

INFORME AMBIENTAL RESUMEN



PROYECTO:
CELULOSAS de
M' BOPICUÁ

TABLA DE CONTENIDO

1. Descripción del Proyecto
2. Marco Legal y Administrativo de Referencia
3. Caracterización del Medio Receptor
4. Identificación y Evaluación de Impactos
5. Plan de Medidas de Mitigación, Prevención de Riesgos y Contingencias
6. Plan de Seguimiento

ÍNDICE

1.	DESCRIPCION DEL PROYECTO	4
1.1	IDENTIFICACIÓN DEL TITULAR DEL PROYECTO	4
1.2	OBJETIVO Y ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO	4
1.2.1	<i>Objetivo</i>	4
1.2.2	<i>Metodología</i>	4
1.3	PRESENTACIÓN DEL PROYECTO	5
1.3.1	<i>Justificación</i>	5
1.3.2	<i>Producción de celulosa</i>	5
1.3.2.1	Producción a nivel mundial	5
1.3.2.2	Tipos de celulosa.....	7
1.3.2.3	La producción de pulpa y el medio ambiente	8
1.3.3	<i>Disponibilidad de madera</i>	8
1.3.4	<i>Localización</i>	9
1.3.5	<i>Sistema de Análisis y Área de Influencia</i>	10
1.3.6	<i>Principios de Diseño de la Planta</i>	11
1.3.6.1	Mejores tecnologías instaladas para efluentes líquidos.....	11
1.3.6.2	Mejores tecnologías instaladas para emisiones atmosféricas.....	13
1.3.6.3	Los Principios de Política Ambiental de “Celulosas de M´Bopicuá”.....	15
1.4	ETAPA DE OPERACIÓN	16
1.4.1	<i>Materia Prima y Producto Final</i>	16
1.4.2	<i>Proceso Productivo</i>	17
1.4.2.1	Descripción del proceso principal.....	17
1.4.2.2	Descripción de los Procesos de Recuperación.....	24
1.4.3	<i>Procesos Auxiliares</i>	28
1.4.3.1	Tratamiento de Agua de Entrada a Planta	28
1.4.3.2	Tratamiento de agua a calderas.....	29
1.4.3.3	Tratamiento de Efluentes	29
1.4.3.4	Stripping de condensados.....	32
1.4.3.5	Captación y tratamiento de gases	33
1.4.3.6	Generación de aire comprimido	34
1.4.3.7	Generación de dióxido de cloro	34
1.4.4	<i>Capacidad de Producción</i>	34
1.4.5	<i>Materia Prima e Insumos</i>	35
1.4.6	<i>Energía</i>	36
1.4.6.1	Consumos Estimados	36
1.4.6.2	Producción Eléctrica Propia.....	36
1.4.6.3	Incorporación de energía eléctrica al Sistema Eléctrico Nacional.....	36
1.4.6.4	Suministro Eléctrico desde la Red Externa	37
1.4.6.5	Energía Calorífica.....	37
1.4.7	<i>Emisiones</i>	37
1.4.7.1	Efluente Líquido	37
1.4.7.2	Emisiones Gaseosas	37
1.4.7.3	Ruido.....	38
1.4.7.4	Residuos Sólidos	38
1.4.8	<i>Transporte</i>	39
1.4.9	<i>Mano de Obra y Régimen de Funcionamiento</i>	40
1.5	ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.....	41
1.5.1	<i>Preparación del Terreno</i>	41
1.5.2	<i>Obra civil, instalaciones y montajes</i>	42
1.5.3	<i>Mano de obra</i>	44
1.6	ETAPA DE ABANDONO.....	44
2.	ANEXO – DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO	45

EQUIPO TÉCNICO PARTICIPANTE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Nombre	Profesión	Especialidad en el EIA
Florencia Peñaricano	Ingeniera Agrónoma	Jefe de Proyecto
José Barboza	Geógrafo	Jefe de Proyecto
Alicia Roda	Ingeniera Química	Descripción del Proyecto Identificación y Evaluación de Impactos Medidas de Mitigación y Plan de Contingencias Aire , Agua, Ruido
Horacio Smeraldi	Ingeniero Agrónomo	Suelos, Geomorfología Población Identificación y Evaluación de Impactos Medidas de Mitigación y Plan de Contingencias Paisaje
Alejandra Salas	Ingeniera de Ejecución en Ambiente	Identificación y Evaluación de Impactos
Claudio Seguel	Ingeniero Matemático	Aire, Ruido y Modelación de Calidad del Agua y de Aire
Herilaine Burchard	Oceanógrafa	Modelación Calidad del Agua
Jacobo Homsí	Ingeniero Civil	Calidad del Agua
Rodrigo Maray	Ingeniero Ambiental	Aire y Ruido
Roberto Gioria	Ingeniero Hidrólogo	Estudio Hidrodinámico del Río Uruguay
Juan Carlos Rudolf	Licenciado en Biología	Fauna
Carlos Brussa	Ingeniero Agrónomo	Flora
Walter Heinzen	Licenciado en Geología	Hidrogeología
Marcelo Pittamiglio	Ingeniero Hidráulico Ambiental	Hidrología superficial
Carlos Roda	Ingeniero Hidráulico Ambiental	Hidrología superficial
Jacqueline Geymonat	Licenciada en Arqueología	Arqueología
Héctor Rojas	Ecólogo paisajista	Paisaje y Estética

Pedro Rodríguez	Ing. (E) en Geomensura	Cartografía y Gráficas
-----------------	------------------------	------------------------

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.1 IDENTIFICACIÓN DEL TITULAR DEL PROYECTO

Titular:	Celulosas de M´Bopicuá
Razón Social de la Empresa	GABENIR, S.A.
Domicilio constituido	Paraguay 1470 piso 7
Teléfono	901 84 31
Fax	901 84 36
R.U.C.	214396240014
Dirección del establecimiento	Ruta 2 y Ruta 24 -Departamento de Río Negro

1.2 OBJETIVO Y ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO

1.2.1 Objetivo

El objetivo del presente documento es presentar el Informe Ambiental Resumen del Proyecto "Celulosas de M´Bopicuá", según lo establece el Decreto 435/994. Este Proyecto tiene como meta final la producción de pasta de celulosa de Eucalyptus blanqueada, obtenida a partir de la madera de Eucalyptus, para su posterior exportación.

La implantación del Proyecto se localizará en la Primera Sección Judicial del Departamento de Río Negro, a unos 12 kilómetros aguas arriba de la ciudad de Fray Bentos y a unos 6 kilómetros del Puente Fray Bentos – Puerto Unzué.

1.2.2 Metodología

Para el cumplimiento del objetivo establecido, la metodología aplicada fue la siguiente:

- Análisis del Proyecto
- Identificación del marco legal aplicable
- Caracterización del medio ambiente sobre el que se concretará el Proyecto
- Identificación de los impactos que generará el Proyecto
- Evaluación de los impactos ambientales anteriormente identificados
- Determinación de las medidas de mitigación
- Definición de un Plan de seguimiento

1.3 PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

1.3.1 Justificación

“Celulosas de M´Bopicuá” es una empresa uruguaya de reciente fundación, cuya finalidad es la producción de pasta de celulosa a partir de chips de Eucalyptus.

El sector forestal uruguayo, desarrollado al amparo de la Ley 15.939 (Ley Forestal, sancionada en 1987), ya se encuentra encarando la etapa de aprovechamiento del patrimonio forestal generado y requiere de una serie de emprendimientos que le permitan, a través de la transformación de la madera, acceder a un mayor número de mercados, más allá de los clásicos mercados compradores de madera en rollizo.

Por otro lado, de esta forma se continuaría la cadena integradora de valor, que está presente en el sector forestal hoy en día (aserraderos, fábricas de tableros, etc.), ya que “Celulosas de M´Bopicuá” implica un eslabón más allá de la elaboración de chips de madera.

En este contexto sectorial y aprovechando los beneficios que la cercanía con el emprendimiento de Terminal Logística M´Bopicuá le otorga, en cuanto a suministros (abastecimiento de chips y entrada de productos químicos), servicios de transporte, infraestructura, operativa portuaria, seguridad, entre otros, la empresa pretende promover la instalación de una fábrica que aplicará las más modernas técnicas existentes en el mundo para el sector, en una zona del interior del Uruguay donde el repetido cierre de industrias y la desocupación han golpeado fuertemente a la población.

Con la perspectiva de ocupar a 1.600 personas en los picos de la obra de construcción, y a 305 trabajadores en planta en forma permanente, más un número de empleos indirectos cercano a los 1.200 (incluyendo empresas y talleres de mantenimiento, suministros y transporte, pero sin tener en cuenta los aproximadamente 3.000 empleos que el aprovechamiento forestal para abastecer la Planta generará), “Celulosas de M´Bopicuá” se convertiría en un polo industrial modelo para el litoral oeste uruguayo.

Enfocando este emprendimiento desde el punto de vista nacional, “Celulosas de M´Bopicuá” implicará una inversión de más de 500 millones de dólares americanos, convirtiéndose sin dudas, en una de las más grandes inversiones productivas registradas en el Uruguay.

Asimismo el producto final del proceso, la pulpa de celulosa, se constituirá no tan solo en un nuevo rubro exportable, sino en uno de los que más divisas aportará en el futuro al país.

1.3.2 Producción de celulosa

1.3.2.1 Producción a nivel mundial

Los árboles proveen a la industria de celulosa la materia prima básica para la producción de papeles y cartones.

La madera de los árboles está compuesta por fibras de celulosa que están unidas entre sí por medio de un material llamado lignina. Las plantas de celulosa tienen por cometido separar la lignina y obtener una pasta o pulpa de celulosa limpia y blanca.

El proceso consiste en obtener fibras individuales de celulosa, que se lavan, blanquean y secan, formándose así la pasta que constituye la materia prima básica para la industria papelera.

La fabricación de celulosa constituye el 1% del total de Producto mundial (Johnson, et al, 1996) y en algunas regiones es un factor altamente significativo de la economía local. Anualmente, la producción mundial de celulosa, papeles y cartones implica un valor de U\$S 360 mil millones (información para el año 2000, PPI top150).

La capacidad global de producción de pulpa era de 211 millones de toneladas en el año 2000 (PPI, Annual Review) de las cuales solamente América del Norte representa un 43% de la capacidad global de producción y tiene por lejos la mayor capacidad promedio por planta de plantas industriales de cualquier región (324.000 t por planta).

En el siguiente cuadro, se muestra información para el año 2000, de la estructura de la producción de pasta de celulosa en el mundo.

Area geográfica	Nº. De fábricas	Pulpa química (en miles de toneladas)	Producción total (en miles de toneladas)
América del Norte	231	65.982	83.410
Unión Europea	186	22.736	35.270
Otros Europa W	18	864	2.699
Europa E	91	6.865	9.411
Total Europa	295	30.465	47.380
Asia	5.275	20.012	38.650
América Latina	119	10.320	12330
Oceanía	17	1.290	4.040
Africa	83	1.766	2.850
<i>Total del Mundo</i>	<i>6.020</i>	<i>129.835</i>	<i>188.660</i>

En el siguiente cuadro se muestran – expresados por país - los 30 mayores productores de pulpa, que unidos representan el 85% de la producción mundial

Posición	País	Pulpa (1000t)
1	USA	57.002
2	Canadá	26.411
3	China	17.150
4	Finlandia	11.910
5	Suecia	11.517
6	Japón	11.399
7	Brasil	7.463
8	Rusia	5.814
9	Indonesia	4.089
10	Chile	2.841
11	Francia	2.469

Posición	País	Pulpa (1000t)
12	Noruega	2.448
13	Australia	2.437
14	India	2.380
15	Alemania	2.317
16	Sudáfrica	2.261
17	Portugal	1.774
18	Austria	1.761
19	España	1.749
20	Polonia	1.620
21	Nueva Zelanda	1.606
22	Argentina	786
23	Tailandia	764
24	República Checa	641
25	Italia	600
26	Corea	595
27	México	582
28	Reino Unido	517
29	Bélgica	455
30	Eslovenia	426
	TOTAL	160.724

Fuente: PPI *Annual Review*, 1999-2000

De los cuadros anteriores se desprende la enorme concentración en producción de pastas de América del Norte, Europa y Asia.

Si bien la mayor parte de la madera industrial procede de bosques naturales, la participación de las plantaciones aumenta en forma muy rápida.

El Wood Resources International (1998) publicó que en el año 1997, un 18% de la “oferta global probable” provenía de plantaciones de rotación corta y mediana (excluyendo Escandinavia y la zona NW del Pacífico americano), previéndose que esta cifra aumentaría a un 27,2% en el año 2010 y a un 41% en el año 2030.

Brown (FAO, 2000) estima que un 22% del total de la madera industrial cosechada en el año 1999 provenía de plantaciones, planteando que esta cifra aumentaría a un 27% en el año 2000 y al 35-39% en el 2010.

Efectivamente, es madera procedente de plantaciones la que provee de materia prima a las industrias de celulosa de América Latina (Chile, Brasil) y de la Península Ibérica.

Es así que el mayor productor mundial de celulosa de mercado de Eucalyptus, la empresa Aracruz, está en Brasil, y tiene una capacidad de producción de 1,3 millones de toneladas anuales de pasta. El segundo lugar lo ocupa el Grupo Empresarial ENCE, de España, con una capacidad productiva de 1.050.000 t/año, que lo ubica como el primer productor de esta pasta en Europa.

1.3.2.2 Tipos de celulosa

Existen diferentes tipos de pulpa, en función de los procesos y las especies utilizadas para su fabricación, teniendo cada tipo propiedades diferenciales.

Los principales procesos para la fabricación de pulpa son:

- Mecánicos
- Semi-químicos
- Químicos

Los procesos químicos representan aproximadamente el 70% de la producción mundial total, ya que obtienen la pulpa de mayor calidad. En segundo lugar se sitúan las pulpas mecánicas con un 20% de la producción mundial.

En cuanto a las especies utilizadas se distinguen dos tipos de pulpa:

- Fibra larga, procedente de coníferas: pinos, abetos, etc.
- Fibra corta, procedente de latifoliadas: abedul, arce, eucalipto, acacia, etc.

Tradicionalmente se vincula el uso de celulosa de fibra larga con la fabricación de papeles de alta resistencia mecánica, mientras que la de fibra corta se asocia a la producción de papeles de alta calidad de impresión y escritura y papel tisú.

Hoy día, las especies de rápido crecimiento, como los eucaliptos y acacias de plantaciones, constituyen la materia prima que está ganando una más rápida participación en el mercado de la pulpa.

Se denomina producción Kraft o al sulfato, cuando la cocción de las astillas en recipientes presurizados, se da en presencia de un licor formado por hidróxido sódico y sulfuro de sodio.

De acuerdo al proceso de blanqueo, se han desarrollado diferentes tipos de pulpa, que responden a la necesidad creciente de mejorar aspectos medioambientales de la producción, tal es el caso de las pulpas ECF (Elemental Chlorine Free).

1.3.2.3 La producción de pulpa y el medio ambiente

La producción de pulpa y papel puede tener potencialmente un serio impacto medioambiental.

En un informe preparado por la ONG Greenpeace se señala que, en la última década (Eriksen, 2001) las industrias de pulpa y papel han reducido sustancialmente sus impactos, tras cambiar de agente blanqueador, pasando de cloro en forma de gas a dióxido de cloro.

En los últimos 15 años, se ha producido un rápido desarrollo tecnológico en la producción de pulpa Kraft blanqueada.

El principal objetivo de este desarrollo ha sido reducir la cantidad de lignina residual que entra en la planta de blanqueo, de modo que sea posible eliminar el uso de cloro en el proceso de blanqueo, minimizando la descarga de materia orgánica clorada.

La combinación de la mejora de la cocción, la deslignificación con Oxígeno y el blanqueo ECF, son capaces de reducir la descarga de AOX (halógenos orgánicos adsorbibles) de forma sustancial y a la vez disminuir los valores de otros parámetros, como la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO₅) en el efluente.

1.3.3 Disponibilidad de madera

Según la información suministrada por la División Forestal del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, la superficie forestada con Eucalyptus desde el año 1975 al 1998 es de 338.178 ha, de las cuales 131.493 son de E.grandis, 162.063 de E.globulus y 44.622 de otras especies de Eucalyptus.

Partiendo de información de Uruguay, se establecieron turnos y rendimiento para cada especie.

- Para el *Eucalyptus globulus ssp.globulus*, el turno se fija en 9 años, y el crecimiento en 15,4 m³/ha-año, para las zonas litoral y centro.
- Para el *Eucalyptus globulus ssp.maidenii*, un turno de 9 años y rendimientos de 15,6 m³/ha/año para la zona litoral y 19,25 m³/ha/año para la zona centro.
- Para el *E.grandis* de la zona litoral, se estima un crecimiento de 21 m³/ha-año para un turno de 8 años, mientras que para la Zona Centro, un crecimiento de 25 m³/ha-año y el mismo turno.
- Para el *E.glóbulus ssp.bicostata*, se consideraron los mismos rendimientos que para el *E.glóbulus ssp.maidenii*.

La disponibilidad total, por año y especie, expresada en m³ de madera y su equivalencia en pasta por año se presenta a continuación:

Especie	m ³ /año	T _{AD} /año de pasta
<i>E. globulus ssp.glóbulus</i>	382.397	124.559
<i>E. globulus ssp. maidenii</i>	637.613	188.643
<i>E.globulus ssp. bicostata</i>	66.410	19.706
<i>E. grandis</i>	1.255.903	310.099
Total	2.342.323	643.007

T_{AD} - Toneladas secas al aire

Si se considera que la superficie forestada entre los años 1998 y el presente incrementa fuertemente la oferta, con las cifras expuestas se asegura el abastecimiento de la fábrica proyectada.

1.3.4 Localización

La implantación del Proyecto está prevista a realizarse en el padrón N° 1576 1B del Paraje Cañitas; situado en la Primera Sección Judicial del Departamento de Río Negro (ver Figura N°1).

El lugar de emplazamiento de la Planta es lindero con el sector sur de la Terminal Logística de M´Bopicuá. El Proyecto se encuentra a unos 12 kilómetros aguas arriba de la ciudad de Fray Bentos y a unos 6 kilómetros del Puente Fray Bentos – Puerto Unzué.

El acceso al área del Proyecto es a través de la Ruta Nacional N° 2, estando la entrada a la altura del kilómetro 300 de la misma.

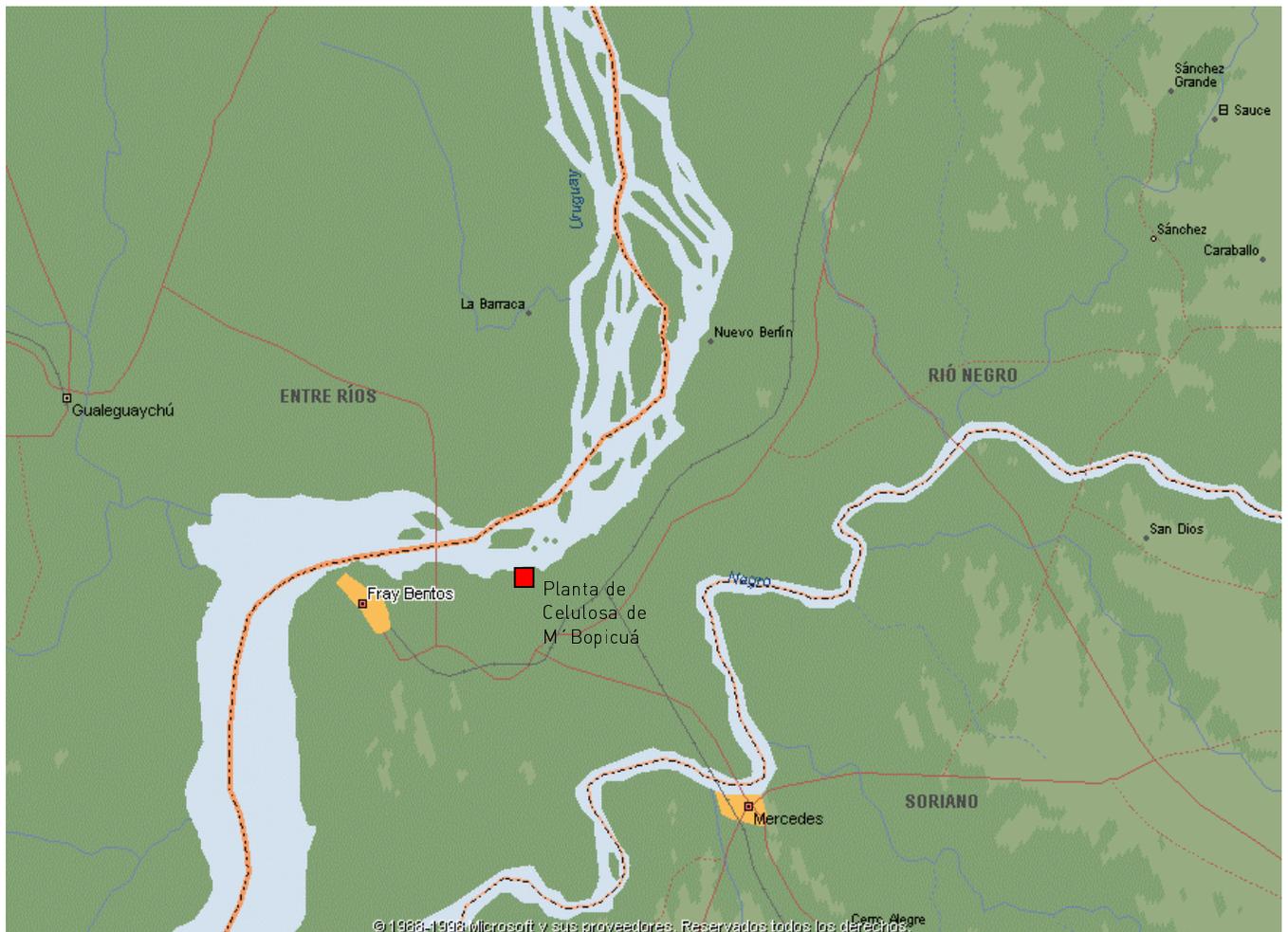


Figura N°1 Localización del Proyecto

1.3.5 Sistema de Análisis y Área de Influencia

A los efectos de definir el área de influencia, se hace necesario previamente definir el sistema, es decir, el conjunto de los elementos vinculados al Proyecto y sus interrelaciones.

El sistema de estudio está compuesto por:

- La industria productora de pasta de Eucalyptus blanqueada
- La materia prima empleada en el proceso productivo
- Los procesos auxiliares asociados al tratamiento de efluentes
- La infraestructura vial usada para el abastecimiento de materia prima, insumos y salida de producto terminado
- El producto terminado

En función de lo anterior, pueden definirse diferentes áreas de influencia según la relación dentro del sistema, las cuales son propias de cada componente:

Para el caso del componente de Aire, el área de influencia directa considerada para simular la dispersión de las emisiones de la Planta de Celulosa consiste en un rectángulo de 14 x 23 Km, representativo del entorno del Proyecto, en cuyo interior se ubica la localidad de Fray Bentos y el balneario Las Cañas.

Para el componente de Calidad del Agua, se define el área de influencia directa del Proyecto, al tramo comprendido entre la desembocadura del arroyo M´Bopicuá y 2 Km aguas abajo del Balneario Las Cañas.

El área de influencia directa (AID) del Proyecto respecto de la variable Ruido, debe definirse considerando la extensión de la zona en la cual se percibirán los niveles de presión sonora producto del Proyecto. Así, a partir de las visitas realizadas a la zona se determinó que el AID del Proyecto corresponde un radio de 1.500 metros, ya que es en ésta donde se percibirían directamente los ruidos provenientes de la construcción y la operación del Proyecto cuando corresponda.

La variable de flora y vegetación define su área de influencia directa del Proyecto como la zona de emplazamiento del mismo y sus alrededores.

En cuanto a la población, el área de influencia directa corresponde a las localidades más próximas a la zona del Proyecto, como Fray Bentos y Las Cañas.

1.3.6 Principios de Diseño de la Planta

La Planta de "Celulosas de M´Bopicuá" se ha diseñado de forma que se sitúe entre las fábricas punteras de su sector, desde el punto de vista de la eficiencia tecnológica y del respeto al medio ambiente. Así, se ha primado, en todo el diseño, la aplicación de tecnologías limpias antes que la aplicación de medidas correctoras al final de la línea.

De este modo, la fábrica de Celulosas de M´Bopicuá podrá cumplir las recomendaciones internacionales, la legislación nacional y demás exigencias administrativas, disponiendo de las Mejores Tecnologías Disponibles (Best Available Technologies, BAT) referenciadas para el sector y aplicando las Mejores Prácticas Ambientales (Best Environmental Practices, BEP).

Estas BAT y BEP se basan en documentos (BREFs), desarrollados por la INTEGRATED POLLUTION PREVENTION AND CONTROL (IPPC), Directiva 96/61 de la Unión Europea.

Dentro de las BAT adoptadas en el diseño, y distinguiendo entre las que inciden en los efluentes líquidos y las que lo hacen en las emisiones atmosféricas pueden citarse:

1.3.6.1 Mejores tecnologías instaladas para efluentes líquidos.

- Depuración de pasta cruda de alta eficacia y circuito cerrado.

Las aguas y fluidos en la depuración de pasta cruda se disponen en un circuito cerrado, contribuyendo a la reducción de compuestos orgánicos en los efluentes al incrementarse su recuperación y quema en la caldera de recuperación.

- Deslignificación extendida previa a la entrada de la pasta a Blanqueo, mediante una etapa de Oxígeno.

La continuación de la deslignificación con oxígeno después de la cocción conlleva un claro beneficio en la conservación de la resistencia de la parte celulósica de las fibras con la mínima pérdida de rendimiento.

Los beneficios medioambientales de la deslignificación con oxígeno: el aumento de la cantidad de sustancias disueltas que van al sistema de recuperación, la generación de energía en la caldera de recuperación aumenta, la demanda de químicos en blanqueo disminuye, lo que conlleva una importante disminución de la carga contaminante generada en la planta de blanqueo (expresada como DQO y compuestos organoclorados).

➤ Blanqueo ECF (Elemental Chlorine Free).

El Blanqueo ECF (Libre de Cloro Elemental), es una secuencia de blanqueo sin el uso del cloro elemental (cloro gas Cl_2).

En este blanqueo ECF, el cloro elemental es sustituido por el dióxido de cloro, disminuyendo al mínimo la posibilidad de generar sustancias organocloradas y eliminando la formación de dioxinas.

Esta BAT tiene como principal beneficio medioambiental la drástica minimización de la generación de las 2,3,7,8, dibenzoparadioxinas y los 2,3,7,8, dibenzofuranos, quedando reducida a niveles no detectables.

La reducción de emisión de AOX al efluente es la razón principal para la implantación de este Blanqueo.

➤ Elevado porcentaje de recirculación de aguas del proceso de Blanqueo.

➤ Aprovechamiento del condensado limpio de evaporadores, disminuyendo de este modo el consumo de agua.

➤ Sistema de recogida de derrames (en todas las plantas) para su tratamiento y reutilización.

Las fábricas de pasta Kraft, necesitan tomar una serie de precauciones en planta para evitar las descargas de efluentes del proceso al tratamiento final de efluentes, sobre todo cuando este incluye un tratamiento biológico, como es el caso de la fábrica de M´Bopicua.

Cualquier vertido de licor negro débil o concentrado genera una carga innecesaria en el efluente final además del riesgo de poder dañar por un largo periodo el cultivo biológico. Las pérdidas de licor negro pueden ocurrir, principalmente, en las etapas de lavado y evaporadores, bien por derrames incidentales, o por otras causas como fallos mecánicos, labores de mantenimiento, desbordamiento de tanques, etc.

➤ Stripping para limpieza de condensado contaminado y disminución de la DQO a planta de tratamiento de efluente.

La depuración y reutilización de los condensados contaminados es una de las actuaciones importantes encaminadas a la reducción del consumo de agua en las plantas.

Una gran cantidad de estos condensados se generan en la planta de evaporadores, circunstancia por la cual se aconsejaba la aplicación de una BAT encaminada a la depuración de estos, que es el Stripping de condensados.

El Stripping de condensados contaminados tiene como fin la reducción del consumo de agua fresca de la fábrica, además de la consiguiente reducción de la carga orgánica de contaminación a la planta de tratamiento de efluentes. Es pues un

sistema de gran transcendencia en la reducción de la DQO del efluente y en la reducción de la emisión de TRS.

Los condensados limpios están libres de metales y son por lo tanto utilizables en las fases de lavado y/o en la planta de blanqueo. La demanda habitual de agua en la planta de lavado es del orden de los 10-13 m³ por tonelada de pasta y la cantidad de condensados utilizables del área de evaporadores y digestores es del orden de los 6-9 m³ por tonelada de pasta, lo que equivale a este ahorro en cantidad de agua limpia consumida por la Fábrica.

A modo de resumen puede decirse que el Stripping de condensados es un método viable de tratamiento en planta de la DQO el y olor de los condensados impuros.

- Capacidad suficiente en los tanques de proceso para absorber fluctuaciones del proceso, paradas de plantas, etc., sin que se produzcan vertidos al exterior de la fábrica, ni alteraciones en la planta de tratamiento de efluentes.

Para la prevención de esta carga innecesaria y los trastornos posibles en el tratamiento biológico, la planta debería contar con capacidad de almacenaje que exceda en volumen a la de los procesos normales en por lo menos un 30 %.

La capacidad de almacenamiento accidental de licor débil o concentrado en las distintas áreas de la Planta, especialmente cara a situaciones de arranque, parada o demás condiciones anómalas, además de suponer una ventaja económica, supondrán una drástica reducción en el vertido de DQO y DBO, además de evitar problemas en el control del pH en el efluente.

- Planta de tratamiento de efluentes con tratamiento primario y tratamiento biológico.

Estos tratamientos tienen por objetivo principal la disminución de la concentración de sólidos suspendidos en el efluente (tratamiento primario), así como de la carga orgánica del mismo (tratamiento secundario).

1.3.6.2 Mejores tecnologías instaladas para emisiones atmosféricas .

- Recogida e incineración de gases concentrados (generados en Evaporadores y Digestores).

La incineración de estos gases se realiza en el Horno de Cal, siendo previamente lavados en un Scrubber lavador de H₂S.

Estos gases no condensados contienen alrededor de 4 Kg TRS/t, medidos como azufre.

Simplemente con la recolección y quema de gases no condensados concentrados puede reducirse en un 90 % la emisión de TRS.

- Recogida e incineración de gases diluidos.

Estos gases se originan en diferentes puntos del proceso: primeras etapas de Lavado, tanques de almacenamiento de licor negro (tanto diluido como concentrado) de la planta de Lavado y de la planta de Evaporadores, clarificadores de licor verde, etc.

Los gases débiles son incinerados en la Caldera de Recuperación y presentan una concentración de 0,5 kg de TRS por tonelada medido como azufre.

Puede estimarse un caudal de estos gases en torno a los 25.000 Nm³/h en origen (previo a Scrubber y a condensación de vapor). Con una buena implantación de esta BAT, una gran cantidad de los gases diluidos puede ser recolectada e incinerada.

- Control de combustión (control de aporte de aire terciario, seguimiento y control O₂ y CO en gases de combustión) en Caldera de Recuperación para disminuir emisiones de TRS (total reduced sulphur) a la atmósfera.

Las emisiones principales de una caldera de recuperación son el dióxido de azufre (SO₂), las partículas en suspensión (fundamentalmente sulfato sódico), óxidos de nitrógeno (NO_x) y compuestos olorosos (Sulfuro de hidrógeno).

En general las emisiones de compuestos reducidos de azufre desde la caldera de recuperación serán función de los siguientes condicionantes:

- La temperatura en las diferentes zonas de la caldera, las cuales están condicionadas a su vez por la concentración de sólidos del licor negro y la cantidad de aire de combustión
- La cantidad de aporte (aire excesivo y temperatura primaria de este) y distribución del aire de combustión
- Distribución del licor negro a través del área de la caldera
- Estado de carga correcta y no de sobrecarga, pues esta tiene unos efectos muy adversos sobre las características de las emisiones, especialmente sobre las de SH₂

- Seguimiento y control de combustión en Horno de Cal para disminuir emisiones de TRS en gases salida horno.

Las emisiones atmosféricas más significativas desde los hornos de cal son, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, compuestos reducidos de azufre (TRS) y partículas en suspensión. Estas están afectadas principalmente por el tiempo de retención de sólidos, área de contacto de gases, tipo de combustible y temperatura.

La emisión de TRS de un horno de cal corresponde fundamentalmente a sulfuro de hidrógeno (SH₂), y las concentraciones de emisión de este compuesto suelen estar muy por debajo de los 50 mg/Nm³.

La formación de SH₂ en estas instalaciones depende de los niveles de oxígeno y la cantidad de sulfuro de sodio quemado en el horno. La presencia de suficiente exceso de aire puede asegurarse mediante sistemas de control de oxígeno residual.

El contenido de sulfuro de sodio puede ser controlado por una operación adecuada de lavado y filtración de lodos de cal.

- Minimización de emisiones de SO₂ en Caldera de Recuperación mediante la quema de licor negro a concentración elevada (≥ 72%).

Las emisiones de dióxido de azufre desde la caldera se reducirán con el incremento de la concentración de sólidos del licor negro, debido a la temperatura más alta en la caldera de recuperación y a las condiciones más favorables para la formación de sulfuros y sulfatos.

Igualmente, una elevada concentración del licor negro a quema, minimiza las emisiones de TRS de la Caldera de Recuperación.

- Seguimiento y control de las emisiones de NO_x de la Caldera de Recuperación, mediante control de la combustión y del aporte de aire terciario.

La generación de NO_x en las calderas de recuperación esta influenciado por el contenido de Nitrógeno en el licor negro y el exceso de oxígeno durante la combustión, de tal manera que un incremento en el nivel de oxígeno de un 1,5 a 2,5 % puede aumentar el NO_x en un 20 %.

La reducción de emisiones de NO_x puede lograrse a través de modificaciones en el sistema de alimentación de aire y perfeccionando las condiciones de combustión, así como con modificaciones adecuadas del diseño de los quemadores, del contenido en nitrógeno del combustibles y la temperatura de combustión.

- Se dispone de precipitadores electrostáticos para la depuración (captación de partículas) de los gases de combustión generados en los tres procesos de combustión de que dispone la fábrica (Horno de Cal, Caldera de Recuperación y Caldera de Biomasa).

En un principio las calderas utilizaron como medios de protección medioambiental los ciclones para recogida de polvo llegando a obtener en algunos caso una eficiencia de hasta el 85 %, pero lo que se recomienda actualmente como BAT es la instalación de los precipitadores electrostáticos con los que se alcanzan efectividades del 95 % y superiores.

- Se dispone de scrubber(s) para el Lavado y la absorción de los gases y vapores generados en las etapas ácidas de Blanqueo, minimizando las emisiones de ClO₂ a la atmósfera.

Además de todo esto, se implantará en la fábrica un Sistema de Gestión Ambiental, integrado en la gestión global de la empresa, que será el instrumento capaz de asegurar que el efecto de las actividades fabriles sea acorde con la política de respeto al medio ambiente y con los objetivos de cumplimiento que para ello se fijen.

1.3.6.3 Los Principios de Política Ambiental de “Celulosas de M´Bopicuá”

“Celulosas de M´Bopicuá” asume los principios de Política Ambiental de su promotor, el grupo ENCE, los cuales se relacionan a continuación:

- Protección del Medio Ambiente. La protección del Medio Ambiente es parte integral de los objetivos y estrategias corporativas, y está entre las prioridades de ENCE.
- Compromiso con la Normativa Medioambiental. Se mantendrá una política de respeto y de compromiso con la normativa ambiental, y se participará en el desarrollo de normas ambientales razonables y eficaces para la continua mejora del Medio Ambiente.
- Formación y Sensibilidad. La puesta en práctica de la política ambiental depende de manera fundamental de la conciencia ambiental de la organización. La conciencia ambiental de todos los empleados se fomentará con los adecuados programas de educación, formación y motivación.
- Empleo de Recursos. Se fomentará el mejor uso de materias primas y recursos naturales, mediante el empleo de tecnologías limpias, la minimización de residuos y su reciclado, recuperación y reutilización, así como la opción por procesos con el menor impacto ambiental posible.

- Inversiones. Los criterios ambientales serán prioritarios en la toma de decisiones, empleando técnicas adecuadas para la evaluación ambiental de inversiones, productos y procesos, incorporando estudios de impacto ambiental.
- Tecnología. Se aplicarán los conocimientos técnicos y científicos más avanzados para la protección del Medio Ambiente en el diseño de procesos, productos y servicios, y se fomentarán la investigación, la innovación y la cooperación técnica dirigida a la mejora continua de la calidad ambiental y al desarrollo de tecnologías limpias.
- Gestión. El sistema de gestión ambiental se integrará en la gestión global de ENCE. Dicho sistema contendrá normas, manuales y guías, así como procedimientos de evaluación y auditoría comparables con los mejores en uso.
- Comunicación. La comunicación con las autoridades, las comunidades locales y el público en general será fluida, permitiendo el conocimiento de los efectos reales de las operaciones y de las políticas ambientales, y respondiendo positivamente a las legítimas demandas de información.

