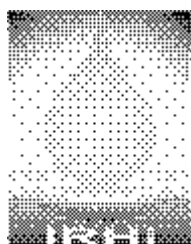


# PROGRAMA DE MONITOREO DEL EMBALSE RÍO HONDO

INFORME FINAL

Diciembre 2007





UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
CÓRDOBA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
SANTIAGO DEL ESTERO

---

## Equipo de Trabajo

### UNIVERSIDAD NACIONAL DE SANTIAGO DEL ESTERO

*Dr. Ing. Cesar Luis Bonelli (Director)*

*Ms. Sc. Ing. Maria Teresita Pilan*

*Ing. Alfredo Fabian Reuter*

*Ms. Sc. Francisco José Pecce Azar*

*Lic. Angel del R Storniolo*

*David Betancourt (alumno)*

*Juan Dominguez Ruben (alumno)*

*Enrique Lascano (Alumno)*

*Hugo Villalba (Aux. Tecnico)*

### UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA

*Ms. Sc. Ing. Raquel Bazán*

*Ms. Sc. Ing. Nancy Larrosa*

*Ms. Ing. Ambiental, Biól. Susana del Olmo*

*Dra. Biól. Maria de los Ángeles Bistoni*

*Biól. Matías Bonansea*

*Ing. Patricia O' Mill (UNC-DiPAS)*

*Ing. Héctor Muratore*

*Ing. Fernando Cerminato*

*Ing. Pablo Bellittieri*

*Sr. Daniel Glatstein*

*Sr. Fernando Monarde (UNC-DiPAS)*

### DIRECCION PROVINCIAL DE AGUAS Y SANEAMIENTO, (DIPAS, CORDOBA)

*Biól. Alejandro Orueta*

---



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|             |   |           |
|-------------|---|-----------|
| <b>1.</b>   | <b>DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA EN ESTUDIO.....</b> | <b>1</b>  |
| <b>1.1.</b> | <b>INTRODUCCIÓN .....</b>                           | <b>1</b>  |
| 1.1.1.      | Características del Área de Estudio.....            | 1         |
| <b>1.2.</b> | <b>OBJETIVOS.....</b>                               | <b>6</b>  |
| 1.2.1.      | Generales.....                                      | 6         |
| 1.2.2.      | Específicos.....                                    | 7         |
| <b>2.</b>   | <b>EMBALSE RÍO HONDO.....</b>                       | <b>8</b>  |
| <b>2.1.</b> | <b>INTRODUCCIÓN .....</b>                           | <b>8</b>  |
| <b>2.2.</b> | <b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>                   | <b>8</b>  |
| 2.2.1.      | Monitoreo del embalse.....                          | 8         |
| 2.2.1.1.    | Calidad de agua.....                                | 11        |
| 2.2.1.2.    | Sedimentos.....                                     | 14        |
| <b>2.3.</b> | <b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>                  | <b>15</b> |
| 2.3.1.      | Temperatura .....                                   | 15        |
| 2.3.2.      | Oxígeno disuelto (OD) .....                         | 17        |
| 2.3.3.      | Transparencia .....                                 | 21        |
| 2.3.4.      | Nutrientes.....                                     | 23        |
| 2.3.5.      | Estado Trófico.....                                 | 28        |
| 2.3.6.      | Fitoplancton.....                                   | 30        |
| 2.3.7.      | Clorofila -a.....                                   | 41        |
| 2.3.8.      | Microcistinas .....                                 | 43        |
| 2.3.9.      | Zooplancton .....                                   | 48        |
| <b>2.4.</b> | <b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>                            | <b>54</b> |
| <b>3.</b>   | <b>ICTIOFAUNA.....</b>                              | <b>57</b> |
| <b>3.1.</b> | <b>INTRODUCCIÓN .....</b>                           | <b>57</b> |
| <b>3.2.</b> | <b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>                   | <b>59</b> |
| 3.2.1.      | Áreas relevadas.....                                | 59        |
| 3.2.2.      | Muestreo de Peces.....                              | 60        |



