

**EVALUACIÓN DEL IMPACTO EN LA CALIDAD DEL AIRE  
IMPACTOS ACUMULATIVOS DE LAS PLANTAS DE CELULOSA  
PROPUESTAS ORION Y CMB - URUGUAY**

**Malcolm Pirnie N° de Trabajo: 5530001**

**14 de diciembre de 2005**

**EVALUACIÓN DEL IMPACTO EN LA CALIDAD DEL AIRE  
IMPACTOS ACUMULATIVOS DE LAS PLANTAS  
DE CELULOSA PROPUESTAS ORION Y CMB - URUGUAY**

**Preparado para**

**Pacific Consultants International  
1100 Connecticut Ave. NW, Suite 330  
Washington, DC 20036**

**Tel: 202-331-2915**

**Fax: 202-331-2916**

**E-Mail: [jlange@pciamericas.com](mailto:jlange@pciamericas.com)**

**Contacto: Mr. Jim Lange  
Gerente General**

**Preparado por**

**Malcolm Pirnie, Inc.**

**1515 East Woodfield Road, Suite 360**

**Schaumburg, Illinois 60173**

**Tel: 847-517-8114**

**Fax: 847-517-8102**

**E-Mail: [sfrey@pirnie.com](mailto:sfrey@pirnie.com) o [jdicola@pirnie.com](mailto:jdicola@pirnie.com)**

**Contactos: Mr. Steven Frey o Mr. James DiCola**

## ÍNDICE

### RESUMEN EJECUTIVO

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 ANTECEDENTES DEL PROYECTO.....	1
1.2 PROPÓSITO Y OBJETIVOS.....	1
1.3 RESEÑA DE LA EVALUACIÓN.....	2
<b>2. DESCRIPCIÓN DE LAS FUENTES DE EMISIÓN DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS EVALUADAS.....</b>	<b>4</b>
2.1 PLANTA ORION.....	4
2.1.1 <i>Localización y distribución del lugar</i> .....	4
2.1.2 <i>Tasas de emisión de potenciales contaminantes atmosféricos</i> .....	4
2.1.3 <i>Características de los puntos de emisión</i> .....	5
2.2 PLANTA CMB.....	5
2.2.1 <i>Localización y distribución del lugar</i> .....	5
2.2.2 <i>Tasas potenciales de emisión de contaminantes atmosféricos</i> .....	6
2.2.3 <i>Características de los puntos de emisión</i> .....	6
<b>3. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA LOCAL.....</b>	<b>8</b>
3.1 PATRONES DE VIENTO.....	8
3.2 CLASIFICACIÓN DEL USO DE LA TIERRA EN URBANO O RURAL.....	8
3.3 TOPOGRAFÍA.....	9
<b>4. NORMAS SANITARIAS.....</b>	<b>10</b>
<b>5. DESCRIPCIÓN DEL MODELO DE DISPERSIÓN DE CALIDAD DEL AIRE.....</b>	<b>11</b>
5.1 RESEÑA DEL MODELO.....	11
5.2 OPCIONES TÉCNICAS DISPONIBLES EN EL MODELO.....	11
5.3 DEFLEXIÓN DESCENDENTE AERODINÁMICA.....	12
<b>6. BASES DE DATOS EMPLEADAS EN EL ANÁLISIS.....</b>	<b>14</b>
6.1 INVENTARIO DE EMISIONES.....	14
6.2 DATOS METEOROLÓGICOS.....	14
6.3 RED RECEPTORA.....	14
<b>7. METODOLOGÍA DE MODELIZACIÓN DE LA DISPERSIÓN ATMOSFÉRICA.....</b>	<b>16</b>
<b>8. RESULTADOS DE LA MODELIZACIÓN DE DISPERSIÓN ATMOSFÉRICA.....</b>	<b>19</b>

## RESUMEN EJECUTIVO

Malcolm Pirnie, Inc. estuvo a cargo de la realización de una evaluación independiente de impacto en la calidad del aire para las dos plantas de celulosa que se considera construir y operar en el sudoeste uruguayo. Estas dos plantas estarían ubicadas en la costa del Río Uruguay, apenas al este de Fray Bentos, República Oriental del Uruguay. La Figura 1 muestra una fotografía aérea de la zona de Fray Bentos (la que se denomina “Zona de Estudio”), donde se muestra la ubicación de las dos plantas.

Las dos plantas objeto de la evaluación se denominan Planta Orion y Planta CMB. La Planta Orion ha sido diseñada para producir anualmente 1.000.000 de toneladas de celulosa secada al aire, mientras que se espera que la Planta CMB produzca 500.000 toneladas de celulosa secada al aire. Con el objetivo de alcanzar dichas cifras de producción, cada planta desarrollará varias operaciones críticas para producir celulosa Kraft. Debido a su naturaleza, estas operaciones tienen el potencial de generar emisiones atmosféricas contaminantes. Ambas plantas contarán con técnicas y equipos de control de contaminación atmosférica tendientes a minimizar dichas emisiones a fin de cumplir con las normas internacionales sobre emisiones y normas sanitarias que representan las normas sobre salud más conservadoras identificadas a nivel mundial.

A fin de determinar los potenciales impactos sobre la calidad local del aire (es decir, sobre la zona de estudio) que podrían ocasionar estas dos plantas se realizó una evaluación de impacto en la calidad del aire en relación con las emisiones de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), material particulado (PM) y Azufre Reducido Total (TRS) de las Plantas Orion y CMB, considerando los volúmenes máximos de producción según diseño y las técnicas/equipos de control de la contaminación atmosférica. Las emisiones estimadas, que se resumen en la Tabla 1, se obtuvieron de documentos desarrollados para respaldar la Evaluación de Impacto Ambiental

inicialmente realizada para cada planta a los fines de su aprobación por parte del Ministerio de Medio Ambiente del Uruguay.

**Emisiones atmosféricas – Operación normal de la planta**

<b>Emisiones Atmosféricas</b>	<b>ORION (Kg/ADT)</b>	<b>CMB (Kg/ADT)</b>	<b>ORION (Kg/hr)</b>	<b>CMB (Kg/hr)</b>
Azufre (S)	0,4	0,4	47,6	23,8
Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	0,8	0,8	95,2	47,6
Óxidos de nitrógeno (NO <sub>x</sub> )	1,4	1,2	166,7	71,4
Material particulado (PM)	0,4	0,5	47,6	29,8
Azufre Reducido Total (TRS)	0,1	0,04	11,9	2,4

Nota:

1) Kg/ADT = kilogramos por tonelada de celulosa secada al aire, Kg/hr = kilogramos por hora

2) Los índices de emisiones en kg/hr se basan en los factores de emisión individual y en una tasa máxima de producción de 119 ton/hr de celulosa secada al aire en la Planta Orion y 59,5 ton/hr de celulosa secada al aire en la Planta CMB.

**Emisiones atmosféricas – Condiciones de puesta en marcha de las Plantas de Celulosas Orion y CMB**

<b>Emisiones atmosféricas</b>	<b>Caldera de recuperación* (kg/hr)</b>	<b>Horno de cal* (kg/hr)</b>
Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	512,6	32,1
Óxidos de nitrógeno (NO <sub>x</sub> )	25,6	1,6
Material particulado (PM)	35,2	2,2

\* Información entregada por Orion basada en el uso anticipado de fuel oil No. 6 durante las condiciones de puesta en marcha (es decir, 1 kg/seg de combustible usado en la caldera de recuperación, 0,06 kg/seg de combustible usado en el horno de cal)

Se prevé que la mayoría de estas emisiones atmosféricas, según se muestra en las tablas precedentes, provendrá de un solo punto de emisión en cada una de las plantas. El punto principal de liberación de estos potenciales contaminantes atmosféricos será la chimenea de la planta. Cada chimenea tendrá tiros individuales diseñados para ventear a la atmósfera los gases de combustión que provendrán de determinados procesos predefinidos asociados con cada una de las plantas. La siguiente tabla incluye los datos específicos vinculados con cada chimenea individual, según fueron identificados por los representantes de las plantas Orion y CMB:

### Características del punto de descarga de cada una de las plantas – Operación normal de las plantas

Descripción de la fuente	Altura de la chimenea (metros)	Diámetro del tiro (metros)	Temperatura de los gases de escape (Grados K)	Velocidad de los gases de escape (metros/segundo)
Chimenea principal de Orion (Tiro caldera de recuperación)	120	4,6	433,2	22,1
Chimenea principal de Orion (Tiro horno de cal)	120	2,5	503,2	14,4
Chimenea principal de CMB*	100	1,5	423,2	28,0

\* Representa las características de chimenea de peor caso asociadas con la chimenea de CMB.