1.4 ETAPA DE OPERACIÓN

1.4.1 Materia Prima y Producto Final

La Planta proyectada tiene como finalidad el aprovechamiento integral de los recursos forestales de Eucalyptus para producir pasta de celulosa.

La madera utilizada para la fabricación de pasta de celulosa procede exclusivamente de montes artificiales implantados para este fin, con las especies Eucalyptus grandis, globulus, maidenii y bicostata.

El astillado de los troncos de madera se realizará fuera de las instalaciones de la Planta de "Celulosas de M´Bopicuá", en concreto el astillado y almacenaje de astillas se llevará a cabo en las instalaciones de la "Terminal Logística M´Bopicuá", siendo ésta la que recibe los troncos, procede a la producción de chips (astillas), así como a su almacenamiento a la intemperie. Desde allí se alimenta a la Planta (Fábrica de celulosa) por medio de cintas transportadoras.

El producto final del Proyecto es la pasta de Eucalyptus blanqueada, que es la materia prima para la fabricación de papel y los productos relacionados con él.

Esta pasta se produce en láminas de dimensiones aproximadas (750 × 800 mm) con un gramaje de en torno a 900 g/m². Las láminas se apilan unas sobre otras constituyendo las balas de pasta, cada una de las cuales tiene un peso de 250 kg. Cada bala es cubierta con papel, cerrada con tres atados, uno transversal y dos longitudinales, e identificada mediante un código impreso (número de lote, fábrica de origen, tipo de pasta y fecha de fabricación).

Las balas se apilan en columnas de a cuatro y se agrupan en paquetes, siendo el producto final un paquete de 8 balas en 2 columnas (con un peso de 2.000 kg por paquete). Para formar estos paquetes se procede al atado de las balas por medio de varios alambres gruesos, proceso que se lleva a cabo en la Unitizadora. Estos paquetes de 8 balas constituyen el producto final que se carga en los camiones (traslado dentro de la Terminal Logística) para luego ser transportados en barco a su destino final.

1.4.2 Proceso Productivo

En todas las fábricas de pasta de celulosa, en paralelo a la Línea de producción de pasta y constituyendo un bucle cerrado, se disponen los procesos de Recuperación, cuya función principal es la recuperación de los componentes químicos empleados en el proceso principal.

La secuencia de actividades que conforman el proceso productivo de la fábrica de celulosas puede ser dividida en las siguientes secciones:

- Recepción de la madera
- Digestión (cocción)
- Depuración
- Lavado
- Blanqueo
- Secapastas
- Recuperación de componentes químicos de digestión: licor negro en licor blanco (evaporación, combustión, caustificación)

A continuación se definirán cada una de las etapas del proceso principal y el de recuperación. Ver diagrama de flujo en el ANEXO.

1.4.2.1 Descripción del proceso principal

La madera se compone fundamentalmente de lignina, celulosas y hemicelulosas. La celulosa y las hemicelulosas son el producto final a obtener por el Proyecto. La lignina es un componente de color oscuro, que aporta la rigidez al tronco de los árboles y que es preciso eliminar a lo largo del proceso de producción de pasta de celulosa.

De acuerdo a la secuencia del proceso productivo se tiene:

Recepción de la madera

La materia prima, tal como se detalló anteriormente, proviene del Parque de madera y astillado dentro de las instalaciones de la "Terminal Logística M´Bopicuá". Una cinta procedente del parque de almacenamiento llega hasta una torre de transferencia, donde las astillas se vuelcan sobre la cinta de subida a digestores, cuya función es elevarlas hasta la tolva que alimenta el carro móvil de carga de digestores. El sistema cuenta con detector y separador de metales, báscula de pesaje y un sistema de control equipado con cámaras de televisión para el seguimiento remoto de los puntos críticos.

Capacidad de las cintas: El conjunto del sistema de extracción y carga de astillas está dimensionado para un caudal de 360 t/h (900 m³/h aparentes), permitiendo completar la carga de un digestor en aproximadamente 20 minutos.

Digestión (Cocción)

El proceso de cocción (digestión) tiene como objetivo separar la lignina de la celulosa, y se lleva a cabo en los Digestores. En este proceso, y como consecuencia de las disponibilidades de madera para el abastecimiento de la fábrica, se consumirá madera de diferentes especies de Eucalyptus. Cada una de estas maderas requiere de unas condiciones de cocción (factor H, temperatura y carga de álcali) particulares. Por tal motivo, en un digestor no se pueden mezclar especies diferentes en una misma cocción. Se dispondrán 6 digestores en paralelo, lo cual

supone el mejor compromiso de flexibilidad, sencillez de operación y mínima inversión. Para simplificar los procesos de descarga de cocciones, cada digestor se destina exclusivamente a la cocción de uno o dos tipos de madera.

En los Digestores, durante el proceso de cocción de las astillas, se producen una serie de reacciones químicas entre las astillas el licor blanco y licor negro¹, que son calentados en un intercambiador de calor del que dispone cada digestor y antraquinona (aditivo que mejora el rendimiento de la reacción). A consecuencia de estas reacciones se generan gran cantidad de gases que, debido a la presión, se mantienen disueltos entre la pasta y el licor.

La composición de esta fase gaseosa es muy variada, conteniendo gran cantidad de vapor de agua, así como metanol, sulfhídrico y mercaptanos.

Finalizada la digestión, el contenido de los Digestores (la madera original se ha transformado en pasta cruda y el licor (lejía) blanco en licor negro – como se aprecia en el diagrama de flujo del anexo) es conducido hasta el correspondiente tanque de descarga y, al llegar a este, deja de estar sometido a presión, liberándose en ese momento gran cantidad de gases y vapores a elevada temperatura, al tiempo que las astillas ya cocidas se desintegran en fibras.

El vapor y los gases son enviados a una serie de condensadores. El objetivo del sistema de Condensación de descargas y quema de gases será por lo tanto recuperar la energía que hay en esta fase gaseosa (condensando todos los compuestos susceptibles de ser condensados), y recoger y enviar a quemar los gases concentrados incondensables, evitando que estos puedan llegar a la atmósfera.

Depuración

Tras salir de los tanques de descarga, y previamente a entrar en Lavado, la pasta pasa por un proceso de Depuración. Este proceso tiene como objetivo eliminar todas las impurezas (nudos, arena, piedras, partículas metálicas, etc.) que acompañan a la pasta, dejando pasar a Lavado sólo la pasta que es aceptada, y separando y clasificando los rechazos para permitir su eliminación (arena y piedras) o retorno a Digestores (nudos).

El proceso de Depuración consta de un sistema de separación y lavado de nudos, un conjunto de depuradores centrífugos (primarios y secundarios), un ciclón para separación de arenas y unos depuradores terciarios para recuperación de fibra en los rechazos.

Lavado

La pasta cruda, proveniente de Digestores y ya depurada, entra a continuación al proceso de Lavado, que tiene dos objetivos:

- Eliminar de la pasta el licor residual (licor negro), que impediría la correcta consecución de los objetivos de blancura y calidad en las etapas subsiguientes del proceso
- Recuperar la máxima cantidad de productos químicos gastados en cocción y la materia orgánica separada de la celulosa con la mínima dilución, enviándolos a Evaporadores y finalmente a la Caldera de Recuperación, donde se quemará la materia orgánica

¹ El licor blanco aporta NaOH (hidróxido de sodio) y Na₂S (sulfuro de sodio), reactivos fundamentales para el proceso de digestión). El licor negro contiene el remanente de reactivos aportados por el licor blanco, los productos químicos formados a consecuencia de las reacciones de cocción (principalmente carbonato de sodio) y lignina disuelta.

(generando energía y vapor) y se regenerarán los reactivos químicos (ver apartado 1.4.2.2.).

El Lavado se realiza en contracorriente, de modo que la última etapa de Lavado se lava la pasta con agua limpia, el filtrado de esta etapa se emplea como fluido lavador en la penúltima etapa, el filtrado de esta se emplea para lavar en la etapa anterior, y así sucesivamente, de modo que el filtrado de la primera etapa de Lavado constituye el licor negro débil (que se enviará a Evaporadores para su concentración) cuyo contenido en sólidos disueltos es de aproximadamente un 16%.

A tal fin, el proceso de Lavado consta de varias etapas (filtros de vacío y prensas) en serie.

Se dispondrán tres etapas de Lavado, a continuación un Reactor de Oxígeno (cuya misión es atacar la lignina que aún acompaña a la celulosa, eliminando en torno al 45% de ésta), y finalmente otras dos etapas de Lavado.

- Etapa 1 de lavado. Se realiza mediante un filtro de vacío. La pasta diluida alimenta una cuba que contiene un tambor giratorio hueco recubierto de malla filtrante a través de la cual pasa el filtrado, quedando la pasta sobre la superficie de la malla, de donde es separada por una cuchilla que la vierte sobre un tornillo extractor. Como fluido lavador se emplea filtrado de la segunda etapa de lavado. El filtrado de esta etapa (licor negro débil) tiene un contenido en sólidos disueltos de aproximadamente un 16% y es recogido en un tanque de filtrado. De éste saldrá para: ajuste carga en digestores (relación materia líquida / materia sólida), ajuste de consistencia en salida de tanques de descarga, diluciones de depuración y envío a Evaporadores para su concentración.
- Etapas 2 y 3 de lavado. Se realizan mediante prensas de rodillos. En el tornillo de lavado de la tercera etapa se añade licor blanco oxidado para favorecer las reacciones de deslignificación en la siguiente etapa (Oxígeno). El licor utilizado proviene de un tanque oxidador de licor blanco, en el cual el sulfuro de sodio pasa a tiosulfato, con el fin de favorecer la selectividad de la reacción con Oxígeno.
- Reactor de Oxígeno. La pasta proveniente del tornillo de la prensa de la tercer etapa de lavado recibe un aporte $MgSO_4$ para evitar la degradación de la celulosa. Luego es bombeada al Reactor pasando previamente por un mezclador de Oxígeno y vapor.

La incorporación de una etapa de Oxígeno previa a Blanqueo implica la reducción en gran medida de la DQO y DBO_5 del efluente de Blanqueo, puesto que la materia orgánica fruto de la degradación de la lignina en el reactor de oxígeno se incorpora al circuito de recuperación, permitiendo su valorización (por quema) en la Caldera de Recuperación.

- Etapas 4 y 5 de lavado. Se utilizan prensas de rodillos. El fluido lavador de la quinta etapa puede ser agua caliente o condensado limpio procedente de evaporadores. Para la dilución de la pasta puede emplearse agua caliente o filtrado ácido procedente de la prensa del D0 (Blanqueo), con lo que se aprovecha el posible residual de dióxido y se favorece la acidulación de la pasta previa a su almacenamiento en una torre.

La zona de Lavado dispone de un colector para la recogida de gases diluidos y su envío a quema. De este modo se evita la descarga a la atmósfera de vahos y gases, a pesar de que las concentraciones de contaminantes en estos vahos son muy bajas.

Blanqueo

Para conseguir una pasta de celulosa limpia y blanca se ha de continuar con la eliminación de la lignina (responsable del color marrón de la pasta), tarea que comenzó en el proceso de digestión, se continuó en el reactor de oxígeno, y que se da por finalizada en Blanqueo (cuando la pasta alcanza la blancura objetivo).

En las sucesivas etapas de que consta el proceso de Blanqueo, la pasta se pondrá en contacto con diversos productos químicos (dióxido de cloro, peróxido de hidrógeno, soda, oxígeno) en las condiciones más adecuadas (dilución, pH, temperatura y presión) para favorecer una eliminación cada vez más selectiva de la lignina residual (que disminuye a lo largo del Blanqueo).

Cada etapa de Blanqueo consta de:

- *Fase de mezcla y preparación.* En la que se aporta el reactivo o agente blanqueante y se ajustan las condiciones adecuadas para que se lleve a cabo la reacción.
- *Reactor.* Recipiente a través del cual fluye la pasta (acondicionada y con los reactivos) en continuo, produciéndose las reacciones de eliminación selectiva de lignina. El reactor (puede ser de flujo ascendente o descendente) garantiza el tiempo de residencia adecuado para que se completen dichas reacciones.
- *Fase de Lavado.* Consta de una prensa en la que la pasta se lava (bien con aporte de agua limpia, o bien con filtrado proveniente de etapas posteriores) liberándola de la lignina degradada y de posibles residuales del reactivo empleado, quedando lista para una nueva etapa de Blanqueo.

Dado que se trata de un Blanqueo ECF (Elemental Chlorine Free), no se empleará cloro gas como agente blanqueante, sino que el principal reactivo empleado será dióxido de cloro (ClO_2).

La secuencia empleada en el proceso de Blanqueo será D0-EoP-D1:

- Etapa (D0) de dióxido de cloro (ClO_2)
- Etapa (EoP) de extracción alcalina (NaOH), con adición de Oxígeno y peróxido de hidrógeno (H_2O_2)
- Etapa (D1) final de dióxido de cloro

El dióxido de cloro es un muy buen agente blanqueante, puesto que realiza un ataque muy selectivo a la lignina sin degradar apenas la celulosa. La lignina que ha sido degradada por el dióxido es solubilizada y retirada durante la etapa de Extracción alcalina, al tiempo que se reactiva la pasta para reaccionar ante un nuevo ataque de dióxido. Se aprovecha que las condiciones de la extracción alcalina son las adecuadas (pH, T y P) para el ataque con oxígeno y con peróxido, por lo que se dosifican pequeñas cantidades de estos agentes en esta etapa.

Esta secuencia de Blanqueo es considerada como “ecológica”, por no utilizar cloro puro en ninguna de sus etapas, siendo; además, adecuada para el Blanqueo de la pasta procedente de las especies de Eucalyptus disponibles en la zona. Aporta tres ventajas muy significativas con respecto del empleo de Cl_2 , que son:

- disminuye en gran medida el color del efluente
- una gran reducción de AOX (Adsorbable Organic Halogen)
- eliminación (total) de la producción de dioxinas (2, 3, 7, 8 tetraclorodibenzo-p-dioxina y 2, 3, 7, 8 tetraclorodibenzo furano). Compuestos que se detectaban en los ríos

receptores de vertidos de efluentes de fábricas con cloro gas en su secuencia de Blanqueo.

Etapa de Dióxido D0

La pasta bombeada desde la torre de pasta lavada es acondicionada en pH (con ácido sulfúrico) previamente a su envío al mezclador de dióxido. Luego, en éste, se añade dióxido de cloro, cuyo caudal se controla en función de la pasta (blancura y caudal) y de la concentración de dióxido en solución. A la salida del mezclador la pasta entra a la pretorre de D0 (flujo ascendente), que suministra la presión hidrostática requerida para evitar la formación de burbujas de dióxido en la pasta. La pretorre descarga sobre la torre D0 (de flujo descendente). En la zona inferior de la torre la pasta es diluida y enviada a lavar en una prensa de rodillos, donde se lava con filtrado proveniente de la prensa del D1 o aguas blancas de Secapastas. Posteriormente pasa por un tornillo de dilución, en el que se aporta filtrado proveniente de la prensa de EoP y se dosifican sosa y peróxido.

Los gases y vapores que se liberan en las etapas ácidas de Blanqueo (D0 y D1) pasan a través de un scrubber lavador de gases, donde son lavados con agua para así recuperar el dióxido que puedan contener, y son recogidos en un colector común de gases de Blanqueo previamente a su envío a la atmósfera.

Etapa de Extracción alcalina EoP

La pasta se calienta con vapor y se bombea a pH controlado a través de un mezclador de vapor y oxígeno. Posteriormente entra en la torre EoP, que es un reactor vertical presurizado de flujo ascendente. Un descargador superior recoge la pasta y la vierte sobre el tanque de descarga. En la zona inferior de éste, la pasta es diluida y enviada a lavar en una prensa de rodillos con agua caliente. Posteriormente pasa por un tornillo de dilución, en el que se aporta filtrado proveniente de la prensa de D1 o aguas blancas de Secapastas, ajustando el pH con sosa.

Los gases y vapores que se liberan en el tanque de descarga son enviados directamente al colector de desgaseos alcalinos de Blanqueo.

Etapa de Dióxido D1

La pasta puede calentarse (caso de ser necesario) con vapor hasta alcanzar la temperatura deseada y se bombea a un mezclador donde se añade dióxido de cloro en forma controlada. Luego, la pasta sube por la pretorre de D1, para descargar a continuación sobre la torre de D1, en cuya zona inferior es diluida y se neutraliza el dióxido residual con solución acuosa de SO_2 , se lava en una prensa de rodillos con agua caliente o aguas blancas de Secapastas y se diluye en tornillo de dilución.

Efluentes de Blanqueo

Los posibles reboses de los tanques de filtrado de la prensa D0 (ácido) y de la prensa de la etapa EoP (básico) son enviados al tanque de recogida de efluentes de Blanqueo, que recibirá también el efluente recogido en la arqueta de derrames de Blanqueo. Desde este tanque, el efluente mezclado será bombeado al filtro recuperador de fibras.

La fibra recuperada en este filtro es bombeada a la torre de pasta lavada, para lo que se incorpora a la línea de filtrado del D0, siendo conducida con este hasta el tornillo de dilución de la prensa de quinta etapa de Lavado.

Dados el caudal y la elevada temperatura (del orden de 80 ó 90 °C) de este efluente, no es posible incorporarlo directamente al tratamiento de efluentes. Es por ello que será sometido previamente a un proceso de enfriamiento. Este enfriamiento se llevará a cabo en dos etapas,

en una primera se recurrirá a intercambiadores indirectos, empleando el calor retirado en el calentamiento de agua desmineralizada (previamente a enviar esta a calderas para su consumo), en una segunda etapa se recurrirá a una torre de refrigeración en ciclo abierto, con el objetivo final de que el efluente de Blanqueo llegue a la planta de tratamiento con una temperatura no superior a los 35°C.

Secapastas

La pasta, que en la Fábrica se manipula siempre en disolución para permitir su bombeo, no puede ser comercializada en esas condiciones (12% de consistencia o sequedad), puesto que el transporte se encarecería enormemente y la pasta se degradaría con rapidez, perdiendo su blancura y características físicas.

Es por ello, y pese a que el papelero que recibe la pasta de celulosa tendrá que humectarla y diluirla de nuevo en sus instalaciones, que el proceso de producción de la pasta de celulosa concluye en una planta de secado (Secapastas) cuyo objetivo es eliminar el agua hasta alcanzar una sequedad del 90%, en la que la pasta está en equilibrio con la humedad ambiente.

Depuración de pasta

El proceso de Secapastas comienza con una nueva Depuración, cuyo objetivo es eliminar las impurezas (plásticos, arenas, partículas, fragmentos de juntas, etc.) que hayan podido incorporarse a la pasta (o generarse) a lo largo de los procesos de Lavado y Blanqueo. A diferencia de la Depuración previa a Lavado, basada principalmente en la separación por sobretamaño, en éste proceso se persigue además la eliminación de partículas de menor tamaño y mayor densidad que la fibra, las cuales inciden de forma muy perjudicial en la calidad final de la pasta.

En respuesta a esta necesidad, la Depuración de Secapastas se compone de:

- Sistema de depuración ciclónica
- Espesado de la pasta
- Depuradores de ranura
- Sistema de separación de plásticos

La pasta bombeada desde la tina de mezcla, que recoge la pasta procedente de las torres de pasta blanqueada y de la torre de rotos, se diluye con aguas blancas (obtenidas en fases posteriores de Secapastas por el desgote de la fibra), pasa a través de un separador de gruesos y luego por varias etapas sucesivas de equipos multiciclónicos. Finalizado el proceso de depuración, la pasta pasa por un filtro espesador de discos para elevar la consistencia de la solución de la pasta.

La pasta espesada es conducida a la tina de máquina, la cual alimenta la bomba de envío a depuración de ranuras. Dos depuradores centrífugos de ranuras en paralelo separan plásticos, partículas y fibras de mayor tamaño, que quedan como rechazos en un colector. Un tercer equipo centrífugo separa plásticos, que serán enviados al efluente (y dirigidos a tratamiento), de la pasta rechazada en los depuradores principales, con el objeto de minimizar las pérdidas de pasta, la pasta así recuperada retorna a la tina previa a la depuración de ranuras.

Formación de hojas y prensas

Una vez depurada la pasta, da comienzo el proceso de secado, que constará de tres fases, dispuestas una a continuación de la otra:

- *Formación de hoja*
- *Prensado* (hasta sequedad de 50 – 55%)
- *Secadero* (la pasta abandona esta etapa con la sequedad final, de un 90%)

La máquina formadora de hoja tiene como función formar una hoja uniforme y continua de pasta con el ancho y densidad deseados. La pasta es distribuida por la caja formadora sobre la malla de máquina (malla cuyas finas aperturas permiten el paso del agua pero retienen la fibra), avanzando con la malla al tiempo que irá perdiendo por gravedad gran parte del agua que contiene, hasta abandonar la máquina a sequedad del 30-35%. El agua liberada es conducida a la tina de aguas blancas bajo la máquina.

Situada a continuación de la máquina formadora, una prensa recibe la hoja que sale de la máquina y le aplica dos prensados por oposición entre rodillos con fieltros y aplicación de vacío. El agua recuperada es conducida al tanque de aguas blancas. Una prensa posterior, de características similares, ejerce presión de forma más prolongada, por tener un rodillo inferior deformable, lo cual permite aplicar elevados esfuerzos de presión con menor perjuicio para la pasta, consiguiendo sequedades más elevadas. Una tina situada debajo de la máquina formadora (pulper de zona húmeda), recoge pasta durante las paradas y los arranques, así como los recortes que se producen en esta etapa del proceso (rebabas que se recortan, en continuo, de los laterales de la hoja para ajustar el ancho deseado), y la bombea hasta la torre de rotos. Posteriormente se vuelve a incorporar al proceso.

La hoja de pasta procedente de la segunda prensa, llega a la entrada del secadero completamente formada y con una sequedad aproximada del 54%. En el secadero, la hoja se desplaza sobre un colchón de aire caliente, completando varios recorridos de avance y retroceso hasta finalizar el secado. Para conseguir ese aire caliente, el secadero toma aire frío y lo calienta con el aire caliente y húmedo que se libera al calentar la pasta, y con vapor, todo ello en intercambiadores indirectos.

Cortadora y Línea de balas

Tras abandonar el secadero, la pasta (que a lo largo del Secapastas avanza como una hoja continua de aproximadamente 7 metros de ancho) es guiada por rodillos hasta la Cortadora, donde por medio de sistemas de corte longitudinal y transversal, es cortada en hojas de aproximadamente 750 x 800 mm. Estas hojas caen sobre un transportador que dispone de pesaje, apilándose unas sobre otras. El apilado se detiene al llegar a 250 Kg de peso por bala (sobre el transportador se forman varias balas a la vez), momento en el que un dispositivo interfiere la caída de las hojas sobre el transportador, el cual baja, transfiere el conjunto de balas a otro transportador, y vuelve a subir para recuperar de nuevo su posición y recibir hojas hasta completar un nuevo lote de balas.

Bajo la Cortadora se dispone un segundo pulper (pulper de pasta seca), cuya función es recoger, disgregar y diluir la pasta defectuosa que se genera durante paradas y arranques, así como otros recortes u hojas. La pasta recogida en este pulper se bombea a la torre de rotos para su posterior reprocesado.

Finalmente la pasta, ya en forma de hojas apiladas (y desplazándose por medio de transportadores de cadenas), pasa por la Línea de balas, donde éstas son pesadas (esta vez una

a una), prensadas, envueltas en papel, etiquetadas, atadas (con alambres) e identificadas. Luego se apilan en columnas de 4 balas cada una y un unitizador ata dos columnas para formar Units (paquetes de 8 balas).

Por último, estos paquetes son almacenados en el almacén de Secapastas, en espera de su envío a clientes mediante camiones y barcos.

1.4.2.2 Descripción de los Procesos de Recuperación

La función principal de los procesos de Recuperación es la recuperación de los componentes químicos empleados en la digestión, regenerando el licor negro procedente de Lavado en licor blanco (que será empleado de nuevo en Digestores), al tiempo que se valoriza por combustión la lignina y demás materia orgánica obtenida de la madera en la producción de celulosa, generando energía en forma de vapor y (a partir de este) electricidad que convierten en energéticamente autosuficiente a la Planta de Celulosa.

La Recuperación se compone de los siguientes procesos o plantas:

- Evaporadores. Concentran el licor negro débil, convirtiéndolo en licor negro concentrado, a fin de poder ser quemado en la Caldera de Recuperación
- Caldera de Recuperación. Quema el licor negro concentrado, generando vapor y licor verde
- Caustificación. Transforma el licor verde procedente de la Caldera de Recuperación en licor blanco, utilizado en Cocción
- Turbina de vapor. A partir del vapor de alta presión (65 bar) producido en las calderas, genera energía eléctrica y vapor de media (11 bar) y baja presión (3,5 bar)

Evaporadores

Esta planta recibe el licor negro débil, con un contenido en sólidos en torno al 16% y una densidad aproximada de 1.060 g/l, procedente de Lavado, y lo concentra hasta contenido en sólidos del 72% y densidad aproximada de 1.420 g/l, para poder ser enviado a quemar en la Caldera de Recuperación.

La mayor parte de esta eliminación de agua se lleva a cabo en evaporadores, intercambiadores indirectos dispuestos en cascada (múltiple efecto). En cada evaporador o efecto, para que el agua se evapore deben darse las condiciones de presión y temperatura adecuadas, requiriéndose de un fluido calefactor y un sistema que genere vacío. Como fluido calefactor se utiliza vapor, para los últimos efectos (concentradores), y vahos procedentes de la etapa siguiente. El vacío se consigue mediante la condensación de los vahos liberados en los últimos efectos (los que reciben el licor negro más diluido). Esta condensación se lleva a cabo en los condensadores, intercambiadores indirectos que emplean agua bruta como fluido refrigerante, obteniendo agua templada.

A lo largo de los evaporadores (habitualmente 6 efectos) el licor alcanza una concentración de aproximadamente el 55 – 60% de sólidos. El proceso de concentración del licor finaliza en los concentradores, que son también intercambiadores de calor indirectos, pero en los que las condiciones de trabajo (P y T) son más severas que en los evaporadores, ya que cuanto más concentrado se encuentra el licor negro, más difícil resulta seguir evaporando el agua restante.

Concentradores

En los concentradores el licor negro se termina de concentrar hasta alcanzar valores de sólidos superiores al 70%. A continuación, y tras ser descargado en el tanque de flasheo, el licor negro concentrado es almacenado en los tanques del mismo nombre, a la espera de ser quemado en la Caldera de Recuperación.

Sistema de condensados

El agua retirada del licor negro abandona la planta de Evaporadores en forma de condensados, cuya naturaleza (carga contaminante) varía en función del punto (efecto) en que han sido originados.

Con el fin de minimizar el consumo de agua de la Fábrica (reduciendo a la vez la generación de efluentes) y minimizar la carga contaminante de los efluentes enviados a la Planta de tratamiento, se procede a una adecuada segregación de los condensados de Evaporadores.

Conforme a ello, los condensados más limpios pueden ser empleados en Caustificación (lavado de lodos de cal) o incluso en Blanqueo (reduciendo en ambos casos el consumo de agua caliente), mientras que los condensados más contaminados son enviados al Stripping para reducir su carga de DQO previo al envío a la Planta de tratamiento de efluentes.

Caldera de Recuperación

Los sólidos del licor negro constan de:

- Una parte orgánica. Constituida por la lignina y el resto de los subproductos de la madera separados de la celulosa durante los procesos de cocción y deslignificación
- Una parte inorgánica. Constituida por los productos químicos resultantes de las reacciones de cocción y deslignificación (fundamentalmente sales de sodio)

La Caldera de Recuperación tiene como función la quema del licor negro concentrado procedente de Evaporadores. La caldera actúa como un reactor químico en el que, aparte de la evaporación del agua aún presente en el licor concentrado y de las reacciones de oxidación propias del proceso de combustión, tienen lugar una serie de reacciones de reducción que afectan a los compuestos inorgánicos presentes en el licor negro.

La combustión del licor negro generará por lo tanto:

- Energía. Por la combustión de la materia orgánica del licor negro. Esta energía se emplea en la generación de vapor a alta presión y temperatura (aproximadamente 65 bar y 450°C).
- Fundido inorgánico (smelt). Constituido por los productos químicos gastados en las reacciones de cocción y que en la Caldera han sido reducidos a carbonato de sodio, sulfuros, etc.

La elevada altura de la Caldera de Recuperación permite el suficiente enfriamiento de los gases y de los sólidos arrastrados. Los gases transitan entre haces de tubos, correspondientes a los recalentadores, el haz tubular y el economizador, tubos en cuyo interior se va produciendo y calentando el vapor. El agua procedente del área de tratamiento de agua a calderas, es almacenada en un tanque que la desgasifica, y luego es bombeada, pasando primero por el economizador, donde se calienta, absorbiendo calor de bajo nivel, luego fluye al calderín donde se separan la fase vapor y la fase líquida, y por último, el vapor del calderín pasa por el recalentador.

El vapor de alta presión es procesado en una turbina de contrapresión, donde se aprovecha para obtener vapor de media (11 bar) y baja presión (4,5 bar), al tiempo que se genera energía eléctrica suficiente para cubrir las necesidades de la fábrica.

El fundido inorgánico, compuesto mayoritariamente de carbonato de sodio (Na_2CO_3) y sulfuro de sodio (Na_2S) abandona el hogar de la Caldera a través de unas piqueras o picos de colada, fluyendo en continuo sobre un tanque disolvedor. En el disolvedor se aporta agua o licor blanco débil (con cierto contenido en NaOH) para disolver el fundido, generando el licor verde, que será enviado a la planta de Caustificación, donde se regenerará en licor blanco.

Los gases de escape de la Caldera, generados en la combustión, antes de ser expulsados a la atmósfera pasan por un precipitador electrostático que se encarga de capturar las partículas en suspensión que acompañan a dichos gases, y que supondrían una emisión no deseada a la atmósfera. Las partículas son en su mayoría Na_2SO_4 que se retornan al circuito a través del tanque de mezcla.

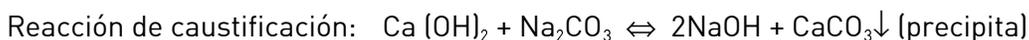
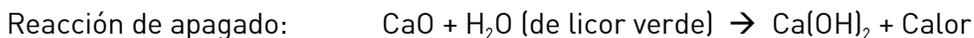
Caustificación

La planta de Caustificación tiene por objetivo fundamental convertir el carbonato sódico (del licor verde que llega a la Planta) en hidróxido de sodio, transformando el licor verde recibido de la Caldera de Recuperación en licor blanco que se empleará en Digestores y Lavado.

El licor verde procedente de la Caldera de Recuperación presenta una gran cantidad de impurezas inertes (dregs o cenizas, compuestas por carbonilla, sulfuros insolubles, etc.), por lo que ha de ser clarificado previamente al proceso de Caustificación. A tal fin se dispone primero de un tanque de estabilización para lograr la homogeneización por medio de recirculación y agitación, seguido por un clarificador de licor verde (con el fin de separar las cenizas por decantación). Las cenizas así separadas son enviadas a un filtro lavador de cenizas, donde son lavadas y espesadas. El licor que pudiera acompañar a las cenizas en su salida del clarificador se recuperará con el filtrado, mientras que las cenizas, espesadas y con mayor sequedad, son retiradas del filtro y transportadas al almacén de dregs. En dicho almacén permanecerán hasta ser retiradas para su envío al relleno sanitario.

El licor verde recuperado en el filtro de cenizas es enviado de nuevo al tanque de estabilización.

Una vez clarificado, el licor verde entra al proceso de Caustificación, siendo alimentado al apagador, donde se le dosifica cal viva (CaO) en la cantidad adecuada para que se produzcan las siguientes reacciones.



La cal puede provenir del Horno de Cal (en condiciones normales), cuya descarga es enviada a un silo desde el que se dosifica, o bien de un silo de cal fresca recibida del exterior (para reposición por pérdidas del circuito, o en caso de avería del horno de cal).

El material inerte e insoluble, tal como arenas y piedras que acompañan a la cal sedimenta en el compartimento de clasificado del apagador y es arrastrado por un tornillo que lo vierte en un recinto (rechazos del apagador o "grits"), de donde será retirado periódicamente por medio de camiones, que lo transportarán hasta el depósito de almacenamiento de residuos sólidos.

La reacción de apagado genera alta temperatura, produciendo muchos vapores que arrastran gotas ricas en álcali, siendo necesario instalar un lavador de gases o scrubber.

El licor blanco, junto con la lechada de cal producida, fluye por el rebose del apagador hasta los caustificadores (3 ó 4 tanques cilíndricos con agitación interior, dispuestos en serie, rebosando uno sobre otro), en cuyo interior continúa el proceso hasta completar la reacción de caustificación. La mezcla de licor blanco y lodos de cal es filtrada en un filtro de licor blanco, que separa ambos componentes.

El licor blanco, ya sin lodos de cal, se almacena en el tanque de licor blanco quedando listo para ser empleado en Digestores.

Los lodos de cal, tras ser diluidos en el tanque de mezcla, son lavados de filtrados en el lavador de lodos de cal con el fin de recuperar el álcali que los acompaña. Los sólidos que quedan retenidos por el tejido del lavador son enviados al tanque de bombeo de lodos de cal, desde el que serán bombeados hasta el silo de lodos de cal.

A partir de los lodos, compuestos fundamentalmente por carbonato cálcico, se regenera de nuevo la cal en el Horno de Cal, para ser utilizada nuevamente en el apagador de cal.

Horno de Cal

El Horno de Cal es equiparable a un gran conducto cilíndrico (aproximadamente 3,5 m de diámetro y unos 80 m de longitud) ligeramente inclinado, que gira en continuo (a razón de 1 ó 2 vueltas por minuto) sobre su eje principal. Por uno de sus extremos (el más elevado) se alimenta el carbonato cálcico, que avanza a lo largo del Horno por gravedad, disponiendo en el otro extremo (descarga de cal) de un mechero que mantiene la llama que calcina el carbonato.

Previamente a ser alimentados al Horno, los lodos de cal son secados utilizando los gases de escape del Horno, y arrastrados hasta un ciclón que permite separarlos. Los gases que salen del ciclón pasan por un precipitador electrostático, que impide que salgan partículas con los mismos y a la vez, permite su recuperación. Tanto los lodos secos recogidos en el ciclón, como los recuperados en el precipitador electrostático, se introducen en el horno de cal, donde serán calcinados según la siguiente reacción:



Para que el tamaño de grano de cal sea adecuado y uniforme, la cal que sale del Horno es molida en un molino de martillos previamente a su envío al silo de cal del Horno para su almacenamiento.

Las condiciones de trabajo del Horno de Cal lo convierten en el mejor lugar de la fábrica para la quema de los gases incondensables concentrados, que son generados en diferentes etapas del proceso de producción de pasta (Digestores y Evaporadores), así como para la quema del metanol obtenido en el Stripping de condensados contaminados.

En caso de sobrepresión en las tuberías de conducción de gases a quema, y ante cualquier incidencia en la operación del Horno, se prevé el envío de los gases anteriores a una antorcha incineradora de encendido rápido u otro sistema alternativo, que garantice la adecuada combustión de dichos gases en cualquier condición (impacto ambiental nulo).

Caldera de Biomasa

En la caldera de biomasa se persigue la producción de vapor y electricidad aprovechando la corteza de eucalipto como bio-combustible, al tiempo que se queman los lodos secos procedentes del tratamiento de efluentes.

La corteza de eucalipto, triturada y almacenada en un silo en el parque de maderas, es enviada mediante cintas transportadoras hasta la caldera de biomasa para su quema, previo mezclado con los lodos secos procedentes del tratamiento de efluentes. La mezcla es repartida en silos de alimentación, desde los que es dosificada e introducida (mediante tornillos sin fin) al interior del hogar. En el interior de la caldera la combustión tiene lugar en un lecho fluidizado, que consiste en una mezcla de corteza y arena que se mantienen en suspensión sobre una corriente de circulación forzada ascendente, conseguida por la circulación forzada de aire primario unido a la recirculación de parte de los gases de escape.

Las condiciones del lecho se mantienen estables para evitar que arena y cortezas sean arrastradas por los gases de combustión. Con el paso del tiempo (y dadas las rigurosas condiciones de trabajo) las arenas se debilitan y fragmentan, por lo que han de ser renovadas periódicamente.

La temperatura de combustión se mantiene lo más baja posible, para minimizar la generación de NO_x y las emisiones de estos gases a la atmósfera.

Los gases de combustión, tras abandonar el lecho, van pasando entre haces de tubos correspondientes a los recalentadores, el banco de generación y el economizador, tubos en cuyo interior se va produciendo el vapor. El agua procedente del área de tratamiento de agua a calderas, es almacenada en un tanque que la desgasifica y luego es bombeada, pasando primero por el economizador, donde se calienta, luego fluye al calderín donde se separan la fase vapor y la fase líquida, y por último, el vapor del calderín pasa por recalentadores. El vapor de alta presión obtenido se envía a la turbina.

