

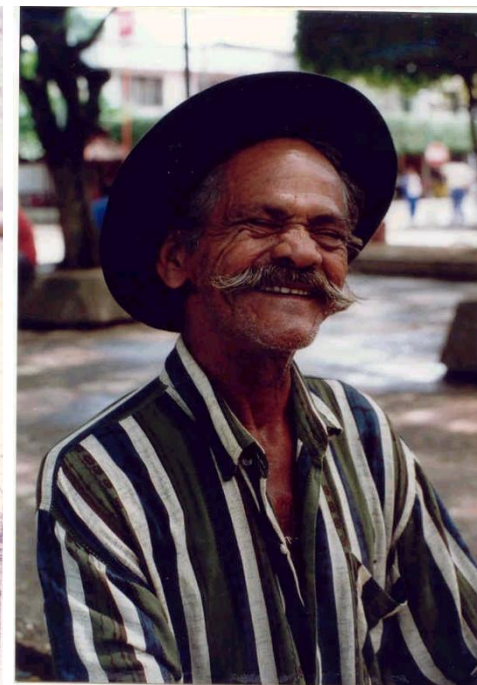
HIDROCIER 2012

RETOS DE LA HIDROENERGIA PARA UN DESARROLLO
SOSTENIBLE

MANEJO OPERATIVO DE LAS DESCARGAS DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA URRÁ I

MEDELLÍN SEPTIEMBRE 18 DE 2012

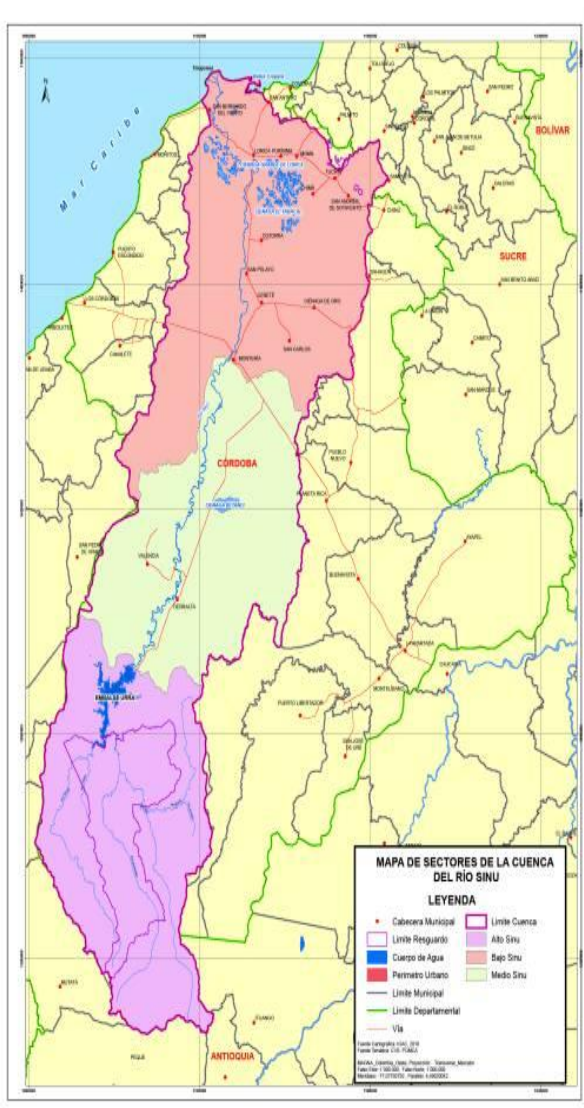
LA CUENCA DEL RÍO SINÚ



COMPROMISO Y CALIDAD UN PROPÓSITO EN URRÁ



DELIMITACIÓN, EXTENSIÓN Y LOCALIZACIÓN



- Se localiza en jurisdicción de los Departamentos de Córdoba (20 Municipios), Sucre (dos municipio) y Antioquia (Un Municipio).
- El área total es aproximadamente de 13.950 Km², de los cuales el 93% están en el departamento de Córdoba; el 6% en Antioquia y el 1% en Sucre.
- El Río Sinú nace en el área de páramo del Nudo de Paramillo en el municipio de Ituango, (Antioquia), en la cota 3.700 m.s.n.m,
- Y desemboca directamente en el mar en la zona del delta de Tinajones.
- La longitud total del cauce desde su nacimiento hasta su desembocadura es de 437.97 kilómetros .
- El Río pasa por los municipios de Ituango (Antioquia), Tierralta, Valencia, Montería, Cereté, San Pelayo, Cotorra, Lorica y San Bernardo del Viento (Córdoba).
- Las Autoridades Ambientales presentes en la Cuenca y en la zona de influencia de la Central son La UAESPNN en el PNN Paramillo, CVS y CORANTIOQUIA.

SECTORIZACIÓN

El fallamiento perpendicular a la costa, produjo a lo largo de las serranías, en el costado occidental del Río, una serie de depresiones en forma de cubetas, que son, de sur a norte, los valles del Alto Sinú y río Manso, las ciénagas de Betancí y Grande del Bajo Sinú, y el golfo de Morrosquillo. Las cuales a su vez definen tres grandes regiones: cuenca alta, media y baja.



- **Cuenca alta**, montañosa con pendientes superiores al 50%, incluye el PNN Paramillo y la represa de URRÁ.
- **Cuenca media**, flanquea la planicie aluvial del Sinú, conformada por colinas bajas y por suelos bien drenados, sobre pendientes suaves, erosionables y de fertilidad baja a media. En general desprovistos de coberturas vegetales naturales.
- **Cuenca baja**, corresponde a planicies de desborde del río predominan los sedimentos cuaternarios recientes, de origen fluvial y marino. Corresponden a suelos más fértiles, sobre relieve generalmente plano, con frecuencia inundables. Algunos influenciados por salinización en la margen izquierda.

CLIMA



- **Patrones en el comportamiento climático:** Espacial: La precipitación aumenta a medida que el valle se estrecha y asciende. Temporal: debido al paso de la zona de convergencia intertropical (ZCIT).
- **El régimen de precipitación es unimodal.** Lluvias: mayo – noviembre. Época seca: noviembre – abril.
- **Precipitación media anual:** Nudo de Paramillo: 4000 mm. Tierralta 2.200 mm; Medio Sinú: 1.400 mm. Bajo Sinú: 1200 a 1300 mm.
- **Temperatura Promedio.** En las tierras bajas, desde la zona costanera hasta el embalse de URRÁ I, es en promedio de 27°C. Solo a partir de este punto la temperatura comienza a descender llegando en las cimas de Paramillo a registrar 6°C.
- **La humedad relativa.** Los valores son superiores a 80% en toda la cuenca, el valor mínimo se evidencia en Montería, donde alcanza el 82%, aumentando hacia el Sur y hacia el Norte.

HIDROGRAFÍA Y CAUDAL

Hidrografía que tributa al Rio Sinú

- **Cuenca Alta:** Los mayores tributarios de la Cuenca se encuentran en la parte alta de la misma. Rio Verde, Rio Esmeralda, Rio Manso-Tigre y Quebrada Cruz Grande.
- **Zona Embalsada:** Quebrada de URRÁ, Rio Naín y Quebrada Tucura.
- **Aguas abajo de la presa** las principales corrientes son: Quebrada Pirú, Caño Betancí, Caño El Vidrial, Caño El Tigre, Caño Aguas Prietas.

Caudal

- **Medio Anual antes de URRÁ I**, a la altura de Angostura de URRÁ, era de $342 \text{ m}^3/\text{s}$, con un máximo a nivel promedio mensual multianual de $823 \text{ m}^3/\text{seg}$ en junio y un mínimo mensual multianual de $131 \text{ m}^3/\text{s}$ en marzo.
- **Máximos antes de URRÁ I**, a la altura de Angostura de URRÁ se registraron en el año 1988 picos de caudal a nivel promedio diario de hasta $1800 \text{ m}^3/\text{s}$ en días consecutivos, lo que generó las más grandes inundaciones registradas hasta el fecha en la cuenca.



INUNDACIONES

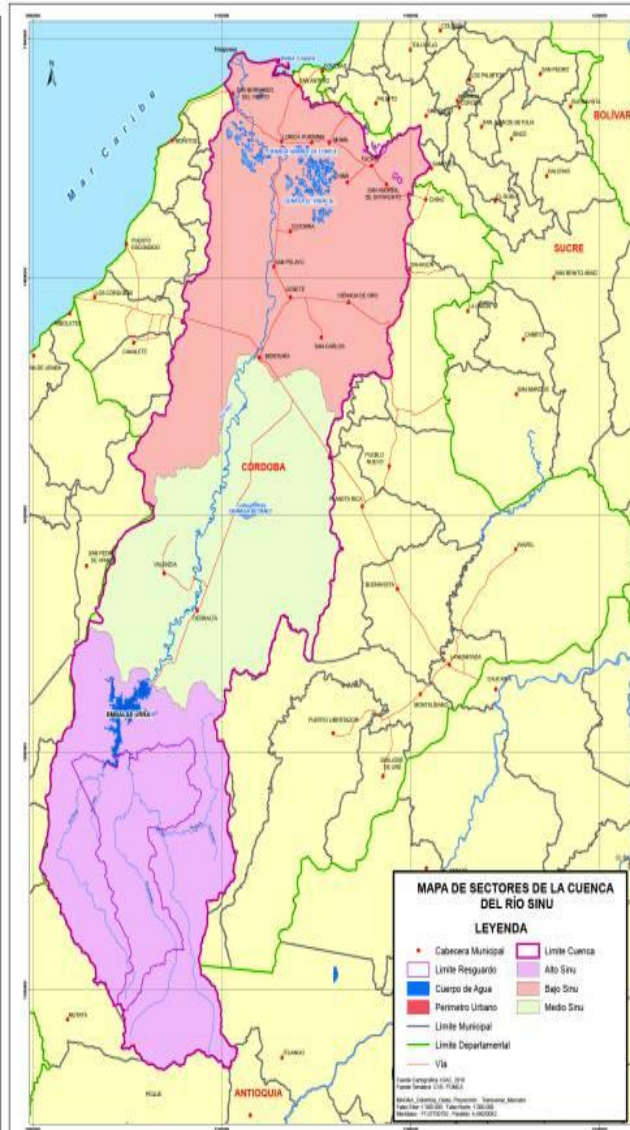
El valle del Río Sinú tiene la particularidad que gran parte de él presenta niveles más bajos que los niveles del río en época de invierno, motivo por el cual las inundaciones son un fenómeno recurrente que se presentaba con mayor ocurrencia en la cuenca media y baja del Río Sinú, casi anualmente antes de la construcción de la Hidroeléctrica. En agosto de 1988 se presentó el evento de inundación de mayor magnitud registrado en el Río Sinú, en el cual se generaron enormes pérdidas a nivel económico y social; se afectó el 30% del área sembrada en el Departamento de Córdoba y se perdieron 99.983 ton de productos del sector agropecuario. Se calcula que las pérdidas ascendieron a 21.516 millones de pesos, de la época.