Las concentraciones para cada emisión de contaminante atmosférico en la zona de influencia se calcularon utilizando un programa matemático. Este programa, al que se hace referencia como modelo de Dispersión Compleja de Fuentes Industriales (*Industrial Source Complex Dispersion*), versión 3.0 (ISC3), fue desarrollado por científicos expertos en atmósfera con el único fin de simular impactos de las plumas provenientes de instalaciones industriales. Este modelo es una herramienta recomendada por la Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU. (USEPA) para la predicción de concentraciones ambientales de emisiones estacionarias de contaminantes atmosféricos provenientes de instalaciones industriales.

Entre las principales características del modelo de dispersión ISC3 podemos citar las siguientes:

- Elevación de la pluma debido a impulso y flotación como función de la distancia a favor del viento para emisiones de chimenea;
- Para evaluar la influencia de la estela de los edificios en el transporte y dispersión de la pluma se utilizó el Método Huber y Snyder para chimeneas con una altura física superior a  $h_b + 0,5 l_b$ , donde  $h_b$  es la altura del edificio y  $l_b$  es el menor valor entre altura o ancho del edificio, y el Método Schulman y Scire para alturas de chimenea inferiores a  $h_b + 0,5 l_b$ ;
- Datos meteorológicos tratados con viento calmo;
- Algoritmo de elevación de la pluma inducida por la flotación;
- Procedimientos sugeridos por Briggs para la evaluación de la deflexión descendente desde la punta de la chimenea; y
- Estimación de concentraciones durante 1 hora para calcular el promedio anual.

A fin de simular el movimiento de una pluma industrial dentro de un área geográfica predeterminada pueden cargarse las condiciones meteorológicas locales (es decir, dirección del viento, velocidad del viento, temperatura y estabilidad atmosférica) en el modelo de dispersión ISC3. El modelo utilizará luego estos datos, junto con los datos de las características de la chimenea/emisión, para predecir las concentraciones ambientales. A los fines de representar las condiciones meteorológicas locales que pudieran presentarse en la ubicación seleccionada para la planta de celulosa se tomaron en cuenta los datos meteorológicos registrados en Gualeguaychú, República Argentina. Estos datos consistieron en cinco años (2000-2004) de observaciones en superficie, medidos cada 3 horas a alturas de mezcla coincidentes de la estación meteorológica de Gualeguaychú, Argentina. Las observaciones en superficie consisten en mediciones de dirección del viento, velocidad del viento y temperatura y estimaciones de altura del techo y cobertura de nubes. Las alturas de mezcla se derivaron utilizando datos de superficie y la teoría de la capa límite planetaria, ya que no existían en esa zona datos de sondeo tomados dos veces por día. Trinity Consultants procesó y suministró los datos meteorológicos a Malcolm Pirnie.

Se necesitan otros dos datos técnicos para que el modelo de dispersión ISC3 simule los impactos de la pluma de escapes industriales: la determinación de la topografía de la zona y el efecto de la topografía local en la estabilidad atmosférica.

La topografía de la zona puede describirse como esencialmente plana. Al no existir cambios significativos en la elevación dentro de un radio de 3 kilómetros de la ubicación propuesta de las plantas se determinó que el cambio mínimo en la elevación del terreno no debería afectar la naturaleza dispersiva de las chimeneas de escape de las plantas de celulosa propuestas. Por lo tanto, la evaluación de impacto en la calidad del aire no considera las elevaciones del terreno.

Irwin desarrolló una técnica para clasificar una zona como rural o urbana con el objetivo de utilizar coeficientes de dispersión rurales o urbanos. La clasificación puede basarse en el flujo promedio del calor, el uso de la tierra o la densidad de población dentro de un

radio de 3 kilómetros (km) desde el lugar propuesto para la instalación de las plantas de celulosa. De todos estos parámetros, la USEPA ha establecido que el uso de la tierra es el criterio con mayor peso. La clasificación rural/urbana basada en el uso de la tierra es la siguiente:

Usando la tipología de ordenamiento territorial de Auer para que una zona sea clasificada como urbana se requiere más del 50 por ciento de los siguientes tipos de explotaciones: industria pesada (I1), industria liviana-moderada (I2), comercial (C1), vivienda compacta unifamiliar (R2) y vivienda compacta multifamiliar (R3). De lo contrario, la zona es considerada rural.

Sobre la base del esquema de clasificación por uso de la tierra, más del 50% de la zona incluida dentro del radio de 3 kilómetros a la redonda lindero a las plantas de celulosa Orion y CMB propuestas se clasifica como rural. En consecuencia, la zona que rodea al emplazamiento propuesto de las plantas de celulosas se considera rural, lo que permite el uso de coeficientes de dispersión rural, tal como fueron empleados en el modelo de dispersión ISC3.

El modelo de dispersión ISC3, en conjunción con la base quinquenal de datos meteorológicos y los coeficientes de dispersión rural, se emplearon para predecir las concentraciones ambientales vinculadas con las emisiones de SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM y TRS de las plantas Orion y CMB durante:

- 1) La operación normal a sus tasas máximas de producción de celulosa (Plantas Orion y CMB),
- 2) Condiciones de puesta en marcha en la planta Orion solamente (combustión de Fuel oil - emisiones de SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y PM); y
- 3) Condiciones de puesta en marcha en las plantas Orion y CMB (emisiones de TRS).

Se determinaron concentraciones predichas en puntos definidos dentro de la zona de estudio. Como parte del proceso de evaluación se insertaron puntos definidos

(denominados puntos receptores) en el modelo de dispersión ISC3 y el modelo se utilizó para predecir concentraciones [expresadas en microgramos por metro cúbico ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )] en cada uno de los puntos receptores definidos.

La red receptora seleccionada para el estudio de impacto en la calidad del aire se diseñó con el objetivo de identificar el máximo impacto en la calidad del aire derivado de los impactos acumulados de las plantas de celulosa propuestas Orion y CMB. La red receptora consiste en 25.921 receptores que se extienden 20 kilómetros a favor del viento desde la ubicación propuesta de la planta de celulosa Orion. Los puntos receptores se separaron 250 metros entre sí en toda la red.

Más adelante se resumen las predicciones de concentraciones calculadas con el modelo de dispersión ISC3 sobre la base de los impactos acumulativos de las emisiones de  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ , PM y TRS de las plantas de celulosa Orion y CMB en condiciones normales de operación y de puesta en marcha. Los resultados reflejan los impactos acumulativos máximos en los 25.921 puntos receptores evaluados. Debe señalarse que no existen normas de salud para las emisiones de gases TRS; sin embargo, estas emisiones son una indicación indirecta de la formación de olor. El potencial de formación de olor se analiza más adelante en este resumen ejecutivo.

