro dominante de los productos obtenidos.

| MATERIA PRIMA | MÉTODO DE ACTIVACIÓN | DUREZA O RESISTENCIA A LA ABRASIÓN | RADIO MEDIO DE PORO | RADIO DE PORO DOMINANTE |
|---------------------------|-------------------------|------------------------------------|---------------------|-------------------------|
| Madera de pino | Deshidratación química* | 30-50 | 200 a 2,000 nm | 50 - 10,000 nm |
| Carbón mineral lignítico | Térmica** | 40-60 | 3.3 nm | 1 - 1,000 nm |
| Carbón mineral bituminoso | Térmica** | 70-85 | 1.4 nm | 1 - 100 nm |
| Concha de coco | Térmica** | 90-99 | 0.8 nm | <10 nm |

*Generalmente con ácido fosfórico y en ocasiones con cloruro de zinc. También hay empresas que lo activan térmicamente.

**En atmósfera saturada de vapor de agua o con gases de combustión.

Tabla 1.1 Principales materias primas y tecnologías con las que se fabrican carbones activados y valores típicos de las principales propiedades obtenidas.



Además de las materias primas antes mencionadas, también han sido utilizadas otras, como son:

- Bagazo de caña
- Semillas (frijol, arroz, etc.)
- Desechos de maíz
- Residuos del petróleo
- Algas marinas
- Huesos de frutos
- Cáscara de arroz
- Turba, etc.

La dureza o resistencia a la abrasión es una propiedad muy importante en los carbones activados que se van a utilizar en forma de gránulos, ya que la falta de ésta provoca erosión y rompimiento durante el manejo y uso. Esta propiedad puede medirse con diversos métodos.

El carbón de madera de pino tiene una dureza muy baja, que suele hacerlo inapropiado para el uso en forma granular y, por el contrario, el de concha de coco tiene la ventaja de ser el más resistente.

En cuanto al radio medio de poro y al radio de poro predominante, puede observarse que el carbón activado de madera tiende a la macro porosidad, los minerales a la meso porosidad y el de concha de coco a la micro porosidad.

En la tabla 1.2 se muestran las principales aplicaciones de los distintos tipos de carbón activado en tratamiento de agua, de acuerdo con su origen y, por lo tanto, con el tamaño de sus poros predominantes.



| TIPO DE CARBÓN ACTIVADO DE ACUERDO CON SU ORIGEN | PRINCIPAL APLICACIÓN EN TRATAMIENTO DE AGUA. | OBSERVACIONES |
|--|--|--|
| Vegetal (madera de pino) | <ul style="list-style-type: none"> - Agua residual con colores intensos y/o con cantidades sustanciales de grasas, aceites y otros compuestos de alto P.M. - Potabilización de agua superficial con alto contenido de materia orgánica natural. | <p>Se requiere un carbón activado macro poroso, ya que los contaminantes mencionados tienen un tamaño molecular relativamente grande.</p> <p>Usado en la industria textil, de alimentos y de petróleo. Como este carbón activado es poco duro, normalmente se aplica como polvo.</p> |
| Mineral lignítico | <ul style="list-style-type: none"> - Agua residual cuyos contaminantes sean muy diversos, como las de procedencia municipal. | <p>Este carbón activado tiene poros de muy diversos tamaños, por lo que es el adecuado cuando los contaminantes sean de una gran gama de tamaños moleculares.</p> <p>La dureza de este carbón es relativamente baja.</p> |
| Mineral bituminoso | <ul style="list-style-type: none"> - Agua residual en la que predominen contaminantes de P.M. intermedio. - Potabilización de agua superficial o con un ligero color producido con algas. | <p>La mayoría de los poros de este carbón activado están en el rango bajo de la mesoporosidad.</p> <p>Es menos duro que el de concha de coco, pero más adecuado cuando hay una alta proporción de contaminantes no volátiles.</p> |
| Concha de coco | <ul style="list-style-type: none"> - Potabilización de agua de pozo. - Eliminación de olor, sabor y compuestos volátiles en agua superficial. - Agua residual contaminada con solventes volátiles o con otras moléculas de bajo a medio molecular. - Decoloración. | <p>Es el carbón con mas proporción de micro poros, por lo tanto es el más adecuado para retener moléculas pequeñas.</p> <p>Es el carbón utilizado cuando solamente se requiere decolorar, ya que es el más duro y resistente a la abrasión.</p> |

Tabla 1.2. Principales aplicaciones del carbón activado en tratamiento de agua de acuerdo con su origen.

Cuando el carbón activado se produce por el mismo método de activación Térmica las placas gráficas del carbón de madera resultan pequeñas, muy separadas entre sí y con una orientación no uniforme. Por el contrario, el carbón de concha de coco está formado por placas de mayor tamaño, poco separadas y con una orientación básicamente similar todas ellas.

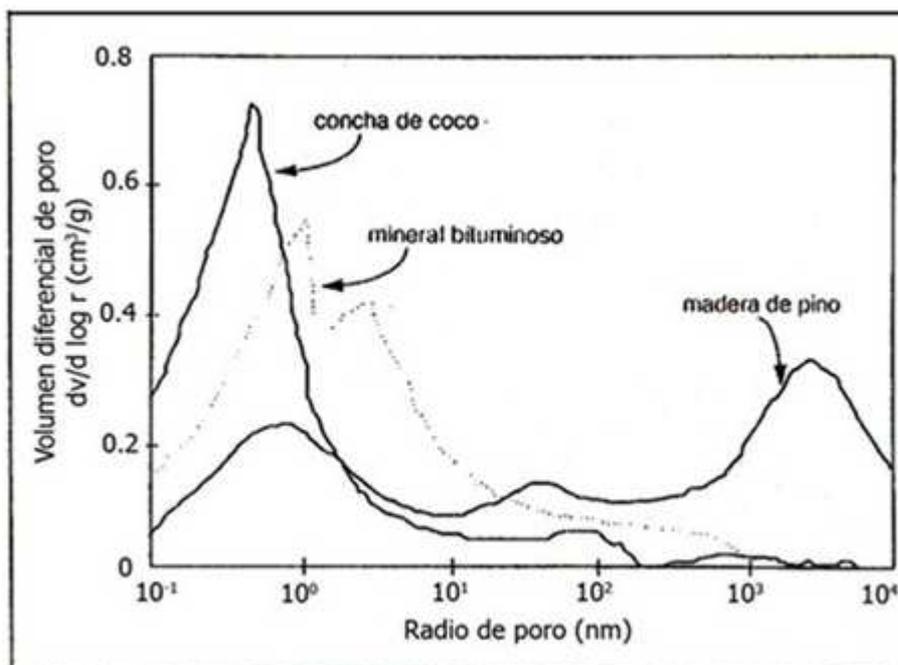


Figura 1.2 Distribución de tamaños de poros en distintos tipos de carbón activado



1.8. FORMA FISICA, TAMAÑO DEL CARBON Y SUS EFECTOS EN LA VELOCIDAD DE ADSORCION

El carbón activado puede tener forma de gránulos irregulares, polvo, pellets o fibras. Los tres primeros son los más comunes. Aunque los pellets normalmente son cilindros, también se producen con otras formas. En todos los casos, aun cuando la forma física difiera, el producto básico es el mismo y, por lo tanto, trabaja con el mismo principio.

1.8.1. El carbón activado granular

El carbón activado granular consiste en gránulos de forma irregular que se instalan dentro de un recipiente por el que se hace circular el líquido o gas que va a tratarse. El carbón activado granular se fabrica en diversos rangos de tamaños. Por ejemplo, un 8x30 es un carbón cuyas partículas pasan por la malla 8 pero no por la 30. La especificación de malla que se utiliza con mayor frecuencia es la estándar americana (U.S. Std. Sieve).

El número de malla equivale al número de aberturas por pulgada lineal. Un carbón 8x30 tiene partículas de entre 0.595 y 2.38 mm como podemos ver en la tabla 1.3.

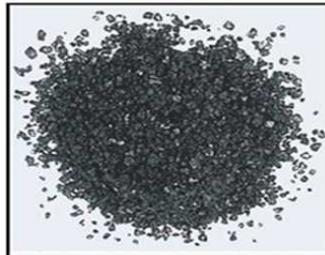


Figura 1.3 Carbón activado granular.

Mientras menores son las partículas de carbón, trabajan con una rapidez sustancialmente mayor, aunque también causan una mayor caída de presión en el fluido tratado. Lo primero se debe a que se acorta y se facilita el acceso del adsorbato a la superficie interna del carbón. Para dar una idea del efecto que tiene el tamaño de partícula en la cinética de la adsorción, un carbón activado granular comercial tamaño 12x40 normalmente adsorbe con el doble de rapidez que uno 8x30.

Como conclusión, en toda aplicación hay que buscar el tamaño de carbón activado granular menor posible, siempre y cuando la caída de presión provocada no sea excesiva.

En la tabla 1.3 se mencionan algunos de los rangos de tamaño más comunes en distintas aplicaciones. La única limitante por la que no se suelen usar tamaños menores es la presión disponible para el flujo a través de la cama de carbón o el costo que tiene el vencer la caída de presión.

De cualquier manera, cabe la posibilidad de que se elijan tamaños menores o mayores a los típicos, según las características y limitaciones de cada proceso.



| MALLA U.S. | ABERTURA (mm) | MALLA U.S. | ABERTURA (mm) |
|------------|---------------|------------|---------------|
| ¼ | 6.35 | 30 | 0.595 |
| 4 | 4.76 | 35 | 0.500 |
| 5 | 4.00 | 40 | 0.420 |
| 6 | 3.36 | 45 | 0.354 |
| 8 | 2.38 | 50 | 0.297 |
| 10 | 2.00 | 60 | 0.250 |
| 12 | 1.68 | 70 | 0.210 |
| 14 | 1.41 | 80 | 0.177 |
| 16 | 1.190 | 100 | 0.149 |
| 18 | 1.000 | 200 | 0.074 |
| 20 | 0.841 | 325 | 0.044 |
| 25 | 0.707 | 400 | 0.037 |

Tabla 1.3. Especificaciones de mallas estándar americanas (U.S. Std. Sieve)

| APLICACIÓN | GRANULOMETRÍAS |
|---|---------------------------|
| Tratamiento de agua y de líquidos en general, a nivel industrial y municipal. | 8x30, 12x40, 14x30, 14x40 |
| Purificadores de agua caseros. | 12x40, 14x40, 20x50 |
| Acondicionamiento de aire, purificación de gases (como CO ₂ , He, acetileno), recuperación de vapores de solventes, campanas para cocinas. | 4x6, 4x8, 4x10 |
| Mascarillas de gases. | 12x20 |
| Recuperación de oro. | 6x12, 6x16, 8x16, 10x20 |
| Boquillas de cigarrillos. | 8x14, 12x20, 20x50 |

Tabla 1.4. Rangos típicos de tamaño de carbón activado granular para distintas aplicaciones.

Además del rango de tamaño con el que se especifica un carbón activado granular, existen dos variables que definen con mayor precisión la distribución de tamaños dentro de ese rango: el tamaño efectivo de partículas y el coeficiente de uniformidad.

1.8.2. El carbón activado en polvo

El carbón activado en polvo se define como aquel carbón cuyas partículas pasan a través de la malla 80. Como ejemplo, la norma de la AWWA B600-90 relativa al carbón activado en polvo para el tratamiento de agua señala que 99% debe pasar por la malla 100, 95% debe pasar la 200, y 90% la malla 325. Este rango de tamaños corresponde aproximadamente al del talco.



Figura 1.4 Carbón activado en polvo



Como es obvio por su tamaño, este tipo de carbón no puede emplearse en lechos fijos y por lo tanto no se utiliza en el tratamiento de gases. Se adiciona al líquido en un tanque agitado: después de un tiempo que suele ser de entre 10 y 30 minutos, se deja sedimentar o se separa por medio de un filtro, que normalmente es tipo prensa. La sedimentación puede requerir de floculantes y filtración (tierras diatomáceas). Aunque el proceso puede ser continuo, normalmente se realiza por lotes, ya que en el primer caso se requiere controles muy precisos.

Puede parecer, a priori, que el tamaño tan pequeño de las partículas de carbón activado en polvo le brindan una mayor área superficial que a un carbón activado granular; sin embargo esto no es así, ya que el área de los poros es muy superior al área externa de las partículas de carbón, cualquiera que sea su tamaño.

Ventajas del carbón activado en polvo sobre el carbón activado granular:

- El carbón activado en polvo trabaja a una velocidad superior a la del carbón activado granular.
- No requiere dureza, por lo tanto, cuando el carbón activado no es suficientemente duro como para aplicarse como granular, el polvo es una buena alternativa. Tal es el caso del carbón vegetal de madera de pino.

Desventajas del carbón activado en polvo sobre el carbón activado granular:

- El carbón activado en polvo genera una mayor caída de presión.

1.8.3. El carbón activado pelletizado

El carbón activado puede pulverizarse y posteriormente pelletizarse bajo presión o con la ayuda de agentes ligantes, como brea, alquitranes y glucosa, entre otros.



Figura 1.5 Carbón activado pelletizado.

Los pellets suelen ser cilíndricos debido a que normalmente se producen por extrusión. Su principal ventaja consiste en que causan una menor caída de presión que los carbones granulares, cosa que los hace muy útiles en la purificación de aire y otros gases en los que existe una baja presión disponible.

Sin embargo en ocasiones también se aplican en fase líquida. Comercialmente se encuentran en diámetros de 0.8 a 5 mm, siendo el de 4 mm el más común.



Una característica de este tipo de carbones radica en que, gracias a su forma regular, no tienen partes puntiagudas que se puedan romper fácilmente durante el manejo o erosionar durante los retrolavados o la operación. Esto es importante en ciertos procesos, en los que es imprescindible evitar desprendimiento de partículas finas, como es el caso de recuperación de oro, en el que el valioso metal se concentra en el carbón.

Cabe aclarar que para este tipo de aplicaciones también puede utilizarse carbón activado granular, siempre y cuando sea duro como es el caso del de concha de coco y el fabricante lo haya sometido a un proceso de rodado en el que se eliminan las puntas.

La resistencia a la abrasión de este tipo de carbón activado depende del agente ligante y del método de pelletizado.

Otra aplicación de la pelletización consiste en brindar resistencia a carbones vegetales o ligníticos que en su estado natural se rompen o erosionan con facilidad. De esta manera, es posible aplicarlos como un lecho fijo en casos de purificación de líquidos, en los que se requieren las características de poro de estos materiales.

Además de los pellets cilíndricos, se fabrican otras con diversas formas, como la de panal de abejas para acondicionamiento de aire, o la de estatuillas y figuras decorativas para eliminar olores de cigarrillos en casas y oficinas, también existen en forma esférica.

Desventaja de los carbones pelletizados:

- Mayor costo de fabricación, que resulta en precios más altos con respecto a los granulares.

1.9. ESPECIFICACIONES DE CALIDAD Y REACTIVACIÓN DEL CARBÓN ACTIVADO

Como en el caso de cualquier producto industrial, las distintas propiedades del carbón activado se evalúan a través de métodos analíticos que han sido normalizados por diversas asociaciones. La mayoría de los productores los aplican con el objeto de estandarizar y de permitir al usuario la comparación de las especificaciones de diversos carbones.

La ASTM de Estados Unidos es el organismo cuyos procedimientos de evaluación sigue la mayoría de los fabricantes de carbón activado. Sin embargo, existen otros a los que comúnmente se hace referencia. Entre ellos está AWWA estadounidense, la DIN de Alemania, entre otras.

En la tabla 1.5 se muestran los principales parámetros especificados para carbón activado granular que se destina al tratamiento de agua. Algunos de éstos, como el número de yodo, el contenido de cenizas totales, los solubles en agua, la humedad y el pH, se aplican también para el carbón activado en polvo. Todas las especificaciones, excepto la de humedad, se refieren al carbón en base seca.



| PARÁMETRO | UNIDADES EN LAS QUE SE EXPRESA | RANGO DE VALORES TÍPICOS | EJEMPLO DE UNA NORMA QUE SE APLICA |
|---|---|--------------------------|--|
| Número de yodo | mg/g de carbón | 500 a 1,200 | ASTM D-4607 |
| Área superficial | m ² /g | 500 a 1,200 | Adsorción de N ₂ (método BET) ASTM D-3037 |
| Radio medio de poro y volumen total de poro | nm y cm ³ | 0.7 a 500.0 y 0.2 a 1.0 | Porosimetría con mercurio y adsorción de N ₂ ASTM C-699 |
| Densidad aparente | g/cm ³ | 0.26 a 0.65 | ASTM D-2854 |
| Dureza | Adimensional | 30 a 99 | ASTM D-3802 |
| Rango de tamaño de partícula | Malla estándar americana (U.S. Std Sieve) | 4x8 a 20x50 | ANSI/AWWA B604-90 |
| Tamaño efectivo de partícula | mm | 0.4 a 3.3 | ANSI/AWWA B604-90 |
| Coefficiente de uniformidad | Adimensional | menor a 2.1 | ANSI/AWWA B604-90 |
| Contenido de cenizas totales | % base seca | 3 a 15 | ASTM D-2866 |
| Solubles en agua | % base seca | 0.5 a 7 | ASTM D-5029 |
| pH del extracto acuoso | pH | 2 a 11 | ASTM D-3838 |
| Humedad (al empacar) | % | 2 a 15 | ASTM D-2867 |
| Longitud de semidecloración | cm | 2 a 10 | DIN 19603 |

Tabla 1.5. Principales parámetros con los que se especifica un carbón activado granular para el tratamiento de agua y normas de análisis.

1.9.1. Descripción de las especificaciones de calidad del carbón activado

1.9.1.1. Número de yodo y área superficial

El número de yodo es un índice del área superficial de un carbón activado. Esto se debe a que el yodo se adsorbe con mucha eficiencia en una capa monomolecular y su tamaño le permite alojarse hasta en los poros más pequeños en los que se lleva a cabo la adsorción. Por lo tanto, la cantidad de yodo adsorbido es proporcional al área del carbón. Hay que señalar una coincidencia afortunada que consiste en que el número de yodo, que se expresa en mg/g, miligramos de yodo adsorbidos por gramos de carbón, tiene un valor aproximadamente igual al del área superficial obtenida por el método BET de adsorción de N₂, expresada en m² /g.

Por otro lado, el número de yodo disminuye en proporción al grado de saturación del carbón activado. En general, el carbón requiere cambiarse cuando el número de yodo llega al 50% de su valor original; por lo tanto, este parámetro puede utilizarse para estimar el tiempo de vida útil que resta a un carbón en uso.

1.9.1.2. Radio medio de poro

Es función básicamente del tipo de materia prima y se ve poco afectado por las condiciones del proceso. El método analítico para obtener su valor es caro y lento y por eso no se evalúa con frecuencia, aunque los productores de carbón activado normalmente si reportan su



valor. Es una de las variables que más pesan en la selección de un carbón, suele reportarse en nm.

1.9.1.3. Volumen total de poro

Esta variable se expresa en ml/g y es función tanto del tipo de materia prima, como del grado de activación. Es decir, su valor depende del radio medio de poro y del área superficial del carbón. El método analítico para determinarlo es el mismo que se utiliza en el caso del radio medio de poro y, por las razones ya expuestas, tampoco se evalúa con frecuencia. Al igual que el área superficial y que el número de yodo, es un parámetro indicador de la capacidad de un carbón activado.

1.9.1.4. Densidad aparente

Es el peso en g/cm^3 de carbón totalmente seco en aire. Es decir, incluye el volumen de los poros y el de los espacios entre las partículas de carbón.

Esta variable es la base para determinar el volumen de cama necesaria para contener una determinada masa de carbón activado granular. Su valor determina en gran parte el flujo de agua necesario para lograr un buen retrolavado del carbón.

1.9.1.5. Dureza

Existen varios métodos para evaluarla, aunque desafortunadamente ninguno de ellos simula las condiciones reales que provocan la erosión y el rompimiento del carbón en las diferentes etapas de su uso, como el transporte y el retrolavado.

La mayoría de los métodos reportan resultados de dureza cuyo valor está entre 0 y 100. El de la ASTM D-3802 consiste en agitar la muestra de carbón junto con balines de acero. Después de 30 min se mide el porcentaje en peso de carbón que queda sobre una malla cuya abertura es lo más cercano posible a la mitad de la abertura de la malla que define el mínimo tamaño de partícula nominal de la muestra original, el resultado se reporta como valor de dureza.

1.9.1.6. Rango de tamaño de partícula, tamaño efectivo de partícula y coeficiente de uniformidad

El rango de tamaño de partícula es el número de las dos mallas estándar americanas que encuadran todo el rango de partículas que conforman un lote de carbón activado granular. Por ejemplo, 20x50 significa que las partículas de carbón pasan por la malla 20 y se retienen en la 50.



Normalmente el fabricante especifica que más de 90% de su producto está dentro de dicho rango. Mientras menor es el tamaño de partícula, el carbón activado granular adsorbe con mayor rapidez, aunque ocasiona una mayor caída de presión. La malla 80 suele considerarse como la frontera entre carbón activado granular y carbón activado en polvo.

Hay que hacer notar que puede haber grandes diferencias entre dos carbones con el mismo rango de tamaño de partícula nominal. Esto se debe a que uno puede tender más hacia los gruesos y el otro hacia los finos, manteniéndose ambos dentro del rango especificado. Para evitar estas diferencias, se especifican otras dos variables que son el tamaño efectivo de partícula y el coeficiente de uniformidad. La primera corresponde a la abertura de la malla por la que pasa 10% del carbón activado granular y se expresa en mm o en pulgadas; la segunda es el resultado de dividir la abertura de la malla por la que pasa 60% del carbón entre la abertura de la malla por la que pasa 10%, y es adimensional.

En cuanto al tamaño efectivo de partícula, no se especifica un rango si no que se deja abierto para cada caso, puesto que depende de la presión disponible para el flujo y de la necesidad –o no– de que el carbón activado granular realice una función de filtración.

1.9.1.7. Contenido de cenizas totales

Son el residuo que queda después de calcinar el carbón a 650 °C, hasta llegar a peso constante, y se expresan en términos de porcentaje en base seca. La cantidad y composición de las mismas puede influir en la adsorción y en ciertas propiedades del carbón activado.

Es posible disminuir su presencia en el carbón mediante lavados con ácido, lo que se hace en el caso de procesos que se ven afectados por ellas.

Como ejemplo está el carbón activado granular que se utiliza en la recuperación de solventes del aire. Al tener un menor contenido de cenizas, aumenta su temperatura de ignición, disminuyendo el riesgo de que ésta suceda, debido a que las cenizas son óxidos de sodio, potasio y de otros metales, que actúan como chispa y provocan la ignición de la cama de carbón saturado.

En el caso de tratamiento de agua, la desventaja fundamental de las cenizas consiste simplemente en que mientras mayor es su porcentaje, menor es la cantidad de carbón realmente efectivo.

1.9.1.8. pH Del extracto acuoso

Los solubles en agua pueden tener carácter ácido o básico. Por ejemplo, en el caso de un carbón que se activa con ácido fosfórico, el producto que sale del proceso de fabricación tiene fosfatos que al disolverse en agua se convierten en ácidos y por lo tanto disminuyen el pH. En otro ejemplo, un carbón activado de concha de coco, aunque se activa con vapor de agua y sin la intervención de reactivos químicos, contiene sodio y



potasio en forma de óxidos, que provienen de la misma materia prima; al disolverse en agua, éstos forman hidróxidos que aumentan el pH de la misma.

Si el pH del extracto acuoso es igual al del agua que va a tratarse, no ocurre alteración en esta última. Cuando es diferente, solamente se modificará el pH de los primeros litros tratados; sin embargo en algunas aplicaciones es inaceptable esta variación. Para estos casos, algunos fabricantes ofrecen carbones con valores de pH similares al del líquido que va a tratarse. En su defecto, el usuario puede agregar un ácido o un álcali e inundar al carbón activado granular en agua hasta lograr el pH requerido, o bien, puede lavar el carbón hasta eliminar los solubles que modifican el pH; este último método puede llegar a requerir grandes volúmenes de agua.

1.9.2. Reactivación del carbón activado

El principal mecanismo por medio del cual se retienen contaminantes orgánicos en la superficie del carbón activado granular es el de la adsorción física y, como tal, es reversible. La teoría de adsorción señala que al cambiar las condiciones en las que se encuentra el carbón, se podrá lograr la desorción o desprendimiento de los adsorbatos retenidos, dejando libre la superficie del carbón activado.

La desorción, sin embargo, puede ser muy lenta y puede no llegarse a restablecer toda o casi toda la capacidad original del carbón. Por otra parte, la quimisorción implica una reacción química, por lo que las moléculas retenidas por este otro mecanismo se desprenderán con estructuras moleculares completamente distintas de aquella que tenía el adsorbato originalmente; finalmente, existen moléculas inorgánicas que no han sido adsorbidas pero que sí precipitan y se depositan en la superficie del carbón y cuya eliminación tampoco responderá a los métodos de desorción de moléculas adsorbidas físicamente.

Afortunadamente, la estructura gráfica del carbón activado hace que éste sólido sea muy estable bajo condiciones muy distintas. Resiste temperaturas elevadas, así como cambios bruscos de la misma, no se ve afectado por ácidos, álcalis ni por muy diversos solventes, aunque reacciona con oxidantes fuertes. Basados en estas propiedades, existen métodos llamados reactivación o de regeneración, con los que pueden eliminarse adsorbatos de diversa naturaleza y sustancias orgánicas e inorgánicas depositadas en la superficie del carbón.

Un carbón activado que se retira del proceso en el que se utilizó, se determina carbón agotado, independientemente de que se deseche o de que se vaya a reactivar. Mientras más duro es un carbón, menor porcentaje de este se pierde a lo largo del ciclo de reactivación, ya que resiste mejor los esfuerzos mecánicos a los que se somete, empezando por el manejo y transporte del mismo.



1.9.2.1. Tipos de reactivación

- Reactivación con vapor de agua

Consiste en hacer circular un vapor de agua a través de la cama de carbón, sin permitir que éste se condense. De esta manera se desorben moléculas orgánicas con una volatilidad menor o aproximadamente igual a la del agua, es decir, con temperatura de ebullición menor a 100°C, a nivel del mar y que habían sido retenidas por adsorción física.

Es un método muy utilizado para recuperar solventes de carbones que los adsorbieron de una corriente de aire, ya que las moléculas desprendidas mantienen su estructura original. Como sabemos el carbón es sometido a ciclos alternativos de adsorción-desorción. En el primero, se retiene solvente hasta que el carbón se satura; en el segundo, se desorbe el solvente y la mezcla de éste y el vapor de agua se separa por decantación o destilación.

Mientras mayor sea la presión del vapor utilizado, mayor será su temperatura y, por lo tanto, será capaz de desorber compuestos más pesados.

La máxima presión a la que se maneja el vapor de una manera práctica es de 8 kg/cm² (absoluta), a la que le corresponde una temperatura de cerca de 170°C.

- Reactivación con gases calientes

Es igual a la anterior, pero utiliza gases de combustión. En el caso de algunos estudios científicos a nivel laboratorio, en los que se requiere reactivar sin la interferencia de un gas oxidante, la desorción se lleva a cabo mediante un gas inerte que se calienta de manera indirecta. También puede lograrse un resultado más rápido o eficiente mediante vacío.

- Reactivación térmica

Es el método más utilizado, ya que elimina prácticamente todos los contaminantes orgánicos retenidos por adsorción física o química. También remueve algunos compuestos inorgánicos y destruye óxidos y grupos superficiales. Por lo tanto, reactiva carbones utilizados en decoloración o en la eliminación de cloraminas, permanganato de potasio, ozono y otros agentes oxidantes.

La reactivación térmica consiste en la eliminación de los adsorbatos de un carbón agotado mediante un horno igual al utilizado para la activación térmica de carbón activado, pero a una menor temperatura.

- Reactivación con ácido

Cuando las partículas de un carbón presentan un color entre blanco y gris claro, lo más probable es que se encuentran envenenadas o bloqueadas con carbonato o con hidróxido de calcio. En estos casos, la reactivación térmica no logra eliminar dichos compuestos; en cambio, un lavado de una solución ácida sí lo hace.



Se puede utilizar cualquier tipo de ácido fuerte, pero el clorhídrico es el más común. Se prepara la solución de alrededor de 5 por ciento en peso y el carbón se inunda en ésta.

El proceso de disolución de las sales de calcio es lento. El tiempo exacto varía dependiendo de qué tan impregnado se encuentra el carbón, pero puede estar entre 10 y 40 horas. Para lograr mayor rapidez, se calienta la solución a 60 - 70⁰ C y se mantiene el proceso en agitación. Con esto el tiempo puede reducirse. Una vez terminada la reactivación, el carbón debe haber recobrado su color negro.

- Reactivación mediante la modificación del pH en solución acuosa

Cuando la capacidad de retención de un adsorbato específico depende del valor del pH, puede aprovecharse esta condición para desorberlo, regenerando así al carbón. Por ejemplo, el fenol se adsorbe en cantidades relativamente altas a valores de pH bajos y ocurre todo lo contrario a valores de pH altos. Así, si el carbón activado granular saturado con este compuesto se lava con una solución al 4% de sosa, es posible disolver un buen porcentaje del mismo. Este método sólo se aplica en procesos muy específicos en los que el carbón ha adsorbido un solo compuesto, como el fenol.

- Reactivación biológica

La reactivación biológica del carbón activado sucede en el tratamiento de agua, las bacterias que se desarrollan en la superficie del carbón se alimentan de la materia biodegradable adsorbida. Este beneficio también puede lograrse en el carbón activado una vez que este método se ha retirado del proceso de adsorción. Para lograrlo, el carbón se coloca en una columna por la que se recircula una solución aireada y rica en nutrientes en un principio, a modo de cama expandida.

Este método ha encontrado aplicación en el ramo de tratamiento de aguas residuales, logrando 80% de regeneración en 96 horas; sin embargo, hasta el momento su uso no es frecuente.

- Reactivación térmica a vacío

Como su nombre lo indica, es una modalidad de la reactivación térmica en la que se hace vacío, como el objeto de lograr la desorción de ciertos contaminantes que, a presión atmosférica, sufrirían una pirolisis antes de desorberse. Con esto se busca recuperar el adsorbato y evitar su destrucción.

Este proceso se aplica en muy raras ocasiones a escala industrial, debido al costo que significa el vacío. Sin embargo, se utiliza con frecuencia en estudios a escala en el laboratorio.

1.10. MANEJO DEL CARBÓN ACTIVADO

El carbón activado es fácil de utilizar y manejar. Al almacenarse de manera adecuada, tiene una vida de estante indefinida. No es tóxico y es relativamente no inflamable. Si se moja o se daña al ser almacenado de manera inadecuada, generalmente puede secarse o



restaurarse fácilmente. Al quedar saturado con contaminantes, a menudo puede ser reactivado virtualmente a su capacidad original de adsorción, con tan sólo una pérdida mínima de volumen durante el reprocesamiento.

1.10.1. Manejo y almacenamiento

El carbón activado es estable y puede ser almacenado por varios años en su recipiente o paquete de envío si está protegido de los vapores y líquidos contaminantes. Las opciones típicas de empaquetado incluyen súper costales de gran tamaño (450-900 kg), súper costales pequeños (90-225 kg), bolsas pequeñas (10-25 kg), cajas tipo Gaylord (90-450 kg) y tambores de acero o fibra (22-90 kg). El carbón activado solamente se deteriora al trabajar; es decir, actuando como catalizador o adsorbiendo vapores, gases y sustancias disueltas. Debido a que es carbón relativamente puro, es resistente a la mayoría de ácidos, alcalinos, sustancias químicas, y sustancias corrosivas.

El calentamiento y enfriamiento repetido tiene muy poco efecto en su estructura física. En las plantas de recuperación de solventes, el carbón activado ha sido sujeto hasta a 10.000 ciclos de calentamiento y enfriamiento sin existir una desintegración apreciable de los gránulos o granitos.

Los mejores grados de carbón activado granular son duros y resistentes a la abrasión, pero deberán evitarse aquellos métodos de manejo que tienden a triturar el producto. En los sistemas de tratamiento de vapor, la alta velocidad o un flujo de aire no uniforme puede causar el movimiento de las partículas y un desgaste rápido o rompimiento de los gránulos, particularmente si la parte superior del lecho de carbón no se mantiene en su lugar usando una pantalla.

El flujo ascendente del fluido a velocidades altas durante la adsorción deberá ser evitado porque tiende a levantar los gránulos y causa acanalamiento. El método de tratar con el carbón activado deberá ser adecuado al carácter exacto del producto que está siendo utilizado. Por ejemplo, un polvo tiene diferentes consideraciones en lo que se refiere a su manejo, de las que tiene un material granular.

Generalmente, los carbones granulares impregnados tienen puntos de ignición un tanto más bajos que los de los carbones no impregnados. Existen algunas excepciones, pero uno tiene que ponerle especial atención a los puntos de ignición en conexión con los carbones que han sido impregnados o han recibido algún otro tipo de tratamiento especial. Las hojas de especificación del producto provistas por los fabricantes y las hojas de datos de seguridad del material proveen detalles importantes, tales como la temperatura de inflamación.

Para la purificación del aire en los lugares donde vive y trabaja la gente, el adsorbente deberá estar razonablemente seco. No es sensible a la humedad, pero si está goteando por estar demasiado mojado, su capacidad será reducida. Si ha quedado saturado, puede secarse en un horno 90-120°C. El carbón activado mojado tiende a corroer el acero suave, aluminio y algunos otros metales. Para aplicaciones en mojado, puede utilizarse



satisfactoriamente acero inoxidable, níquel monel, plástico, vidrio o materiales cerámicos como recipientes.

Para las aplicaciones en seco, el acero ordinario, aluminio, plástico o papel son materiales adecuados para el recipiente. Si un grado particular de carbón granular contiene demasiado polvo o gránulos finos para una aplicación dada, pueden ser removidos usando una manguera de aire, lavándolos con agua, o colándolos. Añadir de 10 a 30% de humedad puede reducir lo polvoriento de la mayoría de carbones en polvo.

1.10.2. Salud y seguridad

El carbón activado no es tóxico. Varios tipos de carbón activado cumplen con los requisitos del Código de la U.S. FDA (Food and Drug Administration) para aplicaciones alimenticias y varios tipos también están aprobados por la AWWA y NSF (National Science Foundation) para el tratamiento de agua potable. Además, algunos grados de carbón activado están certificados por la U.S. Pharmacopeia (USP) y son utilizados de forma interna para varios tipos de tratamientos medicinales.

La exposición al polvo es una preocupación con algunos tipos de carbones activados y deberán utilizarse procedimientos normales para el manejo del polvo, tales como protección para los ojos y máscaras para polvo para el personal encargado del manejo del carbón, al igual que filtros de polvo para los cuartos para mantener el nivel de polvo bajo control.

El carbón activado es combustible, pero no se enciende fácilmente. Sin la presencia de una fuerte corriente de aire, hasta el carbón activado caliente tiene problemas para llevar a cabo la combustión y, bajo ciertas circunstancias, se apagará por sí solo. Sin embargo, no deberá ser sujeto a fuertes corrientes de aire cuando se encuentra a temperaturas por encima de aproximadamente 200°C. Donde se adsorben altas concentraciones de vapores, el calor de la adsorción (la adsorción es una reacción exotérmica) podría ser suficiente para incrementar la temperatura del carbón de manera apreciable.

En tales casos, puede ser mejor trabajar con este carbón parcialmente mojado con agua, como se hace de manera típica en las plantas de recuperación de solventes, o para reducir la concentración de vapores añadiendo aire adicional.

1.10.3. Recipientes que contienen carbón activado

Deberá tenerse cuidado al entrar a los tanques u otros espacios encerrados que contienen grandes cantidades de carbón activado. Se recomienda que antes de ingresar a tales espacios, se examine la atmósfera para determinar el contenido de oxígeno, dióxido o monóxido de carbono, u otros contaminantes que podrían estar presentes en dicho espacio. Como un ejemplo de las precauciones a tomar es, si un recipiente que contiene carbón activado y que es lo suficientemente grande para que una persona pueda ingresar en él, el cual necesita ser reparado, inspeccionado, o hay que cambiarle el carbón, soplar aire en dicho recipiente debería ayudar a ventilar el aire dentro



dicho espacio y evitar algún problema por aspiración de alguno de los gases antes mencionados.

El carbón activado puede reaccionar lentamente con oxígeno bajo ciertas condiciones, aún a temperaturas ambiente y, aunque esta velocidad es lo suficientemente lenta y no se consume una cantidad importante de carbón, ni tampoco se consume una cantidad significativa de oxígeno, podría ser un factor importante en el contenido de oxígeno en un espacio que ha estado cerrado por un largo período de tiempo.

1.10.4. Transporte del carbón activado

Existen algunos reglamentos y restricciones de transporte con respecto al envío de carbón activado por tierra, aire y mar, y estas restricciones deberán ser cuidadosamente observadas. No existen peligros especiales con la mayoría de tipos de carbón activado, pero aparentemente, ha habido algunos casos en los que se piensa que el carbón fue la fuente de ignición, lo cual es la razón para que existan los reglamentos.

Los carbones activados impregnados especiales (utilizados en respiradores o para aplicaciones tales como el amoníaco, formaldehído o tratamiento radioactivo con yodo) tienen sustancias químicas añadidas y requieren un manejo especial, y deben mantenerse alejados de los agentes oxidantes, y deberán obedecerse las precauciones incluidas la hoja de seguridad. En general, el carbón activado químicamente (tal como el ácido fosfórico) necesita un mayor nivel de atención y además deberá ser almacenado separadamente de los agentes oxidantes. No existe ningún historial de problemas causados por el carbón activado bien preparado con vapor, ni en el envío ni en el almacenamiento.



CAPITULO 2

2. ESTUDIO DE MERCADO

2.1. INTRODUCCION

En el presente capítulo se analiza la demanda del carbón activado a nivel nacional e internacional, la oferta de materia prima, y la competencia. El objetivo es determinar las ventas esperadas, el tamaño de la planta productiva y precios nacionales e internacionales.

2.2. ASPECTOS DE LA INDUSTRIA

En esta parte se pretende identificar la ubicación del carbón activo en la industria química, analizar las perspectivas macroeconómicas de la misma y determinar el comportamiento del segmento a nivel internacional.

2.2.1. Descripción de la industria

La fabricación del carbón activo mediante procesos físicos implica reacciones químicas por lo cual su producción se ubica en el sector de la industria química. Dicho sector se caracteriza por dar inicio a las operaciones para la transformación de materias primas básicas. Estas operaciones concluyen con la fabricación de productos que generalmente son utilizados como materias primas para otras industrias, e incluso para consumo final.

2.2.2. Panorama general de la industria química

La industria química juega un papel fundamental en las economías modernas. Es una industria clave pues está presente en todas las áreas de la vida, tales como alimentación, vestido, vivienda, comunicaciones, transporte, etc. Además, juega un papel decisivo en el desarrollo de otros sectores de la industria como el energético, informático, ambiental etc. Por su carácter multiplicativo, sus inversiones son ancla que promueven industrias derivadas, por esto, los países que cuentan con una Industria Química bien estructurada, generalmente cuentan con sectores encadenados en constante expansión y crecimiento.

La producción mundial de esta industria es de aproximadamente 1.2 trillones de dólares, cifra que la coloca como una de las principales industrias.



A nivel internacional la industria se clasifica en los principales segmentos:



Figura 2.1 distribución del carbón activado en la industria química. Fuente: Aniq, A.C.

El objeto de nuestro estudio, el carbón activado, se localiza en el segmento de Especialidades Químicas. El criterio de agrupación se basa en que no compartan las características de ningún otro sector y de que sus productos tengan un amplio rango de aplicación industrial, entre otros ejemplos se encuentran los saborizantes, las hormonas y esteroides, los fijadores para perfumes, el teflón, etc.

2.3. CONSUMIDORES DE CARBON ACTIVADO

El carbón activado posee diversas aplicaciones, lo cual permite tener una amplia gama de potenciales clientes. Además el interés de las industrias por reducir sus índices de contaminación ha incentivado a buscar alternativas dentro de las cuales se encuentra la aplicación de métodos que utilizan carbón activado. De acuerdo a publicaciones y bibliografía, el carbón activado fabricado a partir de madera de pino y carozos de durazno puede ser utilizado en la purificación de líquidos y en la minería, no descartando otras aplicaciones ya mencionadas, teniendo características similares al carbón activado fabricado a partir de cáscaras de coco y nuez. En Latinoamérica existe una gran cantidad de mineras, de oro y plata, quienes representan potenciales clientes.

El mercado objetivo del proyecto apunta principalmente a Latinoamérica, dado que por el bajo costo de las materias primas se podrían ofrecer precios competitivos y menores costos de transporte.

Además, países con una importante participación en la minería como Perú, Chile y Brasil representan potenciales clientes, dado que, como este tipo de carbón activado puede ser aplicado en algunos métodos utilizados en el proceso de extracción de oro en yacimiento de baja ley. Perú es el principal productor de oro en Latinoamérica y el octavo más importante a nivel mundial. Además, el hecho que Chile y Perú sean países vecinos representa una oportunidad de crear una ventaja con respecto a otros países basada en menores costos de transportes.



A continuación se muestran los datos obtenidos de las importaciones de países de Latinoamérica, utilizando como fuente el Centro Internacional de Comercio.

Tabla 2.2 : Importaciones de latinoamerica durante el año 2010

| <i>Pais</i> | <i>Valor Importado (miles de US\$)</i> | <i>Cantidad (Toneladas)</i> | <i>Precio unitario (US\$/ton)</i> |
|--------------|--|---------------------------------|---------------------------------------|
| México | 11.933 | 4.973 | 2.400 |
| Brasil | 6.731 | 3.178 | 2.118 |
| Argentina | 4.593 | 2.531 | 1.815 |
| Venezuela | 3.289 | 2.215 | 1.485 |
| Chile | 1.902 | 1.403 | 1.356 |
| Perú | 1.629 | 1.046 | 1.557 |
| Colombia | 1.201 | 935 | 1.284 |
| Ecuador | 615 | 393 | 1.565 |
| Costa Rica | 540 | 558 | 968 |
| Panamá | 251 | 210 | 1.195 |
| Uruguay | 193 | 152 | 1.270 |
| Bolivia | 186 | 114 | 1.632 |
| Paraguay | 106 | 76 | 1.395 |
| Total | 33.169 | 17.784 | 1.541 |

Fuente: ITC, Centro Internacional de Comercio

Tabla 2.1 : Importaciones latinoamericanas durante el año 2011

| <i>Pais</i> | <i>Valor importado (miles de US\$)</i> | <i>Cantidad (toneladas)</i> | <i>Precio promedio (US\$/ton)</i> |
|--------------|--|---------------------------------|---|
| Mexico | 12.278 | 5.142 | 2.388 |
| Brasil | 7.891 | 4.432 | 1.780 |
| Argentina | 6.069 | 3.457 | 1.756 |
| Venezuela | 3.872 | 2.470 | 1.568 |
| Chile | 2.162 | 1.272 | 1.700 |
| Peru | 1.838 | 1.153 | 1.594 |
| Colombia | 1.178 | 899 | 1.310 |
| Ecuador | 841 | 509 | 1.652 |
| Costa Rica | 531 | 347 | 1.530 |
| Bolivia | 450 | 286 | 1.573 |
| Uruguay | 236 | 205 | 1.151 |
| Panamá | 162 | 68 | 2.382 |
| Paraguay | 95 | 57 | 1.667 |
| TOTAL | 37.603 | 20.297 | 1.853 |

Fuente: ITC, Centro Internacional de Comercio

Se observa que entre el año 2010 y 2011 hubo un crecimiento de 14,13% en las importaciones de carbón activado. Se muestran los detalles para los principales países latinoamericanos importadores de carbón activado: México, Perú, Chile, Brasil y Argentina, donde se detalla la procedencia del carbón activado importado por cada uno de los países señalados. De esta



forma es posible tener una idea de qué tipo de carbón activado consume cada uno de ellos y a qué precios adquieren este producto.

Centrándose en los principales países de la región esto es, México, Argentina, Brasil, Perú, Venezuela y Chile se puede observar que las importaciones de estos 6 países alcanzaron las 17.900 toneladas, representando cerca de un 88% del total de importaciones de la región para el año 2011. Para el año 2010 estos 6 países importaron un total de 15.340 toneladas, representando cerca de un 86% del total de importaciones de Latinoamérica.

2.4. MERCADO EN ARGENTINA

En Argentina algunas de las aplicaciones son:

En fase líquida:

- ✓ Tratamiento de agua residual
- ✓ Bebidas embotelladas
- ✓ Elaboración de Cerveza
- ✓ Semiconductores
- ✓ Recuperación del Oro
- ✓ Petroquímica
- ✓ Tratamiento de agua potable
- ✓ Piscinas

En fase gaseosa:

- ✓ Recuperación de solventes orgánicos
- ✓ Purificación de bióxido de carbono
- ✓ Elaboración de Respiradores Industriales
- ✓ Disposición de desechos
- ✓ Fabricación de Cigarrillos
- ✓ Fabricación de Aires Acondicionados
- ✓ Elaboración de fibras compuestas

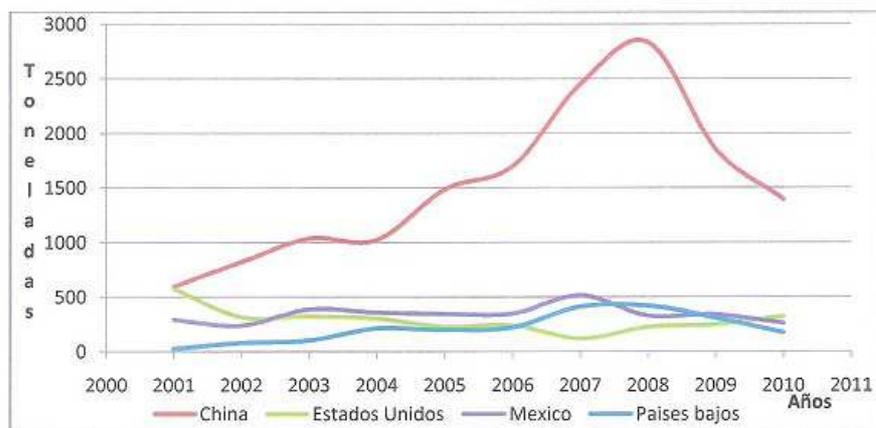


✓ Fabricación de desodorizantes de refrigeradores

Como se mencionado en el Capítulo 1 el carbón activado más utilizado es el de madera de pino, cascara de coco y carozo de durazno que son los preferidos de las empresas.

El principal país importador de carbón activado es China, así mismo se observa a la Argentina, donde se muestran los países que son proveedores y sus distintos niveles de importación.

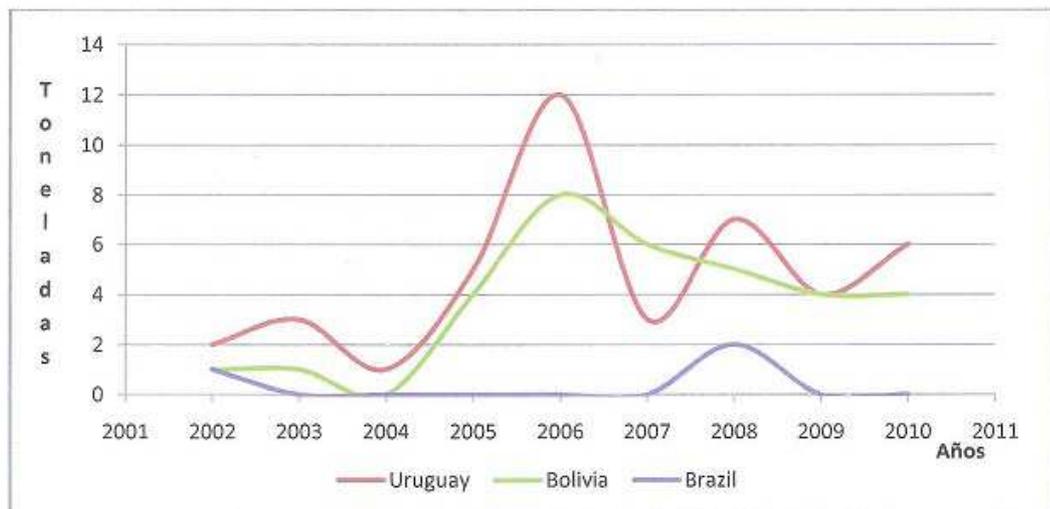
Se puede observar en la figura 2.2 un quiebre que se debe a la crisis económica del país en el 2008 y la instalación de una planta en Córdoba que hizo disminuir la cantidad importada.



Fuente: Centro Internacional de Comercio. Trade Map

Figura 2.2 cantidad importada

En la siguiente figura 2.3 se puede observar la cantidad que Argentina exporta carbón activado, en escaso volumen. Los principales compradores son Uruguay, Perú y Bolivia.



Fuente: Centro Internacional de Comercio. Trade Map

Figura 2.3 cantidad que argentina exporta

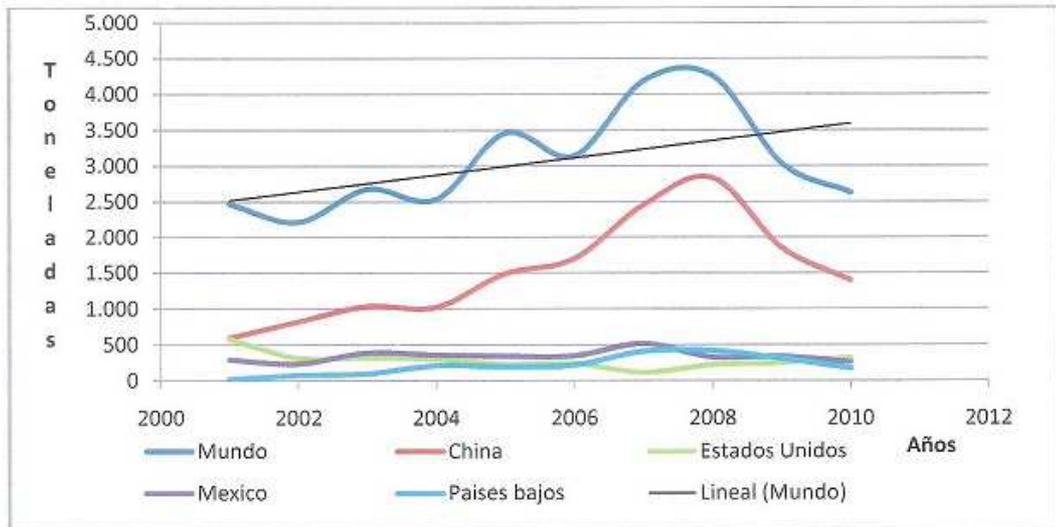


En la tabla 2.3 se muestran las cantidades importadas y exportadas, los precios en pesos argentinos del total, como así también por tonelada y por país.

| Exportadores | 2010 | Valor importada en 2010, miles de Argentine Peso | Cantidad importada en 2010, Toneladas |
|---------------------------|--|--|---------------------------------------|
| | Valor unitario, Argentine Peso/Toneladas | | |
| Mundo | 9.767 | 25.627,82 | 2.624 |
| China | 6.021 | 8.369,7 | 1.390 |
| Estados Unidos de América | 17.059 | 5.475,8 | 321 |
| Países Bajos (Holanda) | 31.609 | 5.436,8 | 172 |
| México | 7.090 | 1.829,17 | 258 |
| Filipinas | 7.753 | 1.271,45 | 164 |
| Brasil | 9.057 | 1.095,94 | 121 |
| Reino Unido | 6.978 | 1.025,74 | 147 |
| Francia | 12.941 | 284,71 | 22 |
| Finlandia | 39.001 | 78 | 2 |
| India | 7.800 | 70,2 | 9 |
| Italia | 8.580 | 42,9 | 5 |
| Japón | 19.501 | 39 | 2 |

Fuente: Centro Internacional de Comercio. Trade Map

En la figura 2.4 se puede observar que China, Estados Unidos y Países Bajos son los que realizan las mayores operaciones que demandan más dinero. Esto se debe a que China tiene un bajo precio, gran volumen y menos calidad pero por otro lado los Países Bajos y Estados Unidos no tienen gran volumen pero por ser un carbón activado especial, debido a la materia prima o por procesos complementarios tienen un elevado costo.



Fuente: Centro Internacional de Comercio. Trade Map

| Importadores | 2010 | Valor exportada en 2010, miles de Argentina Peso | Cantidad exportada en 2010, Toneladas |
|--------------|--|--|---------------------------------------|
| | Valor unitario, Argentina Peso/Toneladas | | |
| Mundo | 15.371 | 261,31 | 17 |
| Bolivia | 27.301 | 109,2 | 4 |
| Uruguay | 13.650 | 81,9 | 6 |
| Perú | 9.750 | 58,5 | 6 |
| Paraguay | 7.800 | 7,8 | 1 |

Fuente: Centro Internacional de Comercio. Trade Map

Tabla 2.4 Importadores latinoamericanos.

2.4.1. Precio del carbón activado y su evolución en los últimos años

Realizando una recopilación de datos del precio de este producto importado por Argentina, se elaboró la siguiente tabla, donde se muestra su precio en dólares por tonelada por año, y para el 2010, la cantidad total importada en toneladas por año.

| Descripción del producto | Unidad | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | Valor imp. en 2010 en U\$S | Cntidad imp. en Kg en 2010 |
|--------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------------|----------------------------|
| Carbon vegetal activado | U\$S/Tn | 1.824 | 1.687 | 1.815 | 1.756 | 1.701 | 1.888 | 2.175 | 2.401 | 2.504 | 6.571 | 2.624 |

Elaboración propia. Fuente Centro Internacional de Comercio

Tabla 2.5 Precio del carbón activado



2.5. MERCADO E INDUSTRIA INTERNACIONAL

En Argentina el mercado del carbón activado está poco desarrollado, dado los niveles de importaciones y exportaciones mostrados, a lo que se agrega el poco conocimiento acerca de los usos y beneficios de este producto y sus procesos en nuestro país. Es por esto que existe la oportunidad de dar a conocer este producto y buscar mercados dentro de Latinoamérica, especialmente países donde la minería representa una actividad importante. El bajo costo de la materia prima permitiría comercializar este producto a precios competitivos, lo que representaría una oportunidad para entrar a diversos mercados.

A nivel latinoamericano existen algunas plantas productoras de carbón activado, siendo México el mayor productor de la región donde las principales empresas son Clarimex (con plantas en México y Brasil), Carbonapelsa, y Carbotecnia. Por otra parte desde 1997 Ecuador posee una planta perteneciente a la compañía Ekokarbones, cuya capacidad es de 800 toneladas anuales, la cual actualmente produce principalmente carbones activados granulares utilizando como materia prima la cáscara de coco¹⁵. En Chile, desde 1993 Petrochil posee la única planta existente en el país, cuya capacidad es de 500 toneladas anuales.

2.5.1. Principales Productores y Exportadores de Carbón Activado

El mercado mundial del carbón activado alcanza los 500 millones de dólares, y los principales productores se encuentran en Europa, Norteamérica y Asia, utilizando diferentes tecnologías, materias primas y procesos para su fabricación, razón que podría explicar las diferencias en precios que se observan. La información ha sido obtenida de la base de datos del Centro Internacional de Comercio, ubicado en Suiza.

El único país latinoamericano dentro de los grandes productores y exportadores de carbón activado es México cuyos niveles de exportaciones para el año 2011 alcanzaron los 2 millones de dólares, lo que representa una cantidad cercana a las 2.500 toneladas. China es el principal exportador mundial de carbón activado, alcanzando el 2011 la cantidad de 218 mil toneladas, lo que representa casi el 50% del total mundial, hecho que podría explicarse dado el bajo costo de este producto proveniente de China.



Los principales exportadores de carbón activado en el mundo se muestran en la siguiente Tabla 2.6:

| Exportadores | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 |
|----------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | Tn/Año | Tn/Año | Tn/Año | Tn/Año | Tn/Año |
| Mundo | 575.580 | 696.427 | 693.102 | 672.609 | 650.157 |
| China | 242.391 | 262.790 | 250.332 | 195.616 | 220.833 |
| Estados Unidos | 56.415 | 57.554 | 67.043 | 54.437 | 61.930 |
| Bélgica | 0 | 45.225 | 50.098 | 43.419 | 46.532 |
| Países Bajos | 36.823 | 38.905 | 41.191 | 51.564 | 46.532 |
| Filipinas | 34.584 | 36.581 | 23.126 | 24.589 | 32.264 |
| Sri Lanka | 17.397 | 22.392 | 25.933 | 28.100 | 31.589 |
| Alemania | 15.783 | 18.425 | 19.430 | 21.860 | 28.042 |
| Indonesia | 20.205 | 24.934 | 27.006 | 22.741 | 24.791 |
| India | 13.650 | 16.641 | 24.715 | 30.251 | 20.239 |
| Malasia | 20.528 | 17.040 | 15.069 | 17.727 | 19.732 |
| Reino Unido | 15.929 | 15.914 | 14.912 | 10.498 | 16.425 |
| Australia | 4.872 | 5.780 | 7.829 | 11.568 | 15.972 |
| Francia | 15.711 | 17.891 | 18.062 | 14.224 | 15.751 |
| Singapur | 1.014 | 2.263 | 2.551 | 4.426 | 11.268 |
| Japón | 9.337 | 9.554 | 9.779 | 7.095 | 8.187 |
| Tailandia | 8.813 | 9.309 | 10.468 | 7.024 | 7.616 |
| México | 2.542 | 2.957 | 3.087 | 3.536 | 6.749 |
| Italia | 6.978 | 7.544 | 7.589 | 7.112 | 6.041 |
| Vite Noam | 1.379 | 1.134 | 1.902 | 3.327 | 3.548 |
| Canadá | 647 | 790 | 2.616 | 293 | 3.294 |
| Hong Kong | 2.665 | 2.810 | 2.580 | 1.913 | 2.7575 |
| Austria | 2.593 | 2.817 | 2.488 | 2.985 | 2.519 |

Fuente: Centro Internacional de comercio. Trade map

2.5.2. Importadores de Carbón Activado

El mercado objetivo del proyecto apunta principalmente a la Argentina, sin dejar afuera posibles exportaciones a Latinoamérica. Además, países con una importante participación en la minería, como Perú, Chile y Brasil representan potenciales clientes.

Perú es el principal productor de oro en Latinoamérica y el octavo en el mundo. Además, el hecho que Chile y Perú sean países vecinos representa una oportunidad de bajo costo de transporte.



En la siguiente tabla 2.7 se muestran los datos obtenidos de las importaciones de países de Latinoamérica, utilizando como fuente el Centro Internacional de Comercio.

| Importaciones | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 |
|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | Tn/Año | Tn/Año | Tn/Año | Tn/Año | Tn/Año |
| México | 5.050 | 5.902 | 8.584 | 6.293 | 8.794 |
| Brasil | 3.663 | 6.992 | 8.141 | 5.017 | 6.356 |
| Argentina | 3.139 | 4.183 | 4.253 | 3.034 | 2.624 |
| Perú | 1.031 | 1.402 | 2.112 | 2.847 | 2.132 |
| Chile | 1.333 | 1.345 | 1.341 | 1.390 | 1.300 |
| Colombia | 696 | 1.143 | 1.185 | 816 | 988 |
| Guatémala | 801 | 1.080 | 1.522 | 1.033 | 946 |
| Venezuela | 1.436 | ----- | 1.038 | 1.206 | 934 |
| Costa Rica | 654 | 615 | 595 | 333 | 891 |
| Ecuador | 486 | 626 | 596 | 647 | 864 |
| República Dominicana | 2.131 | 1.515 | 866 | 677 | 804 |
| Panamá | 113 | 285 | 96 | 185 | 410 |
| El Salvador | 450 | 249 | 247 | 275 | 395 |
| Honduras | 1.801 | 3.588 | 88.018 | 1.413 | 389 |
| Nicaragua | 106 | 122 | 91 | 128 | 237 |
| Uruguay | 414 | 121 | 285 | 358 | 236 |
| Bolivia | 129 | 259 | 240 | 140 | 230 |
| Paraguay | 101 | 142 | 149 | 132 | 226 |
| Cuba | 167 | 159 | 97 | 175 | 188 |
| Trinidad y Tobago | 58 | 140 | 332 | 75 | 43 |

Fuente: Centro Internacional de comercio. Trade map

2.6. DEMANDA DEL MERCADO

La demanda en Argentina se puede estimar de la siguiente manera: Importaciones + Producción menos - Exportaciones realizadas durante cada período.

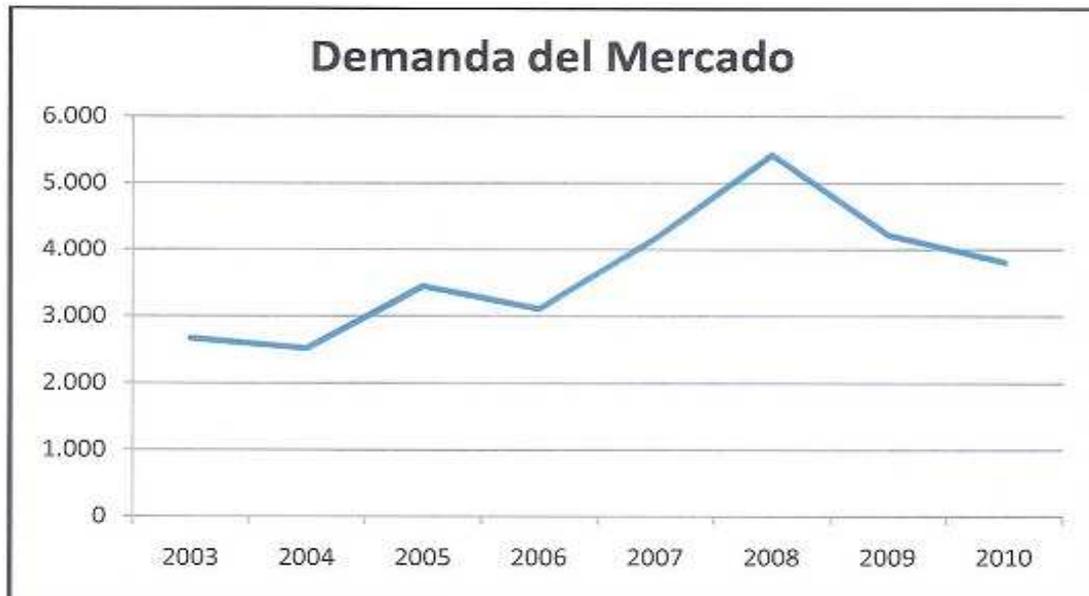
Se tienen los siguientes datos disponibles:

| Año | Producción Tn/año | Importaciones Tn/ año | Exportaciones Tn/ año | Total Tn/ año |
|------|----------------------|--------------------------|--------------------------|------------------|
| 2005 | 0 | 3.457 | 12 | 3.445 |
| 2006 | 0 | 3.130 | 21 | 3.190 |
| 2007 | 0 | 4.183 | 11 | 4.172 |
| 2008 | 1200 | 4.253 | 31 | 5.422 |
| 2009 | 1200 | 3.034 | 14 | 4.220 |
| 2010 | 1200 | 2.624 | 17 | 3.807 |
| 2011 | 1200 | 2.532 | 16 | 2.516 |

Elaboración propia. Tabla 2.8 Demanda del mercado argentino



Se tomará como supuesto, en base a la información entregada por Cotagro, que la producción anual es de 1200 toneladas, es decir, la capacidad de sus instalaciones.



Elaboración propia. Fuente Centro Internacional de Comercio y Cotagro S.A.

Figura 2.5 Demanda del mercado

2.7. MERCADO COMPETIDOR

Existen diversas empresas que importan y comercializan carbones activados. Estas empresas importan de diferentes tipos y calidades, ya que la producción en Argentina no alcanza para cubrir la demanda interna y, en menor proporción, existen carbones que no son factibles de producir en el país debido que no existe la disponibilidad de materia prima.

Algunas empresas nacionales productoras de carbón activado:

- Acquatecnica
- Blanco y Salgado S.A
- Control Analítico S.R.L
- Cosmaca S.R.L
- ElectroCastelao
- Faisan S.A
- Gaisa
- Maxide S.A



- Orbital
- Osmótika
- Qmi Argentina
- Reisa
- Tecsá
- Entre otras....

Estas empresas son competidoras en el sentido de que proveen de carbón activado importado de diferentes destinos, especialmente con aplicación en el tratamiento de agua.

Algunas empresas internacionales competidoras:

- Norit
- Industrias Químicas de Takeda, LTD
- Waterlink Sutcliffe Carbons
- Calgon Carbon Corporation
- Futamura Chemical Industries Co.,Ltd.
- Entre otras.....