---

|             |  |           |
|-------------|--|-----------|
| 3.2.3.      | Análisis Histomorfológico .....  | 61        |
| 3.2.4.      | Análisis Estadístico .....   | 61        |
| <b>3.3.</b> | <b>RESULTADOS .....</b>  | <b>61</b> |
| 3.3.1.      | Análisis de los atributos de las comunidades de peces.....   | 61        |
| 3.3.1.1.    | Análisis de parámetros registrados en el embalse de Río Hondo para los ensambles de peces por sitio de muestreo. ....      | 63        |
| 3.3.1.2.    | Análisis de parámetros registrados en el embalse Río Hondo para los ensambles de peces por sitio y fecha de muestreo. .... | 66        |
| 3.3.2.      | Análisis histomorfológicos.....  | 68        |
| 3.3.2.1.    | Índices somáticos.....   | 68        |
| 3.3.2.2.    | Análisis histológico del hígado.....   | 69        |
| 3.3.2.3.    | Análisis histológico de branquias .....  | 76        |
| 3.3.2.4.    | Consideraciones generales sobre daños histológicos .....   | 83        |
| <b>3.4.</b> | <b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>   | <b>83</b> |
| <b>4.</b>   | <b>TRIBUTARIOS DEL EMBALSE DE RÍO HONDO.....</b>   | <b>86</b> |
| <b>4.1.</b> | <b>INTRODUCCIÓN .....</b>  | <b>86</b> |
| <b>4.2.</b> | <b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>  | <b>86</b> |
| 4.2.1.      | Aforos.....  | 86        |
| 4.2.2.      | Calidad de Agua .....  | 89        |
| <b>4.3.</b> | <b>RESULTADOS CAMPAÑAS DE AFOROS .....</b>   | <b>89</b> |
| 4.3.1       | Campaña 1, 12 de octubre de 2006 (Época seca).....   | 89        |
| 4.3.1.1     | Río Salí.....  | 90        |
| 4.3.1.2     | Arroyo Mista .....   | 93        |
| 4.3.1.3     | Desagüe Troncal.....   | 94        |
| 4.3.1.4     | Aforos desde Ruta Nacional 157.....  | 95        |
| 4.3.2       | Campaña 2, 7 de marzo de 2007 (Época húmeda).....  | 101       |
| 4.3.2.1     | Río Salí.....  | 103       |
| 4.3.2.2     | Aforos desde Ruta Nacional 157.....  | 104       |
| 4.3.3       | Campaña 3: 12 de junio de 2007 (Época Seca).....   | 110       |
| 4.3.3.1     | Río Salí.....  | 111       |
| 4.3.3.2     | Arroyo Mista .....   | 112       |
| 4.3.3.3     | Desagüe Troncal.....   | 113       |
| 4.3.3.4     | Aforos desde Ruta Nacional 157.....  | 115       |
| 4.3.4       | Campaña 4: 17 y 18 de septiembre de 2007 (Época Seca).....   | 120       |

---



---

|             |  |            |
|-------------|--|------------|
| 4.3.4.1     | Río Salí.....  | 124        |
| 4.3.4.2     | Arroyo Mista.....  | 127        |
| 4.3.4.3     | Desagüe Troncal.....   | 129        |
| 4.3.4.4     | Aforos desde Ruta Nacional 157.....  | 130        |
| <b>4.4.</b> | <b>RESULTADOS DE CALIDAD DE AGUA .....</b>   | <b>137</b> |
| 4.4.1       | Temperatura .....  | 139        |
| 4.4.2       | Conductividad.....   | 139        |
| 4.4.3       | Turbiedad.....   | 140        |
| 4.4.4       | Composición iónica .....   | 141        |
| 4.4.5       | Carbono Orgánico Total.....  | 147        |
| 4.4.6       | Demanda Química de Oxígeno.....  | 148        |
| 4.4.7       | Demanda Bioquímica de Oxígeno .....  | 149        |
| 4.4.8       | Fósforo Total (PT) .....   | 150        |
| 4.4.9       | Nitrito .....  | 151        |
| 4.4.10      | Nitrato.....   | 152        |
| 4.4.11      | Amonio .....   | 153        |
| 4.4.12      | Coliformes Totales y <i>Escherichia coli</i> .....   | 154        |
| 4.4.13      | Mercurio .....   | 156        |
| 4.4.14      | Plomo .....  | 157        |
| 4.4.15      | Cadmio .....   | 158        |
| 4.4.16      | Arsénico.....  | 159        |
| 4.4.17      | Boro .....   | 160        |
| 4.4.18      | Cobre .....  | 161        |
| 4.4.19      | Cromo .....  | 162        |
| 4.4.20      | Zinc .....   | 163        |
| <b>5.</b>   | <b>ACTIVIDAD INDUSTRIAL .....</b>  | <b>165</b> |
| <b>5.1</b>  | <b>ACTIVIDAD INDUSTRIAL .....</b>  | <b>165</b> |
| 5.1.1       | Revisión de Antecedentes – Marco de Situación.....   | 165        |
| 5.1.1.1     | Inventario Industrial (RRHH Tucumán 2005) y Comentarios SAyDS (2007).....  | 165        |
| 5.1.1.2     | Acta de Cooperación (1996).....  | 168        |
| 5.1.1.3     | Estudio Integral de la Conducción y Tratamiento Conjunto de Desagües Industriales y Cloacales de la Cuenca del Embalse Termas de Río Hondo, ENOHSA 1999..... | 170        |
| 5.2.2       | Caracterización de los Vertidos.....   | 173        |
| 5.2.3       | Clasificación de las Industrias según sus Vertidos.....  | 174        |
| 5.2.4       | Parámetros de Calidad de Agua en los Vertidos Industriales.....  | 175        |

---



UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
CÓRDOBA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
SANTIAGO DEL ESTERO

---

|            |  |            |
|------------|--|------------|
| <b>5.2</b> | <b>CUANTIFICACIÓN DE LOS APORTES CONTAMINANTES .....</b> | <b>177</b> |
| 5.3.1      | Población equivalente.....                               | 177        |
| 5.3.2      | Cálculo de la PE de los Vertidos Industriales .....      | 177        |
| <b>5.3</b> | <b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>                       | <b>178</b> |
| <b>5.4</b> | <b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>                                 | <b>180</b> |
| <b>6</b>   | <b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>               | <b>181</b> |
| 6.1        | CONCLUSIONES .....                                       | 181        |
| 6.2        | RECOMENDACIONES .....                                    | 186        |

---