

MEMORANDO

Para: Gervasio González, UPM

De: Bruce Rodgers

Ref: Respuesta a la nota del MVOTMA, de fecha 28 de diciembre de 2018, zona de mezcla Fecha: 2 de febrero de 2019

El Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente ha enviado una nota a Cuecar S.A y Blanvira S.A. el 28 de diciembre de 2018 con comentarios y preguntas referidas al proyecto de la planta de celulosa, UPM II en Durazno. EcoMetrix ha preparado una serie de memorandos individuales en respuesta a cada comentario o pregunta.

Este memorando corresponde a un comentario relativo a la zona de mezcla.

Pregunta No. 3: concerniente al modelo hidrodinámico

DINAMA ha solicitado un modelo adicional referido al desempeño del difusor utilizando una herramienta como Cormix, Plumes o modelo similar. El diseño debe ser tal que maximice la mezcla inicial en el menor espacio posible, evitando al mismo tiempo la afectación de áreas sensibles desde la perspectiva de los hábitats (reproducción, cría o especies protegidas).

El establecimiento de la zona de mezcla debe utilizar criterios tales como los establecidos por la Comisión Europea, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (USEPA) o alguna otra agencia internacional, con los ajustes necesarios que el caso requiera para adaptarse a la realidad local. Como criterio principal para evaluar las excedencias en términos de frecuencia al borde de la zona de mezcla, las diluciones esperadas deben ser mayores a 50:1 al menos el 95 % del tiempo y mayores a 30:1 en porcentajes mayores al 99 % del tiempo. Asimismo, en términos espaciales, no debe exceder los 1.000 m de largo y su área no debe exceder 10 veces el ancho del curso.

Respuesta

Se realizó la evaluación solicitada utilizando Cormix, modelo de zona de mezcla respaldado por la USEPA y sistema de apoyo para la toma de decisiones relacionadas con la evaluación del impacto ambiental de zonas de mezcla reguladas, que son el resultado de descargas de fuentes puntuales. Más detalles sobre Cormix disponibles en www.cormix.info/.

Referencia: Respuesta a la nota del MVOTMA, de fecha 28 de diciembre de 2018, zona de mezcla

La Figura 1 muestra un ejemplo de una predicción de Cormix para la configuración resumida en la Tabla 1. La figura incluye tres gráficos: el primero representa la dilución pronosticada; el segundo representa una vista superior de la pluma del efluente; y el tercero representa una vista lateral de la pluma del efluente. El gráfico que muestra la dilución muestra la predicción de Cormix con una línea azul continua y la compara con la dilución pronosticada por el modelo hidrodinámico, RMA11, en el caso de un difusor de 140 m y en el caso de una descarga directa sin difusor.

Cormix es una herramienta apropiada para la evaluación de la mezcla de efluentes en la zona cercana a la descarga debido a que puede explicar las complejidades asociadas con la rápida disipación de cantidad de movimiento y flotabilidad inmediatamente en la descarga. El modelo hidrodinámico es una herramienta más apropiada para la evaluación de la mezcla de efluentes más allá de esta zona de campo cercano ya que considera las variaciones en la batimetría y la configuración del río.

Se debe tener en cuenta que las predicciones de Cormix consideran la filtración de la represa Gabriel Terra además del caudal mínimo descargado por la represa. Como tal, la referencia a un caudal mínimo de $65 \text{ m}^3/\text{s}$ implica un caudal en el curso río abajo de la represa de $73 \text{ m}^3/\text{s}$, incluyendo los $8 \text{ m}^3/\text{s}$ de la filtración asumidos. El modelo hidrodinámico no considera la filtración, de manera que los $65 \text{ m}^3/\text{s}$ de caudal en la represa implican $65 \text{ m}^3/\text{s}$ de caudal en el río.