Para determinar si las concentraciones predichas más abajo tendrían un impacto sobre los seres humanos, su salud y su bienestar se llevó a cabo una evaluación para determinar si se han establecido normas aceptables, expresadas en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , para proteger la salud y el bienestar de los seres humanos. Esta evaluación reveló que varios países, así como algunas organizaciones, han establecido normas basadas en concentraciones con el objetivo de proteger la salud y el bienestar de los seres humanos de contaminantes atmosféricos provenientes de instalaciones de tipo industrial. Las normas que se incluyen en las tablas que constan a continuación son las identificadas como las más estrictas provenientes de un país u organización individualmente. Debe señalarse que el desarrollo de una norma de salud suele basarse en estudios sobre los efectos en la salud incorporando un margen de seguridad.

**Impactos acumulativos máximos (Plantas Orion y CMB) - SO<sub>2</sub>**

Concentración máxima predicha (ug/m <sup>3</sup> )	Período promediado evaluado	Norma sanitaria (ug/m <sup>3</sup> )	Porcentaje de norma sanitaria	Norma Banco Mundial (ug/m <sup>3</sup> )	Porcentaje de norma del Banco Mundial
2,7	Anual	32	8,3	50	5,3
21,7	24-Horas	30	72,3	125	17,4
43,9	3-Horas	1.300	3,4	-	-
49,7	1-Hora	690	7,2	-	-

**Impactos acumulativos máximos (Plantas Orion y CMB) – NO<sub>2</sub>**

Concentración máxima predicha (ug/m <sup>3</sup> )	Período promediado evaluado	Norma sanitaria (ug/m <sup>3</sup> )	Porcentaje de norma sanitaria	Norma Banco Mundial (ug/m <sup>3</sup> )	Porcentaje de norma del Banco Mundial
4,0	Anual	30	13,3	-	-
32,6	24-Horas	150	21,7	150	21,7
74,6	1-Hora	190	39,3	-	-

**Impactos acumulativos máximos (Plantas Orion y CMB) - PM**

Concentración máxima predicha (ug/m <sup>3</sup> )	Período promediado evaluado	Norma sanitaria (ug/m <sup>3</sup> )	Porcentaje de norma sanitaria	Norma Banco Mundial (ug/m <sup>3</sup> )	Porcentaje de norma del Banco Mundial
1,7	Anual	50	3,3	50	3,3
13,6	24-Horas	70	19,4	70	19,4
31,1	1-Hora	250	12,4	-	-

**Impactos máximos durante condiciones de puesta en marcha (sólo Planta Orion)**

Contaminante atmosférico	Concentración máxima predicha (ug/m <sup>3</sup> )	Período promediado evaluado*	Norma sanitaria (ug/m <sup>3</sup> )	Porcentaje de la norma sanitaria
SO <sub>2</sub>	293,5	1 Hora	690	42,5
NO <sub>x</sub>	14,6	1 Hora	190	7,7
PM	20,1	1 Hora	250	8,0

\* Impactos sobre la base del período meteorológico 2001. Se determinó que eran los datos meteorológicos del peor caso dentro del período de 5 años evaluado.

Como se mostró precedentemente, los impactos acumulativos potenciales de las emisiones de SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y PM de las plantas Orion y CMB en condiciones de operación normal están bien por debajo de las más estrictas Normas sanitarias y de las normas del Banco Mundial. Además, las emisiones de la planta Orion durante la puesta en marcha están holgadamente por debajo de las normas de salud.

Se incluyeron en el modelo puntos receptores adicionales en las siguientes áreas y en sus alrededores:

- Zona de Fray Bentos;
- Puente Internacional;
- Mercedes, Uruguay;
- Nuevo Berlín, Uruguay;
- Gualeguaychú, Argentina
- Ñandubaysal, zona de playas argentinas; y
- Balneario Las Cañas.

En cada una de las áreas señaladas más arriba se modelizó un único punto receptor, con la excepción de la zona de Fray Bentos, que incluyó 154 receptores, y el Puente Internacional, que incluyó 3 puntos receptores distintivos. A continuación se presentan los resultados de los impactos en estos puntos receptores adicionales:

**Impactos acumulativos máximos en las localizaciones de los receptores adicionales - SO<sub>2</sub>**

Ubicación de receptores adicionales	Concentración predicha máxima (ug/m <sup>3</sup> )	Período promediado evaluado	Norma sanitaria (ug/m <sup>3</sup> )	Porcentaje de norma sanitaria	Norma Banco Mundial (ug/m <sup>3</sup> )	Porcentaje de norma del Banco Mundial
Área de Fray Bentos	3,96	24-Horas	30	13,2	125	3,2
Puente Internacional	3,11	24-Horas	30	10,3	125	2,5
Mercedes, Uruguay	1,06	24-Horas	30	3,5	125	<1
Nuevo Berlín, Uruguay	1,05	24-Horas	30	3,5	125	<1
Gualeguaychú, Argentina	0,47	24-Horas	30	1,5	125	<1
Ñandubaysal, área de playa argentina	1,19	24-Horas	30	4,0	125	<1
Área del balneario Las Cañas	2,47	24-Horas	30	8,2	125	1,7

**Impactos acumulativos máximos en la ubicación de receptores adicionales – NO<sub>2</sub>**

Ubicación de receptores adicionales	Concentración predicha máxima (ug/m <sup>3</sup> )	Período promediado evaluado	Norma sanitaria (ug/m <sup>3</sup> )	Porcentaje de norma sanitaria
Área de Fray Bentos	24,52	1-Hora	190	12,9
Puente Internacional	20,88	1-Hora	190	11,0
Mercedes, Uruguay	12,89	1-Hora	190	6,8
Nuevo Berlín, Uruguay	8,28	1-Hora	190	4,4
Gualeguaychú, Argentina	9,45	1-Hora	190	5,0
Ñandubaysal, área de playa argentina	12,24	1-Hora	190	6,4
Área del balneario Las Cañas	16,16	1-Hora	190	8,5

No hay norma del Banco Mundial de 1 hora para NO<sub>2</sub>.

**Impactos acumulativos máximos en la ubicación de receptores adicionales - PM**

Ubicación de receptores adicionales	Concentración predicha máxima (ug/m <sup>3</sup> )	Período promediado evaluado	Norma sanitaria (ug/m <sup>3</sup> )	Porcentaje de norma sanitaria
Área de Fray Bentos	8,36	1-Hora	250	3,3
Puente Internacional	7,95	1-Hora	250	3,2
Mercedes, Uruguay	5,37	1-Hora	250	2,1
Nuevo Berlín, Uruguay	3,45	1-Hora	250	1,4
Gualeguaychú, Argentina	3,94	1-Hora	250	1,6
Ñandubaysal, área de playa argentina	5,10	1-Hora	250	2,0
Área del balneario Las Cañas	6,73	1-Hora	250	2,7

No hay norma del Banco Mundial de 1 hora para PM

Como se mostró precedentemente, los impactos acumulativos potenciales de las emisiones de SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y PM de las plantas Orion y CMB en los puntos receptores adicionales durante la operación normal están bien por debajo de las más estrictas normas sanitarias y de las normas del Banco Mundial para emisiones de SO<sub>2</sub>.

El proceso utilizado para determinar el potencial de percepción de olor en una determinada zona de estudio respecto de los gases TRS de las plantas Orion y CMB es complejo. A fin de minimizar esta complejidad, se llevó a cabo una investigación técnica para determinar los mejores abordajes existentes a fin de predecir el potencial de detección de olor para los gases de escape vinculados con la operación normal de las plantas Orion y CMB. Estos abordajes incluyen:

- 1) Realizar un análisis de modelización de la dispersión de la calidad del aire utilizando umbrales de concentración para la detección de olor,
- 2) Realizar un análisis de modelización de la dispersión de la calidad del aire utilizando unidades de olor, y
- 3) Tomar muestras de olores y realizar paneles de olores.