ECOSISTEMAS Y ÁREAS ESTRATÉGICAS

ECOSISTEMAS

- Páramo, Bosques andinos y subandino que forman parte del PNN Paramillo.
- Bosques Húmedos tropicales en la subregión Alto Sinú, que forman parte del Choco biogeográfico.
- Bosques secos tropicales en zonas colinadas y planos inundables en la subregión medio y bajo Sinú.
- Planos inundables: Ciénaga de Betancí y Complejo Cenagoso del Bajo Sinú.
- Complejo de ciénagas y Manglares de Cispatá.



ÁREAS ESTRATÉGICAS

- Parque Nacional Natural Paramillo.
- Embalse URRÁ I.
- Resguardo Indígena Embera Katio.
- Resguardo Indígena Zenú.
- Ciénaga de Betancí.
- Ciénaga Grande del Bajo Sinú.
- Distrito de Manejo Integrado–zona deltaico estuarina de Cispatá.

ECONOMÍA EXISTENTE EN LA CUENCA DEL RÍO SINÚ

En general dentro de la cuenca:

- **Ganadería.** Actividad económica predominante. La cuenca tiene dedicada a la ganadería el 51% de su área total, evidenciando una subutilización del recurso suelo.
- Otros sectores económicos de importancia son la **agricultura** y la **actividad acuícola**.
- En varios puntos de la cuenca, pero en especial en el Alto Sinú y en el área de manglar de la zona deltaica estuarina se evidencia **aprovechamiento forestal**, muchas veces ilegal y sin planificación ni ordenamiento forestal.

En particular el Río Sinú es utilizado para:

- Surtir **acueductos** y **distritos de riego**.
- El desarrollo de la **pesca** artesanal y comercial, principalmente de las especies migratorias como el Bocachico.
- La explotación de **arenas** y **gravas** arrastradas por la corriente, que se utilizan en los principales centros poblados como materiales de construcción.
- **Transporte**



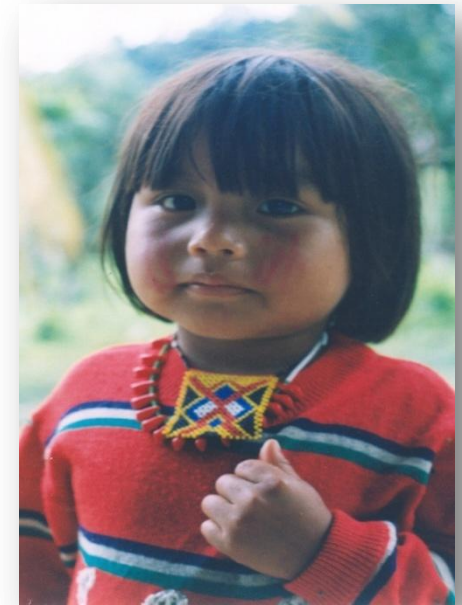
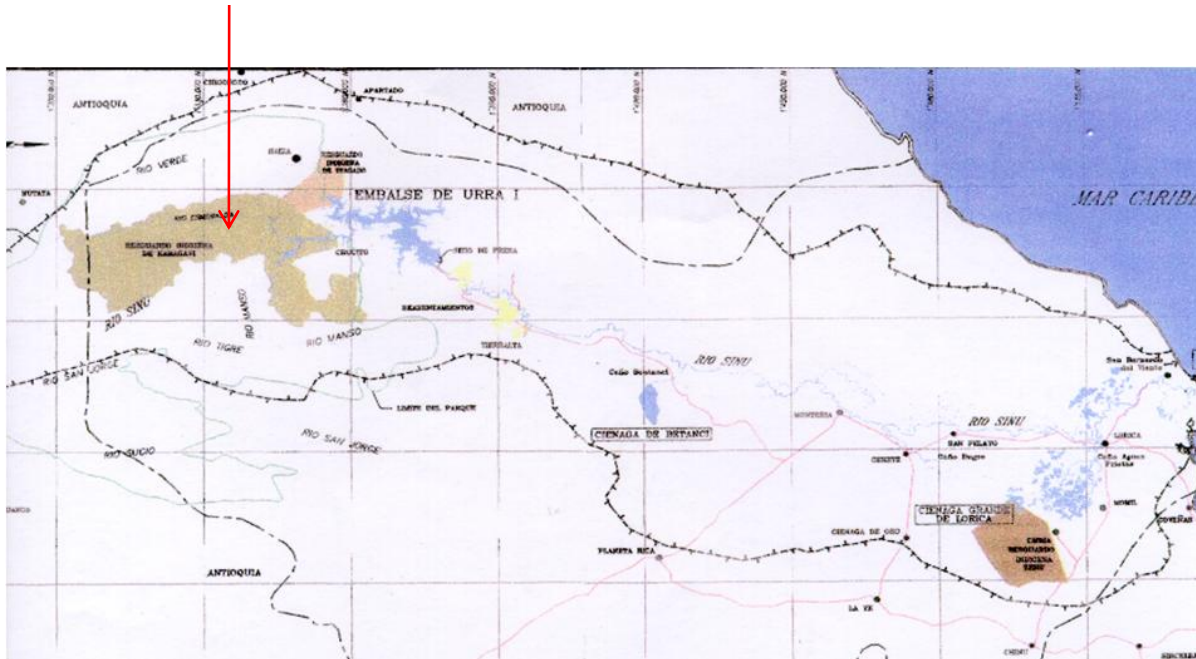
ÁREA DONDE SE UBICARÍA EL EMBALSE DE URRÁ



- Previamente a la construcción de la central, era un área intervenida, por actividades ganaderas y agricultura de pan-coger.
- Representada por 8000 Ha, donde las coberturas predominantes eran los pastos (40,2%) y del rastrojo bajo (28,4%), seguidos del rastrojo alto (11,1%), cuerpos de agua (7,2%), cultivos (5,5%), plantaciones de plátano (4,2%), bosque marginal de drenaje (1,6%), Bosque intervenido (1%) y área quemada (0,8%).
- Hace muchos años se aplican actividades de tala selectiva para extracción de maderas preciosas en los mercados de Tierralta y Montería, deforestación para establecimiento de pastizales, leñateo y agricultura de roza y quema.

RESGUARDO INDÍGENA EMBERA KATIO DEL ALTO SINÚ

Ubicado en la Cuenca Alta del Sinú. En cumplimiento de la Sentencia T-652/98, a partir del mes de diciembre de 1998, se consolida el Resguardo. Actualmente tiene una extensión de 116,079.9 hectáreas.



CENTRAL HIDROELÉCTRICA URRÁ I



COMPROMISO Y CALIDAD UN PROPÓSITO EN URRÁ



ANTECEDENTES DEL PROCESO DE LICENCIAMIENTO

1993

- ✓ INDERENA, Resolución 0243 abril 13/93: Licencia Ambiental – Etapa de Construcción.
- ✓ Julio 22, inicio obras civiles.
- ✓ En noviembre se crea el Ministerio del Medio Ambiente (MMA) – traslado del expediente URRÁ a esta entidad.

1995

- ✓ Abril 3, Primera Audiencia Pública.

1996

- ✓ Enero 13, desviación del Río Sinú

1998

- ✓ Marzo 24, instauración de Acción de Tutela ante el Tribunal Superior de Montería por parte de los Indígenas Embera del Alto Sinú.
- ✓ Mayo 21, se lleva a segunda instancia la Acción de Tutela presentada por los Indígenas Embera (Corte Suprema de Justicia) la cual es fallada a favor de la Empresa.
- ✓ Junio 11, realización de la Segunda Audiencia Pública.

1998

- ✓ Julio 30, se profiere Auto de la Corte Constitucional ordenando a la Empresa suspender el llenado del embalse previsto para iniciar el 31 de julio
- ✓ Julio 31, la Corte Constitucional mediante Auto, ordena a los Ministerios de Minas e Interior vigilar y velar por el cumplimiento del Auto de la Corte; a la Alcaldía de Tierralta y a la Gobernación seguir cumpliendo con los compromisos adquiridos con la Comunidades Emberas.