Algunas empresas latinoamericanas:

- Clarimex
- Brascarbo
- Carbotecnia
- Ekokarbones
- Petrochil

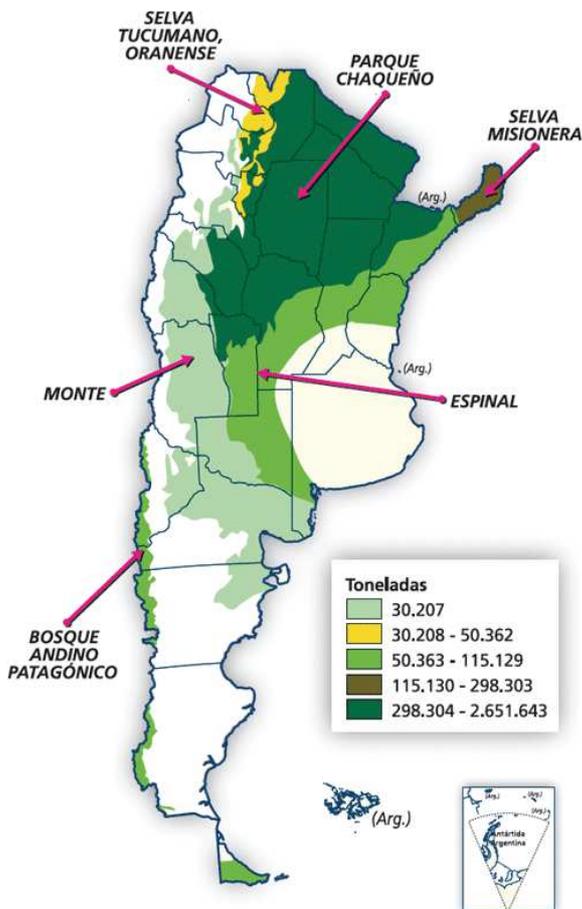
2.8. MERCADO PROVEEDOR

Se propone como materia prima para la fabricación de carbón activado la madera de pino, dada sus características, tiene un potencial que permitiría la fabricación de un producto de buena calidad y aplicable en la minería y en el tratamiento de aguas residuales y líquidos. La



incorporación de tecnología para el cultivo de bosques, que llevó a que hoy la región noreste sea proveedor del 70% de la madera que consume la Argentina, constituyendo una importante fuente de ingresos al país por exportaciones a los Estados Unidos, Europa y Asia.

La extracción de productos maderables originarios de la cobertura boscosa nativa de la región conformó, desde sus inicios, el principal aporte de materia prima, siendo reemplazada en las últimas décadas del siglo pasado por madera proveniente de bosques de reforestación.



Fuente: Parques Nacionales
Figura 2.6 Ubicación geográfica de los bosques argentinos

En la Argentina, la industria de la madera es el primer destino en importancia de la producción del bosque nativo e implantado, y consiste en la transformación física o mecánica de la madera. En esta cadena, los principales subsectores son los aserrados, tableros de fibra, de partículas, compensados y alistonados, envases, pallets, postes y rodrigones, pisos, revestimientos, aberturas, carpinterías y muebles, y otras manufacturas.

Actualmente, la industria de la madera nacional está conformada casi en su totalidad por PyMEs, a excepción de unos pocos aserraderos grandes orientados a la primera transformación (madera aserrada) y segunda transformación (remanufacturas).

La mayor parte de las extracciones de rollizos provienen de las provincias mesopotámicas (en especial pino y en segundo lugar eucalipto), mientras que la industria de la madera se encuentra localizada en todas las regiones del país. La primera transformación se asienta preponderantemente en las cercanías de los recursos forestales, debido a economías de



localización asociadas a los costos de transporte. Es así que las tres provincias mesopotámicas representan el 25% de las empresas (Figura 2.7), en orden de importancia Misiones, Corrientes y Entre Ríos. Éstas cuentan principalmente con aserraderos, carpinterías de menor porte y, en menor escala, producción de muebles.

En la Patagonia, el NOA y en las provincias del Chaco y Formosa, existe una importante cantidad de aserraderos, especialmente de maderas nativas, y pequeñas producciones de muebles y otros productos de carpintería. Los envases y pallets se producen, en especial, en las provincias productoras de frutas como Río Negro, Entre Ríos o Mendoza. Los postes utilizados para transporte de redes de alta tensión y rodrigones para la conducción de viñedos tienen mayor preponderancia en Entre Ríos, Santa Fe y Mendoza.

Por otro lado, cerca de los principales centros de consumo como Buenos Aires, Santa Fe, Córdoba o Mendoza, se instalan en su mayoría los eslabones más avanzados en la cadena de valor, en especial los de consumo final como muebles. Sin embargo, también se destaca la fabricación de pisos, aserrados, carpintería de obra y otras manufacturas. En estas tres primeras provincias se localiza casi el 60% de las empresas de la industria maderera (Figura 2.7), fundamentalmente por el peso de las carpinterías y muebles, siendo además las que cuentan con mayor población, ingresos per cápita y disponibilidad de mano de obra calificada.

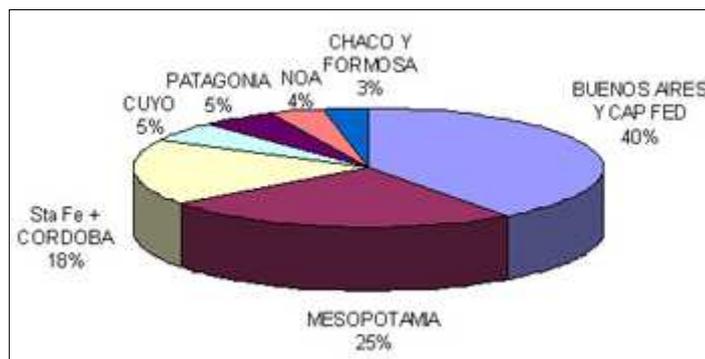


Figura 2.7. Cantidad de empresas por región

2.8.1. Materia prima requerida por producto

Aproximadamente 3 toneladas de madera se usan para producir carbón primario. A su vez, en promedio de 3 a 3.3 toneladas de carbón primario se usan para producir 1 Tn de carbón activado. Por lo que se estima un consumo de 10 toneladas de materia prima (madera) por tonelada de carbón activado.

2.8.2. Especificaciones de calidad de materia prima

Para producción de carbón activado aglomerado, aserrín, material en polvo o desmenuzado, trozos pequeños, residuos de la clasificación del material para a producción de carbón de granulometría natural. Con un grado adecuado de carbonización 500°C, libre de piedras, corteza, hojas u otras impurezas que se pudieran incorporar en el proceso de manipulación.



2.9. PRESENTACION DEL PRODUCTO

Una vez procesada la materia prima obtenemos como producto final Carbón Activado que será destinado al Tratamiento de Efluentes Líquidos Industriales.

El carbón activo es una de las más eficaces tecnologías para la eliminación de una amplia gama de contaminantes de aguas residuales industriales y municipales, lixiviados de vertederos y contaminación de suelos.

Diferentes contaminantes pueden estar presentes en el mismo efluente, siendo el carbón utilizado para el tratamiento de todo el caudal, o preferiblemente, utilizado para eliminar contaminantes específicos como parte de un tratamiento multifase.

Los contaminantes típicos del agua, que de forma general, se tratan con carbón activo son:

- Compuestos orgánicos no biodegradables
- Halógenos orgánicos adsorbibles (AOX)
- Compuestos tóxicos
- Color
- Compuestos inhibidores en sistemas de tratamiento biológico
- Compuestos aromáticos
- Compuestos orgánicos clorados/halogenados
- Pesticidas
- PFOS (sulfonatos de perfluorooctano)
- PFOA (ácido perfluorooctanoico)
- BPA (bisfenol A)



2.9.1. Unidad de Venta

El carbón activado producido será presentado para la venta en bolsas de 25kg.



Figura 2.8 Empaque



CAPITULO 3

3. INGENIERIA BASICA

3.1. TECNOLOGIA

Nuestro análisis tecnológico del proyecto requiere que se identifique y se defina la tecnología que se va a utilizar. En nuestro caso tenemos dos alternativas que son la Activación Física y Activación Química.

La obtención del carbón activado está basada en dos etapas:

- La carbonización de la materia prima.
- La activación del producto carbonizado.

Todos los materiales carbonosos pueden ser transformados en carbón activado, de esta forma la variación de las propiedades del producto final sea dependiente de la naturaleza de la materia prima, del agente activante y de las condiciones del proceso de activación.

3.1.1. Activación Física

- Introducción

El proceso se inicia con la etapa de carbonización, de modo que se logre la deshidratación y la desvolatilización de forma controlada, obteniéndose un carbonizado con elevado porcentaje de carbono fijo y una estructura porosa inicial. Durante la carbonización los elementos no carbonosos, como el hidrógeno y oxígeno, presentes en la materia prima, son eliminados en parte por la pirólisis del material y los átomos de carbono se organizan en estructuras microcristalinas conocidas como "cristalitas gráficas elementales". Entre estos microcristales hay espacios libres, debido a que su ordenamiento es irregular.

Estos espacios o intersticios son bloqueados por carbono amorfo, alquitranes y otros residuos de la descomposición pirolítica del material celulósico. Como resultado de ello los carbones producto de la carbonización sólo presentan una pequeña capacidad de absorción aumentándose esta capacidad a través del proceso de activación.

La activación se realiza en una segunda etapa a temperaturas entre 800 y 1100°C en presencia de un oxidante como agente activante que puede ser CO₂ y vapor de agua. La oxidación del carbón amorfo y la gasificación no uniforme de los microcristales conduce, en la primera fase de activación, a la formación de nuevos poros, o sea, al desarrollo de una estructura microporosa. Se puede ver que hay una gran relación entre la capacidad de absorción, como función del desarrollo de la estructura porosa, y la gasificación del material carbonoso. Por



tanto el término "pérdida por combustión" se usa como una medida del grado de activación e indica el porcentaje en peso de decrecimiento del material durante la activación.

- Proceso

El proceso físico de activación consiste en carbonizar la materia prima llegando al rojo vivo para expulsar los hidrocarburos, pero sin el suficiente aire para llegar a la combustión, obteniéndose así un carbón primario. Luego se expone éste a un agente oxidante, normalmente el vapor de agua, la reacción es endotérmica por lo que es necesario generar una temperatura constante 800 –1000 °C.

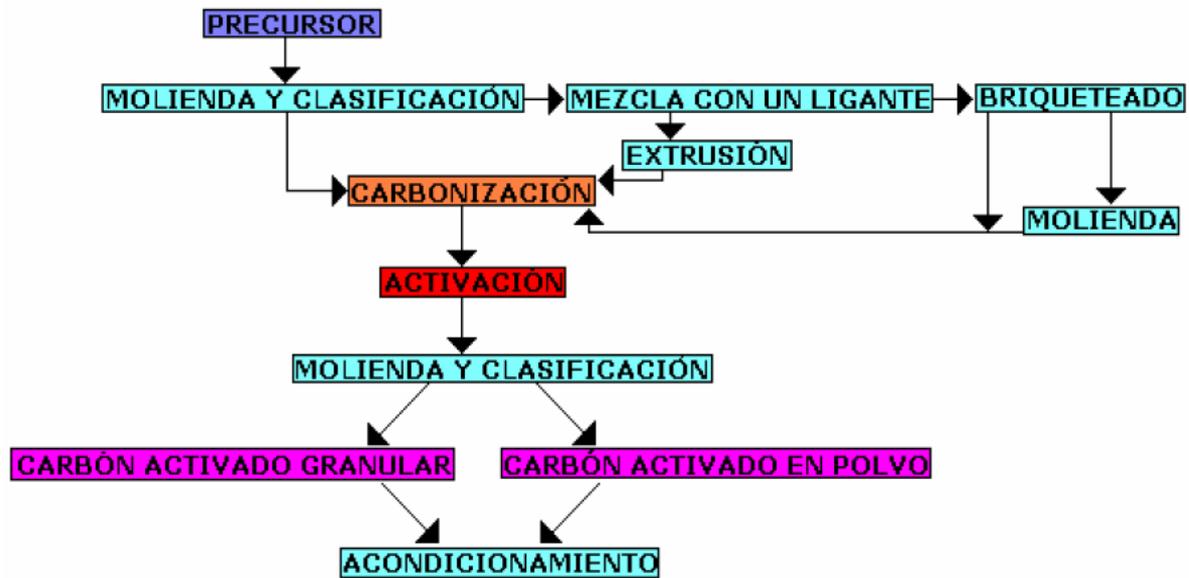
El proceso físico también se conoce como activación térmica a pesar de que la activación se produce debido a una reacción química del agente activante, un oxidante como el aire, vapor de agua, CO₂, etc.

A veces son necesarios ciertos pretratamientos como la molienda y el tamizado para obtener un tamaño adecuado del precursor. Si el precursor es un carbón coquizable será necesario entonces una etapa de oxidación para eliminar las propiedades coquizables. En otras ocasiones el material de partida es molido hasta formar un fino polvo, después compactado con algún aglomerante en forma de briquetas y luego vuelto a moler hasta obtener el tamaño deseado. De esta forma se consigue una mejor difusión del agente activante y por tanto una mejor porosidad en el carbón activado resultante.

Otra etapa previa a la activación propiamente dicha es la carbonización en la cual el precursor es sometido a elevadas temperaturas del orden de lo 800°C en ausencia de aire, para eliminar las sustancias volátiles y dejar un residuo carbonoso que será el que se cometa a la activación. Durante la desvolatilización, la salida de los gases y vapores del precursor produce una porosidad "incipiente" en el carbonizado, la cual se desarrolla aún más durante la etapa de activación.

La activación propiamente dicha puede ser un proceso totalmente independiente de la carbonización o llevarse a cabo a continuación de ésta. Consiste en hacer reaccionar a la gente activante progresivamente al carbonizado, generando poros y aumentando la porosidad hasta transformarlo en un carbón activado.

Los agentes activantes que se suelen usar son: Oxígeno, raramente a escala industrial, aire, vapor de agua el más usado y CO₂. Estos agentes dan lugar a las siguientes reacciones químicas donde se eliminan átomos de carbono produciendo así la porosidad.



Fuente: Instituto Nacional del Carbón, España.
Figura 3.1 Diagrama de activación física

3.1.2. Activación Química

- Introducción

Este proceso se desarrolla en una sola etapa, calentando en atmósfera inerte una mezcla del agente activante con el material de partida. Las sustancias más usadas son: ácido fosfórico (H_3PO_4), Cloruro de cinc ($ZnCl_2$), ácido sulfúrico (H_2SO_4), aunque también se han usado sulfuros y tiocianatos de potasio, cloruros de calcio y magnesio, hidróxidos de metales alcalinos, entre otras sustancias, siempre en dependencia de la materia prima original a utilizar y el mayor o menor volumen de poros de un tipo o de otro que se quiera obtener.

Entre las materias primas de origen vegetal se utiliza fundamentalmente aserrín de madera y como agente activante el ácido fosfórico (H_3PO_4). Considerando que el aserrín es un desecho y el activante se puede recuperar, hace al proceso comercialmente viable, aunque también se utilizan otras materias primas como los carbones minerales. El proceso involucra el mezclado de la materia prima original con el agente activante (deshidratante), formando una pasta que luego es secada y carbonizada en un horno, a una temperatura entre 200 y 650 °C, ocurriendo una deshidratación con el resultado final de la creación de una estructura porosa y una ampliación del área superficial. Los parámetros fundamentales que controlan el proceso de activación química y el producto a obtener son: la relación de impregnación, la temperatura de activación y el tiempo de residencia. La dependencia de la estructura del carbón con estas variables puede ser seguida por los cambios en las formas de las isotermas de adsorción.

- Proceso

La activación química se basa en la deshidratación mediante sustancias químicas y a una temperatura media 400 – 600°C. Ésta depende de la sustancia química a utilizar para activar el carbón.



En este tipo de activación el precursor se hace reaccionar con un agente químico activante. En este caso la activación suele tener lugar en una única etapa a temperaturas que pueden variar entre 450 y 900°C. No obstante, es necesaria una etapa posterior de lavado del carbón activado para eliminar los restos del agente activante. Existen numerosos compuestos que pueden usarse como agentes activantes, sin embargo los más usados industrialmente son el cloruro de zinc ($ZnCl_2$), el ácido fosfórico (H_3PO_4) y el hidróxido de potasio (KOH).



Figura 3.2 Diagrama de activación química

- **La activación química con $ZnCl_2$:** fue el método más usado hasta 1970, especialmente para la activación de residuos de madera. Su uso, sin embargo, se ha restringido mucho en la actualidad, debido a los problemas medioambientales que conlleva el uso del $ZnCl_2$. no obstante, algunos países como China aún siguen usando este método para producir carbón activado.
- **La activación química con H_3PO_4 :** prácticamente ha desplazado al $ZnCl_2$ y los precursores en este tipo de activación son en su mayoría, como en el caso de $ZnCl_2$, residuos forestales (madera, cáscara de coco, hueso de aceituna, etc.). La activación con H_3PO_4 implica las siguientes etapas:
 - I- Molienda y clasificación del material de partida.
 - II- Mezcla del precursor con H_3PO_4 (reciclado y fresco).
 - III- Tratamiento térmico en atmósfera inerte entre 100 y 200°C, manteniendo la temperatura aproximadamente 1h, seguido de un nuevo tratamiento térmico hasta 400-500°C, manteniendo esta temperatura en torno a 1h.
 - IV- Lavado, secado y clasificación del carbón activado, y reciclado de H_3PO_4 . La proporción H_3PO_4 : precursor más empleada suele ser 1:5, aunque proporciones diferentes dan lugar a carbones con distintas propiedades, el rendimiento en carbón activado suele ser del 50%.



- **La activación química con KOH** se desarrolló durante los años 70, para producir los denominados “carbones superactivados”, con superficies específicas del orden de los 3000 m²/g. A diferencia de los otros dos agentes activantes, los precursores preferibles para la activación con KOH son aquellos de bajo contenido en volátiles y alto contenido en carbono, como los carbones minerales de alto rango, carbonizados, coque de petróleo, etc. En esta activación el KOH se mezcla con el precursor, en una suspensión acuosa o mediante una simple mezcla física, en proporciones entre 2:1 y 4:1. Cuando la impregnación tiene lugar en medio acuoso, la activación se lleva a cabo en dos tratamientos térmicos consecutivos en atmósfera inerte. El primero a temperaturas bajas, pero superiores a los 200°C que se utiliza sólo para evaporar el agua y dispersar el KOH y el segundo entre 700 y 900 °C.

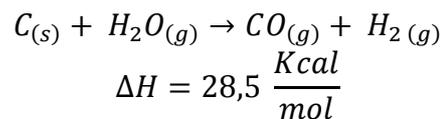
3.1.3. Selección de la tecnología

Se determina en base a criterios económicos y criterios tecnológicos.

3.1.4. Criterios económicos de la selección

- Inversión inicial

Se seleccionó la activación física para el carbón por ser un proceso más económico y menos corrosivo y se realiza a temperaturas inferiores a las aplicadas en la activación química tradicional, lo que simplifica el proceso. Todo ello se traduce en un menor costo, así como en un menor impacto en el medio ambiental. La activación física es un proceso complicado que se lleva a cabo en el presente caso en un horno rotatorio a temperaturas elevadas (800–1000°C). La activación física ocurre según la siguiente reacción endotérmica:



El proceso de enfriamiento, que se llevará a cabo al final del horno, tiene como fin reducir la temperatura del tratamiento térmico a la salida del horno, con la intención de facilitar las operaciones de manejo y embalaje del material.

La tecnología de activación química tiene la desventaja de incurrir en elevados costos de inversión, esto se debe a que en este proceso se necesitan grandes cantidades de deshidratante. Este insumo tiene que ser almacenado, requiriendo mayor obra civil, además debe ser recuperado posteriormente, esto se logra por medio de sucesivos lavados con agua, luego el deshidratante debe ser retirado del agua de lavado para ser utilizado nuevamente.

- Costos operativos

Como se mencionó anteriormente la activación química requiere el uso de mayor cantidad de insumos, como lo es el deshidratante, este lleva de la mano el uso de una cantidad mayor de



equipos, así como también mayores consumos energéticos, costos de mantenimiento, consumo de agua, tratamiento de efluentes y personal de planta.

Una de las ventajas del proceso químico es que las temperaturas utilizadas en este son menores, pero vemos que para el uso de temperaturas menores necesitamos deshidratantes energéticos y son más costosas.

3.1.5. Criterios de selección para la tecnología adecuada

- Vulnerabilidad

La activación química y física, son confiables desarrolladas desde la segunda guerra mundial hasta nuestros días, la tecnología de activación con ZCl_2 se ha registrado por problemas ambientales.

- Flexibilidad

En ambos procesos el equipo principal es el horno rotativo, estos tipos de hornos son usados para distintas aplicaciones como lo son por ejemplo, secado de sólidos, tratamiento térmico de residuos peligrosos. Las plantas de carbón activado pueden ser adaptadas para alguno de los procesos requiriendo costos de inversión de elevados.

| Proceso | Químico | Físico |
|-------------------|---------|--------|
| Inversión Inicial | Mayor | Menor |
| Costo Operativo | Mayor | Menor |
| Vulnerabilidad | Baja | Baja |
| Flexibilidad | Media | Media |

Tabla 3.1 comparación de tecnologías

Con las dos tecnologías se producen carbones activados con diferentes características a nivel de porosidad, los que son activados químicamente tienden a la macroporosidad, mientras que los activados físicamente tienden a microporosidad con mejores características del producto final. Esto no quiere decir que con la activación física no se logre la macroporosidad, debido que por este proceso se pueden manejar las variables para tender a esta propiedad.



CAPITULO 4

4. TAMAÑO DE LA PLANTA

4.1. DETERMINACION DE TAMAÑO

El tamaño de la planta queda determinado por la capacidad de producción en una unidad de tiempo o capacidad instalada. En nuestro caso queda expresada por toneladas por año (Tn/año).

Las relaciones a tener en cuenta en la determinación son:

- Tamaño – Tecnología
- Tamaño – Demanda
- Tamaño – Materias primas e insumos
- Tamaño – Capacidad financiera

También se analizan las capacidades instaladas y en funcionamiento de las plantas similares.

4.1.1. Tamaño – Tecnología

La determinación de la tecnología a utilizar es importante y en base a esto se determina o define el tamaño mínimo, además de influir en el cálculo de rentabilidad del proyecto, tiene incidencia sobre los costos de inversión y sobre los costos de operación.

La tecnología es el factor limitante del tamaño mínimo debido a que debemos adaptarnos a la velocidad productiva mínima, en nuestro caso, dentro del proceso de activación física, el horno rotatoria es el que nos limita la velocidad mínima, pero no nos es posible determinarla con exactitud, pero es de aproximadamente 620 kg/h , estos equipos son diseñados para la elaboración de cementos, tienen dimensiones de gran envergadura, las industrias que la fabrican estos hornos a medida en el país es por ejemplo Galaxie Secado – Spray.

4.1.2. Tamaño – Demanda

Como se mencionó en el estudio de mercado, podemos afirmar que nos encontramos frente a una demanda variable, con una caída en 2008, pero con estabilización hacia los 3500 y las 4000 toneladas anuales, esta cantidad engloba a todas las calidades de carbón activado, por lo que es errónea considerarla como demanda de nuestra calidad de carbón activado. Teniendo



en cuenta esto y considerando que hay una empresa que genera unas 1200 Tn/año cubren parte de la demanda, esto determina que nuestra producción quede limitada a 2500 – 2600 Tn/año, como una restricción máxima de tamaño.

Se espera que la demanda mundial de Carbón Activado aumente en más de un 10% anualmente, para el año 2016, alcanzando 1.9 millones de toneladas métricas.

4.1.2. Tamaño – Materias primas e insumos

El abastecimiento suficiente en cantidad y calidad requerida de materia prima e insumos es fundamental en el sentido de que determinan, en esta instancia, el tamaño máximo de la planta.

Como dijimos que usábamos como estrategia localizar la planta en el Parque Industrial de Fontana, recibiríamos materia prima de “La selva misionera”, “Parque Chaqueño” y alrededores de la zona.

La producción de madera de la selva misionera es de alrededor de 90.904 Tn, donde su destino industrial fue derivado en el 78% de los rollizos tuvo como destino la industria del aserrado, un 21% fue a la producción de terciado y el 1% restante para nuestra industria.

El parque Chaqueño por su extensidad genera alrededor de los 3.526.219 Tn, por lo cual está todo derivado a la producción de muebles, rollizos, entre otras artículos de madera, por esto nos correspondería el 0,02% de la materia prima.

Los bosques cercanos al Parque industrial además de los ya mencionados nos generan 52.437 Tn de madera, en las cuales se distribuyen en distintas empresas como pueden ser aserraderos, fábricas de cajones y pallets, fábricas de tableros aglomerados, una de tableros de fibra de mediana densidad, una fábrica procesadora de la resina de pino, plantas de preservación, una planta de tableros de listones y de esto nos correspondería un 10% de la madera obtenida.

Con estas cantidades nos quedarían alrededor 6.857,98 Tn/año, sumándole las cantidades de las empresas aledañas, con esta cantidad de materia prima podemos producir alrededor de 2.057,39 Tn/año de carbón activado.

4.1.3. Tamaño – Capacidad financiera

Para este análisis se puede decir que el nivel de inversión es un limitante en la capacidad de la planta. Pero hay que tener en cuenta que mientras más grande sea la planta, mayor será la dificultad de una fuente financiera.



4.1.4. Capacidad instalada y funcionamiento de plantas similares

Las distintas plantas que hay en Latinoamérica desde México donde existe una planta de carbón activado con la misma materia prima cuya producción anual es de 920 Tn/año, en Ecuador existe otra planta perteneciente a la compañía Ekokarbones, cuya capacidad es de 800 Tn/año utilizando cascara de coco como materia prima, en Brasil Brascarbo tiene una producción de 15000 Tn/año y en nuestro país hay una planta en Córdoba que utiliza materia prima la cascara de maní y produce 1200 Tn/año. Como se aprecia, todas estas empresas poseen producciones diferentes debido a las distintas materias primas y su disponibilidad en cada región.

4.1.5. Capacidad instalada de la planta

Sobre la base de datos mostrados anteriormente se ha decidido considerar una capacidad para la planta de 800 Tn/año, lo que representaría el 3,6% del mercado carbón activado en Latinoamérica, el 21% de la demanda del mercado argentino y el 30% del saldo comercial de la Argentina.

En el primer año de producción de planta se decide proponer una producción de 600 Tn/año, considerando que se debe familiarizar tanto el proceso como los operarios, en los periodos siguientes 750 Tn/año, lo que corresponde a una capacidad de producción de aproximadamente el 90% de la capacidad instalada.



CAPITULO 5

5. ESTUDIO DE LOCALIZACION

5.1. LOCALIZACION DE LA PLANTA

Los factores que intervienen en la determinación de la localización más conveniente de una fábrica, se debe buscar la mejor localización para evitar inconvenientes como el excesivo costo de transporte de las materias primas o de los productos finales, el inadecuado suministro de servicios públicos; las deficiencias de la eliminación de desperdicios o de otros servicios.

5.1.1. Macro localización

Se analizara y determinara la macro localización, de esta forma se podrá reducir el número de posibles sectores geográficos que no correspondan a las condiciones requeridas del proyecto.

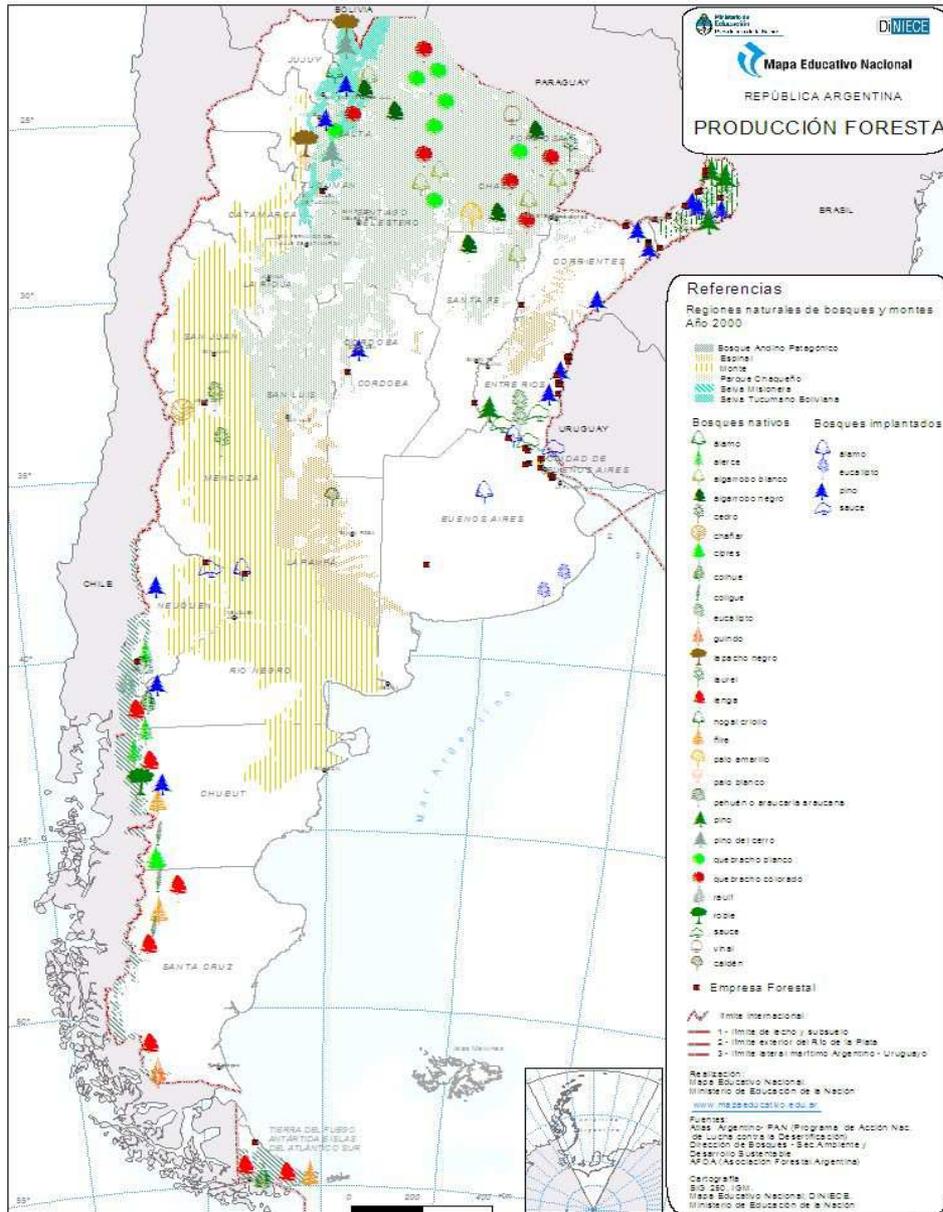
Factores a tener a en cuenta:

- Disponibilidad de materia prima.
- Costo de transporte de la materia prima.
- Costo de transporte del producto.
- Costo y disponibilidad de energía.
- Disponibilidad de mano de obra.
- Costo y disponibilidad de terrenos.
- Factores ambientales.
- Normativa legal e impositiva.
- Comunicaciones.

Teniendo en cuenta que la zona de mayor producción maderera es en el norte del país ubicado en el parque chaqueño y selva misionera, consiguiendo de esta manera bajos costos de transporte de materia prima y bajos costos de adquisición.

5.1.1.1. Disponibilidad de materia prima

La materia prima utilizada para la fabricación de carbón activado será la madera, astillas y virutas de madera el cual, dada sus características, tiene un potencial que permitiría la fabricación de un producto de buena calidad y aplicable en la minería y en el tratamiento de aguas residuales, líquidos y bebestibles. Además, en Argentina existe disponibilidad de materia prima, principalmente en la zona norte del país donde se concentra casi la totalidad de los bosques.



Fuente: Dirección de Forestación, SAGPyA. Figura 5.1 Distribución de bosques en Argentina



5.1.1.2. Análisis de costo de transporte

La localización más económica se refiere optar por un lugar donde los costos de transporte, de materia prima y de producto terminado, desde los lugares de abastecimiento a la planta productiva, sean los más bajos.

Hay que ser prudentes en este análisis, ya que el hecho de trasladar mayores volúmenes en cortas distancias significa mayores gastos que trasladar el mismo volumen pero distancias más largas. Esto aunque parezca contrario es así y se ha demostrado en informes realizados por cámaras sectoriales de transporte como la FADEEAC (Federación Argentina de Entidades Empresarias del Autotransporte de Cargas.) y la CATAC (Confederación Argentina del Transporte Automotor de Cargas.), en todos estos casos son supuestos que hacen a los equipos utilizados, al tráfico realizado, comparando costos de transportes de larga y corta distancia, obteniendo tablas como las siguientes:

| Rubro del costo | Tráficos Interurbanos | Tráficos de Distribución |
|------------------|-----------------------|--------------------------|
| Combustible | 42,0% | 26,5% |
| Lubricantes | 4,1% | 2,6% |
| Neumáticos | 6,4% | 2,3% |
| Reparaciones | 7,2% | 4,7% |
| Material Rodante | 4,7 | 13,4% |
| Personal | 24,5% | 36,2% |
| Patentes y Tasas | 3,1% | 5,9% |
| Gastos Generales | 2,7% | 5,1% |
| Peaje | 5,2% | 3,2% |
| Total | 100,0% | 100,0% |

Fuente MIP Y FADEEAC

Tabla 5.1 Incidencia de cada rubro del costo (ton-Km) según tipo de tráfico. En porcentaje del costo total

| Rubro del costo | Relación de Costos de los tráfico cortos vs. Costos de tráfico de larga distancia |
|------------------|---|
| Combustible | 2,8 |
| Lubricantes | 2,7 |
| Neumáticos | 1,6 |
| Reparaciones | 2,9 |
| Material Rodante | 12,7 |
| Personal | 6,6 |
| Patentes y Tasas | 8,4 |
| Gastos Generales | 8,7 |
| Peaje | 2,7 |
| Total | 4,4 |

Fuente: CATAC

Tabla 5.2 relación de costos por tipo de grafico

Es así que el costo por Tn-km del servicio de corta distancia de distribución urbana es 4,4 veces superior al de larga distancia. Este mayor costo por unidad de tráfico (Tn -km) de los



servicios de distribución se reitera en todos los rubros, mostrando la fuerte incidencia de la dotación del personal del vehículo, las bajas velocidades comerciales, la vuelta en lastre y la menor capacidad de carga de cada equipo.

Por lo anterior tendremos que analizar cuál de las dos posibilidades tiene menor costo total para saber la mejor localización de planta respecto a la materia prima o al producto.

5.1.1.3. Análisis cuantitativo de la logística

Se debe determinar el costo de transporte de cortas y largas distancias, datos que son de difícil acceso, pero se tomara como base las tarifas elaboradas por la CATAC, los datos son para transporte de corta distancia es de U\$S 0,734 por kilómetro recorrido y tonelada transportada, y de larga distancia U\$S 0,166.

Sabiendo la cantidad de materia prima a transportar es de 2.826 Tn y de producto terminado 800 Tn, se realizan los siguientes cálculos:

| Ubicación cerca de la materia prima | | | |
|-------------------------------------|---------------|--------------------|---------------------------|
| | Materia Prima | Producto terminado | Costo total de transporte |
| Distancia a transportar (Km) | 15 | 1.000 | |
| Cantidad a transportar (Tm) | 2.826 | 800 | |
| Costo unitario (U\$S/Tn-Km) | 0,733 | 0,1667 | |
| Costo total (U\$S) | 31.071,87 | 133.328 | |

Fuente: Elaboración propia en base a cotizaciones de CATAC

Tabla 5.3 Análisis cuantitativo del costo de transporte con localización cerca de la materia prima.

| Ubicación cerca de la materia prima | | | |
|-------------------------------------|---------------|--------------------|---------------------------|
| | Materia Prima | Producto terminado | Costo total de transporte |
| Distancia a transportar (Km) | 1.000 | 350 | |
| Cantidad a transportar (Tm) | 2.826 | 300 | |
| Costo unitario (U\$S/Tn-Km) | 0,138 | 0,175 | |
| Costo total (U\$S) | 389.988 | 18.375 | |

Fuente: Elaboración propia en base a cotizaciones de CATAC

Tabla 5.4 Análisis cuantitativo del costo de transporte con localización cerca del consumo o distribución.

Consideraciones para los cálculos anteriores:

- El precio de transporte de larga distancia es aproximadamente 4,4 veces menor al precio de corta distancia.
- Para la localización cerca del abastecimiento de materia prima se considera que el mercado consumidor está a una distancia de 1000 Km, abarcando grandes centros urbanos centralizados y distribuidos y hasta las distintas mineras a lo largo de la cordillera.



- Para la ubicación cerca del mercado consumidor se considera una distancia promedio para entregar el producto terminado de 300 Km con un costo unitario de U\$S 0,138.

Se deduce que el factor de la reducción drástica de peso en la materia prima predomina sobre el menor costo de transporte de largas distancias, es por esto que se considera de aquí en adelante este análisis y la decisión de ubicación se tomará cerca del lugar de mayor abastecimiento de materia prima.

5.1.2. Micro localización

Para la microlocalización tendremos en cuenta los siguientes factores:

- Abastecimiento de materia prima.
- Cercanía de los mercados consumidores.
- Disponibilidad de terrenos y abastecimientos suministros.
- Mano de obra calificada.
- Regímenes tributarios aplicados a la zona.
- Distancia óptima para el transporte, tanto de la materia prima como de los productos.

Estos ítems serán explicados a continuación:

a) Abastecimiento de materia prima

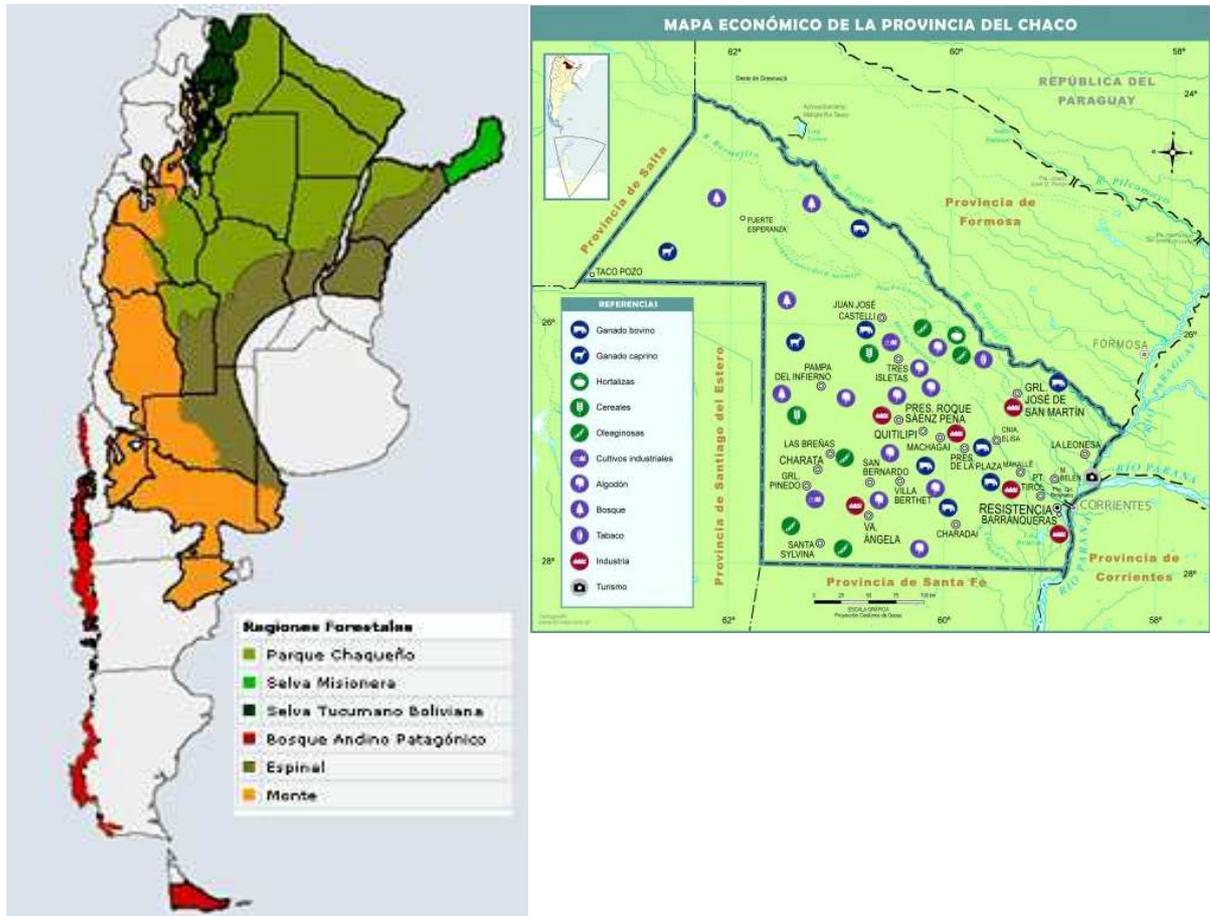
Uno de los factores más importantes en la consideración de la localización es la disponibilidad de la materia prima, la cual debe ser accesible y cercana a la planta. Dado que la cantidad de materia prima es abundante debido al Parque Chaqueño y a la selva misionera, a las carpinterías y las fábricas de muebles locales de la zona, esto nos ayuda a elegir la localización de la planta y como ya también se determinó a la hora de analizar el transporte.

Según la actualización del Inventario de Plantaciones Forestales del año 2011 (Dirección de Forestación, SAGPyA), los bosques cultivados en Argentina cubren 1.115.655 hectáreas.

Estos bosques están conformados casi exclusivamente por especies exóticas de rápido crecimiento, donde predominan las coníferas, seguidas por los eucaliptos y las salicáceas. Aproximadamente el ochenta por ciento de las forestaciones se concentran en la Mesopotamia y el Delta del río Paraná.

En las provincias de Misiones y de Corrientes existen en total 700 mil hectáreas forestadas, principalmente con *Pinus elliottii* y *Pinus taeda* (alrededor del 85%) y en menor medida con *Eucalyptus grandis*, conformando el Polo Foresto-Industrial más importante del país.

En la provincia de Chaco las plantaciones abarcan alrededor de 130 mil hectáreas, de las cuales, aproximadamente el setenta por ciento corresponde a forestaciones de *Eucalyptus grandis*; la superficie restante comprende bosques de salicáceas, coníferas y otras especies.



Fuente: Dirección de Forestación, SAGPyA
 Figura 5.2 Bosques en Argentina

b) Cercanía a los mercados consumidores

Dado que no se cuenta con la información que señale el consumo regional de carbón activado, pero se puede hacer una buena estimación asumiendo que el consumo de este producto se concentra en zonas mineras de oro y plata y en zonas industriales donde se realicen tratamientos de aguas y residuos.



Fuente: el cronista. Figura 5.3 mineras de Argentina

En Chile, puede verse que existen igual o mayor número de explotaciones y que de igual modo que en Argentina, las mineras se ubican en las cercanías de la cordillera de los Andes.

En cuanto a tratamientos de agua, los consumidores se encuentran dispersos por varias provincias, centrándose en los grandes centros urbanos donde se ubican las empresas.

c) Abastecimiento de suministros

Si de disponibilidad de terrenos hablamos, tenemos las distintas áreas y el Parque Industrial Fontana, con terrenos disponibles, en estas regiones hay disponibilidad además de energía eléctrica y gas, como así también agua, suministros necesarios para la planta.

Infraestructura y servicios comunes:

- Superficie del Parque Industrial: 44,8298 Hectáreas parceladas y con cerco perimetral de seguridad.
- Energía Eléctrica: A cargo de S.E.CH.E.E.P; cuenta con una estación transformadora 33/13,2 KV y líneas de suministro de energía eléctrica en media y baja tensión; red interna de distribución e instalación de iluminación.
- Agua: Captación de agua subterránea, mediante 3 perforaciones, con equipos de bombeo, un tanque de H°A° de 500 m³ de capacidad y red de distribución interna.
- Gas Natural: Estación reguladora de presión y cañerías de distribución interior.



- Acceso y Red Vial Interna: cuenta con portal de ingreso, cabina de control, camino de acceso y red vial interna de hormigón y de ripio.
- El Parque Industrial De Fontana, dispone además, de las siguientes obras de infraestructura y servicios comunes:
 - Comunicaciones: líneas de teléfono y fax.
 - Cabina y báscula para pesaje de camiones de hasta 80 Tn con dispositivo electrónico de control.
 - Servicio de control y seguridad.
 - Instalación contra incendios.
 - Red colectora de efluentes cloacales e industriales.
 - Planta de depuración de efluentes industriales y cloacales.
 - Transporte de pasajeros hasta el Parque Industrial.
 - Desagües pluviales.

d) Mano de obra calificada

Ubicando la planta cerca de centros urbanos permite encontrar mano de obra calificada. Además es favorecido por diferentes aspectos como son la disponibilidad de casas para empleados y obreros, disponibilidad de escuelas y colegios, disponibilidad de hospitales y asistencia médica. Analizando estos factores de interés, vamos a considerar la ubicación del Parque Industrial De Fontana, cerca de la ciudad de Resistencia.

Además hay que tener en cuenta la disponibilidad de rutas para el transporte de materia prima como producto terminado. La zona analizada posee rutas en buenas condiciones y además están interconectadas son el resto de las rutas nacionales.



5.1.3. Determinación de la localización por el método de ponderación

| Factor | Peso | Parque Industrial De Fontana, (Chaco) | | Parque Industrial Puerto Rico, (Misiones) | |
|----------------------|------|---------------------------------------|-------------|---|-------------|
| | | Calificación | Ponderación | Calificación | Ponderación |
| Mano de Obra | 0,25 | 10 | 2,5 | 8 | 2 |
| Materia Prima | 0,3 | 9 | 2,7 | 9 | 2,7 |
| Mercado Consumidor | 0,1 | 9 | 0,9 | 7 | 0,7 |
| Terreno | 0,1 | 10 | 1 | 10 | 1 |
| Accesibilidad | 0,1 | 9 | 0,9 | 7 | 0,7 |
| Factores Ambientales | 0,1 | 8 | 0,8 | 7 | 0,7 |
| Comunicación | 0,05 | 10 | 0,5 | 10 | 0,5 |
| Total | | | 9,3 | | 8,3 |

Tabla 5.5 método de ponderación de puntos . Elaboración propia a partir de la información del IDR.

Al factor de materia prima se le asigna un peso mayor relativo superior, con una calificación mayor para el Parque industrial De Fontana (Chaco), de acuerdo al análisis de precedentes, esto se debe que en el Parque Industrial De Fontana es una zona Cercana a los bosques de mayor producción de materia prima como es el Parque Chaqueño, por esto se decide ubicar la planta en este a lugar.

Además el Parque Industrial De Fontana tiene una cercanía a la otra fuente de materia prima que sería la selva Misionera, por otro lado hay que tener en cuenta que también la materia prima es recolectada de los aserraderos locales.

Otro factor al que se le asigna un peso mayor es a la disponibilidad de mano de obra calificada, esto se debe a que por el tipo de industria química, la elaboración de carbón activado de calidad va a depender de la capacidad intelectual de los ingenieros a cargo, y también de los operarios que se encarguen de controlar los distintos parámetros, y es por esto que la ubicación nos facilitad de mano de obra calificada debido a la cantidad de universidades y terciarios, además de que tiene muy accesibilidad al lugar.

Entonces por el método de ponderación podemos resolver que la mejor localización optima sería el Parque Industrial De Fontana, teniendo en cuenta los datos aportados en el estudio de mercado y la disponibilidad y accesibilidad de materia prima se opta por PIDF.

5.1.4. Análisis de parques industriales

Según datos obtenidos de informes sobre la zona del parque industrial De Fontana, la provincia cuenta, en la actualidad con un desarrolla industrial importante generando una muy buena economía para la provincia.



5.1.4.1. Parque industrial De Fontana

El Parque Industrial ubicado en Resistencia, Chaco, tentado por los beneficios en materia de impuestos que ofrece el municipio. Donde las industrias que se instalen en el Parque Industrial podrán solicitar la transferencia a título gratuito del predio en que construyan su planta industrial.

Actualmente 21 industrias desarrollan sus trabajos en las 44,8298 hectáreas que comprende el predio, empleando en la mayoría de los casos a personal de la zona.

Las empresas que se instalan en ellos cuentan con beneficios de tipo impositivo municipales y servicios como luz y gas, que son comunes y abaratan costos. Además los terrenos se venden a bajo precio, para incentivar la radicación. Se exige que los parques industriales tengan tratamientos comunes de los afluentes industriales que son altamente contaminantes, a través de la ley 6260, que establece controles para preservar el medio ambiente.

- Ubicación geográfica del Parque Industrial

En la figura siguiente se muestra la ubicación específica del parque y las vías de acceso.



Fuente: google earth. Figura 5.4 Ubicación del Parque industrial De Fontana

Como puede verse, nuestra empresa se encontrara ubicada dentro del parque industrial en el cual también están las empresas que nos serán proveedoras de materia prima, tanto como madera, aserrín y virutas, la producción en conjunto de estas tres empresas nos ayudaran a completar nuestra totalidad de materia prima para procesar que será de aproximadamente 6857,98 Tn/año de madera y virutas, lo que producirá unas 2.057,39 Tn/año de carbón activado.



CAPITULO 6

6. INGENIERIA DE DETALLE

6.1. INTRODUCCION

Este capítulo muestra en detalle los aspectos ingenieriles del proyecto, se determinan los diseños de los equipos, en nuestro caso se calcula el del horno rotativo debido que es el corazón de nuestro proceso en el cual se produce la carbonización y la activación de la materia prima, los demás equipos se les hará un cálculo de diseño simple para tener en cuenta en el estudio económico.

El desarrollo de este capítulo consta de:

- Lay out de la planta y distribución.
- Descripción del proceso.
- Diseño básico de equipos.
- Diseño del horno.
- Balance térmico del horno.

6.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El término activación implica el desarrollo de la porosidad e incremento de las propiedades adsorptivas de un precursor con alto contenido de carbono. Aun cuando diferentes rutas pueden ser utilizadas para la obtención de carbón activado, existen dos procesos fundamentales de activación utilizados a escala industrial: la activación química y la activación física (o activación térmica), los cuales fueron explicados con más detalle anteriormente. Esta clasificación, que puede parecer arbitraria toda vez que ambos procesos implican reacciones químicas y temperaturas altas es aceptada, sin embargo, para diferenciar dos vías de obtención que son sustancialmente diferentes. En nuestro caso se usará la activación física debido a que tiene lugar en dos etapas: carbonización y activación del carbonizado mediante la acción de gases oxidantes como vapor de agua, dióxido de carbono, aire o mezclas de los mismos, siendo el vapor de agua del agente activante el responsable de quemar las partes más reactivas del esqueleto carbonoso y el alquitrán retenido dentro de la estructura porosa; y la extensión del quemado depende de la naturaleza del gas empleado y de la temperatura de activación.

El método de activación química se caracteriza porque la carbonización y la activación tienen lugar en una sola etapa, llevada a cabo por la descomposición térmica de la materia prima impregnada con agentes químicos, como deshidratantes tales como ácido fosfórico, cloruro de



zinc, hidróxido de potasio o tiocianato potásico. La economía del proceso depende, principalmente de la recuperación del agente activante utilizado, este insumo tiene que ser almacenado, requiriendo mayor obra civil, además debe ser recuperado posteriormente, esto se logra por medio de sucesivos lavados con agua, luego el deshidratante debe ser retirado del agua de lavado para ser utilizado nuevamente, se emplean agentes químicos de elevados precios en el mercado y además, no es factible de utilizar cuando se desea alcanzar un aprovechamiento integral de la biomasa con el proceso de pirólisis.

6.2.1. Activación Física

El método de activación física consta en lo fundamental de dos pasos: carbonización previa del precursor y la activación a altas temperaturas con gases oxidantes del carbón primario obtenido, aunque en algunas variantes del proceso ambos pasos se realizan consecutivamente en el mismo horno. Igualmente pueden usarse dos rutas tecnológicas: producción de carbón granular por trituración, a partir de trozos grandes de madera (ruta 1) o aglomeración de carbón en polvo seguida por activación (ruta 2).

Por lo general los pasos de que consta el proceso son los siguientes:

1. Carbonización.
2. Trituración y clasificación del carbón primario.
3. Aglomeración*
4. Oreo*
5. Secado*
6. Carbonización secundaria*
7. Activación.
8. Trituración y/o tamizado final.

* Pasos tecnológicos en el caso de carbón aglomerado, es decir, cuando la materia prima es aserrín, material en polvo o desmenuzado y trozos pequeños de madera (ruta 2)

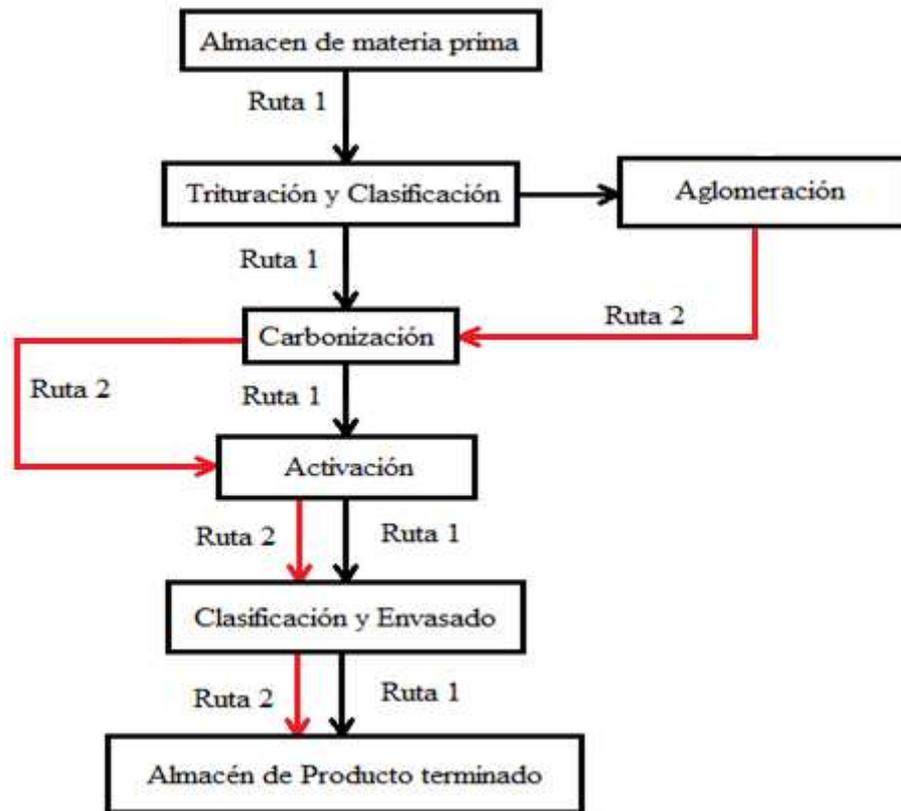


Figura 6.1 Diagrama del proceso. Elaboración a partir de la bibliografía.

Proceso de producción para el carbón activado:

Ruta 1: Carbón granular por trituración (granulometría natural) y

Ruta 2: Aglomeración de carbón en polvo

6.3. LAY OUT DE LA PLANTA Y DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS

En la figura 6.2 se detalla el plano de lote industrial y la ubicación respectiva de sus unidades, nave industrial, entrada de camiones y parqueizado, recepción y oficinas, y el predio destinado al almacenamiento de la materia prima, indicando además de cada uno las dimensiones en metros cuadrados.

En la figura 6.3 se indica el lay out de la planta, indicando la ubicación dentro de la nave industrial de cada equipo y de cada parte interviene en el proceso de producción.

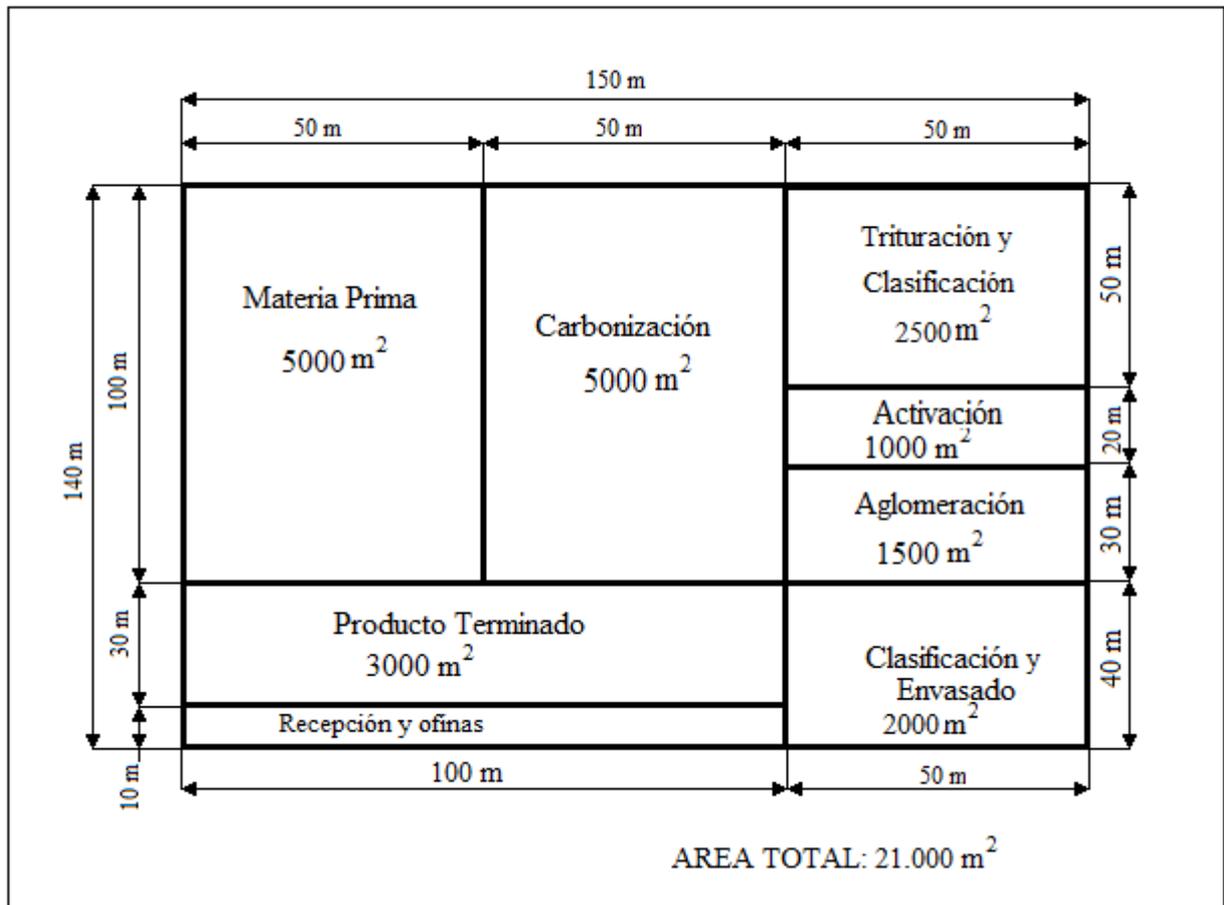


Figura 6.2 Lote industrial Elaboración propia

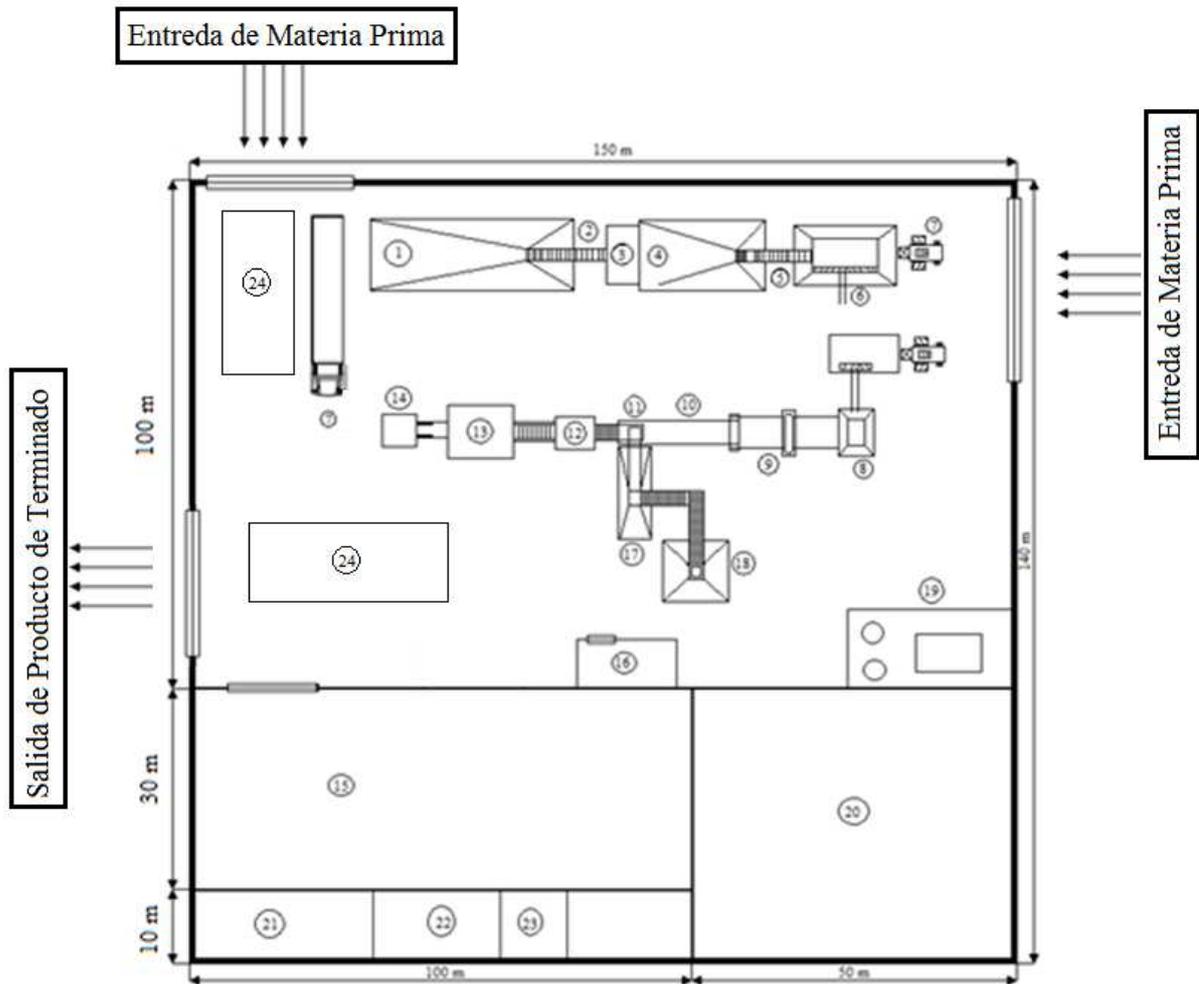


Figura 6.3 Lay out de la planta. Elaboración propia.

Donde:

- 1- Pileta primaria de recepción de madera.
- 2- Elevador helicoidal.
- 3- Triturador primario.
- 4- Pileta de triturado.
- 5- Elevador secundario.
- 6- Tolva del tractor con elevador anexo.
- 7- Tractor y camiones.
- 8- Tolva de alimentación.
- 9- Horno rotatorio.
- 10- Enfriador.
- 11- Caja derivadora.
- 12- Triturador secundario.
- 13- Clasificador.
- 14- Fraccionadora.
- 15- Almacén de producto.
- 16- Baños.
- 17- Pileta de material carbonizado.
- 18- Silo de carbonizado.
- 19- Sala de calderas.
- 20- Clasificación y envasado.