Para este estudio de impacto escogimos la Opción 1. Esta opción se eligió debido al acceso al modelo de dispersión ISC3 y a la disponibilidad de umbrales de olor para gases TRS seleccionados, expresados en ug/m<sup>3</sup>, provenientes de organizaciones técnicas.

En la información que se suministra como parte de la Evaluación Ambiental para la planta Orion se incluye un desglose de los componentes específicos dentro de los gases TRS que tienen alto potencial de olor. La siguiente tabla muestra el desglose específico:

**Especificación de gases TRS – Concentraciones potenciales de gases con olor**

Componente	Desglose de componentes con olor (%)
Sulfuro de hidrógeno	13
Metil mercaptano	48
Dimetil Sulfuro	8
Dimetil Disulfuro	31

Los resultados obtenidos en la evaluación de detección de olor se resumen en la siguiente tabla, para la operación normal de la planta. Dicha tabla incluye el impacto acumulativo máximo predicho en cualquiera de los puntos receptores.

**Impactos acumulativos potenciales de olor – Funcionamiento normal de las plantas Orion y CMB**

Contaminante atmosférico	Período promediado	Concentración máxima predicha (ug/m <sup>3</sup> )	Extremo inferior del rango del umbral de olor (ug/m <sup>3</sup> )	% del umbral
Sulfuro de hidrógeno	10 minutos	0,69	0,76	90,5
Metil mercaptano	10 minutos	3,59	3,93	91,4
Dimetil sulfuro	10 minutos	0,77	2,79	27,7
Dimetil disulfuro	10 minutos	4,54	23,1	19,7

Tal como se muestra precedentemente, las concentraciones predichas se encuentran levemente por debajo del extremo inferior del rango de umbrales de olor establecidos para una concentración de 10 minutos. Estos resultados indican que durante la operación normal de la planta con emisiones desde la chimenea principal, la probabilidad de detección de olor debería ser mínima.

Se evaluaron el potencial de olor durante las condiciones de puesta en marcha. A continuación se presenta una tabla que resume dichos potenciales impactos de olor:

**Impactos acumulativos potenciales de olor – Condiciones de puesta en marcha de las plantas Orion y CMB**

<b>Contaminante atmosférico</b>	<b>Período promediado</b>	<b>Concentración máxima predicha (ug/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Extremo inferior del rango de umbral de olor (ug/m<sup>3</sup>)</b>	<b>% del umbral</b>
Sulfuro de hidrógeno	10 minutos	1,25	0,76	164,5
Metil Mercaptano	10 minutos	6,55	3,93	166,7
Dimetil Sulfuro	10 minutos	1,41	2,79	50,5
Dimetil Disulfuro	10 minutos	8,29	23,1	35,9

Como se mostró más arriba, durante las condiciones de puesta en marcha de la planta existe el potencial de detección de olor. Las concentraciones predichas de sulfuro de hidrógeno y metil mercaptano superan sus respectivos umbrales de olor. La duración de estas condiciones en las que puede ocurrir la detección de olores se ha predicho como una pequeña fracción del tiempo de operación de las plantas, con una distancia máxima a favor del viento que se anticipa que típicamente no superará los 2 kilómetros.

## **1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 ANTECEDENTES DEL PROYECTO**

Malcolm Pirnie, Inc. estuvo a cargo de la realización de una evaluación independiente de impacto en la calidad del aire para las dos plantas de celulosa que se considera construir y operar en el sudoeste uruguayo. Estas dos plantas estarían ubicadas en la costa del Río Uruguay, apenas al este de Fray Bentos, República Oriental del Uruguay. La Figura 1 muestra una fotografía aérea de la zona de Fray Bentos (la que se denomina “Zona de Estudio”), donde se muestra la ubicación de las dos plantas.

Las dos plantas objeto de la evaluación se denominan Planta Orion y Planta CMB. La Planta Orion ha sido diseñada para producir anualmente 1.000.000 de toneladas de celulosa secada por aire, mientras que se espera que la Planta CMB produzca 500.000 toneladas de celulosa secada por aire. Con el objetivo de alcanzar dichas cifras de producción, cada planta desarrollará varias operaciones críticas para producir celulosa Kraft. Debido a su naturaleza, estas operaciones tienen el potencial de generar emisiones atmosféricas contaminantes. Ambas plantas contarán con técnicas y equipos de control de contaminación atmosférica tendientes a minimizar las emisiones y cumplir con las normas internacionales sobre emisiones y las normas sanitarias.

### **1.2 PROPÓSITO Y OBJETIVOS**

El propósito de la evaluación de impacto sobre la calidad del aire es identificar los impactos acumulativos de emisiones de dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, materiales particulados y azufre reducido total de las plantas propuestas sobre el ambiente local. El objetivo de la evaluación es demostrar que la operación de estas dos plantas no causará un impacto adverso sobre la salud y el bienestar humanos en el área circundante a los emplazamientos de las dos plantas (es decir, “el Área de Estudio”), así como determinar si estas plantas redundarán o no en emisiones potenciales que podrían ser

causa de olores durante los distintos modos de operación asociados con estos tipos de plantas.

La evaluación de impacto sobre la calidad del aire fue efectuada para determinar impactos potenciales a una distancia de hasta 20 kilómetros de la planta Orion e incluyó una evaluación de las áreas en la que residen o se reúnen personas habitualmente. Estas áreas comprenden: 1) Ciudades tales como Fray Bentos, Uruguay, Mercedes, Uruguay, Gualeguaychú, Argentina y Nuevo Berlín, Uruguay, 2) Áreas de balnearios, tales como Ñandubaysal, Argentina y Las Cañas, Uruguay, 3) Área ribereña del río Uruguay y 4) el Puente Internacional.

### **1.3 RESEÑA DE LA EVALUACIÓN**

La evaluación incluyó las emisiones de contaminantes atmosféricos de las plantas de celulosa Orion y CMB durante las operaciones normales y en las condiciones de puesta en marcha. Para predecir el impacto potencial sobre el Área de Estudio, en la evaluación se empleó un modelo de dispersión del aire creado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (*United States Environmental Protection Agency-USEPA*) que se puede emplear para determinar los impactos (es decir, concentraciones expresadas en microgramos por metro cúbico) que pueden ocurrir a partir de la liberación de emisiones de contaminantes atmosféricos desde fuentes industriales. La magnitud de la concentración predicha se usa para determinar si existirá o no un impacto adverso sobre la salud o el bienestar humanos. Para esta evaluación, se usó el modelo para predecir la magnitud de las concentraciones predichas dentro del área de estudio que podría resultar de emisiones de contaminantes atmosféricos desde cada planta de celulosa propuesta. La fuente primaria de emisiones de contaminantes atmosféricos desde cada planta de celulosa será la chimenea de la planta. Las operaciones asociadas con dichas plantas que pueden potencialmente generar emisiones de contaminantes atmosféricos se descargan a través de tiros individuales que estarán ubicados dentro de la chimenea de cada planta. Las chimeneas están diseñadas para una apropiada dispersión en la atmósfera

de los gases de escape y tendrán una altura de 120 metros (sobre el gradiente) en el caso de la planta Orion y 100 metros de altura en la planta CMB.

Las concentraciones obtenidas del modelo de dispersión atmosférica durante condiciones operativas normales, así como las condiciones de puesta en marcha, se compararon con las normas de salud del Banco Mundial, las normas de salud más estrictas y los niveles de concentración de los umbrales de olor comúnmente definidos por la industria de la celulosa como los niveles a los cuales las personas pueden detectar los olores.

## **2. DESCRIPCIÓN DE LAS FUENTES DE EMISIÓN DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS EVALUADAS**

### **2.1 PLANTA ORION**

#### **2.1.1 Localización y distribución del lugar**

La planta Orion propuesta está ubicada aproximadamente a 5 km al este de Fray Bentos, en las márgenes del río Uruguay según se ilustra en la Figura 1.