Los gases de escape de la Caldera, generados en la combustión, antes de ser expulsados a la atmósfera pasan por un precipitador electrostático que se encarga de capturar las pequeñas partículas en suspensión que arrastran los gases, fundamentalmente cenizas de la combustión de cortezas.

1.4.3 Procesos Auxiliares

1.4.3.1 Tratamiento de Agua de Entrada a Planta

El agua de entrada será tomada del río Uruguay, y será acondicionada mediante un proceso de decantación y filtración, junto con la adición (en función de la calidad del agua de entrada) de microbicidas, coagulantes, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ y floculantes, hasta convertirla en apta para su consumo en planta.

El caudal consumido por la Fábrica será de aproximadamente $2.275 \text{ m}^3/\text{h}$.

El agua será sometida a los siguientes procesos:

- Captación (que incluye desbaste y bombeo)
- Envío a Fábrica. La toma se encuentra a 1.000 – 1.200 metros de las instalaciones de la fábrica y llegará a ésta por gravedad o bombeo desde la captación
- Coagulación, floculación y decantación
- Filtración, mediante filtros de arena
- Almacenamiento

Los fangos, separados de las microarenas (empleadas para mejorar el rendimiento de la decantación) en los hidrociclones dispuestos a tal efecto, son enviados hasta la Planta de

tratamiento de efluentes, donde se mezclarán con el resto de los efluentes de Fábrica previamente al desbaste y comienzo del tratamiento.

1.4.3.2 Tratamiento de agua a calderas

Agua procedente de la Planta de tratamiento de agua de entrada es purificada en forma progresiva, comenzando por filtros multicapa y microfiltros para eliminar las partículas en suspensión, para, a continuación, pasar a través de dos baterías de equipos de ósmosis inversa dispuestas en serie, con un desgasificador intermedio para reducir la concentración de CO₂, completando de ese modo su desmineralización.

1.4.3.3 Tratamiento de Efluentes

La Fábrica contará con un sistema completo de tratamiento de efluentes, el cual tiene por objeto neutralizar, homogeneizar y minimizar la carga contaminante (fundamentalmente DBO₅ y DQO) del efluente. Para realizar dicho proceso, se recurre a un tratamiento primario, seguido de uno secundario (biológico), tras el cual se realiza una clarificación, quedando el fluido clarificado en condiciones aptas para su vertido. Finalmente, en el punto en el que el efluente final sale de la Planta de tratamiento, se determinan en los valores de DQO, sólidos suspendidos, AOX y pH.

En el clarificador secundario se separan los lodos biológicos, parte de los cuales se retornan al reactor biológico, mientras el resto (excedente) se envían a deshidratación conjuntamente con los lodos generados en el tratamiento primario, para ser quemados en Caldera de Biomasa.

El caudal aproximado de efluentes líquidos de la Fábrica será de 2.170 m³/h. Las posibles diferencias con el caudal del agua de entrada son atribuibles al agua que entra a Fábrica como humedad de la madera, al vapor de agua (en forma de vahos) que se liberará a la atmósfera en diferentes puntos del proceso, y a la humedad residual en la pulpa.

Las aguas sanitarias provenientes de comedores, baños, cocina, etc. serán canalizadas en su totalidad hasta la correspondiente fosa séptica (se consideran tres fosas para el conjunto de la Fábrica), cuyo rebose se conducirá hasta la Planta de tratamiento de efluentes.

En su conjunto, el efluente pasa por las siguientes fases:

- Preneutralización, mezcla y desbaste

Los diferentes efluentes de las plantas de Fábrica son segregados en origen en función de su pH, siendo canalizados de forma independiente hasta las arquetas dispuestas a tal efecto en la planta de tratamiento.

- Arqueta de preneutralización: recibe los efluentes ácidos (Blanqueo, Secapastas y Planta de generación de dióxido). Dispone de agitación y de dosificación de álcali (lechada de hidróxido cálcico) para una preneutralización.
- Arqueta de mezcla: recibe los efluentes alcalinos (Evaporadores, Caustificación, Calderas, Digestores y Lavado) y el rebose de la arqueta de preneutralización.
- Arqueta de mezcla general: recibe el resto de los efluentes (Tratamiento de aguas de entrada, sanitarias, etc.), previsiblemente neutros, al tiempo que el rebose de la arqueta de mezcla. Esta última arqueta rebosa sobre el canal de desbaste.

A continuación atraviesan una reja de desbaste, donde se separan los sólidos de gran tamaño que puedan haber sido arrastrados. Los sólidos son vertidos a un contenedor que se vacía periódicamente.

Tras atravesar la reja de desbaste, el efluente es bombeado al clarificador primario.

- Clarificador primario

Su función consiste en eliminar los sólidos en suspensión que acompañan al efluente previamente a la entrada de éste al tratamiento biológico.

Esta eliminación se realiza por gravedad, decantación, para lo cual el clarificador aporta una elevada superficie y suficiente tiempo de residencia, de modo que el efluente, que entra al clarificador a través de una campana central, tenga una muy baja velocidad ascensional, favoreciendo que las partículas pesadas (sólidos) no puedan ser arrastradas por el fluido que se eleva, y caigan al fondo.

Los fangos recogidos en este clarificador son enviados a la planta de tratamiento de fangos, donde se procesarán conjuntamente con los fangos del tratamiento secundario (biológico).

El rebose del clarificador, efluente clarificado, es conducido por gravedad hasta la arqueta de neutralización.

- Neutralización

Una vez clarificado, el efluente será objeto de un nuevo ajuste de pH en la arqueta de neutralización.

En esta ocasión el ajuste de pH es más fino que en la preneutralización, se realiza sobre la totalidad del efluente y compensará la previsible bajada de pH que tiene lugar en el clarificador primario, pero sobre todo, ajustará el pH dentro de un rango lo suficientemente estrecho como para garantizar la supervivencia de los microorganismos del tratamiento secundario (biológico).

En la arqueta de neutralización podrá dosificarse sosa o sulfúrico según sea oportuno.

En caso de problemas con el control de pH, o si la temperatura, muy elevado caudal de entrada, u otro parámetro del efluente desaconsejarán su envío a tratamiento secundario (para evitar poner en peligro a la población de microorganismos), el efluente, o una parte de él, será desviado desde esta arqueta hasta la balsa de emergencia.

- Balsa de Ecuilización

Su función es recoger el efluente proveniente del tratamiento primario cuando sus condiciones (fuera de rango de pH, caudal fuera de rango o excesiva temperatura) no permitan enviarlo a tratamiento secundario.

La balsa de emergencia recibirá también el efluente que pueda generarse en el depósito de almacenamiento de residuos sólidos (fundamentalmente escorrentía y lixiviados).

La balsa de emergencia está equipada con una bomba sumergible, que permite enviar el efluente en ella recogido hasta la arqueta de desbaste, de forma controlada y cuando las condiciones operativas de la Planta lo permitan.

- Balsa de aireación

Su función es aportar tiempo de residencia (volumen) y agitación suficientes para amortiguar posibles variaciones en las características del efluente (fundamentalmente Tª y pH), atenuando así fluctuaciones que podrían afectar de forma negativa a los

microorganismos del tratamiento biológico. Desde aquí, el efluente es bombeado al tanque selector a un caudal controlado (variadores de frecuencia en las bombas), manteniendo el nivel de la balsa de equalización.

En la entrada de la balsa se dosificarán los nutrientes para los microorganismos (normalmente urea y ácido fosfórico, sí bien la necesidad de este último será función del contenido en P del efluente). También se recircula hasta aquí el filtrado procedente de la deshidratación de fangos.

- Selector

El selector (que también puede ser designado como tanque de alta carga), recibe el efluente de la balsa de equalización, así como la mayor parte de los lodos biológicos separados en el clarificador secundario, y vierte sobre (alimenta a) la balsa de aireación.

El selector es el primer equipo, dentro de la línea de tratamiento, en el que el efluente entra en contacto con los microorganismos que llevan a cabo la eliminación de la carga a tratar. Los microorganismos en suspensión son retornados al selector desde el clarificador, en un caudal semejante al caudal total de efluente a tratar.

En el selector se realiza un aporte de oxígeno importante. Para ello, el selector, cuyo diámetro se situará en torno a los 18 ó 20 metros, tendrá suficiente profundidad (unos 12 metros) para garantizar una burbuja fina en el aporte de aire, y próximos al fondo se instalarán unos aireadores de tobera (Jet aerators) a través de los cuales se inyectará aire a presión junto con efluente recirculado.

La presencia del selector supone una mejora del rendimiento del reactor biológico (balsa de aireación), dado que además de servir como mezclador, y de que parte de la carga a tratar sea eliminada en el propio selector, el selector permite mejorar la calidad, “decantabilidad”, de los sólidos al final de clarificador. Esto se debe a que las condiciones de trabajo del selector, y en concreto la alta carga de materia orgánica, favorecen el crecimiento y propagación de bacterias que forman flóculos, inhibiendo la propagación de las filamentosas.

- Balsa de aireación

Esta balsa recibe el efluente que rebosa del selector (en el que ya comenzó el tratamiento biológico).

Su función es aportar el oxígeno (en forma de aire comprimido) y el tiempo de retención que los microorganismos necesitan para la reducción eficiente de la DBO y DQO del efluente. Al igual que el selector, la balsa tendrá en torno a 12 m de profundidad, y un sistema de aireadores de tobera idéntico al del aquel, si bien dimensionado adecuadamente para la balsa de aireación, cuyo diámetro y volumen serán mucho mayores que los del selector.

Tanto el selector como la balsa de aireación estarán equipados con analizadores de oxígeno disuelto, cuya finalidad es medir la concentración de oxígeno presente en el seno del efluente tratado, y garantizar que no se producen zonas anóxicas (en cuyo caso los microorganismos perecerían). La señal de los analizadores de oxígeno disuelto se emplea para controlar el aporte de oxígeno (aire) tanto al selector como a la balsa de aireación.

El rebose de la balsa de aireación (que trabaja a nivel constante) es canalizado por gravedad hasta una arqueta de desgasificación, y de ahí (también por gravedad) al clarificador secundario.

- Clarificador secundario

Su misión es separar los fangos, sobrenadante y precipitado, del efluente ya tratado.

Consta de una campana central de entrada del agua (procedente de la balsa de aireación, previo paso por una arqueta de desgasificación), sobre la que se monta el depósito de fangos, y alrededor de la cual se disponen los mezcladores de floculación (agitadores de palas montados en vertical). Una zona exterior, que cuenta con rascadores (por succión) de fango en el fondo, y cajas de recogida de flóculos (equipadas con bombas) en superficie. Alrededor del perímetro exterior dispone de una corona ó babero que recoge y canaliza el efluente final ya clarificado, para verter este a la canalización que lo conducirá hasta el río Uruguay.

El efluente es alimentado a la campana central, y al salir de la zona de mezcla se dirige a la parte exterior del clarificador. En esta parte los flóculos pueden decantar, en cuyo caso serán succionados del fondo, y conducidos hasta el tanque de mezclado de fangos. Los flóculos de menor densidad se acercarán a la superficie, donde serán recogidos por las cajas superficiales y bombeados hasta la balsa de aireación. El efluente final, ya clarificado, rebosa por el perímetro exterior del clarificador, cayendo al babero, que lo conducirá al vertido final.

El efluente que sale del clarificador secundario, previamente a su canalización hasta el río Uruguay, circula a través de una arqueta de medida, en la que se instalarán los analizadores y transmisores adecuados para permitir el seguimiento: temperatura, pH, contenido en O₂, turbidez, etc.

- Tratamiento y Secado de fangos

Esta instalación recibe y procesa (deshidrata) los fangos de los tratamientos primario y secundario, así como el efluente del tratamiento de aguas de entrada a fábrica (hidrociclones de recuperación de microarenas).

Todos los fangos son recogidos y mezclados en el tanque de mezclado de fangos, desde donde serán bombeados en dos caudales iguales que alimentarán las dos líneas de secado de fangos.

La instalación cuenta con dos líneas de secado idénticas en paralelo, cada una de ellas constituida por un tanque floculador, una mesa gravimétrica y una prensa de tornillo.

Los fangos secos así obtenidos se enviarán, mediante transportadores de cinta, hasta un recinto de fangos, desde donde serán retirados para su envío a quema en caldera de biomasa.

1.4.3.4 Stripping de condensados

Como se explicó anteriormente, con el fin de disminuir la carga de DQO del efluente que llega a la Planta de tratamiento, se procederá a segregar los condensados con mayor carga contaminante (condensado de descarga de Digestores y condensados impuros de las primeras etapas de Evaporadores), enviándolos a un Stripping de condensados.

El Stripping es una columna de destilación, en la que se lleva a cabo una destilación fraccionada que libera al condensado de gran parte de su carga contaminante (en su mayoría compuestos volátiles), eliminando en torno al 90% de la DQO del condensado de entrada. La carga contaminante se compone fundamentalmente de metanol, siendo por ello que se designa como metanol al destilado del Stripping. Los productos de salida del Stripping serán por lo tanto:

- condensado impuro, con una DQO de aproximadamente 500 mg/l

- metanol

El metanol así obtenido (en fase líquida) servirá de combustible en el Horno de Cal, recuperando energía.

1.4.3.5 Captación y tratamiento de gases

En la fabricación de pasta de celulosa, se generan una serie de gases que es conveniente captar en origen para eliminarlos mediante quema. Se distinguen dos tipos de gases:

- *Gases concentrados*. Designados también como NCCG (Non Condensable Concentrated Gases) o LVHC (Low Volume High Concentration).
- *Gases diluidos*. También designados como HVLC (High Volume Low Concentration).

Gases no condensables concentrados

Generados en la planta de Evaporadores (en los últimos efectos, que trabajan con el licor negro más diluido) y en Digestores (en el sistema de Condensación de Descargas).

La producción de NCCG se estima en torno a 1.400 Nm³/h en origen (previo a Scrubber y a aporte de vapor en eyectores para el transporte de los gases).

Estos gases, que tienen un alto contenido en sulfhídrico y mercaptanos, son arrastrados por medio de un sistema de eyectores, empleando vapor, y tras atravesar un scrubber lavador de H₂S, son conducidos a quema en el Horno de Cal. Como cobertura para el caso de no poder quemar en el Horno (parada o problemas operativos de este, etc.) se considera la instalación de una antorcha incineradora, u otro sistema alternativo que garantice la quema de gases concentrados en cualquier condición.

En condiciones normales los gases resultantes de la quema saldrán como gases de combustión junto con los gases del Horno de Cal, quedando caracterizados por los límites de SO₂, TRS y NO_x que se establezcan para éstos.

Gases no condensables diluidos

Se originan en diferentes puntos del proceso: primeras etapas de Lavado, tanques de almacenamiento de licor negro (tanto diluido como concentrado) de la planta de Lavado y de la planta de Evaporadores, clarificadores de licor verde, etc.

Puede estimarse un caudal de HVLC en torno a 25.000 Nm³/h en origen (previo a scrubber lavador).

Los gases diluidos cuentan con cierto contenido en mercaptanos y otros compuestos de azufre, y son arrastrados por medio de un ventilador que crea algo de vacío en los conductos de captación. Tras ser captados en sus respectivos orígenes, y conducidos a través de un sistema de colectores, los gases pasan a través de un scrubber de lavado, condensación-enfriamiento, para finalmente ser conducidos hasta quema en la Caldera de Recuperación, entrando a ésta junto con el aire terciario, previo calentamiento en un intercambiador indirecto.

Los gases resultantes de la quema saldrán como gases de combustión de la Caldera de Recuperación, quedando caracterizados por los límites en SO₂, TRS y NO_x que se establezcan para la emisión de dicha caldera.

1.4.3.6 Generación de aire comprimido

Para satisfacer las necesidades de aire comprimido de diferentes equipos de la fábrica se cuenta con un área específica de compresores y equipos de acondicionamiento del aire comprimido, en éste caso secadores, que enfrían el aire y hace condensar el agua que pudiera contener.

La refrigeración de los compresores se realiza con agua fría, que una vez empleada se puede enviar al tanque de reserva de agua de la caldera de recuperación.

1.4.3.7 Generación de dióxido de cloro

El dióxido de cloro (ClO_2) es el principal reactivo para el blanqueo de la pasta de celulosa porque es un muy buen agente blanqueante debido a su alta reactividad y selectividad, atacando la lignina sin reaccionar de forma significativa con la celulosa. El ClO_2 se descompone con facilidad, siendo inviable su almacenamiento y transporte, por lo que debe ser generado en la misma fábrica de celulosa.

La reacción química para la producción de dióxido de cloro es la siguiente:



siendo:

- NaClO_3 – clorato de sodio
- H_2SO_4 – ácido sulfúrico
- CH_3OH - metanol
- $\text{Na}_3\text{H}(\text{SO}_4)_2$ – sesquisulfato de sodio
- HCOOH – ácido acético

Los reactivos entran preparados y filtrados en un generador y son recirculados, pasando por un reboiler (intercambiador de calor de carcasa y tubos) donde se aporta calor para facilitar la vaporización del dióxido generado. El generador es un reactor que funciona en vacío por medio de un eyector. El dióxido de cloro y parte del agua vaporizada son conducidos hasta un condensador, para luego entrar en una torre de absorción de dióxido (torre de relleno), donde se aporta agua fría, obteniéndose una solución de ClO_2 que se conduce a tanques de almacenamiento. Los vahos que aún escapan de ésta torre son conducidos hasta un condensador, y finalmente a un scrubber lavador que evita fugas de dióxido a la atmósfera.

El sesquisulfato de sodio se acumula en forma de cristales dentro de la solución de reactivos. Estos cristales son separados, por filtración, de parte del líquido que recircula, siendo conducidos a un tanque disolvedor (luego puede enviarse previa neutralización con NaOH al circuito de lejías como reposición de las pérdidas de sodio y azufre, o ser diluida para usarse como acidulante en el ajuste de pH de la pasta en la entrada a las etapas D0 y D1).

El agua utilizada para la absorción de dióxido de cloro debe estar a baja temperatura, lo que se logra enfriando, en una torre de vacío, agua que proviene de la red de agua bruta de la fábrica. La torre de vacío está equipada con eyectores de vapor.

1.4.4 Capacidad de Producción

La capacidad de producción proyectada es de 1.300 toneladas de pasta seca al aire por día (t_{AD}/d).

Los días de operación serán 350 al año, con una disponibilidad del 90%.

Por lo tanto la producción anual será de 409.500 t_{AD}/año.

1.4.5 Materia Prima e Insumos

La fábrica utilizará para su proceso productivo una serie de materias primas e insumos entre las que cabe destacar las que se presentan en la siguiente tabla (en base anual):

Materia Prima e Insumos	Cantidad (como producto puro 100%)
Madera	1.500.000 m ³ de rollizo anuales
Clorato sódico	13.000 T.M. (toneladas métricas anuales)
Hidróxido sódico	11.000 T.M.
Ácido sulfúrico	7.800 T.M.
Peróxido de hidrógeno	950 T.M.
Metanol	1.400 T.M.
Sulfato sódico	3.700 T.M.
Sulfato magnésico	950 T.M.
Anhídrido sulfuroso	950 T.M.
Antraquinona	285 T.M.
Oxígeno	11.400 T.M.
Óxido de calcio	7.000 T.M.
Urea	540 T.M.
Talco	650 T.M.
Antiespumantes	200 T.M.
Dispersantes	100 T.M.
Microbicidas	20 T.M.
Floculantes	10 T.M.
Alambre	1.100 T.M.
Arena caldera	1.700 T.M.
Papel	1.100 T.M.
Hidróxido de calcio	8.000 T.M.
Fuel Oil	15.000 T.M.

Existirán dos almacenes para los productos sólidos secos (antraquinona, talco, sulfato magnésico y clorato sódico) que serán recibidos en big bags.

También existirá un pequeño almacén para contenedores (recipientes de 1 m³), en donde se colocarán los productos que se aplican en estado líquido en muy pequeñas dosis y directamente desde estos envases, tales como los bactericidas, alguicidas, floculantes para licor verde, etc. Todo ello contará con un cubeto de seguridad para evitar los posibles derrames.

Los principales tanques de almacenamiento de insumos serán los siguientes:

- Para neutralización de efluentes y tratamiento primario: silo de hidróxido cálcico, tanques de hidróxido sódico (soda) y de ácido sulfúrico
- Planta de generación de dióxido: tanque disolvedor de clorato sódico, tanque almacén disolución de clorato sódico, tanque almacén de metanol concentrado, tanques de almacenamiento de dióxido de cloro
- Almacenamiento principal de productos químicos: tanque almacén de soda concentrada, tanque de soda diluida, tanque almacén de ácido sulfúrico concentrado, tanque almacén de peróxido de hidrógeno concentrado, tanques de almacenamiento de anhídrido sulfuroso, tanque almacén de solución de anhídrido sulfuroso, tanque disolvedor de sulfato magnésico, tanque almacén de sulfato magnésico disuelto, tanque disolvedor de antraquinona, tanques de almacenamiento de antiespumante, tanques de almacenamiento de dispersante, tanque disolvedor de talco
- Tratamiento de agua a calderas: depósito de dosificación de producto antiincrustante, depósito de dosificación producto reductor, depósito de agua para limpieza química de grupos osmotizadores, depósito de soda para ajuste de pH
- Combustibles auxiliares: tanques de almacenamiento de fuel-oil, depósitos de almacenamiento de propano
- Horno de Cal: silo de cal horno, silo de cal fresca
- Caldera de Recuperación: tanque almacén de sulfato sódico

1.4.6 Energía

1.4.6.1 Consumos Estimados

Se estima que la Potencia eléctrica instalada será de 55 MW, y la Potencia eléctrica consumida de 28 MW.

1.4.6.2 Producción Eléctrica Propia

Mediante turbina de condensación de vapor, además de garantizar la demanda de vapor de la fábrica se producirá energía eléctrica a 11 kV mediante un alternador. La potencia generada corresponde a 45 MW.

1.4.6.3 Incorporación de energía eléctrica al Sistema Eléctrico Nacional

En condiciones normales la potencia excedentaria será de 17 MW, y será incorporada al Sistema Eléctrico Uruguayo o transferida a consumidores dentro del propio complejo (Terminal Logística, otras fábricas, etc.).

1.4.6.4 Suministro Eléctrico desde la Red Externa

En caso de parada por avería o por mantenimiento (15 días/año), la fábrica garantizará su funcionamiento comprando energía eléctrica del exterior, a UTE, a 150 kV.

1.4.6.5 Energía Calorífica

La energía calorífica para el proceso será íntegramente generada en la fábrica, utilizando como combustible los residuos originados en la propia fábrica y fuel y/o gas natural (estos últimos en continuo en el Horno de Cal y en las calderas sólo cuando sea requerido).

Con este fin se proyecta la instalación de dos calderas de vapor, donde se queman los productos residuales del proceso, una Caldera de Recuperación (en la que se quema el licor negro concentrado, con alto contenido en lignina) y una Caldera de Biomasa (en la que se queman las cortezas).

1.4.7 Emisiones

1.4.7.1 Efluente Líquido

Para caracterizar el efluente líquido de plantas de celulosa, los parámetros a utilizar son: la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Sólidos Totales Suspendidos (TSS), Color, Compuestos Organoclorados (medidos como AOX, Halógenos Absorbibles Orgánicamente), Nitrógeno total y Fósforo.

Caracterización

En resumen, los valores estimados para este efluente, considerando valores medios mensuales, serán los siguientes:

DQO	← 23 kg/t _{AD}
DBO ₅	← 2,4 kg/t _{AD}
AOX	← 0,272 kg/t _{AD}
pH	6,0 – 9,0
Sólidos en Suspensión	← 6 kg/t _{AD}
T	← 30°C
Fosfato/fósforo ⁽¹⁾	← 0,02 kg/t _{AD}
Nitrógeno	6,25 mg/L como NO ₂

(1) Expresado como fósforo

El caudal de efluente generado será de aproximadamente 40 m³/t_{AD}.

1.4.7.2 Emisiones Gaseosas

La fábrica "Celulosas de M´Bopicuá" contará con tres focos principales de emisiones gaseosas, que serán:

- Caldera de Recuperación.
- Caldera de Biomasa.
- Horno de Cal.

Cada uno de estos focos contará con precipitadores electrostáticos para la depuración de los gases de combustión (minimización de la emisión de partículas, y en los casos de Caldera de Recuperación y Horno de Cal, reincorporación al proceso del polvo recuperado en los precipitadores). La eficiencia de los precipitadores electrostáticos será superior al 99%.

La emisión de cada uno de estos focos será enviada a la atmósfera a través de una chimenea independiente, si bien las tres chimeneas se agruparán en una chimenea multitubular (un conducto para cada foco) que será dimensionada (en altura y diámetros) de forma suficiente para garantizar la correcta dispersión de las emisiones gaseosas (resultado del estudio de la atmósfera del área de M´Bopicua: vientos predominantes y su velocidad, gradientes de temperaturas, etc.) y de la modelización de la dispersión de las emisiones de dicha chimenea.

Existirá un cuarto foco de emisión que será el Disolvedor de la Caldera de Recuperación. Los valores máximos que cabe esperar para las emisiones de estos focos son los siguientes:

	PS mg/Nm ³	SO ₂ mg/Nm ³	NO _x mg/Nm ³	TRS mg/Nm ³	O ₂	Caudal Nm ³ /t _{AD} (1)
Caldera de Recuperación	150	2.500	100	10	← 10%	9.230
Caldera de biomasa	150	2.500	100	{2}	← 10%	3.140
Horno de cal	150	2.500	100	20	← 10%	920
Disolvedor	150	{2}	{2}	20	--	740

(1) Metros cúbicos normales por tonelada de pasta, en base seca. Las concentraciones emitidas se refieren a este caudal.

(2) No procede aplicar el control de este parámetro a este foco por no ser significativo, dado que no se genera dicho compuesto en este foco.

1.4.7.3 Ruido

Todas las áreas de la Planta emiten algún tipo de ruido: bombas, bombas de vacío, agitadores, máquinas etc. que están repartidas por toda la superficie ocupada.

Al tratarse de un área industrial, se establece que la emisión de ruido en la Planta de "Celulosas de M´Bopicuá", debido a las instalaciones propias, podrá establecerse como inferior a 70 dB (A) en el límite de la propiedad.

1.4.7.4 Residuos Sólidos

Se estima que los residuos generados en la fábrica de celulosa y sus producciones serán los siguientes:

	Cantidad kg/t _{AD} ⁽¹⁾	Posible empleo o valorización	
	Lodos Planta tratamiento de efluentes	10 ⁽²⁾	Sí

Arena y cenizas de la Caldera de Biomasa	8	Sí	valorización como material de pavimentación en caminos, también para reposición de suelos de cultivo
Cenizas de la Caldera de Recuperación (dregs)	40	No	serán enviados al relleno sanitario de la fábrica
Rechazos del apagador de cal (grits)	2,5	No	serán enviados al relleno sanitario de la fábrica
Lodos de cal	4,0	Sí	valorización interna en fábrica para neutralización del pH del efluente
Residuos de oficinas y comedor	5,0	No	serán recogidos por la Intendencia de Río Negro

(1) Expresados en kilogramos de residuo en base húmeda (tal como se genera)

(2) Estos lodos saldrán a aproximadamente el 20 – 25% de sequedad, dado que son muy complicados de secar por medios mecánicos (filtros de banda o centrifugas)

Todos los residuos derivados de la actividad de la fábrica que no sean susceptibles de valoración ni puedan ser gestionados exteriormente, serán almacenados en un vertedero especialmente diseñado para este fin.

Este relleno sanitario o vertedero constará de una superficie de 42.000 m² acondicionada, con un volumen útil de 222.000 m³ (considerando un espesor de 5 metros correspondiente a una primera fase, y que podrá incrementarse hasta 10 ó 15 metros en fases sucesivas).

1.4.8 Transporte

El movimiento de vehículos se dará fundamentalmente por la recepción de materia prima, combustibles, productos químicos; por la salida de producto terminado y por el traslado de los trabajadores.

Como la madera (astillas) llega a la planta desde la Terminal Logística por cintas transportadoras, no se considerará el transporte de esta materia prima en este punto.

Por lo tanto, en la fase de operación, se tendrá:

- transporte de materias primas, incluyendo sustancias peligrosas (estas últimas son: soda cáustica, ácido sulfúrico, peróxido de hidrógeno, anhídrido sulfuroso y metanol), se realizará en camiones adecuados para tal fin, a continuación se detalla el movimiento de camiones esperado:

Instalación	Tráfico
Almacenamiento de oxígeno	9,5 cisternas a la semana
Almacén y circuito de clorato Planta de dióxido	12,2 camiones a la semana (considerando cisternas con 24 t de producto). Tráfico esporádico de camiones con bolsas al almacén
Almacén y circuito de metanol Planta de dióxido	1,7 camiones a la semana (considerando cisternas de 20 toneladas de producto)
Almacén y circuito de sosa (concentrada y diluida)	14,4 camiones a la semana (considerando cisternas con 24 t de producto)

Almacén y circuito de sulfúrico	8,6 camiones a la semana (considerando cisternas con 24 t de producto)
Almacén y circuito de peróxido	3,2 camiones a la semana (considerando cisternas con 24 t de producto)
Almacén y circuito de sulfuroso (líquido y gas)	0,76 camiones a la semana (considerando cisternas con 24 t de producto)
Almacén y circuito sulfato magnésico (sólido y diluido)	1,6 camiones a la semana (considerando camiones con 24 t de producto). Camiones de caja descubierta con BIG-BAGS
Almacén y circuito antraquinona	0,76 camiones a la semana (considerando cisternas con 24 t de antraquinona al 50%) tráfico esporádico de camiones con bolsas (BIG-BAGS)
Almacén y circuito de antiespumante	0,5 camiones a la semana (considerando cisternas con 24 t de producto). Tráfico esporádico de camiones con contenedores
Almacén y circuito de dispersante	0,5 camiones a la semana (considerando cisternas con 24 t de producto). Tráfico esporádico de camiones con contenedores
Almacén y circuito de talco	0,5 camiones a la semana con bolsas(Big-Bags) de talco de 1.000 kg
Manejo de balas y unitizado (Partes comunes)	0,92 camiones a la semana (considerando que cada camión transporta 24 t netas de alambre)

- transporte de producto terminado. El producto final es transportado en camiones de plataforma abierta hasta el puerto para su traslado en barcos. Cada camión transportará aprox. 24 toneladas de pasta, por lo que el número de camiones diarios se estima en 55.
- transporte de residuos sólidos al relleno sanitario. Se estiman 9 camiones diarios (para aprox. 90 toneladas de residuos sólidos para el relleno).
- transporte de personal. Debido a la localización de la fábrica, gran parte del personal usará medios propios de locomoción, los que son muy difíciles de estimar en la etapa actual del Proyecto.

1.4.9 Mano de Obra y Régimen de Funcionamiento

La mano de obra directamente empleada en la planta en funciones industriales son 305 personas aproximadamente.

La fábrica funcionará de 0 a 24 horas, 350 días por año, con una disponibilidad del 90%.

Habida cuenta de que la planta posee un importante grado de automatización, la mayor parte de los empleados habrán de pasar por un período de formación que les dé la cualificación adecuada.

La siguiente tabla presenta a título orientativo las diferentes categorías de empleos requeridos en esta etapa:

Categoría	Nº de Personas
Director General	1
Directores de área (comercial y logística, administración y control, recursos humanos y producción)	4
Jefes de Departamento	9
Jefes de Sección	16
Jefes de Turno	5
Contramaestres	39
Operarios	205
Administrativos	13
Auxiliares Administrativos	13
TOTAL	305

Asimismo se generará una cantidad importante de empleos indirectos (empresas de mantenimiento, montajes, suministros, etc.), estimado en 1.000 a 1.200 puestos.

Con respecto a la Etapa de Construcción, el número de trabajadores previstos para esta etapa en los picos de obra será de 1.600.

1.5 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

Esta etapa tiene una duración total de 48 meses y contempla la realización de ingeniería básica y de detalle, la adquisición de materiales y equipos, y la construcción de las diferentes obras físicas que conforman la planta, tales como preparación del terreno, obras civiles, montaje y prueba de equipos, las cuales se detallan a continuación:

1.5.1 Preparación del Terreno

El Proyecto se instalará sobre una parcela de 49 hectáreas. En esta área los contratistas a cargo de las labores de construcción dispondrán de los terrenos necesarios para la instalación de sus faenas, espacio para acopio y almacenamiento de materiales y equipos.

La preparación del terreno contempla las siguientes actividades:

- Tareas de saneamiento
- Habilitación de drenajes para aguas lluvia
- Retiro de la capa vegetal y reemplazo por material apropiado
- Nivelación del terreno
- Construcción de caminos internos

- **Habilitación de áreas de almacenamiento**

Los drenajes de aguas de lluvia permiten recoger, canalizar y evacuar esta agua de manera segura hacia el sistema natural de drenaje (infiltración, escorrentía superficial) de los terrenos aledaños. Para ello se instalarán tuberías, canaletas y acequias, diseñadas adecuadamente. Estas obras evitarán que el patrón de drenaje local y los niveles de la napa del sector se vean alterados debido a las actividades de construcción.

Con el objeto de acondicionar el terreno para la construcción de las fundaciones de los edificios interiores de la planta, caminos y otras instalaciones, se deberá retirar la capa vegetal y reemplazarla por material estabilizado apropiado. Se estima remover alrededor de 200.000 m³ de tierra, volumen que será depositado dentro del propio recinto. Para la explanación se definirá un nivel que equilibra desmontes y terraplenes, de modo que no sea necesario aportar material alguno desde fuera del terreno.

1.5.2 Obra civil, instalaciones y montajes

La construcción de las edificaciones industriales requerirá el desarrollo de las siguientes actividades:

Instalación de Servicios Subterráneos

Consiste en la instalación de cañerías, cámaras de inspección, cámaras de válvulas, etc, para la conducción de aguas de proceso y de enfriamiento, efluentes, aguas sanitarias, pluviales, tuberías de agua potable, etc., que requieran ir enterrados.

Construcción del Sistema de Captación de Aguas de Proceso

Contempla la instalación de la bocatoma y sistemas asociados. La bocatoma corresponde a una estructura de hormigón con un muro exterior paralelo a la ribera del río, en el cual se encontrarán las ventanas de toma, por las que pasará el agua hacia los canales y cámaras de rejillas y filtros mallas, cuyo fin es impedir el ingreso de sólidos de gran tamaño. Desde aguas abajo de éstas cámaras se produce la extracción del agua por las bombas, a través de cañerías normalmente subterráneas o instaladas en trincheras de concreto de dimensiones apropiadas.

Fundaciones y Estructura

Corresponde a la construcción de obras de hormigón armado que constituyen las cimentaciones y estructuras principales de los edificios y equipos de proceso. Ello incluye, entre otros, obras de excavaciones, moldajes, enfierraduras, concretos, colocación de insertos y rellenos estructurales. Para el desarrollo de estas obras se estima un volumen de 200.000 m³ de hormigón, para el cual se requerirán 130.000 m³ de ripio y 80.000 m³ de arena.

Montaje de Equipos

Esta fase representa el mayor nivel de complejidad de la Etapa de Construcción, ya que implica la instalación de los distintos equipos de proceso, sistemas eléctricos y mecánicos, en sus ubicaciones definitivas. Ello incluye, además, la fabricación y colocación de tuberías para la

interconexión de los equipos de proceso e instalación de líneas de electricidad para los circuitos de potencia, alumbrado y control.

- Construcción de Planta de Tratamiento de Efluentes

Los efluentes líquidos generados durante la operación de la Planta de Celulosa serán vertidos al río Uruguay, una vez tratados en la Planta construída a tal fin, mediante difusores.

El punto de emisión de efluente se situará aguas arriba de la toma de agua de la Fábrica, lo que garantiza un compromiso total, desde el punto de vista medioambiental, con la calidad del efluente de la Fábrica.

- Habilitación del lugar de Disposición Final de Residuos Sólidos (relleno sanitario)

Durante la operación de la Planta de Celulosa se generarán residuos sólidos que necesitan ser manejados y dispuestos en forma segura. Para ello, el Proyecto contempla la instalación de un vertedero controlado (relleno sanitario). Con el objeto de seleccionar la mejor ubicación del vertedero se realizaron estudios geotécnicos y geofísicos del terreno disponible para tal efecto. El vertedero será una de las primeras instalaciones en construirse del complejo, pues en él serán depositados los desechos generados durante la construcción del mismo que no sea posible retirar de otro modo.

La construcción del sitio de disposición incluye las siguientes acciones:

- Despeje del terreno
 - Instalación de sistema de protección de aguas subterráneas y evacuación de lixiviados (impermeabilización del terreno)
 - Instalación de desvíos de aguas superficiales
 - Instalación de cierres, cortafuegos y pantallas vegetales
 - Instalación del sistema de evacuación de gases
- Otras Actividades de Construcción

Además de las actividades de construcción descritas anteriormente, se deberán construir los edificios de administración, servicios de comedor. Se instalarán servicios higiénicos, vestuarios y duchas, siendo los suelos y las paredes lisos, continuos e impermeables, manteniéndose todas estas dependencias en perfecto estado de limpieza e higiene.