1999

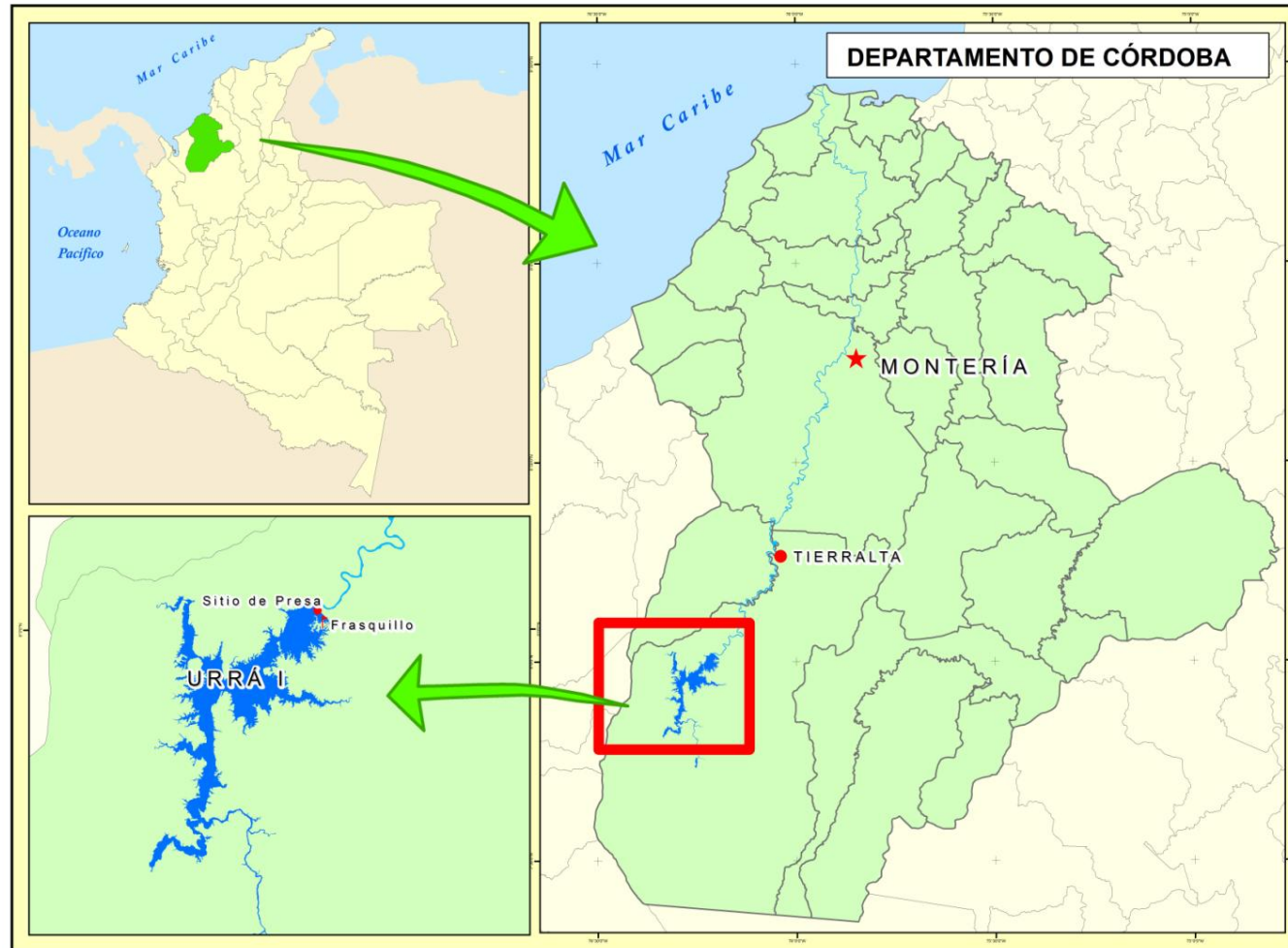
- ✓ Octubre 5, Resolución 0838 del MMA, Modificación de la Licencia ampliándola para la etapa de llenado y operación.
- ✓ Noviembre 16, Resolución 0965 del MMA, confirmación de la Modificación de la Licencia Ambiental.
- ✓ Noviembre 18, Inicio llenado del embalse
- ✓ Diciembre 23, Auto 597 del MMA, regula el llenado del embalse a la cota 117.5 msnm, hasta tanto se ejecute el reasentamiento de los indígenas ubicados en la zona de amortiguación del embalse.

2000

- ✓ Febrero 15, entra en operación la Unidad 1 de la Central.
- ✓ Abril 1, entra en operación la Unidad 2 de la Central.
- ✓ Mayo 13, entra en operación la Unidad 3 de la Central.
- ✓ Junio 15, entra en operación la Unidad 4 de la Central.

LOCALIZACIÓN DE LA HIDROELÉCTRICA

La Central Hidroeléctrica URRÁ I se encuentra ubicada en la Región Caribe, en el departamento de Córdoba, en el límite de las cuencas Alta y Media del Río Sinú, en el Municipio de Tierralta, concretamente a 30 kilómetros al sur de su cabecera municipal.



CENTRAL HIDROELÉCTRICA URRÁ I



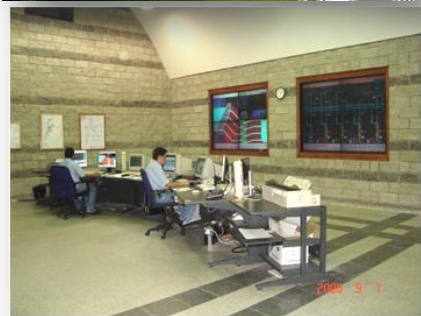
COMPROMISO Y CALIDAD UN PROPÓSITO EN URRÁ

DATOS GENERALES DE LA PRESA, DIQUE AUXILIAR Y EMBALSE URRÁ I



- Presa y dique auxiliar de núcleo impermeable de gravas Arcillosas y espaldón de gravas limpias con protección de enrocado.
- Altura de la presa: 73 m.
- Altura del dique auxiliar: 51 m.
- Área de inundación a nivel máximo normal: 77.4 km²
- Perímetro embalse: 248 km.
- Profundidad Máxima: 67.5 m
- Volumen útil de regulación: 1362 x 10⁶ m³
- Volumen Muerto (a cota 91.5): 528 x 10⁶ m³
- Nivel máximo normal: 130.5 msnm
- Nivel mínimo de operación: 107.0 msnm

DATOS GENERALES DE LA CENTRAL



- Tipo de turbinas: Francis.
- Número de unidades: 4
- Capacidad Instalada: 340 MW
- Caudal de Diseño: 700 m³/s
- Cabeza Neta de Diseño: 54.4 m
- Energía firme anual: 930 GWh/año
- Energía promedio anual: 1421 GWh/año

RESTRICCIONES AMBIENTALES QUE INCIDÍAN EN LAS DESCARGAS DE LA HIDROELÉCTRICA ANTES DE LA FLEXIBILIZACIÓN DE LAS REGLAS DE OPERACIÓN

Caudales Mínimos

En la Licencia Ambiental el Ministerio del Medio Ambiente determinó que la Central Hidroeléctrica URRÁ I debía cumplir con una descarga mínima de $75 \text{ m}^3/\text{s}$ a través de las turbinas.

Con base en esta restricción URRÁ S.A. solicitó al CNO una inflexibilidad en la operación de URRÁ I que autorizaba operar en forma continua con al menos una unidad al 70% de su capacidad, pero eso permitía en época de invierno descargar caudales bastante menores a los que el Río Sinú había registrado en condiciones naturales.



Intercambio de Aguas Río Ciénagas

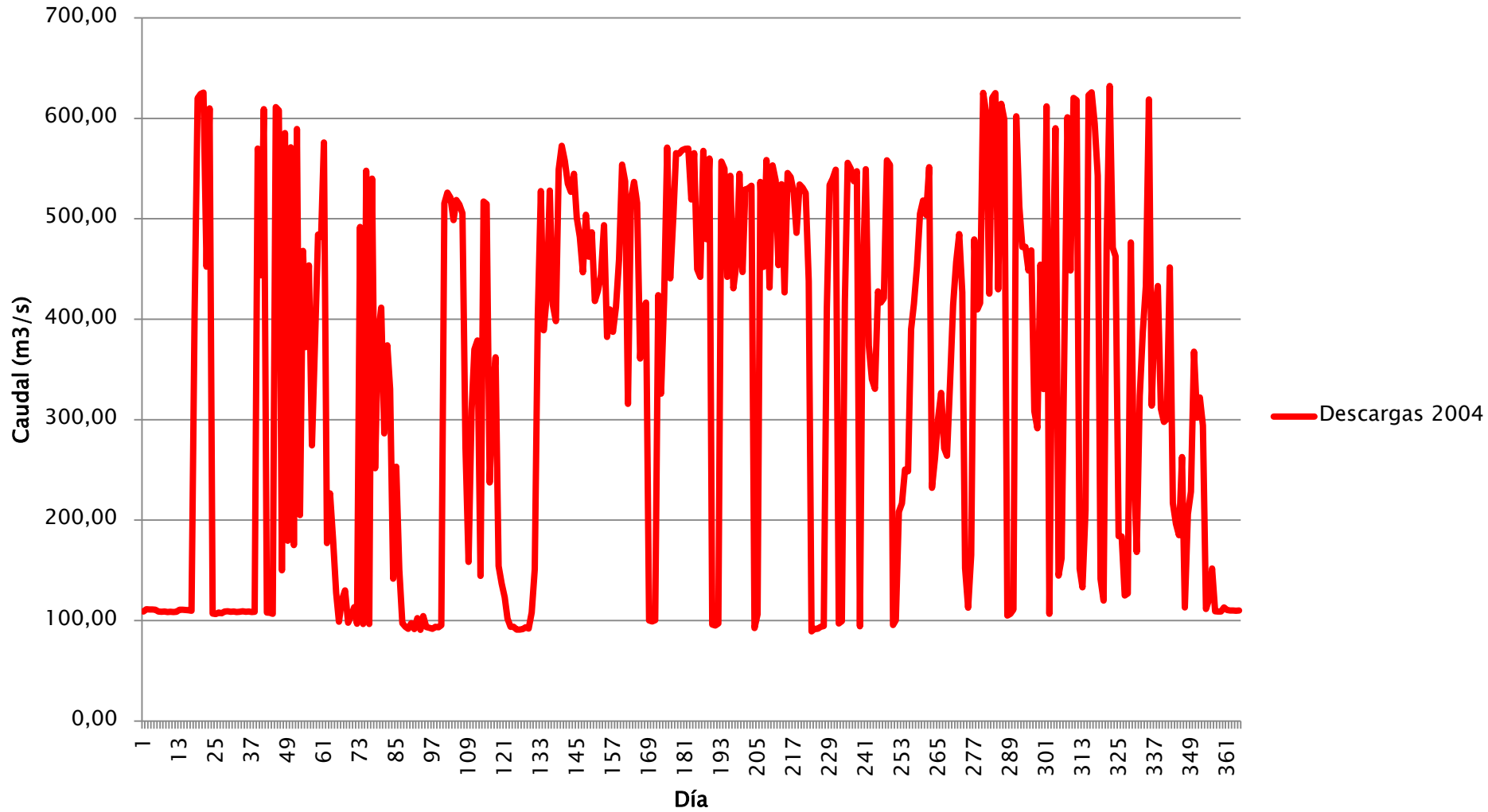
En la Licencia Ambiental el Ministerio de Ambiente requiere a la Empresa URRÁ S.A. E.S.P. a: “...garantizar el intercambio de agua río-ciénagas simulando las curvas históricas de caudales naturales del río”.