#### **2.1.2 Tasas de emisión de potenciales contaminantes atmosféricos**

Ciertas operaciones efectuadas por una planta de celulosa presentan el potencial de generar emisiones de contaminantes atmosféricos que han sido identificados por el Banco Mundial, así como por otras organizaciones de salud, con el potencial de impactar en la salud y el bienestar humanos. Para prevenir impactos adversos sobre la salud y el bienestar humanos, se han establecido niveles de concentración aceptables.

Como se analizó previamente, la evaluación se efectuó para contaminantes atmosféricos seleccionados que se determinó plantean potencialmente la probabilidad más alta de impactar la salud y el bienestar humano. Las emisiones de contaminantes atmosféricos individuales que fueron evaluadas se identifican en la Tabla 1. Estas tasas de emisiones individuales que reflejan las operaciones normales y de puesta en marcha de la planta fueron suministradas por la compañía que está diseñando la planta Orion. Los factores de emisión se presentan en unidades de kg por tonelada secada por aire (ADT) que es común para la industria de la celulosa. Las estimaciones de las emisiones de contaminantes atmosféricos correspondientes a la chimenea principal de la planta Orion, seleccionada para la evaluación se presentan en las Tablas 1 y 2.

### **2.1.3 Características de los puntos de emisión**

Como ya se señaló, los gases de escape asociados con las operaciones en la planta propuesta Orion que tienen el potencial de generar emisiones de contaminantes atmosféricos serán conducidos a tiros individuales contenidos dentro de una única estructura denominada la chimenea principal de la planta. Esta chimenea representa la fuente primaria de emisiones de contaminantes atmosféricos de la planta Orion. Dicha chimenea contendrá los tiros individuales de la caldera de recuperación, horno de cal y emisiones gaseosas de la planta.

La chimenea tendrá una altura de 120 metros y contendrá tiros individuales con tamaños que están en el rango de 0,3 a 4,6 metros. El volumen de aire desplazado desde cada tiro, bajo condiciones normales de operación, estará en el rango de 60,1 metros cúbicos por minuto a más de 22.000 metros cúbicos por minuto. La temperatura típica de los gases de escape estará en el rango de 50°C a 270°C.

Como parte de la evaluación de impacto en la calidad del aire, la chimenea fue modelizada como un punto de escape (fuente puntual) dentro del modelo de dispersión en el aire. El modelo de dispersión requiere que se carguen la tasa de emisión de contaminantes atmosféricos, la ubicación de la chimenea, altura de chimenea, diámetro de chimenea, temperatura de salida de la chimenea y velocidad de salida de la chimenea para liberaciones de contaminantes atmosféricos desde fuentes puntuales.

## **2.2 PLANTA CMB**

### **2.2.1 Localización y distribución del lugar**

La planta de celulosa CMB propuesta está ubicada aproximadamente a 12 Km. al este de Fray Bentos, sobre la margen del río Uruguay según se ilustra en la Figura 1.

### **2.2.2 Tasas potenciales de emisión de contaminantes atmosféricos**

Ciertas operaciones efectuadas por una planta de celulosa presentan el potencial de generar emisiones de contaminantes atmosféricos que han sido identificados por el Banco Mundial, así como por otras organizaciones de salud, con el potencial de impactar en la salud y el bienestar humanos. Para prevenir impactos adversos sobre la salud y el bienestar humanos, se han establecido niveles de concentración aceptables.

Como se analizó previamente, la evaluación se efectuó para contaminantes atmosféricos seleccionados que se determinó plantean potencialmente la probabilidad más alta de impactar la salud y el bienestar humano. Las emisiones de contaminantes atmosféricos individuales que fueron evaluadas se identifican en la Tabla 1. Estas tasas de emisiones individuales que reflejan las operaciones normales y de puesta en marcha de la planta fueron suministradas por la compañía que está diseñando la planta CMB. Los factores de emisión se presentan en unidades de kg por tonelada secada por aire (ADT) que es común para la industria de la celulosa. Las estimaciones de las emisiones de contaminantes atmosféricos correspondientes a la chimenea principal de la planta Orion, seleccionada para la evaluación se presentan en las Tablas 1 y 2.

### **2.2.3 Características de los puntos de emisión**

Como ya se señaló, los gases de escape asociados con las operaciones en la planta CMB propuesta que tienen el potencial de generar emisiones de contaminantes atmosféricos serán conducidos a tiros individuales contenidos dentro de una única estructura denominada la chimenea principal de la planta. Esta chimenea representa la fuente primaria de emisiones de contaminantes atmosféricos de la planta CMB. Dicha chimenea contendrá los tiros individuales de la caldera de recuperación, horno de cal y caldera de biomasa de la planta. La chimenea tendrá una altura de aproximadamente 100 metros y

contendrá tiros individuales con tamaños en el rango de 1,5 a 4,0 metros. La chimenea tendrá en total un diámetro de aproximadamente 8 metros. El volumen de aire desplazado desde cada tiro, bajo condiciones normales de operación, estará en el rango de 31.500 metros cúbicos por hora a más de 345.000 metros cúbicos por hora. La temperatura típica de los gases de escape estará en el rango de 105°C a 170°C.

Como parte de la evaluación de impacto en la calidad del aire, la chimenea fue modelizada como un punto de escape (fuente puntual) dentro del modelo de dispersión en el aire. El modelo de dispersión requiere que se carguen la tasa de emisión de contaminantes atmosféricos, ubicación de la chimenea, altura de la chimenea, diámetro de la chimenea, temperatura de salida de la chimenea y velocidad de salida de la chimenea para liberaciones de contaminantes atmosféricos desde fuentes puntuales.

### **3. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA LOCAL**

Ciertas características del lugar pueden tener efecto en la naturaleza de la dispersión de las emisiones de contaminantes atmosféricos de las plantas Orion y CMB propuestas. Entre las que pueden afectar las plantas de celulosa propuestas cabe mencionar el viento, la clasificación del uso de la tierra en urbano/rural y la topografía. Se las analiza en las siguientes subsecciones.

#### **3.1 PATRONES DE VIENTO**

Las mediciones de los datos de superficie de viento de la estación meteorológica de Gualeguaychú, Argentina fueron consideradas representativas de la meteorología local en las plantas Orion y CMB propuestas. En las Figuras 2 a 6 se presentan las rosas de vientos anuales para cada año del período 2000 a 2004, respectivamente. La dirección prevaleciente del viento es desde el sector noreste. Las rosas de vientos presentadas en estas figuras reflejan la dirección desde la que sopla el viento. Por ejemplo, el pico más grande que corresponde al sector noreste, indica que el 15% del tiempo, el viento sopla de noreste a sudeste en el área de estudio general.

#### **3.2 CLASIFICACIÓN DEL USO DE LA TIERRA EN URBANO O RURAL**

Irwin (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de Norte América {USEPA}, 1979) desarrolló una técnica para clasificar una zona como rural o urbana con el objetivo de utilizar coeficientes de dispersión rurales o urbanos. La clasificación puede basarse en el flujo promedio del calor, uso de la tierra o densidad de población dentro de un radio de 3 kilómetros (km) desde el lugar propuesto para la instalación de las plantas de celulosa. De todos estos parámetros, USEPA ha establecido que el uso de la tierra es el criterio con mayor peso. La clasificación rural/urbana basada en el uso de la tierra es la siguiente:

Usando la tipología de ordenamiento territorial de Auer (Auer, 1978), para que una zona sea clasificada como urbana se requiere más del 50 por ciento de los siguientes tipos de explotaciones: industria pesada (I1), industria liviana-moderada (I2), comercial (C1), vivienda compacta unifamiliar (R2), y vivienda compacta multifamiliar (R3). De lo contrario, la zona es considerada rural. (Véase Tabla 3).