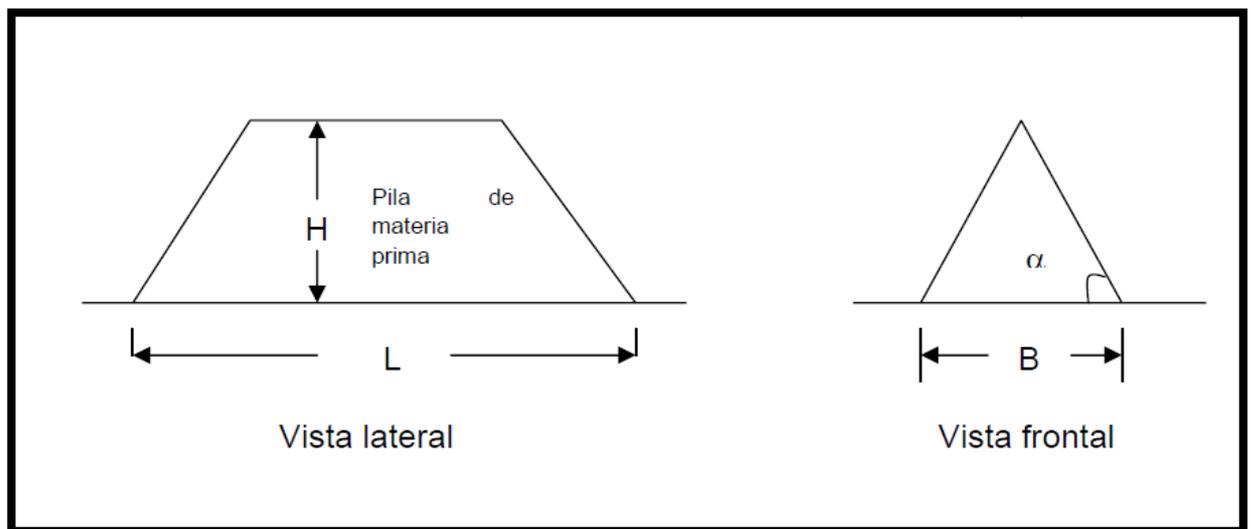


- 21- Recepción, oficinas y sala de conferencias.
- 22- Comedor.
- 23- Baños
- 24- Basculas

6.4. PROCESO

6.4.1. Patio de almacenamiento del material

Una vez que la materia prima llega a la planta, debe almacenarse, para esto se escogió un patio debido a su practicidad, economía, cuyo dimensionamiento se basó en la capacidad de almacenamiento para un tiempo determinado, el cual se fijó en 15 días, para garantizar así el abastecimiento continuo de la materia prima al proceso. La forma de apilamiento se puede observar en la figura 6.4



Fuente: Universidad de Catalunya. Figura 6.4 forma de almacenamiento

Se utiliza un molino para la disminución de tamaño de materia prima para la alimentación al horno sea la más adecuada en cuanto a granulometría, se define el tamaño de grano que se obtendrá para el carbón activado. Por tanto, el molino debe tener una gran capacidad de alimentación y un paso de material casi instantáneo. Se requiere que el molino sea capaz de proporcionar un material con una granulometría de 0,5 a 1cm, y tenga una capacidad de molienda igual o superior al consumo de materia prima por hora.

Para el almacenamiento a granel del material ya triturado se requiere de un silo, el cual por la disposición e inclinación de sus paredes permite un menor esfuerzo para la reconducción del material hasta el siguiente paso del proceso. Este silo tendrá una capacidad de almacenamiento de materia prima molida para aproximadamente 8 horas de consumo del horno (7.000 kg), esto con la finalidad de no parar el horno ante una eventual parada por fallas mecánicas o eléctricas en el molino de martillos. El material molido que sale del molino será transportado por medio de un tornillo sin fin hasta un elevador de cangilones, el cual transportará verticalmente el material hasta el silo de almacenamiento.



6.4.2. Carbonización

Cuando se utiliza como materia prima un material orgánico como madera o cáscaras de frutas el proceso debe iniciarse con su carbonización. Dado que la madera es un material orgánico la producción de carbón activado se llevará a cabo mediante el proceso de activación física.

La materia prima que será procesada durante 4 horas se almacenará en una tolva, la cual dosificará el ingreso de la materia prima al horno rotatorio a través de un transportador de tornillo. Según recomendaciones de personas expertas se escogerá un periodo de 4 horas debido a que para períodos más largo (8 horas por ejemplo) el tamaño de la tolva sería muy grande, aumentando el costo de ésta y dificultando la factibilidad técnica de instalar una tolva de gran tamaño en altura. El ingreso del material a la tolva será a través de una cinta transportadora, la cual será cargada con trozos de madera o aserrín utilizando una mesa de acumulación de material la cual será cargada manualmente desde el camión de transporte que operará en la planta.

Se utilizará el mismo horno para la etapa de carbonización y activación del material. Utilizándolo primero para carbonizar el material durante un período de tiempo y luego para activar el sólido resultante de la carbonización, y así sucesivamente.

La carbonización consiste en eliminar elementos como oxígeno y nitrógeno. Este proceso se realiza en una atmósfera en ausencia de agentes oxidantes para eliminar las sustancias volátiles y dejar un residuo carbonoso que será el que luego se someta a la activación. Del horno sale el material sólido y además saldrá un flujo gaseoso compuesto de gases condensables y no condensables producto de la carbonización del material y de la quema de combustible.

El material sólido resultante de la carbonización pasa al enfriador para ser enfriado y luego almacenado en un silo de almacenamiento. En tanto los gases pasan al lavador de gases donde gases como H_2S , SO_2 y CO_2 son absorbidos y así se reducen las emisiones contaminantes al medio ambiente.

El propósito principal de la carbonización es producir una deshidratación y desvolatilización de los átomos de carbono. En la etapa de carbonización se obtiene como producto un residuo sólido que representa solo un 35% de la materia prima seca inicial.

En la siguiente tabla se muestra la composición de los gases obtenidos de la carbonización del material.

| Gases Condensables | Gases no Condensables | Residuo Solido |
|--------------------|-----------------------|----------------|
| 45% | 18% | 37% |

Elaboración propia. Tabla 6.1 gases de combustión

Se estima que la humedad de la materia prima es del 10%. Es decir del flujo de materia prima total un 90% es flujo de materia prima seca, de la cual el 37% se convierte en material sólido al final de la etapa de carbonización. En el enfriador se enfriará el material que sale del horno para luego ser almacenado en el silo.

El material debe ser enfriado utilizando un enfriador pues si se deja enfriar lentamente una parte del producto desaparecería en forma de CO_2 , y el producto resultaría con una cantidad muy grande de óxidos superficiales, que lo afectarían negativamente en su calidad de adsorción. Además el material debe ser almacenado a medida que va saliendo del proceso de carbonización en un silo a la espera de entrar a la fase de activación. Los gases que saldrán del horno pasarán a un lavador de gases.

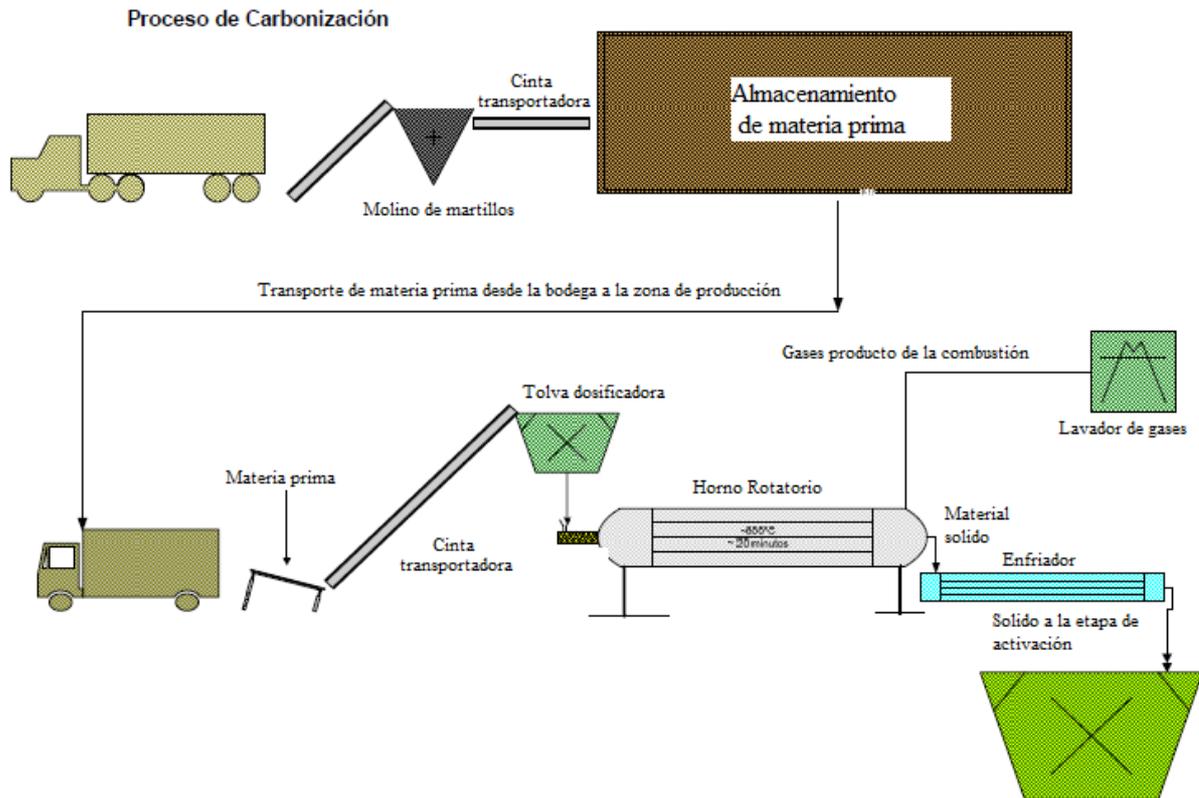


Figura 6.5. Esquema del proceso de carbonización. Fuente: elaboración propia en base a datos de la bibliografía.

6.4.3. Activación

Luego de la carbonización se efectúa la activación, siendo esta la etapa más importante en la producción del carbón activado. En este proceso la materia carbonizada es convertida en una forma cristalina de carbón, desarrollándose una extensa área superficial y una estructura porosa de distintas formas y tamaños distribuidos al azar. La activación se realiza a altas temperaturas en presencia de agentes que actúan como oxidantes como vapor de agua, aire, dióxido de carbono o mezclas de estos gases, siendo el más común el vapor de agua.

El material sólido resultante de la carbonización se somete a una temperatura de 900°C en una atmósfera con un agente oxidante que en este caso será vapor de agua. En estas condiciones, algunos átomos de carbón reaccionan y se gasifican en forma de CO_2 y otros se recombinan y condensan.

El agente oxidante actúa sobre las porciones más reactivas del carbón dando lugar a gases como CO , CO_2 , H_2 y/u otros, dependiendo del agente oxidante empleado.



| Agente Oxidante | Composicion del gas obtenido (% en volumen) | | | | | |
|-----------------|---|----|-----|-----|----|----|
| | H2 | CO | CO2 | CH4 | N2 | C2 |
| Aire | 16 | 20 | 12 | 2 | 50 | - |
| Oxígeno | 32 | 48 | 15 | 2 | 3 | - |
| Vapor de agua | 50 | 20 | 22 | 6 | - | 2 |

Fuente: Universidad de Catalunia
 Tabla 6.2 Composición de los gases obtenidos utilizando diferentes agentes oxidantes.

El tiempo de activación depende de la calidad y cantidad del carbón activado que se quiere obtener. En general a mayor tiempo de activación el poder adsorbente aumenta, pero disminuye el rendimiento en cantidad. La calidad del carbón, medida por la capacidad de adsorción, depende también de la temperatura del proceso. Se puede obtener carbones activados con índice de yodo superiores a 900 mg/g, utilizando como oxidante vapor de agua.

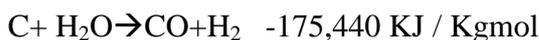
| | Carbonización | Activación |
|----------------------|---------------|---------------|
| Agente Oxidante | No se aplica | Vapor de agua |
| Tiempo de residencia | 20 minutos | 30 minutos |
| Temperatura | 600°C | 900°C |

Fuente: Universidad de Catalunia
 Tabla 6.3 Parámetros a utilizar en la producción de carbón activado

El tiempo de residencia adecuado en la carbonización es de 20 minutos, sin embargo se tomará un tiempo de 30 minutos considerando el tiempo utilizado en la carga y descarga del material al horno. Así mismo, para la activación se considerará un tiempo de 40 minutos.

Cabe señalar que durante el primer año de operación de la planta se buscará determinar los parámetros óptimos para obtener diferentes niveles de adsorción y área específica a través de experimentos en laboratorio y pruebas en el horno.

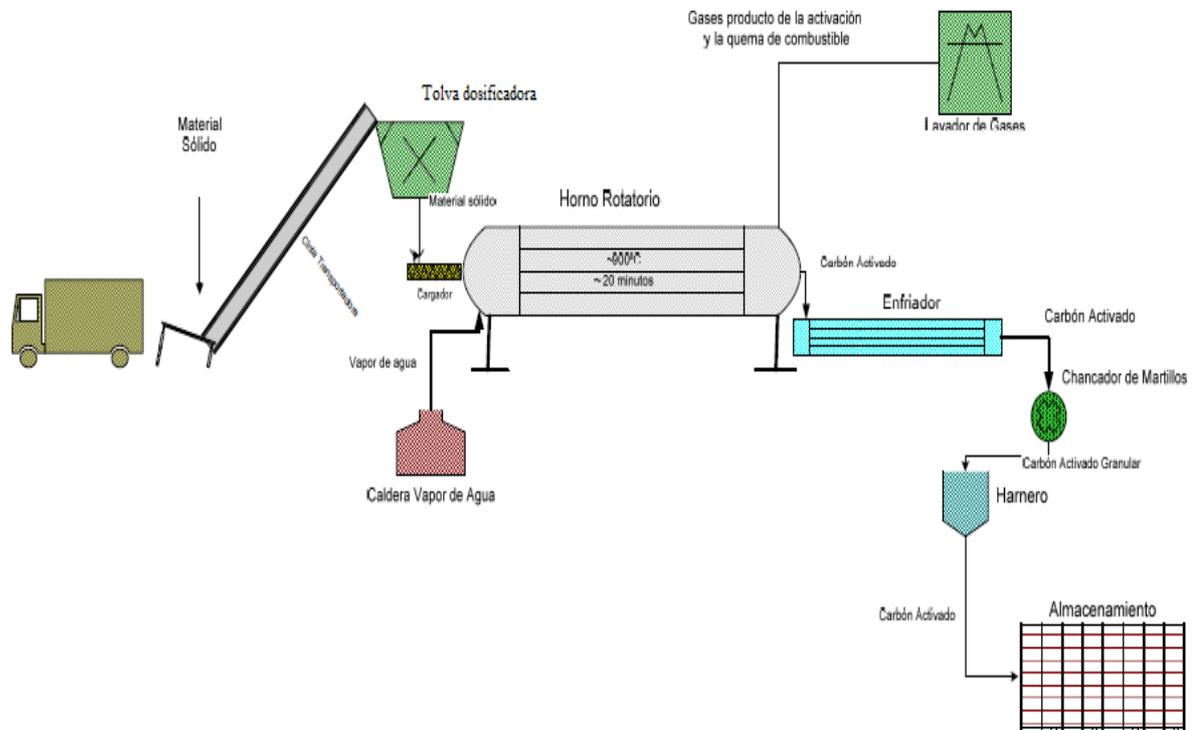
En esta etapa se procesa el material sólido obtenido en la etapa anterior, y se estima que la pérdida de sólido por efecto de la activación es de un 5%. La utilización de vapor de agua como agente oxidante da lugar a la siguiente reacción química que eliminan átomos de carbono produciendo así la porosidad.



Está reacción es endotérmica, por lo que es necesario generar una temperatura constante en el horno, la cual normalmente es de 900°C.



Proceso de Activación



Fuente: elaboración propia en base a datos de la bibliografía. Figura 6.6 Esquema de la etapa de activación

6.4.4. Molienda y Clasificación

Luego de obtenido el carbón activado corresponde la etapa de molienda y clasificación.

La molienda se realizará en un molino secundario a partir del cual se obtendrá el producto final. Gracias a que el molino secundario permitirá ajustar el tamaño de gránulo que se obtendrá como producto final será posible obtener distintas granulometrías y además se podrá fabricar de acuerdo a las necesidades de cada cliente.

Luego el producto será clasificado en el clasificador según su tamaño y envasado en sacos de 25 kg, tamaño estándar utilizado para comercializar el carbón activado. El producto final será almacenado en la bodega destinada a almacenar este producto donde se mantendrá un stock permanente de sacos. El transporte de los sacos hasta la bodega se realizará por medio de una grúa horquilla cuya capacidad de carga es de 2.500 kilos.

La planta producirá por pedido, es decir de acuerdo a los requerimientos de cada cliente en cuanto a fechas de entrega, cantidad y especificaciones del producto. Para brindar un buen servicio se tendrán medidas de eficiencia que permitan cumplir con los plazos y requerimientos de cada cliente.

Por otra parte además se fabricará por inventario, de manera de contar con un stock que permita satisfacer la demanda del producto. Cabe recordar que las distintas calidades para



diversos usos pueden ser fabricadas bajo el control de los parámetros que influyen en el nivel de adsorción del carbón.

6.4.5. Aglomeración

La aglomeración consiste en el mezclado del carbón en polvo con un aglomerante para formar una pasta moldeable y la extrusión de esta pasta para formar pellets, es decir, a los polvos de carbón que se obtienen a partir del aserrín, virutas, etc, se les aglomera con alquitrán.

Los pellets seorean para permitir una mejor distribución del aglomerante en los pellets mediante procesos de difusión. A continuación estos se secan para eliminar el exceso de humedad y se someten a carbonización secundaria.

Carbonización secundaria: Para carbonizar el aglomerante, es decir para que el alquitrán endurezca mediante la descomposición térmica y le confiera resistencia mecánica a la partícula aglomerada de carbón, necesita ser carbonizado a su vez, a este proceso lo llamamos carbonización secundaria.

Activación: Consiste en el paso del carbón por un horno tipo rotatorio donde se somete a temperaturas de hasta 900° C en contacto con vapor de agua por un tiempo establecido.

El proceso de activación se lleva a cabo mediante la reacción del carbón con vapor de agua, al igual que en la ruta 1.

El carbón ya activado sale del horno, se enfría, clasifica y envasa.

La clasificación y envasado: se refiere al proceso de trituración y/o tamizado final, el cual es al igual que en la ruta 1, que es parte del tratamiento del producto final.

6.5. DISEÑO DE EQUIPOS

6.5.1. Requerimientos de materia prima

La materia prima contiene el 10% de humedad, en la etapa de carbonización se pierde el 65% de masa y en la activación un 5%. Con estos datos y sabiendo que la producción de carbón activado es de 800 Tn/año, se obtiene que la cantidad de materia prima requerida es de 2826 Tn/año.

6.5.2. Modo de operación

Nuestra planta estará en funcionamiento seis días para la etapa de carbonización ya que en esta el rendimiento en masa es muy bajo y tres días para la etapa de activación, las 24 horas. Operando de esta forma tendremos ciclos de nueve días, con estos ciclos organizados de esta



manera se minimiza el volumen de carbonizado a almacenar. Se elige este modo de operación para no sobredimensionar el horno, que es el activo más costoso.

Los supuestos son:

- De los 365 días del año, descontando los días operativos en los que la planta no opera por distintos motivos como son reparaciones, mantenimiento, vacaciones, imprevistos, etc., la planta operara aproximadamente 285 días.
- De los días operativos mencionados, y teniendo en cuenta los ciclos planteados se desprende que de los 285 días se usaran para la carbonización 190 días y para la activación los restantes 90 días.

La capacidad del horno se puede calcular a partir de la materia prima a carbonizar y la cantidad de los días necesarios para eso.

$$Capacidad_C = \frac{2826 \text{ Tn}}{190 \text{ días}} = 14,87 \frac{\text{Tn}}{\text{días}} = 619 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}} \cong 620 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

Entonces el horno tendrá una capacidad aproximada de 620 Kg/h de materia prima.

Con este dato podemos calcular los días reales para esta etapa:

$$Días_{carbonizar} = \frac{2826 \text{ Tn}}{0,6 \frac{\text{Tn}}{\text{hr}} * 24 \frac{\text{hr}}{\text{día}}} = 196,25 \text{ días} \cong 200 \text{ días}$$

Como ya se había mencionado la humedad de la materia prima es de 10% y la eliminación de átomos en la etapa de carbonización del 65% en base seca, se puede determinar calculando la cantidad de materia prima carbonizada que luego será activada.

$$M_A = 2826 \frac{\text{Tn}}{\text{ciclo}} * 0,9 * 0,35 = 890,2 \frac{\text{Tn}}{\text{ciclo}}$$

Esta cantidad de carbonizado debe ser activado en 90 días, de esta manera se calcula la capacidad del horno para la etapa de activación.

$$Capacidad_A = \frac{890,2 \frac{\text{Tn}}{\text{ciclo}}}{90 \frac{\text{día}}{\text{ciclo}}} = 9,89 \frac{\text{Tn}}{\text{día}} * \frac{1 \text{ días}}{24 \text{ hr}} = 0,412 \frac{\text{Tn}}{\text{hr}} \cong 412 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}}$$

Conociendo la cantidad de materia prima que se va a utilizar para la carbonización y por lo tanto para la activación se puede calcular los días para la activación.

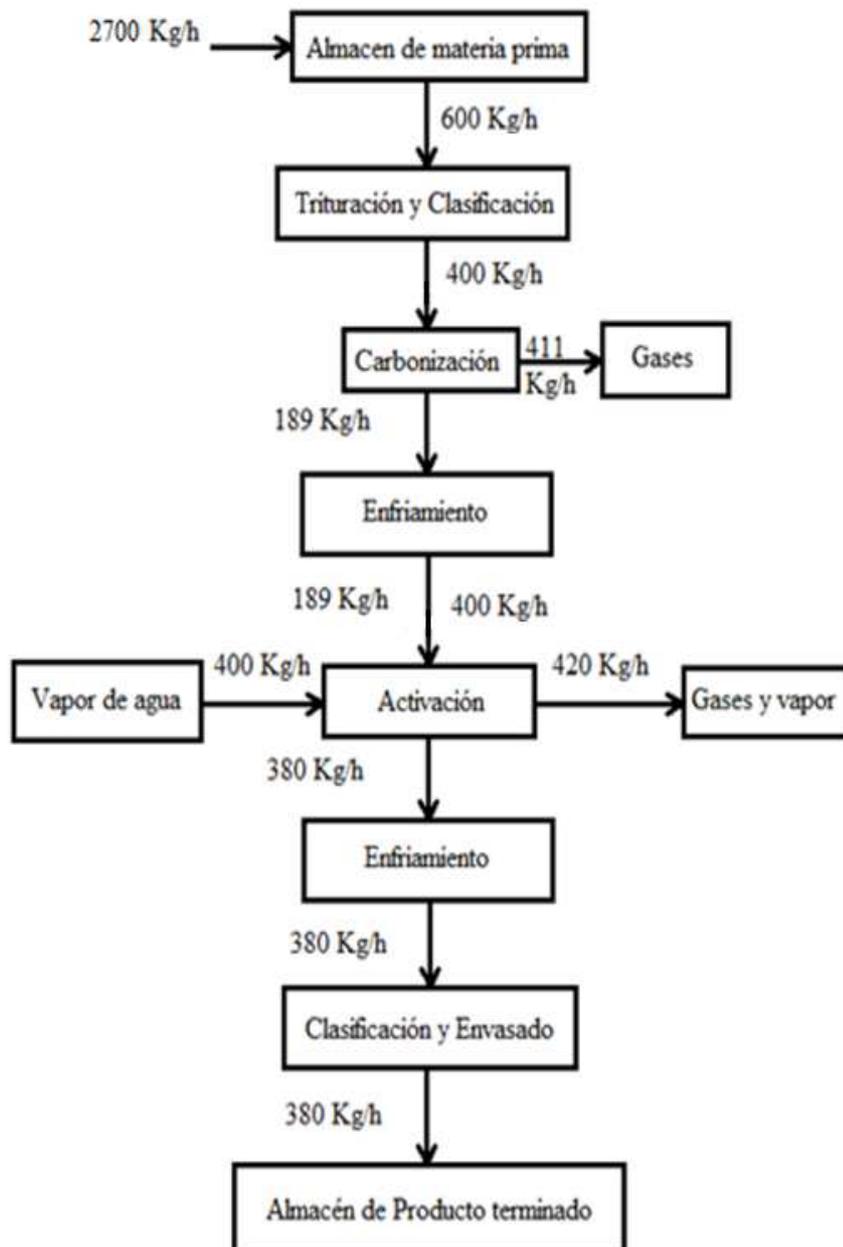
$$Días_{activar} = \frac{890,2 \text{ Tn}}{0,4 \frac{\text{Tn}}{\text{hr}} * 24 \frac{\text{hr}}{\text{día}}} = 92,7 \text{ días} \cong 90 \text{ días}$$



Con los datos obtenidos se puede concluir que las capacidades del horno cambiaron, llegamos a obtener el nuevo modo de operación, entonces se determina que para la carbonización serán necesarios 188 días y para la activación 90 días.

Entonces se redefine la cantidad de días operables que serán 290 días al año, para cubrir la producción del año de 800 Tn/año, intercalando periodos de seis días de carbonización y tres para la activación cumpliendo los 31 ciclos de producción. Si durante el funcionamiento se atrasa algunos de los periodos por motivos desconocidos o conocidos, al reiniciarse se seguirá con el mismo proceso hasta alcanzar la producción especificada.

6.5.3. Balance de masa de global



Elaboración propia. Figura 6.7 Balance de masa global



| | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|---------------------------------------|---|-------------------|------------------------------|----------------|------|-------------------------------------|--------|----------------------------------|--------|-----------------------------------|-------|
| | | carbonización en días | 188 | Humedad de la madera | 0,1 | 0,9 | | | | | | |
| | | Activación | 88 | Carbonización pierde masa | 0,65 | 0,35 | | | | | | |
| | | Ciclos | 31 | Activación pierde masa | 0,05 | 0,95 | | | | | | |
| Ingreso al horno | | | | | | | | | | | | |
| 91,16 | Toneladas de madera humeda por 6 días | | | | | | | | | | | |
| | | <table border="1"> <tr> <td>Toneladas de madera seca por 6 días</td> <td>82,045</td> </tr> <tr> <td>Toneladas de madera seca por día</td> <td>13,674</td> </tr> <tr> <td>toneladas de madera seca por hora</td> <td>0,570</td> </tr> </table> | | | | | Toneladas de madera seca por 6 días | 82,045 | Toneladas de madera seca por día | 13,674 | toneladas de madera seca por hora | 0,570 |
| Toneladas de madera seca por 6 días | 82,045 | | | | | | | | | | | |
| Toneladas de madera seca por día | 13,674 | | | | | | | | | | | |
| toneladas de madera seca por hora | 0,570 | | | | | | | | | | | |
| Carbonización (6 días) | A l finalizar la etapa sale la | 28,716 | Toneladas 6 días | Material que pasa a la etapa | | | | | | | | |
| | siguiente cantidad de residuo solido | 4,786 | Toneladas por día | de activación | | | | | | | | |
| | Capacidad del horno 600 Kg/hr | 0,199 | Toneladas por hr | Total Carbon = | 899,762 | | | | | | | |
| Activación (3 días) | Material que sale | 27,280 | Toneladas 3 días | Material que sale activado | | | | | | | | |
| | como carbon activado | 9,093 | Toneladas por día | en el año = | 800,214 | | | | | | | |
| | Capacidad del horno 400 Kg/hr | 0,379 | Toneladas por hr | | | | | | | | | |

Tabla 6.4 Balance de masa por equipo. Elaboración propia

6.5.4. Tolva y silo de almacenamiento

Para conocer el volumen de la tolva de alimentación al horno y el del silo de almacenamiento del material carbonizado, debemos conocer las densidades del material.

$$\delta_{CE} = \text{Madera de pino: } 760 \text{ kg/m}^3$$

$$\delta_{CT} = \text{Madera de pino triturada: } 900 \text{ Kg/m}^3$$

$$\delta_C = \text{Madera de pino carbonizada. } 200 \text{ Kg/m}^3$$

- Calculo de la tolva

La tolva es la alimentación del horno y deberá ser capaz de almacenar la cantidad necesaria para 3 horas de trabajo, como se mencionó en un principio.

$$Vol_{tolva} = \frac{M}{\delta_{CT}} = \frac{600 \frac{Kg}{hr} * 3 hr}{900 \frac{Kg}{m^3}} = 2m^3 * 1,5 = 3m^3$$



- Silo de Almacenamiento

Este será el almacén del sólido acumulado durante la etapa de carbonización, para luego ser procesado por la etapa de activación. El tamaño será el equivalente a la producción de carbonizado durante 6 días.

$$V_{silo} = \frac{28.716 \text{ Kg}}{200 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}} = 143,58 \text{m}^3$$

Con el volumen a almacenar y suponiendo un diámetro de 4 metros, se calcula la altura del silo:

$$H_{silo} = \frac{4 * V_{silo}}{\pi * D^2} = \frac{4 * 143,58 \text{m}^3}{\pi * 4^2} = 11,42 \text{ m}$$

6.5.5. Trituradores

El triturador primario será utilizado previo a la carbonización de la madera para darle un tamaño adecuado para ser procesado. El tamaño de gránulo apto de la materia prima según bibliografía consultada es de 0,5 cm. a 1cm. Además luego de obtenido el producto final este debe ser triturado en el triturador secundario para darle el tamaño de gránulo para su comercialización, el cual puede variar de acuerdo al uso que se le quiera dar y a los requerimientos del cliente.

Para la etapa primaria, el flujo de entrada se calcula con los siguientes supuestos:

- La materia prima llega a en toda época del año.
- La cantidad total es 2.826 toneladas anuales, es decir 43 toneladas diarias.
- La trituradora operará durante un turno de 8 horas, tiempo necesario para que los camiones lleven la materia prima a la planta.

$$Capacidad_{trituradora} = \frac{43 \frac{\text{Tn}}{\text{día}}}{8 \frac{\text{hr}}{\text{día}}} = 5,375 \frac{\text{Tn}}{\text{hr}} / 0,76 \frac{\text{Tn}}{\text{m}^3} = 7,07 \text{m}^3$$

La madera debe tener un diámetro que normalmente va entre los 1,5 y 3,5 centímetros y deben ser reducidos a un tamaño de grano de 5 a 10 mm.



Se consultó el catálogo de la empresa IMATESA S.A. para determinar el triturador que cumpla con los requerimientos anteriores.

El equipo seleccionado es:

- Triturador de Mandíbula Modelo PEX 100x600
- Tamaño de alimentación: 0 – 80 mm.
- Rango de apertura de descarga: 7 – 21 mm
- Capacidad de Trituración: 2 – 8 m³/hr.
- Velocidad: 330 rpm
- Potencia Motor: 7,5 Kw.
- Dimensiones:
 - Ancho: 1,66 m.
 - Largo: 7,85 m.
 - Peso: 900 kg.

Para el triturador secundario se utilizará un Triturador de martillo, el cual permite obtener la granulometría adecuada para el producto final. En esta etapa, el material debe ser triturado a tamaños entre 0,5 y 5 mm. Para obtener las especificaciones de este triturador se consultó el catálogo de la empresa Maquimin Ltda.

Estas especificaciones son las siguientes:

- Modelo: F350x180.
- Tamaño de alimentación: hasta 50 mm.
- Tamaño de salida: Ajustable hasta 12 mm.
- Capacidad de triturado: de 0,7 hasta 3 toneladas por hora.
- Potencia motor: 5,5 KW.
- Peso: 0,4 toneladas.

Este triturador permitirá obtener diversas granulometrías, de acuerdo a los requerimientos de cada cliente.



6.5.6. Harnero

El harnero: Aparato destinado a separar el material fino, después de la molienda antes de proceder con las siguientes actividades.

Será utilizado al final del proceso de fabricación del carbón activado y será utilizado para clasificar el producto final según tamaño. De acuerdo a cotizaciones, el harnero adecuado presenta las siguientes características y es comercializado por Maquimin Ltda.:

- Modelo: 1320.
- Rango de entrada: Hasta 100 mm.
- Salida (mm): Ajustable de acuerdo al tamaño de los agujeros seleccionados.
- Potencia: 5,5 KW.
- Peso: 3 toneladas.

6.5.7. Cintas Transportadoras y elevadores helicoidales

Las cintas permitirán transportar material desde un equipo a otro de manera más rápida y eficiente si se compara con otros sistemas de transporte de material como por ejemplo utilizando operarios que trasladen el material desde un equipo utilizando un camión y luego ser descargado en otro equipo.

Se necesitan varias cintas transportadoras y elevadores helicoidales las cuales serán utilizadas para los siguientes procesos:

- Transporte desde el camión hasta la tolva dosificadora que almacena el material antes de ingresarlo al horno;
- Para el transporte desde el triturador secundario hasta el clasificador, donde se clasificará el producto de acuerdo a su tamaño y forma;
- Para el transporte hacia el triturador primario;
- Para el transporte desde el triturador primario a bodega y
- Para transportar el material sólido obtenido en la carbonización hasta el silo de almacenamiento donde se guardará el material que pasará a activación.



6.5.7.1.Cintas transportadoras

Se necesitan dos cintas transportadoras las cuales serán utilizadas para las siguientes operaciones:

- Transporte desde la caja derivadora a la salida del enfriador hasta la trituradora secundaria.
- La segunda desde la trituradora secundaria hasta el clasificador donde se clasifica el producto.

La longitud queda determinada por las medidas del lay out de la planta, de esta forma se obtiene que la medida de la cinta transportadora va desde la salida de las cajas derivadoras hasta la entrada de la trituradora secundaria y mide 4 metros y la cinta que va desde la misma trituradora hasta el clasificador mide 3 metros.

6.5.7.2.Elevadores helicoidales

Se necesitaran tres elevadores helicoidales, para el diseño de estos hay que tener en cuenta el juego que hay entre el tornillo sin fin y la camisa interna que no sea muy elevado, para que el material transportado no sea molido en esta etapa.

Los elevadores helicoidales utilizados serán:

- El primero de ellas lleva la madera desde el almacén de materia prima hasta la entrada de la trituradora primaria, siendo de longitud 5,5 metros.
- El segundo es el encargado de volcar el material triturado a la tolva autodescargable teniendo una longitud de 4 metros.
- El ultimo elevador lleva el material carbonizado desde el horno hasta el silo de almacenamiento de carbonizado, este tendrá una longitud de 7 metros.

6.5.8. Caldera

La caldera alimentará al horno rotatorio de vapor de agua, el cual actuará como agente oxidante en la etapa de activación del material sólido carbonizado. Se observó las experiencias termo gravimétricas y se concluye que la relación de carbonizado/vapor como máximo toma un valor de 1.

Al horno ingresará una cantidad aproximada de 600Kg de carbón por hora y se necesitaran 450 Kg/hr de vapor.

Se selecciona una caldera de 600Kg/hr, los datos son:



- Caldera humotubular horizontal, marca FERRARA.
- Modelo FV-HP-75/200.
- Tres paso de gases, fondo húmedo.
- Tamaño compacto para lugares reducidos.
- Producción de 600 Kg/hr
- Presión de trabajo 10 kg/hr

6.5.9. Lavador de gases

Los lavadores de gases están orientados a la extracción y tratamiento de gases contaminantes, fundiciones, plantas de tratamiento químico, y en general donde se requiere extraer los gases nocivos. Estos sistemas se componen generalmente por un ventilador centrífugo simple o ventilador axial, una red de ductos y un conjunto de campanas.

Una de las ventajas de los lavadores de gases es su instalación compacta, prácticamente no tiene limitante de temperatura y humedad para los gases a tratar, bajos costos de mantenimiento, absorción de contaminantes gaseosos como CO_2 , H_2S y SO_2 .

Las características y dimensiones aproximadas del lavador de gases serán de 1,2 m. de diámetro y espesor de 10 mm, altura total de tres metros construidos de acero inoxidable y materiales anticorrosivos, en donde los gases son “lavados” en un lavador de flujo transversal con una solución acuosa de finas gotas dispersadas que retienen y precipitan los particulados.

El gas que debe ser lavado entra por la parte inferior de la torre y sale por la parte superior. La solución limpiadora es atomizada sobre la superficie de contacto y drenada por gravedad para luego ser recirculada.

6.5.10. Enfriador

El material luego de ser procesado en el horno debe pasar al enfriador/secador para ser enfriado. Este equipo debe ser utilizado en ambas etapas. El enfriamiento se justifica pues el material sale al rojo vivo del horno y al exponerlo a un enfriamiento lento puede afectarlo en calidad, además por razones de seguridad para los operarios y además porque el material debe ser transportado hasta el silo de almacenamiento. Lo que ingresa al enfriador es el material sólido que sale del horno.

De acuerdo a los cálculos ya realizados la cantidad de material que ingresará a este horno es de 380 kg/hr, la temperatura de salida es de 900°C que se deben enfriar alrededor de los 90°C , entonces selecciona el siguiente equipo:



Enfriador/Secador Bepex modelo SJ30-20

Dimensiones:

- Largo: 7,9 metros.
- Diámetro interno: 0,76 metros.
- Diámetro externo: 1,17 metros.
- Potencia: 25 HP.
- Peso: 4,4 toneladas.
- Volumen: 3,5 m³.

Este enfriador/secador utiliza dos métodos para enfriar o secar, según lo que se requiera, el material ingresado. Está el enfriamiento indirecto, el enfriamiento directo o una combinación de ambos. El enfriamiento puede ser realizado con gases como el nitrógeno (que posee un punto de condensación de -196°C) o con aire el cual es ingresado en contracorriente con el material sólido. La entrada del producto se realiza por la parte superior de uno de los extremos del enfriador y la salida se realiza por la parte inferior del otro extremo del enfriador.

6.6. DISEÑO DEL HORNO

EL horno es la principal herramienta para el proceso de carbonización y activación, es el equipo más importante y se constara con un horno para las dos etapas mencionadas anteriormente.

Debido a la poca información que se encuentra respecto al tema, todo lo que se detalla a continuación es en parte de fuentes de internet y de libros como Rotary Kilns Transport Phenomena and Transport, el cálculo se basa en la producción de cemento, por lo tanto se trata de llevar las dimensiones del mismo al horno que necesitamos.

6.6.1. Descripción general de hornos

Consiste en un cilindro de acero, recubierto en su interior por ladrillos refractarios, que se encuentran ligeramente inclinado respecto a la horizontal (menos de 10 grados) y que gira lentamente, a velocidades inferiores a 5 r.p.m.

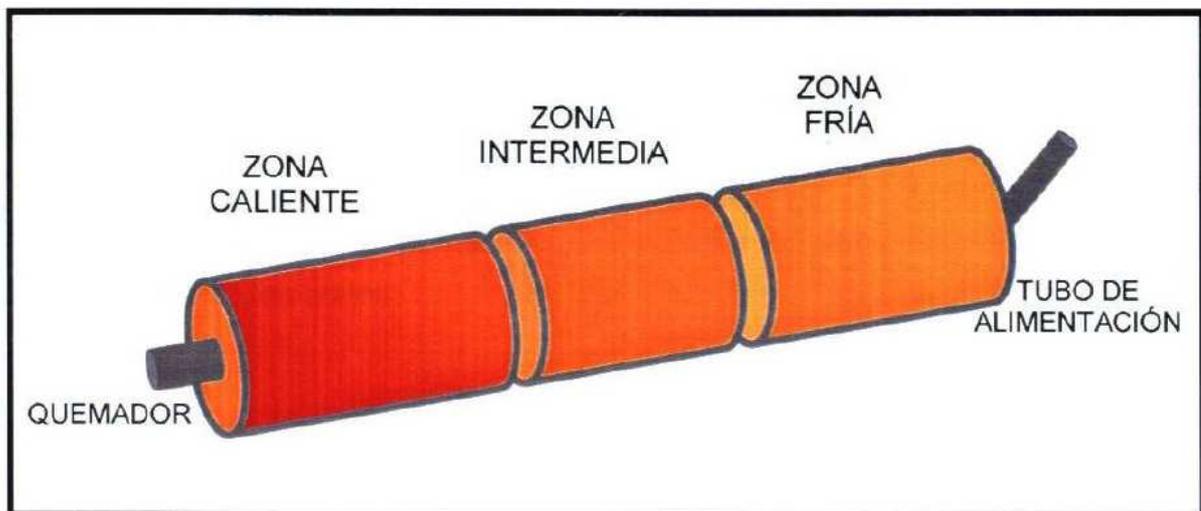
El cilindro cuenta con llantas de acero que se apoyan sobre rodillos. Los rodillos soportan el peso del horno y su carga. Absorben dicho peso según dos componentes, la de mayor importancia perpendicular al eje del horno y la otra, de mucho menor valor, paralela al eje del horno. La componente perpendicular es absorbida en cada llanta mediante un par de rodillos,



con ejes paralelos al horno, denominados de apoyo. La componente axial es soportada por un único rodillo, de eje perpendicular al del horno, denominado de empuje.

La cantidad de llantas y los consiguientes apoyos depende de la longitud del horno, En general, se puede señalar que las llantas se encuentran distanciadas entre sí cada 25 o 30 metros. El movimiento rotativo del horno es impulsado por un piñón acoplado a una corona (rígidamente vinculada al cilindro de acero). Generalmente el motor que produce la rotación es eléctrico, del tipo asincrónico o de corriente continua y, a través de un reductor de velocidad, moviliza al piñón.

El calentamiento del horno se efectúa con gases calientes que se producen por combustión, en un quemador, de gas, fuel-oil, u otros combustibles. Habitualmente el quemador se ubica en el extremo más bajo. En la punta opuesta del horno se ubica la chimenea por donde se evacuan los gases del mismo. Esto significa que el extremo inferior del horno, donde se ubica el quemador, es la zona más caliente. Los gases producidos van recorriendo el horno y entregando su calor, saliendo por el extremo opuesto.

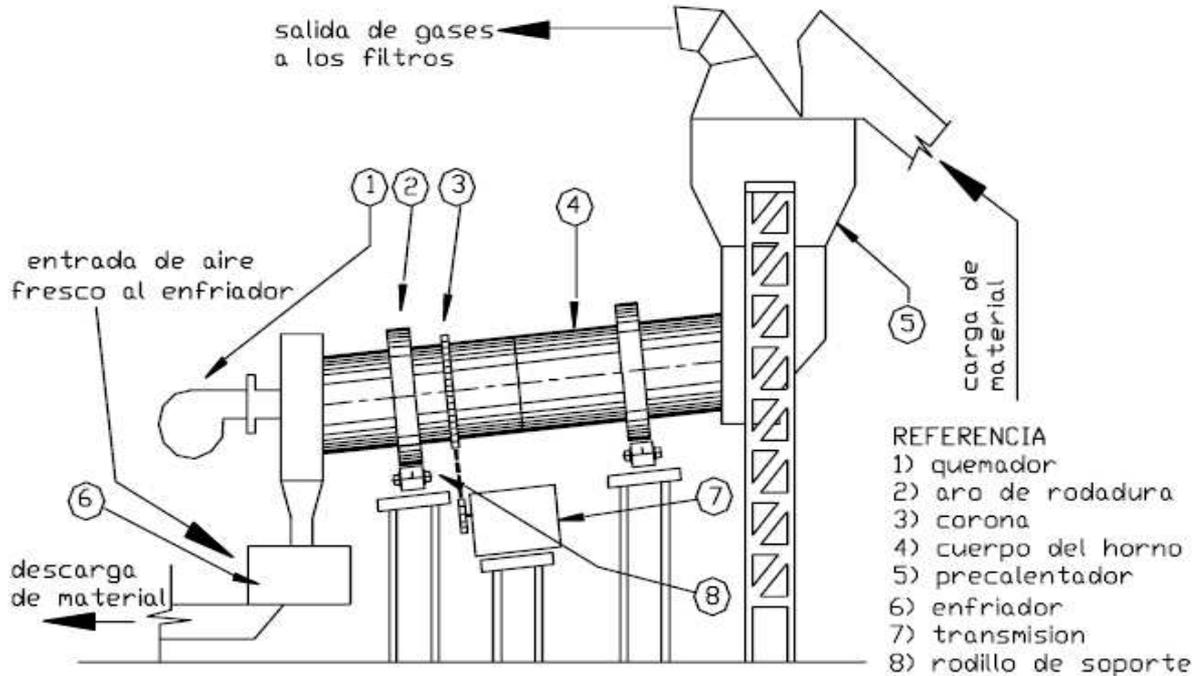


Fuente: bibliografía utilizada. Figura 6.8 Distintas zonas calientas del horno rotatorio

El material a procesar es alimentado por el extremo superior del horno (lado de la chimenea), mediante dispositivos apropiados tales como roscas transportadoras, rampas, etc. A consecuencia de la inclinación y rotación del horno, el material se desplaza a lo largo del mismo hasta el extremo inferior (lado del quemador), donde sale a través de la boca de descarga. El material circula a contracorriente con respecto al calor.

En los extremos el horno cuenta con cabezales no rígidamente vinculados al cilindro de acero. A efectos de evitar pérdidas de gases y material (en polvo), entre los extremos del cilindro y los cabezales, se colocan cierres herméticos en forma de laberintos o friccionantes.

Esquema de una planta de calcinación con horno rotatorio



Fuente: bibliografía utilizada. Figura 6.9 Esquema de un horno rotatorio

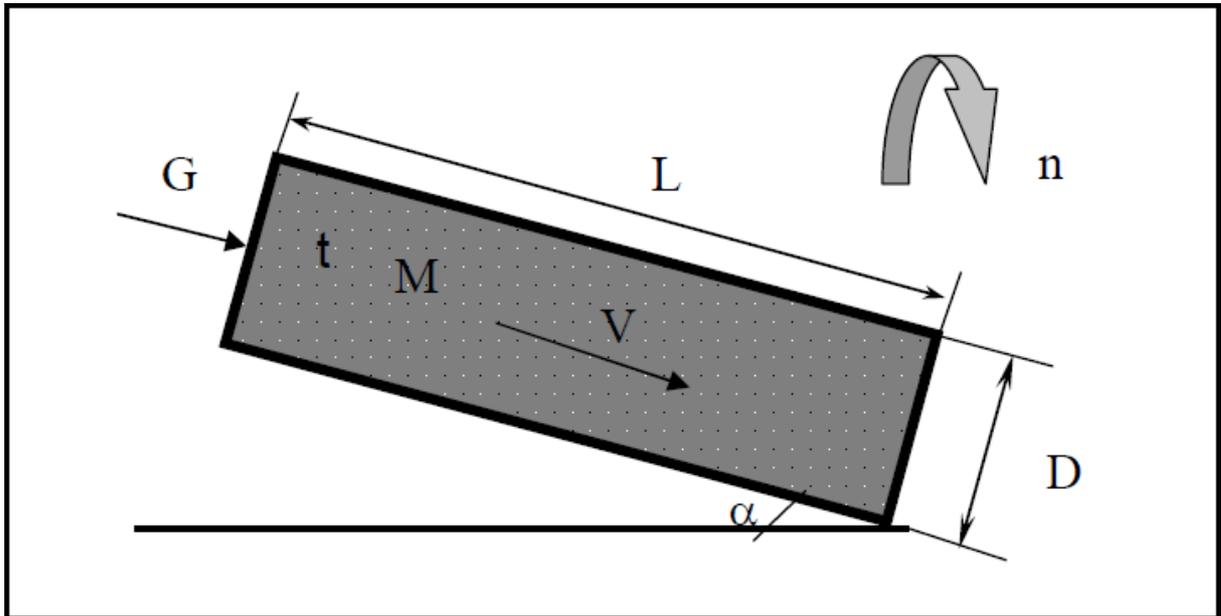
Ventajas y desventajas de la elección del horno rotatorio.

| Horno Rotatorio | Horno Vertical (VSK) |
|--|--|
| Ventajas | Ventajas |
| Producción de cemento homogéneo y de mayor calidad | Menor valor de la inversión |
| Menores costos de producción | |
| Menor polución ambiental, ya que la combustión se puede controlar de mejor manera | |
| Menor consumo de calor (<900kcal/kg de clinker) | |
| Menor número de fuerza laboral requerida | |
| Menor porcentaje de cal libre (<1.5%) | |
| Posibilidad de usar combustibles alternativos | |
| Proceso de producción dinámico, ya que el material es siempre agitado | |
| Nuevas plantas pueden obtener más fácilmente las licencias ambientales, ya que pueden cumplir con toda la normatividad ambiental existente | |
| Desventajas | Desventajas |
| Mayor valor de la inversión | Cemento de calidad inferior que no es útil para estructuras de gran tamaño o para obras de infraestructura como puentes, aeropuertos, etc. Tampoco es apto para la exportación |
| | Mayores costos de producción |
| | Mayor polución ambiental y difícil adaptabilidad a sistemas de despolvamiento modernos |
| | Mayor consumo de calor (hasta un 105% más por tonelada de clinker) y por lo tanto, mayores costos en combustible |
| | Mayor cantidad de fuerza laboral requerida |
| | Mayor porcentaje de cal libre (de 1,5% a 5%) |
| | No es posible utilizar combustibles alternativos |
| | Es un proceso estático (cada nódulo debe ser considerado como un "horno independiente") |
| | Licencias ambientales más difíciles de obtener |

Fuente: bibliografía utilizada. Tabla 6.5 ventajas y desventajas



-Parámetros básicos de diseño:



Fuente: bibliografía utilizada. Figura 6.10 Variables de diseño

- G = velocidad de alimentación.
- V = velocidad de desplazamiento del material dentro del horno.
- M = masa de material que se encuentra en el horno.
- S = pendiente del horno.
- N = velocidad de rotación del horno.
- t = tiempo de residencia.
- Otras variables constructivas, rodaduras, potencia del motor accionamiento, espesor de refractario, etc. Estas mismas y más variables estas descriptas en el Anexo II.

6.6.2. Grado de llenado del horno

6.6.2.1.Introducción

Se tratarán los mecanismos de transporte de materiales dentro del horno, el cálculo y la medición del llenado en dichos hornos, el cálculo del tiempo del material en el horno , los problemas en relación al llenado de hornos así como también se trata el tema de la segregación del material.



6.6.2.2. Movimiento y transporte de materiales en el horno

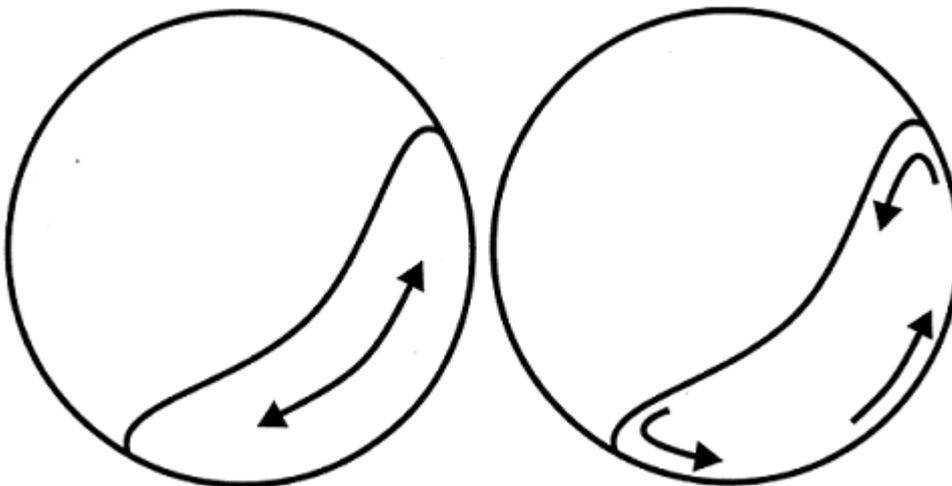
El avance del material en el horno rotatorio puede dividirse en dos movimientos: el subcrítico y el supercrítico.

En el movimiento subcrítico el material se desplaza en forma oscilatoria. Se levanta con un cierto recorrido en contacto con la pared rotatoria del horno para luego deslizarse hacia abajo siguiendo la pared del horno. Se dice que el material se desliza o patina por el revestimiento interior. Bajo estas circunstancias el material no se mezcla y la transmisión de calor es muy pequeña.

El movimiento supercrítico del material es el que se desea obtener en un horno rotativo. Con el movimiento supercrítico, el material sigue un recorrido circular en el que el material es levantado en contacto con la pared rotatoria del horno y luego vuelve a caer sobre el material que se encuentra diagonalmente en el horno.

Los datos decisivos para el tipo de movimiento del material son:

- 1.- La aspereza del revestimiento del horno.
- 2.- La capacidad de pegadura del material dependiendo de la temperatura.



Fuente: bibliografía utilizada
Figura 6.11 Grado de llenado: a) subcrítico, b) supercrítico

El desplazamiento del material dentro del horno rotatorio viene determinado por la resultante de dos componentes o factores decisivos que son:

- a)- El material se mueve en la misma dirección que el eje longitudinal debido a la inclinación del horno. Esta inclinación varía entre el 3 y el 4 % lo cual corresponde a un ángulo de entre $1^{\circ} 43'$ y $2^{\circ} 17'$.
- b)- El material se desplaza perpendicularmente con respecto al eje longitudinal debido a la rotación del horno.



Según Heiligenstaedt (1951) el ángulo de deslizamiento β (Angulo de talud del material) para el material en un horno rotatorio tiene los siguientes valores:

- Polvo de cemento, caliente, medida 0 – 0.2 mm $\beta = 35^\circ$
- Polvo de cemento, maduro, medida 0 – 0.2 mm $\beta = 45^\circ$

- Cemento clínker, medida 0 - 50 mm $\beta = 35^\circ - 40^\circ$

El movimiento resultante se caracteriza por un ángulo β que puede calcularse aplicando la fórmula siguiente:

$$\tan\beta = \frac{\sin\nu}{\tan\theta} \quad (4.1)$$

Siendo:

β = Movimiento de material resultante (Ángulo del material en movimiento) grados ($^\circ$)

ν = Inclinación del horno en grados, grados ($^\circ$)

θ = Angulo de deslizamiento del material, grados ($^\circ$)

Se ha demostrado que la capacidad de transporte por hora Q (Producción horaria, kg/h) en un horno rotatorio por vía seca puede aproximarse utilizando la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{\Phi\rho_a\pi D_i^2}{4} D_i\pi \tan(\beta)60n \quad (4.2)$$

O bien:

$$Q = 1,48nD_i^3\Phi\rho_a \tan(\beta) \quad (4.3)$$

Siendo:

Q = Capacidad de transporte por hora, (kg /h)

D_i = Diámetro interior del horno (m)

n = Velocidad de rotación del horno, r.p.m.

Φ = Grado de llenado del horno.

ρ_a = Densidad del material

β = Movimiento del material resultante, grados ($^\circ$).

El grado de llenado Φ se define como la relación entre la parte llena de material del área de la sección transversal F y el área total de la sección transversal del horno f, es decir:



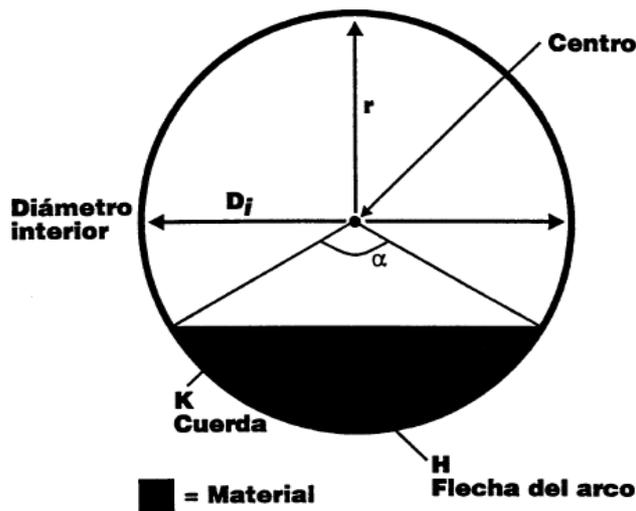
$$\Phi = \frac{F}{f} * 100 = \frac{\text{Area*segmento circular}}{\text{Area circular}} * 100 \quad (4.4)$$

Siendo:

Φ = grado de llenado

F = Área de la sección transversal de la parte del horno llena de material, m².

f = Área de la sección transversal total, m².



Fuente: bibliografía utilizada
 Figura 6.12 Variables para el grado de llenado

El área de la sección transversal del horno es $f = \pi r^2$ y para el material la sección transversal se puede calcular por medio del área de un segmento circular:

$$\text{Área segmento circular} = \text{Área sector circular} - \text{Área triángulo}$$

y como:

$$\text{Area segmento circular} = \frac{\pi r^2 \alpha}{360} - \frac{r^2 \text{sena} \alpha}{2} \quad (4.5)$$

Si se combinan ambas expresiones de f y F de la fórmula (4.3) se obtiene la fórmula:

$$\Phi = \frac{1}{2\pi} \left(\frac{\pi \alpha}{180} - \text{sena} \alpha \right) * 100 \quad (4.6)$$

Siendo:

α = Ángulo que cubre el material en el horno.

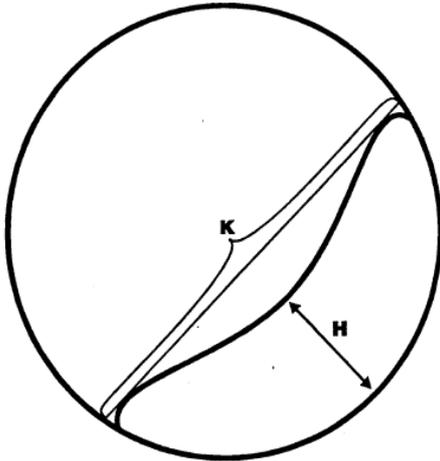
El ángulo α se puede calcular midiendo la cuerda K figura 4.12 o la flecha de arco H, que es la altura del llenado en su centro. El ángulo α en ambos casos puede calcularse con las expresiones:



$$\alpha_H = 2\arccos\left(1 - \frac{H}{r}\right) \quad (4.7)$$

Siendo:

α_H = Angulo que el material cubre en el horno, H se refiere a la flecha de arco en metros.
H= longitud de la flecha de arco, metros.
r= radio interior del horno, metros.



Fuente: bibliografía utilizada

Figura 6.13 indicación de la cuerda K, y de la flecha del arco H.

6.6.2.3. Calculo del grado de llenado

A continuación calcularemos el máximo grado de llenado teórico de un horno. Primero calculamos la mayor flecha de arco H_{max} , que debe ser utilizada en la fórmula 4.8:

$$H_{max} = \frac{D_i}{2} - \frac{d_i}{2} \quad (4.8)$$

Debemos calcular α_H , ángulo que cubre el material en el horno, que se obtiene de la Ecuación 4.7:

$$\alpha_H = 2\arccos\left(1 - \frac{H}{r}\right) \quad (4.7)$$

De esta forma tenemos los datos necesarios para el cálculo del grado de llenado:

$$\Phi = \frac{1}{2\pi} \left(\frac{\pi\alpha}{180} - \text{sen}\alpha \right) * 100 \quad (4.6)$$



A modo de ejemplo:

$$D_i = 1 \text{ (supuesto)}$$

$$d_i = 0,8 \text{ (80\%)}$$

$$H_{max} = \frac{1}{2} + \frac{0,8}{2} = 0,1$$

$$\alpha_H = 2 \arccos \left(1 - \frac{0,1}{0,5} \right) = 73^\circ 44' 23''$$

$$\Phi = \frac{1}{2\pi} \left(\frac{\pi 73^\circ 44' 23''}{180} - \text{sen}(73^\circ 44' 23'') \right) * 100 = 5,2\%$$

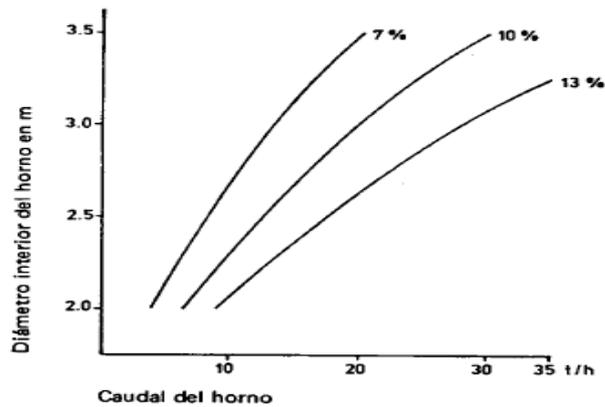
Los grados de llenado fluctúan entre los límites del 5 -17 %. Independientemente del diámetro del horno el grado de llenado, expresado en función del ángulo central, α_H , del segmento ocupado por el material se indica a continuación en la tabla 4.6

| Angulo central | Llenado del horno en % |
|----------------|------------------------|
| 110° | 15.65 % |
| 105° | 13.75 % |
| 100° | 12.10 % |
| 95° | 10.70 % |
| 90° | 9.09 % |
| 85° | 7.75 % |
| 80° | 6.52 % |
| 75° | 5.40 % |
| 70° | 4.50 % |

Fuente: bibliografía utilizada

Tabla 6.6 Grado de llenado, expresado en función del ángulo central, α_H , del segmento ocupado por el material

La influencia del grado de llenado sobre el caudal del horno rotatorio se representa en la figura 6.14. Las tres curvas corresponden a los grados de llenado del 7, 10 y 13 % y cada una describe la variación del diámetro del horno en metros, como función del caudal, en toneladas/ hora, para diámetros de 2 hasta 3.5 m.



Fuente: bibliografía utilizada
 Figura 6.14 Grado de llenado y caudal del horno

6.6.2.4. Pendiente del horno rotatorio

No hay ninguna regla válida para determinar la pendiente de los hornos rotatorios. Su valor oscila entre el 2 - 6 %. La mayoría de los hornos están instalados con pendientes entre el 2 - 4 % con relación a la horizontal. Inicialmente, los hornos presentaban elevadas pendientes y reducida velocidad angular de unas 0.5 - 0.75 rpm. Las pendientes pequeñas requieren velocidades más altas. Esto ofrece la ventaja de favorecer la mezcla del material y origina un intercambio de calor más intenso.

En la explotación práctica del horno, el grado de llenado no debe pasar del 13 %, pues valores superiores empeoran la transmisión del calor.

Bohman ha postulado como correctas las siguientes pendientes de hornos:

- 5 % de pendiente para hornos de hasta 2.8 m de diámetro.
- 4 % de pendiente para hornos de hasta 3 - 3.4 m de diámetro.
- 3 % de pendiente para hornos de más de 3.4 m de diámetro.

Esta recomendación se confirma actualmente, puesto que la mayoría de los hornos con diámetro superior a 3.4 m muestran pendientes del 3 - 3.5 %.

Además, se sabe que el grado de llenado depende de la relación de la longitud (L) al diámetro (D) y del tiempo de residencia como se verá más adelante.

$$Q = 1,48nD_i^3 \Phi \rho_a tg(\beta)$$

$$tg = \frac{Q}{1,48nD_i^3 \Phi \rho_a} = \frac{600 \text{ kg/h}}{1,48 \cdot 3 \cdot (1\text{m})^3 \cdot 5,2 \cdot 903 \text{ kg/m}^3} = 1^\circ 38' 54,4''$$

Con esto podemos calcular v de la ecuación 4.1



$$tg\beta = \frac{\text{sen } v}{tg\theta}$$

$$v = \text{arc sen } [tg 40 * tg 1^{\circ}38'54,4"] = 1^{\circ}23'1,41''$$

6.6.2.5. Tiempo de Residencia

El tiempo que el material utiliza para pasar por el horno rotatorio (el tiempo de permanencia t en minutos) se puede hallar por medio de la fórmula siguiente:

$$t_{(min)} = \frac{1,77LG\sqrt{\theta}}{vD_in} \quad (4.9)$$

La fórmula anterior es una expresión empírica del tiempo de permanencia en el horno.

Siendo:

t = Tiempo de permanencia, minutos.

L = Longitud del horno, metros.

θ = ángulo de deslizamiento del material, grados. En hornos de cemento se calcula un $\theta = 40^{\circ}$.

G = Factor de forma, que tiene en cuenta las estrangulaciones y los dispositivos del horno. Si el diámetro del horno es constante y sin ningún dispositivo interno, se toma $G= 1$. Con estrangulaciones y dispositivos internos el valor de G puede llegar a tomar el valor 2 (Doble de tiempo, manteniendo constantes los valores de los demás parámetros).

v = Inclinación del horno, grados ($^{\circ}$).

D_i = Diámetro interior del horno, metros.

n = Velocidad de rotación del horno por minuto, r.p.m.

Ahora se procede a calcular el largo L del horno debemos recurrir a la fórmula del tiempo de residencia, que es dato y su valor es de 20 minutos.

Se despeja L de la Ecuación 4.9 obtenemos la capacidad del horno.

$$L(m) = \frac{tvD_{in}}{1,77 G\sqrt{\theta}} = \frac{20 \text{ min} * 1^{\circ}23'1,41'' * 1 * 3}{1,77 * 1 * \sqrt{40}} = 7,41 \text{ m}$$

Parámetros del diseño para la etapa de activación:

- $G=Q=600$ kg/h
- $D=1$ m



- $L=7,41\text{m}$
- $n= 3\text{rpm}$
- $\alpha = \nu = 1^{\circ}23'1,41''$
- $t= 20\text{ min}$
- $M=200\text{ kg}$
- $V=0,37\text{ m/min}$

Como es el mismo horno tanto para la carbonización como para la activación debemos calcular la velocidad de rotación del horno (n) para que se cumpla el tiempo de residencia que debe ser de 30 min y también cual será la capacidad para activar el material carbonizado.