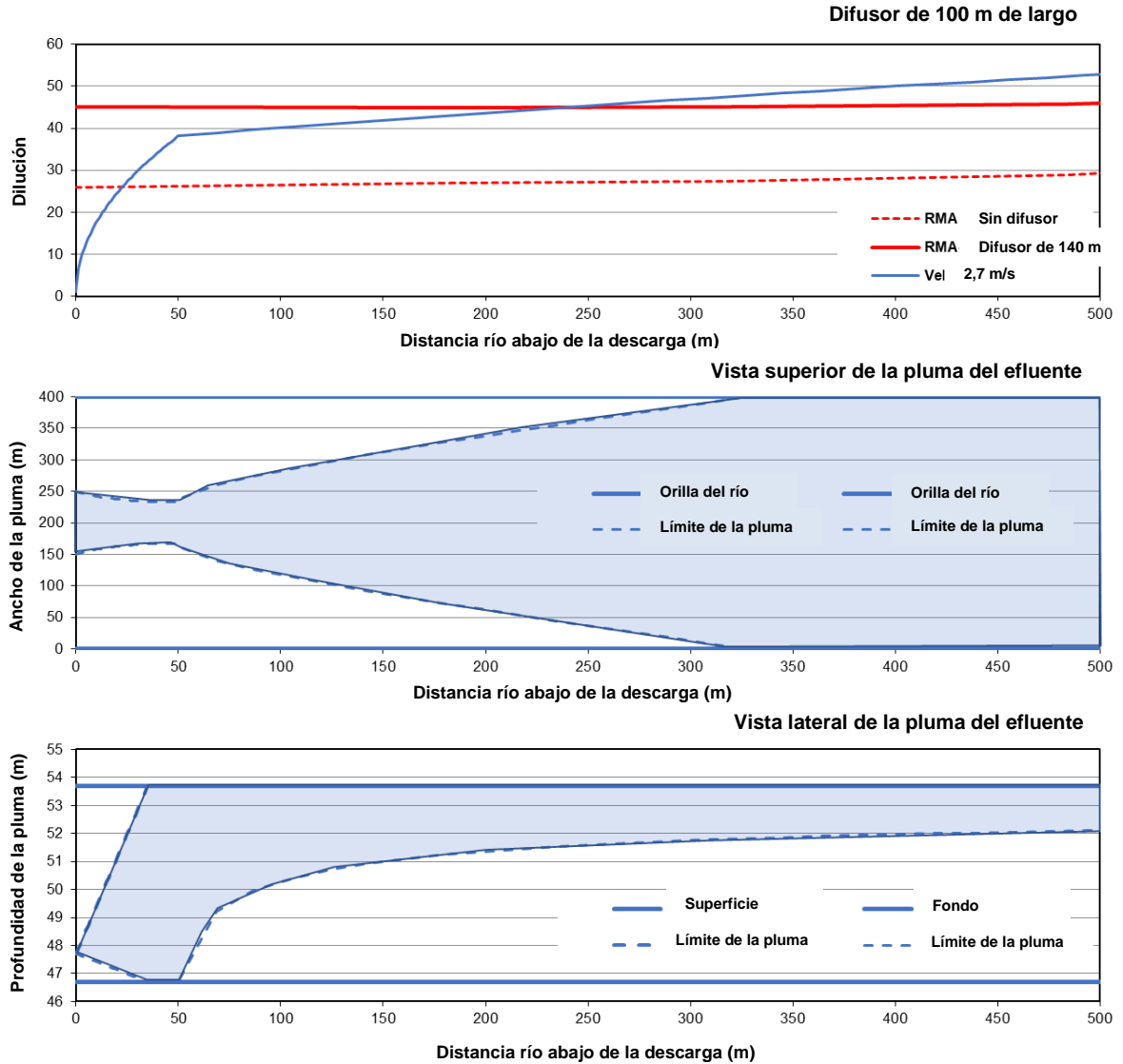
Cormix predice dos fases de mezcla distintas dentro de la región de 500 m que se muestra en la Figura 1. La primera fase explica la disipación de energía. El efluente sale de las toberas a una velocidad aproximada de $2,7 \text{ m/s}$. Este chorro genera la mezcla de aguas circundantes en la pluma, causando una rápida dilución del efluente. Dentro de los 50 m de la descarga, la disipación de cantidad de movimiento genera una dilución inicial aproximada de 38:1 y asimismo genera una pluma mezclada verticalmente con un ancho aproximado de 66 m.