Sobre la base del esquema de clasificación del uso de la tierra, más del 50% de la zona incluida dentro del radio de 3 kilómetros a la redonda lindero a las plantas de celulosa Orion y CMB propuestas se clasifica como rural. El área está primordialmente integrada por zonas rurales, boscosas, abiertas (es decir, de pastos y malezas), viviendas unifamiliares y áreas acuáticas. Todas estas zonas se clasifican como áreas rurales. En consecuencia, la zona que rodea al emplazamiento propuesto de las plantas celulosas se considera rural (ver Figura 1), lo que permite el uso de coeficientes de dispersión rural, tal como fueron empleados en el modelo de dispersión ISC3.

### **3.3 TOPOGRAFÍA**

La topografía de la zona puede describirse como esencialmente plana. Al no existir cambios significativos en la elevación dentro de un radio de 3 kilómetros de la ubicación propuesta de las plantas, se determinó que el cambio mínimo en la elevación del terreno no afectaría la naturaleza dispersiva de las chimeneas de escape vinculadas con las plantas de celulosa propuestas. Por lo tanto, la evaluación de impacto en la calidad del aire no considera las elevaciones del terreno.

#### 4. NORMAS SANITARIAS

Las normas de calidad del aire representan los niveles máximos aceptables (concentraciones) de contaminación atmosférica de contaminantes específicos en el aire ambiente para proteger la salud y el bienestar humanos. Las normas de calidad del aire de varios países han sido resumidas y se presentan en la Tabla 4. Se seleccionaron las normas más conservadoras (concentraciones más bajas) (específicas para determinado contaminante y período promediado) para compararlas con las concentraciones predichas por el modelo. En la misma tabla aparecen las normas establecidas por el Banco Mundial.

## **5. DESCRIPCIÓN DEL MODELO DE DISPERSIÓN DE CALIDAD DEL AIRE**

### **5.1 RESEÑA DEL MODELO**

Se realizaron análisis de modelización de dispersión de calidad del aire para evaluar los impactos acumulativos en la calidad del aire ambiente para las emisiones de contaminantes atmosféricos principales a ser liberados desde las plantas Orion y CMB propuestas. En esta sección se analiza una descripción detallada del modelo de dispersión y las opciones técnicas seleccionadas.

Se efectuaron análisis de calidad del aire por modelización de dispersión usando el modelo de Fuente Industrial Compleja (ISC3) de USEPA. (USEPA, 1995a). El modelo ISC3 se recomienda para evaluar el impacto de la deflexión descendente aerodinámica (40 CFR 40465-40474).

### **5.2 OPCIONES TÉCNICAS DISPONIBLES EN EL MODELO**

El modelo ISC3 (Versión 02135) se compone de dos programas: un modelo de corto plazo (ISCST3) y un modelo de largo plazo (ISCLT3). La diferencia entre estos programas es que el programa ISCST3 utiliza una base de datos meteorológicos horarios, mientras que el ISCLT3 es un programa con promedios sectoriales que usa una frecuencia de ocurrencia basada en categorías de velocidad del viento, dirección del viento y estabilidad atmosférica. Se usó el modelo ISCST3 para todos los contaminantes. Entre las principales características del modelo ISC3 podemos citar las siguientes:

- La pluma se eleva debido al impulso y flotación como función de la distancia a favor del viento desde la chimenea de emisiones (Briggs, 1971 y 1975);
- Para evaluar la influencia de la estela de los edificios en el transporte y dispersión de la pluma se utilizó el Método Huber y Snyder (1976, 1977) para chimeneas con altura física superior a  $h_b + 0,5 l_b$ , donde  $h_b$  es la altura del edificio y  $l_b$  es el menor valor entre altura o ancho del edificio, y el Método Schulman y Scire (1980a, 1980b, 1985, 1986) para alturas de chimenea inferiores a  $h_b + 0,5 l_b$ ;

- Algoritmo de truncación del terreno ;
- Opción regulatoria predefinida;
- Datos meteorológicos tratados con viento calmo;
- Algoritmo de elevación de la pluma inducida por la flotación;
- Procedimientos sugeridos por Briggs (1973) para la evaluación de la deflexión descendente desde la punta de la chimenea;
- Consideración de los efectos de la deposición gravitacional y deposición seca sobre concentraciones ambiente de particulados;
- Capacidad de simular fuentes lineales, volumétricas y extensas;
- Estimación de concentraciones durante 1 hora para calcular el promedio anual;
- Uso de algoritmos del modelo COMPLEX I para determinar concentraciones de receptores ubicados en terreno complejo (es decir, altura de terreno superior a altura de pluma); y
- Capacidad de seleccionar el que sea mayor entre los cálculos de terreno simple y complejo sobre una base horaria, fuente a fuente y receptor a receptor para receptores en terreno intermedio (es decir, terreno entre la altura de liberación y la altura de la pluma).

Los detalles sobre los algoritmos empleados por ISC3 pueden obtenerse de la *Guía del Usuario para ISC3* (USEPA, 1995a). Se seleccionó la opción regulatoria predefinida a fin de dar cumplimiento a los requisitos de la guía de USEPA.

### **5.3 DEFLEXIÓN DESCENDENTE AERODINÁMICA**

La chimenea asociada con cada planta puede resultar influenciada por la deflexión aerodinámica, la que se produce cuando las estructuras de edificios cercanos causan remolinos de viento localizados que pueden afectar la naturaleza dispersiva de una pluma que sale de una chimenea de escape. El edificio de la caldera de recuperación será la estructura sólida más grande en cada planta y tendrá aproximadamente 85 metros de altura. Debido a la altura de esta estructura y sus dimensiones físicas generales, existe la posibilidad de que esta construcción pudiera influenciar la naturaleza dispersiva de las plumas de las chimeneas individuales. Este tipo de influencia podría involucrar que la pluma perdiera su flotación y redundaría en mayores concentraciones más cerca de las plantas individuales. Las chimeneas típicamente no son afectadas por la deflexión descendente aerodinámica si la altura de la chimenea es aproximadamente 2,5 veces la altura de la estructura del edificio más cercano.

Dado que las chimeneas propuestas no tendrán alturas de 2,5 veces la altura de la estructura de la caldera de recuperación, se seleccionó el efecto potencial de este fenómeno para ser considerado dentro del modelo de dispersión ISC3. Puesto que la deflexión descendente es función de la altura y el ancho proyectados del edificio, es necesario dar cuenta de los cambios en la proyección del edificio en relación con los cambios en la dirección del viento. Una vez determinadas estas dimensiones proyectadas, se las puede usar como datos de entrada al modelo ISC3. Se usaron las dimensiones de edificio de peor caso para todas las direcciones magnéticas del viento para la chimenea propuesta en las plantas Orion y CMB. Usar las dimensiones de edificios de peor caso para todas las direcciones magnéticas del viento es un enfoque conservador para determinar el potencial impacto de un edificio dado sobre la pluma asociada con una fuente puntual dada.

## **6. BASES DE DATOS EMPLEADAS EN EL ANÁLISIS**

Las bases de datos requeridas para la evaluación de impacto sobre la calidad del aire comprendieron datos de emisiones de fuentes, datos meteorológicos, puntos receptores y concentraciones de fondo. En las siguientes secciones se describen las bases de datos necesarias para realizar la evaluación de impacto sobre la calidad del aire para los impactos acumulativos de las plantas Orion y CMB.

### **6.1 INVENTARIO DE EMISIONES**

El inventario de emisiones para las plantas de celulosa Orion y CMB propuestas comprende la chimenea principal de cada planta que es el escape de varias fuentes. En las Tablas 1 y 2 se presenta el inventario de emisiones empleado en los análisis de modelización. Se simuló las emisiones de SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, TSP y TRS de las plantas Orion y CMB propuestas en el modelo de dispersión ISCST3 para la operación de las plantas en el modo de operación normal y durante las condiciones de puesta en marcha anticipadas.