Partiendo de la ecuación 4.9:

$$t_{(min)} = \frac{1,77LG\sqrt{\theta}}{\nu D_i n} \Rightarrow n = \frac{1,77LG\sqrt{\theta}}{\nu D_i t} = \frac{1,77 * 7,41 * 1 * \sqrt{40}}{1^{\circ}23'1,41'' * 30} = 2\text{rpm}$$

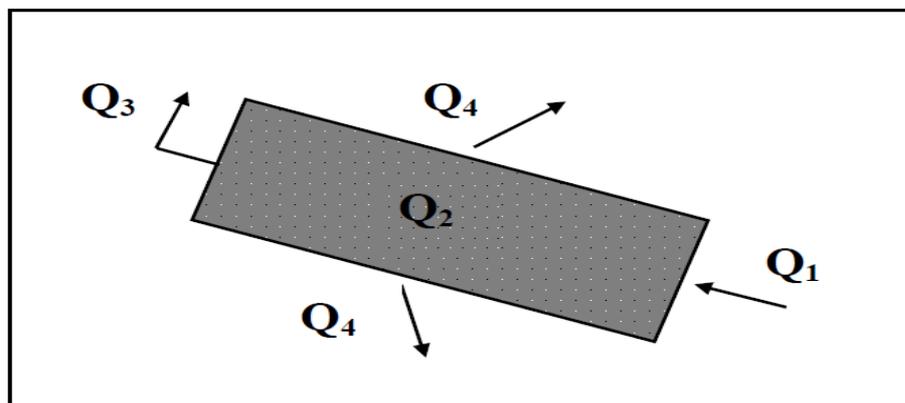
De la ecuación 4.2 se despeja la capacidad del horno:

$$Q = 1,48 * 2 * (1)^3 * 5,2 * 903 * \tan(1^{\circ}23'1,41'') = 400\text{ kg/h}$$

6.7. BALANCE TERMICO DEL HORNO ROTATORIO

6.7.1. Balance térmico: Etapa de carbonización

En el balance térmico del horno rotativo, de igual forma que en cualquier otro tipo de horno, se debe establecer una igualdad de calores puestos en juego dentro del proceso. Es decir, que el calor que se entrega al horno, al quemar el combustible, debe ser igual al que se consume en el proceso y las pérdidas en el horno son los gases que salen por la chimenea.



Fuente: bibliografía utilizada. Figura 6.15. Calores del horno



Al horno se le entrega calor, quemando combustible en un quemador Q1. Dicho calor en parte se utiliza para el proceso en el interior del horno Q2; otra parte se escapa por la chimenea, con los gases calientes del horno Q3 y la otra parte se pierde por diversas fugas del horno y radiación del cuerpo mismo Q4.

$$Q_1=Q_2+Q_3+Q_4 \quad (4.10)$$

Donde:

Q1: calor entregado al horno.

Q2: calor utilizado en el horno para el calentamiento y la reacción química.

Q3: calor que se llevan los gases calientes que salen por la chimenea.

Q4: calor perdido por radiación y fugas en el horno.

Como el único calor utilizado en el proceso es Q2, el rendimiento térmico del horno será:

$$\eta = \frac{Q_2 * 100}{Q_1}$$

Que para los hornos rotativos alcanza valores del orden del 45% al 65%.

A continuación se detallara el cálculo de cada uno de los calores puestos en juego en el horno:

1- Cálculo de Q₁

$$Q_1 = PCI * F_G$$

Donde:

PCI= Poder calorífico inferior (Kcal/kg)

F_G= Flujo de combustión (kg/hr)

2- Cálculo de Q₂

$$Q_2 = Q_{MP} + Q_R + Q_{SG} + Q_{MC} \quad (4.11)$$

Donde:

Q_{MP}= calor necesario para el tratamiento de la materia prima.

Q_R= calor de reacción.



Q_{SG} = calor consumido por los gases producto de la carbonización.

Q_{MPC} = calor consumido por el material carbonizado.

A continuación se detalla el cálculo de los calores de la ecuación:

- Cálculo de Q_{MP}

$$Q_{MP} = M_S * C_{PS} * \Delta t + M_W * C_{PWL} * \Delta t + M_W * \Delta H_v + M_W * C_{PWW} \Delta t \quad (4.12)$$

Donde:

M_S = masa de solido seco.

C_{PS} = calor especifico a presión constante del sólido.

M_W = masa del agua.

CP_{WL} , CP_{WV} = calor especifico a presión constante del agua en estado líquido y vapor respectivamente.

ΔH_{E_v} = calor latente de evaporación del agua.

$$Q_{MP} = 558 \frac{kg}{h} * 0,26 \frac{kcal}{kg} ^\circ C * (450 - 25) ^\circ C + 62 \frac{kg}{h} * \frac{1kcal}{kg} ^\circ C * (100 - 25) ^\circ C + 62 \frac{kg}{h} * \frac{539kcal}{kg} + 62 \frac{kg}{h} * \frac{0,497kcal}{kg} ^\circ C * (450 - 100) ^\circ C$$

$$Q_{MP} = 110.511,9kcal/h$$

- Cálculo de Q_R

$$Q_R = r * \Delta H_r \quad (4.13)$$

Donde:

ΔH = Cambio de entalpio en la carbonización

r = velocidad de reacción de la carbonización.

La velocidad de reacción se calcula como la masa de gases que se elimina de la materia prima por unidad de tiempo.



Por medio de la termogravimétrica se obtuvo los siguientes porcentajes en masa, en base seca. Con esto podemos calcular la velocidad de reacción:

| | | |
|--------------------|-----------------------|----------------|
| Gases Condensables | Gases no Condensables | Residuo Solido |
| 45% | 18% | 37% |

Fuente: bibliografía utilizada
 Tabla 6.7 composición de gases producto de carbonización

$$r = F_{GC} + F_{GNC} = M_S * (0,45 + 0,18) = 340,2kg/h$$

$$F_{GC} = 0,45 * M_S = 0,45 * 558 \frac{kg}{h} = 251,1kg/h$$

$$F_{GNC} = 0,18 * M_S = 0,18 * 558 \frac{kg}{h} = 100,44 kg/h$$

$$Q_R = 340,2 \frac{kg}{h} * 200 \frac{kcal}{kg} = 68.040kcal/h$$

- Cálculo de Q_{SG}

$$Q_{SG} = F_{GC} * \overline{C_{PGC}} * \Delta t + F_{GNC} * \overline{C_{PGNC}} * \Delta t \quad (4.14)$$

Donde FGC Y FGNC son los flujos de gases condensables producto de la carbonización, cuyos valores fueron obtenidos de la tabla anterior se puede ver el rendimiento en solido que se obtiene en la etapa de carbonización que es de 37% en base seca.

Dentro de los gases producidos, vemos la composición de cada uno de ellos para esta etapa del proceso.

| | | | | |
|----------------|-----------------|-------|-----------------|----------------|
| | CO ₂ | CO | CH ₄ | H ₂ |
| W _i | 0,266 | 0,305 | 0,203 | 0,226 |

Fuente: bibliografía utilizada. Tabla 6.8 Fracción másica de los gases no condensables

Dentro de los gases condensables, compuestos por agua y alquitranes las composiciones obtenidas por termogravimetria son: 0,792 para el agua y 0,208 para el alquitrán.

Con estos datos podemos calcular el calor específico de la mezcla de gases.

$$\overline{C_{PGC}} = X_{Alq} * \overline{C_{PAlq}} + X_W * \overline{C_{PW}} = 0,208 * 0,405 \frac{kcal}{kg^{\circ}C} + 0,792 * 0,497 \frac{kcal}{kg^{\circ}C} = 0477 \frac{kcal}{kg^{\circ}C}$$

$$\overline{C_{PGNC}} = X_{CO_2} * \overline{C_{PCO_2}} + X_{CO} * \overline{C_{PCO}} + X_{CH_4} * C_{PCH_4} + X_{H_2} * C_{PH_2} = 0,266 * 0,3 \frac{kcal}{kg^{\circ}C} + 0,305 * 0,27 \frac{kcal}{kg^{\circ}C} + 0,203 * 0,87 \frac{kcal}{kg^{\circ}C} + 0,226 * 3,62 \frac{kcal}{kg^{\circ}C} = 1,156 \frac{kcal}{kg^{\circ}C}$$



$$Q_{SG} = 251,1 \text{ kg/h} * 0,477 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}} * (600 - 450)^\circ\text{C} + 100,44 \text{ kg/h} * 1,156 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}} * (600 - 450)^\circ\text{C}$$

$$Q_{SG} = 35.382,4 \text{ kcal/h}$$

- Cálculo de Q_{MC}

$$Q_{MC} = M_C * \overline{C_{P_{MC}}} * \Delta t \quad (4.15)$$

M_C = es la masa de solido carbonizado

C_{PMC} = calor especifico del material carbonizado.

$$Q_{MC} = 189 \frac{\text{kg}}{\text{h}} * 0,17 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} * (600 - 450)^\circ\text{C} = 4.820 \text{ kcal/h}$$

- Cálculo de Q_2

$$Q_2 = Q_{MP} + Q_R + Q_{SG} + Q_{MC}$$

$$Q_2 = 110.511,9 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} + 68.040 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} + 35.382,4 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} + 4.820 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

$$Q_2 = 218.754,3 \text{ kcal/h}$$

3- Cálculo de Q_3

$$Q_3 = M_g * \overline{C_P} * \Delta t \quad (4.16)$$

Donde:

M_g : flujo másico de gases de combustión (kg/h).

C_p = calor especifico medio de los gases producto de combustión.

Δt = diferencia de temperatura entre la salida y la entrada de los gases.

La masa de gases es la incógnita, ya que no sabemos la cantidad de combustible que tenemos que utilizar, por esto ponemos el flujo de gases en función del consumo de combustible.



$$\left. \begin{aligned} CO_2 &= 2,74 \frac{kg_{CO_2}}{kg_{CH_4}} * F_G \\ H_2O &= 2,25 \frac{kg_{H_2O}}{kg_{CH_4}} * F_G \\ N_2 &= 13,24 \frac{kg_{N_2}}{kg_{CH_4}} * F_G \end{aligned} \right\} M_G = 18,23 \frac{kg_{gases}}{kg_{CH_4}} * F_G$$

Fracción másica:

$$X_{CO_2} = 0,15$$

$$X_{H_2O} = 0,123$$

$$X_{N_2} = 0,726$$

Con los datos obtenidos se calcula el calor específico medio de los gases de combustión.

$$C_{P_{CO_2}} = \frac{1}{\Delta t} * \int_{T_i}^{T_f} (10,34 + 0,00274 * T + \frac{195500}{T^2}) dT = 0,251 \frac{kcal}{kg^{\circ}C}$$

$$C_{P_{H_2O}} = \frac{1}{\Delta t} * \int_{T_i}^{T_f} (8,22 + 0,00015 * T + 0,00000134 * T^2) dT = 0,483 \frac{kcal}{kg^{\circ}C}$$

$$C_{P_{N_2}} = \frac{1}{\Delta t} * \int_{T_i}^{T_f} (6,5 + 0,001 * T) dT = 0,232 \frac{kcal}{kg^{\circ}C}$$

$$C_P = \sum_i^n X_i * C_{P_i} = 0,26 \frac{kcal}{kg^{\circ}C}$$

$$Q_3 = M_G * C_P * \Delta T = 18,23 \frac{kg_G}{kg_{CH_4}} * F_G * 0,26 \frac{kcal}{kg^{\circ}C} * (450 - 25)^{\circ}C = 2014,4 * F_G$$

4- Cálculo de Q₄

$$Q_4 = A_h * P \quad (4.17)$$

Donde:

A_h= Área superficial del horno (m²)

P= pérdida de calor por unidad de área (Kcal/m²h)

Las pérdidas se evalúan con cálculos iterativos, donde se debe suponer una temperatura de chapa, y con esto calcular el calor perdido por conductividad dentro de la chapa y el



refractario el cual debe ser igual al calor recibido por convección por el aire atmosférico, estos cálculos se han reducido en tablas, de esta manera podemos obtener valores no tan exactos. Para nuestro horno se buscaron temperaturas típicas de chapa, tanto en la zona caliente como en la zona fría.

Temperatura zona caliente: 204°C

Temperatura zona frío: 93°C

| Temperatura de Chapa | Perdidas (Kcal/m ² h) |
|----------------------|----------------------------------|
| 38 | 232 |
| 93 | 1.270 |
| 149 | 2.250 |
| 204 | 4.040 |
| 260 | 5.950 |
| 316 | 8.330 |

Fuente: bibliografía utilizada. Tabla 6.9 perdidas de calor según temp de chapa

$$T_{medis} = \frac{T_{max} + T_{min}}{2} = \frac{204 + 93}{2} = 148,5^{\circ}C$$

$$Q_4 = 2.250 \frac{kcal}{m^2h} * \pi * 1,25m * 7,5m = 66267,9kcal/h$$

Una vez calculado todos los calores vamos a obtener la cantidad de combustible a utilizar para la carbonización.

El poder calorífico inferior de gas natural es de 11.836 kcal/kg.

$$Q_1 = Q_2 + Q_3 + Q_4$$

$$Q_1 = PCI * F_G$$

$$PCI * F_G = 218.754,3 \frac{kcal}{h} + 2014,4 * F_G \frac{kgG}{h} + 66267,9 \frac{kcal}{h}$$

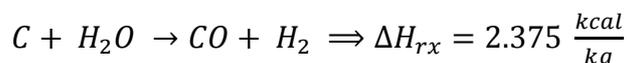
$$F_G = 29,07 \frac{kgG}{h} \cong 30 \frac{kgG}{h}$$

6.7.2. Balance térmico: Etapa de Activación

Para esta etapa se vuelve a plantear la formula inicial:

$$Q_1 = Q_2 + Q_3 + Q_4$$

Para este caso Q₁, Q₃ y Q₄ son iguales a la etapa de carbonización, pero Q₂ es distinto, ya que la etapa de activación tenemos un flujo de carbonizado de 412 kg/h, la reacción será:





El material carbonizado lleva una pequeña cantidad de alquitranes en sus poros, este alquitrán reacciona con el vapor de agua, y se tiene una perdida en peso del 5% aproximadamente.

$$Q_2 = Q_{MPC} + Q_{rxc} + Q_{gases}$$

Donde:

Q_{MPC} = calor necesario para el tratamiento de la materia.

Q_{rxc} = calor de reacción.

Q_{gases} = calor sensible de los gases productos de la activación.

- Cálculo Q_{MPC}

$$Q_{MPC} = M_C * C_P * \Delta t = 412 \frac{kg}{h} * 0,3 \frac{kcal}{kg^{\circ}C} * (900 - 25)^{\circ}C = 108.150 \frac{kcal}{h}$$

M_C = Flujo de material carbonizado (activado)

- Cálculo Q_{rxc}

$$Q_{rxc} = M_C * X_R * \Delta H_{rx} = 412 \frac{kg}{h} * 0,05 * 2,375 \frac{kcal}{kg} = 48.925 \frac{kcal}{h}$$

- Cálculo Q_{gases}

El cálculo del calor sensible de los gases se tiene en cuenta que, los gases se producen a partir de 600°C, estos se calientan a partir de los 900°C que es la temperatura de reacción y por ultimo estos mismos abandonan el horno con los gases de combustión a 450 °C, entregando el calor antes de abandonar el horno.

$$Q_{gases} = F_{CO} * C_{P_{CO}} * (900 - 600)^{\circ}C + F_{CO} * C_{P_{CO}} * (450 - 900)^{\circ}C$$

$$F_{CO} = 2,33 \frac{kg_{CO}}{kg_C} * 412 \frac{kg_C}{h} * 0,05 = 47,998 \frac{kg_{CO}}{h}$$

$$Q_{gases} = 47,998 \frac{kg_{CO}}{h} * 0,27 \frac{kcal}{kg^{\circ}C} * (-150)^{\circ}C = -1,887 \frac{kcal}{h}$$



- Cálculo de Q_2

$$Q_2 = 108.150 \frac{kcal}{h} + 48.925 \frac{kcal}{h} + \left(-1,887 \frac{kcal}{h}\right) = 157073,11 \frac{kcal}{h}$$

$$Q_1 = Q_2 + Q_3 + Q_4$$

$$Q_1 = PCI * F_G$$

$$PCI * F_G = Q_2 + Q_3 + Q_4$$

$$11.836 \frac{kcal}{kg} * F_G = 157073,11 \frac{kcal}{h} + 2014,4 * F_G + 66267,9 kcal/h$$

$$F_G = \frac{223341,01}{9821,6} = 22,74 kg/h \cong 23 kg/h$$

6.7.3. Resumen de las condiciones de operación del horno rotatorio

| | Carbonización | Activación |
|------------------------------|---------------|------------|
| Largo (m) | 7,5 | |
| Diámetro interior (m) | 1 | |
| Inclinación | 1°23'1,41" | |
| Temp. máx. de operación (°C) | 650 | 900 |
| r.p.m | 3 | 2 |
| Consumo de gas (kg/h) | 30 | 23 |
| Alimentación (kg/h) | 558 | 612 |
| Tiempo de retención (min) | 20 | 30 |
| Rendimiento del horno (%) | 60 | 50 |
| Alimentación (kg/h) | 390 | 380 |

Fuente: bibliografía utilizada. Tabla 6.10 resumen de condiciones de diseño del horno rotatorio

- Generalidades del ladrillo refractario

Características del ladrillo refractario

| | |
|-----------------------------------|--------------------------|
| Dimensiones (m) | 0,2286 x 0,1143 x 0,0635 |
| Densidad (kg/m ³) | 500 |
| Resistencia a la compresión (Mpa) | 1 |
| Temp. Max. Operación (°C) | 1260 |
| Coef. de cond. térmica (W/m°C) | 0,2 |

Fuente: bibliografía utilizada. Tabla 6.11 características del refractario



Composición química del refractario

| | |
|--------------------|-----|
| Dióxido de silicio | 45% |
| Oxido férrico | 1% |
| Oxido de calcio | 15% |

Fuente: bibliografía utilizada.

Tabla 6.12 composición del refractario



CAPITULO 7

7. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA

7.1. INTRODUCCION

Se forma una organización cuando una o más personas se involucran para alcanzar un propósito común.

La organización se ocupa de la clasificación y agrupamiento de las actividades de la empresa con el fin de administrar.

Para que una organización tenga una estructura sólida hay que tener en cuenta los siguientes principios generales:

- Separación de funciones de la empresa.
- Establecer las subdivisiones lógicas en la línea de trabajo de esas funciones para que no se solapen y de tal modo que ningún individuo reciba órdenes directas de más de una persona, sólo la de su superior inmediato.
- Especificación neta de cada tarea directiva con el fin de evitar la responsabilidad compartida.
- Delegación apropiada y adecuada de la autoridad.
- Selección para cada cargo en el orden selectivo y por cada nivel de éste del individuo más apropiado y conveniente.

7.2. RECURSOS HUMANOS

El proceso productivo no es un proceso complejo y principalmente se necesita personal encargado de que las tareas programadas se cumplan y personal que supervise y lleve a cabo las actividades de la planta.

Para el funcionamiento de la planta se necesita:

- Gerente General: Encargado de la administración general y de las decisiones que se deban tomar. Su perfil será el de un ingeniero civil industrial y/o químico que posea conocimientos en diversas áreas de ingeniería.
- Operadores: Encargados de las operaciones de la producción, y de realizar las labores como funcionamiento y control de las maquinarias, transporte de material, entre otros.



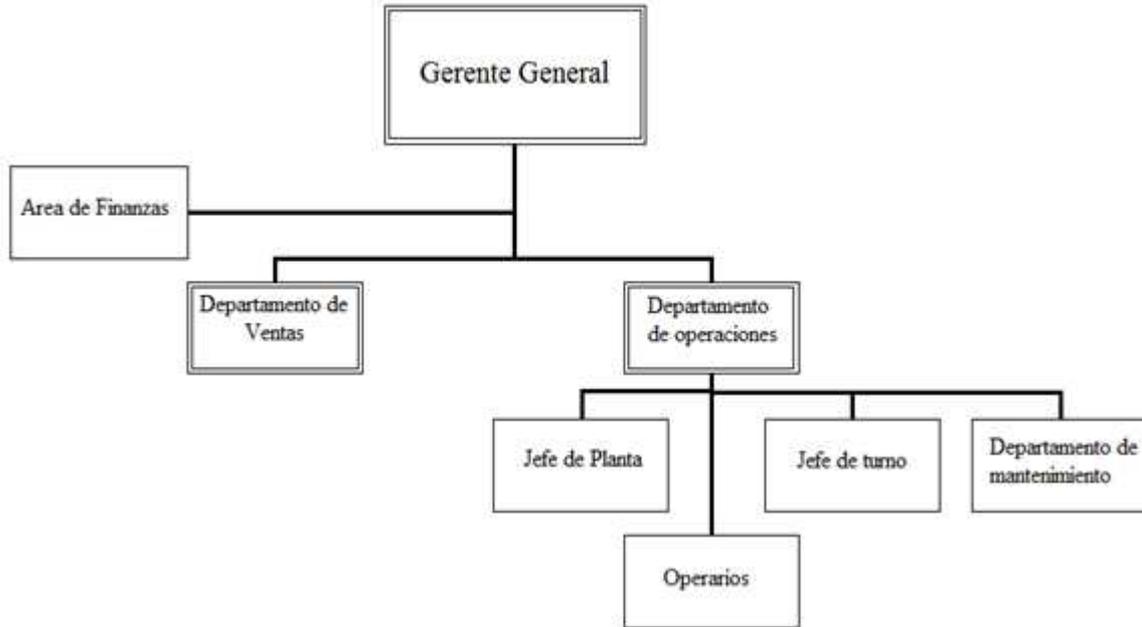
Universidad Nacional de Cuyo. Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria.
Proyecto Final: Obtención De Carbón Activado A Partir De Madera

- Químicos: Encargados del trabajo en el laboratorio, realizar experimentos, mediciones de índices de adsorción y mediciones de otros parámetros, controles de calidad, entre otras labores. Se estima que 3 personas se necesitarán para esta labor. Su perfil debe ser de técnicos o licenciados en química.
- Encargado de Ventas: Encargado de realizar los esfuerzos de marketing de la empresa, buscar clientes, estudiar el mercado, entre otras labores. Su perfil será el de un ingeniero comercial o industrial con conocimientos en marketing y ventas.
- Contador: Quien llevará el control de la parte financiera y contable de la empresa: sueldos y remuneraciones, adquisiciones, pagos, entre otros temas.
- Encargado de Ventas: Encargado de realizar los esfuerzos de marketing de la empresa, buscar clientes, estudiar el mercado, entre otras labores. Su perfil será el de un ingeniero comercial o industrial con conocimientos en marketing y ventas.
- Secretaria: Encargada de mantener la comunicación dentro de la empresa y con el exterior, y de ser un apoyo para la gerencia.
- Vigilancia: Personal encargado de velar por la seguridad del lugar y controlar el ingreso de personas al recinto, se necesitan tanto de día como de noche. Se contratarán 4 vigilantes que trabajarán por turnos.
- Aseo: Personal encargado de mantener el aseo de oficinas, baños, patio, instalaciones, etc. Se contratará a una persona que trabajará de lunes a viernes.
- Departamento de mantención: Personal encargado de la mantención de las maquinarias y equipos, se recomienda la contratación de un técnico mecánico y un técnico eléctrico, es decir 2 personas.
- Choferes: Encargados de manejar los camiones que transportarán la materia prima desde las conserveras hasta la planta, y el carbón activado desde la planta hasta los clientes o hasta el lugar donde se despachará vía aérea, marítima o terrestre el producto. Se contará con el servicio de 3 choferes que realizarán labores de traslado de materia prima y traslado de material dentro de la planta para el proceso productivo.



7.3. ORGANIGRAMA

En base a estos principios fundamentales se desarrolló un diseño de organización, en el cual se divide a la empresa en distintos departamentos donde cada uno de ellos tiene diversas funciones que ayudan a cumplir con los objetivos de la misma. Estos departamentos no trabajan en forma aislada sino que lo hacen en forma coordinada, ya que las tareas de los mismos están interrelacionadas.



Elaboración propia. Figura 7.1 Organigrama



7.4. FICHA DE FUNCION

Las fichas de funciones son herramientas muy prácticas que sirven para identificar en cada función y en forma extractada, el área de la misma, los deberes y el perfil del personal requerido.

En el ejemplo siguiente se representara la ficha de función del área de mantenimiento.

| | | | |
|--|--------------------|----------|--|
| | FICHA DE FUNCIONES | CODIGO: | |
| | | EDICION: | |
| | | FECHA: | |
| COORDENAS DEL PUESTO | | | |
| AREA: MANTENIMIENTO DENOMINACION DEL PUESTO: OFICINA DE MANTENIMIENTO FUNCION: JEFE SUPERVISADO POR: DIRECTOR DE PRODUCCION SUPERVISA A: MECANICOS REPORTA A: DIRECCION DE PRODUCCION | | | |
| ACTIVIDADES Y TAREAS | | | |
| PLANEAMIENTO PROGRMACION CONTROL DEL MANTENIMIENTO MANTENIMIENTO DE MAQUINAS, EQUIPOS E INSTALACIONES | | | |
| PERFIL DEL PUESTO | | | |
| INGENIERO O TÉCNICO ELECTROMECAÁNICO POSEER CAPACIDAD DE LIDERAZGO OPERADOR DE PROGAMAS MEDIANTE PC | | | |

Elaboración propia. Figura 7.2 Ficha de función



7.5. CONCLUSION

El organigrama es una herramienta para visualizar claramente los pares, superiores y subordinados dentro de una organización. Otorga jerarquías y establece las líneas de comunicación dentro de la empresa.

Se realiza una descripción del perfil del puesto necesario para desempeñarse como operario calificado.

También se muestra la matriz de polivalencia de funciones como una herramienta sumamente útil para programar ascensos y reemplazos.



CAPITULO 8

8. TRATAMIENTOS DE EFLUENTES

8.1. INTRODUCCION

Se entiende por impacto ambiental al efecto que produce una determinada actividad o acción humana sobre el medio ambiente en sus distintos aspectos. El concepto puede extenderse con poca utilidad, a los efectos de un fenómeno natural catastrófico. Técnicamente, es la alteración de la línea base, debido a la acción antropica o a eventos naturales.

Se hace una evaluación de los distintos tipos de efluentes que genera la planta (gaseosos, líquidos y residuos sólidos), su impacto sobre los distintos factores y finalmente el tratamiento que se debe aplicar a cada caso.

8.2. ESTRATEGIA DE GESTIÓN AMBIENTAL EN LA INDUSTRIA

La estrategia de la gestión ambiental en la industria es un elemento esencial de la competitividad a mediano y largo plazo, aunque pueda originar costos adicionales en el corto plazo. En efecto, los costos ambientales generados por las actividades productivas pueden ser considerados como un sumando más de lo que se conoce como el costo de la "no calidad".

Esta estrategia trata de:

- Identificar los costos medio-ambientales indeseados, generados por el ciclo producción-consumo que perturba al ciclo ecológico natural.
- Cuantificar los costos en la medida de lo posible.
- Asignar responsabilidades.
- Interrumpir el proceso de transferencia de dichos costos.

El resultado de la gestión ambiental es una disminución en los costos medioambientales.

8.2.1. Evaluación de impacto ambiental

Se llama Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) al procedimiento técnico-administrativo que sirve para identificar, prevenir e interpretar los impactos ambientales que producirá un proyecto en su entorno en caso de ser ejecutado, todo ello con el fin de que la administración competente pueda aceptarlo, rechazarlo o modificarlo. Este procedimiento jurídico administrativo se inicia con la presentación de la memoria resumen por parte del promotor, sigue con la realización de consultas previas a personas e instituciones por parte del órgano ambiental, continúa con la realización del EsIA (Estudio de Impacto Ambiental) a cargo del promotor y su presentación al órgano sustantivo. Se prolonga en un proceso de participación



pública y se concluye con la emisión de la DIA (Declaración de Impacto Ambiental) por parte del Órgano Ambiental.

La EIA se ha vuelto preceptiva en muchas legislaciones. Las consecuencias de una evaluación negativa pueden ser diversas según la legislación y según el rigor con que ésta se aplique, yendo desde la paralización definitiva del proyecto hasta su ignorancia completa. El concepto apareció primero en la legislación de Estados Unidos y se ha ido extendiendo después a la de otros países. La Unión Europea la introdujo en su legislación en 1985, habiendo sufrido la normativa enmiendas en varias ocasiones posteriores.

El EIA se refiere siempre a un proyecto específico, ya definido en sus particulares tales como: tipo de obra, materiales a ser usados, procedimientos constructivos, trabajos de mantenimiento en la fase operativa, tecnologías utilizadas, insumos, etc.

8.2.2. Tipos de impactos ambientales

Se verá a continuación una clasificación de los distintos tipos de impacto que tienen lugar más comúnmente sobre el medio ambiente.

Por la variación de la Calidad del Medio

- Impacto Positivo: Un impacto positivo se describe como aquel que sirve para mejorar el medio ambiente.
- Impacto Negativo: El impacto negativo se describe como aquel que en cuyo efecto se traduce la pérdida de valor estético-cultural, paisajística, de productividad ecológica o en aumento de los perjuicios derivados de la contaminación, y demás riesgos ambientales, en otras palabras, es aquel impacto que degrada la zona.

Por su persistencia:

- Impacto Temporal: Aquel cuyo efecto supone una alteración no permanente en el tiempo, con un plazo temporal de manifestación que puede determinarse.

Si la duración del efecto es inferior a un año, consideremos que el impacto es fugaz, si dura entre 1 y 3 años, Temporal propiamente dicho y si dura entre 4 y 10 años, Pertinaz. Así por ejemplo una repoblación forestal por terrazas que en su momento inicial produce un gran impacto paisajístico que va desapareciendo a medida que la vegetación va creciendo y cubriendo los desmontes.

- Impacto Permanente: Aquel cuyo efecto supone una alteración, indefinida en el tiempo, de los factores medioambientales predominantes en la estructura o en la función de los sistemas de relaciones ecológicas o ambientales presentes en su lugar. Es decir, aquel impacto que permanece en el tiempo. En forma práctica aceptamos como permanente un impacto, con una duración de la manifestación del efecto, superior a 10 años. Por ejemplo construcciones de carreteras, conducciones vistas de agua de riego, etc.



Por la relación causa-efecto:

- Impacto Simple: Aquel cuyo efecto tiene una incidencia inmediata en algún factor ambiental. Así por ejemplo podemos mencionar la tala de árboles en zona boscosa.
- Impacto Indirecto o Secundario: Aquel cuyo efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro. Así por ejemplo podemos mencionar a la degradación de la vegetación como consecuencia de la lluvia ácida.

Por la Interrelación de Acciones y/o Efectos:

- Impacto Simple: Aquel cuyo efecto se manifiesta sobre un solo componente ambiental, o cuyo modo de acción es individualizado, sin consecuencias en la inducción de nuevos efectos, ni en la de su acumulación ni en la de su sinergia. En este caso podemos mencionar como ejemplo que la construcción de un camino de penetración en el bosque incrementa el tránsito.
- Impacto Acumulativo: Aquel efecto que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad al carecer el medio de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento de la acción causante del impacto. Por ejemplo la construcción de un área recreativa junto al camino mencionado en el ejemplo anterior.
- Impacto Sinérgico: Aquel que se produce conjunto de la presencia simultánea de varios agentes o acciones supone una incidencia ambiental mayor que el efecto suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente. Asimismo, se incluye en este tipo de efecto a efectos cuyo modo de acción induce con el tiempo a la aparición de otros nuevos. Así por ejemplo podemos mencionar que la construcción de un camino de enlace entre el camino del ejemplo anterior y otro próximo, propiciaría un aumento de tráfico muy superior al que había entre los dos caminos independientes.

8.2.3. Estructura de la Evaluación del Impacto Ambiental

- 1) Línea de base cero: Esto comprende una descripción general del entorno del proyecto.
- 2) Memoria descriptiva del proyecto.
- 3) Identificación y valoración de los impactos ambientales.
- 4) Plan de gestión ambiental.

8.3. LEGISLACION VIGENTE

- Ley General del Ambiente. Ley N° 25.675
- Ley Provincial N° 6.260 de prevención y control de la contaminación.



- Decreto reglamentario N° 5.837
- Ley Nacional Forestal N° 13.273

Nota: las leyes están detalladas en el anexo III

8.4. ETAPAS DEL PROCEDIMIENTO

- 1) Presentación de la solicitud de categorización del proyecto.
- 2) Categorización del proyecto.
- 3) Confección de la ficha ambiental del proyecto.
- 4) Elaboración de los términos de referencia de los informes a presentar.
- 5) Presentación de la Manifestación General del Impacto Ambiental (MGIA) o el Informe Ambiental (IA) según corresponda.
- 6) Manifestación Específica del Impacto Ambiental (MEIA) cuando se solicite.
- 7) Dictamen Técnico e Informes Sectoriales cuando corresponda.
- 8) Audiencia pública cuando corresponda.
- 9) Emisión de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA)
- 10) Certificado de Factibilidad Ambiental (CFA)
- 11) Monitoreo y control
- 12) Actualización de la Ficha Ambiental del Proyecto.



8.4.1. Matriz de Evaluación de Impacto Ambiental

La metodología elegida para la evaluación es:

El color indica si el impacto es positivo o negativo: rojo negativo y azul positivo.

| Intensidad del impacto | | Color |
|------------------------|---------------|----------|
| Positivo | A: alto | Verde |
| | I: intermedio | Amarillo |
| Negativo | I: intermedio | Amarillo |
| | A: alto | Rojo |

Elaboración propia. .Tabla 8.1 referencias de intensidad del impacto



8.5. CONCLUSIÓN Y PLAN DE MITIGACIÓN

Como se puede apreciar los resultados de la matriz se muestra que predominan los efectos negativos, de carácter moderado, no obstante también aparecen impactos positivos altos y moderados, en la parte de aspecto socio-económico, por el aporte del mismo a elevar el nivel de empleo y la economía del lugar.

Teniendo en cuenta esto a continuación se detallan las medidas de mitigación realizadas para cada factor involucrado.

| FASE | IMPACTO | | MEDIDA DE MITIGACION |
|--------------|---|--------------------------------|---|
| | DE | SOBRE | |
| CONSTRUCCION | Prueba y puesta en marcha de equipos | La calidad química del aire. | Se considera un impacto temporal, pero puede tener graves consecuencias. Se propone llevar a cabo un minucioso control del proceso de Absorción de gases del equipo lavador. Para saber cuánto gas es el que se absorbe. |
| | | Nivel de material particulado. | Este impacto también es temporal, se debe agregar un filtro de mangas a la salida de la chimenea de gases, para retener partículas. |
| PRODUCCION | Escape de gases (carbonización y activación) | Cantidad química del aire | Este factor no es temporal si no que está presente durante la toda la etapa de producción, por lo que se debe controlar la salida de gases. |
| | Efluentes líquidos (lavador de gases y lavado de equipos) | Calidad química del suelo | Si se arroja al suelo esté efluente precedente del lavador durante la producción, ya que esté liquido tenga carácter ácido debido a la absorción de CO ₂ . Para tratar esto se lo pone en contacto con un fluido alcalino. |
| | | Calidad química del agua sup. | Si el efluente se arroja a algún cause de agua superficial, para esto necesitamos un acondicionamiento de pH para el control de calidad en cuanto a DBO y DBQ. |



| | | | |
|---------------------|-------------------------------|------------------------------|---|
| CESE DE ACTIVIDADES | Desmantelamiento de la planta | Infraestructura y maquinaria | Este factor no es temporal y comienza cuando se va a desmantelar la planta debido a la cantidad de material que se produce cuando se retira la maquinaria y por la infraestructura que queda y que es atacada por el efecto del tiempo. |
| | | La calidad química del aire. | Este factor es temporal debido a la cantidad de polvo y material particulado que se desprende a la hora del desmantelamiento. |

Elaboración propia. Tabla 8.3 Mitigación



CAPITULO 9

9. ESTUDIO ECONOMICO

9.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se establecerá cuál es la inversión inicial para el desarrollo de esta planta. Se realiza la determinación de los costos de operación, analizando costos fijos y variables, tanto los directos como los indirectos.

Una vez finalizada la etapa de determinación de costos, se procede a realizar el diagrama de punto de equilibrio, el cual estará acompañado de un análisis de rentabilidad, donde se estipulan los valores relevantes a tener en cuenta por los inversionistas, como son VAN, TIR y período de recuperación de la inversión.

El estudio se ha realizado a partir del día 2 de abril de 2013 de esta forma se tiene en cuenta el valor del dólar para esta fecha que era de \$ 5,08 por dólar.

9.2. INVERSION INICIAL

9.2.1. Activo Fijo

El Activo fijo de nuestro proyecto queda determinado por los equipos, el terreno y la construcción de la planta.

9.2.1.1. Equipos

| Equipo | Consumo Kw/hr | Cantidad | Valor U\$\$ |
|--------------------------|---------------|----------|-------------|
| Horno | 18,5 | 1 | 190.000 |
| Caldera | 3,7 | 1 | 30.061 |
| Enfriador | 13,8 | 1 | 56.281 |
| Lavador de gases | 5,2 | 1 | 16.521 |
| Chimango | 1,3 | 3 | 5.200 |
| Movilidad/Tractor | - | 1 | 19.280 |
| Tolva autodescargable | - | 1 | 7.881 |
| Extractor silo bolsa | - | 1 | 8.359 |
| Llenador silo bolsa | - | 1 | 7.852 |
| Cinta transportadora 3m | 1,2 | 1 | 2.159 |
| Cinta transportadora 2m | 1,2 | 1 | 1.538 |
| Trituradora de mandíbula | 7,5 | 1 | 16.173 |



| | | | |
|-------------------------|------|---|---------|
| Trituradora de martillo | 5,5 | 1 | 14.341 |
| Clasificador o harnero | 5,5 | 1 | 2.945 |
| Empaque | 0,5 | 1 | 725 |
| Subtotal | 63,9 | | 379.316 |

| | Capacidad | Cantidad | Valor U\$\$ |
|---------------------|-------------------|----------|-------------|
| Tolva dosificadora | 8 m ³ | 1 | 3.258 |
| Silo de carbonizado | 47 m ³ | 1 | 3.125 |
| Grúa horquilla | 3 Tn | 1 | 16.500 |
| Subtotal | | | |
| Total | | | 402.199 |

Tabla 9.1: valor de equipos en el mercado. Elaboración propia

9.2.1.2.Terreno

La información de los lotes en el Parque Industrial De Fontana es adquirida en forma gratuita mediante un Decreto Municipal en el caso que el proyecto cumpla con los requisitos correspondientes. (Anexo V). El costo por servicios y gastos comunes dependerá de la superficie de terreno que se ocupe.

| | U\$\$ |
|--------------------|---|
| Terreno | Adquisición gratis (cumpliendo con la reglamentación) |
| Tramites | 2.465 |
| Cierre del terreno | 8.700 |
| Nivelación | 8.700 |
| Total | 19.865 |

Tabla 9.2: valor de terreno. Elaboración propia

9.2.1.3.Obra Civil

| | Descripción | Dimensiones (m ²) | U\$\$/m ² | Valor U\$\$ |
|---|---------------------------|-------------------------------|----------------------|-------------|
| A | Oficinas | 32 | 285 | 9.120 |
| B | Recepción | 9 | 285 | 2.565 |
| C | Baños y vestidores | 16 | 240 | 3.840 |
| D | Almacén de producto final | 66 | 285 | 18.810 |
| E | Pavimentación | 150 | 170 | 25.500 |
| F | Estacionamiento | 50 | 72 | 3.600 |
| G | Galpón | 1.000 | 180 | 180.000 |
| | Total | | | 243.435 |

Tabla 9.3: Obra Civil. Elaboración propia



9.2.1.4. Total Activo Fijo

Total Activos Fijos (U\$S) = 665.499

9.2.2. Cargo Diferido

Estos activos corresponden a Planeación e Integración del proyecto que se calcula como un 3% de la inversión total de activo fijo. Está incluida también la Ingeniería de Proyecto que se calcula como un 3,5% de la Inversión en Equipos

La supervisión del proyecto se calcula como un 1,5% de la inversión total y por la Administración del proyecto se considera un 0,05% de la Inversión Total

La constitución de la empresa en Argentina tiene un costo aproximado de U\$S 3.937. Se considera también dentro de los cargos diferidos un costo de puesta en marcha de la empresa como un 20% del costo de los equipos de producción.

| | |
|--|------------|
| Planeación e Integración del Proyecto (U\$S) | 19.964,97 |
| Ingeniería del Proyecto (U\$S) | 14.076,96 |
| Supervisión del Proyecto (U\$S) | 9.982,48 |
| Administración del Proyecto (U\$S) | 332,74 |
| Constitución de la empresa (U\$S) | 3.937,0 |
| Puesta en marcha (U\$S) | 80.439,8 |
| TOTAL (U\$S) | 128.733,97 |

Tabla 9.4: Cargos diferidos

Activo Diferido (U\$S) = 128.733,97

9.2.3. Inversión Total

Es la suma de todos los activos ya sean fijos, diferido y ha este valor se le agrega el 5% de la suma de estos activos, debido a si hay alguna complicación en la instalación o imprevisto.

Inversión Total (U\$S) = 833.945



9.2.4. Capital de Trabajo

Se determina como el capital adicional que se debe tener para poder poner en marcha la empresa.

Para el cálculo de capital de trabajo se utiliza el método de Déficit acumulado Máximo. Se considera un periodo mensual de un año. Se hace un flujo de caja con ingresos y egresos y se calcula los saldos acumulados. Se considera que los primeros ingresos se reciben recién al segundo mes.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|-------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Ingresos por venta (\$) | 0 | 120.000 | 120.000 | 120.000 | 120.000 | 120.000 | 120.000 |
| Egresos | -44.673 | -44.673 | -44.673 | -44.673 | -44.673 | -44.673 | -44.673 |
| Saldos | -44.673 | 75.327 | 75.327 | 75.327 | 75.327 | 75.327 | 75.327 |
| Saldo Acumulado Máximo | -44.673 | 30.655 | 105.982 | 181.310 | 256.637 | 331.965 | 407.292 |

| | | | | |
|---------|---------|---------|---------|---------|
| 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 120.000 | 120.000 | 120.000 | 120.000 | 120.000 |
| -44.673 | -44.673 | -44.673 | -44.673 | -44.673 |
| 75.327 | 75.327 | 75.327 | 75.327 | 75.327 |
| 482.619 | 557.947 | 633.274 | 708.602 | 783.929 |

Tabla 9.5: Capital de trabajo

El capital de trabajo se calcula como al suma de los tres primeros meses en los que el saldo acumulado máximo es negativo.

| |
|------------------------------------|
| Capital de trabajo Año 0 = -44.673 |
|------------------------------------|

Este capital de trabajo se calculó para una producción de 600 Tn del primer año, pero como la producción aumenta un 25% el segundo año a 750 Tn, se calcula un proporcional en base al capital de trabajo del primer año.

| |
|------------------------------------|
| Capital de trabajo Año 1 = -11.168 |
|------------------------------------|

9.3. PRODUCCION

Debido a los estudios de mercado ya realizados se observa que la demanda nacional es de 2.624 Toneladas al año, esto fue determinado para el 2.010.



La investigación determinó que el mayor consumo es de carbón activado granular, sin tener en cuenta su mayor precio respecto al carbón activado en polvo, que tiene una gran cantidad de aplicaciones en diversos rubros.

Se determinó que la producción será de 600 Toneladas anuales en el primer año, luego la producción se llevara a 750 toneladas anuales, que representa el 90% de la capacidad instalada.

Los distintos niveles de producción durante el periodo de evaluación.

| Año | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| Toneladas | 600 | 750 | 750 | 750 | 750 | 750 | 750 | 750 | 750 | 750 |

Tabla 9.6: niveles de producción con periodo de evaluación. Elaboración propia

9.3.1. Ingresos

De acuerdo a los datos obtenidos por el Centro Internacional de Comercio y en conjunto con el precio estimado por la empresa CLARIMEX, se pudo calcular un precio promedio de alrededor de U\$S 1.800 la tonelada.

Para el cálculo de los ingresos del proyecto se tomara este valor por tonelada.

| Año | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Producción (Tn) | 600 | 750 | 750 | 750 | 750 | 750 |
| Precio (U\$S/Tn) | 1.800 | 1.800 | 1.800 | 1.800 | 1.800 | 1.800 |
| Ingresos | 1.080.000 | 1.350.000 | 1.350.000 | 1.350.000 | 1.350.000 | 1.350.000 |

| 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 750 | 750 | 750 | 750 |
| 1.800 | 1.800 | 1.800 | 1.800 |
| 1.350.000 | 1.350.000 | 1.350.000 | 1.350.000 |

Tabla 9.7: Ingresos. Elaboración propia

9.4. COSTOS DE PRODUCCION

9.4.1. Costos Fijos

9.4.1.1. Mano de Obra indirecta

Estos sueldos del personal fueron obtenidos consultando valores de mercado. Dentro de dicho importe se considera la carga social y un sueldo por año como previsión de despido.

La mano de obra indirecta se consideró como costos fijos que sería el personal que seguiría en la empresa independientemente si se produce o no.



| Mano de Obra Indirecta | Cantidad | Sueldo (U\$S) | Importe Anual |
|------------------------|----------|---------------|---------------|
| Gerente | 1 | 2.500 | 40.500 |
| Contador | 1 | 1.200 | 19.440 |
| Secretaria | 1 | 800 | 12.960 |
| Vigilancia | 3 | 800 | 38.880 |
| Encargado de Ventas | 1 | 1250 | 20.250 |
| Maestranza | 1 | 750 | 12.150 |
| Total (U\$S) | | | 144.180 |

Tabla 9.8: Costos por mano de obra. Elaboración propia

9.4.1.2. Mantenimiento

El costo de mantenimiento y reparaciones se calculó con un 7% del activo fijo.

$$\text{Mantenimiento (U$S)} = 46.585$$

9.4.1.3. Impuestos locales y seguros

Se calcularon como el 1,5 % del activo fijo para cada caso.

$$\text{Impuestos Locales (U$S)} = 9.982$$

$$\text{Seguros (U$S)} = 9.982$$

9.4.1.4. Gastos generales de planta

Para los gastos generales se calculan con el 50 % de los costos de mantenimiento.

$$\text{Gastos generales de planta (U$S)} = 23.292$$

9.4.1.5. Contingencias

A partir del Activo Fijo se calcula con el 3 % las contingencias.

$$\text{Contingencias (U$S)} = 19.965$$



9.4.1.6. Costos Fijos Totales

Cuadro resumen de costos Fijos Totales:

| | U\$\$/año |
|-----------------------------|----------------|
| Mano de Obra Indirecta | 144.180 |
| Mantenimiento | 46.585 |
| Impuestos Locales | 9.982 |
| Seguros | 9.982 |
| Gastos Generales de planta | 23.292 |
| Contingencias | 19.965 |
| Costos Fijos Totales | 253.986 |

Tabla 9.9 Costos Fijos Totales

9.4.2. Costos Variables

Son aquellos en los que se producen cambios o fluctuaciones en relación directa a una actividad o volumen dado. Dicha actividad puede ser referida a producción o actividad de la empresa.

9.4.2.1. Materia prima

Al iniciar el proyecto se tiene en cuenta que la materia prima parte será de desperdicio de aserraderos y materia prima traída de los bosques del norte argentino. El costo que se le asigna será del valor de transporte de tonelada hasta la planta.

| Año | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Materia prima (Tn) | 2.025 | 2.700 | 2.700 | 2.700 | 2.700 | 2.700 |
| Costo Unitario (U\$\$/Tn) | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 |
| Costo Total | 28.350 | 37.800 | 37.800 | 37.800 | 37.800 | 37.800 |

| 7 | 8 | 9 | 10 |
|----------|----------|----------|-----------|
| 2.700 | 2.700 | 2.700 | 2.700 |
| 14 | 14 | 14 | 14 |
| 37.800 | 37.800 | 37.800 | 37.800 |

Tabla 9.10 materia prima. Elaboración propia



9.4.2.2. Gas Natural

El consumo de gas se obtuvo de los cálculos del consumo del horno rotativo más el de la caldera, a estos se le suma un 15% por gastos de calefacción, suministro de agua caliente, etc. A continuación se obtienen los costos que incurriría el proyecto con los precios actuales del gas natural.

| Año | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--------------------------------------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Gas Natural (m ³ /año) | 210.683 | 280.910 | 280.910 | 280.910 | 280.910 | 280.910 |
| Costo Unitario (U\$/m ³) | 0,28 | 0,28 | 0,28 | 0,28 | 0,28 | 0,28 |
| Costo total | 58.991,24 | 78.654,8 | 78.654,8 | 78.654,8 | 78.654,8 | 78.654,8 |

| 7 | 8 | 9 | 10 |
|----------|----------|----------|----------|
| 280.910 | 280.910 | 280.910 | 280.910 |
| 0,28 | 0,28 | 0,28 | 0,28 |
| 78.654,8 | 78.654,8 | 78.654,8 | 78.654,8 |

Tabla 9.11 Consumo de gas. Elaboración propia

9.4.2.3. Agua

El consumo de agua se estimó en base a los datos de la caldera, también se consideró el valor de consumo de agua utilizado para las tareas de limpieza, consumo personal, sanitarios, etc.

| Año | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Agua (m ³ /año) | 1.750 | 2.000 | 2.000 | 2.000 | 2.000 | 2.000 |
| Costo Unitario (U\$/m ³) | 0,24 | 0,24 | 0,24 | 0,24 | 0,24 | 0,24 |
| Costo Total | 420 | 480 | 480 | 480 | 480 | 480 |

| 7 | 8 | 9 | 10 |
|-------|-------|-------|-------|
| 2.000 | 2.000 | 2.000 | 2.000 |
| 0,24 | 0,24 | 0,24 | 0,24 |
| 480 | 480 | 480 | 480 |

Tabla 9.12 Consumo de Agua. Elaboración propia

9.4.2.4. Electricidad

El consumo de electricidad se calculó a partir de los datos aportados por los proveedores de los equipos, al cual se le suma los gastos en oficinas, baños, iluminación, etc. A los fines del cálculo se tomaran los dos escenarios antes mencionados.



| | | | | | | |
|---------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Año | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Kw/año | 277.750 | 370.300 | 370.300 | 370.300 | 370.300 | 370.300 |
| Costo Unitario (U\$S/KWh) | 0,049 | 0,049 | 0,049 | 0,049 | 0,049 | 0,049 |
| Costo Total | 13.610 | 18.145 | 18.145 | 18.145 | 18.145 | 18.145 |

| | | | |
|---------|---------|---------|---------|
| 7 | 8 | 9 | 10 |
| 370.300 | 370.300 | 370.300 | 370.300 |
| 0,049 | 0,049 | 0,049 | 0,049 |
| 18.145 | 18.145 | 18.145 | 18.145 |

Tabla 9.13 Consumo de Electricidad. Elaboración propia.

9.4.2.5. Insumos

Los insumos son las bolsas de polietileno que se utilizaran para embolsar el producto terminado.

| | | | | | | |
|------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Año | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Bolsas | 25.000 | 32.000 | 32.000 | 32.000 | 32.000 | 32.000 |
| Costo Unitario (U\$S/Bolsas) | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,23 |
| Costo Total | 5.750 | 7.360 | 7.360 | 7.360 | 7.360 | 7.360 |

| | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| 7 | 8 | 9 | 10 |
| 32.000 | 32.000 | 32.000 | 32.000 |
| 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,23 |
| 7.360 | 7.360 | 7.360 | 7.360 |

Tabla 9.14 Insumos. Elaboración propia

9.4.2.6. Mano de Obra

Al sueldo por mano de obra se le suman las cargas sociales calculadas como el 35% del sueldo base, además se suma un mes más del año, como previsión de mes de despido.

| Mano de Obra Directa | Cantidad | Sueldo | Importe Anual |
|----------------------|----------|--------|---------------|
| Jefe de planta | 1 | 2.050 | 33.210 |
| Supervisor de Planta | 1 | 1.570 | 25.434 |
| Operarios | 5 | 920 | 74.520 |
| Total (U\$S) | | | 133.164 |

Tabla 9.15 Mano de Obra. Elaboración propia.



9.4.2.7. Laboratorio

Los análisis de laboratorio son tercerizados y calculados como 1% del ingreso por ventas.

| Año | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Ingreso por ventas (U\$S) | 1.420.000 | 1.813.000 | 1.813.000 | 1.813.000 | 1.813.000 |
| Costo de laboratorio Unitario (1%) | 14.200 | 18.130 | 18.130 | 18.130 | 18.130 |

| 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1.813.000 | 1.813.000 | 1.813.000 | 1.813.000 | 1.813.000 |
| 18.130 | 18.130 | 18.130 | 18.130 | 18.130 |

Tabla 9.16 Laboratorio. Elaboración propia

9.4.2.8. Costo Variable Total

En el cuadro siguiente se muestra un resumen de todos los costos variables.

| Año | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|----------------------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Materia Prima | 28.350 | 37.800 | 37.800 | 37.800 | 37.800 | 37.800 |
| Gas Natural | 58.991,24 | 78.654,8 | 78.654,8 | 78.654,8 | 78.654,8 | 78.654,8 |
| Agua | 420 | 480 | 480 | 480 | 480 | 480 |
| Electricidad | 13.610 | 18.145 | 18.145 | 18.145 | 18.145 | 18.145 |
| Insumos | 5.750 | 7.360 | 7.360 | 7.360 | 7.360 | 7.360 |
| Costo VDM | 27.600 | 34.500 | 34.500 | 34.500 | 34.500 | 34.500 |
| Costo de Laboratorio | 14.200 | 18.130 | 18.130 | 18.130 | 18.130 | 18.130 |
| Mano de Obra Directa | 133.164 | 133.164 | 133.164 | 133.164 | 133.164 | 133.164 |
| Costo Variable Total | 282.085 | 328.234 | 328.234 | 328.234 | 328.234 | 328.234 |

| 7 | 8 | 9 | 10 |
|----------|----------|----------|----------|
| 37.800 | 37.800 | 37.800 | 37.800 |
| 78.654,8 | 78.654,8 | 78.654,8 | 78.654,8 |
| 480 | 480 | 480 | 480 |
| 18.145 | 18.145 | 18.145 | 18.145 |
| 7.360 | 7.360 | 7.360 | 7.360 |
| 34.500 | 34.500 | 34.500 | 34.500 |
| 18.130 | 18.130 | 18.130 | 18.130 |
| 133.164 | 133.164 | 133.164 | 133.164 |
| 328.234 | 328.234 | 328.234 | 328.234 |

Tabla 9.17 Resumen de Costos. Elaboración propia



9.5. DEPRECIACIONES Y AMORTIZACIONES

9.5.1. Depreciación

La depreciación, por concepto, consiste en reconocer de una manera racional y ordenada el valor de los bienes a lo largo de su vida útil estimada con anterioridad con el fin de obtener los recursos necesarios para la reposición de los bienes, de manera que se conserve la capacidad operativa o productiva del ente público. La distribución de dicho valor a lo largo de la vida, se establece mediante el estudio de la productividad y del tiempo mediante diferentes métodos.

Al ser cargado un costo sin hacer el desembolso, se aumentan los costos totales y esto causa un pago menor de los impuestos. Se utilizara el método de depreciación lineal como lo establece la ley de impuesto a las ganancias en nuestro país.

| | % | Valor Imponible | Total Anual (U\$S) |
|-----------------------|----|-----------------|--------------------|
| Equipos de producción | 10 | 386.026 | 38.603 |
| Inmuebles | 2 | 263.300 | 5.266 |

Tabla 9.18 Depreciaciones. Elaboración propia

9.1.1. Amortización

Los cargos diferidos deben ser amortizados en un periodo de 5 años.

| | |
|------------------------|--------------|
| Total Cargos Diferidos | U\$S 128.734 |
| Amortización Por Año | U\$S 25.747 |

Tabla 9.19 Amortización

9.6. COSTO UNITARIO

| | |
|----------------|---------|
| Costo | U\$S |
| Fijos | 253.986 |
| Variables | 328.234 |
| Producción | 750 |
| Costo Unitario | 776 |

Tabla 9.20 Costo Unitario



9.7. COMPOSICION DE LOS COSTOS

En las siguientes figuras se mostrara la composición de los costos y sus influencias sobre los mismos.

Estructura de Costos Fijos:

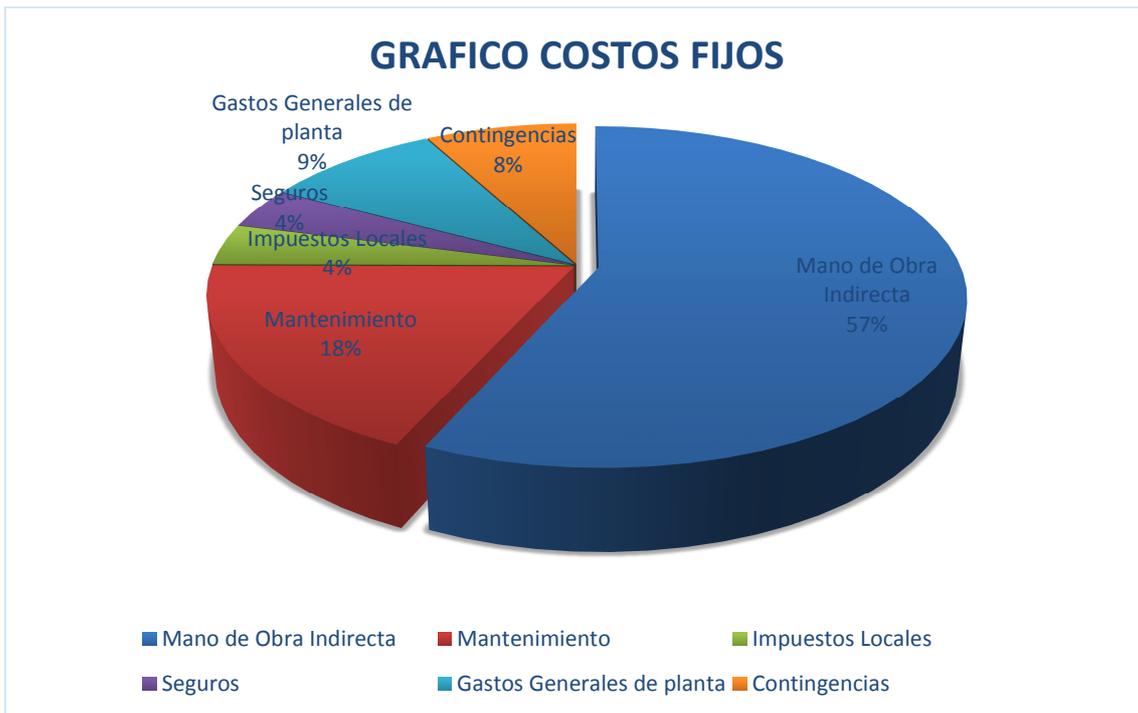


Figura 9.1 Estructura de costos Fijos. Elaboración propia.

Y como se puede observar el costo variable es el que más influye en la estructura.

Estructura de Costos Variables:

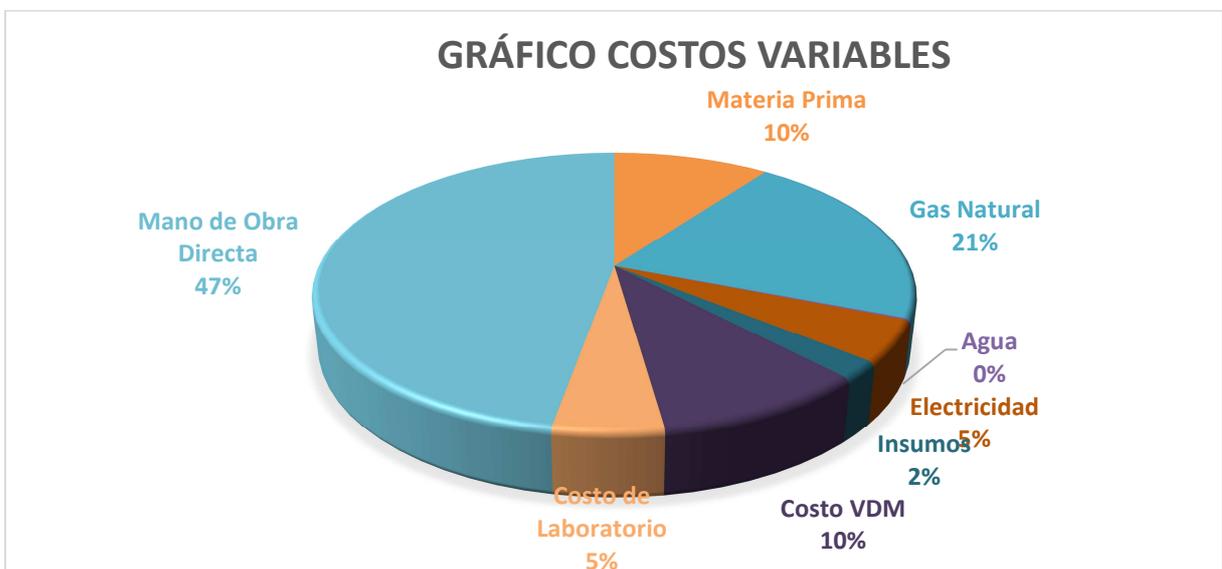


Figura 9.2 Estructura de costos variables. Elaboración propia.



9.8. VALOR RESIDUAL

El valor residual del proyecto se calcula a partir del método contable, que considera que el valor del proyecto al final del período de evaluación corresponde a la suma de los valores en libro contables de los activos que se presume existirán en ese momento.

Este método es utilizado en nivel de prefactibilidad y constituye un procedimiento en extremo conservador, ya que presume que la empresa siempre pierde valor económico en consideración sólo del avance del tiempo

Por esta razón, y dado que los estudios en niveles de perfil o prefactibilidad permiten el uso de aproximaciones en su evaluación, el método contable compensa, con su criterio conservador, la falta de precisión en algunas estimaciones de costos y beneficios.

| Inversión | | Años Depreciación | Depreciación Anual | Horizonte Proyecto | Depreciación Acumulada | Valor Libro |
|---------------|---------|-------------------|--------------------|--------------------|------------------------|-------------|
| Terreno | 19.865 | | | | | 19.865 |
| Obras Civiles | 243.435 | 50 Años | 4.868,7 | 10 | 48.687 | 194.748 |
| Maquinaria | 402.199 | 10 Años | 40.219,9 | 10 | 402.199 | 0 |
| | | | | | TOTAL | 214.613 |

Tabla 9.21 Valor residual

| |
|--|
| Valor Residual Proyecto (U\$S) = 214.613 |
|--|

9.9. PUNTO DE EQUILIBRIO

El punto de equilibrio nos permite estudiar la relación existente entre beneficios, costos fijos y costos variables. El punto de equilibrio es el nivel de producción en que los ingresos totales por ventas se igualan a los costos totales.

El punto de equilibrio se puede calcular matemáticamente dividiendo el costo fijo total por la diferencia entre el precio de venta del producto y el costo variable unitario del mismo. Para efectos del cálculo también se consideró el costo variable unitario del segundo periodo.

$$Q = \frac{CF}{Pv - CV_u} = \frac{253.986}{1.800 - 438} = 186,43 \text{ Tn}$$

La obtención del punto de equilibrio también puede lograrse gráficamente en la siguiente figura 9.23. Este estará dado por la intersección de las rectas del costo total y de la de ingreso por ventas. Estas rectas se intersectan cuando se han producido 129,43 toneladas de carbón activado, lo que corresponde a una capacidad de producción del 16% aproximadamente.