Se construirán además cierres generales, obras de mejoramiento de paisaje, terminaciones finales generales y habilitación de caminos, entre otras.

Se protegerán asimismo todos los órganos en movimiento que estén al alcance del personal y que puedan producir lesiones por contactos inadvertidos.

La intensidad de iluminación natural es más que suficiente, en cuanto a la artificial se instalarán lámparas distribuidas proporcionalmente.

Durante la fase de construcción no se prevé transporte de sustancias peligrosas. En el caso de que los hubiere, serían contadas ocasiones y en pequeña cantidad. Por ejemplo: bidón de soda para limpieza interna de depósito antes de llenado.

- Tratamiento y Disposición de Aguas Servidas

Durante la fase de construcción las descargas de aguas servidas desde baños, servicios higiénicos, comedores, cocinas, etc., serán tratadas y evacuadas mediante fosas sépticas y lagunas facultativas, las que serán diseñadas de acuerdo a las exigencias de la reglamentación vigente.

Fundamentalmente se apunta al abatimiento de la DBO_5 y a la reducción de sólidos totales.

El cronograma de obras se realizará de forma de comenzar con la construcción de la Planta de tratamiento de efluentes de lo que será la Planta de Celulosa, para poder utilizar estas instalaciones para el tratamiento de aguas residuales (fundamentalmente aguas servidas) durante la etapa de construcción.

- Transporte de materia prima durante la construcción
- Puesta a Prueba del Servicio

En esta etapa, los distintos equipos y sistemas son probados en forma individual y colectiva, antes de la puesta en marcha normal.

1.5.3 Mano de obra

Las máquinas irán instaladas con separaciones entre ellas y de los muros, suficientes para el libre paso sin peligro para el personal, protegiéndose en su caso los electro-motores en su base de sujeción con una plataforma antivibratoria para amortiguación de ruidos y vibraciones.

Se observarán los reglamentos en vigor sobre recipientes a presión e instalación eléctrica en alta y baja tensión, así como toda la normativa aplicable relativa a Seguridad y Salud.

1.6 ETAPA DE ABANDONO

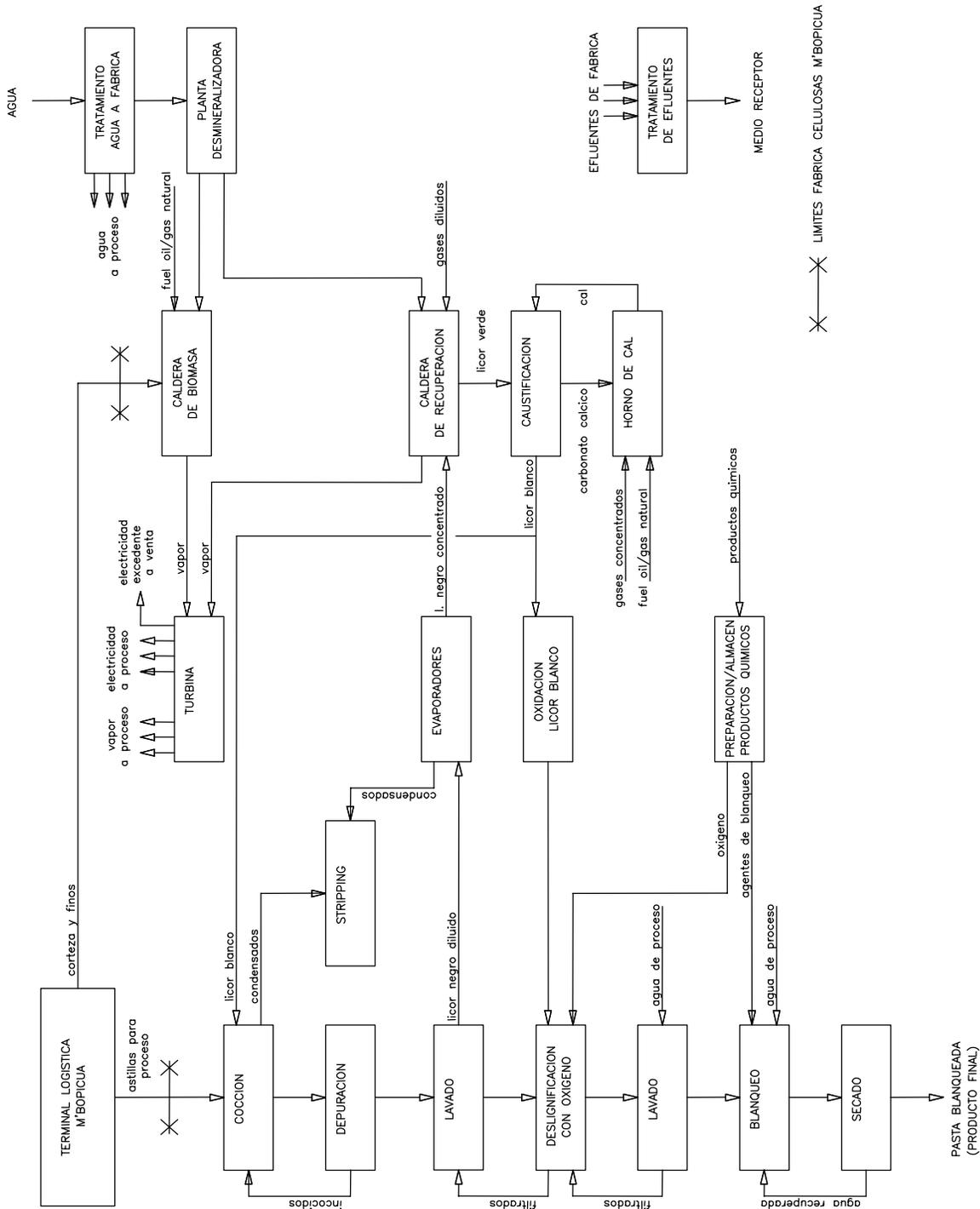
Se prevé la operación de la Planta por tiempo indefinido, por lo que no se considera una etapa de abandono.

A pesar de ello, ante la posibilidad de un abandono, las construcciones edilicias se mantendrían así como también el sistema lagunar. Todo el equipamiento electromecánico sería retirado.

Bajo esta circunstancia hipotética, el terreno "con mejoras", sería vendido para la instalación de otra actividad industrial, o bien para usar las construcciones como depósito; alternativa muy común en Uruguay en estos casos.

En el sistema de tratamiento de efluentes, se mantendría el espejo de agua debido al aporte pluvial. El pelo de agua en las lagunas dependerá de las variaciones climáticas de cada estación.

2 ANEXO – Diagrama de flujo del proceso



ÍNDICE

1.	MARCO LEGAL Y ADMINISTRATIVO DE REFERENCIA.....	2
1.1	INTRODUCCIÓN	2
1.2	NORMATIVA EN CALIDAD DEL AIRE	5
1.3	NORMATIVA EN CALIDAD DEL AGUA	6
1.4	NORMATIVA EN RUIDO.....	7

1. MARCO LEGAL Y ADMINISTRATIVO DE REFERENCIA

1.1 Introducción

En el presente capítulo se indica el conjunto de normas ambientales aplicables al Proyecto "Celulosas de M´Bopicuá", tanto aquellas de carácter nacional, como también estándares internacionales aplicables al mismo, que fueron empleados como referencia dentro de la evaluación del Proyecto en los casos en que no se contaba con legislación uruguaya en la materia.

Estos estándares incluyen normas de referencia internacional como las de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (United States Environmental Protection Agency).

De acuerdo con el análisis anterior, para evaluar el cumplimiento de la normativa ambiental se han considerado los siguientes criterios:

- Cumplimiento de la normativa ambiental uruguaya,

De acuerdo a ello se han considerado las normativas uruguayas aplicables al Proyecto: Ley 16.466 de Evaluación de Impacto Ambiental que además de declarar de interés general la prevención del impacto ambiental, define el concepto de impacto ambiental y el decreto 435/94 que reglamenta la aplicación de la ley; la Ley General de Protección del Ambiente 17.283, en lo que tiene relación con la política ambiental nacional y la gestión ambiental coordinada con los sectores públicos; el Digesto del Río Uruguay de la Comisión Administradora del Río Uruguay (CARU) establece prohibición de descarga de hidrocarburos, sustancias nocivas líquidas, aguas sucias, basuras y todo tipo de desechos en el cauce del río y finalmente el Decreto N° 253 /79 reglamentario del Código de Aguas que clasifica las aguas según sus usos actuales o potenciales y regula las condiciones de vertido.

- Normativa de ruidos.

Respecto al ruido, la normativa chilena D.S.146 señala un límite permisible de nivel de presión sonora de 10 dB(A) sobre el ruido de fondo, todo lo anterior caracterizado para una zona rural. Por otra parte la normativa EPA decreta límites de presión sonora de 70 dB(A) para las mismas zonas. En el escenario en el cual se considera que en zonas rurales los ruidos de fondo

presentan generalmente valores bajos no superando los 60 dB(A), se concluiría que tanto la normativa chilena como a la normativa EPA tienen igual nivel de exigencia.

En las siguientes Tablas se recoge la normativa aplicable y de referencia utilizada con los estándares establecidos en la misma para los diferentes factores ambientales.

1.2 Normativa en Calidad del Aire

PARÁMETRO	REFERENCIA	LÍMITE
Dióxido de azufre (SO ₂)	EPA	Media Aritmética Anual: 0,03 ppm (80 µg/Nm ³) Promedio 24 horas: 0,14 ppm (365 µg/Nm ³) Promedio 3 horas: 0,50 ppm (1.300 µg/Nm ³)
Material particulado respirable (PM10)	EPA	Material Particulado < 10 µm (PM10) Media Aritmética Anual: 50 µg/Nm ³ Promedio de 24 horas: 150 µg/Nm ³
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	EPA	Media Aritmética Anual: 0,053 ppm (100 µg/Nm ³)

1.3 Normativa en Calidad del Agua

Desagües directos a cursos de agua

PARÁMETRO	REFERENCIA	LÍMITE	OBSERVACIONES
DBO ₅	Decreto 253/79	2,4 Kg/t _{AD}	Equivalente a 60 mg/L
AOX	EPA - 430	Máximo diario: 0,476 Kg/t _{AD} Media mensual: 0,272 Kg/t _{AD}	
Sólidos en suspensión	Decreto 253/79	6 Kg/t _{AD}	Equivalente a 150 mg/L
PH	Decreto 253/79	Entre 6 y 9	
Temperatura	Decreto 253/79	Máxima 30 °C, pero no podrá elevar la T del cuerpo receptor más de 2°C	
Fósforo total	Decreto 253/79	0,2 Kg/t _{AD} en P	Equivalente a un Máximo de 5 mg/L en P

Se considera un caudal de efluente de 40 m³/t_{AD}.

1.4 Normativa en Ruido

PARÁMETRO	REFERENCIA	LÍMITE	
Niveles Máximos Permisibles de Presión Sonora Corregidos (NPC) en dB (A) Lento	D.S. 146/97 de la Secretaría General de la Presidencia de Chile	de 7 a 21 Hrs. Zona I 55 Zona II 60 Zona III 65 Zona IV 70	de 21 a 7 Hrs. 45 50 55 70 Donde: Zona I: Zona cuyos usos de suelo de acuerdo a los instrumentos de planificación territorial corresponden a: habitacional y equipamiento a escala vecinal. Zona II: Zona zona cuyos usos de suelo de acuerdo a los instrumentos de planificación territorial corresponden a los indicados para la Zona I, y además se permite equipamiento a escala comunal y/o regional. Zona III: Zona cuyos usos de suelo de acuerdo a los instrumentos de planificación territorial corresponden a los indicados para la Zona II, y además se permite industria inofensiva. Zona IV: Zona cuyo uso de suelo de acuerdo a los instrumentos de planificación territorial corresponde a industrial, con industria inofensiva y/o molesta.

ÍNDICE

1. CARACTERIZACIÓN DEL AMBIENTE RECEPTOR	2
1.1 AMBIENTE FÍSICO.....	2
1.1.1 <i>Clima</i>	2
1.1.1.1 Zona de estudio	2
1.1.1.2 Información obtenida en el lugar de emplazamiento.....	4
1.1.2 <i>Calidad del Aire</i>	8
1.1.3 <i>Geología</i>	8
1.1.4 <i>Geomorfología</i>	9
1.1.5 <i>Edafología</i>	9
1.1.6 <i>Hidrología superficial</i>	10
1.1.6.1 Antecedentes generales	10
1.1.6.2 Río Uruguay y su cuenca.....	10
1.1.6.3 Arroyo M´Bopicuá y su cuenca.....	11
1.1.7 <i>Hidrogeología</i>	13
1.1.8 <i>Calidad de Aguas</i>	16
1.1.8.1 Campañas de Muestreo del Cuerpo Receptor.....	16
1.1.8.2 Resultado de los Análisis.....	17
1.1.9 <i>Ruido</i>	17
1.1.9.1 Área de Influencia del Proyecto	17
1.1.9.2 Niveles de Presión Sonora.....	18
1.2 AMBIENTE BIÓTICO	20
1.2.1 <i>Flora y Vegetación</i>	20
1.2.2 <i>Fauna Terrestre</i>	21
1.2.3 <i>Fauna Íctica</i>	22
1.3 AMBIENTE ANTRÓPICO	23
1.3.1 <i>Ambiente Demográfico</i>	23
1.3.2 <i>Actividades económicas</i>	26
1.3.3 <i>Medio Ambiente Construido e Infraestructura</i>	28
1.3.4 <i>Antecedentes Arqueológicos</i>	31
1.4 MEDIO SIMBÓLICO	32
1.4.1 <i>Paisaje y Estética</i>	32
1.4.1.1 Definición de las Unidades de Paisaje	33
1.4.1.2 Evaluación de la Calidad y Fragilidad Visual.....	34

1. CARACTERIZACIÓN DEL AMBIENTE RECEPTOR

1.1 Ambiente Físico

1.1.1 Clima

Se presenta a continuación una caracterización del clima en la futura zona de emplazamiento de la planta de celulosa objeto del presente documento, centrándose en su cercanía con la ciudad de Fray Bentos, capital del departamento de Río Negro, ubicada 300 Km al Noroeste de Montevideo.

1.1.1.1 Zona de estudio

La caracterización meteorológica de la zona de estudio se basó en información de la Dirección Nacional de Meteorología, correspondiente a la estación de Mercedes, situada a unos 30 Km del lugar donde se ubicará la planta de celulosa.

Temperatura

Los datos presentados a continuación, recogen un promedio histórico de información recopilada entre los años 1979 y 1996. Esta serie arroja un promedio de temperaturas máximas medias del mes más cálido (enero) de 31,1 °C y una mínima media del mes más frío (julio) de 6 °C.

MES	TEMPERATURA MEDIA (°C)	TEMPERATURA MÁXIMA MEDIA (°C)	TEMPERATURA MÍNIMA MEDIA (°C)
Enero	25,3	31,1	18,2
Febrero	23,6	29,9	17,1
Marzo	22,1	27,4	16,5
Abril	17,5	23,1	13,6
Mayo	13,8	19,8	10,0
Junio	11,6	16,4	6,8
Julio	11,2	15,9	6,0
Agosto	13,0	19,3	7,5
Setiembre	14,2	20,0	8,5

Octubre	17,8	23,2	12,0
Noviembre	20,5	25,0	14,5
Diciembre	23,0	29,3	17,0

Vientos

La caracterización de los vientos predominantes en la zona, se basó en la información recopilada durante el período 1946 – 1980 en la estación meteorológica de Mercedes, presentándose en el siguiente cuadro las velocidades medias para cada mes del año, con la dirección predominante del mismo.

MES	VELOCIDAD MEDIA km/hora	DIRECCION
Enero	14	NE
Febrero	14	NE / E-NE
Marzo	14	NE / E
Abril	12	NE
Mayo	10	NE / E-SE
Junio	9	E-NE / E-SE
Julio	9	NE
Agosto	11	NE
Setiembre	9	S / SE
Octubre	11	NE
Noviembre	12	NE
Diciembre	12	E-NE
<i>Media</i>	<i>11</i>	<i>NE</i>

Precipitaciones

Las precipitaciones se caracterizan tanto a nivel regional como nacional, por no presentar una estacionalidad marcada, observándose cierta tendencia a ocurrir mayores precipitaciones en verano dentro del sector NW del país.

La información presentada a continuación, corresponde a la media de las precipitaciones totales mensuales para el período de 1961 – 1996, ocurridas en la estación meteorológica de la ciudad de Mercedes.

MES	MEDIA (mm)	Coefficiente de Variación anual (%)
Enero	105,3	72,8
Febrero	139,2	98,5
Marzo	127,8	58,7
Abril	98,0	58,1
Mayo	83,3	88,9
Junio	61,6	76,5
Julio	66,8	64,8
Agosto	61,5	78,1
Setiembre	80,4	67,2
Octubre	106,1	61,7
Noviembre	91,4	63,8
Diciembre	111,1	72,4
Anual	1.152,9	32,9

Los elevados coeficientes de variación, muestran la alta heterogeneidad de las precipitaciones según el año, ratificando la mencionada ausencia de estacionalidad y relativizando la representatividad del valor medio.

1.1.1.2 Información obtenida en el lugar de emplazamiento

Viento

En la zona en la cual se instalará la Planta de Celulosa, los campos de viento se encuentran altamente influenciados por la presencia semipermanente del anticiclón del Atlántico Sur, con direcciones de viento predominantes del ESE, SE y SSE.

Esta situación se manifiesta principalmente en las estaciones climáticas de primavera y verano, en las cuales los vientos alcanzan velocidades que incluso llegan a 47 Km/h.

En otoño en tanto, la distribución de los vientos se encuentra además afectada por el paso de sistemas frontales, lo que se traduce en corrientes de aire provenientes del NNE y ENE, con velocidades de viento menores a la época de primavera.

Finalmente, se registra una diferencia que no es importante entre las direcciones de viento predominantes diurnas y nocturnas, lo cual da indicios de que la zona no se encuentra influenciada por fenómenos a escala local, como son las brisas mar-tierra.

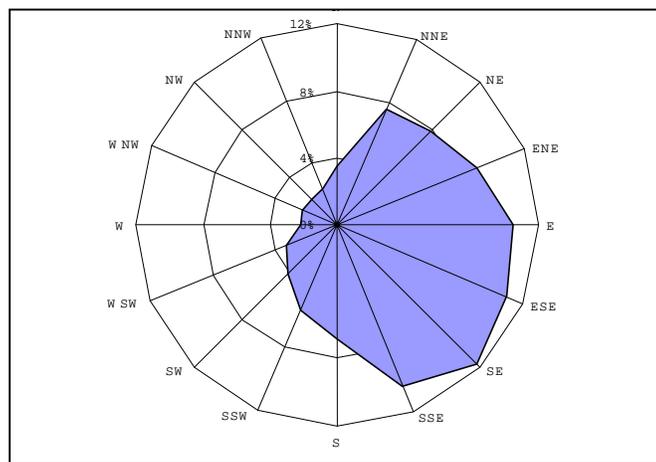


Figura 2
Campos de Viento en M´Bopicuá (22/9/01 – 13/6/02)

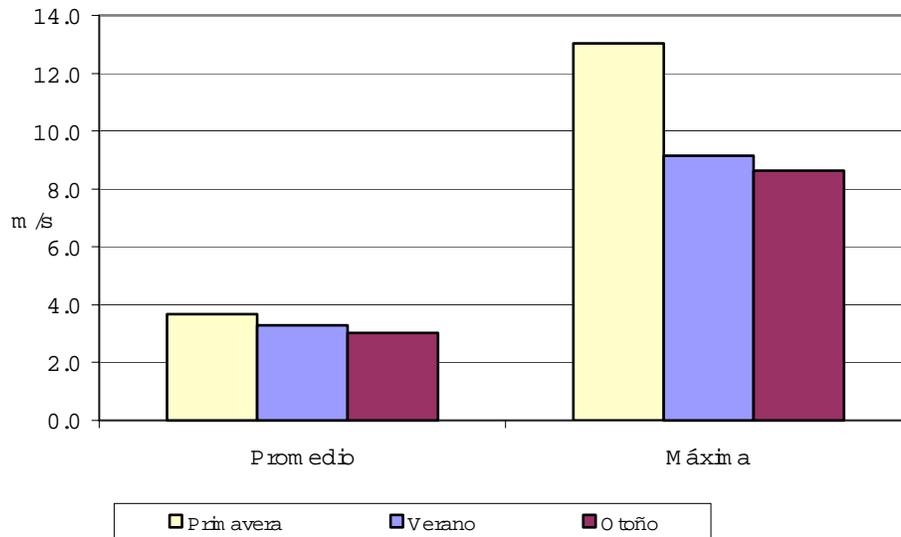


Figura 3
Velocidades de Viento Promedio y Máximas horarias en M´Bopicuá

Temperatura

El ciclo medio diario de temperatura describe una temperatura media mínima de 16°C entre las 7 y 8 de la mañana, horas entre las cuales se produce la salida del sol.

A partir de tales horas, la temperatura aumenta gradualmente hasta alcanzar en promedio los 24°C a las 17:00 horas, hora en la cual el sol comienza su declinación hasta que se produce la puesta de sol, alrededor de las 20:00 horas (punto de inflexión en el gráfico).

Desde la caída del sol la temperatura baja en forma gradual y homogénea hasta las 7:00 del día siguiente, hora en la cual la temperatura alcanza su valor mínimo, previo a la salida del sol.

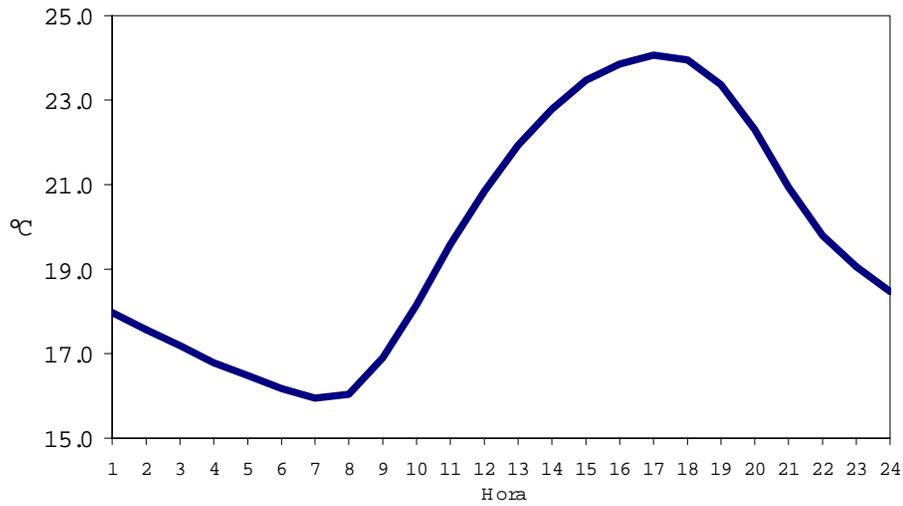


Figura 4
Ciclo Medio Diario de Temperatura en M´Bopicuá [22/9/01–13/6/02]

Radiación Solar

El parámetro de la radiación solar presenta variaciones diarias, debidas a la rotación terrestre (día-noche) como también estacionales, producto del movimiento de traslación de la Tierra (verano-invierno).

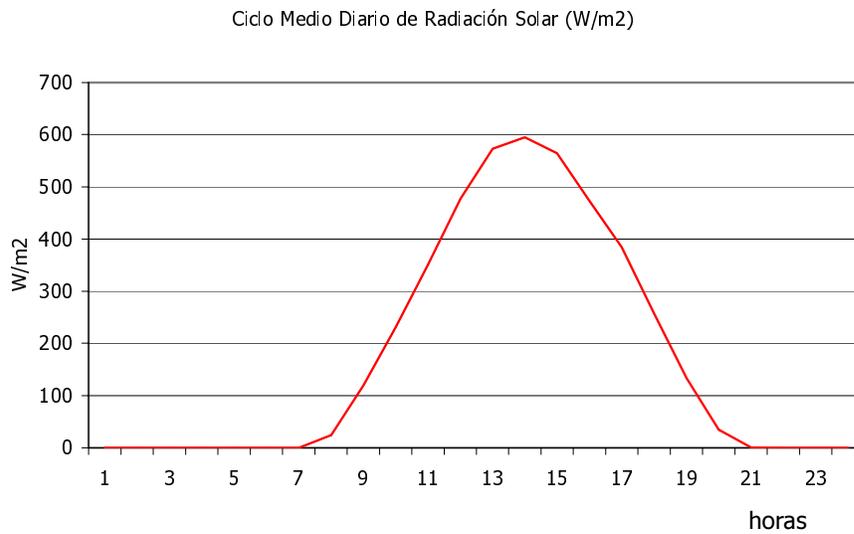


Gráfico 1
Ciclo Medio Diario de la Radiación Solar en Fray Bentos

1.1.2 Calidad del Aire

En cuanto a la calidad del aire, cabe mencionar que el sitio del Proyecto y su área de influencia están insertos en una zona rural, lo cual junto con la ausencia de industrias en el entorno, determinan una excelente calidad del aire en sus niveles basales, es decir, el área se asume sin contaminantes.

1.1.3 Geología

En el contexto geológico regional, el área en estudio se localiza en el Oeste de la cuenca Norte del Uruguay. Se emplaza dentro de un área cratónica, la actual configuración es la resultante de varios episodios tectónicos ocurridos durante el Paleozoico y comienzos del Mesozoico.

La estratigrafía que se reconoce en la región se presenta en la tabla que sigue:

Tabla 1
Estratigrafía

Era	Período	Época	Unidad
Cenozoico	Terciario	Oligoceno	Fray Bentos
Mesozoico	Cretácico	Superior	Asencio
			Mercedes
			Guichón

Se presentan a continuación las principales características de las unidades geológicas en el área de estudio:

Formación Fray Bentos

En general la litología varía de areniscas finas, cuarzosas a cuarzo feldespáticas, limos y limo arcillosos, presentando niveles gravillosos angulosos a subangulosos. La presencia de carbonato de calcio es una característica constante en la misma, hecho el cual fue constatado en la visita a terreno, encontrándose disperso en la matriz bajo la forma de concreciones de hasta 10 cm de diámetro.

En lo que respecta al ambiente depositacional, Preciozzi y col. (1985), consideran que estos sedimentos se han depositado en un clima semiárido, con depósitos eólicos, evidencias de transporte acuático y flujos de barro.

Formación Asencio

Está compuesta principalmente por areniscas de color rosado pálido a blanco, de grano fino, generalmente redondeado, con cemento arcilloso o calcáreo.

Sobre estas areniscas arcillosas, a veces calcáreas, han actuado fenómenos diagenéticos posteriores, provocando la silicificación y ferrificación, siendo este último el más frecuente, conocido como Miembro Palacio.

Formación Mercedes

Las litologías que representan esta formación fueron definidas por Serra (1945), designándolas como Areniscas de Mercedes. Bossi (1966) las jerarquiza a nivel de Formación. Esta unidad no aflora en el área de estudio.

1.1.4 Geomorfología

Esta zona corresponde desde el punto de vista geomorfológico (D. Panario, 1986), a la Cuenca Sedimentaria del Litoral Oeste, cuyo origen está vinculado a la fosa tectónica cretácea. Esta fosa que dio origen en este caso a una cuenca en la que se depositaron espesores importantes de areniscas eólicas y fluviales de dicha edad. Estas fueron recubiertas por sedimentos cenozoicos, limosos o arenosos muy finos, casi siempre calcáreos.

Las formas del paisaje correspondientes a esta Cuenca varían desde lomadas suaves o fuertes hasta relieves tabulares rodeados por escarpas.

El área de Proyecto se caracteriza por lomadas suaves, comúnmente asociadas a sedimentos terciarios.

1.1.5 Edafología

De acuerdo a la Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay (Dirección de Suelos y Fertilizantes - Ministerio de Agricultura y Pesca, 1976), los suelos de la zona de estudio

forman parte de la Unidad Fray Bentos, unidad integrada por Brunosoles Éútricos Típicos y Háplicos.

Los Brunosoles Éútricos son suelos caracterizados por una buena estructura, generalmente granular en el horizonte superficial y de bloques medianos en el subsuperficial.

De acuerdo a los análisis de suelos realizados sobre la Unidad Fray Bentos en las proximidades del río Uruguay (Ing. Agr. Artigas Durán – Los Suelos del Uruguay), los Brunosoles Éútricos identificados en estas áreas, son de menor desarrollo, tanto en espesor como en diferenciación textural respecto al resto de los Brunosoles Éútricos. Si bien se caracterizan por una alta fertilidad, poseen limitaciones productivas asociadas a su escasa profundidad y al riesgo de erosión que presentan bajo cultivo.

1.1.6 Hidrología superficial

1.1.6.1 Antecedentes generales

El escurrimiento superficial de la zona está incluido dentro de la cuenca del río Uruguay, con los aportes de las subcuencas de los arroyos Las Cañas y M´Bopicuá respectivamente.

El área de afectación de la planta industrial quedará incluida dentro de la cuenca del arroyo M´Bopicuá, afluente del río Uruguay, perteneciendo en consecuencia a dicha cuenca. El área total de la misma es de, aproximadamente, 350.250 Km² y una extensión de 1.600 Km, incluyendo territorios de Argentina, Brasil y Uruguay.

1.1.6.2 Río Uruguay y su cuenca

El río Uruguay es el segundo sistema fluvial en importancia de la Cuenca del Plata, con un desarrollo fluvial de 1.600 Km, entre sus nacientes y su desembocadura en el Río de la Plata.

Tiene sus orígenes en territorio brasileño, en la Serra Geral, donde toma el nombre de río Pelotas, a aproximadamente 1.800 m de altura sobre el nivel del mar.

El mayor tributario es el río Negro, con aproximadamente 500 Km de desarrollo y que desemboca en el río Uruguay a menos de 100 Km del estuario del Plata. Luego de la

confluencia con el río Negro, el Uruguay amplía su ancho a unos 6 a 10 Km y se convierte, virtualmente, en una extensión del río de la Plata.

Sobre el río Uruguay, aguas arriba de la ciudad de Concordia se encuentra la presa de Salto Grande, aprovechamiento hidroeléctrico que eroga caudales variables durante el día. El recorrido del río Uruguay desde la Presa de Salto Grande hasta la ciudad de Fray Bentos es de aproximadamente 248 Km.

La serie histórica total de caudales diarios, que se inicia en 1898, considera dos etapas: a) los escurridos en la estación Concordia hasta 1978 y b) a partir de 1979, debido a la construcción del Aprovechamiento de Salto Grande.

Los extremos de la serie total observada revelan un caudal mínimo de 103 m³/s, con fecha 4/2/45 y un caudal máximo de 35.545 m³/s, el 16/4/59.

La serie de caudales medios diarios desde la existencia de la represa de Salto Grande y erogados por la presa tiene un máximo de 29.555 m³/s (22/07/1983) y un mínimo de 284 m³/s (19/03/91), siendo el caudal módulo de 5.663 m³/s. Los caudales medios mensuales erogados son (serie 1980-2000): 2.855 m³/s (enero), 4.263 m³/s (febrero), 4.054 m³/s (marzo), 6.574 m³/s (abril), 6.910 m³/s (mayo), 7.109 m³/s (junio), 7.281 m³/s (julio), 6.011 m³/s (agosto), 5.254 m³/s (setiembre), 7.419 m³/s (octubre), 6.692 m³/s (noviembre) y 3.156 m³/s (diciembre), lo que representa un caudal promedio anual de 5.631,5 m³/s.

El río presenta, a la altura del lugar de emplazamiento de la planta, las islas Abrigo, Caballada Oeste y Caballada Este, las cuales dividen el caudal, haciendo pasar poco más de la mitad del mismo por el lado uruguayo.

El área de la cuenca hasta Fray Bentos es de 67.900 Km², según el anuario hidrológico editado por la Dirección Nacional de Hidrografía del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (ROU).

Con el objetivo de establecer las condiciones generales del escurrimiento del río, se realizó un estudio de hidrodinámica en el tramo comprendido aguas arriba del paso de Tres Cruces (aproximadamente Km 119 del canal de navegación) y aguas abajo del balneario Las Cañas (aproximadamente Km 88 del canal de navegación).

1.1.6.3 Arroyo M´Bopicuá y su cuenca

El cauce principal del arroyo M´Bopicuá se ramifica en dos tramos de gran longitud, uno de los cuales se continúa como el arroyo M´Bopicuá, siendo la longitud del cauce del Arroyo M´Bopicuá 6,8 km y 7,4 km la longitud del cauce principal.

El cauce de este arroyo se ensancha en el último tramo antes de la desembocadura en el río Uruguay, con niveles condicionados al de éste último, debido a un escurrimiento en régimen subcrítico, característico de los principales cursos de agua del Uruguay.

Se pudo verificar en recorrida por el área, la topografía de pendientes pronunciadas, lo cual determina un rápido escurrimiento del agua superficial hacia las cañadas cuyo trazado queda bien definido. A su vez, las fuertes pendientes hacia el cauce del arroyo determinan que no existan grandes planicies de inundación. La pendiente media de la cuenca es de 4,6%, presentado el Arroyo una pendiente del cauce de 0,4%.

El área de esta cuenca es de 2.504 hectáreas, con un perímetro de parte- aguas de 20,4 Km. Para delimitar la cuenca de aporte es necesario identificar los parte aguas, o sea las zonas altas que separan dos cuencas, lo cual se muestra en el siguiente mapa.



 Límite de la cuenca del arroyo M´Bopicuá

Cuenca del Arroyo M´Bopicuá

El volumen medio de agua que escurre en un año está estimado en 8 millones de metros cúbicos, lo que permitiría embalsarlo para su utilización en riego u otro tipo de actividades que demanden este bien.

El flujo base del cauce principal es de aproximadamente 5 L/s, lo que garantiza un escurrimiento continuo en toda época del año. Por su parte el caudal máximo esperable es de 53 m³/s.

1.1.7 Hidrogeología

Para el análisis de la hidrogeología de la región, se realizó una fotointerpretación del área a escala 1:20.000, teniendo en cuenta morfología, textura y tono de la foto. A partir de ésta se pudieron separar diferentes elementos geológicos.

Se consideraron separadamente las tres unidades geológicas descritas en el punto 1.1.3 Geología, del presente capítulo, como unidades con propiedades hidrogeológicas diferentes que presentan las características que se describen siguientemente.

Unidad hidrogeológica Fray Bentos

Esta se desarrolla fundamentalmente en el litoral Oeste del país, su potencia varía entre los 30 a 50 metros, siendo un acuífero de baja productividad, el caudal promedio no supera los 2 m³/h, en cuanto a su calidad presenta valores de residuo seco superiores a 500 mg/L, y elevada dureza.

En la zona de trabajo esta unidad presenta una potencia del orden de los 15 metros.

Unidad hidrogeológica Asencio

Acuíferos de extensión local a semiregional; generalmente libre. Constituidos por areniscas de granulometría variable, de fina a media, generalmente consolidadas. Permeabilidad media a baja; ocurren lentes arcillosos, episodios de ferrificación y silicificación que la afectan. Profundidad de los pozos no mayor de 100 m.

La potencia de la unidad Asencio es variable entre 10 y 40 m, la cual presenta mejores perspectivas como acuífero en la región en estudio. Los caudales promedio oscilan entre los 4 a 5 m³/h, existiendo perforaciones secas debido a la anisotropía de la unidad acuífera.

Unidad hidrogeológica Mercedes

La potencia máxima reconocida a través del estudio de perforaciones es de 80 m en la ciudad Young, Dpto. de río Negro, siendo la principal unidad hidrogeológica de la región.

En cuanto a su productividad se pueden esperar caudales mayores a los 10 m³/h como término promedio, alcanzando en casos donde presenta un desarrollo importante los niveles de granulometría mayor, caudales del orden de los 100 m³/h.

En general presenta valores de residuo seco de 450 mg/L y dureza de 200 mg/L.

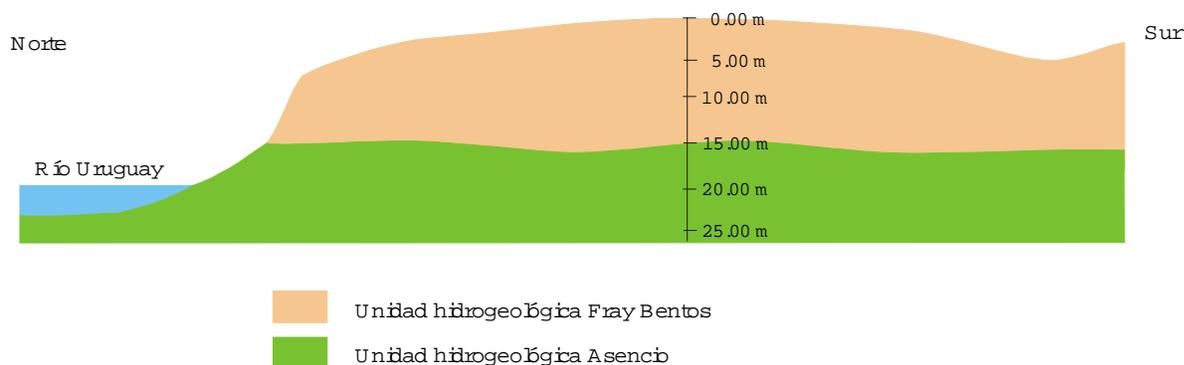


Figura 5
Esquema hidrogeológico del área de M´Bopicuá

Se define la vulnerabilidad a la contaminación de un acuífero, como las características intrínsecas del mismo que determinan su sensibilidad a ser adversamente afectado por una carga contaminante. La incidencia ambiental de esta carga contaminante, estará en función de la concentración, movilidad y persistencia, así como de la carga hidráulica que vehicula al agente. La misma puede ser natural, por ejemplo las precipitaciones o artificial tales como lagunas de oxidación, sistemas de riego, canales o tajamares.

