



MINISTERIO DE EDUCACIÓN  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES  
CONSEJO SUPERIOR  
CAMPUS UNIVERSITARIO - RUTA 12 - KM -7 1/2  
ESTAFETA MIGUEL LANUS - 3304 - POSADAS - MISIONES

POSADAS, 24 OCT 2011

**VISTO:** El Expediente S01:0001160/2011, Secretaría General de Extensión Universitaria. Acta Complementaria N° 10 - Convenio Entidad Binacional Yacyretá – Universidad Nacional de Misiones – Universidad Nacional de La Plata, y;

**CONSIDERANDO:**

**QUE**, por este documento se encomienda a las Universidades firmantes la realización del Proyecto "Extensión de Vida y Optimización de Producción CHY".

**QUE**, a fs. 3, la Dirección General de Asuntos Jurídicos mediante Dictamen N° 144/11, toma la legal intervención que le compete.

**QUE**, la Comisión de Interpretación y Reglamento se expidió sobre el tema mediante Despacho N° 044/11 obrante a fojas 5, sugiriendo su aprobación.

**QUE**, el tema fue tratado por el Alto Cuerpo en su 5ª Sesión Ordinaria/11, efectuada el día 12 de Octubre de 2011 y aprobado por unanimidad de los Consejeros presentes.

**Por ello:**

**EL CONSEJO SUPERIOR DE LA  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES  
RESUELVE:**

**ARTICULO 1º.- APROBAR** el Acta Complementaria N° 10 - Convenio Entidad Binacional Yacyretá – Universidad Nacional de Misiones – Universidad Nacional de La Plata, que como Anexo, forma parte de la presente Resolución.-

**ARTICULO 2º.- REGISTRAR, Comunicar, y Cumplido. ARCHIVAR.-**

**RESOLUCIÓN CS N° 069-11**

Haa/Ci

**MIGUEL ANGEL LOPEZ**  
ING. FTAL. (M. Sc.)  
SECRETARIO CONSEJO SUPERIOR  
Universidad Nacional de Misiones

**Mster. JAVIER GORTARI**  
Presidente Consejo Superior  
Universidad Nacional de Misiones



ANEXO



ENTIDAD BINACIONAL  
**YACYRETA**

**ACTA COMPLEMENTARIA Nº 10**

**CONVENIO DE COOPERACION MUTUA E INTERES RECIPROCO ENTIDAD BINACIONAL**

**YACYRETA-UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES- UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA**

En el marco de los convenios de colaboración mutua e interés recíproco suscriptos entre la Entidad Binacional Yacyretá en adelante (EBY), representada en este acto por su Director Ejecutivo, con domicilio en Avenida Eduardo Madero 942, piso 22, Capital Federal, la Universidad Nacional de Misiones representada en este acto por su Rector Mgter. Javier Gortari con domicilio en Km. 7 1/2 Miguel Lanús de la Ciudad de Posadas, y la Universidad Nacional de la Plata, representada en este acto por su Presidente Arq. Fernando Tauber, con domicilio en la calle 7 Nº 776, entre 47 y 48 de la Ciudad de La Plata, en adelante (UNIVERSIDADES) acuerdan celebrar la presente Acta complementaria Conjunta Nº 9, que se registrá por las siguientes cláusulas:

**PRIMERA:** La EBY encomienda a las UNIVERSIDADES realizar el proyecto "EXTENSION DE VIDA Y OPTIMIZACION DE PRODUCCION CHY" en un todo de acuerdo con los términos de referencia que se incluyen como Anexo integrante de la presente Acta Complementaria Conjunta Nº 10.

**SEGUNDA:** Para realizar las tareas programadas en los términos de referencia, que se incluyen en el Anexo, las UNIVERSIDADES designan como Unidades Ejecutoras de los estudios mencionados en la cláusula anterior al Centro de Estudio de Energía para el Desarrollo (CEED) y al Laboratorio de Hidromecánica de la Facultad de Ingeniería (LABORATORIO) respectivamente. Al inicio de las tareas a su vez, la EBY designará para el seguimiento de la ejecución de la presente Acta Complementaria, a sus representantes y/o la integración de profesionales de ambas márgenes al trabajo conjunto con las Universidades, en razón que el Director Ejecutivo y el Director serán los coordinadores del estudio y los que finalmente recibirán las recomendaciones a efectos aprobarlo y en tanto será propiedad intelectual de Yacyretá asegurar dicha propiedad como legalmente corresponda.