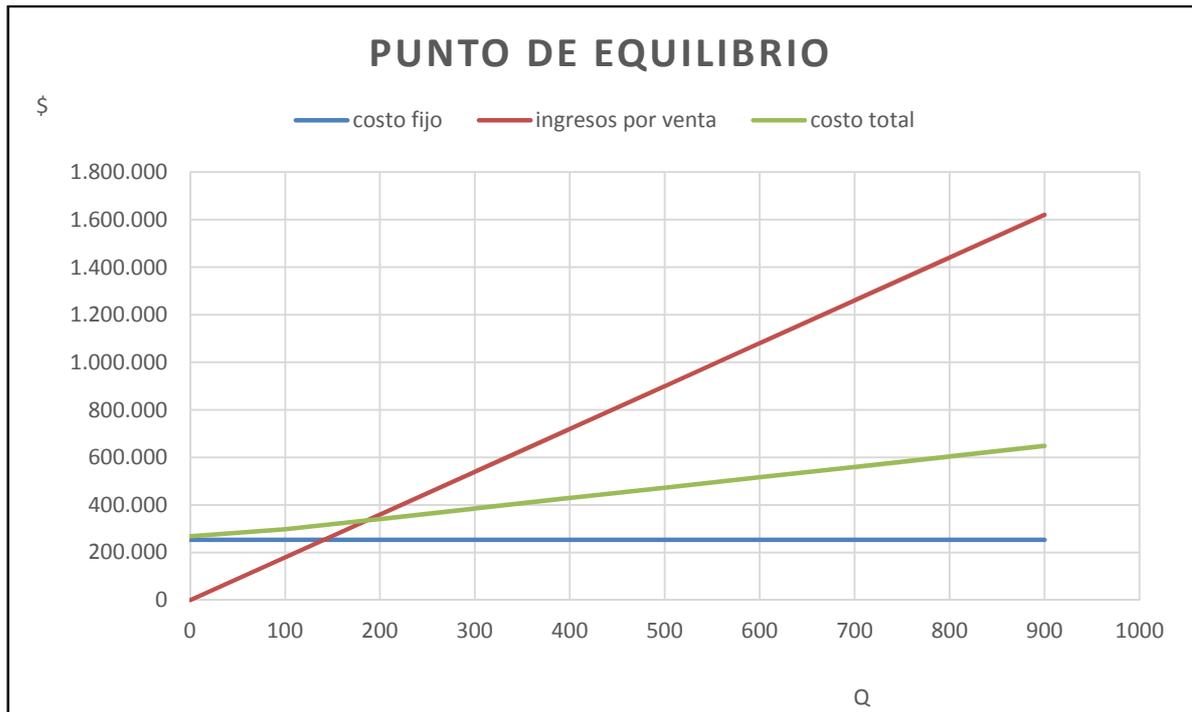


Figura 9.3 Grafico de Punto de Equilibrio. Elaboración propia.

| PUNTO DE EQUILIBRIO | |
|---------------------------------------|------------|
| $Q \text{ Equilibrio} = CFT/(pv-cvu)$ | 186,43 |
| Valor Monetario Eq | 335.576,77 |

Tabla 9.22 Punto de equilibrio



CAPITULO 10

10. ANALISIS DE RENTABILIDAD

10.1. INTRODUCCION

10.1.1. Tasa de descuento

Se ajustará la tasa de descuento por el modelo de los precios de capital. De acuerdo con este modelo la ecuación de la tasa de descuento es:

$$r = Rf + (E(Rm) - Rf) * \beta$$

Donde:

- ❖ Rf = es la tasa de descuento de un activo libre de riesgo.
- ❖ $E(Rm)$ = es el retorno histórico del mercado
- ❖ β = es la relación que existe entre el riesgo país del proyecto y el riesgo del mercado.

La relación que existe entre el riesgo país del proyecto y el riesgo mercado, β , fue obtenido a partir de una "Total Betas by Sector" actualizado a Enero 2013, debido a que el Carbón Activado tiene como principal aplicación en Tratamiento de Efluentes Líquidos se selecciona el correspondiente al Sector de Servicio de Agua tiene un valor de $\beta = 0,52$.

Como activo libre de riesgo se tomaran los T – Bond estadounidenses que tienen una tasa histórica promedio de 5,3 %. La rentabilidad promedio de mercado se toma en el orden del 11,3 %.

Sin embargo el análisis no estaría completo si no se contempla el riesgo país. Por lo que para introducir este concepto en la ecuación anterior, se lo considera como porcentaje adicional en la tasa de descuento. O sea que para un riesgo país promedio de 800 puntos básicos promedio, representara un 8 %. La tasa de descuento ascendería a 16,42 %. Preguntar si esta es la tasa que se usa o no.

10.2. INDICADORES DE RENTABILIDAD

10.2.1. Valor Actual Neto

Es el valor que resulta de restar la suma de los flujos descontados a la inversión inicial utilizando una tasa de descuento, que permite pasar valores futuros al presente. De esta forma



se pueden comparar todas las ganancias esperadas contra todos los desembolsos necesarios para producir esas ganancias.

Para saber si es rentable el proyecto las ganancias deben ser mayores que los desembolsos, o sea que el VAN debe ser mayor que cero.

Criterios a tener en cuenta del VAN:

- Si es positivo.....conviene realizar el proyecto
- Si es negativo.....no conviene realizar el proyecto
- Si es cero.....es una situación indiferente

Utilizando la siguiente tasa de descuento del 16,42 % se obtiene el siguiente resultado:

$$\text{VAN} = \text{U\$} 1.394.305$$

10.2.2. Tasa Interna de Retorno

Es la tasa que iguala la suma de los flujos descontados a la inversión inicial. Esta se calcula usando planillas de cálculo. Para considerar si el proyecto es o no rentable, se debe comparar la TIR con la tasa mínima aceptable, la que se calcula teniendo en cuenta el índice inflacionario del país y el premio al riesgo. Si la TIR es mayor el proyecto es rentable y lo será tanto más mientras mayor sea su valor.

Este valor se compara con la tasa de descuento alternativa, resultando el proyecto:

- Conveniente de realizarse si la TIR es mayor
- Inconveniente de realizarse si la TIR es menor
- Indiferente si es igual

Haciendo el cálculo pertinente se obtiene el siguiente valor:

$$\text{TIR} = 46 \%$$

10.2.3. Periodo de Recuperación

El periodo de recuperación se calcula como la suma acumulada de los flujos de caja actualizados.



Como se observa en la Tabla, la inversión se recuperaría en el tercer periodo.

| | | | | | | | |
|---------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Flujo de Caja | -1.007.351 | 366.751 | 523.423 | 523.423 | 523.423 | 523.423 | 514.411 |
| | | 1,154 | 1,332 | 1,538 | 1,775 | 2,048 | 2,364 |
| Flujo de Caja Actualizado | -973.491 | 317.754 | 392.908 | 340.416 | 294.936 | 255.533 | 217.583 |
| Flujo Acumulado | -973.491 | -655.737 | -262.830 | 77.586 | 372.522 | 628.055 | 845.638 |

| | | | |
|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 7 | 8 | 9 | 10 |
| 514.411 | 514.411 | 514.411 | 784.865 |
| 2,729 | 3,150 | 3,635 | 4,196 |
| 188.514 | 163.328 | 141.508 | 187.061 |
| 1.034.152 | 1.197.480 | 1.338.988 | 1.526.050 |

Tabla 10.1 Periodo de recuperación

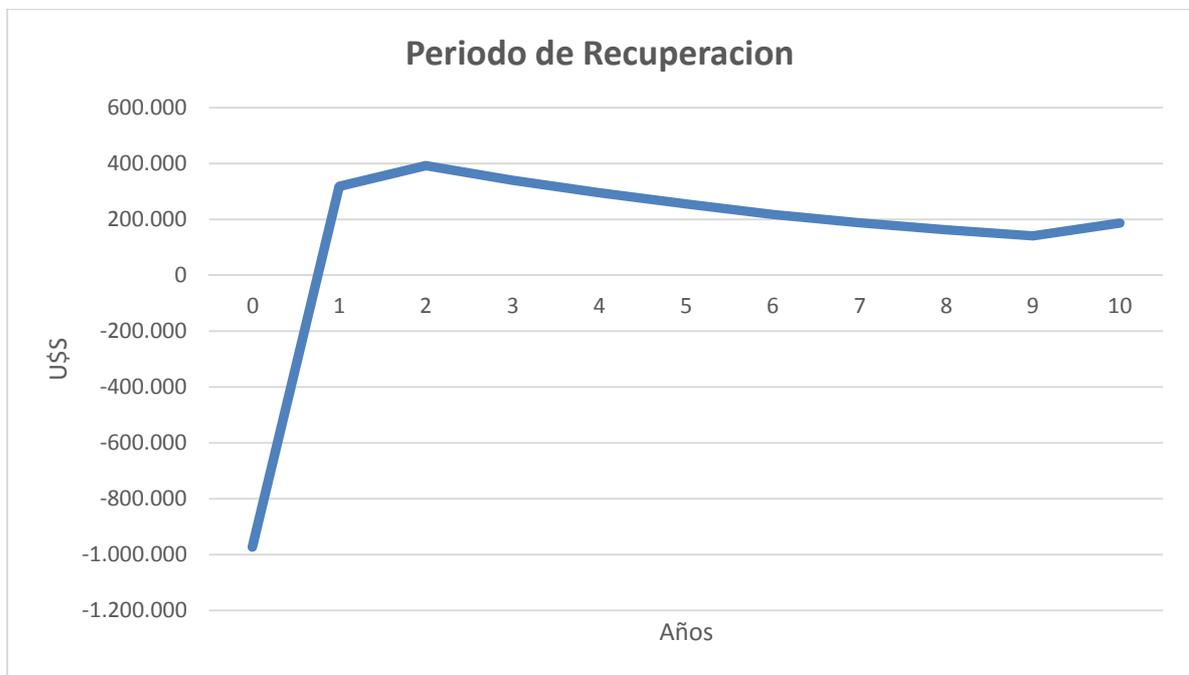


Figura 10.1 Periodo de recuperación

10.2.4. Flujo de Caja

En finanzas y en economía se entiende por flujo de caja o flujo de fondos, a los flujos de entradas y salidas de caja o efectivo, en un período dado.

El flujo de caja es la acumulación neta de activos líquidos en un período determinado y, por lo tanto, constituye un indicador importante de la liquidez de una empresa.

El estudio de los flujos de caja dentro de una empresa, puede ser utilizado para determinar:



- Problemas de liquidez. El ser rentable no significa necesariamente poseer liquidez. Una compañía puede tener problemas de efectivo, aun siendo rentable. Por lo tanto permite anticipar los saldos en dinero.
- Para analizar la viabilidad de proyectos de inversión, los flujos de fondos son la base de cálculo del Valor actual neto y de la Tasa interna de retorno.
- Para medir la rentabilidad o crecimiento de un negocio cuando se entienda que las normas contables no representan adecuadamente la realidad económica.



Universidad Nacional de Cuyo. Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria.
 Proyecto Final: Obtención De Carbón Activado A Partir De Madera

| Años | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---------------------------|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Producción(Tn) | | 600 | 750 | 750 | 750 | 750 | 750 | 750 | 750 | 750 | 750 |
| Precio de Venta(\$/Tn) | | 1.800 | 1.800 | 1.800 | 1.800 | 1.800 | 1.800 | 1.800 | 1.800 | 1.800 | 1.800 |
| Ingresos por venta (\$) | | 1.080.000 | 1.350.000 | 1.350.000 | 1.350.000 | 1.350.000 | 1.350.000 | 1.350.000 | 1.350.000 | 1.350.000 | 1.350.000 |
| Costos Variables Totales | | -282.085 | -328.234 | -328.234 | -328.234 | -328.234 | -328.234 | -328.234 | -328.234 | -328.234 | -328.234 |
| Costos Fijos Totales | | -253.986 | -253.986 | -253.986 | -253.986 | -253.986 | -253.986 | -253.986 | -253.986 | -253.986 | -253.986 |
| Ingreso Bruto | | 543.929 | 767.781 |
| Depreciaciones | | -43.869 | -43.869 | -43.869 | -43.869 | -43.869 | -43.869 | -43.869 | -43.869 | -43.869 | -43.869 |
| Amortizacion | | -25.747 | -25.747 | -25.747 | -25.747 | -25.747 | | | | | |
| Utilidad Bruta | | 474.314 | 698.165 | 698.165 | 698.165 | 698.165 | 723.912 | 723.912 | 723.912 | 723.912 | 723.912 |
| Imp a las ganancias | | -166.010 | -244.358 | -244.358 | -244.358 | -244.358 | -253.369 | -253.369 | -253.369 | -253.369 | -253.369 |
| Utilidad Neta | | 308.304 | 453.807 | 453.807 | 453.807 | 453.807 | 470.543 | 470.543 | 470.543 | 470.543 | 470.543 |
| Depreciaciones | | 43.869 | 43.869 | 43.869 | 43.869 | 43.869 | 43.869 | 43.869 | 43.869 | 43.869 | 43.869 |
| Amortizacion | | 25.747 | 25.747 | 25.747 | 25.747 | 25.747 | | | | | |
| Flujo de efectivo | | 377.919 | 523.423 | 523.423 | 523.423 | 523.423 | 514.411 | 514.411 | 514.411 | 514.411 | 514.411 |
| Inversión inicial | -833.945 | | | | | | | | | | |
| Capital de Trabajo | -44.673 | -11.168 | | | | | | | | | 55.841 |
| Inversion Activo Diferido | -128.734 | | | | | | | | | | |
| Valor Residual | | | | | | | | | | | 214.613 |
| Flujo Operacional | -1.007.351 | 366.751 | 523.423 | 523.423 | 523.423 | 523.423 | 514.411 | 514.411 | 514.411 | 514.411 | 784.865 |

Tabla 10.2 Flujo de caja en dólares. Elaboración



10.3. ANALISIS DE RIESGO

El análisis de riesgo, también conocido como evaluación de riesgo o PHA por sus siglas en inglés *Process Hazards Analysis*, es el estudio de las causas de las posibles amenazas y probables eventos no deseados y los daños y consecuencias con un nivel grande de incertidumbre que éstas puedan producir.

Este tipo de análisis es ampliamente utilizado como herramienta de gestión en estudios financieros y de seguridad para identificar riesgos (métodos cualitativos) y otras para evaluar riesgos (generalmente de naturaleza cuantitativa).

El rol o propósito esencial de la administración de riesgos es la de mejorar el desempeño del proyecto por la sistemática de identificación, valoración y administración de los riesgos del proyecto.

10.3.1. Identificación de los riesgos

Percepción del riesgo:

- La percepción del riesgo como amenaza es el sistema más utilizado para identificarlo. En este contexto, gestionar el riesgo significa instalar sistemas de control que minimicen tanto la probabilidad de que ocurran sucesos negativos como su severidad (la pérdida económica que supondría para el emprendedor). Es un enfoque de naturaleza defensiva, su propósito es asignar recursos para reducir la probabilidad de sufrir impactos negativos.
- Desde la percepción del riesgo como oportunidad, la gestión significa utilizar técnicas que maximicen los resultados, limitando los posibles perjuicios o costos. El enfoque es de naturaleza ofensiva.
- La gestión del riesgo desde la perspectiva del riesgo como incertidumbre se dirige a minimizar la desviación entre los resultados que el emprendedor desea obtener y los que realmente obtiene.

La identificación del riesgo debe ser sistemática y debe comenzar por definir los objetivos del emprendedor, analizar los factores que son clave en su negocio para alcanzar el éxito y revisar cuales son las debilidades del proyecto y las amenazas a las que se enfrenta.

El riesgo tiene tres componentes primarios:

- Un evento (un cambio no deseado).
- Una probabilidad de ocurrencia de ese evento.
- El impacto de ese evento (cantidad apostada o en riesgo).

$$\text{Riesgo} = f(\text{evento}, \text{incertidumbre}, \text{daño})$$



10.3.2. Matriz de riesgo

| Probabilidad | Consecuencias | | | | |
|---------------|------------------|----------|------------|---------|----------------|
| | Insignificante 1 | Menor 2 | Moderada 3 | Mayor 4 | Catastrófica 5 |
| Raro 1 | Bajo | Bajo | Moderado | Alto | Alto |
| Improbable 2 | Bajo | Bajo | Moderado | Alto | Extremo |
| Posible 3 | Bajo | Moderado | Alto | Extremo | Extremo |
| Probable 4 | Moderado | Alto | Alto | Extremo | Extremo |
| Casi seguro 5 | Alto | Alto | Extremo | Extremo | Extremo |

- Extremo:** Los riesgos extremos deben ponerse en conocimiento de los Directores y ser objeto de seguimiento permanente.
- Alto:** Los riesgos altos requieren la atención del Presidente / Director General / Director Ejecutivo.
- Moderado:** Los riesgos moderados deben ser objeto de seguimiento adecuado por parte de los niveles medios de Dirección.
- Bajo:** Los riesgos bajos deben ser objeto de seguimiento por parte de los supervisores.

Tabla 10.3 Matriz de riesgo

| Riesgos Identificados | Consecuencia | Probabilidad | Impacto | Plan Contingencia |
|-------------------------------------|--------------|--------------|----------|--|
| Disminución del Precio del Producto | 3 | 4 | ALTO | Continuo Monitoreo del Precio en el Mercado del Producto |
| Tecnología | 2 | 3 | MODERADO | Capacitación del Personal |
| Oposición de la Sociedad | 2 | 2 | BAJO | Informar a la población sobre el Proceso |
| Costo Mano de Obra | 4 | 3 | EXTREMO | Aumentar Precio de Venta |
| Medio Ambiente Legal | 3 | 3 | ALTO | Cumplir las Normativas Ambientales |
| Aumento/Corte del valor de GN | 3 | 3 | ALTO | En caso de Corte Programar Mantenimiento de los Equipos. |

Tabla 10.4 identificación de riesgos

- Disminución del Precio del Producto

Actualmente, el cierre de las importaciones favorece el proyecto porque se ven bloqueadas las entradas de carbones activados a nuestro país, esto aumenta la demanda interna y por la ley del mercado el precio de venta puede aumentar. Si el bloqueo de importaciones es levantado, al entrar carbones de china a un menor precio, tendremos que disminuir el precio de venta. Por lo dicho es recomendable realizar un análisis de sensibilidad para ver hasta qué punto puede disminuir el precio de venta y que el proyecto siga siendo rentable.



- Tecnología

Actualmente la tecnología no presenta riesgo considerable, ya que está vigente desde la década del 50 y no ha sufrido cambios significativos hasta el momento, además todos los equipos para el proceso de producción son fabricados en el país, lo que facilita la obtención de repuestos rápidamente.

- Oposición de la Sociedad

La oposición de la sociedad nos trae grandes riesgos, ya que no se producen efluentes peligrosos que dañen el ambiente. Además, la planta está localizada en “El Parque Industrial” por lo que está alejado de la zona urbana. Es recomendable informar a la población más cercana sobre el proyecto que se va a desarrollar.

- Mano de Obra

La mano de obra no presenta mayor riesgo, ya que en Resistencia, Chaco existe disponibilidad de mano de obra calificada debido al fácil acceso a la ubicación de la Planta como así también a la cercanía de centros urbanos.

- Medio Ambiente

Se considera de riesgo bajo ya que se seguirán las normativas vigentes para este tipo de industrias. Asimismo, la industria está localizada en el Parque Industrial De Fontana, una zona habilitada para el funcionamiento de este tipo de industrias.

- Aumento del Costo de Gas Natural

En Argentina se estiman incrementos en el valor del gas natural, a que la producción está decreciendo y la demanda aumenta, lo que obliga a importar el combustible desde Bolivia y Venezuela a precios mayores. Esto genera un aumento en el costo de producción. Con respecto a los cortes de gas natural para las industrias que se llevan a cabo generalmente en el mes de Julio, se programan Mantenimiento para esa fecha.

10.4. ANALISIS DE SENSIBILIDAD

El análisis de sensibilidad es un término financiero, muy utilizado en el mundo de la empresa a la hora de tomar decisiones de inversión, que consiste en calcular los nuevos flujos de caja y el VAN de un proyecto, en un negocio, etc, al cambiar una variable, la inversión inicial, la duración, los ingresos, la tasa de crecimiento de los ingresos, los costes, etc. De este modo teniendo los nuevos flujos de caja y el nuevo VAN podremos calcular o mejorar nuestras estimaciones sobre el proyecto que vamos a comenzar en el caso de que esas variables cambiasen o existiesen errores iniciales de apreciación por nuestra parte en los datos obtenidos inicialmente.

Esto mostrara que tan sensible es el flujo de caja y los criterios económicos a errores en las proyecciones hechas. Un análisis de sensibilidad da una idea del grado de riesgo involucrado a la hora de juzgar el rendimiento estimado de un proyecto.



10.4.1. Parámetros de estudio

El propósito de un análisis de sensibilidad es identificar aquellos parámetros que tienen un impacto significativo en la viabilidad del proyecto por sobre el rango esperando de variación del parámetro.

Del análisis de la estructura de costos y de riesgo se observa que los parámetros para los que el proyecto muestra mayor sensibilidad son el precio de venta del carbón activado. También se simbolizará el costo de la materia prima, ya que inicialmente se le asignó solamente un valor de transporte hasta la planta.

| Parámetros | Rango de variación |
|---------------------------|--------------------------------------|
| Precio de venta | +/- 20% de la base |
| Producción | +/- 20% de la base |
| Costo de alimentación | -10% a +30% de la base |
| Costo de combustible | -50% a +100% de la base |
| Costos fijos | -20% a +100% de la base |
| ISBL Inversión de capital | -20% a +50% de la base |
| OSBL Inversión de capital | -20% a +50% de la base |
| Tiempo de construcción | -6 meses a + 2 años |
| Tasa de interés | Base en base + 2 puntos porcentuales |

Tabla 10.5 Parámetros analizados generalmente en la sensibilización

10.4.2. Variación del VAN con cambios en el precio de venta del carbón activado

| Disminución Precio Venta | Precio Venta | VAN | TIR |
|--------------------------|--------------|--------------|--------|
| Valor Inicial | 1800 | 1.394.305,00 | 46% |
| -10% | 1620 | 991.811,82 | 37,98% |
| -15% | 1530 | 790.565,43 | 33,85% |
| -20% | 1440 | 589.319,04 | 29,62% |
| -25% | 1350 | 388.072,65 | 25,27% |
| -30% | 1260 | 186.826,25 | 20,77% |
| -34,64% | 1176 | 69,60 | 16,42% |

Tabla 10.6 cambios del VAN con el precio

Como se observa en la figura el VAN es casi igual a cero cuando el precio de venta disminuye hasta U\$S 1.176, lo que representa en una disminución del 34,64 % desde su valor inicial de venta.

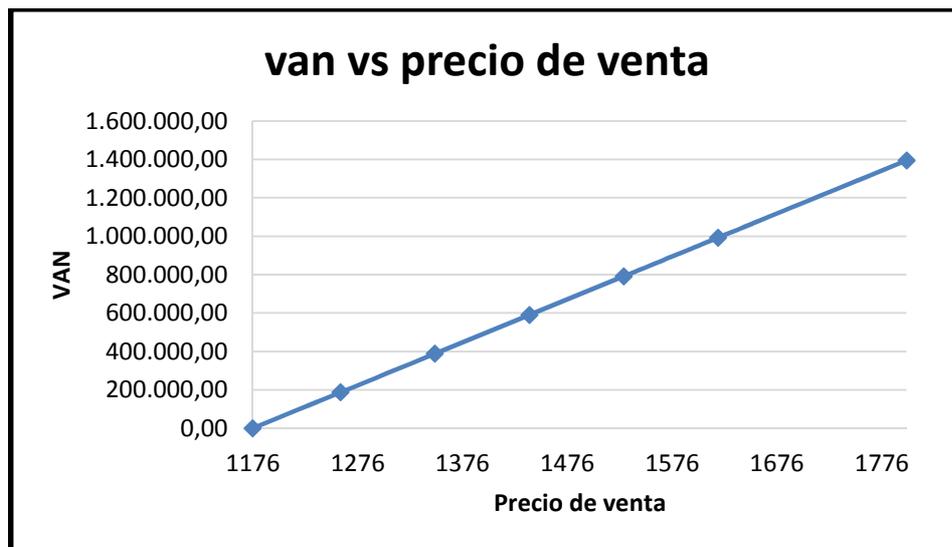


Figura 10.2 VAN vs precio de venta

10.4.3. Variación del VAN con aumento del costo de la materia prima

Inicialmente a la materia prima se le asignó un costo solamente de transporte, ya que es un desecho de las industrias madereras. Debido a que el costo de esta materia y del transporte es variable se optó por realizar un análisis de sensibilidad a esta variable, para saber a cuánto asciende el monto máximo que se puede pagar por la materia prima.

| MP+Transporte | VAN | TIR |
|---------------|--------------|--------|
| 14 | 1.394.305,00 | 46% |
| 50 | 1.101.503,99 | 40,08% |
| 100 | 694.836,46 | 31,64% |
| 150 | 288.168,93 | 22,91% |
| 185 | 3.501,66 | 16,50% |
| 186 | -4.631,69 | 16,31% |

Tabla 10.7 cambios del VAN con el costo de la materia prima

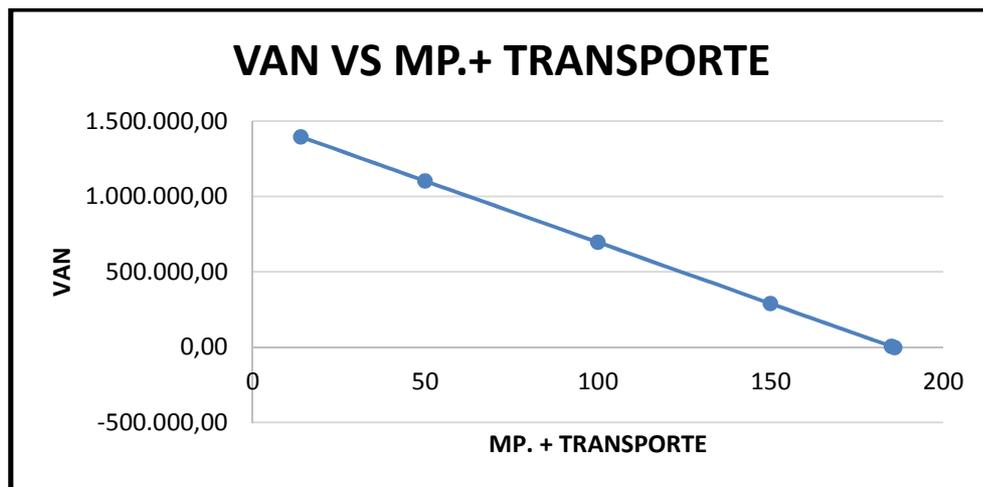


Figura 10.3 VAN vs costo de materia prima y transporte

10.5. INFLUENCIA DE LA ENERGIA

Para analizar la influencia del Precio de Gas Natural en los costos, se toma en cuenta la Tabla 10.8, donde se puede ver que Argentina tiene la menor tarifa de Gas Natural en América Latina.

Tarifa industrial y residencial de gas natural en la región



La tarifa industrial considera un consumo anual de 3.600.000 m³ y 100% factor de carga.
La tarifa residencial considera un consumo anual de 962 m³ (R2 3º).

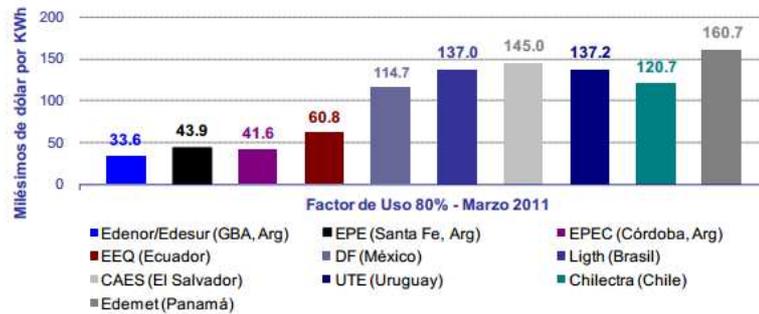
Fuente: Montamat & Asociados: elaboración propia a partir de informe de MetroGAS y de mercado

Tabla 10.8 Tarifa de gas

Con respecto a la energía Eléctrica el panorama es similar al del gas natural como se ve en la Tabla 10.9 Argentina posee el menor valor de energía eléctrica del mercado Latinoamericano



Tarifa eléctrica uso industrial MT por distribuidora en Argentina y la región



La tarifa de uso industrial con media tensión de suministro considera una demanda máxima de 300 KW y 80% de factor de uso.
 Fuente: Montamat & Asociados: elaboración propia a partir de datos de mercado

Tabla 10.9 tarifa eléctrica

Con estos datos podemos observar que los costos variables de la instalación de la Planta serían los más bajos comparado con el resto de Latinoamérica. Se podría considerar un estudio con un valor promedio de las tarifas de Chile y Brasil por ejemplo, para analizar a cuanto aumentarían los costos variables, en el caso de que las Tarifas de Gas Natural y Electricidad Aumentaran en Argentina.

10.5.1. Variación del VAN con el aumento del precio del Gas Natural

De acuerdo al análisis de Influencia de la Energía realizado en el punto anterior, se decidió realizar un análisis de sensibilidad sobre la variable de Gas Natural, comenzando por el valor utilizado en Argentina hasta el precio promedio entre Brasil y Chile sacado de la Tabla 10.8

| Precio GN | VAN | TIR |
|-----------|--------------|--------|
| 0,28 | 1.394.304,61 | 46,05% |
| 0,34 | 1.343.532,60 | 45,01% |
| 0,4 | 1.292.760,59 | 43,98% |
| 0,5 | 1.208.140,58 | 42,26% |
| 0,6 | 1.123.520,57 | 40,53% |

Tabla 10.11VAN vs gas natural

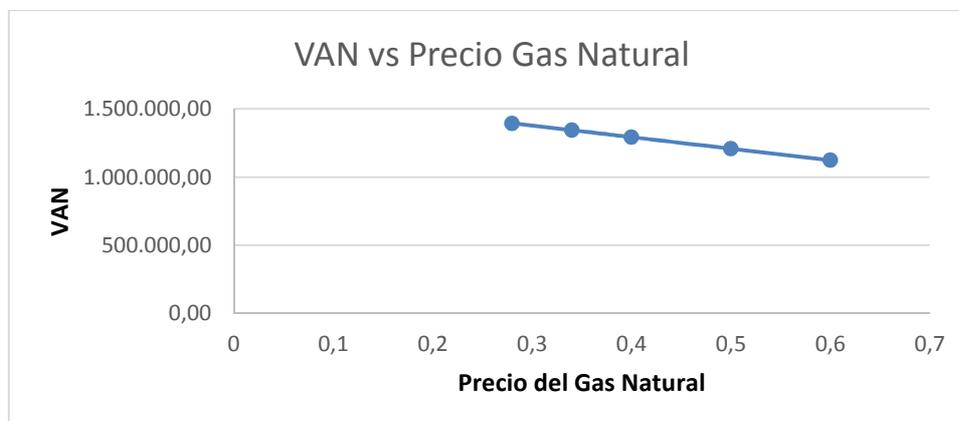


Figura 10.4 VAN vs precio gas natural



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente estudio mostró que existe un potencial en el país para la fabricación de carbón activado de buena calidad, aplicable a una gran cantidad de industrias, principalmente en el tratamiento de líquidos residuales. En Argentina existe disponibilidad de materia prima suficiente, adecuada y a bajo costo para la fabricación de distintos tipos de carbones activados. Esta materia prima es la madera, carozos de duraznos, damascos e incluso ciruelas, los cuales son desechados por las empresas conserveras, cascara de coco, entre otros.

De acuerdo al estudio de mercado se observó que gran parte del carbón activado consumido en Argentina es importado, representando una cantidad cercana al 80%. Esto debido a que existe una restricción de capacidad ya que en Argentina se cuenta con una planta de 1.300 toneladas anuales, lo cual se traduce en que la oferta no alcanza a cubrir la demanda interna del país, teniéndose que importar gran parte de este producto. Esto se deduce de las cifras de importación y a que existen importadoras que comercializan carbón activado para las aplicaciones ya mencionadas.

Por otra parte Latinoamérica presenta un gran nivel de actividad minera aurífera, principalmente Perú. Esta industria representa un mercado potencial para el carbón activado ya que en yacimientos de oro y plata de baja ley los métodos más utilizados para la recuperación de oro involucran el uso de carbón activado. Además en la industria en general cada día se están buscando nuevas alternativas para invertir en métodos que permitan tratar cualquier tipo de contaminante de manera de reducir el impacto al medio ambiente y así poder cumplir con las exigencias de producción limpia de cada país. Dentro de estas alternativas se encuentra el tratamiento a través de filtros y columnas de carbón activado, un método aplicable al tratamiento de líquidos que implica un bajo costo para las empresas.

Del estudio técnico se concluye que a partir de la madera, más específicamente de madera y astillas y retazos, que es en el que se centró este estudio, es posible lograr calidades aptas para abarcar una gran cantidad de aplicaciones.

El principal índice que da cuenta de la capacidad de adsorción de un carbón activado es el índice de yodo. Sin embargo no se deben dejar de lado otros índices importantes como la dureza y el nivel de cenizas del carbón los cuales también influyen en la calidad del producto. Los índices asociados a la calidad de un carbón activado pueden ser alcanzados mediante el control adecuado de las variables que influyen en la producción. Estas son la temperatura, el tiempo de residencia en el horno y el agente oxidante utilizado. Dado el gran potencial de la materia prima bajo estudio, se deben realizar experimentos con el objetivo de encontrar los parámetros adecuados para lograr los requerimientos de cada industria y, más aún, de cada cliente.

Por otra parte se concluyó que la decisión de localización de la planta se debe principalmente a la disponibilidad de materia prima debido al bajo rendimiento de ésta, lo que se traduce en que la cantidad de madera y astillas a recolectar es superior a tres veces la cantidad del producto final que se obtiene del proceso. A partir de esto, las ubicaciones adecuadas para la planta se encuentran en el norte del país, selva misionera, parque chaqueño, entre otros.



En cuanto a la capacidad instalada de la planta se determinó una capacidad de producción anual de 800 toneladas, representando una cuota de aproximadamente el 21% del mercado del país, y aproximadamente un 3,6% del mercado latinoamericano.

En cuanto a la evaluación económica, se observa que el nivel de inversión es una suma importante, alcanzando los US\$ 833,945 siendo la inversión en equipos de producción la que más repercute en este monto.

La evaluación económica arrojó un valor actual neto de \$1.394.305 dólares con una tasa interna de retorno de 46%, mayor que la tasa de descuento utilizada (15%).

El análisis de sensibilidad arrojó que las variables que más podrían afectar al proyecto es el precio por tonelada y por costo de materia prima y transporte. Como se observa en el informe el VAN es casi igual a cero cuando el precio de venta disminuye hasta US\$ 1.176, lo que representa en una disminución del 34,64% desde su valor inicial de venta. Inicialmente a la materia prima se le asignó un costo solamente de transporte, ya que es un desecho de las industrias madereras. Debido a que el costo de esta materia y del transporte es variable se optó por realizar un análisis de sensibilidad a esta variable, para saber a cuánto asciende el monto máximo que se puede pagar por la materia prima.

Por otra parte se observa que si el precio del gas natural aumentara en un 40,53%, llegando a unos US\$ 0,6 por m³, el VPN llega a cero, lo que muestra que el precio del gas natural influye pero en un grado menor a otras variables. El gas natural es el combustible recomendado para el uso en hornos.

Dado el poco conocimiento en Argentina de este producto, se hace difícil el acceso a información respecto al estudio del proceso de producción, se recomienda enfocar el estudio de factibilidad en el estudio técnico del proyecto centrándose en los aspectos químicos del proceso, contando con ingenieros civiles, químicos que realicen experimentos a nivel de laboratorio para la obtención de diferentes calidades de carbones activados.



BIBLIOGRAFIA

- Acosta, I. y Berra, M. (1985). “Obtención de carbón activado metalizado a partir de coque residual de petróleo”. Trabajo de grado, Ingeniería Química, Universidad de Oriente, Anzoátegui, Venezuela.
- Álvarez, X. (1989). “Obtención de Carbón Activado a Partir de Cuescos de Frutas”. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil-Químico, Universidad de Chile.
- Arias, F. (1999). “El Proyecto de Investigación”. Editorial Episteme. Ediciones Oriol. Caracas, Venezuela.
- CARBOCHEM, ARDMORE, US (1999). “Activated carbon manufacturer & chemical supplier”. [página web en línea].
- Himmelblau, D. (1997). “Principios Básicos y Cálculos en Ingeniería química”. Editorial Prentice Hall. Sexta edición. México.
- Perry, R. (2001). “Manual del Ingeniero Químico”. Séptima edición. Editorial McGraw- Hill. España.
- Perry, R. y Chilton, C. (1992). “Manual del ingeniero químico”. McGraw-Hill, 3era edición en español, México.
- Salas, D (2006). “Diseño básico de un horno de una planta de pintura de autopartes”. Trabajo de Grado, Ingeniería Química, Universidad de Oriente.
- Apuntes Curso Evaluación de Proyectos (IN42A). Semestre Otoño 2004
- ÁLVAREZ M., XIMENA. 1989. Obtención de Carbón Activado a Partir de Cuescos de Frutas. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil, Químico. Universidad de Chile.
- BASCUR F., MARITZA y MORALES H., JUAN CARLOS. 1987. Obtención de Furfural y Carbón Activado a partir de la Mazorca de Maiz. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil Industrial. Universidad de Chile.
- HASSLER, JOHN W. 1963. Activated Carbon.
- OROZCO F., ROGELIO. 1982. Aplicación del Carbón Activado a la Tecnología del Oro. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil Químico. Universidad de Chile.
- Conesa Fernandez, V., 1997. Guia Metodología para la evaluación del impacto ambiental
- Grosso, Cruzado G., 1997. El Carbón Activado Granular en el tratamiento del Agua, Aconcagua Ediciones y publicaciones.



Universidad Nacional de Cuyo. Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria.
Proyecto Final: Obtención De Carbón Activado A Partir De Madera

- Mattson, J.B. and Mark,H.B., 1971. Activated Carbón Marcel Dekker, New York.
- Rodriguez-R., 1994. Activación física: ciencia y tecnología del carbon activado, Universidad de Alicante.
- Sapag chain, 2007. Preparación y evaluación de proyectos.



PAGINAS WEB

- <http://www.trademap.org/Index.aspx>
- <http://carbochem.com/>
- <http://intainforma.inta.gov.ar/>
- <http://webpublico.aniq.org.mx/Paginas/home.aspx>
- <http://unizar.es/>
- <http://www.cfired.org.ar/Default.aspx?nId=1925>
- <http://www.asodeco.org.ar/index.php?ide=pi>
- <http://www.entreriostotal.com.ar/industria/parques/parque-industrial-concordia.htm>
- <http://wikimapia.org/11554967/es/Parque-Industrial-Concordia>
- <http://normasambientales.com/blog/legislacion-ambiental/>
- www.diariojunio.com.ar/noticias.php?ed=1&di=0&no=50159
- <http://www.coopelec.com.ar/index.php>



ANEXO I: APLICACIONES DEL CARBON ACTIVADO

El carbón activado puede ser utilizado en las siguientes aplicaciones:

- a- Remoción de impurezas que le dan color, olor y sabor al agua potable y tratamiento de agua en procesos industriales. Para la purificación de agua potable es bastante normal utilizar carbones activados impregnados con pequeñas proporciones de plata, por su efecto bactericida. En el caso de la eliminación de olores de las plantas depuradoras de aguas residuales, el carbón activado suele ser impregnado con hidróxido sódico o potásico. En el caso de tratamiento de agua en procesos industriales, el carbón activado preferido es el carbón activado granular. Debido a la simplicidad y bajo costo del tratamiento, el uso del carbón activado se ha extendido rápidamente por el mundo.
- b- Uso médico, para tratamiento de intoxicaciones agudas. El carbón activado es utilizado para tratar envenenamientos y sobredosis por ingestión oral. Previene la absorción del veneno en el estómago. Tiene nombres comerciales como InstaChar, SuperChar, Actidose y Liqui-Socarra, pero por lo general se le llama simplemente carbón activado. Además se utiliza en la eliminación de impurezas incoloras de productos químicos en la industria farmacéutica. El uso de carbón activado en este tipo de procesos lo hace más comercializable y se extiende a diversos productos químicos, por ejemplo, cafeína, ácido cítrico, glicerina, entre otros. La función del carbón es eliminar impurezas incoloras de las soluciones antes de proceder a la cristalización. El carbón activado se usa cuando la cantidad de impurezas es pequeña.
- c- Recuperación de solventes, Cuando los solventes están contaminados con impurezas que pueden ser eliminadas por adsorción, se utiliza carbón activado el cual proporciona un tratamiento a bajo costo. Muchos solventes son volátiles y el escape de vapor a los lugares de trabajo puede causar daños a la salud, desde incendios hasta explosiones.
- d- Purificación de aire y gases, Se hace recircular el aire pasándolo continuamente a través de una columna de carbón activado granular. En áreas donde el smog prevalece, el aire del exterior puede ser pasado a través de carbón activado antes de ser admitido en cuartos cerrados. Los filtros con carbón activado granular se utilizan generalmente en la purificación de aire y de gas para quitar vapores de aceite, olores y otros utilizan un principio de la filtración de una etapa o de dos etapas donde el carbón activado se introduce como medio filtrante.
- e- Eliminación de olores en lugares cerrados, bodegas, refrigeradores, mejoramiento de olores y sabores en alimentos. El carbón activado se utiliza para eliminar olores y además para mejorar el olor y el sabor de alimentos tales como gelatina, sopas envasadas, vinagre, etc. El uso de carbón activado no altera el producto y el hecho de ser insoluble no conduce a reacciones compuestas en los alimentos como ocurre con varios tratamientos químicos.



- f- Evitar la maduración prematura de frutas y verduras El carbón activado puede ser utilizado como adsorbente de etileno, con lo cual se evita la maduración prematura de frutas y verduras.
- g- Recuperación de oro y plata Varios procesos en la minería utilizan el carbón activado para recuperar oro y plata de soluciones cianuradas. La Selectividad del carbón activado por el oro es mayor que por la plata, debido a problemas de tamaños relativos de estos átomos y densidad de carga. La cantidad de oro adsorbido varía con la calidad del carbón activado y también con las características de la solución a tratar. Entre las características que debe cumplir el carbón activado para este tipo de aplicaciones se encuentra: alta dureza, alta área superficial y poder de adsorción. Gracias al carbón activado granular es posible la recuperación de oro desde soluciones alcalinas diluidas que contengan cantidades muy pequeñas de oro en solución, es decir, su aplicación ha permitido explotar yacimientos de baja ley, con el concurso de métodos de bajo costo de lixiviación, como es la lixiviación en pilas o para tratar pulpas provenientes de agitación sin utilizar lavado en contracorriente, como en el proceso de carbón en pulpa, rebajando los costos de capital para la planta.
- h- Catálisis. El carbón activado es usado como catalizador en diversas reacciones como soporte de otros catalizadores y como promotor de una reacción específica cuando existen dos reacciones alternativas.
- i- Decoloración de azúcares, mieles y caramelos. El carbón activado es empleado en las refinерías de azúcar de remolacha como adsorbente de impurezas coloreadas; el carbón activado proporciona un producto de mayor calidad y además permite una gran flexibilidad en la manufacturación.
- j- Decoloración de licores, jugos, vinagres. Whisky, cerveza, vodka y otros licores son mejorados por tratamientos con carbón activado especialmente para la eliminación del sabor que adquieren estas bebidas después de la destilación.
- k- Industrias de aceites y mantecas comestibles Las industrias refinadoras de aceites y mantecas comestibles están entre los principales consumidores de carbón activado para usarlo en el proceso de purificación de elementos contaminantes y mejoramiento del color.
- l- Otras aplicaciones Uso en filtros de cigarrillos, recuperación de yodo de aceites de petróleo, recuperación de sustancias bioquímicas absorbibles que son muy difíciles de purificar, entre otras.

Aplicaciones a partir de su estado

- **Uso del carbón activado granular**

En la purificación de agua el carbón activado granular (GAC) se puede usar en sustitución de los filtros de arena, actuando como filtro mecánico, es decir, removiendo las partículas por obstrucción y como adsorbente, o bien como complemento de éstos (en este caso sólo funciona como adsorbente con una mayor eficiencia en la retención de micro contaminantes).



Sin embargo, normalmente el GAC se usa después de haber filtrado el agua por lechos de arena. En este caso el GAC se empaca en torres filtrantes a través de las cuales el agua se infiltra lentamente según la dirección de su flujo. Esto se puede hacer de dos maneras:

- Sistema activo: el agua pasa a través del filtro de carbón activado, aunque no es la forma más eficiente de usarlo.

- Sistema pasivo: el agua no incide directamente contra la masa de carbón activo, sino se mueve lentamente entre sus granos y tiende a ocupar de forma efectiva sólo una parte del lecho filtrante. La adsorción se da lentamente y solamente en la superficie externa de los granos de carbón. Aunque se tarda más en eliminar los contaminantes se adsorbe lo más posible. Es más eficiente y funciona con la mínima atención.

- **Uso del carbón activado en polvo (PAC)**

Hay dos formas de aplicar el carbón activado en polvo (PAC); la primera consiste en usar el carbón seco, mojarlo y aplicarlo al agua, mientras que la otra forma consiste en hacer suspensión con el carbón activado en polvo en un envase y aplicarla al sistema.

Cuando no hay filtros de arena en la purificación se debe aplicar PAC en suspensión directamente a los depósitos del agua. La suspensión se distribuye en la superficie del depósito de la manera más uniforme posible, es decir, se debe aplicar mayor cantidad de la suspensión del PAC en las áreas donde el depósito es más profundo. El PAC se asienta completamente en uno o dos días.

Para corregir problemas de sabor las dosis puede ir desde 1 hasta 1200 libras de PAC por millón de galones de agua. El 80 % de los olores y sabores pueden ser removidos con dosis de 10 a 40 libras de carbón activado por millón de galones de líquido.

- **Uso del carbón activado por áreas específicas**

- ✓ Adsorción de gases: a nivel industrial es empleado para recuperar los solventes utilizados en los procesos, para su posterior reutilización o simplemente para evitar su incorporación al ambiente.
- ✓ En la medicina: ciertas bacterias tóxicas son removidas por carbón activado, por lo que es usado para el tratamiento de gastritis y enteritis y para tratar envenenamientos ocasionados por alimentos, alcaloides, metales, fósforo, fenol, entre otros.
- ✓ En el tratamiento de agua: se usa en los procesos de separación de iones de soluciones, como la suavización o ablandamiento de agua y la desmineralización, también en el tratamiento de agua potable y de aguas residuales.
- ✓ En la industria de bebidas y alimentos: se utiliza para tratamiento de aguas, también como clarificante, removedor, purificador para la fabricación de vinos, cerveza, refrescos, entre otros, y en la manufactura del azúcar, para la remoción de colores y sabores.



- ✓ En catálisis: generalmente interviene como catalizador en reacciones de oxidación, de combinación, de descomposición y de eliminación. Su papel es diferente según sea la reacción, para unas dependerá de los grupos carbono-oxígeno presentes, para otras de la variabilidad de sitios activos.

- ✓ En otras aplicaciones: desodorización y purificación del aire para aplicaciones técnicas, en los casos por ejemplo de atmósferas para licuefacción y en algunas de aire comprimido; recuperación de gasolinas, propano y butanos del gas natural, tal y como lo reporta el proceso de síntesis Fischer-Tropsch a bajas presiones; cromatografía de gases, donde actúa de coadyuvante en análisis de separación y detención; recuperación de metales valiosos y remoción de metales pesados en soluciones acuosas, tales como la adsorción del oro sobre el carbón activado.



ANEXO II: CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS DEL HORNO ROTATIVO

GENERALIDADES

• **REVESTIMIENTO INTERNO DEL HORNO**

Para proteger el casco metálico del horno, del calor que en su interior se genera, es necesario brindarle un revestimiento especial, que además de favorecer el ahorro energético, proteja el casco de lámina de acero soldada, ya que éste sufre considerables deformaciones a causa de altas temperaturas.

Considérese, por ejemplo, que la lámina de acero al carbón soporta una temperatura de hasta 300°C, pero, también es necesario tomar en cuenta que el casco está sometido a deformaciones tanto térmicas como de esfuerzos mecánicos, de tal manera que arriba de determinados valores, según sean las condiciones del horno particular, puede conducirse a deflexiones o deformaciones permanentes, con lo que se echaría a perder el casco, esto hace que el revestimiento cobre una gran importancia.

No se recomienda el uso de revestimiento externo en los hornos ya que puede ocasionar sobrecalentamiento del casco, por el contrario, éste puede ser enfriado para lograr una operación segura. Cuando la temperatura del casco sea mayor de los 300°C, podrá usarse acero inoxidable para su construcción.

El revestimiento interno del horno, puede ser de dos tipos, revestimiento refractario y revestimiento aislante, en hornos de calcinación suele encontrarse revestimientos sólo de refractario o una combinación de refractario y aislante, pero, no es usual encontrar únicamente aislante, por su baja resistencia mecánica.

✓ **Revestimiento refractario**

El revestimiento refractario es comúnmente un material duro, resistente al calor y al desgaste, debe de ser compatible con el material que se calcina, ya que si no se tiene previsto puede provocarse una reacción química entre el material y el refractario.

El material refractario no es siempre duro y resistente al desgaste, y esto depende del tipo de refractario y el tipo de aplicación.

✓ **Clasificación**

Existe una muy amplia gama de productos refractarios, que pueden seleccionarse según la temperatura a que serán sometidos, las condiciones de trabajo, la compatibilidad química, la resistencia mecánica, condiciones de montaje, etc. Puede clasificárseles por su composición química y por su presentación.



✓ **Clasificación por composición química**

En cuanto a composición química, los refractarios interesantes para la calcinación de arcillas en horno rotatorio se agrupan esencialmente en dos fuertes ramas, refractarios básicos y refractarios silico-aluminosos. Los refractarios básicos son preferidos por su resistencia química, y por favorecer ciertas reacciones, tal es el caso de su uso en hornos de cemento, pero, hay que notar que son muy sensibles al choque térmico.

Los refractarios silico-aluminosos en cambio, son preferidos cuando es necesaria la resistencia al choque térmico, de esta manera son capaces de soportar paradas más frecuentes que los refractarios básicos, su resistencia química es reducida, pero, su costo es considerablemente más bajo, su capacidad de soportar temperaturas altas se incrementa con el contenido de alúmina, esto es, mientras mayor sea su contenido de alúmina (Al_2O_3) mayores temperaturas podrá soportar.

✓ **Clasificación por su presentación**

Los productos refractarios según su presentación se clasifican de la siguiente manera:

- Ladrillo refractario
- concreto refractario
- Mortero refractario
- apisonable o plástico refractario

El ladrillo refractario es el más difundido, posee una resistencia mecánica muy elevada en virtud que durante su fabricación es comprimido y horneado a una temperatura adecuada, esto lo hace capaz de soportar no sólo altas temperaturas, sino también, desgaste superficial.

El concreto refractario es fabricado sobre la base de un material de relleno y un aglutinante, en esencia, un cemento de cualidades refractarias mezclado íntimamente con material de relleno que puede ser ladrillo refractario triturado.

Se utiliza con éxito en todo sitio donde se requiere protección a alta temperatura y no es necesaria una elevada resistencia mecánica, tiene la cualidad de tomar la forma del recipiente en el que se formula, conservando ésta después de fraguado; desafortunadamente, no se le puede comprimir y por ello su resistencia mecánica es considerablemente menor que la de casi cualquier ladrillo refractario. Es necesario hacer notar que por ser formado a conveniencia, el recubrimiento de concreto refractario puede tener un espesor particular, esto a diferencia de los ladrillos que se fabrican en serie y en donde el proyecto debe sujetarse a los espesores comerciales. Este punto es muy importante, ya que en aquellos lugares donde puede aplicarse el concreto refractario sin ocasionar problemas, puede generar considerables ahorros comparado con el uso de ladrillos, sin embargo, hace falta tener en cuenta que para la fijación del concreto refractario a la chapa metálica es necesario utilizar anclas de acero soldadas para darle soporte al concreto.

El mortero o cemento refractario es necesario como elemento de enlace en todo montaje que requiere de ladrillo refractario, consiste en un material capaz de brindar solidez y acabado a las uniones de ladrillo refractario.



Los apisonables o plásticos refractarios son materiales cuya plasticidad es notoria, se aplican colocándolos sobre la superficie a cubrir y golpeándolos con una herramienta con la cabeza de forma adecuada, de tal manera que el apisonable se adhiera fuertemente a la superficie por cubrir, una vez colocados requieren de un tratamiento térmico anterior a su puesta en funcionamiento; su resistencia mecánica es limitada, sin embargo, se les utiliza muy ampliamente en la reparación de cuerpos de ladrillo refractario.

✓ **Ladrillo refractario**

Es el más difundido gracias a su resistencia al desgaste, pero, en general su resistencia mecánica es muy elevada; es necesario notar que en el horno rotatorio se producen grandes deformaciones por los esfuerzos mecánicos y por efectos térmicos, particularmente en la zona cercana a los aros de rodadura, el área transversal del horno se ve seriamente deformada por un fenómeno de aplastamiento conocido como ovalidad, esto somete al ladrillo refractario a compresión y descompresión continuamente lo que hace que se exija de los ladrillos una resistencia mecánica elevada. Probablemente para la mayor parte de diseños de hornos para calcinación de arcilla resultará más práctico el uso de ladrillo refractario silico-aluminoso, por lo que se tomará como base en el desarrollo de este trabajo.

✓ **Calidades o tipos**

Los ladrillos refractarios comunes son del tipo bajo en alúmina, contándose con ladrillos de entre 20 y 30 % de alúmina, puede considerarse las siguientes capacidades de algunos ladrillos refractarios.

20 % alúmina 1,200°C

32 % alúmina 1,500°C

También es posible encontrar comercialmente, aunque normalmente no en el mercado local, ladrillos refractarios de alta alúmina que tienen aplicación en los 22 rangos indicados a continuación.

50 % alúmina 1,763 - 1,785°C

60 % alúmina 1,804 - 1,820°C

70 % alúmina 1,820 - 1,835°C

80 % alúmina 1,835 - 1,865°C

✓ **Selección**

Durante el proceso de selección es necesario tener en cuenta la temperatura a la que será sometido el forro del horno y compararla con el cono pirométrico equivalente del ladrillo, que es el número obtenido de una prueba realizada de acuerdo al método estándar de prueba de cono pirométrico equivalente para materiales refractarios, designación C-24 de la ASTM (siglas en inglés de la sociedad americana de prueba de materiales). Este número indica qué temperatura es capaz de soportar un material refractario, la tabla III muestra la temperatura máxima que puede soportar un refractario de acuerdo a su cono pirométrico equivalente. Deberá contarse con un ladrillo refractario de buena calidad, para que sea capaz de soportar la abrasión causada por rozamiento del material al desplazarse sobre el forro del horno, con lo



que se logrará que la vida del refractario sea larga, protegiendo el cuerpo metálico y reduciendo la posibilidad de paros por reparaciones.

Para la especificación del espesor del forro refractario, debe tenerse en cuenta el flujo de calor a través de las paredes refractarias, el diferencial de temperatura y un factor típico del material refractario como la conductividad térmica, es necesario, no perder de vista que este factor en realidad varía con la temperatura a la que se somete el refractario, esta variación puede ser de dos tipos, el primero en forma lineal y el segundo cuando éste varía con una curva no lineal.

- **TIPOS DE RODADURA**

- ✓ **Tecnología:** características

Según la longitud del horno, se soporta sobre dos o más aros (anillos giratorios) montados sobre rodillos de soporte. La relación de diámetro entre los rodillos y los aros varía entre 1:2.2 y 1:4.4 y depende del diámetro del horno y del número de aros y juegos de rodillos que soportan al horno, y esto obedeciendo al criterio determinante del tamaño de los rodillos con respecto a la presión de contacto que permitan los cojinetes.

- ✓ **Estaciones de rodadura:** Rodillos soporte de rodadura.

Las cargas radiales de la virola se transmiten a las fundaciones (Bancadas) por medio de los aros de rodadura, los rodillos soporte y los palieres. La carga radial del horno, Q , se reparte por hipótesis, uniformemente sobre los dos rodillos soporte, con una carga por rodillo igual a (Figura 4.1.1)

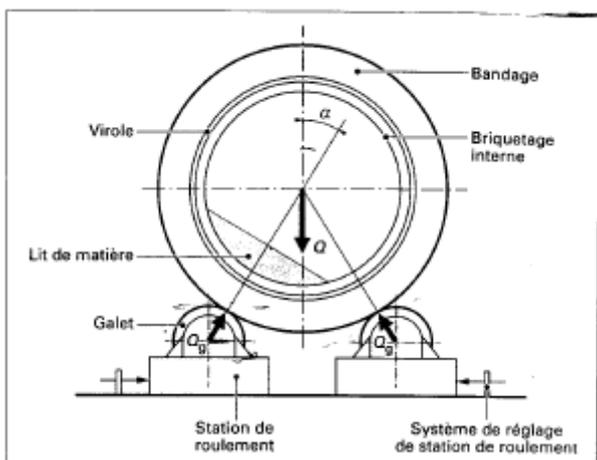
$$Q_r = \frac{Q}{2 \cos \alpha}$$

Que se puede descomponer en sus componentes vertical y horizontal

$$Q_v = Q_r \cos \alpha = Q/2 \quad (\text{Independiente del valor de } \alpha)$$

$$Q_h = Q_r \sin \alpha = \frac{Q \tan \alpha}{2} \quad (\text{Dependiente del valor de } \alpha)$$

Al aumentar el valor de α lo hace Q_h , con lo que existe una carga mayor sobre las estaciones de rodadura, pero por otra parte aumenta la estabilidad del horno sobre los rodillos soporte, por tanto hay que ir a una solución de compromiso. El valor de $\alpha = 30^\circ$, esta comúnmente aceptado como el valor de compromiso.

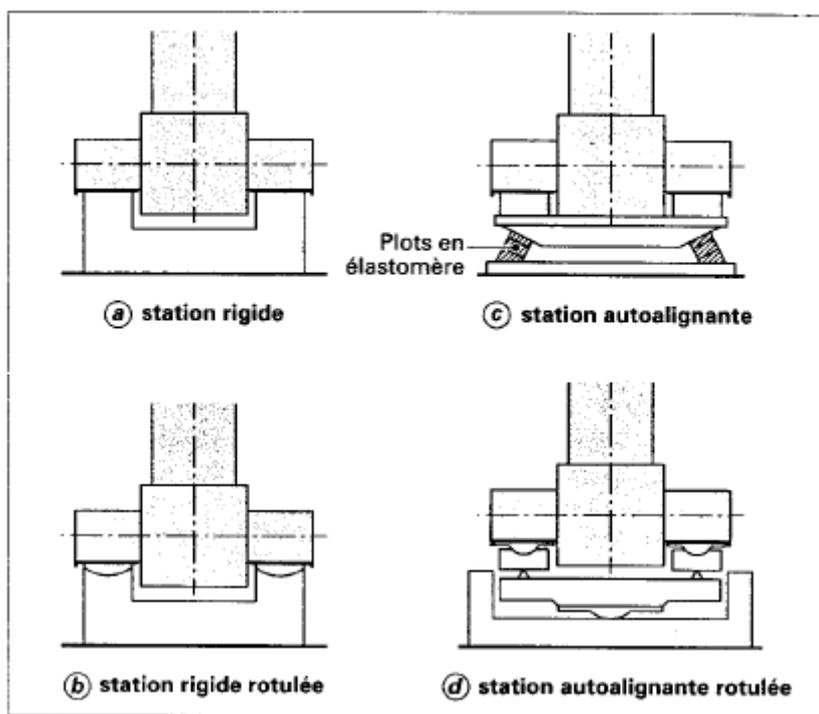


La distancia entre los juegos de rodillos a lo largo del horno depende de la posición de los aros y de la dilatación térmica longitudinal de la misma.

En los soportes de los rodillos se montan cojinetes de casquillos lisos, lubricados a cuchara o, en ocasiones, cojinetes de rodillos.

Se distinguen 4 tipos de estaciones de rodadura:

- 1.- Rígidas.
- 2.- Rígidas rotuladas.
- 3.- Autoalineantes.
- 4.- Autoalineantes rotuladas.



Las estaciones de deslizamiento autoalineantes rotuladas son las recomendadas para los hornos de dos apoyos. En el caso de deformación accidental del horno (puesta en berbiqui), no habrá pérdida de superficie de contacto entre el aro de rodadura y los rodillos soporte,

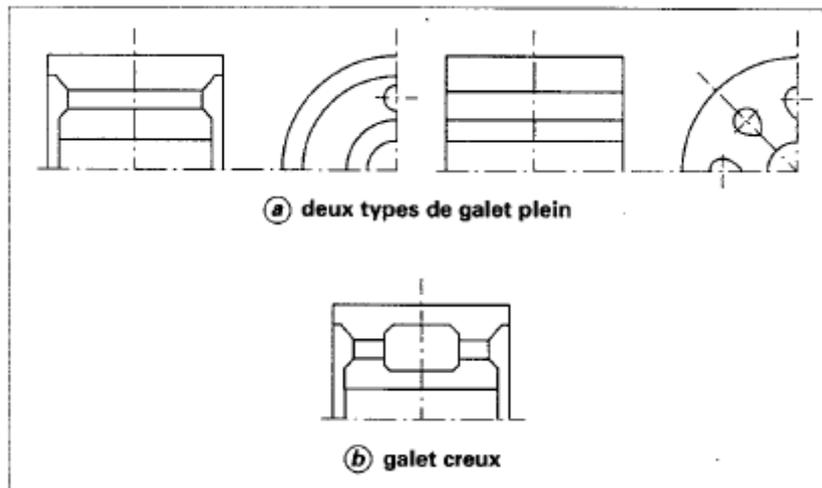


evitando así tensiones excesivas que podrían causar fisuras y la formación de pequeñas cavidades (Pitting).

Estas estaciones se calculan para una presión de HERTZ superior en un 25 % a la que se tiene en cuenta para las estaciones de deslizamiento tradicionales. Los rodillos de rodadura pueden ser de dos tipos:

- 1.- Tipo “ pleno “ .
- 2.- Tipo “ hueco (creux) “.

La tendencia es ir abandonando los rodillos de rodadura de tipo “ hueco “ por razones de fragilidad.



El diámetro exterior de los rodillos soporte, en general, está comprendido entre 1 y 2 metros. Así para un horno de 1500 t/día se observan las siguientes dimensiones:

Diámetro exterior, $D_r = 1.5$ a 1.75 m

Longitud, $L_r = 0.95$ a 1.1 m.

Un caso particular se presenta cuando el sistema de enfriamiento del clinker es mediante enfriador de satélites o planetario. En este caso las dimensiones son mayores.

Así, se tiene:

- horno de 1500 t/día con un diámetro $D = 4.55$ m:

Diámetro exterior, $D_r = 2.50$ m

Longitud, $L_r = 1.20$ m.

- horno de 4200 t/día con un diámetro $D = 5.60$ m:

Diámetro exterior, $D_r = 3.60$ m

Longitud, $L_r = 1.40$ m.

El material empleado para la realización de los rodillos soporte es un acero fundido que ha sufrido un tratamiento térmico de normalización, después de un revenido. Las características mecánicas que así se obtienen son:

-- Resistencia máxima a la rotura $R_m > 650$ MPa

-- Resistencia elástica $R_e > 380$ MPa

-- Alargamiento $A > 14$ %



-- Resiliencia KCU $> 3.5 \text{ daJ/cm}^2$.

Del hecho de la dilatación del horno, es necesario prever una anchura de los rodillos soporte superior a la de los aros de rodadura en 40 a 80 mm.

- **Estaciones de rodadura. Aros de rodadura.**

Los aros de rodadura son los elementos más importantes entre todos los del horno rotatorio. Constituyen las piezas de soporte por medio de las cuales se transmite a los rodillos de rodadura la carga del horno y su contenido. Esta función debe realizarse con seguridad a despecho de los movimientos longitudinales y de la dilatación térmica de la virola del horno.

El diámetro interno del aro debe ser suficientemente ancho para que permita una separación adecuada de la virola cuando el horno alcance en su plenitud la temperatura de trabajo. Una separación insuficiente tiende a causar apreturas y encogimientos de la chapa por el aro. En general, el aro suele dimensionarse en relación con la virola de modo que la ovalización de esta última (deformación elíptica) se mantenga por debajo del 0.2 % (según estableció Nies, 1942).

Los aros de rodadura como los rodillos soporte de rodadura, son en la actualidad de sección rectangular “plena”, ya que los aros de rodadura “huecos en omega” están desapareciendo progresivamente. La calidad del material empleado es, generalmente, idéntica al de los rodillos de rodadura.

Las dimensiones de los aros de rodadura (longitud y espesor) son proporcionales a la masa a soportar. Así, para un horno rotatorio de 1500 t/día con $D = 4.40 \text{ m}$ se observan las siguientes dimensiones:

Diámetro exterior, $D_{\text{ext}} = 5.32 \text{ m}$

Diámetro interior, $D_{\text{int}} = 4.62 \text{ m}$

Longitud, $L_{\text{ar}} = 0.94 \text{ m}$.