Una interpretación conceptualmente más amplia, engloba además no sólo al medio físico portador del acuífero, sino que también incluye el medio suprayacente al propio acuífero, o sea la zona no saturada del perfil geológico y el suelo.

Las principales características del medio físico que atenúan los efectos de los contaminantes son la composición mineralógica, textura, estructura, propiedades físico-químicas, continuidad hidráulica del sistema y grado de confinamiento del acuífero.

Estas componentes actúan immobilizando, atenuando, retardando y diluyendo las cargas contaminantes. En el tránsito por el medio físico de los contaminantes se producen procesos complejos que comprenden la filtración, dilución, sorción, intercambio iónico, formación de complejos, precipitación, hidrólisis y transformaciones bioquímicas.

Zona no saturada

La zona no saturada del perfil geológico es aquella que no está permanentemente saturada de agua, por tanto la carga hidráulica no es permanente.

Considerando que el relieve en el área es ondulado, con lomas alargadas o redondeadas pero siendo en algunos casos la topografía pronunciada, con laderas de 6 a 8% de pendiente, las características del escurrimiento de agua se le puede asignar a la gran mayoría del área no saturada el carácter de baja vulnerabilidad intrínseca, ya que presenta una alta capacidad de atenuación de las sustancias o compuestos extraños al medio natural.

Zona saturada

La zona saturada del perfil geológico es aquella que tiene una permanente presencia de agua y puede constituir un acuífero.

Si bien a estas superficies muy restringidas en lo que es el total del área considerada, se le asigna el carácter de moderada vulnerabilidad intrínseca (Figura N° 6).

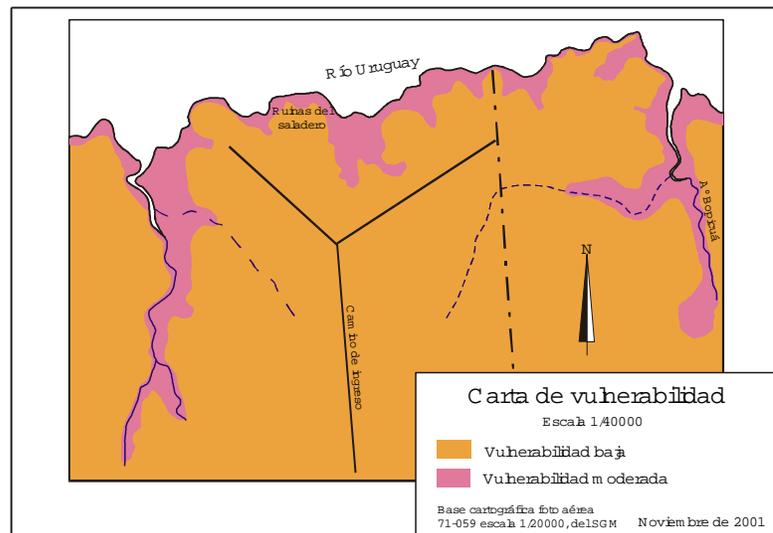


Figura 6
Carta de vulnerabilidad del área de M' Bopicuá

1.1.8 Calidad de Aguas

Las aguas del río Uruguay, curso de agua ya caracterizado en el presente documento, actuarán como receptoras del efluente tratado de la planta de "Celulosas de M´Bopicuá". En ese contexto se procedió a realizar una catacterización de las mismas, para determinar los valores que alcanzan en la actualidad, los parámetros de "Calidad de Aguas" definidos por la legislación aplicable al Proyecto.

En setiembre del año 2001, se efectuó el relevamiento de campo, verificando la morfología del cuerpo receptor, los cursos de agua aportantes y los usos a que se ve afecto a lo largo de un tramo de 27 km.

Dicho relevamiento permitió concluir que el área de influencia directa del Proyecto, para el tema calidad de aguas, debe considerar el tramo comprendido entre la desembocadura del arroyo M´Bopicuá y 2 Km. aguas abajo del Balneario Las Cañas. Esto es debido a que el arroyo M´Bopicuá es el aporte de aguas más cercano al Proyecto en la dirección aguas arriba y el balneario es la zona de uso recreativo más relevante aguas abajo.

1.1.8.1 Campañas de Muestreo del Cuerpo Receptor

Se procedió a definir la ejecución de un Programa de Caracterización de las aguas superficiales del río Uruguay, estableciendo los puntos de muestreo que consideren zonas de concentración urbana, usos, descargas, etc. y que permitan obtener un diagnóstico global de la calidad del río.

El programa de muestreo se desarrolló en dos campañas consecutivas desarrolladas entre el 11 y 14 de octubre de 2001, las que permitieron una buena aproximación de la calidad de las aguas.

Para poder evaluar la calidad de las aguas del río, conforme a los criterios indicados anteriormente, se efectuó un análisis conforme a los parámetros establecidos por la Comisión Administradora del Río Uruguay, como en el Decreto 253/79, para los diferentes usos del cuerpo de agua correspondiente a cada norma.

A pesar de que el proceso productivo trabajará con blanqueo por dióxido de cloro, se consideró apropiado contemplar el análisis de AOX – DIN tanto aguas arriba del posible punto de descarga (blanco), como a lo largo del área de influencia del cuerpo receptor.

Las muestras fueron tomadas los días 11 y 13 de octubre del año 2001, siendo posteriormente analizadas en un laboratorio de contrastada experiencia en este tipo de análisis.

1.1.8.2 Resultado de los Análisis

Una vez desarrolladas las campañas y obtenidos los resultados pertinentes, se compararon estos con los estándares definidos por la normativa aplicable.

Los análisis realizados a las muestras de agua tomadas en el río Uruguay en la zona de influencia del Proyecto, revelan la existencia en varios parámetros, de valores que superan los niveles máximos definidos por la normativa aplicable, en los diferentes usos en que la misma clasifica al río. El caso más notorio es el del parámetro "Coliformes Fecales", para el cual los valores hallados superan en varios tramos del río los máximos permitidos (máximo valor en muestreo encontrado aguas abajo del arroyo Las Cañas). Asimismo, las concentraciones detectadas de hierro y nitrógeno amoniacal están por encima de los estándares permitidos para los diferentes usos de cuerpo de agua.

Existen otros parámetros como cadmio, cianuro, compuestos fenólicos, mercurio y aceites y grasas, cuyos límites de detección se encuentran por encima de los estándares definidos en la normativa aplicable.

Con respecto al resto de los parámetros estudiados, los valores hallados están dentro de lo establecido por la normativa establecida.

1.1.9 Ruido

1.1.9.1 Área de Influencia del Proyecto

El área de influencia directa (AID) del Proyecto "Celulosas de M´Bopicuá" respecto de la variable Ruido, se define considerando la extensión de la zona en la cual se percibirán los niveles de presión sonora producto del Proyecto.

De esta manera, a partir de los relevamientos de campos realizados en la zona, se determinó que el AID del Proyecto corresponde a un radio de 1.500 metros.

1.1.9.2 Niveles de Presión Sonora

Metodología

Para la determinación de los Niveles de Presión Sonora de Línea de Base, se utilizó la metodología definida por la Norma Chilena, DS 146/97 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia.

Para ello, se realizó un recorrido inicial a la zona de emplazamiento del Proyecto, en el que se identificaron las zonas sensibles respecto de los niveles de ruido a ser emitidos.

A partir de la información obtenida y dadas las características de la zona de emplazamiento del Proyecto, se definió un punto representativo de las zonas sensibles ubicadas al interior del Área de Influencia, para lo cual se utilizaron los siguientes criterios:

- Que el punto receptor fuera representativo de las distintas zonas contempladas en los instrumentos de planificación territorial.
- Que el punto se ubique en una zona sensible, es decir lugares en los que existan edificios destinados a vivienda, casas de habitación, hospitales, escuelas, hogares de ancianos, entre otros.
- Que sea representativo de los niveles de ruido esperados en cualquier punto del área de influencia.

Definido el punto de medición, se determinó el nivel de ruido existente en el horario diurno, utilizando el siguiente procedimiento.

- El equipo fue calibrado en forma previa a la toma de mediciones, de acuerdo a la metodología estipulada por el fabricante.
- En el punto de medición, el equipo fue montado sobre un trípode a una altura de 1,2 metros sobre el nivel del suelo.
- El equipo fue ubicado a más de 3,5 metros de paredes, construcciones u otras estructuras reflectantes.
- Se utilizó el filtro de ponderación A y la respuesta lenta del equipo.
- En el punto se realizó una medición de 30 minutos anotando cada 5 minutos los niveles NPS_{eq} o Leq (nivel de presión sonora constante en dB (A) que, en el mismo intervalo de tiempo contiene la misma energía total que el ruido medido), NPS_{mín} (nivel mínimo del nivel de presión sonora) y NPS_{máx} (nivel máximo del nivel de presión sonora), de acuerdo a lo establecido en la metodología.

- A partir de los niveles de ruido medidos en terreno se determinó el NPSeq utilizando la metodología de evaluación definida en el D.S. N° 146/97.

Niveles de Ruido Medido

Se presenta en la siguiente Tabla los datos relevados durante la medición:

Tabla 13
Resultados de la medición de Ruido en la zona de M´Bopicuá

DIA					
Medida	Leq	NPSMáx	PEAK	$10^{(Leq/10)}$	Promedio
1	57,1	60,8	146,3	512.861	
2	59,0	63,7	145,8	794.328	
3	59,1	71,5	147,4	812.830	
4	64,6	72,4	149,2	2.884.031	
5	59,3	67,0	143,3	851.138	60,7
6	59,0	64,3	150,8	794.328	
7	56,1	62,9	144,3	407.381	
8	55,8	64,8	146,9	380.189	
9	52,7	61,4	144,8	186.209	
10	57,2	65,1	146,6	524.807	59,1

El resultado promedio obtenido en la medición realizada en el punto identificado en la sección anterior es de 59,1 Leq Día , dato calificado como standard para el tipo de área de la que se trata.

1.2 Ambiente Biótico

1.2.1 Flora y Vegetación

La caracterización de la vegetación de la zona de emplazamiento de la Planta, se realizó en base a la información bibliográfica disponible y a los relevamientos de campo realizados.

El área de emplazamiento de la planta de celulosa, dentro del predio M´Bopicuá, desde un punto de vista biogeográfico se halla comprendida dentro de la Provincia Pampeana (Cabrera y Willink, 1973), Pampas Uruguayas (Udvardy, 1975), Sabanas del Uruguay (Dinerstein et al., 1995) con localizaciones definidas del Chaco Húmedo del mismo autor.

Dentro de la superficie destinada al Proyecto, el área ocupada por especies de tipo leñoso es muy pequeña, siendo la mayor parte de la superficie interesada en el emplazamiento de la planta de “Celulosas de M´Bopicuá”, campo cultivado.

En la actual terminología forestal empleada en el Uruguay, a estas formaciones vegetales de tipo leñoso se las identifica como Monte de parque, Algarrobal, Monte espinoso del litoral. Varían desde una pradera arbolada hasta un bosque denso (Brussa, García y Sans, 1999).

Se trata de comunidades subxerófilas compuestas por algunas especies caducifolias en su mayoría espinosas. *Prosopis nigra* (Algarrobo), *P. affinis* (Ñandubay), *Acacia caven* (Espinillo), *Parkinsonia aculeata* (Cina cina), *Aspidosperma quebracho-blanco* (Quebracho blanco), *Geoffroea decorticans* (Chañar), *Trithrinax campestris* (Palma caranday) son algunas de las especies más características.

Se trata de comunidades con muy buena capacidad de regeneración y colonización de nuevas áreas, principalmente a partir de los espinillos en una etapa inicial de sucesión.

Existe además un marcado aporte de vegetación subtropical proveniente del Dominio Amazónico que ocupa las márgenes del río Uruguay y los tramos finales de sus afluentes.

Las principales características florísticas y fisonómicas de esta formación leñosa son las siguientes:

- a) Selva marginal subtropical

- b) Intrusiones relativamente modernas
- c) Zonificación de especies condicionadas por su adaptación al aumento de latitud
- d) Abundancia de lianas y epífitas
- e) Abundancia de herbáceas asociadas en sotobosque
- f) Exclusiva área de ocurrencia de algunas especies en el territorio uruguayo

En el área de referencia existen especies vegetales cuyas áreas naturales de ocurrencia se encuentran en las proximidades de sus límites, oriental (para las chaqueñas) o sur (para las paranaenses). Además de las comunidades anteriormente descritas, se identifican las siguientes:

- Leñosas constituidas por especies introducidas, tanto en parquizaciones como en estado subespontáneo, principalmente en el área del saladero.
- Leñosas arbustivas y subarbustivas, generando formaciones con neto predominio de sufrútices (chircales).
- Herbáceas, asociadas a áreas de praderas, rastrojos y cultivos en campos bien drenados.
- Herbáceas asociadas a zonas de drenaje imperfecto.
- Herbáceas localizadas en márgenes del río Uruguay y afluentes.
- Herbáceas halófilas asociadas a los blanqueales.

1.2.2 Fauna Terrestre

La caracterización de la fauna presente en la zona de M´Bopicuá, se llevó a cabo tomando como base información bibliográfica existente (tanto sobre el predio, como a nivel del departamento de Río Negro), datos revelados por técnicos a nivel zonal (no publicados), así como datos relevados en el mismo predio.

Un aspecto a ser tenido en cuenta es que la presencia de fauna está condicionada por las áreas vecinas, por lo cual una parte no exactamente cuantificable, pero seguramente importante de las especies, llegan a la zona donde se pretende construir la planta de celulosa desde zonas aledañas.

Dentro de los ambientes representados en el área del Proyecto, los que funcionan como refugio y zonas de cría no son los que se ubican en la zona donde se emplazará la planta, sino por el contrario, son aquellos más cercanos al río Uruguay, con vegetación de mayor porte y en un estado más cercano al natural.

El predio en que se proyecta instalar la planta de celulosa, funciona actualmente como sitio de alimentación para algunas especies comunes.

En ocasión del relevamiento de campo, se detectó la presencia de 4 especies de anfibios, 2 de reptiles, 76 aves y 12 mamíferos en el predio en su conjunto. Las especies mejor representadas en la zona de emplazamiento del Proyecto son especies comunes o bastante comunes.

En el caso de los anfibios y reptiles se planteó la dificultad de su difícil detección ya que la época del año en que se realizó el muestreo, correspondía a un momento en el que desarrollan poca actividad.

Los mamíferos fueron determinados empleando el registro de huellas, fecas y construcciones.

Las especies encontradas directamente en la superficie en la que se proyecta el emplazamiento de la planta fueron 21 aves y 4 mamíferos. Ninguna de estas especies fue considerada con problemas de conservación.

En conclusión, cabe destacar que desde el punto de vista de la fauna de tetrápodos, el sitio específico no presenta valores de importancia.

1.2.3 Fauna Íctica

En el río Uruguay se encuentran descritas más de 150 especies de peces. El río se encuentra incluido en la región biogeográfica guayano-brasileña, dentro de ella en la provincia de paranoplatense cuyo límite sur es el río de la Plata. Entre el río Uruguay y el Paraná existe una gran concordancia entre la ictiofauna, pudiendo afirmarse que las especies predominantes pertenecen a los órdenes *Characiformes* y *Siluriformes* (Ringuelet, 1975).

Las *caraciformes* incluyen peces con tamaños que van desde pequeñas mojarras hasta los dorados de 30 Kg de peso; otras especies que pertenecen a este grupo son por ejemplo las pirañas, las bogas y los dientudos. Dentro de los *siluriformes* se encuentran peces con un rango mayor de tamaño que los del grupo anterior. Las viejas de agua son el grupo más numeroso dentro de este orden, que junto a los bagres y armados constituyen peces de fondo. Otros ejemplos de siluriformes son el surubí y el patí, ambos carnívoros y de gran importancia pesquera.

Se encuentran además peces de la clase de los *Condrictios*, tales como las rayas de río y otros peces óseos pertenecientes a las órdenes *Clupeiformes* (lacha, sardina de río), *Mugiliformes* (lisa), *Atheriniformes* (pejerreyes) y *Perciformes* (corvinas, cabeza amarga y lenguados) (Sverlij, et.al., 1998).

Dentro del área de estudio, la especie que presenta mayor biomasa es el sábalo; esta especie reviste importancia en pesquerías comerciales, la elaboración de harina y aceite y el consumo directo (Sverlij, et.al., 1998). Otros peces migratorios de importancia comercial y deportiva en el área son la boga, el dorado y el patí.

1.3 Ambiente Antrópico

1.3.1 Ambiente Demográfico

En este apartado se describen características generales del ambiente demográfico, a nivel departamental, en el que se insertará el emprendimiento “Celulosas de M´Bopicuá”.

Esta caracterización, aunque general, permite hacer una aproximación interesante de la evolución y la situación actual del Departamento de Río Negro, en cuanto a descripción de su población y sus actividades económicas.

El departamento de Río Negro es uno de los departamentos del país con menor población y de más baja densidad de habitantes por kilómetro cuadrado de acuerdo al VII Censo de Población, III de Hogares y V de Viviendas de 1996.

De acuerdo a esta misma fuente, cuenta con una población total de 51.700 habitantes, de los cuales 26.600 son hombres y 25.100 mujeres.

Esta cifra ascendería a los 54.563 habitantes a la fecha del 30 de junio de 2001, en función de los cálculos de Proyección de la Población Total y Departamental por Sexo y Edad del período 1996 – 2010, realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas.

Analizando el período de tiempo 1985-1996, se puede destacar una tasa de crecimiento positiva de la población total del departamento. Explicada fundamentalmente por el incremento de la población urbana y a expensas de un marcado descenso de la población rural, la cual pasa de representar un 21,2 % del total en 1985 a un 15,9% en 1996.

Esta tasa de crecimiento positiva de la población total del departamento, es acompañada de una evolución positiva de nacimientos registrada para este mismo período, aún cuando

al considerar un período de tiempo más amplio, esta tendencia positiva en el número de nacimientos, desaparece.

Analizando la evolución de la población total entre los censos de 1985 y 1996 según Sección Censal, observamos que las secciones que presentan los mayores aumentos de población, son aquellas en donde se encuentran las ciudades de mayor tamaño del departamento.

Este dato es consistente con el de las variaciones intercensales de población de las diferentes localidades que aparecen en el siguiente cuadro:

Variación de población total del departamento y según localidades entre 1985 y 1996

	1985	1996
LOCALIDADES		
Fray Bentos	19.862	21.960
Young	12.249	14.565
Nuevo Berlín	2.097	2.366
San Javier	1.461	1.358
Algorta	511	705
Barrio Anglo	273	664
Grecco	578	554
Población rural	11.613	9.535
POBLACIÓN TOTAL DEL DEPARTAMENTO	48.644	51.707

La tasa de migración neta del departamento de Río Negro, es decir la diferencia entre inmigración y emigración, ha sido para el período 1991 – 1996, de - 22,53 por mil. Esta tasa negativa concuerda con la mayoría de los departamentos del interior para este período (exceptuando San José, Maldonado y Canelones).

El nivel educativo de la población, ha tenido en el departamento de Río Negro una evolución favorable en el último período intercensal. El porcentaje de analfabetismo ha descendido de una tasa de 5,9% en 1985 a 4,4% en 1996, manteniéndose sin embargo, en un valor superior a la media nacional. Esto concuerda con los datos correspondientes a los niveles de instrucción alcanzados dentro de la población mayor o igual a 18 años de edad (Tabla 14).

Tabla 14
Nivel de instrucción alcanzado

NIVEL DE INSTRUCCIÓN ALCANZADO (*)	PORCENTAJE DE POBLACIÓN DE 18 O MÁS AÑOS DE EDAD					
	1985			1996		
	Total	Área urbana	Área rural	Total	Área urbana	Área rural
TOTAL	100	100	100	100	100	100
Sin instrucción	7	6	9	3	3	6
Primaria	59	56	70	53	51	65
Media	29	33	18	37	39	24
Superior	5	5	3	7	7	5

(*) Completo o incompleto

La población económicamente activa (P.E.A.) del departamento de Río Negro, ha registrado un aumento de 15,4%, pasando de 17.646 personas en 1985 a 20.363 en 1996. Este porcentaje se halla conformado por un crecimiento de un 28,1% en las áreas urbanas y una disminución de la P.E.A. en las áreas rurales de 11,1%.

Dentro de la P.E.A., se destaca una disminución del peso de los empleados y obreros públicos a favor de los privados y de los trabajadores por cuenta propia en los últimos años.

Este crecimiento intercensal de la P.E.A., se encuentra acompañado de un crecimiento de 51,4% a 54,7% de la tasa de actividad para el mismo período. Esta tasa se calcula como el cociente entre el número de personas económicamente activas y el de personas de 14 años o más de edad.

Este crecimiento de la tasa de actividad, es debido al fuerte crecimiento de la tasa de actividad femenina, que pasa de 27,% a 41%. Mientras que la tasa de actividad masculina permanece prácticamente constante (72,9% en 1985 y 72,7 en 1996).

La tasa de empleo total es un indicador del número de personas ocupadas respecto a la población de más de 13 años de edad. Para Río Negro durante el primer semestre de 1998, fue de 49,6%, una de las más bajas del país.

El comportamiento de ésta desde 1993 a 1998, ha sido diferente según sexos, mientras la masculina ha descendido, la femenina ha crecido.

La evolución del desempleo en Río Negro desde 1987 a 1996 ha demostrado una tendencia al aumento. Si bien entre 1996 y 1997 se registra una importante disminución del

desempleo, en el primer semestre de 1998 el desempleo total alcanzó valores de 15,7%, siendo 43,9 semanas, la duración promedio de búsqueda de empleo para este mismo año.

Esta tendencia positiva de la tasa de desempleo, ha determinado un aumento del "autoempleo", conformado fundamentalmente por un aumento en la actividad comercial de pequeña escala y la oferta de empleos eventuales especialmente en la construcción.

Respecto a la distribución de la P.E.A., por sectores de actividad económica, se observa una disminución del sector primario (ganadería, agricultura, silvicultura y minería) a favor del sector terciario (actividades comerciales, transporte y servicios gubernamentales, sociales y personales). Esto es consistente con los valores de las tasas de desempleo según sectores de actividad, registrándose la más alta en el sector primario y la más baja en el terciario.

Este descenso del sector primario se produce a pesar de los crecimientos registrados en actividades como la silvicultura y extracción de la madera, fundamentalmente por el descenso de la cantidad de personas en las actividades ganaderas, agrícolas y de servicios prestados al agro.

El crecimiento en sector terciario se explica fundamentalmente por el importante crecimiento de las actividades comerciales, de restaurantes y hotelería – que han incorporado en conjunto más de 880 personas entre 1985 y 1996 – así como de las actividades financieras y de servicios brindados a las empresas.

Dentro del sector secundario, sub sectores como la fabricación de alimentos y la fabricación de muebles de madera se caracterizaron por un crecimiento en la P.E.A., a diferencia de la disminución registrada en la industria textil y de confección de ropa.

1.3.2 Actividades económicas

Se describen a continuación las actividades económicas más importantes del departamento en el que se emplazará el Proyecto, comparando al mismo tiempo la realidad departamental con la realidad nacional.

La forestación es uno de los rubros que ha tomado mayor relevancia en los últimos años en la zona, teniendo una perspectiva de desarrollo muy promisorio.

En Río Negro se concentran las mayores áreas forestadas del país, siendo más de 60.000 ha, en su mayoría bosques de Eucalyptus que se encuentran concentrados en las zonas de

prioridad forestal, contando con la ventaja de la cercanía del puerto de Fray Bentos, por donde se exporta la madera convertida en rollo a Europa.

Los emprendimientos forestales se han desarrollado al amparo de la Ley 15.939 de 1987 (Ley Forestal), dando una nueva alternativa de aprovechamiento, a tierras poco aptas para la agricultura, ya sea por sus características propias o debido a su degradación.

El análisis comparativo de los dos últimos Censos Agropecuarios del MGAP (1990 y 2000), muestra que el sector forestal es el único sector productivo, que tanto a nivel zonal, departamental, como nacional, ha tenido una evolución positiva en el porcentaje de explotaciones que cuentan con esta actividad como fuente principal de ingreso.

Esto está de acuerdo con el aumento de la superficie forestada bajo proyecto en el Uruguay, la cual aumentó de 86.000 hectáreas en 1992 a 454.000 en 1999.

Analizando el mismo período de tiempo, se observa que los otros sectores productivos que presentan un crecimiento en el Departamento de Río Negro son el lechero y el de producción de carne.

Esto se encuentra determinado por el aumento del número de explotaciones que presentan bovinos de leche y bovinos de carne como rubro principal.

Sin embargo, en el área del Proyecto no se observa una evolución significativa en ninguno de estos dos sectores.

La producción ovina registra a nivel nacional una disminución importante en cuanto a la cantidad de existencias. Pasando de unos 25 millones de lanares en 1992 a aproximadamente 14,5 millones en 1999.

El departamento de Río Negro no escapa a esta tendencia nacional, registrando una disminución del 60% dentro del stock ovino entre estos dos años.

Otro sector que registró un importante descenso desde el punto de vista productivo, es el agrícola, registrándose una disminución en el porcentaje de explotaciones que presentan esta actividad como rubro principal, tanto a nivel zonal, departamental como nacional (fundamentalmente en el Litoral y Sur del país). Siendo el arroz el único cultivo que escapa a esta tendencia general de la agricultura, aumentando el área sembrada un 40% desde 1992 a 1999.

El número de explotaciones principalmente hortícolas, se ha mantenido relativamente constante tanto en la zona como en el departamento entre los años 1990 y 2000. Lo cual

coincide en líneas generales con lo acontecido en el ámbito nacional en el período de tiempo mencionado.

Otro sector de importancia económica para la región es el turístico, fundamentalmente por la presencia del Balneario Las Cañas, situado 8 Km aguas abajo de la ciudad de Fray Bentos.

El comportamiento del turismo en este punto, no escapa de la evolución registrada a nivel nacional en este sector.

En este sentido, la evolución del turismo receptivo ha tenido en los últimos 60 años un comportamiento creciente y notoriamente oscilante, registrándose una disminución continua desde el año 1997.

Balneario Las Cañas

El balneario Las Cañas surgió como paseo de los pobladores de Fray Bentos y creció a impulso de su camping municipal.

La actividad turística en Las Cañas se concentra básicamente en los meses del verano. En esa época del año, los visitantes son atraídos por sus características playas de arenales blancos y una disponibilidad de infraestructura, conformada por amplios espacios para camping, numerosas casas, bungalows y cabañas para alquilar.

El balneario suele albergar entre 15.000 – 18.000 personas los fines de semana de época estival. Si bien la mayor parte de estos visitantes proviene de las ciudades más próximas (Fray Bentos y Mercedes), existe una importante afluencia de turistas argentinos (principalmente de Gualeguaychú y Buenos Aires).

1.3.3 Medio Ambiente Construido e Infraestructura

La planta de celulosa se montará dentro del establecimiento M´Bopicuá, cuya entrada se encuentra temporalmente ubicada a la altura del kilómetro 300 de la ruta Nacional N° 2.

Estará situada a una distancia aproximada de 2,5 Km del casco del establecimiento M´Bopicuá, en dirección Este.

En la actualidad se está construyendo lo que será la vía de acceso definitiva, una carretera de 7 Km de largo, cuyo punto de origen es la intersección de las rutas N° 2 y N° 24, que unirá la planta de “Celulosas de M´Bopicuá” a la red vial nacional.

También en el establecimiento M´Bopicuá, pero en la zona costera, se llevan a cabo actualmente las obras correspondientes a la etapa de construcción del proyecto “Terminal Logística M´Bopicuá”. El mismo consiste de dos centros de operación estrechamente vinculados, uno constituido por el muelle y explanada de carga y el otro comprende un centro de aprovechamiento de madera de dos tipos: rollizos y chips.

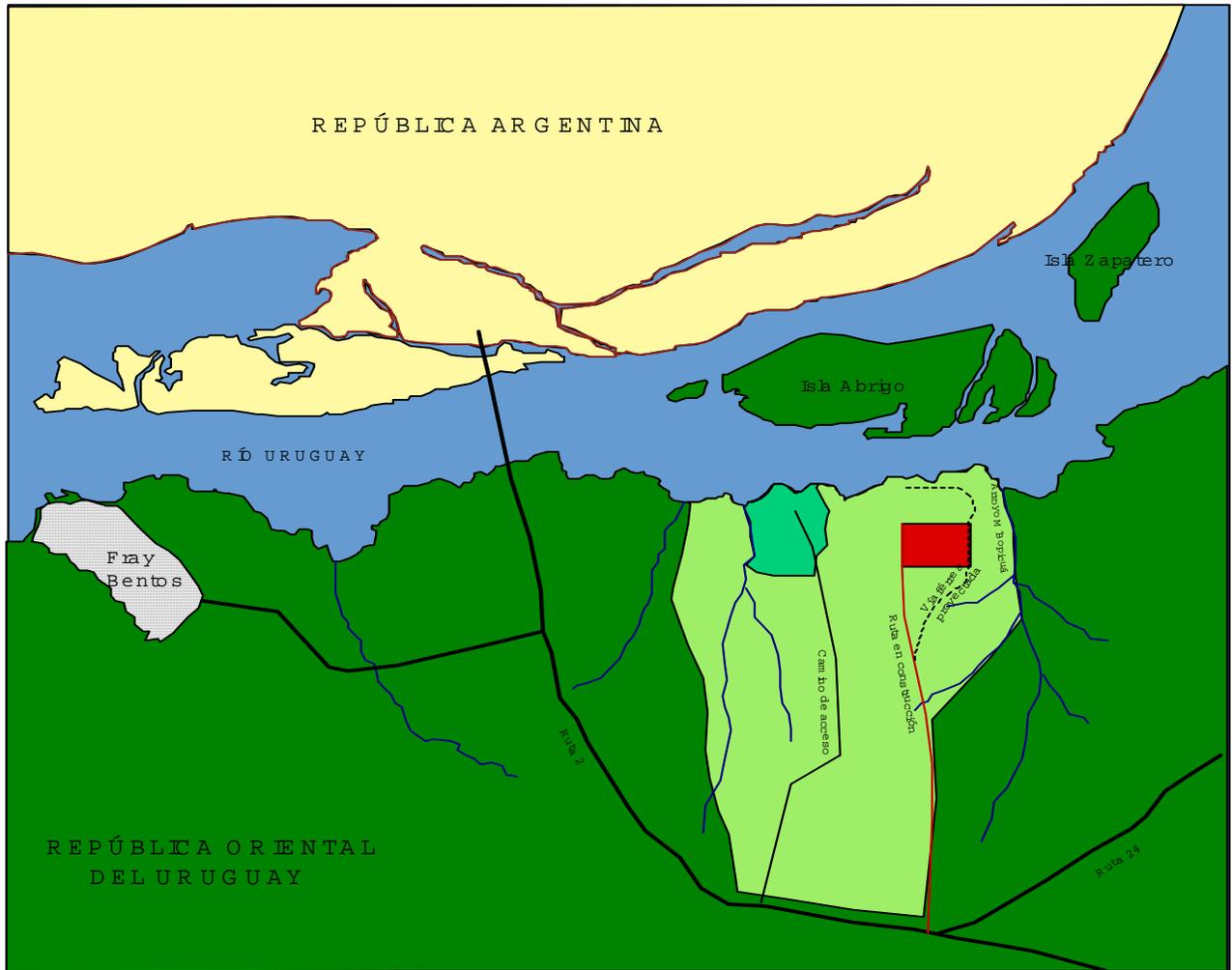
Se han delimitado 150 hectáreas destinadas a *Área de Conservación*, que se encuentra separada del resto del predio por una cortina verde de 2.200 m de largo y 100 de ancho, con más de 10.000 plantas de 30 especies diferentes, incluye una estación de cría de especies autóctonas en vías de extinción, áreas con peculiaridades botánicas que le otorgan interés conservacionista y las ruinas del Saladero de M´Bopicuá, constituidas por los restos de las construcciones de lo que fuera la empresa cárnica “River Plate Meat Preserving Company Limited”, que datan del siglo XIX. El objetivo del *Área de Conservación* es promover el conocimiento y valoración de los recursos históricos y naturales de esta zona.

El establecimiento M´Bopicuá se encuentra actualmente bajo producción agropecuaria, fundamentalmente de tipo agrícola, bajo un contrato de medianería.

En el predio se encuentra definido un sistema de producción de tipo rotativo, entre cultivos de invierno (trigo y cebada) y de verano (girasol, sorgo y maíz).

En el lugar de implantación de la planta de celulosa, se realizan solamente cultivos de invierno, debido a que las características de los suelos en esa zona no son tan apropiadas para la producción agrícola.

Como complemento a la agricultura, también existe en el predio actividad ganadera.



Establecimiento M´Bopicuá Predio planta de celulosa Área de Conservación

Figura 1
Localización Área de Conservación

1.3.4 Antecedentes Arqueológicos

Tanto los antecedentes como las investigaciones en curso evidencian la presencia en el área de grupos ceramistas, al extremo que la totalidad de los sitios ubicados en las costas del río Uruguay, para esta zona, pertenecerían a esta tradición cultural, cuya cronología potencial no excedería el siglo quinto antes de Cristo.

La gran mayoría de estos sitios son superficiales y/o subsuperficiales y poseen un estrato arqueológico continuo que se encuentra entre los 10 y 80 cm de profundidad. Dicho estrato contiene material cerámico, lítico, instrumentos óseos, abundantes restos de alimentación y fogones.

El sitio arqueológico relevado, más próximo al área, se ubica a 1.100 metros de distancia hacia el Noreste, en la desembocadura del arroyo M´Bopicuá (margen izquierda). Se trata de un sitio que testimonia la ocupación de grupos prehistóricos ceramistas, que ya fue objeto de estudio y que actualmente coincide con un espacio de monte natural, con una baja densidad de material arqueológico en superficie.

El objetivo del relevamiento de campo realizado en la zona del Proyecto consistió en corroborar la presencia/ausencia de elementos del “registro arqueológico”² dentro del espacio a ser afectado directamente por la Planta de Celulosa.

Toda el área se prospectó a pie, siguiendo un recorrido planificado en forma previa, mediante el análisis de fotografía aérea y ajustándolo a las condiciones del terreno en la medida que fue necesario.

Se consideraron las características conocidas del registro arqueológico regional (tíestos de cerámica y desechos de talla líticos principalmente), el patrón de asentamiento de los grupos prehistóricos (ubicación de los sitios en el paisaje) y se priorizaron los espacios donde se encontraban “ventanas naturales” que nos permitieran observar el interior del substrato (cárcavas de erosión naturales) y zonas de baja cobertura vegetal.

² Se entiende por registro arqueológico el conjunto de estructuras, rasgos y/o artefactos que documentan la vida humana pretérita. Este conjunto se integra al ambiente constituyendo su memoria cultural. Particularmente para los períodos prehistóricos de una región, conforman los únicos documentos que permiten conocer las formas de vida que en ella florecieron y que son parte de la más extensa Historia de la Humanidad.

Resultados

En ninguno de los sectores referidos se constató la presencia de vestigios arqueológicos, ni en superficie ni enterrados.

Es necesario señalar que con excepción de los espacios ocupados por los cañadones y el monte marginal asociado, el resto del área (aproximadamente el 80%) ha sido sometida a un laboreo agrícola intensivo. Esto ha implicado necesariamente la remoción del subsuelo y de haber existido material arqueológico en capa, el mismo debería haberse evidenciado en superficie.

Con respecto al sitio arqueológico prehistórico localizado en la desembocadura del arroyo M´Bopicuá – a 1.100 metros al Noreste del área en cuestión- se ha evaluado que el mismo se encuentra a suficiente distancia como para no ser afectado por la obra, ni en la etapa de construcción ni de funcionamiento.

1.4 Medio Simbólico

1.4.1 Paisaje y Estética

Cerrando la caracterización del medio receptor del Proyecto “Celulosas de M´Bopicuá”, se presenta la caracterización estética y paisajística del área involucrada.

Se entenderá paisaje como “La expresión visual del medio” que se caracteriza por la descripción y calificación de los elementos que lo conforman ya sea, físicos, bióticos o estéticos.