En el Auto No.2964 de diciembre 22 de 2006 el Ministerio de Ambiente acepta que la Empresa está garantizando el intercambio de agua con las ciénagas, pero advierte que esto se está haciendo sin simular las curvas históricas de caudales naturales del río.

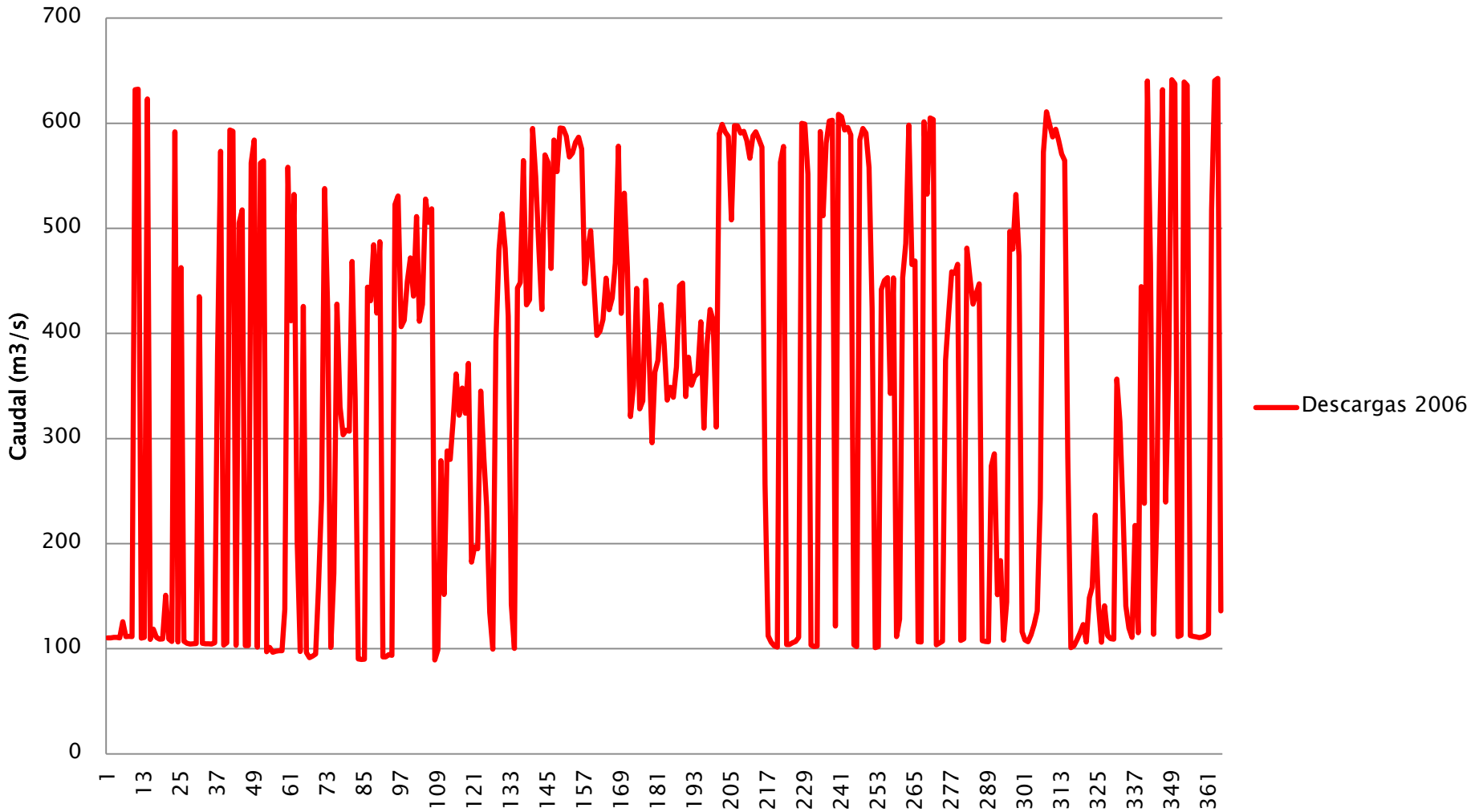


La Central Hidroeléctrica Urrá I había venido siendo despachada desde su entrada en servicio en el año 2000 con una o cuatro unidades debido a la dificultad de obtener un despacho intermedio, por el tamaño de la Central, situación que obligaba a ofertar precios de oferta alto para salir con la inflexibilidad de una unidad al 70% o precios bajos cuando se quería salir generando, situación que presentaba restricciones para aproximar de mejor manera las descargas desde la Central al régimen de caudales naturales del Río Sinú, dado que se registraban cambios bruscos de caudal en magnitudes que superaban a las registradas en la situación natural previa a la entrada en operación de la hidroeléctrica, y adicionalmente no era posible reproducir las tendencias hidrológicas naturales de verano e invierno, tal como requería la Licencia Ambiental.

DESCARGAS 2005



DESCARGAS 2006



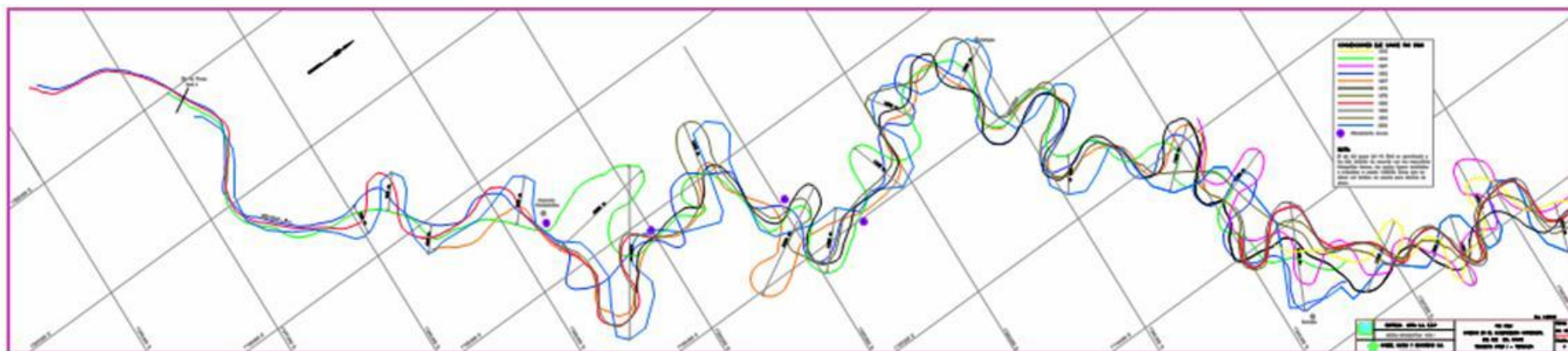
RESTRICCIONES AMBIENTALES ADICIONALES QUE LLEVARON A LA FLEXIBILIZACIÓN DE LAS REGLAS DE OPERACIÓN

Erosión en las Márgenes del Río Sinú

La Empresa, producto de una acción popular se comprometió en Audiencia de Pacto de Cumplimiento relacionada con la erosión de las orillas del Río Sinú celebrada el 25 de mayo de 2005 a: “...tramitar ante las autoridades correspondientes la flexibilización de las reglas de operación de la Central Hidroeléctrica Urrá, con el fin de regular de mejor manera el caudal del Río Sinú, y minimizar así las variaciones bruscas de su nivel”.

Un estudio realizado por la Empresa en 2006 establece que el aumento en la ciclicidad de los aumentos y descensos de los niveles de agua puede afectar los taludes potencialmente inestables.







Tortuga de Río

En los Autos No.2964 de diciembre 22 de 2006 y No.3047 de noviembre 9 de 2007, el Ministerio de Ambiente requiere a la Empresa a: “Realizar las gestiones necesarias ante las entidades competentes como la CREG, CND, CON y entidades afines, y presentar a este



Ministerio para evaluación y aprobación, una propuesta de alternativas de descarga de caudales aguas abajo del proyecto, con el objeto de buscar el mejor ajuste de gradualidad para efectos de simular las curvas históricas de caudales del río antes de entrar en operación, considerando el comportamiento y fluctuaciones de caudales a nivel diario (y si es necesario horario) y no promedios mensuales multianuales, de tal manera que no se causen impactos sobre la tortuga de río, entre otros impactos.