El diámetro interior de los aros de rodadura es ligeramente superior al diámetro exterior de la virola con sus pletinas para permitir una dilatación diferente, pues la temperatura de la virola es siempre más elevada que la del aro de rodadura.

Existen dos técnicas diferentes para el posicionamiento radial de los aros de rodadura:

- Tipo flotante.
- Tipo cránte

En el tipo flotante la virola del horno reposa sobre el diámetro interior del aro de rodadura por medio de las pletinas de calaje. Así las fuerzas de apoyo son aplicadas en una dirección radial por medio de dichas pletinas. Debido al ajuste flojo del aro, al girar se da un cierto deslizamiento circunferencial, o sea, que el aro se rezaga con respecto a la virola.

Los aros de rodadura flotantes deben ser suficientemente rígidos y tener un movimiento relativo muy pequeño para que la ovalización de la virola se mantenga dentro de valores aceptables.



En el tipo crante la virola del horno esta posicionada casi concéntricamente con respecto al diámetro interior del aro de rodadura. Las fuerzas de apoyo son aplicadas tangencialmente por medio de muescas o dientes repartidos sobre el diámetro interior del aro de rodadura. Los dientes pueden formar parte del cuerpo del aro de rodadura en el interior de este (Sistema Polysius, Figura 4.2.2) o bien ser añadidos y fijados lateralmente al aro de rodadura por bulones (Sistema FLS, “suspensión tangencial “).

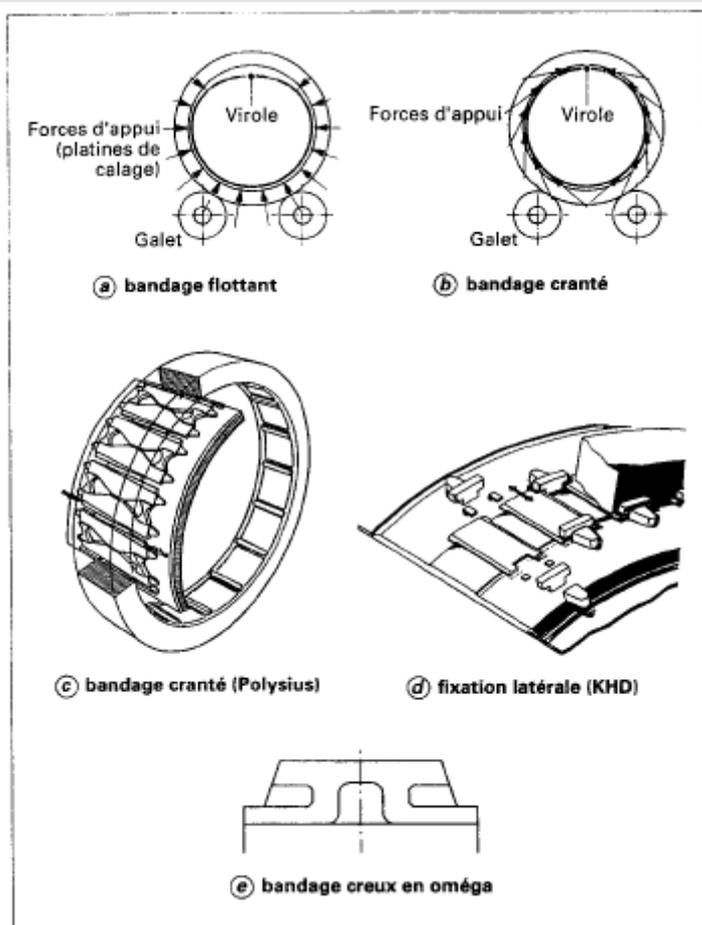
Los aros de rodadura de tipo “cranté” aparecieron a principios de los años 1950 y permiten limitar la ovalización a un valor ligeramente más elevado que el del aro de rodadura flotante.

Una nueva fijación de tipo flexible ha sido desarrollada, a finales de los años 1980, para este tipo de aro de rodadura (Sistema Polysius). La generalización de este tipo de aro de rodadura tiene el inconveniente de su coste más elevado con respecto al de los aros de rodadura flotantes (aproximadamente un 40 % más).

La elección entre el sistema flotante y el cranté resulta de un compromiso entre:

- El riesgo de zunchado
- La reducción de la ovalización.

El posicionamiento axial de los aros de rodadura esta asegurado, bien sea por dos cercos continuos de una y otra parte del aro de rodadura apoyándose sobre topes de parada soldados a la virola o bien por bloques guiados lateralmente posicionados alternativamente de una y otra parte del aro de rodadura y soldados a la virola





En condiciones normales de trabajo, la separación existente entre la virola y el aro debe estar comprendida en una banda de 3 a 20 mm, dependiendo de las temperaturas de ambos componentes. Con aros flotantes, tan sólo se podrá mantener la virola con una ovalización aceptable si la chapa es suficientemente rígida, en conjunción con el aro, construido con el menor huelgo posible, compatible con el riesgo de que la virola sea constreñida por dicho aro.

Este huelgo del aro o su atraso circunferencial con respecto a la virola deben ser vigilados continuamente. Si el distanciamiento es demasiado grande, podrá reducirse por inserción de empaques entre el aro y la virola. El espesor de la pletina necesaria, e, podrá calcularse a partir de la fórmula:

$$e = \frac{U_{\min}}{\pi} - 3$$

dónde:

unión representa la distancia mínima de atraso del aro, en mm, estando el horno en funcionamiento normal. La razón entre el atraso circunferencial y el distanciamiento generalmente se sitúa entre 1.5 y 2.5.

- **Dimensionamiento de los aros de rodadura.**

Los factores, comúnmente admitidos, que se toman en consideración en los cálculos de dimensionamiento de los aros de rodadura, con sus valores límites son los siguientes:

| | |
|----------------------|--|
| - Tensión de flexión | $\sigma_{\max} < 5.5 \text{ daN/mm}^2$ |
| - Presión de Hertz | $\sigma_{H\max} < 42 \text{ daN/mm}^2$ |
| - Ovalidad | $\omega_B < 0.18 \%$ |

- **Tensiones máximas de flexión en la sección del aro de rodadura.**

El principio de cálculo consiste en considerar al aro de rodadura como un empotramiento circular cerrado sobre dos apoyos teniendo en cuenta la simetría vertical y analizar la estructura por el método de los desplazamientos. Este análisis tradicionalmente está basado en la aplicación de las fórmulas de Nies de acuerdo con los teoremas de Frankel y Castigliano. Se determina, en cada punto de la estructura, los valores del esfuerzo cortante, del momento flector y de la tensión de flexión

Los momentos flectores, para un valor del ángulo $\alpha = 30^\circ$. toman los siguientes valores según las zonas:

$$\begin{aligned} M_I &= -0.056QR_b \\ M_{II} &= -0.031QR_b \\ M_{III} &= 0.024QR_b \\ M_{IV} &= 0.066QR_b \\ M_{V} &= 0.041QR_b \\ M_{VI} &= M_{\max} = -0.086QR_b \\ M_{VII} &= -0.024QR_b \end{aligned}$$



siendo :

Q = Carga en el apoyo (daN)

R_b = radio medio del aro de rodadura (mm) .

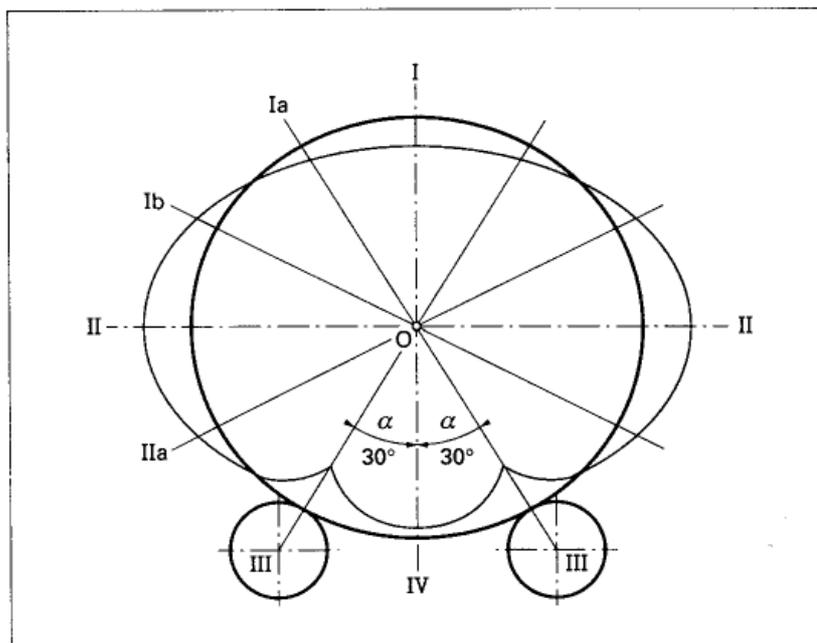
La tensión máxima de flexión, σ_{fmax} (daN/mm²) tiene el valor :

$$\sigma_{fmax} = \frac{M_{III}}{\omega} = 0.086 \frac{QR_b}{\omega}$$

El módulo de flexión ω (mm²) de un aro de rodadura de sección rectangular de anchura b (mm) y espesor h (mm) viene dado por:

$$\omega = \frac{bh^2}{6}$$

Para los valores siguientes : $Q = 313000$ daN , $R_b = 2182$ mm , $b = 970$ mm y $h = 335$ mm , se tiene : $\sigma_{fmax} = 3.24$ daN/mm²



- **Presión de Hertz**

La presión de Hertz , σ_H , (daN/mm²) es la relación entre la carga aplicada , Q , (daN) y la superficie de contacto entre los dos cilindros correspondientes al aro de rodadura y al rodillo soporte:

$$\sigma_H = \frac{2Q}{\pi ab}$$

siendo a la semi anchura de contacto lineal, que viene dada por:



$$a = 1.52 \sqrt{\frac{QR}{Eb}}$$

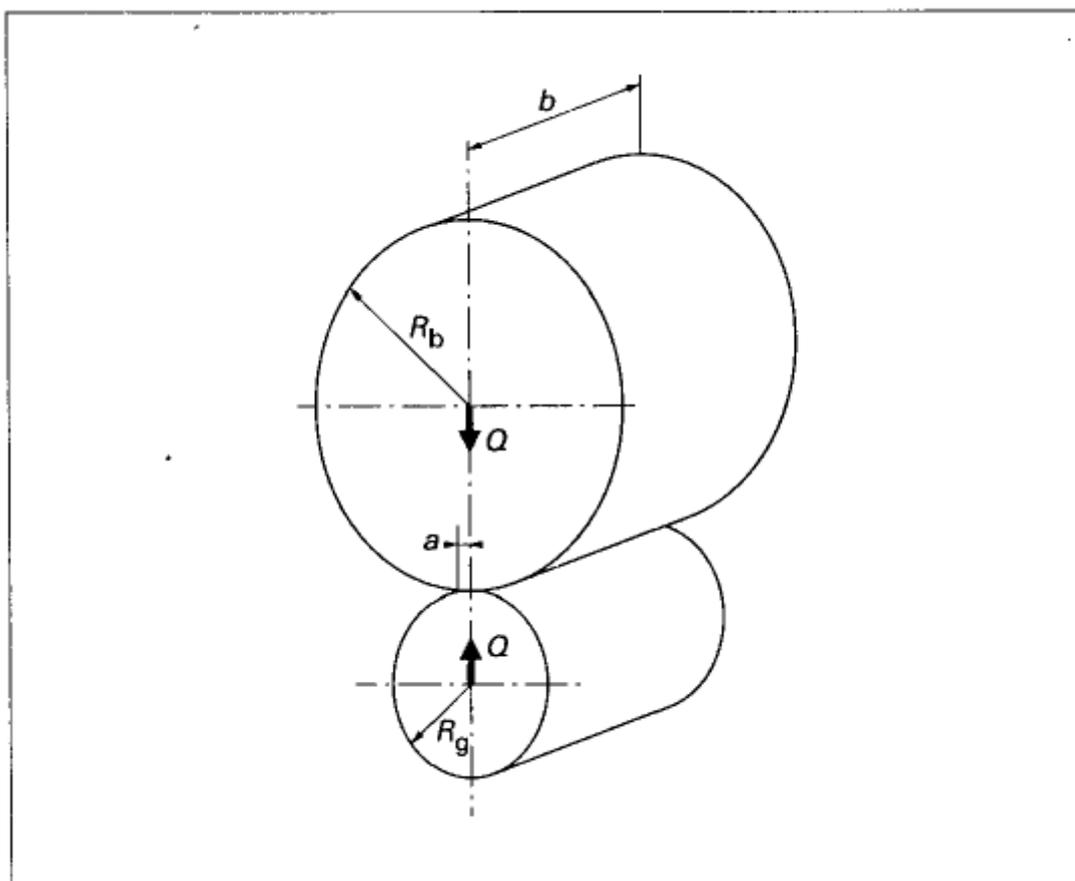
donde R es tal que :

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_{ar}} + \frac{1}{R_r} = \frac{R_{ar} + R_r}{R_{ar} R_r}$$

y E el módulo de Young (daN/mm²)

En el caso general, apoyo de dos cilindros se obtiene:

$$\sigma_H = 0.42 \sqrt{\frac{QE}{Rb}}$$



En el caso particular de una estación de rodadura donde el aro de rodadura está apoyado sobre dos rodillos soporte, la presión de Hertz viene dada por:

$$\sigma_H = 0.42 \sqrt{\frac{Q}{2 \cos \alpha b} \frac{E R_{ar} + R_r}{R_{ar} R_r}}$$



siendo :

R_{ar} = Radio del aro de rodadura (mm) .

R_r = Radio del rodillo soporte (mm) .

Para los valores siguientes: $Q = 313000 \text{ daN}$, $R_{ar} = 2350 \text{ mm}$, $R_r = 750 \text{ mm}$, $b = 970 \text{ mm}$, $E = 21000 \text{ daN/mm}^2$ y $\alpha = 30^\circ$ se tiene :

$$\sigma_H = 33.2 \text{ daN/mm}^2$$

- **Ovalización**

El espacio entre la virola y el aro de rodadura puede apreciarse del siguiente modo:

- Sea considerando que los dos cilindros permanecen perfectos y siendo, C, la distancia teórica entre los dos cilindros perfectos (no deformados) de diámetros diferentes reposando sobre una generatriz común o juego teórico.

- Sea considerando que los dos cilindros están deformados y siendo, S, la distancia o juego real entre los dos cilindros deformados de manera más o menos elíptica.

El valor del juego real S y del ángulo φ entre la vertical y los puntos de contacto X e Y de las pletinas bajo el aro de rodadura y de la superficie interna del aro de rodadura dependen de:

- La distancia teórica, C.
- La temperatura
- La rigidez de la virola propiamente dicha.
- La deformación del aro de rodadura.
- El efecto de atirantado de la virola debido al refractario y al encostramiento.

Medidas efectuadas en casos reales han mostrado que:

$$70^\circ < \varphi < 90^\circ \quad , \quad S = 1.5C \text{ a } 2C$$

El aro de rodadura se deforma bajo la acción de su propio peso, de modo que el diámetro horizontal D_h es más grande que el diámetro vertical D_v . La deformación del aro de rodadura es:

$$\delta_{ar} = D_h - D_v$$

y su ovalidad :

$$\omega_b (\%) = \frac{\delta_{ar}}{D_L} 100$$

Siendo D_L el diámetro interno del aro de rodadura no deformado.

La ovalización del aro de rodadura puede calcularse de una forma aproximada mediante la fórmula de Nies , que nos da una estimación de la deformación máxima del aro de rodadura:

$$\Delta_{ar \text{ max}} (\text{ mm}) = 0.0208 \frac{QR_b^2}{EJ}$$

siendo J(mm^4) el momento de inercia.



En el caso de un aro de rodadura de sección rectangular de anchura b (mm) y espesor h (mm) se tiene:

$$J = \frac{bh^3}{12} \text{ (mm)} = 0.0208 \frac{QR_b^2}{EJ}$$

de donde :

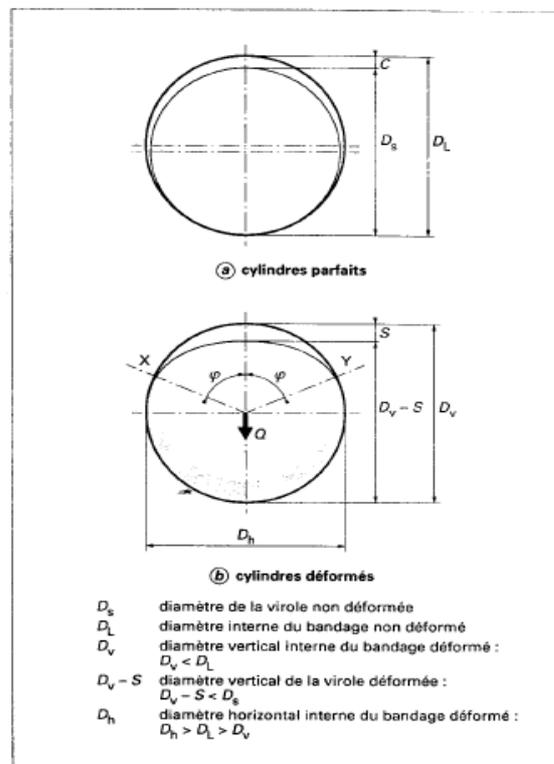
$$\Delta_{ar \text{ max}} \text{ (mm)} = 0.25 \frac{QR_b^3}{Ebh^3}$$

Según Nies, la ovalización y la deformación máxima están relacionadas del modo siguiente:

$$\omega_b \text{ (\%)} = 4 \frac{\Delta_{ar \text{ max}}}{D_L} 100$$

Para los valores siguientes: $Q = 313000 \text{ daN}$, $Rar = 2182 \text{ mm}$, , $E = 21000 \text{ daN/mm}^2$, $b = 970 \text{ mm}$ y $h = 335 \text{ mm}$ se tiene :

$$\omega_b \text{ (\%)} = 0.10 \%$$



- **Virolas**

El tubo cilíndrico metálico exterior del horno rotatorio está constituido por un conjunto de elementos soldados llamadas virolas, fabricadas a partir de chapas de acero de una anchura de, aproximadamente, 2.20 m, con las cuales se forman tubos del diámetro interior del horno.



Las semi – virolas así obtenidas son a continuación soldadas según sus dos generatrices. Finalmente, el ensamblaje de las virolas se efectúa al tresbolillo de manera que las soldaduras no estén alineadas en sentido longitudinal.

Se distinguen tres categorías de virolas en función de su posición sobre el eje del horno:

- Las virolas corrientes cuyo espesor varía entre 22 y 36 mm .
- Las virolas intermedias de espesor de 40 a 60 mm.
- Las virolas portases o bajo los aros de rodadura que tienen un espesor que varía entre 70 y 110 mm.

La deformación de la virola, debida a la ovalización, es perceptible hasta una distancia de 1.5Ds de uno y otro lado del aro de rodadura. Por lo tanto, la unión entre las virolas corrientes y las intermedias se sitúa 1.2Ds del aro de rodadura donde se combinan tensiones axiales y tangenciales, luego de tener un gran cuidado en las soldaduras de dichas zonas.

Los valores límites admisibles, que comúnmente se dan para las virolas son:

- Tensión para una virola corriente: $\leq 2 \text{ daN/mm}^2$
- Tensión para una virola intermedia o portante: $\leq 1.5 \text{ daN/mm}^2$
- Variación de la tensión o cambio de espesor de las virolas: $\leq 0.8 \text{ daN/mm}^2$
- Flecha $\leq \frac{1}{10000}$

La elección de los diferentes espesores de las virolas (Forzosamente discontinuas), debe ser tal que permita una variación de las tensiones con un mínimo de discontinuidad.

Habitualmente, se acepta la regla práctica siguiente:

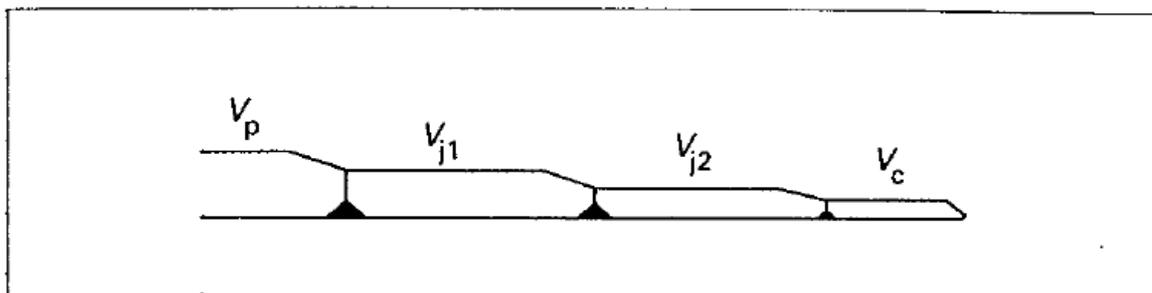
-- Primeramente se determina, por un cálculo de resistencia de materiales clásico, los espesores de las virolas portantes y corrientes, V_p y V_c , respectivamente (Figura 5.1.1).

-- A continuación, se calculan los espesores de las virolas intermedias del modo siguiente:

$$\text{Primera virola intermedia, } V_{j1}, \quad V_{j1} = \frac{V_p + V_c}{2}$$

$$\text{Segunda virola intermedia, } V_{j2}, \quad V_{j2} = \frac{V_{j1} + V_c}{2} \quad \text{si } V_{j1} \geq 2 V_c$$

Si $V_{j1} < 2 V_c$ entonces no es necesario instalar una segunda virola intermedia.





ANEXO III: POSIBLES PROCESOS DE OBTENCIÓN DEL CARBÓN ACTIVADO

Obtener carbón activado a partir de una sustancia orgánica (sacarosa)

Uno de los componentes químicos esenciales de los glúcidos es el carbono; la fórmula empírica de la mayoría de ellos es: $C_nH_{2m}O_m$, o $C_n(H_2O)_m$, de donde procede el nombre de carbohidratos o hidratos de carbono, lo que indica que se trata de compuestos en los que la porción de oxígeno e hidrógeno guarda la misma relación estequiométrica que en el caso del agua; lo que queda una vez retirada ésta, es sólo carbono. Esta disposición, parece confirmarse con el fuerte calentamiento de los glúcidos, ya que amarillean, pardean, se ennegrecen y quedan convertidos en un fino carbón, obteniéndose agua en el destilado, reacción muy conocida desde hace mucho tiempo y se puede realizar de dos métodos: mediante deshidratación térmica y por deshidratación química con un ácido concentrado como el sulfúrico, que produce también una suspensión de carbón finamente dividido al calentar algunos glúcidos en su seno.

En condiciones menos drásticas, los ácidos provocan una deshidratación parcial con resinificación parecida a la que se obtiene con un calentamiento no demasiado fuerte de un glúcido en seco (caramelo), con compuestos en los que la proporción entre carbono y oxígeno-hidrógeno sube progresivamente mediante la formación de resinas que adquieren colores variados, en algunos casos diferentes, según el glúcido tratado.

El carbón activado obtenido en la destilación seca de la sacarosa está finamente dividido, como puede observarse por su elevada superficie de adsorción, que extrae la fucsina de su dilución. La unión de este tipo es física, una simple adsorción, como se demuestra al eluir colorante con la adición de un disolvente con elevada aptencia por el colorante, como lo es el etanol.

- **Método 1:** Obtención de carbono por deshidratación térmica

✓ **Material / Reactivos**

- 2 tubos de ensayo. Sacarosa.
- 1 varilla de vidrio. Solución acuosa de fucsina básica al 0.1%.
- Algodón Etanol al 96%.
- Embudo de tallo cortó.
- Mechero Bunsen.
- Pipetas graduadas.
- Mortero con pistilo.
-

✓ **Diseño experimental**

1. Pesar una pequeña cantidad de sacarosa.
2. Calentar el tubo a llama directa. Cuando el caramelo se vaya oscureciendo y ya no desprenda gases se forma una masa amorfa de carbón.
3. El carbón obtenido se tritura con una varilla de vidrio dentro del mismo tubo.
4. Extraer el sólido y pesarlo (calcular el % en peso de carbón activo obtenido).



5. Pulverizar en el mortero y guardar en otro tubo tapado.
6. Al embudo se le introduce una torunda de algodón (algodón ligeramente mojado) en la rama estrecha (de modo que lo tapone, pero que permita el paso de líquidos).
7. Colocar sobre el tapón el carbón obtenido.
8. Verter con cuidado unos ml de solución de fucsina básica encima del carbón, con cuidado (el líquido que va filtrado es prácticamente incoloro ya que la fucsina ha sido absorbida en el carbón activo).
9. Añadir 3mL de etanol (el filtrado será ahora de color rojo ya que el etanol ha desplazado la fucsina de su adsorción sobre el carbón activo).
10. El sólido retenido en el tapón de algodón es el carbón activado.

• **Método 2:** Deshidratación química con un ácido concentrado

✓ **Material / Reactivos**

- Vaso de precipitado de 250mL azúcar.
- Agitador. H₂SO₄ concentrado.
- Papel filtro. Agua destilada.
- Aro metálico. Solución de anilina.
- Matraz kitazato. Carbón activado Q. P.
- Mortero y pistilo.
- Crisol o cápsula de porcelana.
- Embudo de porcelana.
- Embudo Buchner.
- Pipeta.
- 3 tubos de ensaye de 16x150mm.
- Embudo de tallo cortó.
- Soporte universal.

✓ **Diseño experimental**

1. Pesar 10g de azúcar en una balanza granataria y colocarlo en un vaso de precipitado de 250mL.
2. Agregar lentamente 10mL de ácido sulfúrico concentrado agitando vigorosamente (evitar que se enfríe la reacción calentando el vaso con la mano), hasta la formación del carbono.
3. El carbón que se obtiene se filtra al vacío y se lava con 100mL de agua destilada.
4. Dejar secar 5min al vacío, pesar en una cápsula de porcelana y secar en el mechero por 5 minutos.
5. Moler en el mortero hasta obtener un polvo muy fino, este se activa en la estufa calentando de 200°C a 300°C por 30min y se deja enfriar.
6. Se coloca el carbón activado obtenido en un embudo de tallo corto sobre papel filtro, se agregan lentamente 2mL de anilina.
7. En otro embudo depositar la misma cantidad de carbono activado comercial, agregar 2mL de solución de anilina lentamente.
8. Observar diferencias en ambos casos.



ANEXO IV: ESTUDIO TECNICO

Empresas Comercializadoras y/o Consumidoras de Carbón Activado en Latinoamérica.

| | Empresa | Pais | | Empresa | Pais |
|----|--|-----------|-----|---|-----------------|
| 1 | Acquatécnica | Argentina | 73 | Alcar Distribuciones | Colombia |
| 2 | Blanco y Salgado S.A. | Argentina | 74 | Asequimicos Ltda. | Colombia |
| 3 | Conarlub S.R.L. | Argentina | 75 | Automacion Ltda | Colombia |
| 4 | Control Analítico SRL | Argentina | 76 | Depurar Ltda. | Colombia |
| 5 | Cosmaca SRL | Argentina | 77 | Dillmann Import Ltda | Colombia |
| 6 | Cuno Latina Ltda. | Argentina | 78 | Ingenieros Asesores en Tratamiento de Aguas | Colombia |
| 7 | ElectroCastelao | Argentina | 79 | Xijma Ltda. | Colombia |
| 8 | Faisan S.A. | Argentina | 80 | Aquamark | Rep. Dominicana |
| 9 | Filsan Argentina S.A. | Argentina | 81 | Interinox S. A. | Ecuador |
| 10 | Filtomat Water systems SRL | Argentina | 82 | Quimicarb S.A. | Ecuador |
| 11 | Gaisa | Argentina | 83 | Water Pure Parati | Guatemala |
| 12 | GEA Westfalia Separator Argentina | Argentina | 84 | Carbotecnia | México |
| 13 | Grupo Americano de Intercambio S.A. | Argentina | 85 | Acs Medio Ambiente S.A. México D.F. | México |
| 14 | Hidrocomponentes S.A. | Argentina | 86 | Aguaisa S.A. de C.V. | México |
| 15 | Idenor Ingeniería S.A. | Argentina | 87 | Aguatec | México |
| 16 | Inhi Argentina | Argentina | 88 | Antracita mineral | México |
| 17 | IPA Argentina S.A. | Argentina | 89 | Apelsa Guadalajara | México |
| 18 | Lihué Ingeniería | Argentina | 90 | Aquality Division Tratamiento de Agua S.A | México |
| 19 | Maxide S.A. | Argentina | 91 | Aquaser, S.A. | México |
| 20 | Orbital | Argentina | 92 | Aquavita sistemas, SA | México |
| 21 | Osmótika | Argentina | 93 | Aveta | México |
| 22 | Qmi Argentina | Argentina | 94 | Bio-Ingeniería Internacional SA | México |
| 23 | Reisa | Argentina | 95 | Bios Ecología Integral S.A. | México |
| 24 | Tecsa | Argentina | 96 | Comercializadora Olivea | México |
| 25 | Van der Molen Argentina | Argentina | 97 | Distribuidora | México |
| 26 | Consultora Quiroz | Bolivia | 98 | Distribuidora Remeke | México |
| 27 | Alpina | Brasil | 99 | Energia Eficiente | México |
| 28 | AquaMundi Com. Import. Export. Ltda. | Brasil | 100 | Equipos de Purificación de agua Aquasystem | México |
| 29 | Brasilac Industrias Químicas Ltda | Brasil | 101 | Filcarbo S.A | México |
| 30 | Comercial VR | Brasil | 102 | Grupo Comercializador Hidroagua SA | México |
| 31 | E.F Elementos Filtrantes Ind. Com. Ltda. | Brasil | 103 | Grupo Coss SA | México |
| 32 | Hidro Filtros do Brasil | Brasil | 104 | Grupo EMESA | México |
| 33 | Original Aquaplus Filtração Ind. e Com. Ltda | Brasil | 105 | Grupo Leeman Internacional, S.A. | México |
| 34 | Punisob Industrial Ltda. | Brasil | 106 | Grupo Novem | México |
| 35 | Total Air Equipamentos Ltda. | Brasil | 107 | Helguera Y Asociados, S.A. | México |
| 36 | Biolight S.A | Chile | 108 | Hidrobart S.A. | México |
| 37 | ACP. Aquasystem | Chile | 109 | HidroPure SA | México |
| 38 | Agrocomercial Verde Andes Ltda. | Chile | 110 | Hidrosistemas y Desarrollo de Tratamiento de Agua | México |
| 39 | AGT Group - American Gate Trading | Chile | 111 | Importec S.A. | México |
| 40 | Aguapur Ltda. | Chile | 112 | Instapura | México |
| 41 | Aguasin Ltda. | Chile | 113 | Instraval S.A. | México |
| 42 | Altair S.A. | Chile | 114 | International Trading Concept | México |
| 43 | Amway Chile S.A. | Chile | 115 | Jimaja de Mexico, S.A. | México |
| 44 | Aquarel | Chile | 116 | Judo México, S.A. | México |
| 45 | Bapa S.A. | Chile | 117 | Lancelto | México |
| 46 | Comercial Carlos Sedille E.I.R.L. | Chile | 118 | Odis Grupo Empresarial | México |
| 47 | Cotaco Ltda. | Chile | 119 | Orken Group Mexico S.A. de C.V. | México |
| 48 | Despurifil Ltda. | Chile | 120 | Proagua | México |
| 49 | Ecología & Futuro Cia Ltda | Chile | 121 | Profilquime de México S.A. | México |
| 50 | Ecozone | Chile | 122 | Servicios Agropecuarios Rocavira, S.A | México |
| 51 | Edessa | Chile | 123 | Servicios Y Equipos Para Agua, S.A. | México |
| 52 | Fibra S.A. | Chile | 124 | Sistemas y Equipos de Purificación, S.A. | México |
| 53 | Filtración Industrial Ltda. | Chile | 125 | Soliquetec S.A. | México |
| 54 | Hidragua S.A.C.I. | Chile | 126 | Tratamiento Integral de Agua S.A. | México |
| 55 | Hydro Quality Ltda. | Chile | 127 | Trikaya True Technologies | México |
| 56 | Infraplast S.A. | Chile | 128 | Vamsa Ingeniería S.A. . | México |
| 57 | Ingeclean | Chile | 129 | WaterSys Soluciones y Servicios | México |
| 58 | Intertek Testing Service Chile S.A. | Chile | 130 | Zohen Comercializadora SA | México |
| 59 | Kellner Chile | Chile | 131 | Aqua Laser SAC | Perú |
| 60 | Lecaros y Cia.Ltda. | Chile | 132 | Compañía Minera Sol Sofia SAC | Perú |
| 61 | Manantial Chile | Chile | 133 | Dytech del Peru S.R.L. - Aqanova | Perú |
| 62 | MatAce Ingeniería Ambiental | Chile | 134 | EV Servicios Hidraulicos S.A.C. | Perú |
| 63 | Nicolaides S. A. | Chile | 135 | Filtros y Osmosis S.A.C. | Perú |
| 64 | Oxiquim S.A. | Chile | 136 | Franz Polack Ingenieros SAC | Perú |
| 65 | Parker Hannifin Chile Ltda. | Chile | 137 | Rendihuza Servicios Generales EIRL | Perú |
| 66 | Prochem Ltda | Chile | 138 | Royal Chemical del Peru Sac | Perú |
| 67 | Proequipos Ltda. | Chile | 139 | Hes - hydrologic & Environment Solutions | Venezuela |
| 68 | Sidocar | Chile | 140 | Hidrosan | Venezuela |
| 69 | Tecpromin Ltda. | Chile | 141 | Industrias Tato C.A. | Venezuela |
| 70 | Vitroquímica S.A. | Chile | 142 | Quality Water International, S.A. | Venezuela |
| 71 | Water Management Consultant | Chile | 143 | Sinca C.A. | Venezuela |
| 72 | Waterlink S.A. | Chile | 144 | Trathal Química Industrial C.A. | Venezuela |



ANEXO V: LEYES AMBIENTALES

El Senado y Cámara de Diputados de la Nación Argentina reunidos en Congreso, etc. sancionan con fuerza de Ley:

LEY GENERAL DEL AMBIENTE

Bien jurídicamente protegido

ARTICULO 1° — La presente ley establece los presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable y adecuada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sustentable.

ARTICULO 2° — La política ambiental nacional deberá cumplir los siguientes objetivos:

- a) Asegurar la preservación, conservación, recuperación y mejoramiento de la calidad de los recursos ambientales, tanto naturales como culturales, en la realización de las diferentes actividades antrópicas;
- b) Promover el mejoramiento de la calidad de vida de las generaciones presentes y futuras, en forma prioritaria;
- c) Fomentar la participación social en los procesos de toma de decisión;
- d) Promover el uso racional y sustentable de los recursos naturales;
- e) Mantener el equilibrio y dinámica de los sistemas ecológicos;
- f) Asegurar la conservación de la diversidad biológica;
- g) Prevenir los efectos nocivos o peligrosos que las actividades antrópicas generan sobre el ambiente para posibilitar la sustentabilidad ecológica, económica y social del desarrollo;
- h) Promover cambios en los valores y conductas sociales que posibiliten el desarrollo sustentable, a través de una educación ambiental, tanto en el sistema formal como en el no formal;
- i) Organizar e integrar la información ambiental y asegurar el libre acceso de la población a la misma;
- j) Establecer un sistema federal de coordinación interjurisdiccional, para la implementación de políticas ambientales de escala nacional y regional.
- k) Establecer procedimientos y mecanismos adecuados para la minimización de riesgos ambientales, para la prevención y mitigación de emergencias ambientales y para la recomposición de los daños causados por la contaminación ambiental.



ARTICULO 3° — La presente ley regirá en todo el territorio de la Nación, sus disposiciones son de orden público, operativas y se utilizarán para la interpretación y aplicación de la legislación específica sobre la materia, la cual mantendrá su vigencia en cuanto no se oponga a los principios y disposiciones contenidas en ésta.

Principios de la política ambiental

ARTÍCULO 4° — La interpretación y aplicación de la presente ley, y de toda otra norma a través de la cual se ejecute la política Ambiental, estarán sujetas al cumplimiento de los siguientes principios:

Principio de congruencia: La legislación provincial y municipal referida a lo ambiental deberá ser adecuada a los principios y normas fijadas en la presente ley; en caso de que así no fuere, éste prevalecerá sobre toda otra norma que se le oponga.

Principio de prevención: Las causas y las fuentes de los problemas ambientales se atenderán en forma prioritaria e integrada, tratando de prevenir los efectos negativos que sobre el ambiente se pueden producir.

Principio precautorio: Cuando haya peligro de daño grave o irreversible la ausencia de información o certeza científica no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces, en función de los costos, para impedir la degradación del medio ambiente. .

Principio de equidad intergeneracional: Los responsables de la protección ambiental deberán velar por el uso y goce apropiado del ambiente por parte de las generaciones presentes y futuras.

Principio de progresividad: Los objetivos ambientales deberán ser logrados en forma gradual, a través de metas interinas y finales, proyectadas en un cronograma temporal que facilite la adecuación correspondiente a las actividades relacionadas con esos objetivos.

Principio de responsabilidad: El generador de efectos degradantes del ambiente, actuales o futuros, es responsable de los costos de las acciones preventivas y correctivas de recomposición, sin perjuicio de la vigencia de los sistemas de responsabilidad ambiental que correspondan.

Principio de subsidiariedad: El Estado nacional, a través de las distintas instancias de la administración pública, tiene la obligación de colaborar y, de ser necesario, participar en forma complementaria en el accionar de los particulares en la preservación y protección ambientales.

Principio de sustentabilidad: El desarrollo económico y social y el aprovechamiento de los recursos naturales deberán realizarse a través de una gestión apropiada del ambiente, de manera tal, que no comprometa las posibilidades de las generaciones presentes y futuras.

Principio de solidaridad: La Nación y los Estados provinciales serán responsables de la prevención y mitigación de los efectos ambientales transfronterizos adversos de su propio accionar, así como de la minimización de los riesgos ambientales sobre los sistemas ecológicos compartidos.

Principio de cooperación: Los recursos naturales y los sistemas ecológicos compartidos serán utilizados en forma equitativa y racional, El tratamiento y mitigación de las emergencias ambientales de efectos transfronterizos serán desarrollados en forma conjunta.

ARTICULO 5° — Los distintos niveles de gobierno integrarán en todas sus decisiones y actividades previsiones de carácter ambiental, tendientes a asegurar el cumplimiento de los principios enunciados en la presente ley.



Presupuesto mínimo

ARTICULO 6º — Se entiende por presupuesto mínimo, establecido en el artículo 41 de la Constitución Nacional, a toda norma que concede una tutela ambiental uniforme o común para todo el territorio nacional, y tiene por objeto imponer condiciones necesarias para asegurar la protección ambiental. En su contenido, debe prever las condiciones necesarias para garantizar la dinámica de los sistemas ecológicos, mantener su capacidad de carga y, en general, asegurar la preservación ambiental y el desarrollo sustentable.

Competencia judicial

ARTICULO 7º — La aplicación de esta ley corresponde a los tribunales ordinarios según corresponda por el territorio, la materia, o las personas.
En los casos que el acto, omisión o situación generada provoque efectivamente degradación o contaminación en recursos ambientales interjurisdiccionales, la competencia será federal.

Instrumentos de la política y la gestión ambiental

ARTICULO 8º — Los instrumentos de la política y la gestión ambiental serán los siguientes:

1. El ordenamiento ambiental del territorio
2. La evaluación de impacto ambiental.
3. El sistema de control sobre el desarrollo de las actividades antrópicas.
4. La educación ambiental.
5. El sistema de diagnóstico e información ambiental.
6. El régimen económico de promoción del desarrollo sustentable.

Ordenamiento ambiental

ARTICULO 9º — El ordenamiento ambiental desarrollará la estructura de funcionamiento global del territorio de la Nación y se generan mediante la coordinación interjurisdiccional entre los municipios y las provincias, y de éstas y la ciudad de Buenos Aires con la Nación, a través del Consejo Federal de Medio Ambiente (COFEMA); el mismo deberá considerar la concertación de intereses de los distintos sectores de la sociedad entre sí, y de éstos con la administración pública.

ARTICULO 10. — El proceso de ordenamiento ambiental, teniendo en cuenta los aspectos políticos, físicos, sociales, tecnológicos, culturales, económicos, jurídicos y ecológicos de la realidad local, regional y nacional, deberá asegurar el uso ambientalmente adecuado de los recursos ambientales, posibilitar la máxima producción y utilización de los diferentes ecosistemas, garantizar la mínima degradación y desaprovechamiento y promover la participación social, en las decisiones fundamentales del desarrollo sustentable.
Asimismo, en la localización de las distintas actividades antrópicas y en el desarrollo de asentamientos humanos, se deberá considerar, en forma prioritaria:

- a) La vocación de cada zona o región, en función de los recursos ambientales y la sustentabilidad social, económica y ecológica;
- b) La distribución de la población y sus características particulares;
- c) La naturaleza y las características particulares de los diferentes biomas;



- d) Las alteraciones existentes en los biomas por efecto de los asentamientos humanos, de las actividades económicas o de otras actividades humanas o fenómenos naturales;
- e) La conservación y protección de ecosistemas significativos.

Evaluación de impacto ambiental

ARTICULO 11. — Toda obra o actividad que, en el territorio de la Nación, sea susceptible de degradar el ambiente, alguno de sus componentes, o afectar la calidad de vida de la población, en forma significativa, estará sujeta a un procedimiento de evaluación de impacto ambiental, previo a su ejecución.

ARTICULO 12. — Las personas físicas o jurídicas darán inicio al procedimiento con la presentación de una declaración jurada, en la que se manifieste si las obras o actividades afectarán el ambiente. Las autoridades competentes determinarán la presentación de un estudio de impacto ambiental, cuyos requerimientos estarán detallados en ley particular y, en consecuencia, deberán realizar una evaluación de impacto ambiental y emitir una declaración de impacto ambiental en la que se manifieste la aprobación o rechazo de los estudios presentados.

ARTICULO 13. — Los estudios de impacto ambiental deberán contener, como mínimo, una descripción detallada del proyecto de la obra o actividad a realizar, la identificación de las consecuencias sobre el ambiente, y las acciones destinadas a mitigar los efectos negativos.

Educación ambiental

ARTICULO 14. — La educación ambiental constituye el instrumento básico para generar en los ciudadanos, valores, comportamientos y actitudes que sean acordes con un ambiente equilibrado, propendan a la preservación de los recursos naturales y su utilización sostenible, y mejoren la calidad de vida de la población.

ARTICULO 15. — La educación ambiental constituirá un proceso continuo y permanente, sometido a constante actualización que, como resultado de la orientación y articulación de las diversas disciplinas y experiencias educativas, deberá facilitar la percepción integral del ambiente y el desarrollo de una conciencia ambiental, Las autoridades competentes deberán coordinar con los consejos federales de Medio Ambiente (COFEMA) y de Cultura y Educación, la implementación de planes y programas en los sistemas de educación, formal y no formal.

Las jurisdicciones, en función de los contenidos básicos determinados, instrumentarán los respectivos programas o currículos a través de las normas pertinentes.

Información ambiental

ARTICULO 16. — Las personas físicas y jurídicas, públicas o privadas, deberán proporcionar la información que esté relacionada con la calidad ambiental y referida a las actividades que desarrollan.

Todo habitante podrá obtener de las autoridades la información ambiental que administren y que no se encuentre contemplada legalmente como reservada.



ARTICULO 17. — La autoridad de aplicación deberá desarrollar un sistema nacional integrado de información que administre los datos significativos y relevantes del ambiente, y evalúe la información ambiental disponible; asimismo, deberá proyectar y mantener un sistema de toma de datos sobre los parámetros ambientales básicos, estableciendo los mecanismos necesarios para la instrumentación efectiva a través del Consejo Federal de Medio Ambiente (COFEMA).

ARTICULO 18. — Las autoridades serán responsables de informar sobre el estado del ambiente y los posibles efectos que sobre él puedan provocar las actividades antrópicas actuales y proyectadas. El Poder Ejecutivo, a través de los organismos competentes, elaborará un informe anual sobre la situación ambiental del país que presentará al Congreso de la Nación. El referido informe contendrá un análisis y evaluación sobre el estado de la sustentabilidad ambiental en lo ecológico, económico, social y cultural de todo el territorio nacional.

Participación ciudadana

ARTICULO 19. — Toda persona tiene derecho a ser consultada y a opinar en procedimientos administrativos que se relacionen con la preservación y protección del ambiente, que sean de incidencia general o particular, y de alcance general.

ARTICULO 20. — Las autoridades deberán institucionalizar procedimientos de consultas o audiencias públicas como instancias obligatorias para la autorización de aquellas actividades que puedan generar efectos negativos y significativos sobre el ambiente.

La opinión u objeción de los participantes no será vinculante para las autoridades convocantes; pero en caso de que éstas presenten opinión contraria a los resultados alcanzados en la audiencia o consulta pública deberán fundamentarla y hacerla pública.

ARTICULO 21. — La participación ciudadana deberá asegurarse, principalmente, en los procedimientos de evaluación de impacto ambiental y en los planes y programas de ordenamiento ambiental del territorio, en particular, en las etapas de planificación y evaluación de resultados.

Seguro ambiental y fondo de restauración

ARTICULO 22. — Toda persona física o jurídica, pública o privada, que realice actividades riesgosas para el ambiente, los ecosistemas y sus elementos constitutivos, deberá contratar un seguro de cobertura con entidad suficiente para garantizar el financiamiento de la recomposición del daño que en su tipo pudiere producir; asimismo, según el caso y las posibilidades, podrá integrar un fondo de restauración ambiental que posibilite la instrumentación de acciones de reparación.

Sistema Federal Ambiental

ARTICULO 23. — Se establece el Sistema Federal Ambiental con el objeto de desarrollar la coordinación de la política ambiental, tendiente al logro del desarrollo sustentable, entre el gobierno nacional, los gobiernos provinciales y el de la Ciudad de Buenos Aires. El mismo será instrumentado a través del Consejo Federal de Medio Ambiente (COFEMA).



ARTICULO 24. — El Poder Ejecutivo propondrá a la Asamblea del Consejo Federal de Medio Ambiente el dictado de recomendaciones o de resoluciones, según corresponda, de conformidad con el Acta Constitutiva de ese organismo federal, para la adecuada vigencia y aplicación efectiva de las leyes de presupuestos mínimos, las complementarias provinciales, y sus reglamentaciones en las distintas jurisdicciones.

Ratificación de acuerdos federales

ARTICULO 25. — Se ratifican los siguientes acuerdos federales:

1. Acta Constitutiva del Consejo Federal de Medio Ambiente (COFEMA), suscrita el 31 de agosto de 1990, en la ciudad de La Rioja, cuyo texto integra la presente ley como anexo I.
2. Pacto Federal Ambiental, suscrito el 5 de junio de 1993, en la ciudad de Buenos Aires, cuyo texto integra la presente ley como anexo II.

Autogestión

ARTICULO 26. — Las autoridades competentes establecerán medidas tendientes a:

- a) La instrumentación de sistemas de protección de la calidad ambiental que estén elaborados por los responsables de actividades productivas riesgosas;
- b) La implementación de compromisos voluntarios y la autorregulación que se ejecuta a través de políticas y programas de gestión ambiental;
- c) La adopción de medidas de promoción e incentivos. Además, se deberán tener en cuenta los mecanismos de certificación realizados por organismos independientes, debidamente acreditados y autorizados.

Daño ambiental

ARTICULO 27. — El presente capítulo establece las normas que regirán los hechos o actos jurídicos, lícitos o ilícitos que, por acción u omisión, causen daño ambiental de incidencia colectiva. Se define el daño ambiental como toda alteración relevante que modifique negativamente el ambiente, sus recursos, el equilibrio de los ecosistemas, o los bienes o valores colectivos.

ARTICULO 28. — El que cause el daño ambiental será objetivamente responsable de su restablecimiento al estado anterior a su producción. En caso de que no sea técnicamente factible, la indemnización sustitutiva que determine la justicia ordinaria interviniente, deberá depositarse en el Fondo de Compensación Ambiental que se crea por la presente, el cual será administrado por la autoridad de aplicación, sin perjuicio de otras acciones judiciales que pudieran corresponder.

ARTICULO 29. — La exención de responsabilidad sólo se producirá acreditando que, a pesar de haberse adoptado todas las medidas destinadas a evitarlo y sin mediar culpa concurrente del responsable, los daños se produjeron por culpa exclusiva de la víctima o de un tercero por quien no debe responder. La responsabilidad civil o penal, por daño ambiental, es independiente de la administrativa.

Se presume iuris tantum la responsabilidad del autor del daño ambiental, si existen infracciones a las normas ambientales administrativas.



ARTICULO 30. — Producido el daño ambiental colectivo, tendrán legitimación para obtener la recomposición del ambiente dañado, el afectado, el Defensor del Pueblo y las asociaciones no gubernamentales de defensa ambiental, conforme lo prevé el artículo 43 de la Constitución Nacional, y el Estado nacional, provincial o municipal; asimismo, quedará legitimado para la acción de recomposición o de indemnización pertinente, la persona directamente damnificada por el hecho dañoso acaecido en su jurisdicción.

Deducida demanda de daño ambiental colectivo por alguno de los titulares señalados, no podrán interponerla los restantes, lo que no obsta a su derecho a intervenir como terceros.

Sin perjuicio de lo indicado precedentemente toda persona podrá solicitar, mediante acción de amparo, la cesación de actividades generadoras de daño ambiental colectivo.

ARTICULO 31. — Si en la comisión del daño ambiental colectivo, hubieren participado dos o más personas, o no fuere posible la determinación precisa de la medida del daño aportado por cada responsable, todos serán responsables solidariamente de la reparación frente a la sociedad, sin perjuicio, en su caso, del derecho de repetición entre sí para lo que el juez interviniente podrá determinar el grado de responsabilidad de cada persona responsable.

En el caso de que el daño sea producido por personas jurídicas la responsabilidad se haga extensiva a sus autoridades y profesionales, en la medida de su participación.

ARTICULO 32. — La competencia judicial ambiental será la que corresponda a las reglas ordinarias de la competencia. El acceso a la jurisdicción por cuestiones ambientales no admitirá restricciones de ningún tipo o especie. El juez interviniente podrá disponer todas las medidas necesarias para ordenar, conducir o probar los hechos dañosos en el proceso, a fin de proteger efectivamente el interés general. Asimismo, en su Sentencia, de acuerdo a las reglas de la sana crítica, el juez podrá extender su fallo a cuestiones no sometidas expresamente su consideración por las partes.

En cualquier estado del proceso, aun con carácter de medida precautoria, podrán solicitarse medidas de urgencia, aun sin audiencia de la parte contraria, prestando debida caución por los daños y perjuicios que pudieran producirse. El juez podrá, asimismo, disponerlas, sin petición de parte.

ARTICULO 33. — Los dictámenes emitidos por organismos del Estado sobre daño ambiental, agregados al proceso, tendrán la fuerza probatoria de los informes periciales, sin perjuicio del derecho de las partes a su impugnación. La sentencia hará cosa juzgada y tendrá efecto

Erga omnes, a excepción de que la acción sea rechazada, aunque sea parcialmente, por cuestiones probatorias.

Del Fondo de Compensación Ambiental

ARTICULO 34. — Créase el Fondo de Compensación Ambiental que será administrado por la autoridad competente de cada jurisdicción y estará destinado a garantizar la calidad ambiental, la prevención y mitigación de efectos nocivos o peligrosos sobre el ambiente, la atención de emergencias ambientales; asimismo, a la protección, preservación, conservación o compensación de los sistemas ecológicos y el ambiente.

Las autoridades podrán determinar que dicho fondo contribuya a sustentar los costos de las acciones de restauración que puedan minimizar el daño generado. La integración, composición, administración y destino de dicho fondo serán tratados por ley especial.

ARTICULO 35. — Comuníquese al Poder Ejecutivo.



Legislación Ambiental
Ley N° 13.273
Nacional

Ley de promoción Forestal

I- GENERALIDADES

ARTICULO 1 - Entiéndase por bosque, a los efectos de esta ley, toda formación leñosa, natural o artificial, que por su contenido o función sea declarada en los reglamentos respectivos como sujeta al régimen de la presente ley.

Entiéndase por tierra forestal, a los mismos fines, aquella que por sus condiciones naturales, ubicación o constitución, clima, topografía, calidad y conveniencias económicas, sea inadecuada para cultivos agrícolas o pastoreo y susceptible, en cambio, de forestación, y también aquellas necesarias para el cumplimiento de la presente ley.

Declárense de utilidad pública y sujetos a expropiación, cualquiera sea el lugar de su ubicación, los bosques clasificados como protectores y/o permanentes, tendientes al mejor aprovechamiento de las tierras. La expropiación será ordenada en cada caso por el PODER EJECUTIVO NACIONAL, en cualquier tiempo que lo estime oportuno, previos los informes pertinentes y el cumplimiento de los demás requisitos establecidos e ley de expropiación.

ARTÍCULO 2 - Quedan sometidos a las disposiciones de la presente ley:

- a) los bosques y tierras forestales que se hallen ubicados en jurisdicción federal;
- b) los bosques y tierras forestales de propiedad privada o pública ubicados en las provincias que se acojan al régimen de la presente ley;
- c) los bosques protectores y tierras forestales que respondan a algunas de las condiciones especificadas en el Artículo 6, ubicados en territorio provincial, siempre que los efectos de esa calidad incidan sobre intereses que se encuentren dentro de la esfera de competencia del gobierno federal, sea porque afecten al bienestar general, al progreso y prosperidad de DOS (2) o más provincias o de UNA (1) provincia y el territorio federal.

ARTÍCULO 3 - Las provincias que se acojan al régimen de la presente ley gozarán de los beneficios siguientes:

- a) participación en la ayuda federal, afectada a obras de forestación y reforestación;
- b) régimen del crédito agrario hipotecario o especial para trabajos de forestación y reforestación en bosques de propiedad provincial o comunal.

ARTÍCULO 4 - El acogimiento al régimen de la presente ley, comporta correlativamente las siguientes obligaciones:

- a) creación de un organismo provincial encargado de la aplicación de la presente ley;
- b) creación de un fondo provincial de bosques, en base a los impuestos que graven los frutos y productos forestales naturales y otros provenientes del presupuesto general de la provincia;
- c) hacer extensivo a la jurisdicción provincial el régimen forestal federal y administrar sus bosques con sujeción al mismo;



- d) conceder las exenciones impositivas previstas en los Artículos 40 y 41;
- e) coordinar las funciones y servicios de los organismos provinciales y comunales encargados de la conservación y fomento forestal con los de la autoridad forestal federal;
- f) coordinar con la autoridad forestal federal los planes de forestación y reforestación y la explotación de los bosques fiscales, provinciales o comunales, especialmente en lo relativo a oportunidades para realizarlas, monto de los aforos o derechos de explotación;
- g) adoptar en su jurisdicción el régimen del Capítulo V de esta ley para los bosques fiscales.

II- CLASIFICACION

ARTÍCULO 5 - Clasifícase los bosques en:

- a) protectores;
- b) permanentes;
- c) experimentales;
- d) montes especiales;
- e) de producción.

ARTÍCULO 6 - Declárense bosques protectores aquellos que por su ubicación sirvieran, conjunta o separadamente, para:

- a) proteger el suelo, caminos, las costas marítimas, riberas fluviales y orillas de lagos, lagunas, islas, canales, acequias y embalses y prevenir la erosión de las planicies y terrenos en declive;
- b) proteger y regularizar el régimen de las aguas;
- c) fijar médanos y dunas;
- d) asegurar condiciones de salubridad pública;
- e) defensa contra la acción de los elementos, vientos, aludes e inundaciones;
- f) albergue y protección de especies de la flora y fauna cuya existencia se declare necesaria.

ARTÍCULO 7 - Declárense bosques permanentes todos aquellos que por su destino, constitución de su arboleda y/o formación de su suelo deban mantenerse, como ser:

- a) los que formen los parques y reservas nacionales, provinciales o municipales;
 - b) aquellos en que existieren especies cuya conservación se considere necesaria;
 - c) los que se reserven para parques o bosques de uso público.
- El arbolado de los caminos y los montes de embellecimiento anexos disfrutarán del régimen legal de los bosques permanentes.

ARTÍCULO 8 - Serán considerados bosques experimentales:

- a) los que se designen para estudios forestales de especies indígenas;
- b) los artificiales destinados a estudios de acomodación, aclimatación y naturalización de especies indígenas o exóticas.

ARTICULO 9 - Se entenderán por "montes especiales" los de propiedad privada creados con miras a la protección u ornamentación de extensiones agrícolas, ganaderas o mixtas.



ARTICULO 10 - Se considerarán bosques de producción, los naturales o artificiales de los que resulte posible extraer periódicamente productos o subproductos forestales de valor económico mediante explotaciones racionales.

III- REGIMEN FORESTAL COMUN

ARTICULO 11 - Queda prohibida la devastación de bosques y tierras forestales y la utilización irracional de productos forestales.

ARTIVCULO 12 - Los propietarios, arrendatarios, usufructuarios o poseedores a cualquier título de bosques naturales no podrán iniciar trabajos de explotación de los mismos sin la conformidad de la autoridad forestal competente, que deberán solicitar acompañando el plan de manejo.

ARTÍCULO 13 - Las autorizaciones o aprobaciones a que se refiere el artículo anterior deberán ser otorgadas o negadas dentro del término de TREINTA (30) días de la presentación del pedido y se reputarán tácitamente acordadas transcurridos QUINCE (15) días desde la fecha de reiteración de la solicitud.

ARTICULO 14 - El transporte de productos forestales, fuera de la propiedad fiscal, proveniente de bosques naturales, no podrá realizarse sin estar marcados o individualizados y sin las correspondientes guías parciales expedidas por autoridad competente. Dichas guías serán confeccionadas por triplicado y en las mismas se especificarán: cantidad, especie, peso, procedencia y destino del producto transportado.

Las empresas de transportes no podrán aceptar cargas de productos forestales provenientes de los bosques naturales, que no se encuentren acompañados por la respectiva guía, bajo pena de aplicársele una multa igual al valor transportado.

El triplicado de las guías deberá simultáneamente enviarse a la sección estadística de la autoridad forestal competente.

IV- FORESTACION Y REFORESTACION

ARTÍCULO 15 - Los trabajos de forestación y reforestación en los bosques protectores serán ejecutados por el Estado con el consentimiento del propietario de las tierras forestales o directamente por éste, con la supervisión técnica de la autoridad forestal. En caso contrario, o siendo necesario, se realizarán los trabajos previa expropiación del inmueble. Si el propietario enajenare la tierra o explotare el bosque, el importe de los trabajos realizados por el Estado deberá ser reintegrado al Tesoro de la Nación.

ARTICULO 16 - Toda superficie de condición forestal ubicada en las zonas especificadas en el

Artículo 6, que se encuentre abandonada o inexplorada por un término mínimo de DIEZ (10) años, queda sujeta a forestación o reforestación pudiendo el Estado realizarla sin necesidad de expropiación.

ARTÍCULO 17 - Los trabajos de forestación o reforestación que realice el Estado en tierras forestales, fuera de la zona de bosques protectores, con consentimiento del propietario, serán a costa de éste.



ARTICULO 18 - Se fomentará la formación y conservación de masas forestales en los inmuebles afectados a la explotación agrícola- ganadera y podrá ser declarada obligatoria por el PODER EJECUTIVO NACIONAL la plantación y conservación de árboles en tierras de propiedad particular o fiscal para la fijación de médanos y en las zonas de las mismas linderas con caminos, manantiales, márgenes de ríos, arroyos, lagos y lagunas, islas, acequias, embalses, canales y demás cuerpos y cursos de agua, en la cantidad, plazos y condiciones que de acuerdo con las modalidades de cada región establezca la autoridad forestal nacional competente. Si el propietario o el concesionario, en el caso de las tierras fiscales, no cumplieran esas obligaciones dentro del término del emplazamiento, la autoridad forestal podrá ejecutarlas a su costa.

ARTICULO 19 - La autoridad nacional, provincial o municipal competente, podrá declarar obligatoria por su ubicación, edad, o por razones de índole científica, estética o histórica, la conservación de determinados árboles mediante indemnización, si ésta fuere requerida.

V- REGIMEN FORESTAL ESPECIAL

ARTÍCULO 20 - La declaración de bosques protectores comporta las siguientes cargas y restricciones a la propiedad:

- a) dar cuenta en caso de venta o de cambio en el régimen de la misma;
- b) conservar y repoblar el bosque en las condiciones técnicas que se requieran, siempre que la repoblación fuere motivada por explotación o destrucción imputable al propietario;
- c) realizar la posible explotación con sujeción a las normas técnicas que a propuesta del interesado se aprueben;
- d) recabar autorización previa para el pastoreo en el bosque o para cualquier género de trabajo en el suelo o subsuelo que afecte su existencia;
- e) permitir a la autoridad forestal la realización de las labores de forestación y reforestación.

ARTÍCULO 21 - La norma contenida en el artículo precedente es aplicable a los bosques permanentes. Los dueños de bosques protectores o permanentes de propiedad privada podrán solicitar una indemnización que se fijará administrativamente si hubiere acuerdo, y se pagará en cuotas anuales por la disminución efectiva de la renta del bosque que fuera consecuencia directa e inmediata de la aplicación del régimen forestal especial, dentro del límite máximo de rentabilidad producido por una explotación racional. Para graduar la indemnización se computará el mayor valor resultante de los trabajos ejecutados y/o las medidas adoptadas por la administración así como todos los beneficios que dicho régimen reportare a los titulares del dominio sin perjuicio del derecho de la administración de optar por la expropiación del inmueble, fijándose la indemnización de acuerdo a las bases especificadas y a las que determina la ley de expropiación.

VI- REGIMEN DE LOS BOSQUES FISCALES

ARTÍCULO 22 - Los bosques y tierras forestales especificadas en el Artículo 1, que formen el dominio privado del Estado, son inalienables, salvo aquellas tierras que por motivos de interés social y previo los estudios técnicos pertinentes se considere necesario destinar a la colonización o formación de pueblos de conformidad con las leyes respectivas.



ARTÍCULO 23 - Los bosques protectores, permanentes y de experimentación de la Nación, provincias adheridas, municipios y entidades autárquicas, quedan sujetos al régimen forestal común, en cuanto no resulten incompatibles con el régimen forestal especial y con las disposiciones del presente capítulo.

ARTÍCULO 24 - Los bosques de producción y tierras forestales de la Nación, provincias adheridas, municipios y entidades autárquicas, quedan sometidos a las disposiciones del régimen forestal común y a las que integran el presente capítulo.

ARTÍCULO 25 - Los bosques protectores y permanentes solamente podrán ser sometidos a explotaciones mejoradoras. La explotación de los bosques de experimentación está condicionada a los fines de estudio o investigación a que los mismos se encuentren afectados.

ARTÍCULO 26 - La explotación de los bosques fiscales de producción no podrá realizarse hasta que se haya ejecutado previamente su relevamiento forestal, la aprobación del plan dasocrático y el deslinde, la mensura y amojonamiento del terreno, en la medida que las circunstancias lo permitan.

ARTÍCULO 27 - El aprovechamiento forestal de superficies boscosas mayores de DOS MIL QUINIENTAS (2.500) hectáreas se realizarán por concesión, previa adjudicación en licitación pública, por administración, o por intermedio de empresas mixtas. El Poder Ejecutivo, a propuesta de la autoridad de aplicación, determinará el procedimiento a adoptar en cada caso.

El aprovechamiento de los bosques deberá condicionarse a las conclusiones que surjan de su estudio técnico previo, debiéndose en todos los casos asegurar la persistencia de la masa forestal sin detrimento de su extensión y calidad.

En cada oportunidad, el PODER EJECUTIVO NACIONAL determinará en base a estudios técnicos previos las superficies, plazos y condiciones a que el aprovechamiento deberá ajustarse, fijándose en DIEZ (10) años el máximo de vigencia.

ARTÍCULO 28- Las concesiones y permisos forestales obligan al titular a realizar la explotación bajo su directa dependencia y responsabilidad. Son intransferibles, sin previa autorización administrativa, bajo pena de caducidad.