La segunda fase de mezcla explica la disipación de la flotabilidad. La diferencia de temperatura entre el efluente y el agua circundante lleva a que la pluma se eleve a la superficie mientras que se expande hacia los laterales de forma gradual. Aproximadamente 300 m río abajo, la pluma se ve limitada por el ancho del río en una dilución aproximada de 47:1.

Al disiparse la flotabilidad, la pluma del efluente se mezcla gradualmente con toda la columna de agua para alcanzar una dilución de 61:1. Cormix predice que esto se alcanzará aproximadamente 970 m río abajo de la descarga. El modelo hidrodinámico calcula la mezcla completa a aproximadamente 980 m río abajo. (Nota: el modelo hidrodinámico determina la mezcla completa a una dilución aproximada de 50:1 basada en un caudal de $65 \text{ m}^3/\text{s}$ sin contemplar la filtración).

Referencia: Respuesta a la nota del MVOTMA, de fecha 28 de diciembre de 2018, zona de mezcla

Figura 1: Predicciones de Cormix para un difusor de 100 m de largo en un caudal mínimo de 65 m³/s



Referencia: Respuesta a la nota del MVOTMA, de fecha 28 de diciembre de 2018, zona de mezcla

Tabla 1: Resumen de parámetros utilizados en la predicción de Cormix en la Figura 1

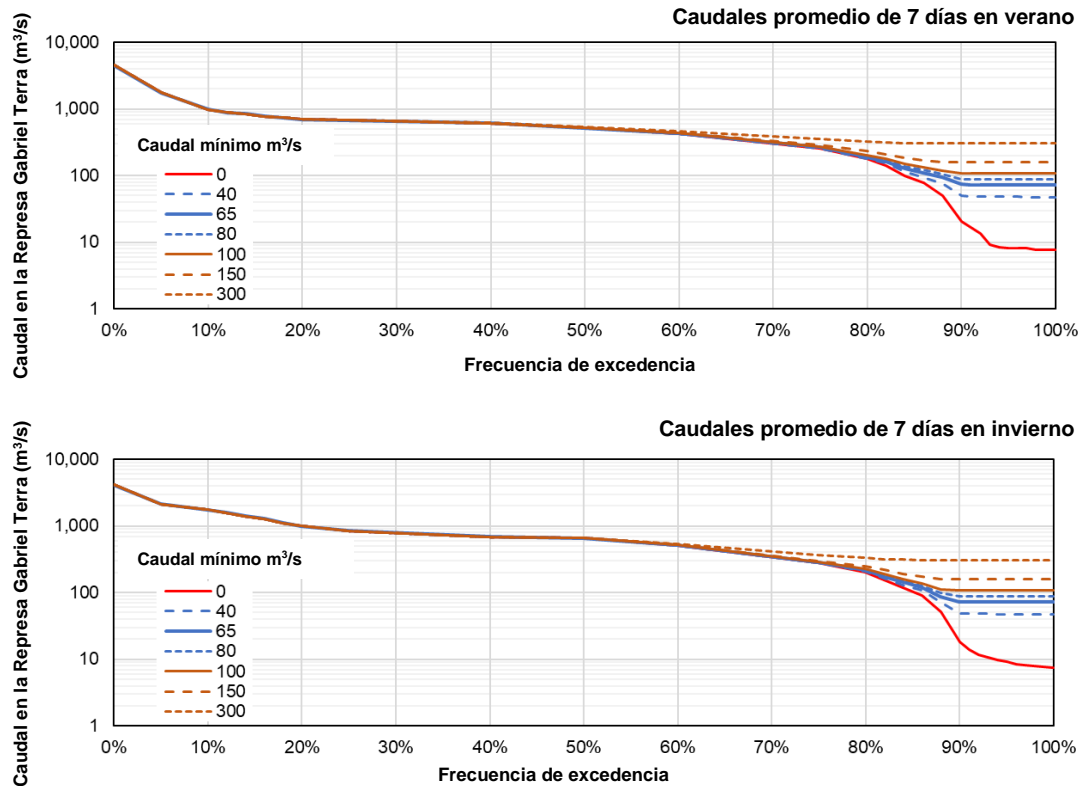
Parámetro	Valor
Caudal del río	65 m ³ /s + 8 m ³ /s de filtración
Temperatura ambiente	25°C
Elevación del agua	53,7 m
Elevación promedio del fondo	47,9 m
Elevación del fondo en la descarga	46,7 m
Ancho del río	400 m
Tasa de descarga del efluente	1,22 m ³ /s
Temperatura del efluente	30°C
Largo del difusor	100 m
Número de puertos	25
Espaciado de puertos	4,2 m
Altura del elevador sobre el fondo	1 m
Diámetro de la tobera	0,15 m (6")
Velocidad de salida	2,7 m/s
Orientación del difusor en relación con el flujo del río	perpendicular
Orientación de las toberas en relación con el flujo del río	paralela
Orientación vertical de las toberas	horizontal