Se ha definido como área de influencia para este componente la superficie directamente relacionada con las obras de ingeniería, agregando a ella un área de influencia visual definida por la cuenca visual, perceptible desde los principales puntos de observación reconocidos en terreno, involucrando de esta manera los principales flujos visuales que se dan desde y hacia el área afectada por el Proyecto.

La Metodología aplicada para concretar la caracterización paisajística, consiste en reconocer las variables que influyen y determinan las características del paisaje afectado por el Proyecto. En este sentido se procede con el siguiente esquema metodológico:

Según el método de observación directa in situ (Litton, 1973), se realizan los siguientes trabajos:

- Relevamiento de campo donde se realiza una visualización general del territorio de estudio.
- Determinación de los puntos de observación, según la elección de aquellos más frecuentemente recorridos por un observador común (Puntos de mayor observación habitual) y los que permiten una visión panorámica del área del Proyecto.
- Determinación del área de estudio a partir de la(s) cuenca(s) visual(es), por el método de apreciación directa en terreno y apoyo de rayos visuales proyectados desde uno o más puntos de observación.
- Descripción de las cualidades espaciales y condiciones de visibilidad e incidencia visual del territorio, de acuerdo a la estructura espacial que presentan las distintas cuencas visuales.
- Definición de la(s) unidad(es) de paisaje mediante las condiciones espaciales del territorio.
- Determinación de los puntos de interés paisajístico. Se definen como las áreas que presentan en la actualidad un uso turístico o paisajístico o bien conforman áreas de interés para la población aledaña.
- Evaluación de la Calidad y Fragilidad del Paisaje.

Durante los días 7 al 10 de septiembre de 2001, se desarrolló el trabajo de campo en el área donde se emplazará el Proyecto.

El área presenta en la actualidad un paisaje de tipo rural con un uso destinado principalmente al pastoreo de ganado, que se asocia con pequeños bosquetes que se agrupan en torno a los deslindes de los predios, cursos de agua y borde del río Uruguay.

1.4.1 Definición de las Unidades de Paisaje

De acuerdo a la estructura espacial del territorio, definida por la identificación de las cuencas visuales y sub - cuencas visuales y la organización de los elementos conformación del Paisaje (Vegetación, Morfología del terreno y Cromacidad), el área de estudio se divide en 4 unidades de Paisaje, las cuales se comportan como unidades autocontenidas y visualmente individualizables. Ellas presentan conexiones entre sí, pero mantienen una estructura interna distintiva.

De esta manera se definen:

Unidad de Paisaje N°1: Área de Conservación M´Bopicuá

Unidad de Paisaje N°2: Ribera Río Uruguay, Sector Terminal Logística

Unidad de Paisaje N°3: Planicie interior, Sector Planta Celulosa

Unidad de Paisaje N °4: Sector Arroyo M´Bopicuá

1.4.1.2 Evaluación de la Calidad y Fragilidad Visual

La unidad presenta una baja incidencia visual en relación al tamaño de la cuenca visual donde se inserta, esto determina que no existe una influencia visual del área en términos espaciales con su entorno. No se reconoce población cercana y el número de observadores habituales es reducido.

Estos factores establecen una baja fragilidad visual del sector, sin embargo la vegetación, componente del paisaje que permite enmascarar potenciales impactos visuales, ha sido ampliamente alterada, existiendo en la actualidad una dominancia de estratos herbáceas y grupos de árboles aislados, que no permiten generar pantallas visuales hacia el interior de la zona de estudio, haciendo visible toda la unidad.

Según lo anterior, se concluye que, si bien en términos espaciales la zona presenta baja incidencia, se estima que la fragilidad visual global de la unidad es media, siendo evidente que cualquier actividad que sea distinta de los usos agropecuarios típicos del paisaje rural generará un cambio en la configuración actual del paisaje.

En conclusión, el paisaje presenta como principales características su condición rural y la presencia de importantes proyecciones visuales positivas especialmente hacia el río Uruguay, actualmente con una intervención debido a la obra civil en ejecución.

El resto de los componentes se encuentra fuertemente alterado, sin ejercer influencia sobre el paisaje total.

Para el área que ocupará el Proyecto, se reconoce una baja incidencia visual por la reducida superficie que ocupa en relación a la cuenca visual identificada.

INDICE

1.	<i>IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES</i>	2
1.1	ANTECEDENTES GENERALES.....	2
1.2	METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	2
1.3	IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES AMBIENTALES SUSCEPTIBLES DE SER IMPACTADOS	5
1.4	IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE IMPACTO.....	6
1.4.1	<i>Etapa de Construcción</i>	6
1.4.2	<i>Etapa de Operación</i>	6
1.4.3	<i>Abandono</i>	7
1.5	EVALUACIÓN DE IMPACTOS.....	8
1.5.1	<i>Evaluación de Impactos en la Etapa de Construcción</i>	8
1.5.1.1	Medio Físico.....	8
1.5.1.2	Medio Biótico.....	12
1.5.1.3	Medio Antrópico	13
1.5.1.4	Medio Simbólico.....	13
1.5.2	<i>Evaluación de Impactos en la Etapa de Operación</i>	14
1.5.2.1	Medio Físico.....	14
1.5.2.2	Medio Biótico.....	32
1.5.2.3	Medio Antrópico	33
1.5.2.4	Medio Simbólico.....	35
1.5.3	<i>Evaluación de Impactos en la Etapa de Abandono</i>	35
1.5.3.1	Medio Físico.....	35
1.6	RESUMEN DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	36
1.7	CONCLUSIÓN GLOBAL DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.....	37

1. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

1.1 Antecedentes Generales

En la evaluación del Proyecto, para los efectos de su aprobación legal por DINAMA, se ha definido como consideraciones para su aceptación, tal como lo establece la Ley N°16.466, que el EIA demuestre que el Proyecto cumple con la legislación y normativa ambiental vigente y además, evaluar si dicho estudio propone medidas de mitigación, reparación y compensación.

Asimismo, el Proyecto ha de someterse a las especificaciones del Decreto N° 435/94 que establece el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

Los impactos tradicionalmente asociados a la producción de Celulosa están principalmente ligados a los Sistemas de Blanqueo con cloro elemental y a la escasa tecnología aplicada al control de las emisiones hasta principio de la década del 90.

En la actualidad, la mayor parte de estas industrias han adoptado Sistemas de Blanqueo del tipo ECF (libre de cloro elemental) y TCF (totalmente libre de cloro), siendo entre estos dos, el ECF el método de mayor difusión representando más del 67% de la pulpa blanqueada por métodos químicos a nivel mundial en el año 2000, mientras el TCF ocupa solamente el 6,5% de este total. Estas diferencias de utilización entre ambos métodos, han ido aumentando constantemente desde 1990, siendo aún mayores en Estados Unidos, donde el método TCF prácticamente no existe y el 80% de la pulpa blanqueada a través de métodos químicos es a través del método ECF.

1.2 Metodología para la identificación y evaluación de impactos ambientales

Primeramente se procedió a la identificación de los impactos, basándose en la utilización de matrices de interacción (causa-efecto) para las principales Etapas del Proyecto (Construcción y Operación).

Este tipo de herramienta facilita la visualización global e identificación de todas las posibles modificaciones introducidas al sistema actual por la realización del presente Proyecto.

Previamente a la aplicación de estas matrices, se realizó la identificación de los distintos factores ambientales susceptibles de ser impactados y de todas aquellas actividades del Proyecto factibles de producir algún tipo interacción (negativa o positiva) sobre los diferentes factores ambientales.

Las matrices de identificación, recogen todas las alteraciones o modificaciones basales, producto de las diferentes actividades del Proyecto (impactos).

Estos impactos fueron posteriormente evaluados por intermedio de métodos tanto de tipo cuantitativos (simulaciones, modelaciones, cálculos, estimaciones, etc.) como cualitativos, a los efectos de establecer posteriormente una valoración de los mismos, la cual ha contemplado los siguientes criterios:

- La Naturaleza del impacto puede ser:

(+) Positivo

(-) Negativo

- Magnitud: cantidad e intensidad del impacto.

(1) Baja

(2) Media

(3) Alta

- Importancia : La importancia se ha definido como el factor que establece la sensibilidad del medio receptor.

(0) Sin importancia

(1) Menor: baja sensibilidad

(2) Moderada: sensibilidad media

(3) Mayor: alta sensibilidad

- La Certeza del impacto puede ser:

(C) Cierto, el impacto ocurrirá con una probabilidad \rightarrow 75%.

(P) Probable, el impacto ocurrirá con una probabilidad entre 50% y 75%.

(I) Poco probable, el impacto ocurrirá con una probabilidad \leftarrow 50%.

(D) Desconocido, se requiere de estudios específicos para evaluar la certeza del impacto

- Tipo:

(Pr) Primario. El impacto es una consecuencia directa de la construcción del Proyecto o su operación.

(Sc) Secundario. El impacto es consecuencia indirecta de la construcción u operación del Proyecto, siendo consecuencia de algún impacto primario.

- Reversibilidad:

(1) Reversible

(2) No reversible

- Duración:

- (1) Corto Plazo: si el impacto permanece menos de 1 año.
- (2) Mediano Plazo: si el impacto permanece entre 1 y 10 años.
- (3) Largo Plazo: si el impacto permanece por más de 10 años.

- Tiempo en Aparecer:

- (C) Corto Plazo: aparece inmediatamente o dentro de los 6 meses posteriores a la construcción.
- (M) Mediano Plazo: aparece entre 6 meses y 5 años después de la construcción.
- (L) Largo Plazo: se manifiesta 5 o más años después de la construcción.

Ponderación

Para la ponderación de factores se ha considerado que la Magnitud e Importancia son los criterios principales, de este modo la técnica propone multiplicar estos factores. Para los criterios de Reversibilidad y Duración, se ha preferido sumarlos al producto anterior por su menor significación relativa, es decir:

$$\text{Ponderación} = (\text{Magnitud} * \text{Importancia}) + (\text{Reversibilidad} + \text{Duración})$$

Así el valor máximo de un impacto sería igual a:

$$(3 \times 3) + (2 + 3) = 14$$

Los criterios de Naturaleza, Certeza, Tipo y Tiempo que demora en aparecer han sido representados por letras, ya que se ha estimado que constituyen datos de utilidad en la aplicación de medidas y planes de manejo, pero no presentan una clara naturaleza cuantificable.

Este procedimiento permite evaluar impactos desde diversas perspectivas y obtener una cuantificación global de impacto de un proyecto, ponderando impactos positivos y negativos.

La jerarquización final de los impactos se desarrollará según las etapas del Proyecto y considera el siguiente criterio:

- Valores comprendidos entre 2 y 4: se considera un impacto ambiental Muy Poco Significativo
- Valores comprendidos entre 5 y 7: se considera un impacto ambiental Poco Significativo
- Valores comprendidos entre 8 y 11: se considera un impacto ambiental Significativo
- Valores comprendidos entre 12 y 14: se considera un impacto ambiental Muy Significativo

1.3 Identificación de los factores ambientales susceptibles de ser impactados

Dentro de los diferentes medios, se identificaron los siguientes factores ambientales susceptibles de recibir impacto:

Medio Físico

- Aire
- Nivel sonoro
- Agua superficial
- Agua subterránea
- Suelo

Medio Biótico

- Vegetación
- Fauna

Medio Antrópico

- Población
- Salud
- Economía
- Infraestructura

Medio Simbólico

- Paisaje
- Recursos Arqueológicos

1.4 Identificación de fuentes de impacto

Las principales acciones del Proyecto susceptibles de causar impactos sobre los diversos componentes del Medio Físico, Biótico, Antrópico y Simbólico, durante las Etapas de Construcción y Operación, son los que se indican a continuación:

1.4.1 Etapa de Construcción

Las acciones del Proyecto identificadas para la Etapa de Construcción son las siguientes:

- Ocupación de la mano de obra
- Instalación del obrador
- Movimientos de tierra y maquinaria
- Compactación del suelo y hormigonado
- Instalación de estructuras permanentes
- Construcción en borde de río del sistema de bombeo de agua
- Construcción de infraestructura de descarga de efluentes
- Transporte de insumos
- Funcionamiento de equipo electromecánico
- Extracción de agua
- Disposición de efluentes líquidos
- Construcción del relleno sanitario

1.4.2 Etapa de Operación

Las acciones del Proyecto identificadas para la Etapa de Operación son las siguientes:

- Ocupación de la mano de obra
- Presencia de infraestructura permanente

- Disposición y vertido del efluente líquido
- Emisiones gaseosas
- Emisiones sonoras (Descargas de digestores, operación del Disolvedor , Horno de Cal)
- Transporte de insumos
- Transporte del producto
- Disposición de residuos sólidos
- Funcionamiento de equipo electromecánico
- Captación de agua en río
- Consumo de materia prima
- Generación de energía

1.4.3 Abandono

- Desmantelamiento de equipos

1.5 Evaluación de Impactos

A continuación se evalúan los distintos impactos ambientales del Proyecto identificados, para las Etapas de Construcción, Operación y Abandono. La jerarquización final de los impactos se desarrollará, como ya se mencionara en el apartado 1.2 del presente capítulo, según las etapas del Proyecto y considera el siguiente criterio:

- Valores comprendidos entre 2 y 4: se considera un impacto ambiental Muy Poco Significativo
- Valores comprendidos entre 5 y 7: se considera un impacto ambiental Poco Significativo
- Valores comprendidos entre 8 y 11: se considera un impacto ambiental Significativo
- Valores comprendidos entre 12 y 14: se considera un impacto ambiental Muy Significativo

1.5.1 Evaluación de Impactos en la Etapa de Construcción

1.5.1.1 Medio Físico

- Aumento temporal de las emisiones de material particulado y gases

Durante la construcción, las emisiones a la atmósfera corresponden principalmente a partículas sólidas y gases de combustión, originadas por el movimiento de tierras y el uso de maquinaria. Estas emisiones son típicas de cualquier actividad de construcción y su impacto se limita al tiempo que dura esta etapa del Proyecto.

Las emisiones de material particulado estarán determinadas fundamentalmente por los movimientos de tierra necesarios para la nivelación del terreno donde se instalará la Planta. Si bien la maquinaria vial utilizada, también contribuirá al aumento del material particulado respirable (PM10), esta maquinaria será responsable principalmente de las emisiones de contaminantes atmosféricos convencionales provenientes de gases de escape (monóxido de carbono, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos), así como de los contaminantes atmosféricos tóxicos característicos de los vehículos diesel (benceno, formaldehído, 1,3-butadieno y acetaldehído).

No es esperable que las emisiones de polvo y gases asociadas a la Etapa de Construcción afecten significativamente la calidad del aire de la zona. Esto último, conjuntamente con la escasez de residentes en la zona, son factores determinantes para que no se ponga en compromiso la salud de las personas.

Del mismo modo no es de esperar cambio alguno en los diferentes procesos biológicos y adaptativos de las especies animales presentes en el entorno.

En base a lo anterior, este impacto será evaluado de naturaleza negativa, magnitud baja, sin importancia, reversible, a mediano plazo, por lo cual su valoración ambiental es (-3), con lo que se considera un impacto ambiental muy poco significativo. Asimismo se considera éste, un impacto cierto, de tipo primario y que aparecerá a corto plazo.

- Aumento temporal de los Niveles de Presión Sonora (NPS)

Durante la Etapa de Construcción del Proyecto se generarán emisiones de ruido producto de una serie de actividades que involucran las tareas de saneamiento, la construcción de fundaciones y estructuras, el montaje de equipos y entre las cuales se destacan las instalaciones de frentes de trabajo, habilitación de terreno y tránsito de vehículos, entre otros. En estas actividades se utilizará temporalmente un conjunto de maquinarias y vehículos, cuyos niveles de emisión de ruido en función de la distancia son descritos en la siguiente tabla:

Tabla 2
Principales maquinarias asociadas a emisiones de ruido
utilizadas en la Etapa de Construcción del Proyecto.

MAQUINARIA	CANTIDAD (uds.)	Medición en terreno			Distancia lineal (metros)	Contribución de la fuente
		NPS _{eq}	Distancia	NPS Total		
Bulldozer	1	77,6	5,0	77,6	5,0	77,2
Cargador frontal	1	79,6	2,0	79,6	5,0	71,0
Camión tolva	1	74,1	2,0	74,1	5,0	65,5
Retroexcavadora	1	77,6	5,0	77,6	5,0	77,0
Camión betonero	1	76,1	10,0	76,1	5,0	81,5
Generador	1	80,0	3,0	80,0	5,0	74,9
Motoniveladora	1	74,1	5,0	74,1	5,0	73,5

Al considerar la acción en forma conjunta de las máquinas expuestas en la Tabla anterior, se obtiene el siguiente nivel de ruido a una distancia de 5 metros del frente de trabajo:

Tabla 3
Niveles de Ruido máximo que emitirá el Proyecto durante la Construcción.

Tipo de Actividad	Nivel de Presión Sonora
Actividades Constructivas (frentes de trabajo, tránsito de vehículos, maquinarias, etc.)	84,9 dB(A) ³

Dado que en el área próxima a la Planta de Celulosa no existen asentamientos urbanos que pudieran ser afectados por los niveles de ruido, se puede inferir que el Proyecto no generará consecuencias por este motivo. Esto se demuestra con el gráfico siguiente, el cual presenta el decaimiento de los niveles de ruido a medida que se aleja de la fuente emisora (en este caso las actividades constructivas en su totalidad).

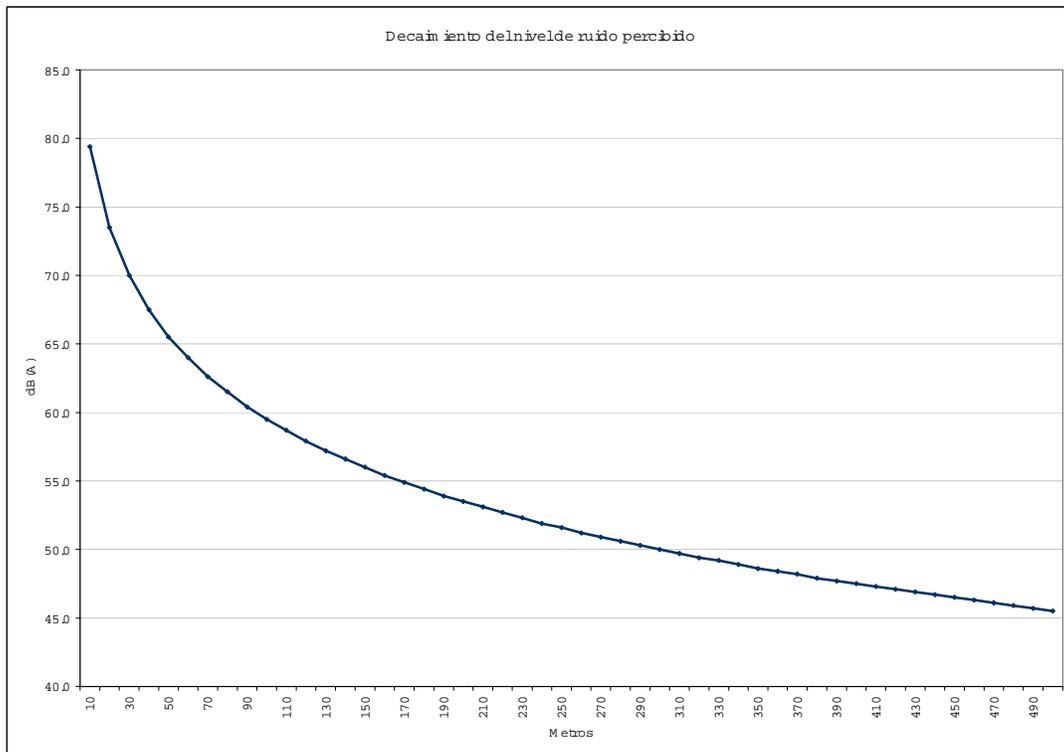


Gráfico 2
Decaimiento de los niveles de ruido con la distancia

³ Es necesario mencionar que este nivel de ruido, como se deduce de la Tabla 1, se asume con la totalidad de la maquinaria trabajando al mismo tiempo y a la misma distancia de evaluación. Esto porque se desea evaluar la peor condición de operación posible, lo que en la realidad no ocurre.

El gráfico anterior demuestra el comportamiento logarítmico del ruido, el cual decae constantemente al aumentar la distancia, sin llegar a cero (asintótico).

De esta manera, considerando que los límites más cercanos del establecimiento M´Bopicuá, donde se instalará "Celulosas de M´Bopicuá", se encuentran a una distancia aproximada de 500 metros de las fuentes de generación de ruido, se garantiza el cumplimiento de los estándares internacionales de emisión sonora.

De acuerdo a lo anterior, el impacto se evalúa como negativo de baja magnitud, sin importancia, reversible y a mediano plazo, es decir (-3), con lo que se considera un impacto ambiental muy poco significativo. Será asimismo un impacto cierto, de tipo primario y que aparecerá a corto plazo.

- Modificación temporal de la escorrentía del borde del río Uruguay

La alteración de la escorrentía del río Uruguay producida tanto por la construcción del sistema de bombeo para el abastecimiento de agua para la Etapa de Operación, como por el sistema de descarga de efluentes, se considera baja. Esto es debido a que la proporción del caudal modificado respecto al caudal del río existente es insignificante.

De acuerdo a lo anterior, este impacto se ha evaluado de carácter negativo, magnitud baja, sin importancia, reversible y de corto plazo, es decir (-2), con lo que se considera un impacto ambiental muy poco significativo. Siendo además clasificado como cierto, de tipo primario y que aparecerá a corto plazo.

- Alteración de la calidad del agua del río Uruguay

Este impacto se origina debido a las actividades de construcción en el borde del río para la instalación del sistema de captación de agua de proceso y también producto de la instalación de infraestructura de descarga del efluente. Ambas actividades se encuentran asociadas a una alteración en las concentraciones de sólidos que, puede estar determinado tanto por el aporte de material utilizado en la construcción, como por la resuspensión de sólidos del fondo del río, los cuales producirían un incremento del color de las aguas en los primeros metros del río.

De acuerdo a esto, el impacto se considera negativo, de magnitud baja, importancia menor, reversible y de corto plazo, valorándose de este modo como (-3) con lo que se considera un impacto ambiental muy poco significativo. Respecto a los criterios de valoración no cuantificables, este impacto se puede definir como probable, de tipo secundario (el impacto primario sería el aporte de sólidos) y de aparición en el corto plazo.

1.5.1.2 Medio Biótico

- Afectaciones al suelo y a la cubierta vegetal

Este impacto se originará debido a la necesidad de retirar la capa de suelo que contiene la cobertura vegetal existente. El suelo en cuestión ha sufrido muchos años de agricultura continua, principalmente en cultivos de invierno (trigo y cebada) por lo cual es esperable que en el momento del retiro de la cubierta vegetal, ésta se encuentre compuesta en porcentaje importante por especies de tipo invasor (malezas), de baja productividad, que son las primeras que se establecen luego de cosechado el cultivo.

Es de destacar, que la totalidad de la cubierta vegetal a retirarse, será de este tipo, conservándose intactos los ejemplares que conforman un pequeño matorral, situado a lo largo de las zonas de cota más baja del terreno adyacente donde se instalará la Planta.

Por otro lado también hay que considerar la alteración de las propiedades físicas del suelo, ya que los aumentos de la compactación del suelo ocasionados por la maquinaria vial pueden implicar un aumento de los riesgos de erosión por un mayor escurrimiento superficial.

Vale recordar que previo a estas acciones se realizarán la habilitación de los drenajes de aguas de lluvia y el reemplazo de la cubierta vegetal por material apropiado, actividades que contribuirán a minimizar la acción erosiva del agua y el viento respectivamente.

La magnitud esperada de este impacto es baja debido a que se minimizarán las pasadas de maquinaria y los tiempos de exposición, realizándose la cementación inmediatamente que se haya realizado la nivelación del terreno. La sensibilidad del medio receptor está determinada en este caso por el tipo de suelo afectado.

De esta manera, el impacto se ha evaluado de carácter negativo, magnitud baja, sin importancia (debido a la ausencia de especies endémicas en las zonas a construir), irreversible, de larga duración, con un valor de (-5), con lo que se considera como un impacto poco significativo. Se clasifica además como un impacto cierto, de tipo primario y a corto plazo en cuanto al tiempo de aparición.

- Alteración de hábitat para fauna

Este impacto considera la modificación del hábitat para la fauna existente en el área del Proyecto, debido a las acciones implicadas durante la Etapa de Construcción del mismo.

Si se tiene en cuenta que las especies encontradas en la superficie en la que se proyecta la Planta, de acuerdo a los relevamientos realizados, no presentan problemas de conservación, la magnitud esperable de este impacto será mínima.

De acuerdo a lo anterior, este impacto se ha evaluado como negativo, sin importancia y magnitud baja, irreversible y de mediano plazo, con un valor de (-4), con lo que se considera como un impacto ambiental muy poco significativo. Además este impacto se consideró como probable, de tipo secundario (siendo consecuencia de los aumentos de presión sonora, emisiones gaseosas, etc.) y que aparecerá a corto plazo.

1.5.1.3 Medio Antrópico

- Generación de empleo

Este impacto positivo consiste en la generación de empleos directos e indirectos, producto de la ejecución de las distintas actividades involucradas en la Etapa de Construcción del Proyecto. La mano de obra ocupada de forma directa, es la que trabajará en forma cotidiana en la construcción misma de la Planta física, estimándose unos 1.600 puestos de trabajo en picos de obra. Los empleos indirectos estarán determinados por las necesidades de locomoción del personal, de transporte de insumos, servicios auxiliares de apoyo al personal, vigilancia, comunicaciones, sanidad, etc.

Aunque estas fuentes de trabajo son de carácter transitorio, hay que destacar que la Etapa de Construcción tendrá una duración de 3 años.

De acuerdo a lo anterior, este impacto se ha evaluado como positivo, de magnitud alta e importancia mayor, reversible y a mediano plazo, es decir (+12), con lo que se considera como un impacto ambiental muy significativo. Siendo calificado como cierto, de tipo primario y secundario (debido a las fuentes directas e indirectas de empleo) y de corto plazo en lo que respecta al tiempo de aparición.

1.5.1.4 Medio Simbólico

- Alteración de la calidad visual

La disminución de la vegetación, los movimientos de tierra, la presencia de maquinaria pesada en el área, la circulación de vehículos y la presencia humana, como actividades comprendidas dentro de la Etapa de Construcción del Proyecto, ocasionan en su conjunto, una alteración de la expresión visual del medio donde se situará la Planta.

Este impacto es considerado de importancia menor, debido al alto grado de antropización que presentará el predio en el momento de la construcción.

Por esta razón se ha considerado este impacto como de baja significancia, es decir de magnitud baja, importancia menor, reversible y de media duración (-4), con lo que se considera como un

impacto ambiental muy poco significativo. También se clasifica este impacto como cierto, de tipo primario y con tiempo de aparición en el corto plazo.

1.5.2 Evaluación de Impactos en la Etapa de Operación

1.5.2.1 Medio Físico

- Aumento de niveles de presión sonora (NPS)

Como fuera mencionado anteriormente, las principales actividades generadoras de ruido se llevarán a cabo dentro de los edificios de la Planta (Digestores, Caldera de Recuperación y Horno de Cal).

Teniendo en cuenta las características mencionadas en el capítulo 1 "Descripción del Proyecto" respecto a las condiciones físicas de la Planta y también considerando que los niveles sonoros emitidos durante la operación serán de menor intensidad que los producidos en la Etapa de Construcción, se puede inferir que los niveles de ruido esperados en esta etapa estarán de acuerdo a lo admitido en la normativa internacional.

Este impacto es considerado de naturaleza negativa, de magnitud baja e importancia menor, reversible y de larga duración, resultando de valor (-5), con lo que se considera como un impacto poco significativo. Siendo además un impacto cierto, primario y a corto plazo en cuanto al tiempo de aparición.

- Emisiones a la atmósfera de Material Particulado (PM10) y gases (SO₂ y NO_x)

La metodología utilizada para este punto consistió en determinar las tasas de emisión de los diferentes contaminantes atmosféricos asociados a la fabricación de Celulosa y aplicar un modelo de dispersión de contaminantes atmosféricos, obteniendo así el efecto ambiental que éstos provocan en su entorno.

Las emisiones atmosféricas de cada contaminante consideradas, se basaron en los datos obtenidos de la "Descripción de Proyecto".

Los datos meteorológicos utilizados en la modelación de contaminantes atmosféricos, se basan en las mediciones de dirección y velocidad de viento, radiación solar, temperatura, humedad relativa, realizadas por una estación meteorológica especialmente instalada para ese fin.

La dispersión de los contaminantes se determinó utilizando el modelo matemático "Industrial Source Complex Model, Version 3 (ISC-3)".

Los resultados obtenidos dan cuenta de las concentraciones máximas horarias, máximas diarias y medias del período, para cada uno de estos contaminantes, las que fueron comparadas con los límites máximos permitidos por norma EPA, utilizada como referencia para determinar el efecto de las emisiones gaseosas de la Planta de Celulosa.

Las características de las fuentes emisoras del Proyecto son las siguientes:

Tabla 4
Tasas de Emisión Máximos de las Chimeneas de la Celulosa

<i>Fuente Emisora</i>	<i>Parámetro</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidad</i>
Chimenea Principal (Caldera de Recuperación, Caldera de Biomasa y Horno de Cal)	Emisión PM10	108	Kg/h
	Emisión SO ₂	1.800	Kg/h
	Emisión NO _x	72	Kg/h
	Emisión TRS	6	Kg/h
	Temperatura de los gases	155 (*)	°C
	Velocidad de los gases	28	m/s
	Diámetro del ducto	1,5	m
	Altura de la chimenea	**	m
Chimenea Secundaria (Disolvedor)	Emisión PM10	6	Kg/h
	Emisión TRS	1	Kg/h
	Temperatura de los gases	100	°C
	Velocidad de los gases	18	m/s
	Diámetro del ducto	0,5	m
	Altura de la chimenea	50	m

*: Se considera la mínima temperatura de gases de la mezcla

** : Se consideró una altura variable entre 60 m. y 100 m.

Cabe destacar que la modelación se lleva a cabo suponiendo la peor de las situaciones, por lo que la carga de contaminantes considerada para cada foco y en cada parámetro es igual a la máxima posible, circunstancia ésta muy improbable de producirse en la realidad.

Por consiguiente la modelación es conservadora desde el punto de vista ambiental.

Área de Influencia de la Modelación

El área de influencia (AI) considerada en la aplicación del ISC-3 corresponde a un sector de 23 x 14 Km circundante a la futura Planta de Celulosa, en cuyo interior se encuentra el poblado de Fray Bentos y el balneario de Las Cañas.

Las localidades de Nuevo Berlín y Mercedes no se han considerado dentro del área de influencia, debido a la distancia que las separa del lugar dónde se ubicará el Proyecto y a la dirección de los vientos predominantes, que habitualmente los preserva de recibir emisiones procedentes de la Planta.

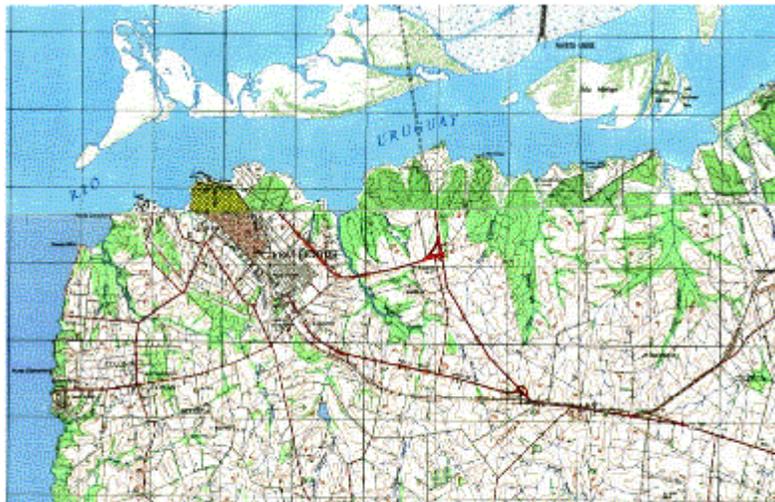


Figura 1

Área de influencia de la modelación atmosférica

Modelo Utilizado

La dispersión de las emisiones atmosféricas del Proyecto se determinó utilizando el modelo "Industrial Source Complex Model-3 (ISC-3)", desarrollado por la "United States Environmental Protection Agency (US-EPA)".

El ISC-3 es un refinado modelo de calidad de aire, de tipo gaussiano, aplicable a complejos industriales ubicados en zonas de terreno semi complejo, para lo cual considera algoritmos asociados al modelo Complex I para condiciones de estabilidad neutra y estable.

Los datos de entrada requeridos por el ISC-3 pueden dividirse en 3 grupos:

- Parámetros de emisiones:

Incluyen las características físicas de las fuentes emisoras (ubicación, geometría, altura y diámetro de chimeneas) y las características de sus emisiones (tasas de emisión, caudal y temperatura de los gases).

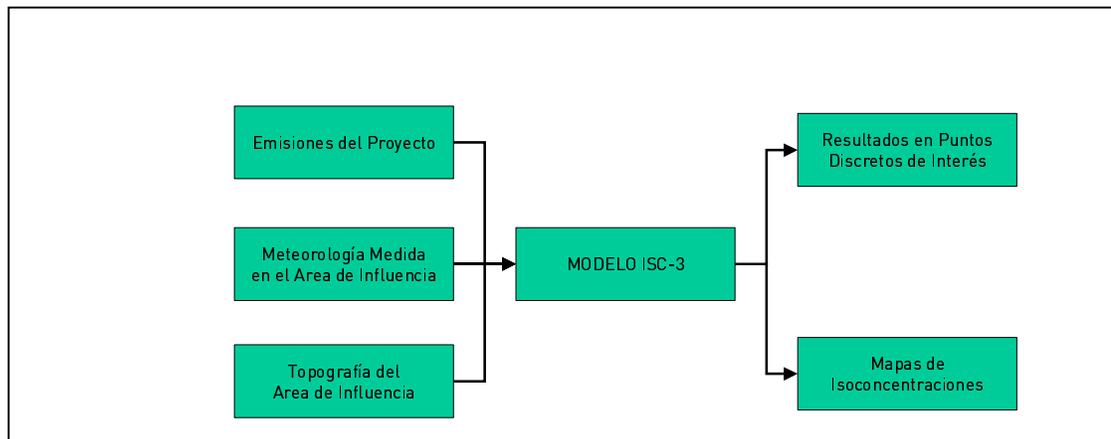
- Parámetros Meteorológicos:

Incluyen datos horarios de velocidad y dirección de los vientos, temperatura, estabilidad atmosférica y altura de la capa de inversión térmica. Estos datos fueron obtenidos de las mediciones realizadas por Soluziona en el área de emplazamiento del Proyecto.

- Parámetros Topográficos:

La topografía del área de influencia del Proyecto, se incluye a través de una grilla rectangular, indicando en cada uno de sus nodos la altitud representativa de cada celda, en metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.).

Ilustración 1
Diagrama de Aplicación Modelo ISC-3 a las Emisiones Atmosféricas del Proyecto



Resultado de la Modelación

Las emisiones de la Caldera de Recuperación, la Caldera de Biomasa y el Horno de Cal fueron agrupadas en una única chimenea.

Los resultados obtenidos son expuestos en las siguientes tablas y se expresan con respecto al Punto de Máximo Impacto (PMI), que es el sector en el cual se obtiene la máxima contribución de las emisiones del Proyecto, a la localidad de Fray Bentos y a Las Cañas.

Tabla 4

Aporte de las emisiones de SO₂ del Proyecto con diferentes alturas de chimenea, en los principales Sectores Sensibles ubicados en el área de influencia (µg/m³N)

<i>Altura chimenea</i>	<i>Punto de Máximo Impacto</i>			<i>Fray Bentos</i>			<i>Las Cañas</i>		
	<i>Máxima Horaria</i>	<i>Máxima Diaria</i>	<i>Media Periodo</i>	<i>Máxima Horaria</i>	<i>Máxima Diaria</i>	<i>Media Periodo</i>	<i>Máxima Horaria</i>	<i>Máxima Diaria</i>	<i>Media Periodo</i>
<i>60</i>	726,9	87,0	5,2	219,4	32,4	3,1	155,3	21,3	2,4
<i>70</i>	721,1	85,9	4,8	216,0	29,4	2,8	152,9	19,2	2,2
<i>80</i>	638,5	85,0	4,4	213,1	27,1	2,5	150,9	18,1	2,1
<i>90</i>	634,4	84,1	4,1	210,6	25,7	2,3	149,2	17,4	1,9
<i>100</i>	630,7	83,4	3,8	208,4	24,5	2,2	147,6	16,6	1,8

Tabla 5

Aporte de las emisiones de PM10 del Proyecto con diferentes alturas de chimenea, en los principales Sectores Sensibles ubicados en el área de influencia ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)

<i>Altura Chimenea</i>	<i>Punto de Máximo Impacto</i>		<i>Fray Bentos</i>		<i>Las Cañas</i>	
	<i>Máxima Diaria</i>	<i>Media Periodo</i>	<i>Máxima Diaria</i>	<i>Media Periodo</i>	<i>Máxima Diaria</i>	<i>Media Periodo</i>
<i>60</i>	5,80	0,48	2,30	0,24	1,45	0,17
<i>70</i>	5,73	0,45	2,12	0,22	1,32	0,16
<i>80</i>	5,67	0,43	2,04	0,21	1,23	0,15
<i>90</i>	5,62	0,41	1,96	0,20	1,19	0,14
<i>100</i>	5,58	0,39	1,89	0,19	1,15	0,14

Tabla 6

Aporte de las emisiones de NO_x del Proyecto con diferentes alturas de chimenea, en los principales Sectores Sensibles ubicados en el área de influencia (µg/m³N)

<i>Altura Chimenea</i>	<i>Punto de Máximo Impacto</i>		<i>Fray Bentos</i>		<i>Las Cañas</i>	
	<i>Máxima Diaria</i>	<i>Media Periodo</i>	<i>Máxima Diaria</i>	<i>Media Periodo</i>	<i>Máxima Diaria</i>	<i>Media Periodo</i>
<i>60</i>	3,48	0,21	1,30	0,12	0,85	0,10
<i>70</i>	3,44	0,19	1,18	0,11	0,77	0,09
<i>80</i>	3,40	0,18	1,08	0,10	0,72	0,08
<i>90</i>	3,36	0,16	1,03	0,09	0,70	0,08
<i>100</i>	3,34	0,15	0,98	0,09	0,66	0,07

Al analizar dichos resultados, se observa que las concentraciones atmosféricas de SO₂, PM10 y NO_x producto de las emisiones gaseosas del Proyecto, serán muy inferiores a los límites máximos estipulados por las normas de referencia.