ARTÍCULO 29 - Podrá acordarse directamente permisos de extracción de productos forestales hasta el máximo de DOS MIL QUINIENTAS (2.500) toneladas o metros cúbicos por persona y por año, en parcelas delimitadas o en superficies de hasta DOSCIENTAS CINCUENTA (250) hectáreas ajustadas a las normas de aprovechamiento que rijan para las concesiones mayores. En los otorgamientos acordados por el Artículo 27 y el presente, la autoridad forestal queda facultada para reservar superficies anexas a las concedidas, con la finalidad de asegurar en forma normal y permanente el abastecimiento de materia prima a plantas industriales que elaboren las extracciones en superficies adjudicadas, de acuerdo con estudios técnico-económicos que lo justifiquen.

ARTÍCULO 30 - La explotación de bosques fiscales queda sujeta al pago de un aforo fijo, móvil o mixto. Su monto será establecido teniendo en cuenta:

- a) la especie, calidad y aplicación final de los productos;
- b) los diversos factores determinantes del costo de producción;
- c) los precios de venta;



d) el fomento de la industrialización de maderas argentinas.

El aforo móvil jugará cuando las circunstancias y condiciones económico-sociales hayan variado con relación a la época en que fue celebrado el contrato.

ARTICULO 31 - Podrán acordarse, a personas carentes de recursos, permisos limitados y gratuitos para la recolección de frutos y productos forestales.

ARTÍCULO 32 - Excepcionalmente, podrán acordarse permisos en las condiciones del Artículo 29 para la extracción de leña y madera libre de pago o a aforo especial a reparticiones públicas y entidades de beneficencia o asistencia social, condicionadas a la utilización de los productos forestales para las necesidades del titular y con prohibición de comercializarlos.

ARTICULO 33 - Queda prohibida la ocupación de bosques fiscales y el pastoreo en los mismos sin permiso de la autoridad forestal. Los intrusos serán expulsados por la misma, previo emplazamiento y con el auxilio de la fuerza pública, en caso necesario. La simple ocupación de bosques o tierras forestales no servirá de título de preferencia para su concesión. La caza y la pesca en los bosques fiscales sólo serán permitidas en las épocas reglamentarias, previa autorización y de acuerdo con las leyes de la materia.

VII- PREVENCIÓN Y LUCHA CONTRA INCENDIOS

ARTÍCULO 34- Toda persona que tenga conocimiento de haberse producido algún incendio de bosques está obligada a formular de inmediato la denuncia ante la autoridad más próxima. Las oficinas telefónicas, telegráficas y de radiocomunicaciones oficiales o privadas deberán transmitir sin previo pago y con carácter urgente las denuncias que se formulen.

ARTICULO 35 - En caso de incendio de bosques las autoridades civiles y militares deberán facilitar elementos, medios de transporte y personal para extinguirlo.

ARTICULO 36 - La autoridad forestal o la más cercana podrá convocar a todos los habitantes habilitados físicamente, entre los QUINCE (15) y CINCUENTA (50) años, que habiten o transiten dentro de un radio de CUARENTA (40) kilómetros del lugar del siniestro, para que contribuyan con sus servicios personales a la extinción de incendios de bosques y proporcionen los elementos utilizables, que serán indemnizados en casos de deterioro. Estas obligaciones son cargas públicas. Cuando la persona obligada a colaborar en la extinción de incendios de bosques, como carga pública, se accidentase por el hecho o en ocasión del cumplimiento del servicio que aquella implica, el Estado le prestará asistencia médica y farmacéutica gratuita, por un período máximo de SEIS (6) meses a contar desde la fecha del accidente. Dicha prestación se otorgará por medio de los organismos oficiales respectivos, o a costa del Estado cuando no existiesen los mismos en el lugar del accidente y el accidentado no pueda ser trasladado hasta aquellos. El Estado, asimismo, deberá abonar indemnización por incapacidad o fallecimiento.

Al vencimiento del plazo de SEIS (6) meses referido -o antes en su caso- se procederá a establecer la incapacidad resultante. La misma se determinará por los organismos oficiales pertinentes; esa determinación será definitiva.

El tipo y grado de las incapacidades serán los establecidos por la Ley N 24.028 y su reglamentación.



Cuando la incapacidad sea total y permanente u ocurriese el fallecimiento, se abonará la indemnización que fija la Ley N 24. 028.

Las indemnizaciones que corresponda abonar a los otros supuestos de incapacidad, se determinarán tomando en cuenta el porcentaje de disminución de la capacidad laboraría establecido por la citada reglamentación legal, refiriéndolo al monto máximo indemnizatorio. En caso de fallecimiento, la indemnización se abonará a las personas mencionadas en el Artículo 8 inciso a) de la Ley N 24.028 y su Decreto Reglamentario N 1792/92, con la prelación allí establecida.

En todos los supuestos la indemnización se pagará de una sola vez.

ARTÍCULO 37 - Cada vez que se produzca un incendio en zona fronteriza, con peligro de propagación al país limítrofe, las autoridades darán inmediata cuenta a la correspondiente más cercana de la zona que pudiera resultar afectada. El PODER EJECUTIVO NACIONAL gestionará la reciprocidad internacional.

ARTICULO 38 - En el interior de los bosques y en una zona circundante, cuya extensión fijarán los reglamentos, sólo se podrá llevar o encender fuego en forma tal que no resulte peligro de incendio y en las condiciones que se determinen reglamentariamente, siendo prohibida la fabricación de carbón, rozados y quemas de limpieza sin autorización administrativa.

ARTICULO 39 - Queda prohibida la instalación, sin autorización administrativa previa, de aserraderos, hornos de cal, yeso, cemento, o cualquier otro establecimiento que pueda provocar incendios en el interior de los bosques y en una zona circundante suficientemente amplia como para prevenir su propagación.

VIII- FOMENTO

ARTÍCULO 40 - La existencia de los bosques y montes artificiales no será computada para la determinación del valor imponible de la tierra a los efectos del pago de la contribución inmobiliaria.

ARTICULO 41 - Las tierras con bosques protectores o permanentes situadas en las zonas especificadas en el Artículo 6 sometidas a trabajos de forestación o reforestación, quedarán exceptuadas del pago de la contribución inmobiliaria en la parte pertinente y en las condiciones que especifique la reglamentación si estuvieren ubicados en jurisdicción nacional, y del CINCUENTA (50 %) por ciento o la cantidad que especifiquen los respectivos convenios leyes, si pertenecieren a jurisdicción de las provincias.

ARTÍCULO 42 - El BANCO DE LA NACIÓN ARGENTINA y los bancos provinciales, oficiales o mixtos, acordarán a los particulares créditos de carácter especial para trabajos de forestación y reforestación, industrialización y comercialización de productos forestales, adecuando a las necesidades respectivas los plazos y tipos de interés.

ARTICULO 43 - Periódicamente y de acuerdo con la reglamentación que se dicte, se podrán conceder premios y primas de estímulo a las actividades forestales técnicas, científicas, de fomento y de industrialización de nuevos productos y subproductos. El PODER EJECUTIVO NACIONAL arbitrará los medios a fin de que el transporte de simientes, estacas y plantas forestales se realice a tarifas reducidas.



ARTÍCULO 44 - Declárense liberados de derechos aduaneros los equipos, útiles, drogas, semillas, estacas forestales y demás elementos necesarios para la forestación, reforestación del país y trabajos de investigación.

IX- PENALIDADES

ARTÍCULO 45 - Constituyen contravenciones forestales:

- a) llevar o encender fuego en el interior de los bosques y zonas adyacentes en infracción a los reglamentos respectivos;
- b) arrancar, abatir, lesionar árboles y extraer savia o resina en infracción a los reglamentos respectivos;
- c) destruir, remover o suprimir señales o indicadores, alambrados, carteles, letreros o refugios colocados por la autoridad forestal;
- d) toda transgresión al plan de explotación aprobado;
- e) desobedecer las órdenes impartidas en ejecución de normas legales o reglamentarias;
- f) pronunciarse con falsedad en los informes;
- g) omitir la denuncia a que obliga el Artículo 34;
- h) toda infracción a la presente ley y a los decretos, resoluciones, disposiciones o instrucciones que se dicten en su consecuencia;
- i) introducir ganado en infracción a los reglamentos en los bosques y tierras forestales.

ARTICULO 46 - Las contravenciones especificadas en el artículo anterior serán pasibles de multas de VEINTE MIL (\$ 20.000) pesos a CIEN MILLONES (\$ 100.000.000) de pesos. La aplicación de sanciones por infracciones lo será sin perjuicio de las acciones civiles y criminales que pudieren corresponder por daño a bienes.

ARTICULO 47 - Cuando la infracción fuera cometida con apropiación de productos y/o subproductos forestales, éstos serán comisados donde se encuentren, y quien los tuviese o los hubiese consumido indebidamente será pasible de las sanciones aplicables al infractor si se probara que conocía o tenía motivo para conocer su procedencia.

ARTICULO 48 - La suspensión de hasta TRES (3) años podrá aplicarse como sanción principal o accesoria de acuerdo a las circunstancias del caso. Los efectos de la suspensión consisten en la inhabilitación para obtener concesiones, permisos o franquicias durante el plazo de las mismas, que se computarán, cuando ellas tuviesen el carácter de accesorias, desde la fecha de cumplimiento de la sanción principal.

ARTÍCULO 49 - El plazo de la prescripción de la acción penal y de la pena es de CINCO (5) años.

ARTÍCULO 50 - Cuando la contravención forestal haya sido cometida por agentes representativos de una persona jurídica, asociación o sociedad, sin perjuicio de la responsabilidad personal de éstos, podrá, además, responsabilizarse a la persona jurídica, asociación o sociedad.



X- PROCEDIMIENTO

ARTÍCULO 51 - Las multas y suspensiones por infringir las disposiciones de la presente ley serán aplicables directamente por la autoridad forestal. Contra estas resoluciones podrá apelarse dentro de los TREINTA (30) días, en relación y para ante Juez Federal competente por razón del lugar de la comisión del hecho.

ARTICULO 52 - En todos los casos de presunta infracción, los funcionarios públicos, nacionales, provinciales o municipales, deberán denunciar el hecho a la autoridad más cercana y tratándose de empleados forestales adoptar de inmediato las medidas necesarias para asegurar la prueba de los hechos que la configuran y evitar que continúe la transgresión. Dentro de las VEINTICUATRO (24) horas deberán, además, dar cuenta a la oficina forestal más cercana, remitiéndole las actuaciones producidas.

ARTICULO 53 - Recibidas las actuaciones, si la comisión de la infracción no hubiese podido documentarse mediante acta, se procederá a la instrucción del sumario. El funcionario instructor designado tendrá facultad para requerir la comparecencia de testigos, disponer secuestros, nombrar depositarios, recabar órdenes judiciales de allanamiento y el auxilio de la fuerza pública para el cumplimiento de las diligencias del sumario. Realizadas las medidas precautorias e indagatorias indispensables, la autoridad sumariante correrá vista de lo actuado a los denunciados o presuntos responsables por el término de QUINCE (15) días para tomar intervención en los autos.

XI- DISPOSICIONES GENERALES

ARTICULO 54 - Los bosques puestos bajo la jurisdicción de la ADMINISTRACIÓN DE PARQUES NACIONALES solamente dependerán de esta ley en cuanto se refieren a la obligación de presentar los planes de explotación de los bosques naturales, teniéndose en cuenta en todos los casos las necesidades básicas a que están dedicados los mismos.

ARTICULO 55 - Deróguense las disposiciones de las Leyes Nros. 4.167, 12.103 y 12.636 en cuanto se opongan a la presente.



LEY N° 4453

CAPITULO I

OBJETIVOS Y PLAZOS

Artículo 1°: El objetivo último de la política económica de gobierno, es el mejoramiento de las condiciones de vida de sus habitantes a través de la búsqueda permanente de un verdadero y armónico desarrollo económico-social y en este marco global, el objetivo de la política industrial será producir la mayor cantidad de bienes con la máxima eficiencia y la plena ocupación.

Artículo 2°: La Provincia promoverá y fomentará, en todo su territorio, por intermedio de sus organismos competentes, la radicación de nuevas industrias y la ampliación de las ya existentes.

En el marco de este objetivo global, han de priorizarse particularmente las micro, pequeñas y medianas empresas agroindustriales en razón de su significativa participación en el desarrollo de las economías regionales, al posibilitar incrementar localmente el valor agregado de la producción primaria, y por su flexibilidad y potencialidad para generar empleos, empresas a las que se les ha de incorporar todos los adelantos tecnológicos, para su inserción competitiva en los mercados más variados.

Artículo 3°: Se tratará, por todos los medios, de que el conjunto de industrias instaladas o a instalarse, superen su condición de unidades operativas aisladas y se integren en una red de interdependencias productivas y de servicios y de circulaciones institucionales que le den sostén.

Con esta finalidad se dará prioridad a unidades operativas conformadas como complejos agroindustriales, en cuyo marco los sectores de la producción primaria, de la industria y del comercio, integrados por micro, pequeñas y medianas empresas, desarrollen horizontal y verticalmente, interdependencias estables y complementarias.

Artículo 4°: A efectos de posibilitar el logro de lo señalado en los artículos 1, 2 y 3, se tenderá a:

- a) Alentar el desarrollo Provincial, procurando una planificada y equilibrada distribución de las actividades industriales en todo el territorio Provincial;
- b) Propiciar la instalación de nuevas actividades industriales en las áreas de frontera y en aquellas que se determinen como más convenientes para el desarrollo Provincial;
- c) Promover políticas y cursos de acción diferenciales según la naturaleza, niveles o escalas de actividad en que se encuentra estructurado el conjunto productivo de la Provincia;
- d) Fomentar la eficiencia y competitividad de dichas actividades, a través de su modernización, especialización, integración y reconversión, alentando la incorporación y desarrollo de programas específicos en tal sentido, y evitando el establecimiento de las prácticas monopólicas en los mercados de que se trate;
- e) Impulsar el desarrollo de actividades industriales necesarias tanto para el mejor abastecimiento general del mercado interno, como para atender las expectativas del mercado Extra nacional, desarrollando acciones conducentes a una efectiva integración de los distintos niveles de producción;



- f) Facilitar la relocalización de establecimientos industriales ubicados en zonas de alta concentración humana, propendiendo a un mejor funcionamiento de las ciudades.

Artículo 5°: Serán criterios para asignar beneficios, tomados en conjunto, los siguientes:

- a) Producción de bienes de consumo final, mediante la transformación de materia prima provincial;
- b) Producción de bienes de consumo intermedio, para su utilización por parte de las industrias instaladas, tendiendo a la integración de todas las actividades productivas;
- c) Prestación de servicios esenciales de directa vinculación con la producción de bienes de consumo final o intermedio, tales como talleres de mantenimiento específicos, de avanzada tecnología, y laboratorios de control y certificación de calidad.

En el marco de esta referencia la evaluación y selección de proyectos a promocionar por aplicación de la presente Ley, se registrá por un criterio combinado de apreciación técnico-económico-financiera de los mismos, por una parte, y de valorización de las condiciones sociales del área geográfica de influencia de los proyectos, por la otra en tal sentido, los criterios de ponderación, no excluyentes, serán:

- rentabilidad económica de la iniciativa productiva propuesta;
- competitividad en los mercados a los que se dirige, especialmente extraregionales;
- apropiada aptitud asociativa entre empresarios o productores, que no solamente disminuya costos, sino que potencie capacidades y oportunidades;
- mejoramiento del nivel ocupacional, permanente, de carácter local;
- incorporación y desarrollo de programas de innovación tecnológica, de calidad y capacitación laboral;
- localización en zonas específicamente promovidas dentro de la Provincia, y particularmente en parques o concentraciones industriales;
- promoción de la generación de mejores condiciones para la superación socio-educativa de población local;

Estos criterios se trataran por vía reglamentaria y su valorización y ponderación servirán de base para el otorgamiento de los beneficios promocionales de esta Ley.

Artículo 6°: Las empresas que soliciten el acogimiento a esta Ley deberán, necesariamente, cumplimentar las exigencias que en materia de saneamiento ambiental requieran los organismos, competentes Municipales, Provinciales o Nacionales. Los Municipios deberán implementar un plan urbanístico adecuado para evitar consecuencias emergentes de la actividad industrial, que alteren o dañen las condiciones ambientales del medio.

Artículo 7°: El Poder Ejecutivo establecerá y reglamentara, en el marco de los objetivos de la presente Ley, cuatro (4) regímenes promocionales diferenciales, ajustados a las reales y particulares condiciones y requerimientos de la actividad productiva industrial de la Provincia.

RÉGIMEN GENERAL

Es un régimen formal, a reglamentar por el Poder Ejecutivo, de alcance generalizado para todas las empresas industriales encuadradas en las previsiones del artículo 15 de la presente Ley, conformado por todas las medidas promocionales, destinadas a crear un ámbito de



condiciones favorables para el desempeño competitivo de la actividad, en todo el territorio Provincial.

Las condiciones de acceso a este régimen por parte de las empresas industriales, se establecen en los artículos 28 y 29 de esta Ley.

RÉGIMEN SECTORIAL

Es un régimen formal, a reglamentar por el Poder Ejecutivo, destinado a promover selectivamente actividades industriales de gran impacto económico y de interés prioritario para la Provincia, conformado por medidas especializadas de carácter promocional, destinado a crear condiciones favorables diferenciales por sector productivo y optimizadas en cuanto a su naturaleza y alcances.

Las condiciones de acceso a este régimen, por parte de las empresas industriales cuyas actividades están comprendidas en el mismo, se establecen en los artículos 28 y 29 de esta Ley.

RÉGIMEN DE FOMENTO

Es un régimen formal, a reglamentar por el Poder Ejecutivo, destinado a prioridad selectivamente actividades industriales de relativa significación económica Provincial, pero de un fuerte impacto social en orden a la generación de empleo, al incremento del valor agregado local, al arraigo de población potencialmente migrante y al mejoramiento socio-cultural del medio, conformado por medidas especiales destinadas a la creación de condiciones favorables, en cuanto a su naturaleza y alcances, y destinadas a la generación de emprendimientos, por parte de micro y de pequeñas empresas. Las condiciones de acceso a este régimen por parte de las empresas industriales cuyas actividades están comprendidas en el mismo, se establecen en el artículo 28 y 29 de esta Ley.

RÉGIMEN ESPECIAL

Es un régimen formal, de alcance particular, destinado a propiciar la radicación de industrias nuevas, de particular relevancia para la provincia, por su significación e impacto económico, tecnológico, social y geopolítico, a juicio del Poder Ejecutivo, reglamentado en cada caso y conformado por medidas especiales de carácter promocional, cuyas condiciones y alcances serán diferenciales, óptimas y excepcionales, a los efectos perseguidos por esta Ley.

Artículo 8°: El Poder Ejecutivo Provincial, por vía reglamentaria, dispondrá de medidas de promoción diferenciales, destinadas a alentar una planificada y equilibrada localización de las actividades industriales.

En las zonas específicas de determinada producción primaria, o aquella donde las expectativas de naturaleza productiva en general han sido claramente comprobadas, se acentuara el nivel y el carácter promocional de los beneficios que se otorguen, con el objeto de vincular e integrar la política industrial con el desarrollo económico de la Provincia en su conjunto.

Este diferencial zonal se aplicara a todos los regímenes promocionales creados por esta Ley.

Artículo 9°: La vigencia de la presente Ley será de cinco (5) años, contados desde la fecha de su promulgación, y podrá prorrogarse por tiempo limitado.



CAPITULO II DE LA AUTORIDAD DE APLICACION Y ORGANISMOS INTERVINIENTES

Artículo 10°: La autoridad de aplicación de la presente Ley será el Ministerio de la Producción, a través de su organismo de promoción industrial.

Artículo 11°: Los organismos y entidades intervinientes serán:

- a) Los organismos de la Administración Central, a cuyo efecto y en el ámbito de su competencia, deberán brindar información, asesoramiento y realizar estudios o dictámenes acerca de los requerimientos que por los órganos de aplicación, o por las empresas acogidas o en trámite de acogimiento se efectúen;
- b) Los organismos Autárquicos y Empresas del Estado Provincial, a los efectos de la prestación de asesoramiento, e inclusión en sus planes operativos anuales de aquellos trabajos emergentes de las actividades promocionadas; otorgamiento de prioridades en las prestaciones que se determinen por la presente Ley y su reglamentación;
- c) Los Municipios de la Provincia, previa adhesión, con facilidades para el uso de la tierra pública, formación de parques o reservas industriales, determinación de actividades prioritarias, exenciones impositivas y todo otro beneficio que las mismas consideren conveniente;
- d) Los organismos nacionales de promoción y fomento de las actividades productivas (Secretaría de Minería e Industria, Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, etc.), y los organismos de Asistencia Técnica especializada (INTA, INTI, CFI, UNNE, UTN, etc.), que previa adhesión, planteen y desarrollen políticas y acciones coincidentes con los objetivos de esta Ley;
- e) El Nuevo Banco del Chaco S.A., previa adhesión como instrumento de política financiera del Estado Provincial, y cualquiera otra entidad financiera de carácter Municipal, Provincial, Regional, Nacional o Internacional que se adhiera a la presente ley;
- f) El consejo asesor para el desarrollo de la industria y el comercio (CADIC), o el que en su caso se constituya a tal efecto, como mecanismo de consulta y coordinación con el sector industrial a través de sus representantes.

CAPITULO III DEL FONDO DE DESARROLLO INDUSTRIAL

Artículo 12°: El Poder Ejecutivo creara y reglamentara un fondo de desarrollo industrial, constituido por las partidas que específicamente se destinen a tal fin, y que deberán incluirse en el presupuesto anual de gastos y recursos de la Provincia de 1.998 y años siguientes. Dicho fondo se destinara preferentemente al otorgamiento de ayuda financiera directa, a la implementación de servicios de uso general, que la autoridad de aplicación considere conveniente prestar a los sectores PYMES y microempresas, industrial y minera radicadas en el territorio Provincial, y al fortalecimiento de las propias estructuras tecnico-administrativas de apoyo a la industria, con el objeto de concretar los fines promocionales de esta Ley.



CAPITULO IV DE LAS ACTIVIDADES A PROMOVER

Artículo 13°: A los efectos de la presente Ley entiéndase:

- a) Por Actividad Industrial: aquella que logra la transformación física, química o fisicoquímica, en su forma o esencia, de materias primas o materiales en nuevos productos, a través de un proceso inducido, mediante la aplicación de técnicas de producción uniformes: la utilización de maquinarias o equipos, la repetición de operaciones o procesos unitarios, llevadas a cabo en un establecimiento industrial;
- b) Por Agroindustria: la unidad productiva que conserva o transforma las materias primas renovables del reino vegetal y animal en bienes intermedios o finales, con miras a extender su ciclo de utilización y ampliar sus mercados;
- c) Por Complejo Agroindustria: la sumatoria de programas ordenados y coherentes de desarrollo de dos grandes sectores: por un lado, el denominado primario, compuesto por la agricultura, la ganadería, la pesca y la silvicultura, y, por otro lado, el sector industrial, el sector denominado como Agroindustria, cuyos insumos provienen de aquellos, por ejemplo: industria alimentaria, de la madera, textil, del cuero y otros, posibilitando el conjunto, el desarrollo de interdependencias estables y complementarias.

Artículo 14°: A los efectos de la presente Ley, se entenderá por servicios vinculados a la industria, a la prestación que efectúan sociedades o personas, en orden a la elaboración física de elementos, al mantenimiento y control de equipos fabriles, al diseño de estructuras organizativas, y otros destinados a satisfacer procesos parciales o complementarios de una actividad productiva, industrial y cuya tercerización y contribución al valor total del producto, sean verificables fehacientemente.

Artículo 15°: En el marco de las conceptualizaciones establecidas en los artículos 13 y 14, están comprendidas en el presente régimen de promoción, las siguientes actividades:

- a) Toda industria nueva que se instale en la Provincia y que se ajuste a los criterios expuestos en el artículo 5to. De la presente Ley;
- b) Toda ampliación de industria existente que se traduzca en una mayor y mas eficiente capacidad productiva, por la incorporación de mayor numero de maquinarias y equipos, de mejoras tecnológicas o de cualquier tipo de acción de perfeccionamiento, modernización, especialización o integración. Los beneficios serán aplicados únicamente sobre la parte acrecido y conforme a la reglamentación;
- c) Toda industria que, radicada fuera de la Provincia, se traslade a ella, siempre que sus equipos y sistemas de producción sean apropiados. la reglamentación fijara criterios y condiciones en tal sentido;
- d) Toda industria ya radicada en zona de alta concentración industrial o urbana, que se traslade dentro de la provincia a parques, zonas industriales o áreas especialmente promovidas, ampliando su capacidad productiva conforme a los porcentajes establecidos en la reglamentación. el porcentaje de ampliación exigido para este caso será la mitad de lo exigido en el inciso b) del presente artículo;
- e) Toda empresa en producción, que presente un proyecto de reconversión de su actividad, sobre la base de redefinir su estrategia, reestructurar su organización, especializar e incrementar su producción, o invertir en nueva tecnología, con el objeto de mejorar su posición económico-financiera y lograr niveles de competitividad aptos, frente a los mercados internacionales;



- f) Toda empresa que hubiese paralizado su actividad por razones ajenas a su voluntad, por un lapso igual o superior a doce meses y reinicie o reactive la misma en virtud de un proyecto de inversión o producción determinado, podrá gozar de los beneficios de esta ley, previa evaluación técnica del citado proyecto por parte de la autoridad de aplicación, que determinara, en cada caso, los beneficios promocionales que le pudieran corresponder;
- g) Toda empresa que preste una determinada actividad de servicios vinculada a la industria, radicada en la Provincia, que a juicio de la autoridad de aplicación, se encuadre en la definición como tal, según el artículo 14 y en los criterios expuestos en el artículo 5to. De la presente Ley;
- h) Toda otra actividad de naturaleza productiva, encuadrada en los alcances de esta ley, que a juicio de la autoridad de aplicación, sea objeto de medidas de promoción a efectos de lograr su radicación en la Provincia.

CAPITULO V BENEFICIOS

Artículo 16°: Las empresas comprendidas en la presente legislación podrán gozar, en función de los proyectos de inversión que propongan, de los beneficios que a continuación se consignan, de acuerdo al encuadramiento que los mismos tengan, en el marco de los regímenes promocionales creados por el artículo 7mo. de esta Ley:

a) Impositivos: Exención de:

- 1. Todo tipo de impuesto Provincial que grave los actos y tramitaciones inherentes a suscripción o aumento de capital social, constitución, transformación o fusión de sociedades y sus actos en el registro público de comercio u otros organismos oficiales. Esta exención comprenderá también la tramitación de escrituras, transferencias de dominio o inscripciones de los inmuebles afectados;
- 2. Impuestos Inmobiliarios Provinciales, respecto de los inmuebles afectados a la actividad promovida;
- 3. Impuesto Provincial a los Ingresos Brutos, en cuanto se refiera a las operaciones comerciales derivadas de la actividad económica promovida y se ajuste a la reglamentación;
- 4. Impuesto de Sellos, cuando este se encuentre legalmente a cargo de la actividad empresarial promovida. En el momento en que debieran ingresar los impuestos provinciales exceptuados, las empresas deben presentar la declaración jurada correspondiente;
- 5. Todo otro tipo de impuesto, tasa o contribución establecidos por la provincia con posterioridad a la sanción de la presente Ley, y que graven las actividades de las industrias incorporadas a su régimen. Las exenciones y beneficios serán otorgados sobre todas o algunas de las franquicias determinadas en el presente inciso, por el termino de hasta diez (10) años y conforme a la escala que se determinara en la reglamentación correspondiente, según los criterios expuestos en el artículo 8 de la presente Ley;

b) Créditos y avales: cuando la Provincia lo considere de especial interés podrá otorgar, en el marco de las respectivas reglamentaciones:

- 1. Créditos en forma directa, por intermedio del fondo de desarrollo industrial creado por el artículo 12 de esta Ley;
- 2. Concesión de avales o garantías ante organismos provinciales, nacionales o extranjeros;

c) Otros beneficios:

- 1. Reintegro de hasta el 50% de las inversiones que realizaren empresas nuevas que se radiquen en la provincia en materia de:
 - 1.1. Caminos, redes eléctricas, provisión de agua y desagües que redunden en beneficio directo del proyecto;



1.2. Obras o materiales para corregir deficiencias de estabilidad o resistencia mecánica de los suelos de fundación, como también en los niveles mínimos compatibles con adecuado margen de seguridad contra inundaciones;

1.3. Obras de infraestructura complementarias para servicio exclusivo de las plantas industriales, cuando sean consideradas indispensables para cubrir servicios inexistentes y requeridos por razones técnicas, económicas y sociales, como ser: plantas potabilizadoras de agua, muelles, vías férreas y otras justificadas, que a juicio de la Provincia sea absolutamente necesario construir o reconstruir. Estas obras podrán ser utilizadas en beneficio común, siempre que no signifique un perjuicio para el normal desenvolvimiento de la empresa beneficiada.

En todos los casos, a efectos del reconocimiento de este beneficio. la empresa que se instala deberá acordar previamente con la Provincia la localización de la planta industrial y las condiciones generales y particulares de las obras a ejecutar.

2. Provisión de energía y otros servicios provinciales a precios diferenciales conforme a la reglamentación que la Provincia establezca en el marco de los regímenes general, sectorial, de fomento y especial.

3. Adjudicación de tierras fiscales de acuerdo a lo establecido en el artículo 43 de la Constitución Provincial 1957-1994 y la Reglamentación que se dicte al efecto.

4. Reconocimiento de hasta el 25% de los montos por fletes de transporte de productos terminados en origen, a otros mercados fuera de la Provincia, de acuerdo a la Reglamentación que se establezca.

5. Las empresas que gestionen su acogimiento al régimen de promoción de esta Ley que demuestren, coincidentemente, haber sido beneficiarias de alguna medida de naturaleza promocional de origen nacional, con destino al mismo proyecto objeto de su gestión, podrán solicitar un mejoramiento adicional del beneficio obtenido, con cargo a la Provincia, y esta podrá otorgarlo según lo permitan sus posibilidades presupuestarias. Por vía reglamentaria se establecerán los alcances de este beneficio adicional, en función de la naturaleza y vigencia de los dispositivos de promoción nacionales aplicados al proyecto, y los procedimientos para su otorgamiento.

6. Apoyo económico para el acceso a todo instrumento de promoción de las PYMES, existentes o a crearse, cuyos objetivos beneficien en forma directa la puesta en marcha o el desenvolvimiento de los emprendimientos productivos objeto de esta Ley.

7. Facilidades para la compra, locación o comodato de bienes de dominio del estado, de acuerdo a lo que determine la Reglamentación.

8. Realización u organización de cursos de capacitación destinados a los distintos niveles del sector productivo.

9. Apoyo del estado provincial para agilizar y obtener:

a) La instalación de la planta industrial e introducción de la maquinaria necesaria;

b) Protección arancelaria y fiscal en temas vinculados al comercio exterior;

c) defensa ante las contingencias del mercado externo;

d) toda otra acción necesaria para mantener la planta industrial al nivel óptimo de la capacidad instalada.

10. todo asesoramiento, colaboración, gestión o intervención directa coadyuvante a la proyección, financiación, instalación y normal desenvolvimiento de cada empresa que el Estado Provincial se halle en condiciones de proporcionar.

En todos los casos en que la aplicación de una medida promocional comporte por parte de la Provincia el reconocimiento de parte de los costos de instalación, producción o comercialización, la implementación de los reintegros pertinentes se hará mediante el



otorgamiento de un certificado de créditos fiscal, que la empresa beneficiaria podrá destinar al pago de servicios o tributos de orden Provincial, que graven la actividad promovida o los bienes afectados a dicha actividad.

CAPITULO VI OTORGAMIENTO DE BENEFICIOS

Artículo 17°: Los beneficios establecidos en el artículo 16 serán otorgados a las empresas según los distintos regímenes, en los cuales se encuadren sus respectivos proyectos de inversión:

1. En el régimen general los beneficios a acordar serán los siguientes:

- a) Artículo 16 incisos a) impositivos: puntos 1, 2, 3, 4 y 5;
- b) Artículo 16 inciso c) otros beneficios: puntos 2, 8, 9 y 10;
- c) Todo otro beneficio de carácter general que la provincia dicte en el futuro para este régimen. El otorgamiento de estos beneficios es de carácter permanente en los términos establecidos en el artículo 16 inciso a), en lo referido al punto a) de este inciso, y de carácter puntual durante un periodo de tres (3) años, en los correspondientes a b) y c); el requisito formal exigido para su solicitud y otorgamiento es el establecido en los artículos 28 y 29 de esta Ley.

2. En el régimen sectorial los beneficios a acordar serán los siguientes:

- a) Los mínimos beneficios acordados para el régimen general, con los alcances y las condiciones especificadas para el mismo;
- b) Artículo 16 inciso b) créditos y avales: puntos 1 y 2;
- c) Artículo 16 inciso c) otros beneficios: puntos 1, 3, 4 y 7;
- d) Todo otro beneficio de carácter sectorial que la Provincia dicte en el futuro para este régimen. El otorgamiento de estos beneficios es de carácter permanente en los términos establecidos por el artículo 16 inciso a), en lo referente al punto a) de este inciso, y de carácter puntual durante un periodo de tres (3) años, las correspondientes a b), c) y d), y el requisito formal exigido para su solicitud y otorgamiento es el establecido en los artículos 28 y 29 de esta Ley.

3. En el régimen de fomento los beneficios a acordar serán los siguientes:

- a) Los mismos beneficios acordados para los regimenes generales y sectoriales, con los alcances y las condiciones especificadas para los mismos;
- b) Artículo 16 inciso c), otros beneficios, punto 6;
- c) Todo otro beneficio con carácter de fomento que la Provincia dicte en el futuro para este régimen. El otorgamiento de estos beneficios es de carácter permanente, en los términos establecidos por el artículo 16 inciso a), para los correspondientes al régimen general; de carácter puntual durante un periodo de tres (3) años las correspondientes a los puntos b), c) y d) del régimen sectorial, y con el mismo carácter y términos los correspondientes a los puntos b) y c) de este régimen; el requisito formal exigido para su solicitud y otorgamiento es el establecido en los artículos 28 y 29 de esta Ley.

4. En el régimen especial, los beneficios a acordar serán los siguientes:

- a) Los mismos beneficios acordados para el régimen sectorial, con los alcances y las condiciones especificadas para el mismo;
- b) El Poder Ejecutivo está facultado en virtud de este régimen promocional, a optimizar sin tope los niveles de estos beneficios y a crear otros específicos y excepcionales que fuera menester, como consecuencia de las características del emprendimiento que se pretende impulsar.



El carácter y el termino por los cuales se otorguen estos beneficios, se dictaminaran en cada caso tomando como referencia los aquí acordados para los regímenes establecidos y el requisito formal exigido para su solicitud y otorgamiento, es el establecido en los artículos 28 y 29 de esta Ley.

Artículo 18°: Tendrán opción a solicitar un mejoramiento de los niveles de beneficios que les corresponde de acuerdo a su encuadramiento en los distintos regímenes de esta Ley, aquellas empresas cuyos proyectos de inversión reúnan las siguientes características:

a) Estén localizadas en zonas especialmente beneficiadas, según la zonificación a que hace referencia el artículo 8vo. La Reglamentación establecerá, según las zonas un mejoramiento de hasta el 30% en los niveles básicos de los beneficios, cuantificados por esta Ley;

b) Incorporen y desarrollen las siguientes propuestas alternativas de mejoramiento permanente de su actividad productiva:

1. Comercialización externa: las empresas en cuyos proyectos de inversión presentados a los efectos de la promoción industrial, incorporen para sus productos programas de comercialización en mercados Extra nacionales y siempre y cuando tales expectativas se cumplan regularmente a criterio de la autoridad de aplicación, serán beneficiadas por un incremento en los plazos y topes de beneficios establecidos por esta ley, de hasta un 30%;

2. Calidad: las empresas en cuyos proyectos de inversión se incluyan explícitamente programas y acciones destinados a promover la calidad de los productos, como búsqueda de una organización fabril sobre la base de una gestión integrada del análisis del valor, del diseño industrial o de la optimización de la conducción de negocios, tanto en lo referido al diseño de las instalaciones como al ordenamiento de los ciclos productivos, serán beneficiadas con un incremento de los plazos y topes de beneficios establecidos por esta Ley, de hasta un 20%;

3. Innovación Tecnológica: las empresas que apliquen en sus procesos industriales innovaciones tecnológicas, o desarrollen programas en tal sentido con el objeto de mejorar su actividad productiva, en el marco de los objetivos y acciones promovidas por la Ley N° 23.877, tendrán derecho a un mejoramiento de los beneficios de la presente Ley. a tal efecto, los proyectos de inversión que presenten las empresas, deberán incorporar los proyectos y planes de trabajo aprobados por la autoridad de aplicación de la Ley N° 23.877, explicitando las mejoras o innovación que se pretenden, a fin de su evaluación pertinente. El desarrollo y cumplimiento de tales programas será objeto de un incremento de los plazos y topes de beneficios establecidos de esta Ley, de hasta un 10%.

Artículo 19°: Toda empresa que presentara un proyecto de inversión destinado a la prestación de un servicio vinculado en forma directa a la producción de una determinada industria del régimen sectorial, y en cuadrado en los alcances de los artículos 14 y 15 inciso f) de esta Ley, podrán gozar de los beneficios promocionales de hasta un tope del 40% de los plazos y niveles establecidos para el régimen citado, mientras dure su vinculación con la industria promocionada de referencia.

Artículo 20°: Toda empresa encuadrada en el régimen sectorial que formulara y desarrollara un proyecto de reconversión de su actividad productiva, en el marco de la definición y alcances fijados en el artículo 15 inciso e), podrá gozar de los beneficios promocionales hasta un tope del 50% de los plazos y topes fijados por los mismos en el citado régimen. Por vía reglamentaria se definirán las condiciones que deban reunir dichos proyectos de reconversión.

Artículo 21°: Toda empresa que presente un proyecto de inversión destinado a la construcción privada de parques y sectores industriales planificados, podrá gozar de los



beneficios promocionales hasta un tope del 50% de los plazos y niveles establecidos para el régimen sectorial. Por vía reglamentaria se definirán específicamente las condiciones que deban reunir los parques y sectores industriales planificados, a los efectos de esta Ley.

Artículo 22°: Toda empresa industrial nueva y la existente y las cooperativas que, acogiéndose al régimen de esta Ley, distribuyan entre su personal un porcentaje de participación en las utilidades que la convierta en una empresa de interés social, a juicio de la autoridad de aplicación, gozará de los beneficios establecidos en los regímenes respectivos en los que se encuadren sus proyectos, con un incremento de hasta el 30% en los plazos y niveles toques de beneficios fijados por esta Ley.

Artículo 23°: Cuando la industria a establecerse requiera la realización de explotaciones: agrícola, pecuaria, forestal o minera, para la obtención de materia prima destinada a su abastecimiento y cuya demanda no este satisfecha por la oferta actual, las tierras mejoras y el equipamiento específico y exclusivamente destinado a tal fin gozaran, previa presentación de un convenio de otorgamiento, de los beneficios establecidos para la planta industrial. La reglamentación establecerá las condiciones para acogerse a estos beneficios.

Artículo 24°: Los establecimientos industriales acogidos a los beneficios de esta ley que, en las condiciones que fije la reglamentación, construyan edificios anexos para sus obreros y empleados, serán eximidos además, por igual termino al acordado a las instalaciones principales de los gravámenes correspondientes, mientras dichos edificios sean habitados por el personal del establecimiento. de igual beneficio gozaran las obras destinadas a servicio social integral, conforme a la reglamentación vigente.

CAPITULO VII MICROEMPRESANDIMIENTOS

Artículo 25°: Las Microempresas podrán acceder a los beneficios establecidos en el presente régimen de promoción industrial. Por vía reglamentaria se determinaran los parámetros que deberán satisfacer las actividades industriales para ser calificadas como microempresas, en el marco de su objetivo principal de tender a promover el desarrollo económico local, el mejoramiento de la distribución del ingreso y la generación de empleos.

Artículo 26°: Los beneficios de que gozaran los microempresandimientos serán los siguientes:

- a) Todos los beneficios otorgados por la presente Ley para el régimen de fomento, con las condiciones y en los términos fijados para el mismo;
- b) Localización en parques industriales, en los cuales se afectara, para este destino específico, un 20% de la superficie de los mismos;
- c) Asistencia técnica y gestonaria permanente, desde la generación de estos emprendimientos hasta su instalación, puesta en marcha, desarrollo y consolidación de los mismos;
- d) Promoción y desarrollo de formas asociativas entre microempresandimientos, a efectos de poder acceder a beneficios de una eficiente producción y comercialización de los bienes;
- e) implementación de acciones concretas que permitan su integración con todos los niveles superiores de actividades del complejo industrial de la provincia.



CAPITULO VIII DE LOS PROCEDIMIENTOS

Artículo 27°: El Poder Ejecutivo, por vía reglamentaria, determinara los requisitos y trámites que deberá cumplimentar toda empresa industrial que pretenda acogerse a los beneficios del presente régimen.

Artículo 28°: Indefectiblemente debe existir un proyecto de inversión, elaborado por la empresa solicitante de los beneficios que comprenderá, básicamente, la formulación del mismo, la evaluación tecnico-economico-financiera y el cálculo del costo fiscal generado por el conjunto de los beneficios solicitados; los demás contenidos y normas de presentación se determinaran reglamentariamente. Todos los aspectos citado proyecto económico-financiero, tecnológico, jurídico u otros, deberán ser evaluados y aprobados por la autoridad de aplicación, la cual determinara también, su encuadre legal y los alcances de los beneficios a otorgarse.

Artículo 29°: A efectos de formalizar el otorgamiento de los beneficios promocionales que le pudieran corresponder, la empresa deberá suscribir, con la autoridad de aplicación, un convenio en el que se establecen las mutuas obligaciones emergentes de la nueva relación contractual y los alcances de los beneficios acordados, como así su vigencia a partir de la aprobación del mismo, mediante decreto del poder ejecutivo o resolución ministerial, según se establezca reglamentariamente.

Artículo 30°: Las empresas a las que se hubieren acordado algunos de los beneficios de esta ley, están obligados a cumplir los planes que sirvieron de base para la concesión de las franquicias, a cuyo efecto la autoridad de aplicación establecerá los respectivos controles. Dichos planes podrán ser modificados o adecuados en alguna instancia de su desarrollo, siempre que cuenten con la debida aprobación de la autoridad de aplicación, según lo establezca la reglamentación.

Artículo 31°: El organismo de promoción industrial deberá, dentro de los quince días de recibida la solicitud de acogimiento a la presente Ley, publicar en el boletín oficial y por un término no menor de tres días, un extracto de la solicitud presentada.

Artículo 32°: La empresa eximida dispondrá, a partir de la fecha de aprobación del poder ejecutivo, de un plazo de hasta ciento ochenta días para comenzar la instalación, y de un año para iniciar la producción. Estos plazos podrán reducirse o ampliarse conforme los dictámenes técnicos/ que la autoridad de aplicación, en cada, caso realizara.

CAPITULO IX DE LAS SANCIONES

Artículo 33°: La autoridad de aplicación tendrá amplia facultades para verificar el cumplimiento de las obligaciones asumidas por los beneficiarios en los convenios a que se refiere el artículo 29, y las que deriven del régimen establecido por la presente, e imponer las sanciones pertinentes.

Artículo 34°: Serán objeto de sanción de distinta naturaleza, según lo previsto en la presente ley, las siguientes situaciones de incumplimiento por parte de las empresas:



- a) No inicio de la actividad económica dentro de los plazos pactados;
- b) Paralización de la actividad económica por el termino de tres (3) meses consecutivos, plazo que será de un año para las industrias estacionales;
- c) No elaboración de cantidad mínima de producción, u ocupación de mano de obra anual comprometida;
- d) No cumplimentaron de los informes periódicos ante la autoridad de aplicación;
- e) Incumplimiento de los proyectos, programas o planes de mejoramiento de productividad comprometidos en el proyecto de inversión, en virtud de lo establecido en el artículo 18 de esta ley;
- f) Cualquier otra condición a que se obligaron las empresas en el convenio de promoción industrial.

Artículo 35°: El incumplimiento total o parcial, sin causa justificada, de las obligaciones a que se refiere el artículo precedente, durante un periodo equivalente a un (1) ejercicio económico, hará pasibles a los beneficiarios de la aplicación de multas por parte de la autoridad de aplicación, conforme a los criterios de determinación que se establezcan en la reglamentación.

Artículo 36°: Cuando la situación de incumplimiento, sin causa justificada, se prolongue por periodos superiores a un (1) ejercicio económico, se producirá la rescisión del convenio promocional, quedando en tales casos, los beneficiarios, sujetos a las siguientes medidas:

- a) Caducidad de todos los beneficios que se les hubieran acordado;
- b) Devolución de todos los impuestos o créditos de cualquier naturaleza con que hubieren sido beneficiados por la aplicación de franquicias previstas en la presente, que correspondan al o los periodos incumplidos;
- c) Devolución de los bienes físicos de cualquier naturaleza con que hubieren sido beneficiados en virtud de la presente, cualquiera sea el estado dominical en que se encontraren los mismos al momento de la rescisión;
- d) Abonar la multa prevista en el artículo anterior, por cada ejercicio económico en situación de incumplimiento;
- e) Comunicación al Registro Industrial Nacional (RIN), a efectos de la aplicación de las penalidades previstas para estos casos.

Artículo 37°: En los casos en que la falta de cumplimiento se refiera exclusivamente a la obligación de suministrar información a la autoridad de aplicación, en el tiempo y forma acordados convencionalmente, esta podrá aplicar a los beneficiarios las multas que se establezcan en la reglamentación, cuyos montos deberán ser inferiores a los previstos para las situaciones descriptas en los artículos precedentes.

Artículo 38°: Desde el momento en que se incurra en incumplimiento total o parcial, sin causa justificada, de las obligaciones emergentes del convenio respectivo las empresas quedan automáticamente en mora sin necesidad de interpelación de ninguna naturaleza. Corresponderá la notificación fehaciente en los casos en que, a consecuencia del incumplimiento se disponga la medida de rescisión prevista en el artículo 36 de la presente.

Artículo 39°: Cuando una empresa acogida a esta Ley se disuelva, fusione, transforme su composición social o modifique su forma jurídica, y cuando enajene, arriende, ceda, transfiera o transforme total o parcialmente sus instalaciones o constituya derecho real de garantía afectando más del 50% del capital fijo circulante, deberá solicitar autorización previa al Poder



Ejecutivo, el que adoptara los recaudos convenientes a fin de asegurarse el cobro de los créditos avalados, o podrá decretar la caducidad de los plazos y beneficios que correspondiera.

Artículo 40°: Las sanciones previstas en este capítulo serán dispuestas de acuerdo con el procedimiento que establezca la Reglamentación respetándose las normas del proceso administrativo instituidas por la legislación vigente.

Elegida la vía judicial, no podrán interponerse los recursos administrativos de la ley n.1140 "de facto" (código de procedimiento administrativo), o la que modifique o reemplace.

CAPITULO X DE LA RESCISION DE COMUN ACUERDO

Artículo 41°: Las empresas, transcurrido el 50% del plazo acordado para los beneficios de esta ley, podrán solicitar la rescisión de común acuerdo del convenio suscripto, debiendo para ello mediar una razón decididamente valedera y demostrar haber cumplido totalmente a esa fecha con las obligaciones contraídas, contractualmente. la autoridad de aplicación, cada caso, determinara la viabilidad de conceder esta desvinculación, en función de lo actuado por la empresa y las expectativas que plantee el futuro de la actividad en cuestión.

CAPITULO XI DE LA ADHESION MUNICIPAL

Artículo 42°: En cada Municipio, o conjunto de ellos, por iniciativa comunal, podrán constituirse comisiones locales, a los siguientes fines:

- a) Informar o sugerir al consejo asesor para el desarrollo de la industria (CADI), sobre aquellos aspectos y experiencias que hagan a una mejor organización de la zona respectiva;
- b) Gestionar ante las autoridades competentes, todas aquellas facilidades que tiendan a promover la radicación industrial;
- c) Transformarse en entes con personería jurídica para afrontar a su cargo, o en coparticipación con organismos estatales Nacionales, Provinciales o Municipales, de carácter público o privado, la realización de obras de infraestructura básica para el desarrollo industrial de la zona.

CAPITULO XII DISPOSICIONES VARIAS

Artículo 43°: Todas las solicitudes actualmente en trámite quedan sometidas al régimen de la presente Ley.

Las industrias que a la fecha se encuentren beneficiadas por el régimen de la Ley N° 3098, continuaran gozando de los beneficios oportunamente otorgados. Las empresas con promoción vigente podrán solicitar al organismo de aplicación los beneficios de la presente Ley; para tales casos, por vía reglamentaria, se establecerán los requisitos para su acceso al nuevo régimen, como también el tratamiento que recibirán los beneficios ya otorgados por el régimen anterior, y los alcances de los eventuales nuevos beneficios a otorgar.

Artículo 44°: Deróguese la Ley N° 3098 y toda otra disposición que se oponga a la presente.

Artículo 45°: Regístrese y comuníquese al Poder Ejecutivo.-



Reglamenta ley n.4453

Decreto N.1933/98

Resistencia, 21 De Septiembre De 1998.-

Visto:

El expediente n.216.140798.0017 - e, registrado en la dirección de industria y minería, dependiente de la subsecretaria de comercio, cooperativas, industria y minería del ministerio de la producción; y

Considerando:

Que por decreto n.24/98, del poder ejecutivo provincial, ha sido promulgada la ley n.4453, instituyendo un nuevo régimen de promoción industrial, para todo el ámbito provincial; que el citado instrumento legal, define una serie de objetivos De política industrial que constituyen el marco normativo destinado a promover la radicación de inversiones orientados a incrementar el valor agregado de la producción primaria y a generar una actividad empresarial insertada competitivamente en los mercados regionales y extranjeros; que los distintos enunciados en tal sentido por la ley n.4453, requieren un instrumento reglamentario que precise los alcances y términos de los mismos y fije los requisitos formales y de procedimientos a los cuales han de ajustarse las empresas que pretendan acogerse a los beneficios de la promoción industrial; que a su vez es necesario facultar a la autoridad de aplicación de la citada ley n.4453, a los efectos de definir los aspectos normativos técnicos administrativos referidos a la implementación y puesta en vigencia del citado régimen de promoción, como así también a proponer y aportar modificaciones en el futuro según las líneas de evaluación del proceso de industrialización que se propicia mediante este instrumento; que han tomado intervención previa en el presente proyecto de Reglamentación asesoría general de gobierno, contaduría general de la provincia y asesoría legal del ministerio de la producción; que la subsecretaria de comercio, cooperativas, industria y minería, atento a estos antecedentes y fundamentos, propicia la aprobación de la reglamentación de la ley n.4453, que forma parte de este decreto; que corresponde el dictado del presente; el gobernador de la provincia del chaco

D E C R E T A :

CAPITULO I

OBJETIVOS Y PLAZOS

Artículo 1.- estableciere que, la presente reglamentación será de aplicación para el otorgamiento de los beneficios establecidos por la ley N.4453 de promoción industrial. De los mismos podrán gozar todas las personas físicas o jurídicas dedicadas a la producción de: bienes de consumo final mediante transformación de materia prima provincial, bienes de consumo intermedio para su utilización en ciclos productivos de industrias instaladas, y la prestación de servicios esenciales de directa vinculación con ciclos productivos promocionados.



Artículo 2.- a los fines del artículo 4 de la ley n.4453, la autoridad de aplicación de la misma, conjuntamente con el consejo asesor Para el desarrollo de la industria y el comercio (cadic), dispondrán mecanismos de monitoreo permanente para verificar el nivel de avance del cumplimiento de los objetivos fijados por la ley.

Artículo 3.- a los fines del artículo 6 de la ley n.4453, previo a la aprobación del proyecto de inversión, se requerirá la intervención de los organismos especializados en materia ambiental: administración provincial del agua (apa), subsecretaria de recursos naturales y medio ambiente, dirección de saneamiento ambiental u otro organismo que la autoridad de aplicación considere necesario consultar, los cuales establecerán las obligaciones, plazos y demás condiciones en que podrá desarrollarse el emprendimiento; respecto del municipio donde se localizara el mismo, la autoridad de aplicación notificara a las autoridades sobre las características y alcances del proyecto, a efectos de que manifieste su conformidad respecto a/ A su localización y funcionamiento urbano.

Artículo 4.- a los fines del artículo 7 de la ley n.4453, el marco de referencia que se establece para el encuadramiento de los proyectos en alguno de los cuatro (4) regímenes promocionales creados por la misma, es el siguiente:

a) régimen general: su aplicación será para todo emprendimiento de naturaleza productiva industrial comprendido en los alcances del artículo 15 de la ley n.4453 y no encuadrado en alguno de los otros regímenes previstos en ella. Las empresas que soliciten beneficios dentro de este régimen, deberán cumplir con las formalidades exigidas en el artículo 28 de la ley n.4453. Todas las empresas que a la fecha, se encuentren acogidas al régimen de la ley n.3098, podrán gozar de los beneficios otorgados para este régimen general, cumplidas las condiciones fijadas en el artículo 100 de este reglamento;

b) régimen sectorial: su aplicación será para emprendimientos de naturaleza productiva industrial o de servicios vinculados a ellos, comprendidos en los alcances del artículo 15 de la ley n.4453, y encuadrados en algunas de las siguientes prioridades productivas sectoriales:

- 1- sector textil: actividad desmotadora, hilandera y tejedora;
- 2- sector agrícola: producción de granos, semillas, harinas alimentos balanceados, aceites y derivados;
- 3- sector pecuario: actividad frigorífica;
- 4- sector forestal- maderero: actividades mueblería y viviendas prefabricadas. La autoridad de aplicación podrá reformular estas prioridades sectoriales en función de los lineamientos de política/ productiva que en el futuro se planteen. Las empresas que soliciten beneficios dentro de este régimen, deberán cumplir con las formalidades exigidas en el artículo 28 de la ley n.4453;

c) régimen de fomento: su aplicación será para emprendimientos de naturaleza productiva industrial, comprendidos en los alcances del artículo 15 de la ley n.4453 y encuadrados en algunas de las siguientes prioridades productivas:

- 1- transformación de la producción frutihortícolas;
- 2- transformación de la producción apícola;
- 3- transformación de la producción de granja.

La autoridad de aplicación podrá reformular estas actividades específicas en función de lineamientos de política productiva que en el futuro se planteen. Las empresas que soliciten beneficios dentro de este régimen, deberán cumplir con las formalidades exigidas en el artículo 28 de la ley n.4453;



d) régimen especial: su aplicación será exclusivamente para toda actividad de naturaleza productiva industrial, comprendida en los alcances del artículo 15 de la ley n.4453 con características altamente diferenciales respecto del perfil productivo provincial y comprendida dentro de la calificación de mediana o gran empresa según los parámetros de la ley nacional n.24.467 o norma legal que determine la autoridad de aplicación. Las pautas indicativas, que se tendrán en cuenta para encuadrar un proyecto en este régimen son las siguientes:

1- complejos agroindustriales en los términos fijados por el artículo 13 incisos c) de la ley n.4453;

2- proyecto de escala regional y de significativo impacto económico, tecnológico, social o geopolítico, a juicio del poder ejecutivo;

3- actividad inédita por su especialización y/o escala respecto del perfil productivo provincial y cuyos mercados sean prioritariamente de carácter internacional;

4- proyectos que reuniendo características como las enunciadas, propongan radicarse en la zona 3, definida en el anexo 1 de la presente reglamentación. Las empresas que soliciten beneficios dentro de este régimen, deberán cumplir con las formalidades exigidas en el artículo 28 de la ley n.4453. Evaluado el proyecto de inversión presentado y encuadrado en el presente régimen especial, el tratamiento promocional a dar al mismo, es el establecido en el artículo 48 de esta reglamentación.

Artículo 5.- a los fines del artículo 8 de la ley n. 4453, la asignación de beneficios promocionales será diferencial según sea la localización en el territorio provincial, planteada por el emprendimiento. El Anexo 1 a la presente reglamentación define tres (3) zonas promocionales, teniendo en cuenta principalmente, la vigencia de tres (3) factores esenciales de localización para la actividad de perfil agroindustrial:

a) la producción de materia prima propia de la provincia;

b) la distribución geográfica actual de los asentamientos industriales;

c) la existencia de servicios esenciales para la actividad industrial: vías de comunicación, agua, luz, etc. La autoridad de aplicación a sugerencia del consejo asesor para el desarrollo de la industria y el comercio (cadic), podrá en el futuro, reformular la zonificación establecida en el anexo 1, modificando los criterios o la constitución de las respectivas zonas de promoción.

Artículo 6.- a efectos del artículo 9 de la ley n.4453, al finalizar el cuarto (4) periodo anual de vigencia de la citada ley, la autoridad de aplicación conjuntamente con el consejo asesor para el desarrollo de la industria y el comercio (cadic), analizarán los resultados finales del control de gestión realizado durante el periodo citado, y podrán propiciar ante las autoridades provinciales, una prórroga para la vigencia y aplicación de la ley.

CAPITULO II

DE LA AUTORIDAD DE APLICACION Y ORGANISMOS INTERVINIENTES

Artículo 7.- el ministerio de la producción por medio de la subsecretaria de comercio, cooperativas, industria y minería o el organismo que la reemplace o sustituya será la autoridad de aplicación de la ley n. 4453 y esta reglamentación, y en tal carácter, queda facultado para dictar Las normas interpretativas y de procedimiento que fueren menester; la dirección de industria y minería ejercerá las funciones de organismo de promoción industrial, y brindará a la autoridad de aplicación el asesoramiento técnico y la asistencia administrativa necesarios para la implementación del régimen de promoción industrial.



Artículo 8.- el organismo de promoción industrial tendrá a su cargo el proyecto y la ejecución de programas de promoción ya sea de índole global como específica, destinados a afianzar el desenvolvimiento de las empresas ya existentes, y la creación o radicación de nuevas empresas, en todo el ámbito provincial. En este sentido será el organismo receptor y encauzado de cualquier iniciativa que se origine en los sectores de actividad tanto públicos como privados, cuyos objetivos coincidan con las funciones aquí descriptas.

Artículo 9.- para el cumplimiento de su finalidad, el organismo de promoción industrial queda facultado para requerir toda información necesaria, a otras dependencias o instituciones públicas y privadas en el ámbito nacional, provincial y municipal. Los organismos públicos, provinciales y municipales, deberán suministrar dicha información en forma completa y dentro de los plazos establecidos.

Artículo 10.- los organismos autárquicos y empresas del estado provincial, incluirán en sus planes operativos anuales, las acciones emergentes de las actividades promocionadas y otorgaran prioridad a las prestaciones que se formulen y se hallen en condiciones de proporcionar.

Artículo 11.- el consejo asesor para el desarrollo de la industria y el comercio (cadic), actuara como órgano o sistema de coordinación y articulación entre el sector público y el sector privado en lo referente a promoción industrial, asesorando a la autoridad de aplicación en todo lo que esta requiera en materia de políticas y acciones para la actividad productiva industrial.

Artículo 12.- a los fines del artículo 11 de la ley n.4453, la adhesión institucional de los organismos intervinientes, deberá tener en cuenta y posibilitar el aporte propio de recursos humanos, científicos, tecnológicos, financieros y de todo otro factor que permita el mejor logro de los objetivos de la citada ley.

La autoridad de aplicación podrá formalizar estos aportes mediante convenios de mutua colaboración en cada caso, en los cuales se establecerán la naturaleza y alcances de aquellos, en orden a su mejor aprovechamiento y resultados, a los fines de la promoción.

CAPITULO III

DEL FONDO DE DESARROLLO INDUSTRIAL

Artículo 13.- a los fines del artículo 12 de la ley n.4453, el organismo de administración del fondo de desarrollo industrial, será la dirección de industria y minería dependiente de la subsecretaria de comercio, cooperativas, industria y minería, en su carácter de organismo de promoción industrial.

Artículo 14.- el fondo de desarrollo industrial se constituirá con los siguientes recursos:

- a) mediante las partidas presupuestarias que anualmente fije el gobierno de la provincia;
- b) aportes provenientes de créditos otorgados por entidades del país o del extranjero, públicas, privadas o mixtas, con destino a inversiones coincidentes específicamente con los objetivos de la ley n.4453;



c) los recuperas de los créditos otorgados por el fondo y los intereses que los mismos devenguen; igualmente los recupero de otros créditos de orden provincial o nacional que así se disponga;

d) la totalidad de los ingresos que perciba el estado provincial en concepto de canon y regalías mineras establecidos por la legislación nacional y provincial vigente; la recaudación total del derecho de permiso anual y derecho de explotación para arenas, piedra triturada, canto rodado, arcillas, y toda otra sustancia mineral que se extraiga en jurisdicción provincial; lo recaudado por imposición de multas a los infractores a la legislación minera nacional y provincial;

e) la totalidad de la recaudación proveniente por la actividad del registro de establecimientos industriales del chaco (reich), según decreto n.2297/97;

f) la recaudación proveniente de las multas por infracción de las empresas al régimen de promoción industrial;

g) los recursos del fondo de desarrollo chaqueño (fo.de.cha) instituido por decreto n.381/98, que pudieran asignarse a los fines de la ley n.4453;

h) otros recursos de fuentes alternativas, gravámenes o venta de bienes del estado que el poder ejecutivo destine a este fondo.

Artículo 15.- el organismo de administración abrirá en el nuevo banco del chaco s.a., una cuenta denominada "fondo de desarrollo industrial, donde serán depositados los recursos mencionados en el artículo anterior y se registraran los movimientos contables de los mismos. facultase a la autoridad de aplicación a celebrar, si lo considera necesario, un convenio con el nuevo banco del chaco s.a., por el cual se designe a este banco como agente financiero de los programas de créditos, implementados en el marco del régimen de promoción industrial, con recursos del fondo de desarrollo industrial.

Artículo 16.- el organismo de promoción industrial podrá utilizar recursos del fondo de desarrollo industrial para atender financieramente lo siguiente:

a) apoyo crediticio a empresas micro y pymes, destinado a poner en marcha su actividad industrial, ampliar la misma, o implementar programas de modernización, de reconversión o de reactivación de sus plantas de fabricación;

b) implementación de servicios a las empresas micro y pymes, para optimizar su desenvolvimiento productivo; podrá hacerse cargo de los reintegros previstos en el artículo 16 inciso c) puntos 1 y 4 de la ley n.4453;

c) fortalecimiento institucional del organismo de promoción industrial para optimizar su funcionamiento técnico-administrativo, al servicio de las pymes.

Artículo 17.- a los efectos del artículo 16 inciso a) de esta reglamentación, las operaciones de crédito estarán sujetas a las siguientes condiciones:

a) marco de aplicación:

1- adquisición de bienes de capital hasta un setenta por ciento (70%) del precio del bien a adquirir;

2- integración de activos de trabajo;

3- adquisición de "tecnologías blandas" El destino de estos créditos será tanto para la radicación de pequeños o medianos establecimientos industriales o para la ampliación o modernización de los existentes están expresamente excluidos de las previsiones de la presente reglamentación los pedidos de crédito destinados a:

- reparaciones de maquinarias y equipos;

- refacción de edificios y otras instalaciones civiles;



- adquisición o reparación de rodados;
- refinanciación de pasivos.

b) condiciones:

1- serán solicitados y otorgados con similares formalidades y procedimientos que los demás beneficios establecidos por la ley n.4453, quedando la autoridad de aplicación, facultada para fijar las condiciones específicas de los créditos en orden a: tasas de interés, periodos de gracia y amortización, garantías, gastos operativos y otros.

2- los estudios pertinentes lo hará el organismo de promoción industrial; los mismos serán aprobados por la autoridad de aplicación y la decisión final sobre el otorgamiento será del poder ejecutivo. Esta aprobación final será girada al organismo o al agente financiero bancario, según corresponda, a los efectos del cumplimiento de las obligaciones en cuanto a constitución de garantías, desembolsos, recupero, convenios de préstamos, efectivizarían, etc., que se acordaran en cada caso.

3- los recursos propios mínimos a demostrar por los solicitantes serán del treinta por ciento (30%), consistentes en dinero libremente disponible y/o títulos públicos, nacionales o provinciales y/o bienes susceptibles de realización inmediata destinado a la ejecución del proyecto objeto del crédito.

4- las garantías reales a constituir a satisfacción del agente financiero, será del orden del ciento treinta por ciento (130%), del monto del crédito a otorgar y suplementariamente podrán exigirse garantías solidarias de los solicitantes.

c) monto:

El monto del crédito a otorgar por empresa, no podrá superar el veinte por ciento (20%), de los recursos que se destinen anualmente a este fin específico, del total de los ingresos estimados a ingresar al fondo de desarrollo industrial; la autoridad de aplicación podrá aconsejar, por razones técnico económicas fundadas, en algún caso, el otorgamiento de un monto mayor.