FLEXIBILIZACIÓN DE LAS REGLAS DE OPERACIÓN

Atendiendo el requerimiento del MAVDT de estudiar alternativas de operación de la hidroeléctrica, la Empresa acometió inicialmente un estudio que consideraba descargar al Río Sinú los caudales que entraban a la hidroeléctrica considerando un rezago de dos o tres días, pero esto tenía implicaciones operativas y comerciales que hacían inviable esta opción.

Posteriormente se realizó un análisis considerando las series hidrológicas previas a la construcción de la hidroeléctrica, que resultó en la definición de una franja de operación que finalmente fue presentada para evaluación del MAVDT en el año 20120.

Cálculo de la Franja de Operación

Luego de analizar los registros de caudales medios diarios existentes en la estación Angostura de URRÁ desde 1960 hasta el año 2007, se determinaron los caudales medios diarios a nivel mensual para cada uno de los meses del año y las diferentes probabilidades de excedencia, entendiéndose la probabilidad de excedencia como aquella probabilidad que existe para que un determinado caudal sea igualado o superado. Por ejemplo, si se determina que la probabilidad de excedencia de un caudal de $354 \text{ m}^3/\text{s}$ es del 5%, significa que existe un 5% de probabilidad que se presente ese caudal o un caudal superior.

Revisadas las estadísticas hidrológicas y teniendo en cuenta las limitaciones de operación, se propuso al MAVDT la alternativa de operación consistente en utilizar una franja de caudales a descargar definida por un máximo y un mínimo para los diferentes meses del año, así:

- Para los meses de verano, de diciembre a abril, definir caudales máximos con una probabilidad de excedencia del 5%, o sea, caudales que de acuerdo a los registros históricos tienen una probabilidad del 5% de ser igualados o superados. El caudal mínimo será el que pueda descargar una unidad en operación al 70% de su eficiencia (disponibilidad), operación que cumple con la descarga mínima de 75 m³/s que exige la Licencia Ambiental.

- Para los meses de invierno, de mayo a noviembre, definir caudales mínimos con una probabilidad de excedencia del 95%, o sea, caudales que de acuerdo a los registros históricos tienen una probabilidad del 95% de ser igualados o superados. El caudal máximo será 700 m³/s, que es el máximo que se puede descargar por las cuatro unidades de generación con que cuenta la Central.

ESTACIÓN ANGOSTURA DE URRÁ
CAUDALES MEDIOS DIARIOS A NIVEL MENSUAL CON DIFERENTES
PROBABILIDADES DE EXCEDENCIA
1960 – 2007

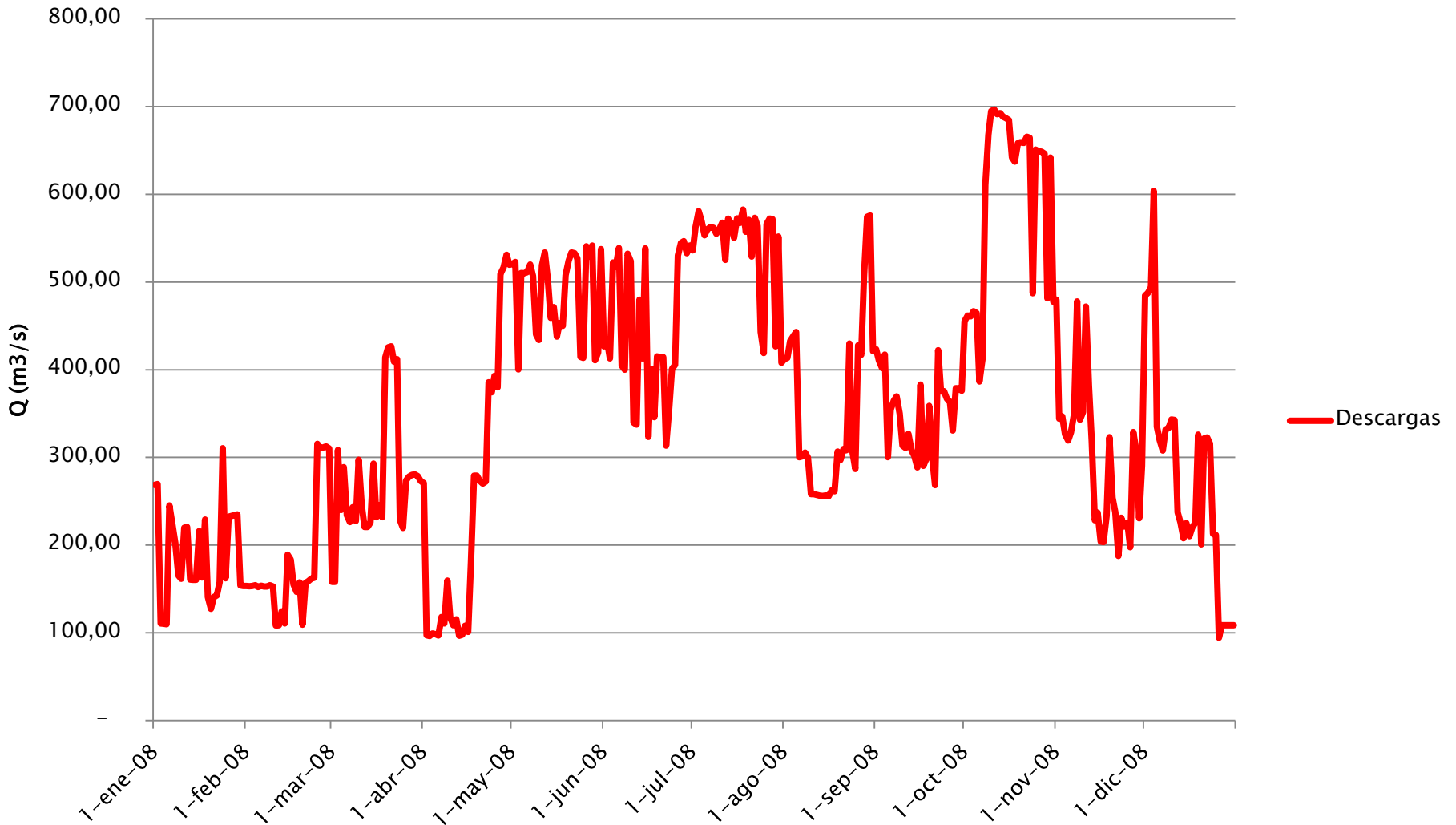
Probabilidad de Excedencia (%)	CAUDAL (m ³ /s)											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
5	354	272	318	522	771	802	849	730	690	748	680	512
10	297	231	231	434	647	678	704	650	605	644	588	440
90	81	60	57	75	213	300	308	272	276	285	251	153
95	75	54	48	62	177	260	272	233	250	256	228	132
Mínimo *	60	41	36	40	84	123	122	158	150	116	155	74
Máximo *	1307	620	1140	1535	1490	1761	1844	1774	1492	1815	1488	1032

(*): Caudales medios diarios.

Mediante la Resolución No.1941 de octubre de 2010 el Ministerio de Ambiente estableció una franja de caudales para los diferentes meses del año, que desde esa fecha debe respetar la hidroeléctrica en sus descargas al Río Sinú.

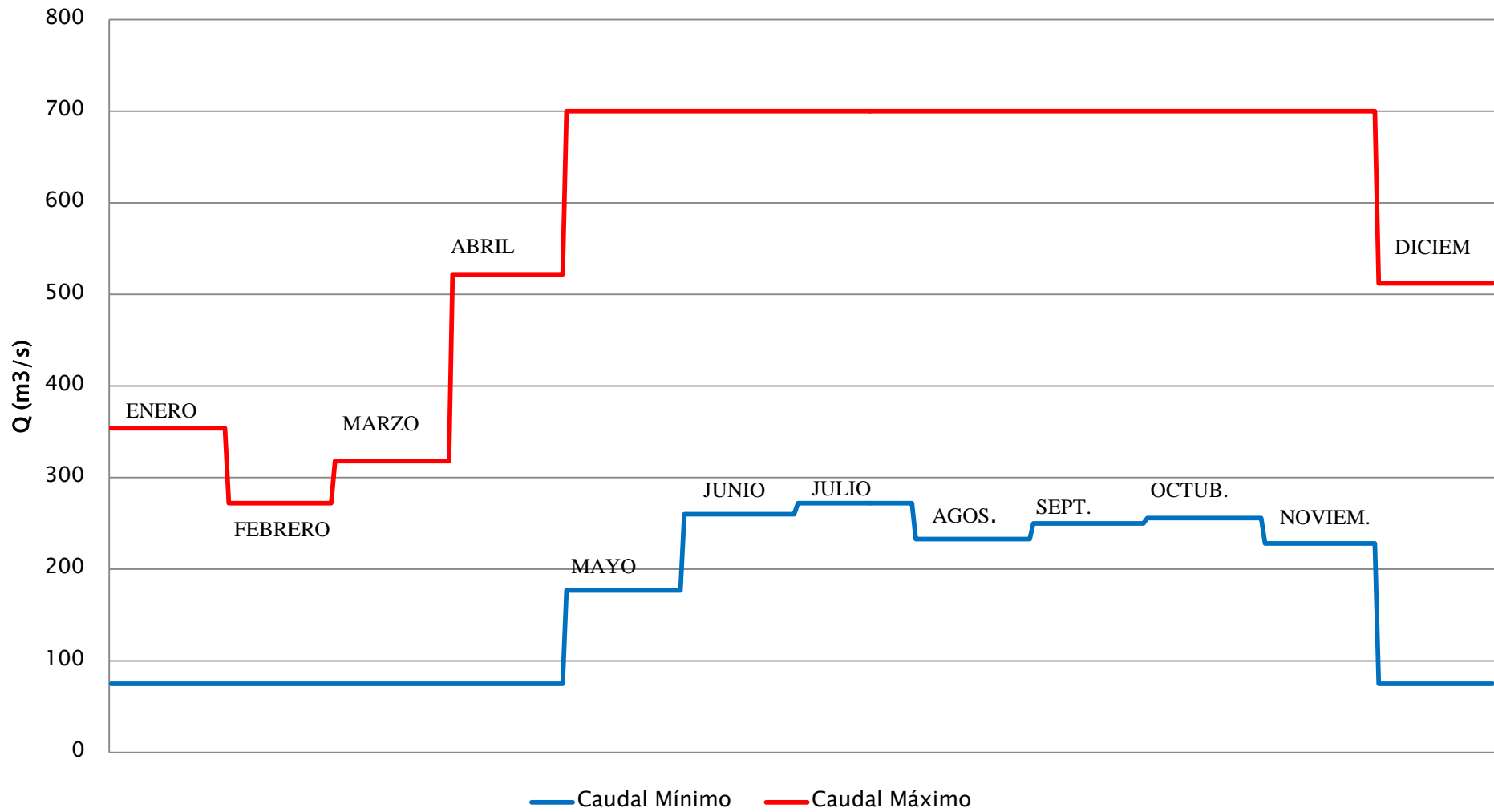
Es importante mencionar que si bien la franja de operación establecida por el Ministerio de Ambiente empezó a regir en octubre de 2010, la hidroeléctrica desde el año 2008 venía operando de manera más gradual, intentando simular de mejor manera las épocas de verano e invierno y limitando las descargas bruscas de caudales al Río Sinú.