### **6.2 DATOS METEOROLÓGICOS**

Los datos meteorológicos usados en los análisis de modelización de dispersión de las plantas Orion y CMB propuestas consistieron en cinco años (2000-2004) de observaciones horarias en superficie y alturas de mezclado coincidentes de la estación meteorológica de Gualeguaychú, Argentina. Las observaciones de superficie consisten de mediciones horarias de dirección del viento, velocidad del viento, y temperatura, estimaciones de altura de techo y cubierta nubosa. Las alturas de mezclado se derivaron usando datos de superficie y la teoría de la capa planetaria límite ya que no se disponía de datos de dos sondeos diarios para el área. Los datos meteorológicos fueron procesados y provistos a Malcolm Pirnie por Trinity Consultants.

Las rosas de vientos correspondientes a la base de datos 2000-2004 se presentan en las Figuras 2 a 6.

### **6.3 RED RECEPTORA**

La red receptora del modelo de dispersión ISCST3 se diseñó con el objetivo de identificar el máximo impacto en la calidad del aire derivado de los impactos acumulativos

propuestos de las plantas de celulosa propuestas Orion y CMB. La red receptora consiste en 25.921 (ubicaciones en un mapa donde el modelo de dispersión ISCST3 predijo concentraciones) receptores que se extienden a una distancia de 20 kilómetros desde la ubicación propuesta de la planta de celulosa Orion. Los puntos de recepción se separaron 250 metros entre sí en toda la red.

Se ubicaron puntos receptores adicionales en las siguientes áreas habitadas o visitadas por personas frecuentemente:

- Zona de Fray Bentos;
- Puente Internacional;
- Mercedes, Uruguay;
- Zona ribereña cercana a Fray Bentos;
- Zona ribereña cercana a la planta CMB;
- Nuevo Berlín, Uruguay;
- Gualeguaychú, Argentina; y
- Ñandubaysal, Zona de playas argentina.

## **7. METODOLOGÍA DE MODELIZACIÓN DE LA DISPERSIÓN ATMOSFÉRICA**

A fin de determinar los potenciales impactos sobre la calidad local del aire (es decir, sobre la zona de estudio) que podrían ocasionar estas dos plantas, se realizó una evaluación de impacto en la calidad del aire, en relación con emisiones de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), material particulado (PM) y Azufre Reducido Total (TRS) de las Plantas Orion y CMB, considerando los volúmenes máximos de producción, según diseño, y las técnicas/equipos de control de contaminación atmosférica. Las emisiones estimadas de cada contaminante atmosférico individual de cada planta se resumen en las Tablas 1 y 2.

Se prevé que estas emisiones atmosféricas, provengan de un solo punto dentro de cada planta. El punto principal de liberación de estos potenciales contaminantes atmosféricos será la chimenea de la planta. Cada chimenea tendrá tiros individuales diseñados para ventear a la atmósfera gases de combustión que provengan de determinados procesos predefinidos asociados con cada una de las plantas. Las Tablas 1 y 2 incluyen los datos específicos vinculados con cada chimenea individual, según fueron identificadas por los representantes de las plantas Orion y CMB.

Para determinar el potencial impacto acumulativo sobre la calidad del aire dentro del área de estudio para cada contaminante atmosférico evaluado, se empleó un programa matemático. Este programa, al que se hace referencia como modelo de Dispersión Compleja de Fuente Industrial, versión 3.0 (ISC3), fue desarrollado por científicos expertos en atmósfera con el único fin de simular impactos de las plumas provenientes de instalaciones industriales. Este modelo es una herramienta recomendada por la Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU. (USEPA) para la predicción de concentraciones ambientales de emisiones estacionarias de contaminantes atmosféricos provenientes de instalaciones industriales.

A fin de simular el movimiento de una pluma industrial dentro de un área geográfica predeterminada, pueden cargarse las condiciones meteorológicas locales (es decir, dirección del viento, velocidad del viento, temperatura y estabilidad atmosférica) en el modelo de dispersión ISC3, y entonces el modelo utilizará estos datos, junto con los datos de las características de la chimenea/emisión, para predecir las concentraciones ambientales. A los fines de representar las condiciones meteorológicas locales que pudieran presentarse en la ubicación seleccionada para la planta de celulosa, se tomaron en cuenta los datos meteorológicos registrados en Gualeguaychú, República Argentina. Estos datos consistieron en cinco años (2000-2004) de observaciones en superficie, medidos cada 3 horas a alturas de mezclado coincidentes de la estación meteorológica de Gualeguaychú, Argentina. Las observaciones en superficie consisten en mediciones de dirección del viento, velocidad del viento y temperatura y estimaciones de altura del techo y cobertura de nubes. Las alturas de mezclado se derivaron utilizando datos de superficie y la teoría de la capa límite planetaria, ya que no existían en esa zona datos de sondeo tomados dos veces por día. Trinity Consultants procesó y suministró los datos meteorológicos a Malcolm Pirnie. Las Figuras 2 a 6 presentan los datos de las rosas de los vientos para el período 2000-2004.

El modelo de dispersión ISC3, en conjunción con la base quinquenal de datos meteorológicos y los coeficientes de dispersión rural se empleó para predecir las concentraciones ambientales vinculadas con emisiones de SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM y TRS de las plantas Orion y CMB durante:

- 1) La operación normal a sus tasas máximas de producción de celulosa.
- 2) Durante las condiciones de puesta en marcha.

Las concentraciones predichas se determinaron en puntos definidos dentro de la zona de estudio. Como parte del proceso de evaluación, se insertaron puntos definidos (denominados puntos de recepción) en el modelo de dispersión ISC3 y el modelo se utilizó para predecir concentraciones (expresadas en microgramos por metro cúbico – ug/m<sup>3</sup>) en cada uno de los puntos receptores definidos.

La red receptora seleccionada para el estudio de impacto en la calidad del aire se diseñó con el objetivo de identificar el máximo impacto en la calidad del aire derivado de los impactos acumulativos propuestos de las plantas de celulosa propuestas Orion y CMB. La red receptora consiste en 25.921 receptores que se extienden a una distancia de 20 kilómetros a favor del viento desde la ubicación propuesta de la planta de celulosa Orion. Los puntos de recepción se separaron 250 metros entre sí en toda la red. También se incluyeron puntos adicionales sobre la base de localidades en los que la gente reside o que visita con fines recreativos en Uruguay y Argentina.

## **8. RESULTADOS DE LA MODELIZACIÓN DE DISPERSIÓN** **ATMOSFÉRICA**

Las concentraciones que fueron predichas por el modelo de dispersión ISC3 sobre la base de los impactos acumulativos de las emisiones de SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, y PM de las plantas de celulosa Orion y CMB en condiciones operativas normales se resumen a continuación en las Tablas 5 a 7. Los resultados presentados reflejan los impactos acumulativos máximos de los 25.921 puntos de recepción evaluados. Además, los impactos acumulativos máximos de SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y PM para las plantas en lugares seleccionados donde está ubicada gente son todos de menos del 13% de las normas más estrictas identificadas de un país u organización individual. Los detalles pueden consultarse en las tablas de resumen del Resumen Ejecutivo. Debe observarse que no existen normas sanitarias para emisiones de gases TRS; no obstante, dichas emisiones se usan como variable sustituta para la generación de olores. El potencial de generación de olor se analiza más adelante en esta sección.