La Figura 2 muestra la frecuencia de distribución del caudal promedio de 7 días de la Represa Gabriel Terra durante el período 2000 a 2016. La figura muestra dos gráficos: el gráfico superior corresponde al período de verano que va de diciembre a marzo, y el gráfico inferior corresponde al período de invierno que va de junio a setiembre. Cada gráfico muestra una serie de curvas que representan las distribuciones en caudales mínimos que varían de 0 a 300 m³/s. Se utiliza el caudal promedio de 7 días en lugar del caudal promedio diario ya que es comúnmente utilizado para caracterizar condiciones de sequía.

Los resultados muestran que con un caudal mínimo de 65 m³/s, este mínimo ocurre aproximadamente el 10 % del tiempo, en promedio, en cualquier estación.

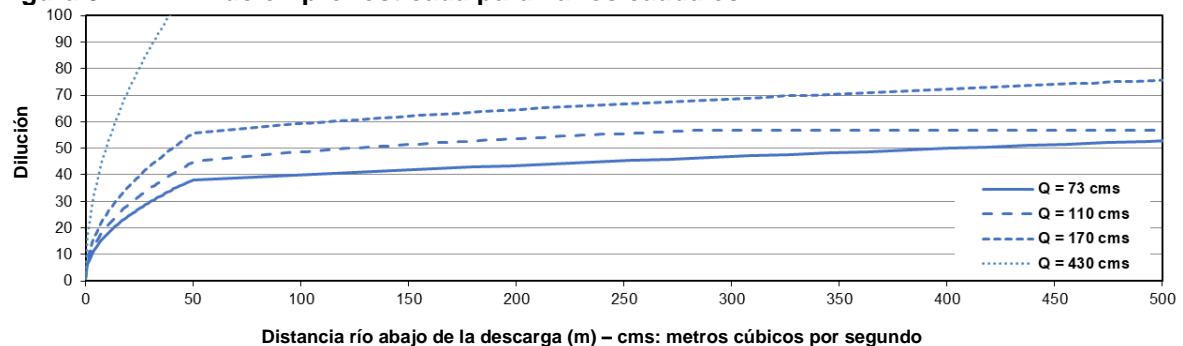
Referencia: Respuesta a la nota del MVOTMA, de fecha 28 de diciembre de 2018, zona de mezcla

Figura 2: Distribuciones de frecuencia en caudales promedio de 7 días (2000 a 2016)



La Figura 3 muestra la sensibilidad de la dilución pronosticada, al caudal del río y la Tabla 2 resume los resultados.