DESCARGAS 2008

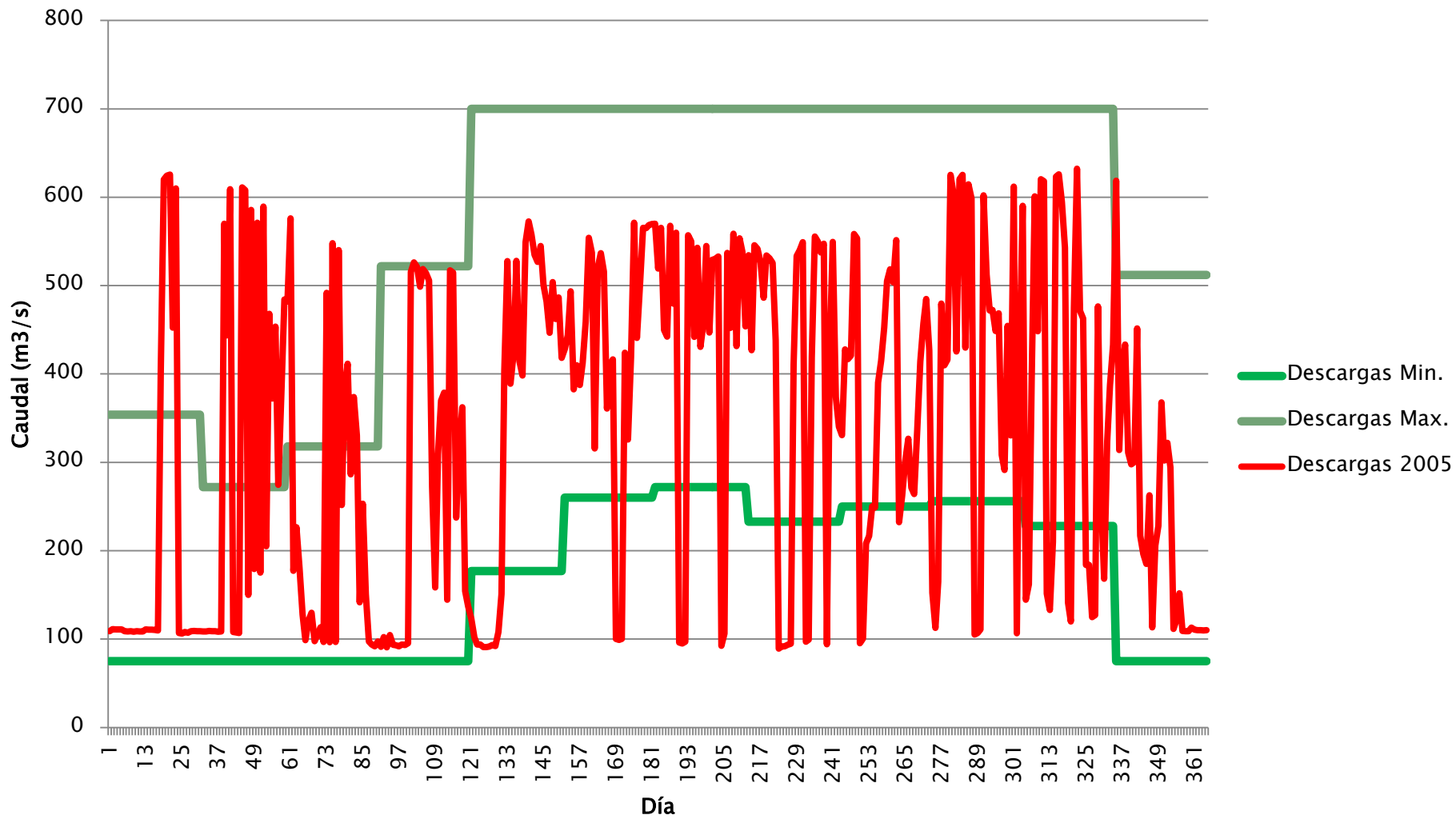


FRANJA DE OPERACIÓN REQUERIDA POR EL MAVDT (Resolución 1941 de Octubre de 2010)

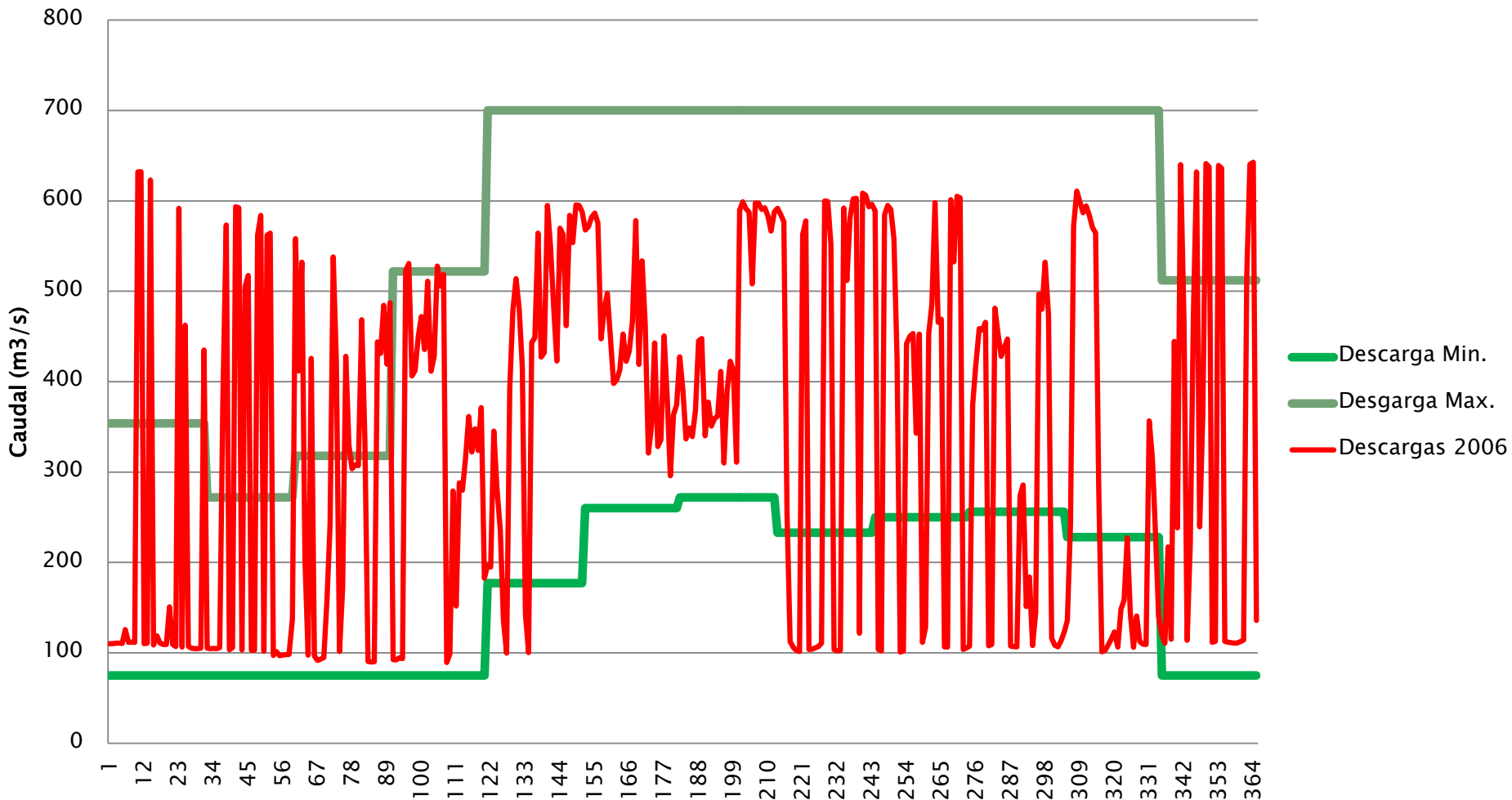
Franja de Operación	CAUDAL (m ³ /s)											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Caudal Mínimo a Descargar	75	75	75	75	177	260	272	233	250	256	228	75
Caudal Máximo a Descargar	354	272	318	522	700	700	700	700	700	700	700	512