Para determinar si las concentraciones predichas más abajo tendrían algún impacto en la salud y el bienestar humanos, se realizó una evaluación para determinar si se han establecido normas aceptables, expresadas en ug/m<sup>3</sup>, para proteger la salud y el bienestar humanos. Esta evaluación reveló que varios países, así como organizaciones, han establecido normas basadas en la concentración, destinadas a proteger la salud y el bienestar humanos frente a emisiones de contaminantes atmosféricos de instalaciones de tipo industrial. Las normas que se incluyen en las tablas que siguen son las más exigentes identificadas para algún país u organización individual. Cabe señalar que típicamente la elaboración de cualquier norma vinculada a la salud surge de estudios sobre efectos en la salud y contiene un margen de seguridad.

Como se mostró más arriba, los impactos acumulativos potenciales de emisiones de SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y PM de las plantas Orion y CMB durante las operaciones normales están bien por debajo de las más estrictas Normas sanitarias. Consúltense las Figuras 7, 8 y 9 que

muestran las localizaciones de los impactos acumulativos máximos predichos durante las condiciones normales de operación. La Figura 10 ilustra la ubicación de los impactos máximos predichos debido a la puesta en marcha para emisiones de SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y PM.

Se modelizaron puntos receptores adicionales en las siguientes áreas y sus alrededores:

- Zona de Fray Bentos;
- Puente Internacional;
- Mercedes, Uruguay;
- Nuevo Berlín, Uruguay;
- Gualeguaychú, Argentina;
- Ñandubaysal, Zona de playas argentina; y
- Área de balneario Las Cañas

En cada una de las áreas señaladas más arriba se modelizó un único punto de recepción con la excepción del área de Fray Bentos que incluyó 154 receptores y el Puente Internacional que incluyó 3 puntos receptores distintivos. Las concentraciones que fueron predichas por el modelo de dispersión ISC3 sobre la base de los impactos acumulativos de emisiones de SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, y PM de las plantas de celulosa Orion y CMB bajo condiciones operativas normales para estas áreas adicionales indican que los impactos acumulativos potenciales sobre los puntos de receptores adicionales se encuentran bien por debajo de las normas sanitarias más estrictas, incluidas las normas del Banco Mundial.

El proceso para determinar el potencial de percepción de olor en una determinada zona de estudio, respecto de los gases TRS de las plantas Orion y CMB, es complejo. A fin de minimizar esta complejidad, se llevó a cabo una investigación técnica para determinar los mejores abordajes existentes a fin de predecir el potencial de detección de olor para los gases de escape vinculados con la operación normal de las plantas Orion y CMB. Estos enfoques incluyen:

- 1) realizar un análisis de modelización de dispersión de calidad del aire utilizando umbrales de concentración para la detección de olores,
- 2) realizar un análisis de modelización de la dispersión de la calidad del aire utilizando unidades de olor, y
- 3) tomar muestras de olores y realizar paneles de olores.

Para este estudio de impacto escogimos la opción 1. Esta opción se eligió debido al acceso al modelo de dispersión ISC3 y a la disponibilidad de umbrales de olor para gases TRS seleccionados, expresados en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , provenientes de organizaciones técnicas.

En la información que se suministra como parte de la evaluación ambiental para la planta Orion, se incluye un desglose de los componentes específicos dentro de los gases TRS con alto potencial de olor. A continuación se muestra el desglose específico:

#### **Especificación de Gases TRS – Concentraciones Potenciales de Olor**

<b>Componente</b>	<b>Desglose de Olor por Componente (%)</b>
Sulfuro de Hidrógeno	13
Metil Mercaptano	48
Dimetil Sulfuro	8
Dimetil Disulfuro	31

Los resultados obtenidos en la evaluación de detección de olores durante la operación normal se resumen en la siguiente tabla, la que incluye las concentraciones máximas predichas en cualquiera de los puntos receptores.

#### **Impactos acumulativos potenciales de olores – Operación normal de las plantas**

<b>Contaminante Atmosférico</b>	<b>Período Promediado</b>	<b>Concentración Máxima Predicha (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	<b>Extremo inferior del rango de umbral de olor (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	<b>% del Umbral</b>
Sulfuro de Hidrógeno	10 minutos	0,69	0,76	90,5
Metil Mercaptano	10 minutos	3,59	3,93	91,4
Dimetil Sulfuro	10 minutos	0,77	2,79	27,7

Dimetil Disulfuro	10 minutos	4,54	23,1	19,7

Véanse las Figuras 11, 12, 13 y 14 que ilustran la localización de los impactos acumulativos máximos de las emisiones de Sulfuro de Hidrógeno, Metil Mercaptano, Dimetil Sulfuro y Dimetil Disulfuro, respectivamente.

Tal como se muestra precedentemente, las concentraciones predichas son levemente inferiores al extremo inferior del rango de los umbrales de olor establecidos para una concentración de 10 minutos. Los resultados indican que durante la operación normal de la planta, con emisiones desde la chimenea principal, el potencial de detección de olor debería ser mínimo.

Existen tres conjuntos de condiciones en las que es probable que se liberen gases olorosos y que se detecte olor fuera de las plantas.

***Puesta en marcha inicial de la planta:*** Para ambas plantas se espera que existirá un período inicial de tres a cuatro meses cuando estén siendo puestas en marcha inicialmente y se estén realizando pruebas de subsistemas. Durante este período, pueden producirse liberaciones de algunos gases olorosos, pero es difícil predecir las cantidades y oportunidades. No es posible la modelización por computadora debido a la complejidad de la situación.

***Arranques y paradas planificados de las plantas:*** Estos son eventos normales para mantenimiento de rutina, y pueden reflejar paradas de equipos específicos o inclusive de la planta íntegra. Pueden ser planificados y desarrollados de forma tal de minimizar la liberación de gases olorosos, si bien se producirá alguna liberación al pasar de una unidad

de tratamiento a otra (es decir, de la caldera de recuperación a la caldera de gases olorosos en el caso de Orion, o al incinerador en el caso de CMB). La modelización de estas condiciones, usando datos representativos, indica que se detectaría algún olor superior a los valores de umbral a distancias de uno a dos kilómetros de las plantas, y que estos eventos durarían un período corto (una hora o menos) y que ocurrirían una o dos veces por año en promedio en cada planta.

*Arranques y paradas no planificados de las plantas:* Estos eventos no pueden predecirse por adelantado, pero se sabe que ocurren – los cortes de energía no planificados o las fallas de equipos (bombas, motores) pueden afectar la operación normal y provocar la liberación de gases olorosos en las chimeneas. Dependiendo de las circunstancias, estos eventos podrían redundar en impactos de olor más amplios que para las situaciones planificadas de arranque/parada.

Se evaluó el potencial de olores bajo las condiciones de puesta en marcha. Más abajo se incluye una tabla que resume dichos potenciales impactos de olor:

**Impactos acumulativos potenciales de olor – Plantas Orion y CMB, condiciones de puesta en marcha**

Contaminante atmosférico	Período promediado	Concentración máxima predicha (ug/m <sup>3</sup> )	Extremo inferior del rango de umbral de olor (ug/m <sup>3</sup> )	% del umbral
Sulfuro de hidrógeno	10 minutos	1,25	0,76	164,5
Metil Mercaptano	10 minutos	6,55	3,93	166,7
Dimetil Sulfuro	10 minutos	1,41	2,79	50,5
Dimetil Disulfuro	10 minutos	8,29	23,1	35,9

Como puede verse más arriba, durante las condiciones de puesta en marcha, existe el potencial de detección de olores. Las concentraciones predichas de sulfuro de hidrógeno y metil mercaptano superan sus respectivos umbrales de olor. Como ya se analizó, la duración de estas condiciones en las que puede producirse la detección de olores ha sido predicha como una pequeña fracción del tiempo de operación de las plantas, con una distancia máxima a favor del viento que típicamente no se anticipa que exceda los 2 kilómetros.