**TERCERA:** Las partes convienen como precio total por los trabajos involucrados en la presente, la suma de US\$ 827.000 (Dólares americanos ochocientos veintisiete mil), pagaderos en Pesos según el cambio tipo vendedor que fije el Banco Nación de la República Argentina al día del pago; precio este que será abonado de la siguiente manera: 20% al momento de la firma del presente Acta Complementaria, y diez cuotas iguales, mensuales y consecutivas por el saldo remanente.

**CUARTA:** El plazo de ejecución de las tareas del presente Acta Complementaria se establece en 12 meses de conformidad al cronograma de ejecución de Actividades del Numeral V del Anexo.

**QUINTA:** Las Unidades Ejecutoras se comprometen a guardar absoluta reserva y confidencialidad respecto de toda la información que a los efectos del cumplimiento del presente acuerdo fuese suministrada por YACYRETA y deberán realizar sus mejores esfuerzos para prevenir la revelación y/o comunicación indebida de tal información; no pudiendo por tanto la misma, ni sus asesores, empleados ni cualquier otra persona de su dependencia, revelar, divulgar o de cualquier otro modo dar a conocer toda o parte de la información a terceros, no pudiendo asimismo las personas antes mencionadas realizar duplicaciones o reproducciones de la misma, salvo a los efectos de su uso exclusivo.

En caso de que por requerimientos o disposiciones específicas de autoridades gubernamentales o judiciales, fuera obligatorio para algún funcionario, empleado o asesor u otra persona vinculada a las Unidades Ejecutoras, revelar o de cualquier otro modo divulgar la información, las personas antes nombradas lo harán de común acuerdo con YACYRETA, y en caso de que no llegaren a un acuerdo sobre el punto, la persona requerida pondrá en conocimiento de YACYRETA el requerimiento o disposición obligatoria en cuestión, a fin de que YACYRETA ejerza y solicite las acciones y medidas que considere pertinentes. Asimismo las Unidades Ejecutoras se obligan a devolver a YACYRETA toda información que se encuentre en su poder o en el de sus asesores o cualquier otra persona o entidad vinculada a ella o a destruir en forma inmediata todas las reproducciones, duplicaciones, archivos o disquetes en que se hubiera volcado tal información. Las obligaciones establecidas en esta cláusula continuarán en vigencia aún después de la terminación del presente Acta Complementaria.

Handwritten signature and initials in blue ink.

*[Handwritten Signature]*  
Dr. Arq. FERNANDO A. TAUBER  
PRESIDENTE  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

*[Handwritten Signature]*  
Mgter. JAVIER GORTARI  
RECTOR  
Universidad Nacional de Misiones

Arq. OSCAR A. THOMAS  
DIRECTOR EJECUTIVO  
Entidad Binacional Yacyretá



MINISTERIO DE EDUCACIÓN  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES  
CONSEJO SUPERIOR  
CAMPUS UNIVERSITARIO - RUTA 12 - KM 7 1/2  
ESTAFETA MIGUEL LANUS - 3304 - POSADAS - MISIONES

"2011 - Año del Trabajo Decente, la Salud y Seguridad de los Trabajadores"

RESOLUCIÓN CS Nº 069-11

POSADAS, 24 OCT 2011

**ANEXO**



ENTIDAD BINACIONAL  
**YACYRETA**

**SEXTA:** En toda circunstancia o hecho que tenga relación con la presente Acta, las partes mantendrán la individualidad y autonomía de sus respectivas estructuras técnicas y administrativas, siendo por tanto responsables del personal que ejecute las tareas a su cargo.

**SEPTIMA:** El presente acta podrá ser rescindida unilateralmente con el único deber de preavisar la rescisión en forma fehaciente a la otra parte con una antelación de sesenta (60) días corridos. En caso de existir rescisión, ninguna de las partes tendrá derecho a reclamo de suma alguna en concepto de indemnización.

**OCTAVA:** Las partes manifiestan su expresa conformidad a someter cualquier acción contradictoria o litigio derivado de la interpretación del presente Acta, a la jurisdicción de los Tribunales Nacionales en lo Contencioso Administrativo Federal con asiento en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, renunciando a cualquier otro fuero o jurisdicción que les resultare aplicable.