Lo anterior se aplica incluso para los Puntos de Máximo Impacto, cuya ubicación no depende de la altura de la chimenea, sino más bien de la época del año, según se muestra en la siguiente Tabla:

Tabla 7
Ubicación del PMI según época del año

<i>Época del Año</i>	<i>Ubicación Punto de Máximo Impacto</i>
<i>Primavera</i>	1.374 m al SE
<i>Verano</i>	2.534 m al SW
<i>Otoño</i>	3.948 m al SW

Debe considerarse que en la modelación no se han utilizado datos de la estación climática de invierno, pero a partir de los resultados obtenidos en la estación climática que más se asemeja, cabe esperar que las máximas concentraciones ambientales de los contaminantes modelados aumenten levemente al modelar con los datos de invierno.

Por otra parte, los resultados presentados en las Tablas anteriores, indican que, a medida que aumenta la altura de la chimenea principal, las concentraciones de SO₂, PM10 y NO_x disminuyen en la totalidad de las zonas sensibles ubicadas en el entorno del Proyecto.

Las concentraciones de SO₂, NO_x y PM10, para todas las alturas de chimenea consideradas, indican que tanto en Fray Bentos como en el balneario de Las Cañas, éstas son muy poco significativas, por lo que no influyen en el efecto que provocarán en la calidad del aire de estas zonas.

Por lo tanto, el Proyecto no provocará efectos adversos significativos sobre la calidad del aire por estos contaminantes, sin embargo, dado que la duración será mayor a 10 años, el impacto ha sido ponderado como irreversible, de larga duración, de importancia moderada y magnitud baja [-7], con lo que este impacto se considera poco significativo. En cuanto a los criterios no

cuantificables, el impacto se puede definir como cierto, primario y de tiempo en aparición a corto plazo.

- Generación de olor por emisiones a la atmósfera de TRS

El efecto ambiental que provocarán las emisiones de TRS del Proyecto, se determinó transformando las concentraciones ambientales obtenidas en la modelación a índices de percepción de olores, para lo cual se utilizó la metodología estipulada en "Air & Waste Management Association", en el documento "Odors Indoor and Environmental Air. Bloomington, MN, September 13-15, 1995".

El documento "Odors Indoor and Environmental Air" define la siguiente escala de percepción de olores:

Tabla 8
Escala de Percepción de Olores

<i>Escala</i>	<i>Intensidad de olor</i>
0	No se percibe olor
1	Levemente perceptible (Umbral de detección)
2	Perceptible, pero no identificable (Umbral de reconocimiento)
3	Fácilmente perceptible
4	Fuerte
5	Repulsivo

La escala definida en la Tabla anterior se relaciona con las concentraciones ambientales de una serie de compuestos odoríferos, de los cuales se han considerado al ácido sulfhídrico y el metilmercaptano, como compuestos representativos de los TRS que serán emitidos por la Planta de Celulosa.

La Tabla 9 presenta la relación existente entre las concentraciones ambientales de dichos compuestos y la escala de intensidad de olores:

Tabla 9
Relación entre Escala de Percepción de Olores
y Concentraciones de Acido Sulfhídrico y Metil Mercaptano

<i>Escala</i>	<i>Concentraciones ambientales (ppm)</i>	
	<i>Ácido Sulfhídrico</i>	<i>Metil Mercaptano</i>
0	← 0,0005	← 0,0001
1	0,0005 - 0,006	0,0001 - 0,0007
2	0,006 - 0,02	0,0007 - 0,002
2,5	0,02 - 0,06	0,002 - 0,004
3	0,06 - 0,2	0,004 - 0,01
3,5	0,2 - 0,7	0,01 - 0,03
4	0,7 - 8,0	0,03 - 0,2
5	→ 8,0	→ 0,2

Tabla 10

Aporte de las emisiones de TRS del Proyecto con diferentes alturas de chimenea, en los principales Sectores Sensibles ubicados en el área de influencia

<i>Altura chimenea</i>	<i>Punto de Máximo Impacto</i>			<i>Fray Bentos</i>			<i>Las Cañas</i>		
	$\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$	Ppm	Indice	$\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$	ppm	Indice	$\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$	ppm	Indice
<i>60</i>	2,67	0,0019	1	0,82	0,0006	1	0,65	0,0005	1
<i>70</i>	2,65	0,0019	1	0,81	0,0006	1	0,57	0,0004	0
<i>80</i>	2,35	0,0017	1	0,80	0,0006	1	0,55	0,0004	0
<i>90</i>	2,34	0,0017	1	0,79	0,0006	1	0,54	0,0004	0
<i>100</i>	2,33	0,0017	1	0,78	0,0006	1	0,54	0,0004	0

Resultado de la Modelación

Con los resultados de las modelaciones, parecería acertado indicar que en la localidad de Fray Bentos, en los momentos en que el viento se oriente hacia allí, el nivel de percepción de olores sería "escasamente perceptible" mientras que en el balneario Las Cañas, el nivel de percepción de olores asociado a las emisiones de TRS de la Planta de Celulosa alcanzaría el índice de percepción "0", según este ejercicio de simulación de la realidad.

Por otra parte, los resultados obtenidos en el PMI indican que el nivel de percepción de olores alcanza el índice "1", lo que significa que los olores asociados al procesamiento de Celulosa serán levemente perceptibles, en aquellos intervalos de tiempo en que el viento implique traslado de las emisiones de la Planta hacia ese punto.

Cabe recordar que las modelaciones son una representación que simula condiciones ambientales y su respuesta ante estímulos determinados, siempre considerando circunstancias de ocurrencia habitual (por ejemplo condiciones climáticas) por ello sus resultados no incluyen lo que pudiera suceder frente a eventos no esperados.

Debe considerarse que en la zona donde se ubicará la Planta, no se encuentran viviendas ni otros lugares sensibles (colegios, hospitales, hogares de reposo, entre otros). Lo anterior implica que en este sector no habrá población susceptible que pudiera ser afectada por los olores emanados por la Planta de Celulosa.

Por lo tanto el efecto ambiental de las emisiones de olores molestos en dichas localidades será de naturaleza negativa, de magnitud media, importancia mayor, reversible y de largo plazo, por lo cual su valor ambiental será (-10), con lo que este impacto se considera significativo. En cuanto a los criterios de valoración no cuantificables, este impacto se ha definido como cierto, primario y con corto plazo en tiempo de aparición.

- Alteración de la calidad del agua y del caudal del río Uruguay

Los posibles cambios de las condiciones basales de los parámetros físico-químicos, bacteriológicos y biológicos del río -producto del vertido del efluente de la Planta de Tratamiento de Efluentes Líquidos de proceso- conjuntamente con la variación del caudal del río por la diferencia entre la extracción de agua y el vertido del efluente, describen el impacto.

Como la incidencia de la extracción de agua del río es insignificante en el caudal del mismo, no se considerará este impacto para la valoración. Esta extracción será de aproximadamente 105

m³/h, determinada por la diferencia entre el caudal extraído (2.275 m³/h) y el caudal vertido (2.170 m³/h).

Para llevar a cabo la valoración de este impacto se realizó una modelación de calidad de aguas del río Uruguay, simulando la dispersión de las emisiones líquidas provenientes de la Planta de "Celulosas de M´ Bopicuá". Para esto se aplicó un modelo de simulación que permite entregar una aproximación de los procesos que ocurren en la naturaleza y predecir el comportamiento de los compuestos descargados por el efluente de la Planta al río Uruguay.

Para esto se realizó en forma paralela, un Estudio Hidrodinámico del río Uruguay, tramo del canal de navegación entre progresivas Km 88 (Balneario Las Cañas) y Km 119 (aguas arriba de Paso Tres Cruces). El objetivo general de este estudio fue establecer características del escurrimiento en el tramo, sometido a diferentes condiciones de niveles y caudales .

Una vez calibrado el modelo, éste fue aplicado a la situación "Con Proyecto", adicionándole las descargas provenientes del efluente industrial en estudio.

Cabe destacar que en este estudio se consideraron 3 alternativas, a saber:

1. Modelación con los datos reales obtenidos de las campañas de muestreo. Esto es, se tomaron en cuenta los caudales del río reales, determinados según se detalla en el "Estudio Hidrodinámico del Río Uruguay" y las concentraciones de los principales parámetros, determinados a través de ensayos de laboratorio.
2. Modelación considerando el mínimo caudal del río descargando aguas arriba del Proyecto se modeló con el caudal mínimo del río, ubicando la descarga aguas arriba del área de emplazamiento, sector de la desembocadura del arroyo M´Bopicuá, (Tramo 1), realizándola en la sección próxima a los 10 m de profundidad.
3. Modelación considerando el mínimo caudal del río descargando aguas abajo del Proyecto se modeló con el caudal mínimo del río, ubicando la descarga del efluente aguas debajo de la zona del Proyecto (Tramo 4), realizándola en la sección próxima a los 10 m de profundidad.

Finalmente, se realizó un análisis estadístico a los resultados obtenidos para la alternativa 1 en los escenarios "Sin Proyecto" y "Con Proyecto", con el objeto de determinar si la calidad de las aguas del río Uruguay sería modificada en forma significativa por el Proyecto.

Resultado de la Modelación

Para la alternativa 1 (condiciones reales), se puede considerar que la calidad de las aguas del río Uruguay referente a los parámetros AOX y DBO₅ no será alterada al entrar en operación el Proyecto. Cabe señalar que las descargas de la Planta no superan al 0,01% del caudal del río, lo

que se ve reflejado en los resultados obtenidos en las modelaciones, donde las variaciones con los resultados de la modelación "Con Proyecto" y "Sin Proyecto" no superan el 0,03 % para las concentraciones de AOX y DBO₅.

Para las alternativas 2 y 3, las descargas de la Planta no superan al 0,5% del caudal mínimo diario del río considerado como la situación más desfavorable, esto se ve reflejado en los resultados obtenidos en ambas modelaciones (alternativas 2 y 3), donde las variaciones con los resultados de la modelación "Sin Proyecto" no superan el 2,3 % para la concentración de AOX y el 0,5% para la DBO₅.

Asimismo, se verifica que independientemente de la altura de la descarga (aguas arriba de la Planta o aguas abajo, alternativas 2 y 3), el impacto sobre el río no varía.

Se puede concluir que según los modelos de simulación aplicados, las descargas de efluentes asociadas a la operación del Proyecto no provocarían efectos adversos significativos sobre la calidad de las aguas del río Uruguay.

Este impacto se ha evaluado de carácter negativo, importancia moderada, magnitud media, reversible y de larga duración, con una ponderación de (-8), con lo que este impacto se considera significativo. Este impacto se considerará además, como cierto, secundario (es consecuencia del aporte de DQO, AOX, sólidos suspendidos, etc.) y a corto plazo en tiempo de aparición.

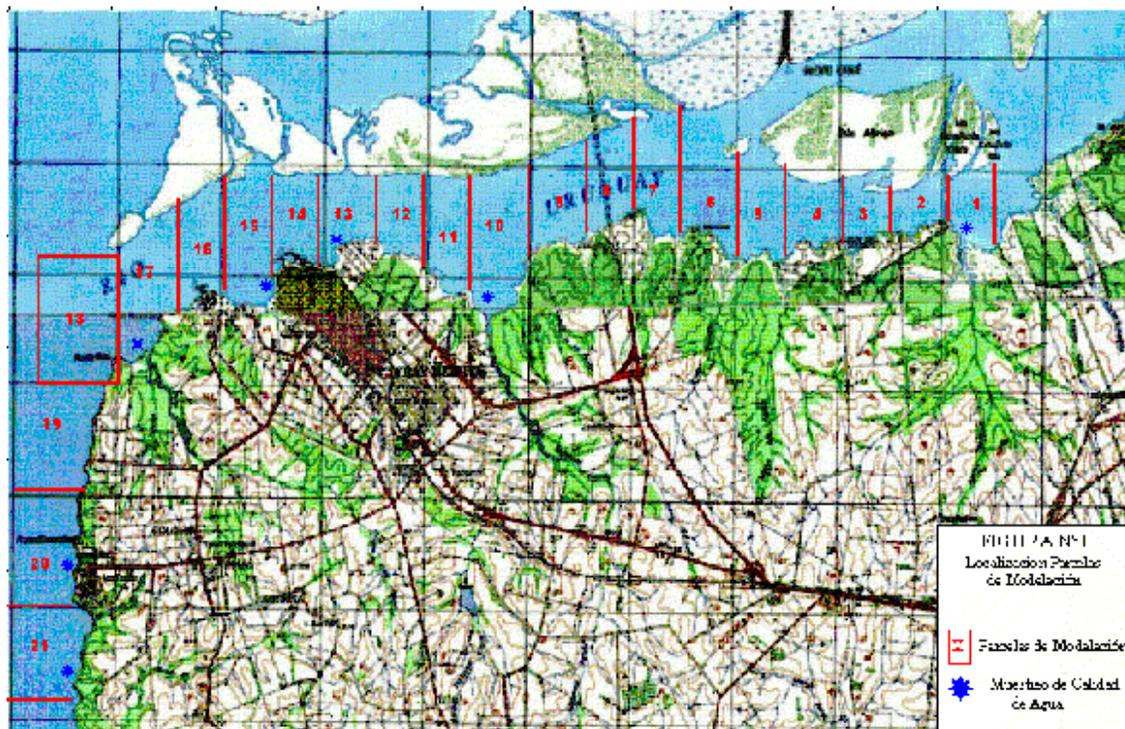


Figura 2

Área de influencia de la modelación de efluentes líquidos

Tabla 11
Resultados de la Modelación para la Alternativa 1

Punto Calidad de Agua	Tramo	Resultados Modelación		Resultados promedios Muestreo	Norma CARU
		Con Proyecto	Sin Proyecto		
AOX (µg/m³)					
1	1	DNC	DNC	DNC	-
2	10	DNC	DNC	**	
3	13	DNC	DNC	ND	
4	15	18.990	18.985	18.200*	
5	17	DNC	DNC	**	
6	20	23.118	23.117	21.800*	
7	21	DNC	DNC	**	
DBO ₅ (mg/m³)					
1	1	3.000,00	3.000,00	3.000	10.000
2	10	4.046,71	4.046,67	4.000	
3	13	4.046,85	4.026,81	3.500	
4	15	3.725,92	3.725,88	3.500	
5	17	3.741,82	3.741,79	4.000	
6	20	3.709,12	3.709,09	4.000	
7	21	3.704,30	3.704,27	4.000	

*: Solo se detectó en el segundo muestreo.

**.:Primer muestreo ND y el segundo muestreo DNC

ND: No detectable (← 2.000 µg/m³).

DNC: Detectable pero no cuantificable (← 6.000 µg/ m³)

Tabla 12
Resultados de la Modelación para la Alternativa 2 (aguas arriba del Proyecto -tramo 1)

Punto Calidad de Agua	Tramo	Resultados Modelación		Resultados promedios Muestreo	Norma CARU
		Con Proyecto	Sin Proyecto		
AOX ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)					
1	1	DNC	DNC	DNC	-
2	10	DNC	DNC	**	
3	13	DNC	DNC	ND	
4	15	16.230	15.850	18.200*	
5	17	DNC	DNC	**	
6	20	21.472	21.390	21.800*	
7	21	DNC	DNC	**	
DBO ₅ (mg/m^3)					
1	1	3.000	3.000	3.000	10.000
2	10	3.910,85	3.908	4.000	
3	13	3.910,85	3.908	3.500	
4	15	3.631,3	3.617	3.500	
5	17	3.631,3	3.617	4.000	
6	20	3.612,2	3.597	4.000	
7	21	3.555,2	3.538	4.000	

* Solo se detectó en el segundo muestreo

** Primer muestreo ND y el segundo muestreo DNC

ND : No detectable, limite de detección $2.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

D, NC : No cuantificable, limite de cuantificación $6.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$

CN : Condiciones Naturales (19°C app)

Tabla 13

Resultados de la Modelación para la Alternativa 3 (aguas abajo del Proyecto -tramo 4)

<i>Punto Calidad de Agua</i>	<i>Tramo</i>	<i>Resultados Modelación</i>		<i>Resultados promedios Muestreo</i>	<i>Norma CARU</i>
		<i>Con Proyecto</i>	<i>Sin Proyecto</i>		
AOX ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)					
1	1	DNC	DNC	DNC	-
2	10	DNC	DNC	**	
3	13	DNC	DNC	ND	
4	15	16.231	15.850	18.200*	
5	17	DNC	DNC	**	
6	20	21.472,2	21.390	21.800*	
7	21	DNC	DNC	**	
DBO₅ (mg/m^3)					
1	1	3.000	3.000	3.000	10.000
2	10	3.910,81	3.908	4.000	
3	13	3.910,81	3.908	3.500	
4	15	3.631,3	3.617	3.500	
5	17	3.631,3	3.617	4.000	
6	20	3.612,2	3.597	4.000	
7	21	3.555,1	3.538	4.000	

* Solo se detectó en el segundo muestreo

** Primer muestreo ND y el segundo muestreo DNC

ND : No detectable, limite de detección $2.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$

D, NC : No cuantificable, limite de cuantificación $6.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$

CN : Condiciones Naturales (19°C app)

1.5.2.2 Medio Biótico

- Aprovechamiento forestal

La materia prima proviene de una operación de aprovechamiento forestal que afecta montes de una especie introducida.

Además es importante mencionar que la madera provendrá de explotaciones forestales llevadas adelante bajo los principios de la producción forestal sostenible.

La sostenibilidad de la producción contempla tanto el aspecto ambiental (la operación forestal debe impactar lo menos posible sobre el entorno, ejecutando los emprendimientos, desde la etapa de plantación hasta la cosecha, en forma planificada y con control permanente del desempeño ambiental, identificando aspectos ambientales y tomando medidas para minimizarlos), como el económico (la operativa forestal debe ser económicamente rentable contemplando la gestión del medio ambiente), como en lo social (el emprendimiento forestal debe implicar una mejora tanto para las personas involucradas directamente en él (operarios) como para aquellas que se vinculen más tangencialmente con el mismo (vecinos, etc)).

Cabe aclarar que la producción forestal sostenible bajo la cual crecen los árboles que proveen de materia prima al Proyecto, se basa en un uso criterioso y prolongado en el tiempo del recurso forestal. Esto es decir, que el momento de corta, será el momento óptimo para la supervivencia del monte.

En el mismo contexto, si luego de cosechar el monte, el rebrote natural de las cepas es bajo, se procede a reforestar los rodales, para asegurar la densidad de plantación más favorable para cada especie.

Tanto la inversión realizada por los propietarios forestales de la zona, como el esfuerzo realizado por el gobierno (en forma de exoneraciones fiscales), cobra sentido con la existencia de una planta de celulosa en la zona, fábrica que garantiza el consumo de 1.500.000 m³/año de madera, lo que supone algo más de la mitad de la producción de madera de la zona (consecuencia del aprovechamiento forestal).

Este impacto se ha evaluado de importancia mayor, magnitud media, reversible y a largo plazo, con una ponderación de (+ 10), con lo que el impacto ambiental positivo se considera significativo. La calificación de este impacto usando los criterios no cuantificables da como resultado, que el mismo es de corto plazo en lo que refiere a tiempo de aparición, cierto, primario.

1.5.2.3 Medio Antrópico

- Generación de empleo

Las actividades de operación del Proyecto requieren de personal tanto para la gestión de la Planta como para su mantenimiento.

Esto significará generar aproximadamente 305 nuevos puestos directos de trabajo permanente para la operación de la Planta, así como una cantidad importante de empleos indirectos (empresas y talleres de mantenimiento y montajes, suministros, transporte, vigilancia, etc.), que podrían estimarse en el entorno de los 1.000 o 1.200 puestos.

Dentro de las actividades de cosecha del cultivo y transporte de madera inherentes al aprovechamiento forestal, se estima la generación de 2.700 puestos permanentes de trabajo.

Esta reactivación económica, que será registrada principalmente en el área de influencia del Proyecto, determinará la generación de diversas fuentes inducidas de trabajo dentro de muy diferentes sectores de la actividad económica.

Considerando la especial circunstancia económica por la que atraviesa Uruguay y la región, así como el nivel de desempleo imperante, que se agudiza en el interior del país, debido a que las empresas agropecuarias clásicas no generan empleo, las iniciativas industriales escasean cada vez más, generando un espiral de, desempleo- éxodo a la capital-menos población en el interior-menor consumo de bienes y servicios-menor inversión, sin mencionar demás consecuencias como la marginalidad y la pobreza.

Este impacto se ha evaluado como positivo de magnitud alta e importancia mayor, irreversible y de larga duración (+14), con lo que este impacto ambiental positivo se considera muy significativo. Este impacto se ha considerado además como cierto, primario y secundario (debido a la generación directa e indirecta de empleos) y con un tiempo de aparición de corto plazo.

- Aumento de la actividad industrial nacional

Este impacto tiene relación con la puesta en marcha de procesos industriales en la región, lo que implica un significativo aumento de la actividad industrial tanto a nivel regional como nacional.

Vale decir, que teniendo en cuenta la inversión estimada en el presente Proyecto, esta industria sería la de mayor relevancia a nivel nacional.

Más allá de innovar en el área tecnológica, de consecuentemente capacitar personal calificándolo para la tarea, de captar inversión para el Uruguay, de activar el sector del transporte, se plantea la activación de los sectores implicados como proveedores de la Planta de Celulosa en general y generar actividad portuaria.

De acuerdo a lo anterior, este impacto se ha evaluado como positivo, de magnitud alta e importancia mayor, irreversible y de larga duración (+14), con lo que este impacto ambiental positivo se considera muy significativo. En cuanto a los criterios no cuantificables, se ha considerado como cierto, de tipo secundario y a mediano plazo en tiempo de aparición

- Aumento de las exportaciones

Este impacto tiene relación con el aumento de las exportaciones uruguayas, ya que todo lo producido en esta Planta tendrá como destino los mercados internacionales.

Es importante destacar que se plantea la presencia de un nuevo producto de exportación y por ende de mercados que al Uruguay le eran ajenos.

Por otro lado, se debe destacar que "Celulosas de M´Bopicuá" será la primera empresa exportadora del país y la pasta de celulosa pasará a ser el tercer rubro exportable en el Uruguay.

De acuerdo a lo anterior, este impacto se ha evaluado como positivo, de magnitud alta e importancia mayor, irreversible y de larga duración (+14), con lo que este impacto ambiental positivo se considera muy significativo. Se ha considerado asimismo como un impacto cierto, de tipo primario y a corto plazo en tiempo de aparición.

- Generación de energía eléctrica a partir de recursos renovables

Como fuera mencionado anteriormente, la operación de la Planta implicará una generación de energía de 45 MW, a través de recursos renovables. Esta potencia, es superior a la necesaria para el funcionamiento de la misma (28MW). Este excedente será distribuido mediante el sistema eléctrico existente.

Si bien la magnitud de este impacto es baja, teniendo en cuenta lo que representan los 17 MW excedentarios dentro del total de la potencia generada a nivel nacional, este impacto positivo adquiere cierta relevancia considerando el costo tanto económico como ambiental que tiene la generación de la misma en el Uruguay.

De acuerdo a lo anterior, este impacto se ha evaluado como positivo, de magnitud baja, importancia moderada, reversible y de larga duración (+6), con lo que este impacto ambiental

positivo se considera poco significativo. Debido a su alta probabilidad se considera un impacto cierto y a corto plazo en cuanto a su tiempo en aparecer.

1.5.2.4 Medio Simbólico

- Alteración de la calidad visual

La operación de la Planta de Celulosa conlleva la emisión de vahos y vapores de agua, lo cual tendrá impacto sobre la calidad visual. También cabe destacar, que la operación de la Planta es una actividad de tipo diario, no estacional, que no implica cambios en la estructura o en los movimientos de personas y vehículos y que una vez construida y en funcionamiento no intervendrá en el paisaje.

De esta manera, este impacto se ha evaluado como de naturaleza negativa, magnitud baja, importancia menor, reversible y de larga duración, obteniendo una ponderación de [-5], con lo que este impacto ambiental se considera poco significativo. Se clasifica además como cierto, primario y de tiempo en aparecer a corto plazo.

1.5.3 Evaluación de Impactos en la Etapa de Abandono

1.5.3.1 Medio Físico

- Aumento temporal de los niveles de presión sonora

Aún cuando el abandono del emprendimiento es improbable y se encuentra previsto un mantenimiento continuo de las instalaciones, se considera para este estudio la hipótesis de abandono.

Ante esta hipótesis, es esperable la ocurrencia del aumento de los niveles de presión sonora, los cuales serán producidos por el desmantelamiento de equipos, lo que producirá un aumento en los niveles de ruido de igual o menor a los generados en la Etapa de Construcción.

Este impacto se valora como negativo, de corta duración, reversible, sin importancia y magnitud baja [-2], con lo que este impacto ambiental se considera muy poco significativo. De acuerdo a los criterios no cuantificables se considera como un impacto probable, de tipo primario y de tiempo de aparición a largo plazo, debido a que la Planta no tiene plazo de vida limitado.

1.6 Resumen de la evaluación de impactos ambientales

A continuación se presenta un resumen de los impactos identificados con su correspondiente categorización.

Tabla 5
Resumen de la evaluación de los Impactos Ambientales

Etapa	Componente (s)	Descripción Impacto	Naturaleza	Rango
Construcción	Calidad del Aire	Emisiones de material particulado y gases	(-)	Muy poco significativo
	Ruido	Aumento temporal de NPS	(-)	Muy poco significativo
	Hidrología	Modificación temporal de la escorrentía del borde del río Uruguay	(-)	Muy poco significativo
	Calidad del Agua	Alteración de la calidad del agua del río Uruguay	(-)	Muy poco significativo
	Geomorfología y Edafología/vegetación	Afectaciones al suelo y a la cubierta vegetal	(-)	Poco significativo
	Fauna	Alteración de hábitat para fauna	(-)	Muy poco significativo
	Población	Generación de empleo	(+)	Muy significativo
	Paisaje y Estética	Alteración de la calidad visual	(-)	Muy poco significativo
Operación	Ruido	Aumento de NPS	(-)	Poco significativo
	Calidad del Aire	Emisiones de material particulado (PM10) y gases (SO ₂ , y NO _x)	(-)	Poco significativo
	Calidad del Aire	Generación de olor por emisiones de TRS	(-)	Significativo
	Calidad del Agua	Alteración de la calidad del agua y el caudal del río Uruguay	(-)	Significativo
	Vegetación	Aprovechamiento forestal	(+)	Significativo
	Población	Generación de empleo	(+)	Muy significativo
	Economía	Aumento de actividad industrial nacional	(+)	Muy significativo
	Economía	Aumento de las exportaciones	(+)	Muy significativo
	Infraestructura	Generación de energía a partir de recursos renovables	(+)	Poco significativo
	Paisaje y Estética	Alteración de la calidad visual	(-)	Poco significativo

Etapa	Componente (s)	Descripción Impacto	Naturaleza	Rango
Abandono	Ruido	Aumento temporal de los niveles de presión sonora	(-)	Muy poco significativo

1.7 Conclusión global de la evaluación de impactos ambientales

Dentro de los impactos de mayor jerarquía que son causa directa del Proyecto, se destacan en la Etapa de Construcción la generación de empleos, como impacto positivo y la pérdida de suelo como impacto de carácter negativo.

En la Etapa de Operación las emisiones de TRS pese a su escasa magnitud en la ciudad de Fray Bentos y en el balneario de Las Cañas, se han considerado como un impacto ambiental significativo.

En lo referente a la alteración de la calidad del agua del río Uruguay, cabe destacar que se está cumpliendo con la normativa aplicable para todos los parámetros de referencia. Igualmente este impacto fue valorado como significativo.

Por otra parte, los mayores impactos positivos generados en la Etapa de Operación, corresponden a la generación de empleos con el sucesivo aumento de la actividad industrial nacional y de las exportaciones, valorándose todos como muy significativos.

Cabe destacar que la valoración de los impactos se realizó considerando la incorporación previa de diferentes medidas de mitigación, las cuales forman parte del proceso fabril. Por esto la valoración determinó resultados menos significativos de los principales impactos negativos del Proyecto.

En resumen se considera que los impactos positivos del Proyecto sobrepasan considerablemente los pocos impactos negativos.

ÍNDICE

1.	PLAN DE MEDIDAS DE MITIGACION Y DE PREVENCIÓN DE RIESGOS Y DE CONTINGENCIAS	2
1.1	INTRODUCCIÓN	2
1.2	PLAN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN	3
1.2.1	Etapa de Construcción:	3
1.2.2	Etapa de Operación	4
1.3	PLAN DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE IMPACTOS.....	9
1.3.1	Etapa de Construcción	9
1.3.2	Etapa de Operación	10
1.4	PLAN DE PREVENCIÓN DE RIESGOS Y CONTINGENCIAS.....	12
1.4.1	Etapa de Construcción	12
1.4.2	Etapa de Operación	14

1. PLAN DE MEDIDAS DE MITIGACION Y DE PREVENCIÓN DE RIESGOS Y DE CONTINGENCIAS

1.1 Introducción

Según el Reglamento 435/94, “Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental”, este capítulo identificará y desarrollará las medidas que se adoptarán para eliminar o minimizar los efectos adversos del Proyecto y las acciones de reparación y/o compensación que se realizarán, cuando ello sea procedente.

En este capítulo se describen los siguientes planes:

- Plan de Medidas de Mitigación de Impactos
- Plan de Medidas de Prevención de Impactos
- Plan de Prevención de Riesgos y Contingencias.

El Plan de Medidas de Mitigación tiene por finalidad atenuar el efecto de los impactos ambientales negativos identificados a partir de la evaluación de los impactos. El Plan comprende acciones y recomendaciones para amortiguar el efecto adverso de los impactos sobre algún elemento del medio. Lo anterior, puede implicar en algunos casos la ejecución de obras complementarias que permitan disminuir estos efectos negativos. De esta manera, las medidas pueden ser agrupadas en las siguientes categorías:

- Medidas atenuantes: son aquellas que se llevan a cabo con la finalidad de minimizar la magnitud del impacto.
- Medidas de reparación: tienen por finalidad reponer uno o más de los componentes o elementos del medio ambiente a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado, o en caso de no ser posible, restablecer sus propiedades básicas.
- Medidas de compensación: tienen por finalidad producir o generar un efecto positivo alternativo y equivalente a un efecto ambiental adverso.

El Plan de Medidas de Prevención está conformado por un conjunto de medidas destinadas a evitar que situaciones, sustancias o materiales susceptibles de crear impacto, lleguen a producirlo.

El Plan de Prevención de Riesgos y Contingencias corresponde a las medidas que se impondrán para prevenir y por consiguiente disminuir la probabilidad de ocurrencia de algún daño o contingencia (entendiéndose como tales, aquellas situaciones excepcionales con muy baja probabilidad de ocurrencia, que puedan producir graves consecuencias sobre el medio receptor, la salud humana y/o pérdidas materiales).

Además de todo esto, se desarrollará e implantará, en "Celulosas de M´Bopicuá", un sistema de gestión ambiental según los requisitos que establece la Norma ISO 14001, integrado a la gestión global de la empresa.

Este sistema de gestión, será el instrumento capaz de asegurar el cumplimiento de los compromisos asumidos por la empresa en su política de medio ambiente, a través de la ejecución de sus operaciones en un contexto de compromiso permanente con el entorno y contando con la "mejora continua" del desempeño ambiental como objetivo fundamental.

1.2 Plan de Medidas de Mitigación

El Proyecto que se evalúa ha apuntado desde su comienzo hacia el Desarrollo Sostenible, por lo que ha considerado desde su inicio el *principio de mínima repercusión ambiental*. De esta forma, ya desde la etapa de diseño del Proyecto, se han contemplado medidas de mitigación, las cuales serán presentadas en el presente capítulo, conjuntamente con las medidas adicionales que sean necesarias.

En efecto, las actividades contempladas tanto durante la Etapa de Construcción como de operación, han incorporado procedimientos y tecnologías ambientalmente aceptables, que permitirán minimizar los impactos ambientales negativos del Proyecto.

1.2.1 Etapa de Construcción

El emprendatario ya desde esta etapa, aplicará las mejores tecnologías disponibles para minimizar en la mayor medida posible, la generación de impactos. Independientemente de lo anterior, en los dos apartados que siguen, se presentan las medidas mitigatorias correspondientes a los impactos que podrían tener alguna significancia.

Afectaciones al suelo y a la cubierta vegetal

Durante la construcción se harán nivelaciones del terreno, incorporando en las depresiones la tierra extraída en otras zonas del terreno, en forma ordenada y sistemática.

Por otro lado, para disminuir la erosión del suelo se plantea minimizar los tiempos de exposición, realizando las cimentaciones inmediatamente después de realizados los movimientos de tierra.

Asimismo, se trabajará con operarios capacitados en el uso de este tipo de maquinaria y con la concientización ambiental adecuada, de forma de minimizar los impactos.

Alteración de la calidad visual

Con el objeto de minimizar el impacto visual tanto de la Obra como de la Planta, principalmente desde los sectores aledaños, en el comienzo de la Etapa de Construcción se plantará una cortina vegetal alrededor del predio involucrado.

Adicionalmente, se llevará a cabo un proyecto paisajístico, consistente en la construcción de jardines en el entorno inmediato de la Planta. Además se prevé pintar las instalaciones industriales de forma tal de proyectar una imagen estética moderna y de planta de última tecnología.

1.2.2 Etapa de Operación

Aumento de los niveles de presión sonora

Las actividades principales generadoras de ruido del Proyecto se realizarán dentro de los edificios de proceso, de modo que los niveles de ruido en el exterior de la Planta no serán significativos.

Además, la empresa contará con normativa interna de seguridad vial (límite de velocidad de circulación, control vehicular, control periódico de conductores, señalización, etc.) que contribuirán a la reducción de las emisiones sonoras de fuentes móviles.

También hay que considerar que se contará con la cortina vegetal plantada durante la etapa de Construcción, que actuará protegiendo el entorno, atenuando las emisiones sonoras de la Planta con un efecto de barrera acústica.

Emisiones a la atmósfera de material particulado (PM10) y gases (SO₂ y NO_x)

a) Material particulado

Se utilizarán precipitadores electrostáticos de alta eficiencia (sobre un 99% de eficiencia en la recolección de partículas) para controlar las emisiones de partículas totales provenientes de las operaciones de la Caldera de Recuperación, Caldera de Biomasa y del Horno de Cal.

b) Dióxido de azufre

Se controlarán las emisiones de SO₂ mediante el uso del combustible de menor contenido de azufre que se disponga en plaza.

Para disminuir el contenido de azufre en los gases se contará también, para gases concentrados generados en la Planta de Evaporadores y en Digestores, con un Scrubber lavador de ácido sulfhídrico, previo a la quema de estos en el Horno de Cal.

c) Oxidos de Nitrógeno

Se minimizará el contenido de óxidos de nitrógeno en los gases generados por combustión en la Caldera de Recuperación, Caldera de Biomasa y Horno de Cal, considerando el uso de sistemas de control que permitan optimizar la combustión, minimizando la generación de óxidos de nitrógeno durante ésta y asegurando que no se superen los límites de emisión indicados en la descripción del Proyecto.

Por otra parte, se utilizarán mecheros de baja emisión de NO_x.

Generación de olor por emisiones a la atmósfera de TRS

Se minimizará el contenido de TRS en los gases de combustión, recurriendo a diversas medidas:

- Control de combustión en Caldera de Recuperación (control del caudal de aire terciario y seguimiento y control de O₂ y CO en los gases de combustión).
- Seguimiento y control de combustión en Horno de Cal.
- Quema de licor negro a concentración elevada ($\geq 72\%$) en Caldera de Recuperación.