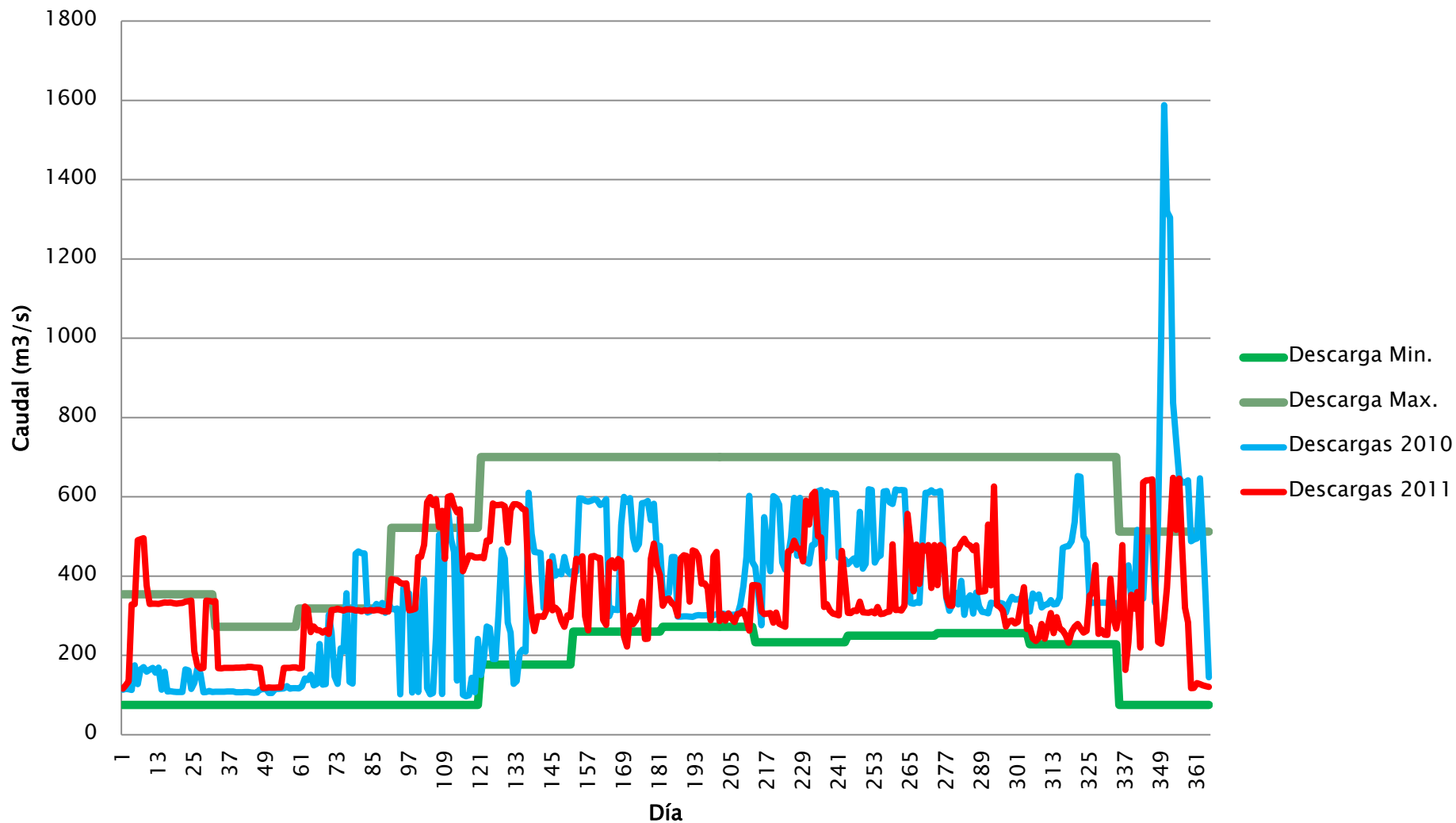
FRANJA DE OPERACIÓN VS. DESCARGAS 2005



FRANJA DE OPERACIÓN VS. DESCARGAS 2006



FRANJA DE OPERACIÓN VS. DESCARGAS 2010-2011



Caudal Ecológico

Es importante mencionar que la franja de operación de la Central Hidroeléctrica Urrá I se asemeja al concepto de caudal ecológico, ya que con su utilización la operación de la hidroeléctrica se aproxima de mejor manera a las condiciones naturales históricas, haciéndola mucha más amigable desde el punto de vista ambiental.

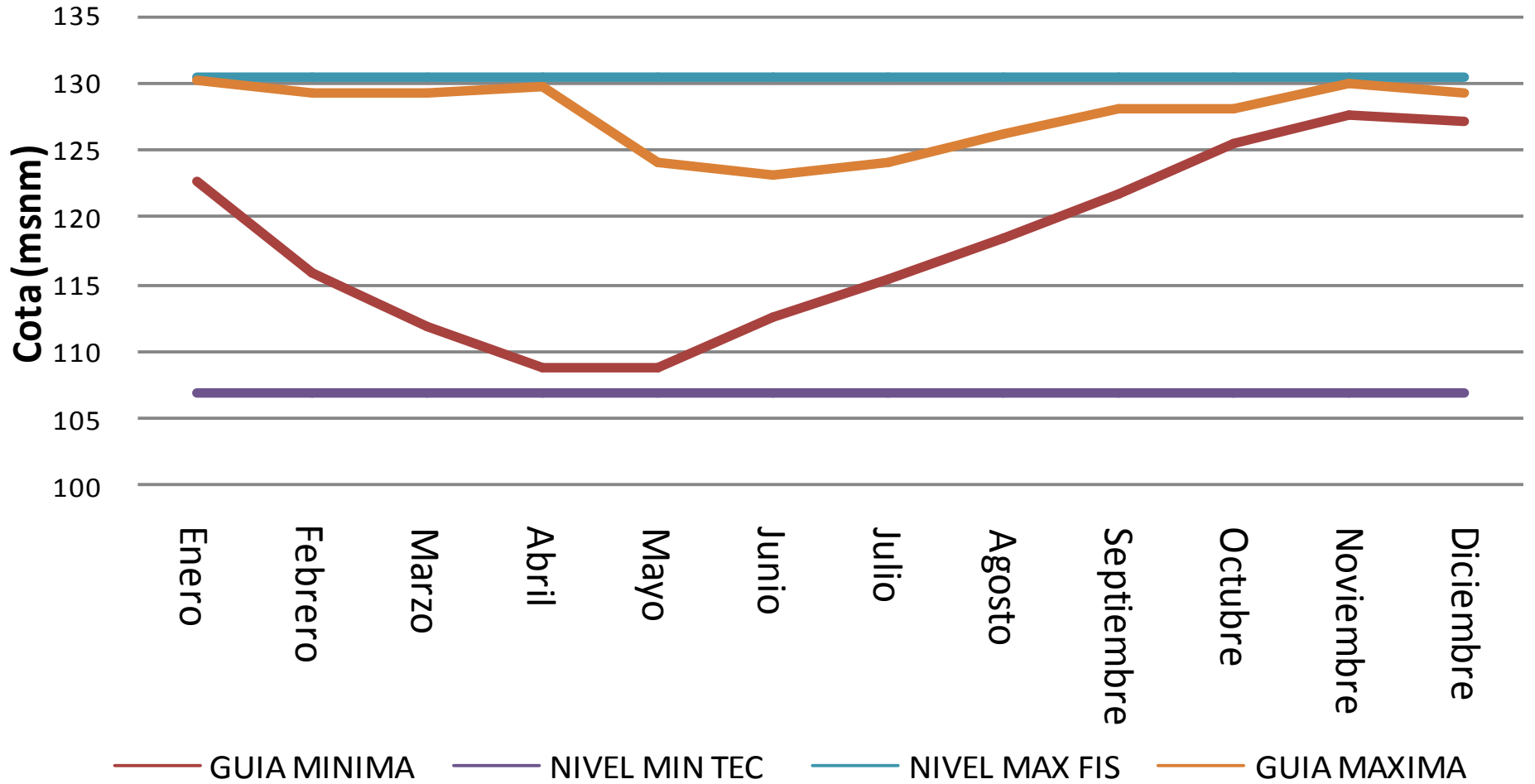
Excepciones a la Franja de Operación

- Pruebas a las unidades de generación de tipo regulatorio.
- Condiciones de CAOP (Condición Anómala de Orden Público).
- Operación en estado de emergencia ante falla o mantenimiento en líneas de STN (Sistema de Transmisión Nacional), asociadas a la Central.
- Los caudales aportantes al embalse en los meses de verano sean superiores a los máximos establecidos en la regla de operación propuesta, y en invierno inferiores a los mínimos establecidos en la franja de operación.

FRANJA DE OPERACIÓN Y CURVAS GUÍA

Dado que el embalse Urrá I es multipropósito, su operación se enmarca dentro de niveles definidos por curvas guía máxima y mínima, y el cumplimiento de la franja de caudales requerida por el Ministerio de Ambiente no le impide a la hidroeléctrica operar dentro de los niveles de embalse determinados por esas curvas.