Artículo 18.- a los efectos del artículo 16 inciso b) de esta reglamentación, los recursos del fondo de desarrollo industrial, serán Destinados en carácter de ayuda económica no reintegrable para solventar a municipios, cámaras o asociaciones de empresarios, la ejecución de acciones. De promoción industrial de la siguiente naturaleza:

- a) las comprendidas en el artículo 16 inciso c) "otros beneficios" apartado 6;
- b) desarrollo de programas de parques o zonas industriales en el ámbito de los municipios;
- c) participación de empresarios en programas de capacitación en gestión empresarial;
- d) implementación de programas de calidad y competitividad. Formación de recursos humanos y su aplicación a la producción fabril;
- e) asistencia de las empresas a ferias, exposiciones, rondas de negocios y otros eventos, de carácter provincial y/o nacional;
- f) todo otro gasto emergente de la prestación de servicios de asistencia técnica y gestionaría a las microempresas y pymes.

Artículo 19.- a los efectos del artículo 16 inc.) De esta reglamentación, los recursos del fondo de desarrollo industrial, serán destinados a la optimización del funcionamiento y fortalecimiento institucional de las estructuras técnicos-administrativas del sector publico dedicadas a la promoción de las microempresas y pymes:

- a) capacitación de los recursos humanos;
- b) adquisición de equipamiento técnico;
- c) gastos de funcionamiento;



- d) gastos de asistencia técnica especializada, acordada por otros organismos técnicos tanto provinciales como nacionales;
- e) gastos emergentes de la celebración de convenios de mutua colaboración celebrados por la autoridad de aplicación con otros organismos públicos y privados;
- f) todo otro gasto que se genere institucionalmente en función de un mejor cumplimiento de los objetivos de la ley n.4453.

CAPITULO IV

DE LAS ACTIVIDADES A PROMOVER

Artículo 20.- a los fines del artículo 15 inciso a) de la ley n.4453, se entenderá por "industria nueva" a toda unidad de producción cuya instalación y puesta en marcha sea objeto de su solicitud de acogimiento al régimen de promoción industrial, y por tanto coincidan en el tiempo ambas circunstancias. Esta unidad de producción podrá estar separada, contigua o Incorporada, a otra unidad de producción de la misma entidad jurídica destinada a producir bienes o servicios finales, intermedios o complementarios, de la misma actividad industrial.

La autoridad de aplicación determinara en función del proyecto de inversión presentado, su encuadramiento en algunos de los regímenes Establecidos por el artículo 7 de la ley n.4453, a los efectos de su tratamiento promocional.

Artículo 21.- a los fines del artículo 15 inciso b) de la ley n.4453, se entenderá por "ampliación", el aumento de la capacidad de producción instalada de una unidad productiva, manteniendo una continuidad física con las instalaciones existentes, para la producción de bienes finales, intermedia o complementaria, de la misma rama industrial a la operada. No se consideraran como "ampliación" la simple adquisición de explotaciones ya establecidas o de partes sociales, ni las ampliaciones Efectivizadas con anterioridad a la presentación formal de la empresa, ante El organismo de promoción industrial, comunicando el proyecto respectivo. Para ser considerada como tal, una ampliación deberá ser significativa y ejecutada a lo largo de un periodo no mayor de un (1) año, salvo que a juicio del organismo de promoción, en razón de una justificación expresa y fundamentada, sea aconsejable extender dicho plazo. Las ampliaciones significativas serán determinadas teniendo En cuenta ya sea en forma conjunta o alternativa, a criterio del organismo De promoción industrial, los siguientes parámetros:

- a) incremento de inversiones en activo fijo, no tomándose como tales, los montos que demande la reposición de bienes dados de baja;
- b) incremento de la capacidad real de producción que se medirá en las unidades de uso habituales y para una misma cantidad de horas trabajadas;
- c) incremento de ocupación de mano de obra;
- d) innovación tecnológica. Toda ampliación significativa, conforme a los criterios establecidos en el presente artículo, será estudiada por el organismo de promoción industrial, a efectos de poder determinar el porcentaje de aumento de la actividad industrial para la aplicación de las escalas fijadas en el anexo 2 de la presente reglamentación.

Artículo 22.- a los efectos del artículo 15 inciso b) de la ley n.4453, se entenderá, además, lo siguiente:

- por perfeccionamiento: la introducción de mejoras operativas (de organización) en las unidades productivas;



- por modernización: el empleo de nuevas tecnologías que optimicen la eficiencia productiva;
- por especialización: la dedicación exclusiva a una línea de productos que se considera como más competitiva;
- por integración: cuando los ciclos de producción tienden a completarse con mayores grados de complejidad, generando a su vez, mayores encadenamientos productivos. Tanto el concepto de perfeccionamiento y/o de modernización Y/o integración, deberán estar incorporados a un programa de reconversión Productiva, orientado a lograr una mayor calidad y competitividad de los Bienes y servicios producidos. La autoridad de aplicación determinara en función del proyecto de inversión presentado, su encuadramiento en alguno de los regímenes Establecidos por el artículo 7 de la ley n.4453, a los efectos de su tratamiento promocional.

Artículo 23.- a los fines del artículo 15 inciso c) de la ley n.4453 se entenderá por traslado el cambio de localización de la totalidad de la actividad industrial. El organismo de promoción industrial, determinara los beneficios que podrán corresponder, siempre que los equipos de producción cumplan con las siguientes condiciones, que deberán estar consignadas en el proyecto y fehacientemente comprobadas:

- a) buen estado de funcionamiento;
- b) propiedad real y libre de toda inhibición por prenda, embargo, otros;
- c) constituir procesos productivos completos, aun cuando estos sean secciones o parcialidades desagregadas de un conjunto mayor;
- d) cumplimentar con la información requerida en la "planilla de estado del equipamiento", la que será evaluada por el organismo de promoción, a los fines de determinar la factibilidad del proyecto de traslado;
- e) proponer un plan de reconversión de la actividad, que integre las condiciones antedichas y plantee una mayor competitividad en la producción de los bienes y/o servicios a proveer. La autoridad de aplicación determinara en función del proyecto presentado, su encuadramiento en algunos de los regímenes establecidos. Por el artículo 7 de la ley n.4453, a los efectos de su tratamiento promocional.

Artículo 24.- a los fines del artículo 15 inciso d) de la ley n.4453, se entenderá por traslado al cambio de localización de la totalidad de la actividad industrial. En este caso, la nueva localización será un parque o zona industrial perfectamente determinada, ya sea de dominio / Provincial o municipal o eventualmente, privado. El organismo de promoción, determinara los beneficios que podrán corresponder, siempre que los equipos de producción cumplan con similares condiciones a las requeridas en el artículo 23 de esta reglamentación la autoridad de aplicación determinara en función del proyecto presentado, su encuadramiento en alguno de los regímenes establecidos. Por el artículo 7 de la ley n.4453, a los efectos de su tratamiento promocional.

Artículo 25.- a los efectos del artículo 15 inciso e) de la ley n.4453 se entenderá por reconversión, al proceso de redefinición de la misión empresaria, especializando los mis de producción y potenciando aquellos productos para los cuales una empresa tiene especiales ventajas competitivas, mediante la incorporación de tecnología y equipamientos adecuados y la implementación de decisiones oportunas sobre formas y canales de comercialización. Los proyectos de reconversión a los efectos promocionales deberán explicitar.

- a) la identificación de nichos (segmentación de un determinado mercado), a los cuales se pretenden satisfacer competitivamente;



- b) la redefinición de estrategias adecuadas para lo anterior;
- c) la modificación de las estructuras organizacionales;
- d) el posicionamiento o pertenencia a determinados encadenamientos productivos o la propia generación de otros;
- e) el reenfoque en el manejo de los recursos humanos;
- f) la incorporación de nueva tecnología;
- g) el desarrollo de programas de calidad;
- h) los cuadros comparativos de la situación pre y pos reconversión.

La autoridad de aplicación definirá una guía especial para la presentación de este tipo de proyectos de reconversión, a efectos de su encuadramiento y evaluación como tales.

Artículo 26.- a efectos del artículo 15 inciso f) de la ley n.4453, la autoridad de aplicación estudiara en cada caso, tanto las causales de la paralización y las eventuales consecuencias que pudieran subsistir a la fecha de la propuesta de reactivación (situación laboral, asuntos judiciales, deudas pendientes, y otros), como así también las expectativas que plantee el proyecto en orden a su sustentabilidad económica, competitividad en los mercados, generación de mano de obra y demás condiciones

Del emprendimiento, conducentes a su encuadramiento en los alcances de la Ley n.4453.

La autoridad de aplicación determinara en función del proyecto presentado, su encuadramiento en algunos de los regímenes establecidos. Por el artículo 7 de la ley n.4453, a los efectos de su tratamiento promocional.

Artículo 27.- a los efectos del artículo 15 inciso g) de la ley n.4453 y de las previsiones establecidas en el artículo 19 de la misma, las empresas de servicios vinculadas a las industrias del régimen sectorial (se exceptúa a los servicios financieros), en el marco de la definición del Artículo 14 de la ley n.4453, se encuadraran en la siguiente nomina enunciativa pero no limitativa:

a) en relación a la producción:

- 1.- cortes dimensionados, maquinado, pulido, lustrado y similares, de elementos de madera en general;
- 2.- mantenimiento de instalaciones civiles, mecánicas, metalúrgicas, eléctricas, electrónicas y similares;
- 3.- controles y ensayos químicos de procesos, mediciones y análisis de contaminación ambiental;
- 4.- fraccionamiento y envasado de productos finales;
- 5.- otros.

b) en relación a la organización:

- 1.- perfeccionamiento de estructuras organizativas empresariales;
- 2.- perfeccionamiento de cadenas de abastecimiento;
- 3.- planificación de recursos usados en manufactura;
- 4.- implementación de controles estadísticos en procesos /productivos;
- 5.- otros.

La autoridad de aplicación determinara en función del proyecto presentado, su encuadramiento en alguno de los regímenes establecidos por el artículo 7 de la ley n.4453, a los efectos de su tratamiento promocional.



CAPITULO V DE LOS BENEFICIOS

Artículo 28.- a los efectos del artículo 16 inciso a) de la ley n.4453, los beneficios impositivos a los que hacen referencia los apartados 2 y 3, serán otorgados, según el encuadramiento analizado por la autoridad de aplicación de acuerdo a las modalidades establecidas en el artículo 15 incisos a),b),c),d),e),f),g) y h), en el marco de los regímenes previstos en el artículo 7 de la ley n.4453, y conforme a los plazos y escalas fijados en el anexo 2 del presente reglamento. Los beneficios a que hacen referencia los apartados 1,4 y 5, son de carácter puntual y serán otorgados durante un periodo determinado de La vigencia de la promoción según el encuadramiento que haya merecido el Proyecto.

Artículo 29.- a los efectos del artículo 16 inciso b) apartado 1 de la ley n.4453, se establece que uno de los destinos de los fondos Previstos en el artículo 12 de la ley n.4453, será el de financiar a través De créditos, las inversiones que demande la radicación de pequeños y media Nos establecimientos industriales o ampliaciones de los existentes, exclusivamente para sus fines productivos. Los lineamientos y criterios para el otorgamiento de estos Créditos se establecen en los artículos 13, 14, 15,16 y 17 de esta reglamentación. El organismo de promoción, u otro organismo provincial que Operen como unidad ejecutora provincial, de líneas de créditos de origen Nacional o internacional, brindaran todo el apoyo y gestión tendientes al acceso del micro y el pymes, a dichas posibilidades de financiamiento.

Artículo 30.- a los efectos del artículo 16 inciso b) apartado 2 de la ley n.4453, se establece que los avales y/o garantías, podrán ser Otorgados siempre y cuando la autoridad de aplicación del presente régimen Lo estime imprescindible a los fines de la promoción propuesta y la provincia esté en condiciones de poder concederlos. El organismo de promoción realizara un dictamen con su apreciación sobre la procedencia y la necesidad del otorgamiento de los avales y/o garantías, sobre la base de la naturaleza del proyecto de inversión objeto de los mismos y del tipo de operación a la cual se aplicaran: adquisición en tecnología nacional o importada o como garantía de créditos obtenidos en la banca nacional o extranjera.

Cuando se acredite que los elementos no pueden ser provistos por la industria nacional o sustituirse por otros producidos por esta, podrán otorgarse avales para adquirir elementos en el exterior, en cuyo caso, tales avales se concederán hasta el setenta por ciento (70%), como máximo, Del valor fob, de los elementos a adquirir. Las firmas a beneficiar con los avales, además de dar cumplimiento a las condiciones establecidas en la presente normativa a los efectos de su encuadramiento en el régimen promocional industrial de la ley N.4453, deberán ajustarse a las exigencias que para cada caso en particular fije la autoridad de aplicación conjuntamente con el ministerio de economía, obras y servicios públicos en relación a:

- a) agente financiero interviniente en las operaciones objeto del aval solicitado;
- b) control y seguimiento sobre el cumplimiento de las obligaciones asumidas por el o los beneficiarios;
- c) constitución de garantías suficientes;
- d) seguro de los bienes objeto de los avales y de los ofrecidos en garantía;
- e) plazos de vigencia de los avales, moras e intereses punitivos;
- f) todo otro aspecto técnico formal y de procedimiento propio de la modalidad con que se otorgue el aval solicitado.



Artículo 31.- la autoridad de aplicación a través de su organismo de promoción, otorgara todo el apoyo técnico, de servicios y de gestión que se requieran para que las empresas acogidas al régimen de promoción, puedan incorporarse a las sociedades de garantía recíproca, del sector público o privado, que les permitan acceder a los beneficios que tales entes otorgan a las pymes.

Artículo 32.- a efectos del artículo 16 inciso c) apartado 1 de la ley n.4453, se establece que las empresas industriales que se radiquen en la provincia, acogidas al régimen de promoción industrial, que construyan caminos de acceso, redes eléctricas, redes de provisión de agua, Sistemas de tratamiento y de desagües de efluentes especiales, rellenos y Saneamiento de suelos, y otras obras de infraestructura encuadradas en las previsiones de la ley, podrán solicitar el reintegro de hasta el cincuenta Por ciento (50%) del valor de las mismas. Para tener derecho a solicitar este reintegro la empresa deberá cumplimentar con los siguientes requisitos:

a) fundamentación expresa sobre la necesidad de ejecutar las obras, en relación a los objetivos del proyecto de inversión presentado;

b) documentación técnica completa de las obras, cómputos y presupuestos de las mismas;

c) aprobación de esta documentación por parte de la secretaria de obras y servicios públicos, o el organismo específico interviniente. Suscripto el convenio de promoción industrial, en el que se incorpora la ejecución de las obras y el otorgamiento del beneficio pertinente, la fiscalización, medición, certificación y recepción de las mismas estará a cargo de la secretaria de obras y servicios públicos o del organismo técnico específico interviniente. El reconocimiento de un determinado porcentaje de las inversiones efectuadas en tales obras, se podrá efectivizar mediante el otorgamiento de un certificado de crédito fiscal según lo establece el artículo 16 de la ley n.4453 y según el procedimiento fijado en los artículos 39 al 44 de esta reglamentación.

Artículo 33.- a los efectos del artículo 16 inciso c) apartado 2 de la ley n.4453, se establece que toda industria que se haya acogido a los beneficios de la promoción industrial, podrá solicitar la provisión con tarifas diferenciales, de energía eléctrica y/u otros servicios prestados por empresas u organismos provinciales. En caso de que las empresas de servicios no estén en condiciones de otorgar tarifas diferenciales específicas excepcionales para una determinada actividad industrial, el organismo de aplicación podrá establecer un régimen de bonificación por el sistema de reintegro, de hasta un Treinta por ciento (30%) de las tarifas corrientes, en favor de las mencionadas empresas industriales. El requerimiento de servicios con tarifas diferenciales deberá efectuarse ante las empresas provinciales prestatarias; el mismo será atendido favorablemente cuando dichas empresas estén en condiciones de Otorgarlos.

Artículo 34.- a los efectos del artículo 16 inciso c) apartado 3 de la ley n.4453, se establece que la adjudicación de tierras para la instalación de plantas industriales quedara sujeta a las siguientes condiciones y procedimientos:

a) deberá solicitarse este beneficio, al organismo de promoción industrial; la determinación de la ubicación y superficies adecuadas a los proyectos a desarrollar, estará a cargo de dicho organismo, afectando a tales fines, tierras públicas provinciales específicamente definidas como parques o zonas industriales. Cumplido el trámite pertinente, de acuerdo al procedimiento fijado para el otorgamiento de tierra publica, el gobierno provincial hará efectiva la adjudicación solicitada instrumentando la venta a través del



convenio a que hace referencia el artículo 76. En el mencionado convenio de promoción industrial, se establecerán las restricciones al uso de la tierra, fijados por la legislación municipal, provincial o nacional, vigentes y de aplicación en la materia. Será acreditada en la tramitación del convenio, la constancia de la situación del dominio del inmueble, extendida por el registro provincial de la propiedad inmobiliaria;

b) el precio de la tierra adjudicada a que hace referencia el inciso anterior, será equivalente al cincuenta por ciento (50%) de la valuación fiscal municipal, que se aplique a los efectos del pago del impuesto inmobiliario a la fecha de la adjudicación. El pago de la tierra otorgada se efectuara en diez (10) cuotas anuales iguales y consecutivas, sin interés, estableciéndose que el vencimiento de la primera cuota será al año de la firma del convenio de promoción industrial. Las cuotas serán actualizadas utilizando el índice de precios internos al por mayor (productos nacionales-base 1993= 100), publicado por el indec o el organismo que lo sustituya. En casos excepcionales y fundados, en relación a la naturaleza del proyecto, la autoridad de aplicación queda facultada para establecer un plan de pagos menor al aquí establecido;

c) cancelada la deuda por la tierra adjudicada, el estado provincial, otorgara la escritura traslativa de dominio, debiendo tramitarse la misma ante el organismo de promoción industrial y la escribanía general de gobierno. En dicha escritura quedaran especialmente plasmadas también, las restricciones al uso futuro del predio otorgado en promoción, resguardando su destino para uso exclusivo del objeto del proyecto que le dio origen o de una reconversión que el mismo sufriera siempre y cuando esta, se encuadre en una actividad productiva de naturaleza industrial;

d) para el caso de tierra publica, de propiedad de los municipios, para los fines enunciados, estos podrán otorgarla en las mismas condiciones y procedimientos establecidos por la ley n.4453 y esta reglamentación.

Artículo 35.- a efectos del artículo 16 inciso c) apartado 4 de la ley n.4453, se establece que para hacer lugar a este beneficio, Las empresas promocionadas deberán:

a) presentar en el proyecto un completo estudio de mercado, y un programa consistente con la finalidad de satisfacerlo; los objetivos a tener en cuenta en la propuesta son:

1.- promoción de la integración vertical de la producción primaria provincial y un avance sostenido en materia de calidad y competitividad de los bienes a producir;

2.- promoción de productos terminados prioritarios, de consumo final, con un valor agregado mayor o igual al treinta por ciento (30%);

3.- fomento del aprovechamiento racional e intensivo de los recursos e insumos locales; incremento del nivel de ocupación de mano de obra.

b) acreditar además:

1.- la producción de bienes terminados, encuadrados en el listado que se enuncia en el anexo 3 de este reglamento;

2.- la comercialización de productos en mercados intrarregionales, en un porcentaje igual o mayor al treinta por ciento (30%);

3.- la utilización para el transporte de su producción, de unidades propias o de empresas chaqueñas excluyentemente, cuyos fletes sean facturados y abonados íntegramente en la provincia del chaco;

c) el listado de productos terminados, que en principio, estarán sujetos a este beneficio, figuran en el anexo 3 de esta reglamentación. Este listado, previo análisis fundado, podrá ser ampliado y/o modificado por la autoridad de aplicación, en función de las necesidades de la actividad productiva en el futuro.



Artículo 36.- a los efectos del artículo 16 inciso c) apartado 5 de la ley n.4453, las empresas que pretendan acogerse a este beneficio, Deberán acreditar lo siguiente:

a) haber accedido a un beneficio promocional de orden nacional o internacional (bonificación de tasas de créditos, servicios con tarifa diferencial, aportes no reintegrables, exenciones y/o diferimientos impositivos u otros);

b) que tal medida promocional, forme parte constitutiva del proyecto de inversión que se desarrolla, interviniendo intrínsecamente en el comportamiento económico-financiero del mismo;

c) que su alcance y aplicación, estén comprendidos en los plazos de la promoción otorgada o a otorgarse en el ámbito provincial;

d) que sea factible su mejoramiento cuantitativo o cualitativo, y sea incidente directo en la optimización de la competitividad de la producción-comercialización. La autoridad de aplicación, estudiara en cada caso el pedido de las empresas y decidirá sobre su encuadramiento, procedencia y oportunidad de conceder este beneficio, por vía de reintegro, según los mecanismos fijados por el fondo de desarrollo industrial.

Artículo 37.- a los efectos del artículo 16 inciso c) apartado 6 de la ley n.4453, en relación a los beneficios establecidos, se entenderá que su aplicación se refiere a los posibles costos que implique a las empresas, su acceso a instrumentos de apoyo a las pymes como sociedades de capital de riesgo, sociedades de garantía recíproca, sociedades calificadoras de riesgo, y otras, cuyos servicios específicos incidan beneficiosamente en el desenvolvimiento de la actividad empresarial. En cada caso, a los efectos de su análisis por parte de la Autoridad de aplicación, la empresa deberá acreditar lo siguiente:

a) que el acceso a los servicios señalados, formen parte intrínsecamente del comportamiento económico-financiero del proyecto de inversión que fuera promocionado;

b) que su alcance y aplicación, estén comprendidos en los plazos de la promoción otorgada o a otorgarse, en el ámbito provincial;

c) que los costos de dichos servicios propuestos sean correctos y producto de una compulsa entre los distintos proveedores de los mismos; la autoridad de aplicación, estudiara en cada caso, el pedido de las empresas y decidirá sobre su encuadramiento, procedencia y factibilidad de conceder el beneficio, por vía de reintegro, según los mecanismos Fijados por el fondo de desarrollo industrial.

Artículo 38.- a los efectos del artículo 16 inciso c) apartado 8 de la ley n.4453, se establece que las empresas acogidas al régimen de promoción industrial, durante el periodo de vigencia de los beneficios tendrán acceso preferencial y/o gratuito a cursos de capacitación empresarial. Ya sean organizados por el sector público, como los organizados por el sector privado, autorizados por la autoridad de aplicación, dentro o fuera del Ámbito provincial. Los cursos objeto de este beneficio, en todos los casos, tendrán por objetivo acercar a las pymes, los conceptos, las herramientas y la Información básica y necesaria para lograr un mejoramiento continuo de su Gestión. En este sentido los temas versaran sobre gestión empresarial, Calidad y tecnología, contable impositivo, comercio exterior y todo otro Tema que a juicio de la autoridad de aplicación y a pedido de las empresas Promocionadas, sean oportunos y necesarios a los fines establecidos en esta reglamentación. Este beneficio será implementado, por los mecanismos y procedimientos fijados por el fondo de desarrollo industrial.



Artículo 39.- a los efectos del artículo 16 de la ley n.4453, se establece que los beneficios promocionales correspondientes al inciso C) "otros beneficios" apartados 1 y 4, podrán ser atendidos en forma directa a través de recursos del fondo de desarrollo industrial o mediante el Otorgamiento de un certificado de crédito fiscal, a favor de los beneficiarios con los efectos y alcances previstos en la citada ley.

Artículo 40.- los montos de las acreencias que resulten del otorgamiento de los beneficios citados en el artículo anterior, serán estudiados y determinados por el organismo de promoción industrial, aprobados. Por la autoridad de aplicación y reconocidos efectivamente por cualquiera de las vías establecidas en el citado artículo.

Artículo 41.- la modalidad específica del régimen de certificado de crédito fiscal y la formalidad técnico-administrativa para su gestión Y otorgamiento, serán fijadas por la autoridad de aplicación conjuntamente. Con el ministerio de economía, obras y servicios públicos, que quedan facultados para dictar normas interpretativas y de procedimiento respecto del régimen citado.

Artículo 42.- la contaduría general de la provincia, tendrá a su cargo la emisión de los certificados y ejercerá la registración, control y seguimiento de la aplicación de los mismos.

Artículo 43.- el tenedor de un certificado de crédito fiscal, que acredite formalmente que esta liberado de abonar tributos provinciales, podrá transferirlo una sola y única vez a la orden de otro deudor fiscal, mediante endoso nominativo que deberá ser suscripto, registrado y ratificado ante la contaduría general de la provincia.

Artículo 44.- la cancelación de obligaciones tributarias o de servicios practicada por medio del certificado de crédito fiscal, no exime al contribuyente de su obligación ante los organismos recaudadores o Empresas de servicios, de cumplimentar las presentaciones formales y disposiciones legales que rijan en cada materia, en dichos entes.

CAPITULO VI - OTORGAMIENTO DE LOS BENEFICIOS

Artículo 45.- a los efectos del artículo 17 de la ley n.4453, en relación a la asignación de beneficios promocionales, una vez evaluado El proyecto de inversión presentado por la empresa, la autoridad de aplicación procederá a su encuadramiento legal según el siguiente procedimiento:

- a) determinación de su calificación según los términos del artículo 15 de la ley n.4453;
- b) definición de la pertenencia del proyecto, a algunos de los regímenes establecidos por el artículo 7 de la ley n.4453;
- c) definición del tratamiento de dar al proyecto, en función de su localización y aplicación de los parámetros del artículo 8 de la ley n.4453;
- d) análisis de las posibles mejoras que pudieran aplicarse en función a las previsiones establecidas en los artículos 18, 22, 23 y 24 de la ley n.4453;
- e) definición final de la naturaleza de los beneficios a otorgar, su cuantía y los plazos durante los cuales tendrán vigencia.

Artículo 46.- los beneficios impositivos que tiene previsto al artículo 16 inciso a) de la ley n.4453 para todos los regímenes establecidos en la misma, tendrán una vigencia de hasta diez



(10) años, y tendrán Un carácter diferencial, en cuanto a plazos de vigencia y escalas decrecientes según lo fijado en el anexo 2 de la presente reglamentación; serán acordados formalmente por un convenio de promoción industrial celebrado entre la provincia y la empresa beneficiaria.

Artículo 47.- los demás beneficios que establece la ley n.4453, en el artículo 16 incisos b) y c), a aplicar según los regímenes en los que se encuadre el proyecto de inversión presentado, serán otorgados a pedido de la empresa, y siempre y cuando la provincia esté en condiciones de hacerlo, durante los tres (3) primeros años que abarca la relación contractual promocional. En casos excepcionales, por razones debidamente fundadas, y según el criterio de la autoridad de aplicación podrán aplicarse estos beneficios en un trienio distinto del inicial, pero en ningún caso este podrá exceder los plazos fijados para los beneficios impositivos, en el respectivo convenio de promoción industrial.

Artículo 48.- para el caso particular del régimen especial, una vez analizados los fundamentos del proyecto para su encuadramiento en el mismo, según los criterios expuestos en el artículo 7 de la ley n.4453, Tanto la naturaleza de los beneficios a acordar, como la cuantía y los alcances de los mismos, que excedan los establecidos por el régimen de promoción industrial para el régimen sectorial, serán propuestos por la autoridad de aplicación al poder ejecutivo para su aprobación final. Dichos beneficios se ajustaran estrictamente a las exigencias que el proyecto defina como condición necesaria y suficiente en orden a cierre de su ecuación económica-financiera-productiva.

Artículo 49.- la opción por el mejoramiento de los beneficios, a que hace referencia el artículo 18 de la ley n.4453, deberán ser expresamente solicitados por las empresas, y estar fundamentados en la naturaleza y alcances del proyecto de inversión objeto de la promoción industrial planteada.

Artículo 50.- a los efectos del artículo 18 inciso a) de la ley n.4453, las diferenciales de beneficios por la localización geográfica de los emprendimientos, están determinadas en los anexos 1 y 2 de la presente reglamentación y deberán aplicarse en función del encuadramiento en los Respectivos regímenes y de su condición respecto del artículo 15 de la citada ley. La autoridad de aplicación, podrá ajustar estos parámetros. Por razones expresamente fundadas, durante el plazo de vigencia de la ley N.4453.

Artículo 51.- a los efectos del artículo 18 inciso b) apartados 1 y 2 de la ley n.4453, si bien los fundamentos deben estar expuestos y desarrollados como parte del proyecto de inversión, los beneficios ampliatorios en función de dichos supuestos, serán formalmente otorgados una vez que los mismos hayan sido cumplidos y verificados por el organismo de promoción. En tal instancia se procederá, para el caso de los beneficios impositivos, a reformular la escala de decrecimiento de los mismos, incorporando los porcentajes de mejoras previstos en la mencionada ley.

Artículo 52.- para el caso del artículo 18 inciso b) apartado 3 de la ley n.4453, se requerirá la intervención de la subsecretaria de ciencia y tecnología o del organismo que la sustituya como organismo de Aplicación de la ley n.23.877, a efectos de determinar la condición y características innovadoras del proyecto de inversión, en los términos fijados por dicha ley. Las mejoras promocionales previstas, se incorporaran al tratamiento inicial de la cuantía de los beneficios y constara en el respectivo convenio de promoción industrial.



Artículo 53.- a los efectos del artículo 19 de la ley n.4453, las empresas de servicios deberán encuadrarse en los criterios del artículo 14 y del artículo 15 inciso g) de la citada ley, y demostrar su vinculación directa como proveedora de servicios específicos, con una o varias empresas acogidas al régimen de promoción industrial y encuadradas a su vez en el régimen sectorial del mismo. Reunidas estas condiciones, la empresa de servicios podrá tener beneficios impositivos de hasta el cuarenta por ciento (40%) del correspondiente al régimen sectorial en lo referente al plazo de vigencia de los mismos; el otorgamiento de los demás beneficios previstos en la ley de promoción que fueran solicitados por la empresa, quedara a juicio de la autoridad de aplicación en cada caso, atento a la naturaleza e importancia del proyecto de inversión presentado. La autoridad de aplicación, esta facultada para que, en casos Excepcionales, una empresa de servicios, pueda acogerse a los beneficios promocionales arriba mencionados, demostrando su vinculación a una o varias empresas del sector agroindustrial, aunque estas no estén acogidas al régimen de promoción industrial ley n.4453. los informes semestrales sobre la marcha de su actividad productiva a los que están obligadas las empresas promocionadas, determinaran su estado de vinculación permanente con las empresas industriales; el incumplimiento de esta condición será una causal de rescisión del convenio de promoción industrial.

Artículo 54.- a los efectos del artículo 20 de la ley n.4453, las empresas existentes, factibles de encuadrarse en el régimen sectorial, podrán presentar un proyecto de reconversión de su actividad productiva según los criterios sustentados en el artículo 15 inciso e) de la ley mencionada, con el objeto de acceder a los beneficios promocionales allí establecidos; se excluyen de estos beneficios las mejoras previstas en el artículo 18 inciso b) de la citada ley. Cumplidas las condiciones fijadas para este tipo de proyectos, las empresas del régimen sectorial podrán tener beneficios impositivos de hasta el cincuenta por ciento (50%), del correspondiente a dicho régimen en lo referente al plazo de vigencia de los mismos. El otorgamiento de los demás beneficios previstos en la ley de promoción industrial, que fueran Solicitados por la empresa, quedara supeditado al juicio de la autoridad de Aplicación en cada caso, en función de la naturaleza e importancia del proyecto de inversión presentado.

Artículo 55.- a los efectos del artículo 21 de la ley n.4453, se entiende por parque industrial, una porción de terreno subdividida y Desarrollada de acuerdo a un plan general, para el uso de un conjunto de empresas industriales; en dicho plan deberán incluirse la construcción de Calles y la instalación de servicios básicos tales como electricidad, agua, Desagües y otros, pudiendo comprender además, servicios complementarios según las industrias a radicarse en dichos parques. Los proyectos de inversión que se presenten en este sentido podrán proponer distintas alternativas de proyectos:

- a) parque industrial mínimo;
- b) parque industrial sin servicios especiales;
- c) parque industrial completo;
- d) parque industrial especializado;
- e) parque industrial diversificado;
- f) otros.

Las empresas interesadas deberán presentar junto con el proyecto de inversión, el diseño arquitectónico integral (planos generales y de detalles), del parque o zona industrial, ajustado a las normas vigentes en la materia y un reglamento de funcionamiento y administración, según el tipo de parque o zona a desarrollar. Esta documentación deberá ser aprobada Por el organismo de promoción y los demás organismos técnicos especializados de la administración provincial. Cumplidas las condiciones fijadas para este tipo de proyectos, las empresas podrán



gozar de beneficios impositivos de hasta el cincuenta por ciento (50%), del correspondiente al régimen sectorial, en lo referente al plazo de vigencia de los mismos; el otorgamiento de los demás beneficios previstos en la ley, que fueran solicitados por las empresas, Quedara supeditado al juicio de la autoridad de aplicación en cada caso, en función de la naturaleza e importancia del proyecto de inversión presentado.

Artículo 56.- toda empresa industrial nueva y las existentes y las cooperativas que acogándose al régimen de la ley n.4453, estén comprendidas en los términos del artículo 22 de la misma, podrán gozar de los Incrementos de los beneficios establecidos en el mismo, siempre y cuando Comprueben fehacientemente a satisfacción de la autoridad de aplicación, el cumplimiento de la condición de participación de utilidades. A los efectos de la efectivización de este incremento, la autoridad de aplicación procederá a reformular la escala de las exenciones impositivas otorgadas en el convenio de promoción industrial, en un orden Igual al porcentaje de mejora otorgado.

Artículo 57.- cuando la industria promocionada requiera el concurso de actividades agropecuarias, forestales y/o mineras para la obtención de la materia prima destinada a la misma, los beneficios otorgados Por el artículo 16 inciso a), serán concedidos con ajuste a los siguientes Requisitos:

- a) solicitud fundada de la empresa acogida;
- b) comprobación fehaciente de que la materia prima necesaria no se produce en el ámbito provincial, o que la cantidad o calidad de la misma no resulta suficiente o adecuada para los requerimientos del proyecto promovido. Las escalas a aplicarse según corresponda serán las establecidas en el anexo 2 de esta reglamentación.

Artículo 58.- a los efectos del otorgamiento de los beneficios previstos en el artículo 24 de la ley n.4453, las empresas deberán acompañar al proyecto de inversión objeto de la promoción, la documentación técnica de los edificios construidos o a construirse, destinados a viviendas o A servicios comunitarios, si estos fueran necesarios gozaran de exención impositiva las viviendas que fueran destinadas a directivos, gerentes, síndicos o administrativos generales, o Bien al personal de vigilancia habitual de los establecimientos fabriles, Siempre y cuando se localicen dentro del predio de los mismos. El organismo de promoción industrial, podrá efectuar periódicamente las inspecciones que considere convenientes para constatar si los edificios por los que se ha otorgado la exención, están destinados a los Fines previstos. La empresa beneficiaria no podrá darles otro destino a esos Inmuebles, mientras dure la exención otorgada, salvo que en sustitución entregue a sus ocupantes viviendas similares en características y comodidades, en cuyo caso deberá solicitar previamente autorización al organismo de Promoción. Si se comprobare alguna transgresión al presente artículo, se Procederá a la rescisión del convenio de promoción, conforme lo establece El artículo 36 de la ley n.4453.

CAPITULO VII - MICROEMPRESARIOS

Artículo 59.- a los efectos del otorgamiento de los beneficios previstos por la ley n.4453, las microempresas, nuevas o existentes, dedicadas a las actividades agroindustriales o de servicios vinculados a Las mismas, a ser encuadradas en el régimen de fomento de la citada ley, Deberán acreditar satisfactoriamente los siguientes parámetros:

- a) empleados: hasta siete (7) personas incluyendo el propietario;
- b) patrimonio (deducido del activo): hasta pesos doscientos mil (\$ 200.000,00);



c) actividades: las comprendidas en el régimen de fomento, según artículo 4 incisos c) de esta reglamentación.

Artículo 60.- la formulación de los proyectos estará ajustada a los siguientes criterios o pautas de ponderación:

- multiplicación de puestos de trabajos;
- satisfacción de pautas asociativistas entre pequeños productores o empresarios locales;
- propuesta de mayor capacidad de autogestión empresarial;
- mejora de las condiciones socioeducativas y de capacitación laboral de la población local;
- aporte a la retención de población;
- inserción competitiva en los mercados regionales;
- dinamización de las cadenas productivas locales.

La autoridad de aplicación podrá modificar estos parámetros de referencia, adecuándolos a las necesidades o expectativas que la actividad a promocionar plantee en el futuro.

Artículo 61.- a los efectos de su encuadramiento en el régimen de promoción industrial de la ley n.4453, es de aplicación para la actividad microempresaria toda la normativa de procedimiento desarrollada en la presente reglamentación.

CAPITULO VIII DE LOS PROCEDIMIENTOS

Artículo 62.- las personas físicas o jurídicas que soliciten los beneficios establecidos en la ley n.4453, deberán reunir las siguientes condiciones:

- a) deberán integrar con fondos propios un porcentaje mínimo del treinta por ciento (30%) del monto total de la inversión afectado al proyecto a promocionar. Se considerara aporte de fondos propios para la integración del capital, al que consista en dinero libremente disponible, títulos públicos nacionales y provinciales, y bienes susceptibles de realización inmediata destinados a la ejecución del proyecto. No se computaran como fondos propios a los que provengan de los beneficios que acuerda esta ley;
- b) rentabilidad mínima aceptable de la actividad a promover;
- c) continuidad en el abastecimiento de materias primas e insumos;
- d) estabilidad del mercado a abastecer;
- e) instalaciones, maquinarias y equipos técnicamente eficientes, organizados de manera que garanticen la viabilidad económica del proceso productivo;
- f) asesoramiento técnico adecuado;
- g) estándares de calidad aceptables de los productos que elaboren, preferentemente dentro de normas internacionales;
- h) coberturas de riesgos de trabajo en función del nivel de siniestralidad de su actividad;
- i) cumplimiento de la legislación social y de la reglamentación vigente en la materia;
- j) contabilidad legal;
- k) contar con un mínimo del setenta y cinco por ciento (75%) de personal técnico y obrero residente en la provincia;
- l) utilización preferente de materia prima provincial;
- m) contratación de seguros sobre edificios, instalaciones, maquinarias y equipos;



n) inscripción en la dirección general impositiva, en la dirección general de rentas de la provincia del chaco, y cumplimiento de las obligaciones fiscales como agente de retención o información;

o) inscripción en el registro público de comercio de la provincia del chaco, aun en los casos de sucursales con casa matriz inscrita en otra jurisdicción;

p) inscripción en el registro industrial de la nación (rin.) y en el registro de establecimientos industriales del chaco (r.e.i.ch.), en los casos en que corresponda;

q) domicilio legal y administración en la provincia del chaco;

r) tener regularizada su situación tributaria con la dirección general de rentas de la provincia del chaco;

s) antecedentes empresarios, referencias bancarias y comerciales. Todo tipo de documentación que acredite idoneidad y responsabilidad en la actividad a promocionar;

t) toda otra condición que a juicio de la autoridad de aplicación se considere necesaria para una mejor fundamentación del proyecto de inversión; cuando el titular del proyecto de inversión sea una microempresa, la autoridad de aplicación podrá adecuar las condiciones y requisitos generales aquí enumerados a las posibilidades reales de la misma.

Artículo 63.- cualquier omisión en el cumplimiento de las condiciones y requisitos generales establecidos, informes requeridos o citaciones efectuadas al peticionario, determinaran su emplazamiento por un Termino de sesenta (60) días como máximo para su cumplimiento, vencido el Cual se dispondrá el archivo definitivo de la solicitud. Cualquier gestión que realice el interesado con posterioridad a la fecha en que se produjo el Vencimiento de este plazo, deberá considerarse como una nueva solicitud.

Artículo 64.- las personas físicas o jurídicas que soliciten los beneficios previstos en la ley n.4453, deberán declarar durante la vigencia de los mismos, los datos que para fines estadísticos y/o de contralor se les requiera periódicamente. Asimismo, pondrán a disposición del organismo de promoción Industrial los medios y transportes necesarios para la realización de inspecciones, verificaciones, tareas de contralor u otra gestión que este considere necesario efectuar.

Artículo 65.- las industrias promocionadas nuevas, y aquellas que se amplíen, reconviertan o trasladen, dispondrán a partir de la Fecha de suscripción del convenio de promoción industrial, de un plazo de Ciento ochenta (180) días para comenzar las instalaciones, y de un (1) año, A partir de la misma fecha, para iniciar su producción.

Artículo 66.- las exenciones impositivas tendrán vigencia a partir de la fecha de iniciación de las actividades tendientes a construir o instalar nuevas plantas industriales, o de la fecha de iniciación de la Construcción de las ampliaciones en las ya existentes. Para el impuesto provincial a los ingresos brutos, podrá establecerse como fecha a partir de la cual comenzara a regir la exención, la de inicio de la producción industrial o de la actividad de servicios promovida. Cuando las características del proyecto promocionado y/o las/ circunstancias de su ejecución lo justifiquen, la autoridad de aplicación Podrá acordar con la beneficiaria en el convenio de promoción industrial la fecha de inicio de la vigencia de las exenciones impositivas; en tales casos, la fecha pactada nunca podrá ser anterior a la prevista en la primera Parte de este artículo, o a la de otorgamiento del primer certificado de exención provisorio.



Artículo 67.- para aquellos impuestos cuya exención se encuentra prevista en la ley n.4453, pero que por la naturaleza del hecho imponible u otra característica, deben ser abonados antes de las fechas previstas en el artículo precedente, el beneficiario podrá solicitar al organismo de promoción industrial, a efectos de que se lo exceptúe provisoriamente del pago, un certificado que tendrá validez por un plazo de hasta ciento Ochenta (180) días para su presentación ante el organismo recaudador, el Cual le acordara una prórroga por el termino establecido. Si el vencimiento de esta prórroga aun no correspondiere que Comiencen a regir las exenciones impositivas, deberá renovarse el certificado, y si finalmente no se acordaren los beneficios promocionales solicitados, el titular del proyecto industrial deberá abonar los tributos de los Que fuere provisoriamente exceptuado. Constituye requisito esencial para la concesión de certificados de exención provisorios la aprobación del proyecto de inversión por la Autoridad de aplicación, mediante el dictado del acto administrativo correspondiente.

Artículo 68.- sin perjuicio de las exenciones impositivas otorgadas en los términos de la ley n.4453, las personas físicas o jurídicas Titulares de proyectos promocionados, o que se hallen en trámite de obtención de beneficios promocionales, estarán obligadas a presentar ante la dirección general de rentas de la provincia o el organismo recaudador que la reemplace o sustituya, las declaraciones juradas y formularios de cumplimiento obligatorio por parte de los contribuyentes y responsables de los tributos provinciales. También deberán cumplir con las exigencias y presentaciones Ante las empresas prestadoras de servicios que hubieren intervenido en el Otorgamiento de beneficios promocionales. Estas declaraciones juradas y formularios tendrán carácter de Información a ser procesadas por el organismo recaudador, y deberán ser Presentadas en la fecha de vencimiento de los tributos de que se trate.

Artículo 69.- el proyecto de inversión deberá presentarse en mesa de entradas del organismo de promoción industrial adjunto a una breve Nota solicitando su incorporación al régimen promocional; esta presentación Se hará por triplicado y estará suscripta por el titular del proyecto o representante que acredite poder suficiente. Deberá acompañarse toda la documentación referida al proyecto y a sus titulares exigida por la ley n.4453 Y esta reglamentación la mesa de entradas devolverá al peticionario una copia de la Presentación con el cargo correspondiente, en el que constaran la fecha y / Hora de la presentación, y el número del expediente administrativo asignado. El organismo de promoción industrial deberá subsanar de oficio los errores u omisiones no esenciales de la presentación.

Artículo 70.- las personas físicas o jurídicas que soliciten acogerse al régimen de la ley n.4453, deberán cumplir con todas las condiciones y requisitos establecidos en la misma y en la presente reglamentación. Presentado el proyecto de inversión a los efectos del otorgamiento de los beneficios promocionales, el organismo de promoción industrial procederá a:

- a) verificar que la presentación y la información en ella consignada se ajustan al formulario de proyecto de inversión aprobado por la autoridad de aplicación;
- b) estudiar la documentación que acompaña al proyecto de inversión, a fin de constatar el cumplimiento de los requisitos generales previstos en la ley, en esta reglamentación, y en las normas complementarias que se dicten;
- c) dentro de los quince (15) días de recibida la presentación, el organismo de promoción industrial podrá disponer la publicación en el boletín oficial y en un diario provincial, por un término no inferior a los tres (3) días, de un extracto del proyecto de inversión en el que se incluya la naturaleza de la actividad a promocionar;



d) cuando se solicite la adjudicación en venta de tierras fiscales para la instalación de plantas industriales o establecimientos de servicios, el organismo de promoción industrial requerirá información a la dirección de catastro, al registro de la propiedad inmueble, y todo otro organismo oficial existente o a crearse con competencia en la administración de la tierra pública provincial, a efectos de determinar las dimensiones exactas del predio, su ubicación, el estado legal de derecho, y todo otro dato que estime procedente;

e) cuando el otorgamiento de alguno de los beneficios previstos en la ley lo hagan aconsejable, el organismo de promoción industrial podrá solicitar información y documentación referida al proyecto de inversión y a sus titulares, a organismos del estado nacional, provincial y municipal, empresas del estado, entes autárquicos y descentralizados, y a personas físicas o jurídicas de derecho privado.

Artículo 71.- ante deficiencias, errores y omisiones en los proyectos de inversión y/o en la documentación respiratoria, el organismo de promoción industrial deberá requerir a sus titulares la información aclaratoria, complementaria, ratificatoria o certificatoria de los proyectos; podrá sugerirles la reformulación parcial o total de los mismos a efectos del encuadramiento en el presente régimen, y exigirles la presentación de todos los documentos, constancias y certificaciones que estime procedentes.

Artículo 72.- el organismo de promoción industrial contara con noventa (90) días corridos, contados a partir de la fecha de presentación del proyecto de inversión, para evaluarlo en sus aspectos económico-financiero, tecnológico, jurídico y otros, determinar su encuadramiento legal y/ El alcance de los beneficios que pudieran corresponderle. Este plazo podrá ser ampliado por el término que insuma el cumplimiento de requisitos e informaciones complementarias solicitadas para la correcta evaluación del proyecto, reformulaciones del mismo, presentación de nueva documentación, y demás tramites inherentes al proyecto, sus titulares, y a los beneficios solicitados.

Artículo 73.- concluida la etapa de evaluación, el organismo de promoción industrial elevara a la subsecretaria de comercio, cooperativas, industria y minería el expediente administrativo al que deberán hallarse incorporados en orden cronológico:

- a) el proyecto de inversión y su documentación respiratoria;
- b) toda la información y documentación complementaria solicitada con posterioridad a la presentación del proyecto de inversión;
- c) los informes de cada una de las evaluaciones efectuadas al proyecto de inversión;
- d) informe final suscripto por el director del organismo de promoción industrial, recomendando la aprobación del proyecto, estableciendo su encuadre legal y los beneficios promocionales que corresponde otorgarle;
- e) proyecto de resolución de la autoridad de aplicación aprobando el proyecto de inversión, y ordenando la elaboración del convenio de promoción industrial a efectos del otorgamiento de los beneficios promocionales.

Artículo 74.- la subsecretaria de comercio, cooperativas, industria y minería, si comparte el criterio del organismo de promoción industrial, elevara el expediente a la autoridad de aplicación propiciando el dictado del acto administrativo que apruebe el proyecto de inversión; en caso contrario, devolverá las actuaciones al organismo de promoción industrial instruyéndolo respecto del curso de acción a seguir.



Artículo 75.- dictada la resolución que aprueba el proyecto de inversión por parte de la autoridad de aplicación, el organismo de promoción industrial efectuara las notificaciones pertinentes.

Artículo 76.- aprobado el proyecto de inversión el organismo de promoción industrial redactara un proyecto de convenio de promoción industrial, a suscribirse entre la autoridad de aplicación y el titular del Proyecto promocionado, y en el que se establecerán todos los beneficios Promocionales que se acuerdan, su alcance y duración, las obligaciones que Asume la beneficiaria en el marco del régimen promocional, las sanciones Que trae aparejado el incumplimiento total o parcial de sus cláusulas, y en General, todos los derechos y obligaciones de las partes, emergentes de la Relación promocional. El organismo de promoción industrial remitirá el proyecto de Convenio a la peticionaste, la que dentro de los quince (15) días deberá Expedirse sobre el mismo, manifestando fehacientemente su acuerdo, o en defecto de ello, proponiendo las modificaciones que estime procedentes. El plazo de negociación de las cláusulas del convenio de promoción industrial no deberá exceder los cuarenta y cinco (45) días corridos, contados desde la recepción del proyecto por la solicitante, a no ser Que circunstancias excepcionales, a criterio del organismo de promoción industrial, justifiquen la extensión del termino precedente, el que en ningún caso podrá superar, en su totalidad, los noventa (90) días corridos.

Artículo 77.- luego de acordadas las cláusulas del convenio de promoción industrial, el organismo de promoción elevara el expediente, Con proyecto de decreto por el que se autoriza a la autoridad de aplicación A suscribir dicho acuerdo de partes. Dictado este decreto, la autoridad de aplicación deberá suscribir conjuntamente con la beneficiaria el convenio de promoción industrial. El convenio será sellado en la dirección general de rentas, y Uno de sus ejemplares deberá archivarse en el registro de convenios del organismo de promoción industrial.

Artículo 78.- si el poder ejecutivo entendiera que no corresponde otorgar la promoción industrial propuesta devolverá las actuaciones Al organismo de promoción, con el decreto correspondiente, que deberá ser Notificado fehacientemente al solicitante. Esta decisión del poder ejecutivo será definitiva en el orden Administrativo, no procediendo contra ella más que la demanda prevista por El código contencioso administrativo de la provincia, si este lo permitiera.

Artículo 79.- si el proyecto de inversión fuera rechazado, el peticionaste deberá reintegrar al estado provincial, dentro del término de noventa (90) días corridos, desde la fecha de notificación de la decisión Administrativa denegatoria, los beneficios y exenciones impositivos que Provisoriamente se le hubieren otorgado. Aprobado el proyecto de inversión, los beneficios y exenciones provisorias quedaran firmes, y el lapso por el que fueron concedidos, pasara a integrar los periodos estipulados en el convenio de promoción industrial.

Artículo 80.- el organismo de promoción industrial notificara a la dirección general de rentas todas las decisiones administrativas referidas al trámite de otorgamiento de la promoción industrial y le remitirá un ejemplar del convenio de promoción industrial suscripto por las Partes. De este último también enviara una copia al municipio correspondiente, y eventualmente a las empresas de servicios intervinientes, a fin de que tomen conocimiento del mismo.



Artículo 81.- facultase a la autoridad de aplicación a dictar, mediante resolución, la reglamentación en detalle de los procedimientos Administrativos complementarios que fueran menester para la presentación de Información técnica, económica, financiera, legal y de otra naturaleza, general y particular, que deberán cumplir los interesados en el trámite de Otorgamiento de beneficios de promoción industrial. La autoridad de aplicación deberá aprobar:

- modelo de formulario de presentación de los proyectos de inversión;
- modelo tipo de convenio de promoción industrial.

CAPITULO IX DE LAS SANCIONES

Artículo 82.- las multas a imponer a aquellas empresas promocionadas que incurran en las situaciones de incumplimiento del convenio de promoción industrial descriptas en los artículos 34 y 7 de la ley n.4453 Serán establecidas por la autoridad de aplicación, la que las determinara Entre un monto mínimo de pesos un mil (\$1.000) y un máximo de pesos diez Mil (\$10.000), tomando en cuenta para su graduación la gravedad del incumplimiento, su reiteración y la capacidad económica y financiera de la empresa. Cuando la causante sea una microempresa, estos montos mínimo Y máximo podrán reducirse entre la mitad y un tercio.

Artículo 83.- constatada la situación de incumplimiento, el organismo de promoción industrial intimara a la empresa para que en el Plazo perentorio de cinco (5) días presente su descargo. Si la causante no contestare en término, o las causas invocadas no resultaren suficientes para justificar su incumplimiento a criterio Del organismo de promoción industrial, este elevara las actuaciones con Proyecto de resolución de la autoridad de aplicación, debidamente fundamentada, imponiendo la multa considerada procedente.

Artículo 84.- el acto administrativo mediante el que se impone la sanción cuenta con la ejecutividad que le confiere el artículo 121 de La ley n.1140 "de facto", y obliga a la empresa sancionada al pago de la Multa desde el momento de su notificación, sin perjuicio de los recursos Que pudiere interponer contra el mismo. La negativa de la infractora a abonar la multa trae aparejada La rescisión del convenio de promoción industrial, con las consecuencias Previstas en el artículo 36 de la ley n.4453.

Artículo 85.- las situaciones de incumplimiento que se prolonguen por periodos superiores a un (1) ejercicio económico, podrán dar Lugar a la rescisión del convenio de promoción industrial, a cuyo efecto el Organismo de promoción industrial procederá de la siguiente forma:

a) notificara a la empresa su situación de incumplimiento y la fecha desde la cual se halla incurrida en la misma, intimándola para que en el término de diez (10) días efectúe el descargo correspondiente. A falta de contestación en dicho término, reiterara la intimación por un plazo perentorio e improrrogable de cinco (5) días;

b) si el organismo de promoción industrial no justificare las causas invocadas en su descargo por la empresa beneficiaria, o si esta hiciera caso omiso de las intimaciones, se iniciara el trámite rescisorio del convenio promocional.

Artículo 86.- la rescisión del convenio de promoción industrial se realizara de acuerdo con las siguientes pautas:



a) el organismo de promoción industrial solicitara a la dirección general de rentas la determinación del crédito fiscal generado en las exenciones impositivas acordadas en el convenio;

b) cuando en el otorgamiento de los beneficios promocionales de la ley n.4453 hubieren intervenido organismos, entes y empresas del estado, el organismo de promoción industrial podrá requerirles a los mismos efectos, los informes que estime pertinentes;

c) una vez incorporados los informes y determinaciones precintadas, se elevara el expediente a efectos de que la asesoría general de gobierno tome la intervención correspondiente, adjuntando a las actuaciones proyecto de decreto en el que se rescinde el convenio de promoción industrial, se imponen las multas previstas por el artículo 36 inciso

d) de la ley n.4453, y se autoriza a fiscalía de estado y a los organismos competentes a recuperar los bienes que por cualquier título hubiere adjudicado el estado provincial, y a la gestión del cobro de los créditos, de la deuda fiscal de la beneficiaria generada por las exenciones impositivas acordadas, y de toda otra acreencia a favor del estado provincial originada en la aplicación del presente régimen promocional.

Artículo 87.- la rescisión del convenio de promoción industrial producida como consecuencia del incumplimiento injustificado, por parte De las empresas de las obligaciones asumidas contractualmente, y de aquellas que surgen del régimen general de la ley n.4453 y su reglamentación, producirá los siguientes efectos:

a) devolución al estado provincial del monto total de la deuda fiscal generada durante los periodos de vigencia de las exenciones impositivas convencionalmente otorgadas. El importe a restituir será determinado por el organismo recaudador, desde la fecha en que hubiera correspondido realizar el pago; este procedimiento se aplicara para cada uno de los tributos exceptuados y ante cada vencimiento, debiendo agregarse las actualizaciones, recargos e intereses que pudieren corresponder conforme lo dispuesto por el código tributario provincial y la legislación vigente al momento de producirse la rescisión;

b) restitución al estado provincial de los bienes muebles recibidos en comodato, locación o cualquier título, gratuito u oneroso, que no transfiera su propiedad. Estos bienes deberán ser devueltos en condiciones tales que permitan su optima utilización, en caso contrario y en función de los informes técnicos sobre el estado de uso que produzca o requiera de otras áreas el organismo de promoción industrial, el decreto de rescisión autorizara a fiscalía de estado a demandar a la causante el pago de los costos que insuma la reparación de tales bienes, o en su caso, su reposición total;

c) restitución al estado provincial de los bienes inmuebles adquiridos en virtud de lo preceptuado por el artículo 16 inciso c), apartado 3 de la ley n.4453, y en esta reglamentación, con todo lo clavado y edificado en los mismos, sin derecho a solicitar el reintegro de lo pagado en concepto de precio del terreno, edificaciones y otras mejoras realizadas;

d) cancelación de los créditos y avales otorgados por el estado provincial, en los términos del artículo 16 inciso b) apartados 1 y 2 de la ley n.4453, y esta reglamentación, y restitución de los montos abonados por el estado provincial para el otorgamiento de otros beneficios previstos por el régimen;

e) inmediata exigibilidad de los montos adeudados al estado provincial en concepto de multas impuestas por cada ejercicio económico transcurrido en situación de incumplimiento, de acuerdo a lo dispuesto en el artículo 36, inciso d) de la ley n.4453, y el presente decreto;

f) comunicación de la rescisión al registro industrial de la nación (rin.), y al registro de establecimientos industriales del chaco (r.e.i.ch.), a los efectos pertinentes.



CAPITULO X - DE LA RESCISION DE COMUN ACUERDO

Artículo 88.- transcurrido el cincuenta por ciento (50%) del periodo de vigencia de los beneficios acordados en virtud de la ley n.4453 Las empresas promocionadas podrán solicitar al organismo de promoción industrial la rescisión de común acuerdo del convenio de promoción industrial Siempre que adulcieren motivos atendibles suficientes y a favor de la continuidad de su actividad productivas, y demostraren fehacientemente haber cumplido, a la fecha de la solicitud, con la totalidad de los planes previstos en el proyecto de inversión, y las obligaciones asumidas contractualmente.

Artículo 89.- presentada la solicitud de rescisión, el organismo de promoción industrial meritara las razones invocadas por la beneficiaria para fundamentar su petición, y efectuara las inspecciones que considere necesarias al establecimiento promocionado, a fin de verificar el Grado de cumplimiento de los planes comprometidos en el proyecto de inversión, y de las obligaciones asumidas en el convenio por la causante.

Artículo 90.- para la determinación del nivel de cumplimiento de los planes y obligaciones promocionales por la peticionaria de la rescisión, se consideraran especialmente los siguientes aspectos:

- a) inversiones en edificaciones, instalaciones principales y auxiliares, maquinarias y equipos, realizadas a la fecha de la solicitud;
- b) superficies sembradas o afectadas a la actividad primaria, en los proyectos agroindustriales;
- c) materias primas e insumos existentes en planta;
- d) niveles de producción actual;
- e) mano de obra efectivamente ocupada al momento de la verificación.

Artículo 91.- si el organismo de promoción industrial entendiera que corresponde hacer lugar a la rescisión solicitada, se elevara El expediente, con los informes correspondientes y proyecto de resolución De la autoridad de aplicación autorizándose a acordar con la peticionaste Las condiciones de la rescisión. Cuando considere que no corresponde acceder a lo solicitado, Elevara las actuaciones con los informes y proyectos de resolución denegatoria de la rescisión, suficientemente fundamentada.

Artículo 92.- dictada la resolución autorizante, el organismo de promoción industrial elaborara un proyecto de convenio rescisorio, a Suscribirse entre la autoridad de aplicación y la beneficiaria, y en el que Se estipularan los efectos que la rescisión producirá respecto de cada uno De los beneficios convencionalmente otorgados. El proyecto será remitido a la consideración de la solicitante, la que en el término de quince (15) días, contados a partir de la recepción, deberá expedirse respecto del mismo, aprobándolo, o en su defecto formulando las observaciones que estime pertinentes. El plazo de negociación del convenio de rescisión no podrá exceder de treinta (30) días corridos; vencido este término sin que se llegue a un acuerdo entre las partes, se tendrá por desistida la solicitud de Rescisión.

Artículo 93.- acordadas las condiciones de la rescisión, el organismo de promoción industrial elevara el expediente para que la asesoría general de gobierno tome la intervención correspondiente, acompañándolo De proyecto de decreto en el que se dispone la rescisión de común acuerdo Del convenio de promoción industrial, y autorizando a la autoridad de aplicación a suscribir con la causante el acuerdo de rescisión cuyo modelo forma parte integrante del decreto.



Artículo 94.- la rescisión de común acuerdo del convenio de promoción industrial extingue toda relación promocional entre el estado Provincial y el titular del proyecto promocionado. En el acuerdo de rescisión que al efecto se suscriba deberán Estipularse expresamente los siguientes efectos:

a) la rescisión del convenio de promoción industrial principal se hará extensiva a todos los convenios y acuerdo complementarios, si los hubiere;

b) a partir de la fecha del decreto que dispone la rescisión cesan todas las exenciones impositivas acordadas a la causante, resultando exigibles en un cien por cien (100%) los montos a tributar en adelante, devengados por los impuestos de que se hubiere eximido a la empresa;

c) las cuotas del precio de inmuebles adjudicados en venta, pendientes de pago al momento de la rescisión, deberán cancelarse de manera inmediata y en un único acto, con las actualizaciones contractuales que correspondieren. Abonado el precio total del inmueble, el estado provincial otorgara la escritura traslativa de dominio, en un plazo que no excederá los sesenta (60) días contados a partir de la fecha del pago;

d) se dispondrá la restitución inmediata al estado provincial de los bienes muebles que hubiere cedido a la empresa en comodato, locación, u otro título gratuito u oneroso que no implique la transferencia de la propiedad. Estos bienes deberán devolverse en condiciones que permitan su óptima utilización, en caso contrario, la causante deberá hacerse cargo de los gastos que demanden su reparación o eventual reposición. Cuando la restitución inmediata de tales bienes produzca la paralización de la actividad productiva del establecimiento, podrá estipularse un plazo improrrogable de hasta ciento ochenta (180) días para su devolución;

e) deberán cancelarse la totalidad de los créditos concedidos por el estado provincial; la cancelación se hará en un único acto y comprenderá el capital y los intereses exigibles al momento de la rescisión;

f) se cancelaran todos los avales otorgados por el estado provincial a la titular del proyecto que fuera objeto de la promoción, debiendo restituirse todo otro monto afrontado por el estado provincial para el otorgamiento de los beneficios del régimen.

Artículo 95.- el organismo de promoción industrial notificara todos los actos administrativos del procedimiento rescisorio, como así También, el acuerdo de rescisión, a la dirección general de rentas de la Provincia, al municipio correspondiente, y a los organismos que hubieren Intervenido en la promoción del proyecto de inversión.

CAPITULO XI DE LA ADHESION MUNICIPAL

Artículo 96.- el organismo de promoción industrial gestionara, dentro de los noventa (90) días contados a partir de la publicación de la ley n.4453 y su reglamentación, la adhesión al régimen promocional, de Los municipios de la provincia del chaco. En el instrumento de adhesión los municipios especificaran los beneficios promocionales que otorgaran a los proyectos que se radiquen sus respectivas jurisdicciones, en los términos de lo dispuesto por el Artículo 11, inciso c) de la ley n.4453.

Artículo 97.- los municipios que se adhieran al régimen de promoción industrial notificaran al organismo de promoción industrial el Instrumento de adhesión y los beneficios que el mismo otorgue, a fin de facilitarle su información a los interesados, y la difusión mediante folletos Y otras publicaciones.



CAPITULO XII DISPOSICIONES VARIAS

Artículo 98.- las solicitudes de otorgamiento de beneficios promocionales actualmente en trámite, quedan sometidas al régimen de la ley N.4453 y esta reglamentación, y deberán cumplir con los requisitos exigidos Por el mismo. Cuando los proyectos de inversión contaren con resolución Aprobatoria de la autoridad de aplicación, se continuara con el procedimiento de elaboración del convenio promocional sin más trámite.

Artículo 99.- las solicitudes de acogimiento al nuevo régimen podrán ser presentadas en un lapso de hasta ciento ochenta (180) días, a Partir de la fecha de publicación de la ley n.4453 y su reglamentación.

Artículo 100.- las industrias acogidas al régimen derogado por la ley n. 4453 continuaran gozando de los beneficios oportunamente Otorgados. Asimismo podrán solicitar su incorporación al nuevo régimen, en cuyo caso el organismo de promoción industrial estudiara la viabilidad De la petición y las condiciones en que pudiere hacerse lugar a la misma. Cuando soliciten un beneficio no previsto por el régimen derogado, serán consideradas como nuevas solicitantes, debiendo encuadrar el/Proyecto de inversión que al efecto presenten en alguno de los supuestos descriptos en los artículos 13, 14 y 15 de la ley n.4453, y cumplir con los Requisitos formales exigidos en esta reglamentación.

Artículo 101.- comuníquese, dese al registro provincial, publíquese en el boletín oficial y archívese.