Figura 3: Dilución pronosticada para varios caudales



Un caudal de 110 m³/s tiene una frecuencia de excedencia del 85%. Con este caudal, se pronostica una dilución de 45:1 a 50 m de la descarga, 57:1 a 300 m, y 91:1 en mezcla completa. Un caudal de 170 m³/s tiene una frecuencia de excedencia del 80%. Con este caudal, se pronostica una dilución de 56:1 a 50 m de la descarga, 69:1 a 300 m, y 140:1 en

Referencia: Respuesta a la nota del MVOTMA, de fecha 28 de diciembre de 2018, zona de mezcla

mezcla completa. Un caudal de 430 m³/s tiene una frecuencia de excedencia del 50%. Con este caudal, se pronostica una dilución de 113:1 a 50 m de la descarga, 137:1 a 300 m, y 350:1 en mezcla completa.

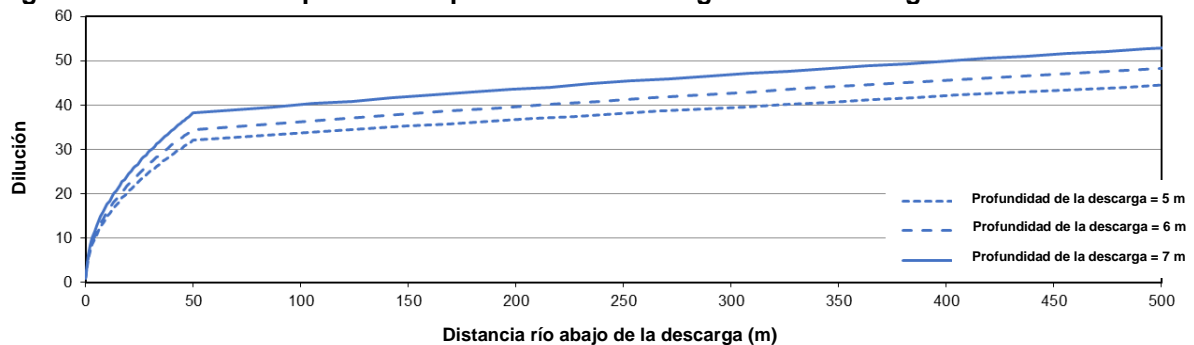
Tabla 2: Dilución pronosticada en varios caudales

Caudal (m ³ /s)	Frecuencia de excedencia	Dilución a 50 m de la descarga	Dilución a 300 m de la descarga	Dilución en Mezcla Completa
73	90%	38:1	47:1	61:1
110	85%	45:1	57:1	91:1
170	80%	56:1	69:1	140:1
430	50%	113:1	137:1	350:1

Nota: todos los caudales incluyen 8 m³/s de filtración asumidos además del caudal a través de la represa Gabriel Terra.

La dilución tiene sensibilidad limitada a la profundidad del agua en la ubicación de la descarga, tal como se muestra en la Figura 4. La dilución pronosticada varía de 32:1 a 38:1 a 50 m de la descarga en profundidades que oscilan entre los 5 a 7 m. A 300 m, la dilución pronosticada varía de 40:1 a 47:1 en profundidades que oscilan entre los 5 a 7 m.

Figura 4: Dilución para varias profundidades de agua en la descarga



La dilución pronosticada no es sensible a la temperatura del agua circundante, tal como se muestra en la Figura 5. Las temperaturas del agua del río varían aproximadamente entre 12 y 30°. La dilución pronosticada permanece constante por encima de este rango de temperatura.

Referencia: Respuesta a la nota del MVOTMA, de fecha 28 de diciembre de 2018, zona de mezcla

Figure 5: Dilución a múltiples temperaturas ambiente