Curvas Guía



BENEFICIOS DE LA FRANJA DE OPERACIÓN

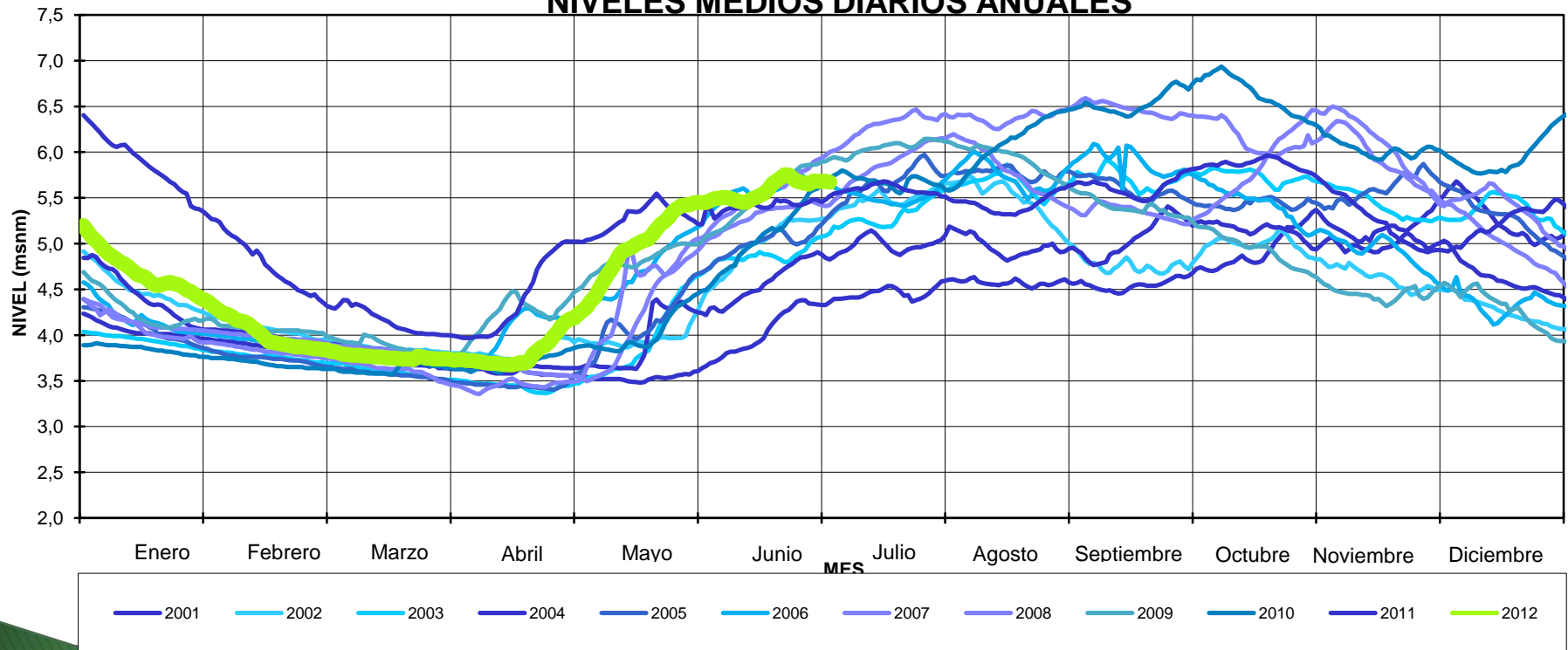
Con la franja de operación definida por el Ministerio de Ambiente, claramente las descargas desde la Central se aproximan mucho más a las naturales históricas. Esta situación genera condiciones favorables en el Río Sinú aguas abajo de la Central como se muestra a continuación:

1) Cumplimiento de los requerimientos del MAVDT relacionados con la simulación por parte de la hidroeléctrica de los caudales naturales del Sinú.



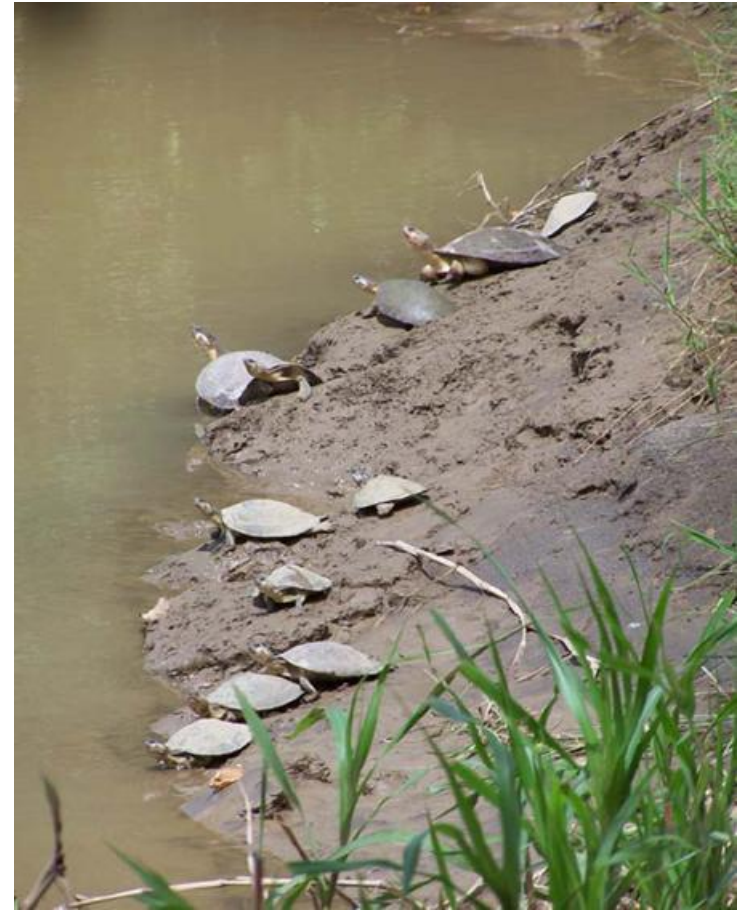
2) Los aportes de agua a las ciénagas se hacen siguiendo la tendencia natural, lo que permite cumplir con la Licencia Ambiental en cuanto a garantizar el intercambio de agua río-ciénagas simulando las curvas históricas de caudales naturales del río.

**CIENAGA GRANDE DE LORICA - ESTACION LIMNIMETRICA MOMIL
NIVELES MEDIOS DIARIOS ANUALES**



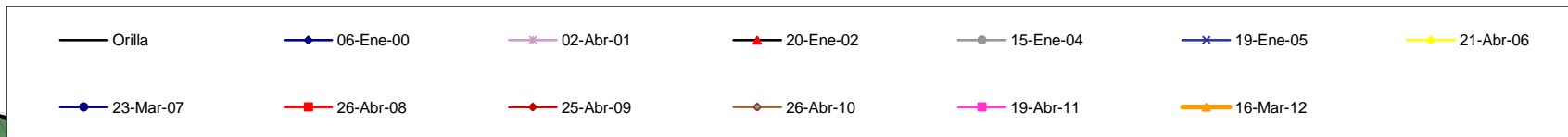
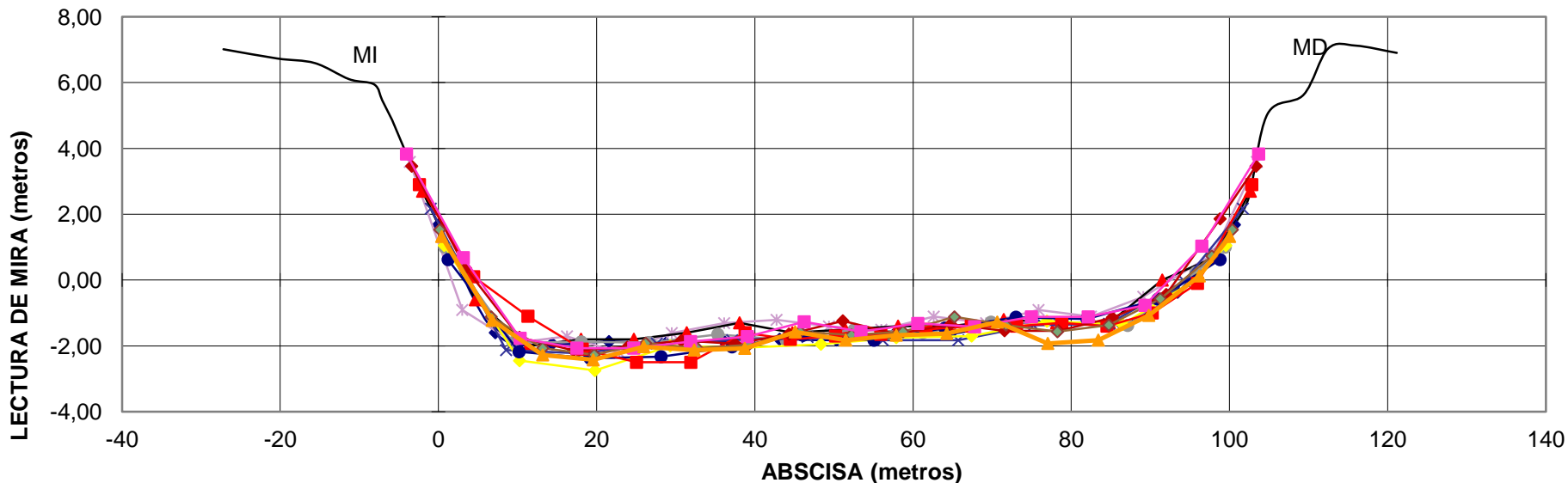
3) Se mejora la situación de la tortuga de río, ya que al limitar los caudales máximos a descargar en los primeros meses de verano del año no se inundarían todas las playas donde anida esta especie.

Sin embargo debido a algunas situaciones de excepción en la operación de la hidroeléctrica, es posible que algunas playas donde anidan las tortugas se vean afectadas en algún momento dado.



4) Se disminuyen en gran medida los cambios cíclicos y bruscos de niveles en el río, y en consecuencia las repeticiones de carga y descarga en los suelos que conforman sus orillas, lo que limitará la degradación de las propiedades mecánicas de los mismos.

SECCION DE AFOROS
Estación Montería



5) Algunas actividades productivas tradicionales relacionadas con el río se desarrollan de manera más eficiente, en comparación con los primeros años de operación de la hidroeléctrica: cruce de personas y vehículos a través de planchones, extracción de arenas y gravas, transporte y pesca.



CENTRAL HIDROELÉCTRICA URRÁ I GENERACIÓN CON SOSTENIBILIDAD

GRACIAS