Alteración de la calidad del agua y del caudal del río Uruguay

Para el control, tratamiento y disposición final del efluente líquido, se contará con un sistema separado de recolección de efluentes. El diseño de este sistema considera que los diferentes efluentes de la Planta sean llevados separadamente al sistema de tratamiento de efluentes, lo que permitirá efectuar tratamientos selectivos adecuados a cada caso, optimizando el resultado final conjunto.

Como ya se mencionó en el capítulo 1, la Planta contará con las Mejores Tecnologías Disponibles (BAT) para el sector para la mejora de la calidad de los efluentes, entre las que se destacan:

- Deslignificación extendida previa a la entrada de la pasta a Blanqueo, mediante una etapa de Oxígeno.
- Elevado porcentaje de recirculación de aguas del proceso de Blanqueo.
- Aprovechamiento del condensado limpio de evaporadores, disminuyendo de este modo el consumo de agua.
- Stripping para limpieza de condensado contaminado y disminución de la DQO a Planta de Tratamiento de Efluentes.

Las aguas servidas generadas en baños, servicios higiénicos, comedores, cocinas, etc. serán enviadas a una fosa séptica, cuyo rebose estará dirigido al sistema de tratamiento del efluente industrial.

El tratamiento a realizar sobre el efluente industrial será el siguiente:

a) Preneutralización del efluente: antes de efectuar el tratamiento biológico, el pH de los efluentes de la Planta de Blanqueo será ajustado para no afectar la población bacteriana a cargo del tratamiento secundario, permitiendo mantener la eficiencia del sistema.

b) Desbaste: el efluente atraviesa una reja de desbaste con el objeto de reducir el contenido de sólidos de gran tamaño antes del tratamiento secundario (biológico).

c) Decantación en clarificador primario: se eliminan por gravedad los sólidos en suspensión previamente a la entrada del efluente al tratamiento biológico.

d) Neutralización: se realiza un nuevo ajuste del pH (más fino que en la preneutralización) para evitar posibles daños a los microorganismos del tratamiento secundario.

e) Balsa de equalización: aporta tiempo de residencia y agitación suficiente para amortiguar posibles variaciones en las características del efluente (T y pH), atenuando fluctuaciones que puedan afectar a los microorganismos.

f) Tratamiento secundario: el tratamiento secundario de los efluentes se llevará a cabo mediante un sistema biológico, utilizando un proceso de aireación prolongada o extendida, a los efectos de disminuir la carga orgánica del efluente.

g) Clarificador secundario: separa los lodos del efluente ya tratado.

h) Manejo y secado de lodos: los lodos provenientes de los clarificadores serán deshidratados para ser finalmente enviados a quema en la Caldera de Biomasa.

Asimismo, el Proyecto implementará un monitoreo continuo de la calidad de los efluentes, con sensores en cada una de las principales fuentes generadoras y del efluente combinado después de su tratamiento. El Sistema de Control de Proceso generará información en línea al operador y dará alarma ante cualquier desviación con respecto a los estándares.

El efluente líquido del Proyecto nunca será descargado al río sin tratamiento, por lo cual en el caso de existir una falla que no pueda ser soportada por el Sistema de Tratamiento de Efluentes (o que pueda poner en peligro la correcta operación de este), y tras haber hecho uso del recurso de la balsa de emergencia, la totalidad de la Planta detendrá su funcionamiento.

Sin perjuicio de lo anterior, durante la etapa de puesta en marcha del sistema de tratamiento de efluentes líquidos, los informes de monitoreo de la calidad del efluente serán entregados mensualmente a quien la autoridad defina.

Finalmente, el efluente líquido ya tratado será canalizado hasta el río Uruguay, incorporándose a éste a través de un difusor instalado en el lecho del río. El difusor contempla un tubo principal enterrado en forma transversal en el lecho del río, desde el cual emergerán tubos verticales secundarios dotados de boquillas especiales para asegurar una eficiente mezcla de este efluente con la corriente del río, a corta distancia del punto de descarga.

1.3 Plan de Medidas de Prevención de Impactos

Además de las medidas destinadas a combatir los impactos identificados, se consideran aquí un conjunto de medidas destinadas a evitar los efectos de ciertas situaciones con potencial impactante.

1.3.1 Etapa de Construcción

Manejo de los residuos líquidos

Los aceites usados, restos de pintura y restos de disolventes industriales, serán almacenados en recipientes convenientemente etiquetados (en función de su contenido) y ubicados en instalaciones acondicionadas específicamente para tal fin, que contarán con un sistema de control de derrames.

La disposición final de aceites usados estará a cargo de un gestor especializado en este tipo de residuos. El resto de los residuos líquidos se gestionarán a través de otro gestor, donde serán incinerados.

Manejo de Residuos Sólidos

Los desechos orgánicos correspondientes a desperdicios del comedor del personal y de la construcción se manejarán en bolsas plásticas, siendo gestionados por la Intendencia Municipal de Río Negro.

Los desechos inorgánicos y generales correspondientes principalmente a restos no reutilizables ni reciclables de materiales, serán retirados de la obra periódicamente y se utilizarán como relleno en los sitios de extracción de áridos ubicados cerca de la obra.

1.3.2 Etapa de Operación

Manejo de los residuos líquidos

Para la Etapa de Operación se considerarán las mismas medidas de prevención de impactos consideradas en la etapa anterior.

De forma tal que, los aceites usados, restos de pintura y restos de disolventes industriales, serán almacenados en recipientes convenientemente etiquetados (en función de su contenido) y ubicados en instalaciones acondicionadas específicamente para tal fin, que contarán con un sistema de control de derrames.

La disposición final de aceites usados estará a cargo de un gestor especializado en este tipo de residuos. El resto de los residuos líquidos se gestionarán a través de otro gestor, donde serán incinerados.

Disposición de residuos sólidos

El depósito de residuos industriales sólidos que el Proyecto contempla, se realizará de acuerdo a las siguientes características:

- Obras de intersección y desvío de aguas superficiales por medio de un canal de contorno diseñado tanto para evacuar las aguas de vertientes naturales, como para interceptar y desviar las aguas de escurrimiento superficial producidas durante las lluvias. El canal deberá desviar las escorrentías devolviéndolas a la quebrada principal aguas abajo del depósito.
- Drenaje de aguas subterráneas a través de una capa de drenaje construida bajo las láminas de impermeabilización, con el propósito de evacuar las aguas subterráneas naturales hacia los terrenos vecinos, sin que entren en contacto con los residuos. Esta capa de drenaje estará formada por gravilla-arena, apoyada sobre un geotextil de alta permeabilidad.

- Sistema de impermeabilización basal y lateral del depósito, consistente en los siguientes elementos, en dirección ascendente, sobre la capa de drenaje descrita anteriormente:
 - geomembrana de PVC de 1,0 mm de espesor
 - capa de arena con red de tubos perforados para la recolección de líquidos lixiviados
 - geotextil de alta permeabilidad y alto módulo de elasticidad inicial
 - suelo natural compactado

- Sistema de evacuación de líquidos lixiviados consistente en cañerías perforadas. Los colectores principales deberán descargar a un emisario instalado fuera del área del depósito, el cual conducirá los líquidos efluentes hasta un depósito construido en tierra e impermeabilizado. Desde este depósito los líquidos lixiviados serán conducidos hasta el sistema de tratamiento de efluentes líquidos de la Planta, incorporándose a este a través de la balsa de emergencia y recogida de pluviales.

- Cierre perimetral del depósito con el objeto de evitar el paso de animales y de personas hacia él.

Se mantendrán en forma permanente las áreas rellenadas, agregándose tierra en aquellos sectores donde se produzcan agrietamientos. Concluido definitivamente el relleno del módulo, se procederá a su inmediata forestación, respetando las distancias para lograr un crecimiento uniforme. Asimismo se prevé la forestación perimetral de toda el área del vertedero, con un cinturón más denso y de alto porte, con especies de follaje perenne.

Manejo de gases olorosos de proceso

El tratamiento a realizar para los gases no deseables (concentrados y diluidos) es la captación en origen y su eliminación mediante quema, el cual consiste de:

- Gases concentrados (NCCG): serán arrastrados por eyectores y quemados en el Horno de Cal, previo un lavado de H₂S en el Scrubber. También se prevé la instalación de una antorcha incineradora, para el caso de no poder quemar en el Horno (parada del mismo, problemas operativos, etc.).

- Gases diluidos (HVLC): serán arrastrados por ventiladores y pasados por un Scrubber de condensación - enfriamiento, para finalmente ser quemados en la Caldera de Recuperación.

1.4 Plan de Prevención de Riesgos y Contingencias

El objetivo de este Plan, es determinar las acciones necesarias a los efectos de anteponerse a todos los posibles riesgos y contingencias ambientales que puedan derivarse de la ejecución de las distintas etapas del presente Proyecto.

Este Plan deberá establecer además, para cada situación de emergencia, un plan o procedimiento específico de actuación, para lo cual se considerará la valoración de los riesgos e impactos asociados, los recursos disponibles para combatir la situación y el comportamiento esperado ante la situación de emergencia.

Este procedimiento de actuación deberá definir, las responsabilidades ante tal emergencia, las formas de comunicación de las diferentes emergencias y las acciones primarias y secundarias de control de la situación.

Vale mencionar aquí, que se contará con un Plan de Seguimiento y Control (capítulo siguiente) enmarcado en la implantación de un Sistema de Gestión Ambiental que establece controles en proceso, controles de emisiones (líquidas, gaseosas, etc.), controles de los diversos tratamientos a los que se someten las mismas. etc. Este Plan permitirá ejercer la máxima supervisión posible de las operaciones, minimizando de esta forma la probabilidad de ocurrencia de daños y contingencias.

1.4.1 Etapa de Construcción

El Proyecto contará con planes de emergencia para esta etapa, que estarán bajo la responsabilidad y supervisión del emprendatario, pero que serán desarrollados por los departamentos de prevención de riesgos de los contratistas.

Derrames

En caso de derrames de líquidos distintos del agua, el titular del Proyecto deberá contemplar las acciones a seguir para el eventual caso que ellos se produzcan, entre las cuales se deberán considerar: elementos de contención de derrames (muros, cunetas, soleras); fosos o canalizaciones de derrames hacia lugares seguros (pozos absorbentes, cámaras, entre otros); y tratamientos neutralizadores (polvos de caliza, absorción con arena).

Control de Emisiones Atmosféricas

Las medidas para controlar humos de combustión de quemas de escombros, restos de materiales, embalajes, etc. están contenidas en los procedimientos de trabajo seguro que los contratistas deberán implementar. Ellas consisten básicamente en la prohibición de cualquier incineración o quema en la zona de obras, a menos que se realice bajo supervisión responsable y en un lugar autorizado por la autoridad competente.

En tareas de movimientos de tierra o producción de hormigón, se utilizarán, en caso de que las condiciones climáticas así lo requieran, sistemas de aspersión de agua sobre las fuentes de material particulado, con el objeto de mantener una humedad adecuada que minimice esta emisión.

Se realizarán controles periódicos al mantenimiento de los equipos para minimizar los escapes de motores de maquinarias y vehículos.

Inundaciones

Los pisos de los depósitos y sitios de acopio de materiales contaminantes, como cemento, yeso, combustible, pinturas o químicos, quedarán a un nivel ubicado por sobre la cota de inundación del terreno, determinada durante la etapa de ingeniería del proyecto.

Incendios

Las medidas que a continuación se detallan, se implementarán para evitar la propagación de algún siniestro que pudiere afectar ya no las obras, sino al ambiente natural, como pastizales y el monte nativo cercano:

- Mantener permanentemente en obra un experto profesional en prevención de incendios;
- Establecimiento de brigadas de trabajadores entrenados para combatir incendios;
- Instalación de grifos y estaciones de mangueras en cañerías matrices de agua, en los sectores de la obra que sea posible;
- Capacitación permanente del personal tendiente a identificar y disminuir la aparición de condiciones inseguras y a evitar el cometer acciones inseguras;
- Prohibición de encender fuegos en toda la obra, a menos que esta acción sea realizada bajo supervisión responsable y en lugares autorizados expresamente;
- Manejo reglamentado de sustancias combustibles y/o inflamables en lugares especialmente preparados para ello;
- Coordinación permanente con el Cuerpo de Bomberos de Fray Bentos.

1.4.2 Etapa de Operación

Los programas de seguridad y planes de contingencia para la Etapa de Operación serán preparados durante la fase de ingeniería de detalle del Proyecto, según el modelo de los programas y planes existentes en otras plantas de celulosa.

El plan de emergencia especificará las responsabilidades por actividad y tipo de emergencia, e incluirá un protocolo de comunicaciones, tanto internas como externas a la Planta, disponiendo de un Plan de Respuesta para afrontar estas situaciones.

Este Plan de Respuesta ante emergencias considerará medidas para afrontar los derrames accidentales de líquidos (sustancias químicas, efluentes, entre otros), escapes de gases tóxicos a la atmósfera, incendios, explosiones y accidentes en el camino, entre otros.

Los planes de respuesta ante emergencia detallados deberán ser revisados con las autoridades locales, según se requiera, a fin de asegurar la compatibilidad e integración con las capacidades locales existentes para respuesta a situaciones de emergencia.

Se desarrollarán programas de entrenamiento de trabajadores durante la fase previa a la puesta en marcha. Estos programas deberán incluir tanto aspectos teóricos como prácticos.

Derrames

El Proyecto contará con sistemas internos y externos para el control de eventuales derrames accidentales o por eventos naturales, con el objetivo de recuperarlos.

Los derrames de licor serán desviados al sistema de tratamiento de efluentes sólo como último recurso.

Asimismo la Planta contará con capacidad suficiente en los tanques de proceso para absorber posibles fluctuaciones del proceso, paradas de plantas, etc. sin que se produzcan vertidos al exterior de la Fábrica, ni alteraciones en la Planta de Tratamiento de Efluentes.

Entre las medidas de control interno de derrames se incluye la separación y control de los efluentes de cada área de proceso y el monitoreo para detectar posibles derrames de licor negro o sustancias químicas.

Para el control de derrames, el Proyecto incluye una balsa de emergencia y recogida de pluviales, cuyas funciones serán tres:

- Recibir las aguas pluviales recogidas en la cuenca de la Fábrica a consecuencia de las lluvias. Para ello se construirá un sistema de canalizaciones que, por gravedad, conducirá hasta esta balsa toda el agua de lluvia caída en la Fábrica. Con este fin, la balsa tendrá una capacidad de 12.000 m³. Pudiendo recoger una precipitación de 50 L/m² en una cuenca que a tal efecto se estimó en 24 hectáreas.
- Recoger la totalidad del efluente de Fábrica, tras el tratamiento primario, cuando el pH o la temperatura de este no permitan su envío a la balsa de homogeneización. Esta será una circunstancia anómala (emergencia), que sólo se producirá en caso de avería del sistema de neutralización o de las torres de refrigeración (por tanto, de duración

limitada). La capacidad de la balsa de emergencia permite recoger el efluente (caudal estimado en 2.000 m³/h) durante un periodo de 6 horas.

- Recoger el efluente proveniente del relleno sanitario (fundamentalmente lixiviado de aguas pluviales), que es canalizado y fluye hasta esta balsa por gravedad. De este modo dicho efluente es incorporado al tratamiento conjunto de efluentes.

El efluente (o agua de lluvia) recogido en la balsa de emergencia será bombeado al sistema de tratamiento de efluentes, a través de la arqueta de desbaste, de forma gradual una vez que se restablezca la normalidad en la Planta de Tratamiento de Efluentes.

Inundaciones

Tanto el sistema de control de derrames al interior de la Planta como las instalaciones de tratamiento de efluentes estarán diseñadas para minimizar el impacto de eventuales inundaciones.

Incendios

La Planta dispondrá de una sistema de alarma contra incendios. Todas las salas de control del proceso estarán protegidas con un sistema automático de control y extinción de incendios exento de halones (cloro-fluor-carbono).

El sistema de prevención y combate del fuego contemplará, además del cumplimiento de la legislación uruguaya, la aplicación de las más modernas técnicas en uso a nivel mundial y equipamiento de última generación.

En forma adicional, el personal de la Planta será entrenado para responder a emergencias y combatir el fuego en forma regular, incluyendo teoría y práctica así como la realización de simulacros.

INDICE

1	PLAN DE SEGUIMIENTO.....	2
1.1	INTRODUCCIÓN	2
1.2	PLAN DE SEGUIMIENTO Y CONTROL (ETAPA DE OPERACIÓN).....	2
1.2.1	<i>CONTROL DEL MEDIO.....</i>	<i>3</i>
1.2.2	<i>CONTROL DEL EFLUENTE LÍQUIDO.....</i>	<i>4</i>
1.2.3	<i>CONTROL DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS.....</i>	<i>5</i>
1.2.4	<i>CONTROL DE RESIDUOS SÓLIDOS.....</i>	<i>6</i>
1.3	CONTROL DE INSTALACIONES MEDIOAMBIENTALES	7
1.3.1	<i>Tratamiento de efluentes líquidos</i>	<i>8</i>
1.3.2	<i>Tratamiento de emisiones gaseosas en focos de combustión (electrofiltros).....</i>	<i>10</i>
1.3.3	<i>Scrubber lavador de gases del tanque disolvedor.....</i>	<i>11</i>
1.3.4	<i>Sistema de captación y quema de gases concentrados</i>	<i>11</i>
1.3.5	<i>Sistema de captación y quema de gases diluidos.....</i>	<i>12</i>
1.3.6	<i>Stripping</i>	<i>13</i>

1. PLAN DE SEGUIMIENTO

1.1 Introducción

Celulosas de M´Bopicuá establecerá un Sistema de gestión ambiental, entre cuyos principios priorizará:

- La mejora continua del desempeño ambiental
- La protección del medio ambiente.
- El compromiso con la normativa medioambiental.
- La formación y sensibilidad del personal de la organización.
- El empleo de recursos, tecnologías y procesos con el menor impacto posible.
- La gestión integrada del medio ambiente como una componente más del proceso fabril.
- La comunicación fluida que responda a la legítima demanda de información de la sociedad y las autoridades.

La aplicación de todos estos principios implica la necesidad de establecer un estricto Plan de Seguimiento para cada una de las etapas del Proyecto, así como planes de seguimiento específicos una vez comenzada la operación de la Fábrica.

Dentro de este Plan de Seguimiento medioambiental, se establecerán unos objetivos anuales, cuya revisión será mensual. En dicho Plan de Seguimiento se establecerán cuáles son los controles aplicados sobre los parámetros más significativos dentro de los efluentes líquidos y gaseosos de la Fábrica, así como los referentes a la generación de residuos sólidos y al consumo energético.

Dado que la Etapa de Construcción implica una gran diversidad de actividades que serán realizadas por empresas contratistas, el Plan de Seguimiento correspondiente a esta etapa, estará bajo la responsabilidad y supervisión del emprendatario, pero su puesta en práctica será realizada por los contratistas (estando estas cláusulas estipuladas en los contratos correspondientes).

1.2 Plan de Seguimiento y Control (Etapa de Operación)

Tomando como referencia las fábricas europeas más reconocidas desde el punto de vista de gestión ambiental, se diseña un Plan de Seguimiento y Control de contenido equiparable a los que actualmente se emplean para el seguimiento medioambiental de todas las actividades productivas en dichas fábricas.

El presente Plan se implantará para un período de tres años, durante los cuales se irá evaluando en forma continua, realizando las modificaciones pertinentes.

El Plan comprenderá las siguientes actividades o medidas:

1.2.1 CONTROL DEL MEDIO

COMPONENTE AMBIENTAL	PARÁMETROS CONTROLADOS	PUNTOS DE MONITOREO	FRECUENCIA	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
Meteorología	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dirección y Velocidad del viento ▪ Precipitación ▪ Temperatura ▪ Presión atmosférica ▪ Humedad relativa 	Dentro del área de la Fábrica	Medición y registro en continuo	Estación meteorológica automática
Hidrología	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Caudal 	Río Uruguay, en la toma de agua y descarga de efluentes	Medición y registro en continuo	Limnógrafos con capacidad de variación de hasta tres metros, o flujómetros
Calidad de agua del Río	<p>Todos los parámetros definidos por CARU para aguas de Uso 2</p> <p>Adicionalmente se medirán:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ AOX ▪ SSTotales ▪ DQO 	<p>Se dispondrán dos estaciones de muestreo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 500 m aguas arriba de la descarga ▪ 500 m aguas abajo de la descarga 	Semestral	Muestreos, tratamiento de muestras y análisis según Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

1.2.2 CONTROL DEL EFLUENTE LÍQUIDO

COMPONENTE AMBIENTAL	PARÁMETROS CONTROLADOS	PUNTOS DE MONITOREO	FRECUENCIA	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
Calidad del efluente	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Temperatura ▪ pH ▪ Caudal ▪ DBO₅ ▪ DQO ▪ SST ▪ AOX ▪ Nitrógeno total ▪ Fósforo Total ▪ Mercurio ▪ Toxicidad (DL50-oral) ▪ Color 	A la salida del sistema de tratamiento de efluentes	Diario en base a muestras compuesta de muestras horarios.	Muestreos, tratamiento de muestras y análisis según Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

1.2.3 CONTROL DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS

COMPONENTE AMBIENTAL	PARÁMETROS CONTROLADOS	PUNTOS DE CONTROL	FRECUENCIA	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
Calidad de los gases emitidos a la atmósfera (EMISIÓN)	Partículas	Chimenea Caldera de Recuperación Chimenea Caldera de Biomasa Chimenea de Horno de Cal Chimenea del Disolvedor	Analizadores en continuo y muestreos periódicos de laboratorio	Utilización de equipos y métodos estándar internacionales
	SO ₂	Chimenea Caldera de Recuperación Chimenea Caldera de Biomasa Chimenea de Horno de Cal		
	NO _x	Chimenea Caldera de Recuperación Chimenea Caldera de Biomasa Chimenea de Horno de Cal		
	TRS	Chimenea Caldera de Recuperación Horno de Cal Chimenea del Disolvedor		
Calidad de la atmósfera (INMISIÓN)	Partículas SO ₂ TRS ó SH ₂	Puntos estratégicos dentro del área de influencia de las emisiones de fábrica, tales como: <ul style="list-style-type: none"> ▪ núcleos urbanos circundantes ▪ punto de máximo impacto 	Semestral	Utilización de equipos y métodos estándar internacionales
Suelos	pH	En tres puntos: <ul style="list-style-type: none"> ▪ dos en torno al punto de máximo impacto por deposición de SO₂ ▪ uno en sector no pronosticado 	Semestral	pH agua

En el caso de las Calderas (Recuperación y Biomasa) y el Horno de Cal, los parámetros de emisión indicados en la tabla son mostrados a los operadores de dichas instalaciones a través de las pantallas de Control Distribuido, estableciéndose unos criterios de seguimiento y control, al tiempo que se contará con alarmas que se activan de ser necesario e incluso se puede llegar a parar la Planta por superación de los límites establecidos para dichos parámetros.

Además de los parámetros indicados en la presente Tabla, se controlarán en continuo, por medio del Control Distribuido, otros parámetros tales como: caudal de gases, temperatura, monóxido de carbono (CO) y oxígeno (O₂).

1.2.4 CONTROL DE RESIDUOS SÓLIDOS

En referencia a los residuos sólidos generados se registrará la cantidad producida de cada uno de ellos, realizando los controles indicados en la siguiente Tabla.

TIPO DE RESIDUO	CONTROL DE PRODUCCIÓN	PARÁMETROS CONTROLADOS	FRECUENCIA	LUGAR DE ALMACENAMIENTO
Lodos de Tratamiento de Efluentes (secos)	Según se retiran para valorización (peso en t)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sequedad ▪ pH 	diario	Recinto de almacenamiento interno hasta valorización por quema en Caldera de Biomasa
Arena y cenizas de Caldera de Biomasa (1)	Según se retiran para valorización (peso en t)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ sequedad (1) ▪ analítica completa (2) 	muestreo según retirada	Silo de almacenamiento interno hasta la retirada y valorización
Cenizas de Caldera de Recuperación (dregs)	Diario (peso en t)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ sequedad ▪ pH ▪ analítica completa (3) 	diario	Relleno sanitario de la Fábrica

Rechazos del apagador de cal (grits)	Diario (peso en t)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ sequedad ▪ pH ▪ analítica completa (3) 	diario	Relleno sanitario de la Fábrica
Lodos de cal	Según se retiran para valorización (peso en t)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ sequedad ▪ álcali residual 	muestreo según retirada	Recinto de almacenamiento interno hasta valorización en neutralización de efluentes
Residuos de oficinas y comedor	Según se retiran de Fábrica (peso o volumen)	--	--	Recogida o entrega a Intendencia de Río Negro

- (1) Las cenizas serán humectadas en la salida del silo de almacenamiento, con el fin de facilitar su manejo y transporte (evitar dispersión de partículas)
- (2) Periódicamente y en principio de forma semestral, se realizará una analítica completa de estas cenizas, determinando contenido en metales, alcalinotérreos, etc.
- (3) Periódicamente y en principio de forma anual, se realizará una analítica completa de este residuo, determinando contenido en metales, toxicidad, etc.

1.3 Control de Instalaciones medioambientales

En la Planta de Celulosa existen varias instalaciones cuya única función u objetivo es la protección del medio ambiente, las cuales se relacionan a continuación:

- Tratamiento de efluentes líquidos
- Tratamiento de emisiones gaseosas de focos de combustión (electrofiltros)
- Scrubber lavador de gases del tanque disolvedor
- Sistema de captación y quema de gases concentrados
- Sistema de captación y quema de gases diluidos
- Stripping

Estas instalaciones son operadas en base a criterios estrictamente medioambientales, teniendo mínima o nula repercusión sobre la producción de la Planta.

En el siguiente apartado se describen, de forma breve, los criterios de seguimiento y control de cada una de estas instalaciones.

1.3.1 Tratamiento de efluentes líquidos

Pese a tratarse de un elemento destinado a la mitigación de los impactos generados por la descarga de efluentes líquidos, las instalaciones y equipos que la componen, así como su operativa, han sido descritos en el Capítulo 1 (Descripción del Proyecto) dada la especial relevancia de esta planta.

Además del periódico y correcto mantenimiento de cada uno de los equipos que constituyen la Planta de Tratamiento de Efluentes, lo que se asume para todas y cada una de las instalaciones medioambientales, y en añadidura a la atención diaria a los parámetros que determinan la calidad del efluente final (ya citados en el apartado 1.2.2 del presente capítulo), se medirán y controlarán en continuo (por medio del Sistema de Control Distribuido de la Planta) los siguientes parámetros:

- caudal de efluente total de entrada a planta de tratamiento
- conductividad y pH en la salida de la arqueta de neutralización (pueden obligar a desviar el efluente a la balsa de emergencia)
- temperaturas y concentraciones de O₂ disuelto en tanque selector y balsa de aireación
- par motor del rascador del clarificador secundario
- pH, temperatura y caudal del efluente tratado final

Adicionalmente, se realizará un recuento de microorganismos en laboratorio con periodicidad semanal, para el seguimiento de la población de microorganismos que constituye el tratamiento biológico.

EFLUENTES PARCIALES

Conforme a las Mejores Tecnologías Aplicables los efluentes son segregados en origen, con el fin de permitir la reutilización de ciertos efluentes (reduciendo de ese modo el consumo de agua y el caudal de efluente generado) y facilitar la operación de la planta de tratamiento de efluentes.

Estos efluentes parciales son, a su vez, controlados por separado, previamente a su incorporación al tratamiento conjunto de efluentes, definiéndose una serie de parámetros a controlar y el personal (Jefes de Sección o Departamento) que será puesto en alerta ante la superación de ciertos límites. El control de estos efluentes parciales es parte integrante del plan de seguimiento interno de la Planta.

En la siguiente tabla se relacionan todos los efluentes parciales identificados para el Proyecto, indicando los parámetros controlados (y analizados) y el responsable de cada uno.

Efluente	Parámetros en continuo	Parámetros en laboratorio	Frecuencia (laboratorio)	Responsable (1)
Producción (Digestores, Lavado, exterior de Blanqueo y Secapastas)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Caudal ▪ Temperatura ▪ pH ▪ Conductividad 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ DQO ▪ DBO₅ ▪ SS (2) 	Diaria	JS. Producción
Blanqueo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Caudal ▪ Temperatura ▪ pH ▪ Conductividad 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ DQO ▪ DBO₅ ▪ AOX ▪ SS 	Diaria	JS. Producción
Evaporadores	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Caudal ▪ Temperatura ▪ pH ▪ Conductividad 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ DQO ▪ DBO₅ 	Diaria	JS. Calderas
Recuperación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Caudal ▪ Temperatura ▪ pH ▪ Conductividad 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ DQO ▪ DBO₅ 	Diaria	JS. Calderas
Caustificación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Caudal ▪ Temperatura ▪ pH 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ DQO ▪ SS 	Diaria	JS. Calderas

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conductividad 			
Desmineralización	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Caudal ▪ pH ▪ Conductividad 	--	--	JS. Calderas
Generación de dióxido	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Caudal ▪ pH 	--	--	JS. Producción
Aguas sanitarias	<ul style="list-style-type: none"> ▪ pH ▪ Color 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ DQO ▪ DBO₅ ▪ Sólidos totales 	DQO-Diaria DBO ₅ -Semanal Sólidos totales-Semanal	JD. M Ambiente
Pluviales	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Caudal ▪ pH 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ DQO 	según precipitaciones	Jefe de Turno
Lixiviados de depósito de residuos sólidos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Caudal ▪ pH ▪ Conductividad 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ DQO ▪ LD50 	DQO - Semanal LD50 - Mensual	JD. M Ambiente

(1) JS para Jefes de Sección, y JD para Jefes de Departamento

(2) Sólidos en Suspensión

1.3.2 Tratamiento de emisiones gaseosas en focos de combustión (electrofiltros)

La función de estos equipos es depurar los gases generados en los focos de combustión, captando y reteniendo las partículas arrastradas por dichos gases mediante un conjunto de electrodos y placas colectoras. Al entrar en los electrofiltros, los gases son distribuidos en diferentes "calles" o "caminos" (delimitados por conjuntos paralelos de placas colectoras) y sometidos a una elevada diferencia de potencial eléctrico. A consecuencia de ello, las partículas presentes en los gases se ionizan, siendo desviadas hasta quedar atrapadas sobre las placas colectoras. Las placas colectoras son golpeadas periódicamente por una serie de martillos, forzando la liberación y caída por gravedad de las partículas retenidas, que serán recogidas en la parte inferior del electrofiltro, y retiradas por medio de un sistema de transportadores.

Para el correcto funcionamiento de los electrofiltros, resulta crítico llevar a cabo un mantenimiento adecuado de los equipos eléctricos (rectificadores) y de los equipos que constituyen el sistema de golpeo.

Además de la atención diaria a los parámetros que determinan el correcto funcionamiento de estos equipos (ya citados en el apartado 1.2.3 del presente capítulo), se medirán y controlarán en continuo (por medio del Sistema de Control Distribuido de calderas y horno), los siguientes parámetros:

- tensión e intensidad en cada campo
- temperatura de los gases en la entrada
- presión (vacío) en los gases antes y después de los electrofiltros
- funcionamiento del sistema de golpeo (señales de motores y finales de carrera de los golpeadores)
- funcionamiento del sistema de extracción de las partículas captadas

1.3.3 Scrubber lavador de gases del tanque disolvedor

La función de este equipo es doble, por un lado retener las partículas arrastradas con los gases y vapores liberados en el disolvedor de la Caldera de Recuperación, y por el otro lado reducir los TRS que puedan contener estos gases y vapores.

Para ello se recurre a un Scrubber con varios conjuntos de duchas, en las que se empleará agua templada, a la que se incorporará una solución ligeramente alcalina (soda diluida, o licor blanco débil), a fin de mejorar la captación de los compuestos de azufre.

Además de la atención diaria a los parámetros que determinan el correcto funcionamiento de esta instalación (ya citados en el apartado 1.2.3 del presente capítulo), se medirán y controlarán en continuo (por medio del Sistema de Control de la Caldera de Recuperación), los siguientes parámetros:

- pH y caudales de las duchas
- funcionamiento de las bombas de recirculación de las duchas y del ventilador extractor que aspira los gases a través del Scrubber (tiro inducido)
- presión (vacío) en la entrada de gases al Scrubber

1.3.4 Sistema de captación y quema de gases concentrados

La presente instalación consta de un sistema de captación, un Scrubber lavador de gases y un conjunto de tuberías y válvulas que permiten el envío de los gases a quema en Horno de Cal (circunstancia normal) o su desvío a un sistema de quema alternativo (antorcha u otro).

La función del sistema de captación es aspirar los gases concentrados en sus puntos de origen (bombas de vacío de evaporadores, y condensación de descargas de digestores), para lo que dispone de un conjunto de eyectores que, por medio de vapor, generan el vacío oportuno para forzar el movimiento de los gases a través del sistema.

El Scrubber lavador dispone de un juego de duchas, en las que se aplica una solución alcalina (soda diluida, o licor blanco débil), y de un relleno cuya finalidad es incrementar la superficie de contacto entre los gases y la solución alcalina empleada en las duchas. La función del Scrubber es captar el SH_2 y los demás compuestos de azufre presentes en los gases, reduciendo en gran medida la concentración de éstos en los gases, que llegan a ser incinerados en el Horno de Cal, mejorando así la operación de este último.

Además de la atención diaria a los parámetros que determinan el correcto funcionamiento de estas instalaciones (ya citados en el apartado 1.2.3 del presente capítulo), se medirán y controlarán en continuo (por medio del Sistema de Control del Horno de Cal), los siguientes parámetros:

- presión (vacío) en los conductos de aspiración
- caudal de solución en la recirculación del Scrubber
- funcionamiento de la bomba de recirculación del Scrubber
- correcto posicionamiento de las válvulas Todo/Nada del sistema
- presión en la línea de envío de gases al Horno
- estado de las condiciones de quema en el Horno (detección de llama, caudal de aire, etc.)

1.3.5 Sistema de captación y quema de gases diluidos

De forma similar al caso anterior, la presente instalación consta también de un sistema de captación, un Scrubber lavador - enfriador de gases y un conjunto de tuberías y válvulas que permiten el envío de los gases diluidos a quema en Caldera de Recuperación.

En esta ocasión, los gases son captados en diversos puntos de la Fábrica (tanques de licor negro débil, primeras etapas de lavado, etc.), para lo que se recurre al vacío generado por un ventilador de tiro inducido.

El Scrubber lavador - enfriador dispone de un juego de duchas, en las que se aplica una solución alcalina (el propio condensado generado más cierta aportación de soda concentrada en función del pH), y de un relleno cuya finalidad es incrementar la superficie de contacto entre los gases y el condensado enfriado (introducido al Scrubber a través de las duchas). La función de este Scrubber es condensar el vapor presente en los gases diluidos. El condensado recogido en el fondo del Scrubber es retornado a éste a través de las duchas, previo paso a través de un intercambiador de calor, en el que será enfriado empleando agua fría.

Además de la atención diaria a los parámetros que determinan el correcto funcionamiento de estas instalaciones (ya citados en el apartado 1.2.3 del presente capítulo), se medirán y controlarán en continuo (por medio del Sistema de Control de la Caldera de Recuperación), los siguientes parámetros:

- presión (vacío) y temperatura en el conducto de entrada de gases al Scrubber
- caudal y temperatura de los gases previo a la entrada de estos a quema en Caldera de Recuperación
- funcionamiento del ventilador de tiro inducido, y de la bomba de recirculación del Scrubber
- correcto posicionamiento de las válvulas Todo/Nada del sistema
- presión en los conductos de gases a quema en Caldera de Recuperación
- estado de las condiciones de quema en Caldera (caudal de aire terciario y caudal de licor negro a quema)

1.3.6 Stripping

Tal como se ha descrito en capítulos anteriores del presente Estudio de Impacto, la finalidad de esta instalación (columna de destilación) es reducir la carga contaminante de los efluentes líquidos, permitiendo la reutilización de estos, al tiempo que posibilita la valorización de dicha carga contaminante, que se obtiene en forma de compuestos orgánicos (fundamentalmente metanol) que son quemados en el Horno de Cal (disminuyendo el consumo de combustible).

Además de la atención diaria a los parámetros que determinan el correcto funcionamiento de estas instalaciones (ya citados en el apartado 1.2.3 del presente capítulo), se medirán y controlarán en continuo (por medio del Sistema de Control de Evaporadores), los siguientes parámetros:

- caudal de efluente de entrada a Stripping
- caudal de efluente de salida de Stripping
- temperaturas y presiones

En esta ocasión, además de la atención al Sistema de Control Distribuido, el seguimiento de la instalación requerirá de ciertos análisis a realizar en laboratorio:

- DQO y DBO_5 en el caudal de efluente de entrada al Stripping (a diario)

- DQO y DBO_5 en el caudal de efluente tratado en salida del Stripping (a diario)

Estos parámetros permiten realizar la determinación y seguimiento de los rendimientos del Stripping en la reducción de DQO y DBO_5 .