En prueba de conformidad, las partes firman dos ejemplares de un mismo tenor y a un solo efecto en la Ciudad de Autónoma de Buenos Aires, Provincia de Buenos Aires, a los días del mes de octubre de dos mil diez.

*Dr. Arq. FERNANDO A. TAUBER*  
PRESIDENTE  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

*Dr. Oscar A. Thomas*  
DIRECTOR EJECUTIVO  
Entidad Binacional Yacyreta

*[Handwritten signature/initials]*



**ANEXO**



EN EL D.P. B. N. A. C. O. N. A. C.  
**YACYRETÁ**

**CONVENIO EBY - UNaM - UNLP**

**ANEXO**

**ACTA COMPLEMENTARIA CONJUNTA N° 10**

**TERMINOS DE REFERENCIA**

**MEJORAMIENTO DE LA CONFIABILIDAD Y OPTIMIZACION DE PRODUCCION DE LA CHY**

**I. MARCO CONCEPTUAL**

El plan de trabajo que se presenta surge como una propuesta de abordaje del problema integral de las turbinas de Yacyretá, tras las fallas detectadas en las unidades 03 y 20, que contempla medidas y estudios de corto, mediano y largo plazo.

Este plan de trabajo se basa en un criterio de integralidad. Esto significa que el diagnóstico definitivo de las causas de los problemas y del estado de deterioro de las unidades, debe ser respaldado en datos experimentales, y debe permitir establecer pautas de operación y control que redunden en una explotación segura y sustentable de las unidades.

Al momento de realizar el diagnóstico y recomendaciones volcadas en el Informe de "Auditoria Técnica de las Turbinas de la Central Hidroeléctrica de Yacyretá" los autores de dicho informe no habían hallado referencias bibliográficas de situaciones similares detectadas en otras centrales equipadas con turbinas Kaplan que pudieran respaldar con datos empíricos el modelo conceptual que describía el problema de las turbinas operando con bajos salto y grandes aperturas del distribuidor.

Hoy, en cambio, se tienen referencias tanto de estudios en modelo físico y modelación en CFD (fluidodinámica computacional) como del caso de la Planta Hidroeléctrica Shuikou (China) que apoyan la hipótesis propuesta oportunamente a nivel teórico.[2].

Las características de las roturas producidas desde el año 2008 hasta la fecha, referidas a partes fijas de las turbinas, anillo exterior del rodete Kaplan de inoxidable y las roturas del acero del tubo de aspiración, todas inducen a suponer que las principales sollicitaciones actuantes fueron originadas por esfuerzos pulsantes de alto número de ciclos. Esto también había sido diagnosticado en el momento de evaluar las roturas encontradas en los álabes del rodete (1998), así como en las bielas en las que se han producido fisuras y roturas, y también otros componentes de la cadena cinemática.

Las mediciones preliminares que ha realizado el Departamento de Mediciones, en Octubre de 2008 y en Junio de 2010, también permiten apreciar que los problemas vinculados con los esfuerzos

*[Handwritten signature]*

Dr. Arq. FERNANDO A. TAUBER  
PRESIDENTE

Ing. JAVIER CORTARI  
RECTOR

Arq. OSCAR A. THOMAS  
DIRECTOR EJECUTIVO  
Entidad Binacional Yacyretá



ANEXO



ENTIDAD BINACIONAL  
YACYRETA

dinámicos pulsantes tienen origen en el comportamiento hidráulico de las turbinas, y están asociados a condiciones de funcionamiento con un bajo salto, y los máximos caudales admisibles para las máquinas. Debe señalarse que los efectos originados por estas condiciones de operación son atribuibles no solo al tiempo demorado en llegar a condiciones de diseño del aprovechamiento sino también a las características de las turbinas suministradas por el proveedor. A partir del conocimiento de los estados de sollicitación que han actuado sobre las turbinas, debe analizarse su permanencia (ya que son distintos en cada potencia de operación) para inferir la vida útil remanente de los componentes móviles y fijos que han estado operando en estas condiciones desde la puesta en marcha de las turbinas. Es altamente probable que la vida útil de todos los componentes afectados por las sollicitaciones dinámicas se haya reducido apreciablemente.

Por tal motivo el plan de acción a iniciarse en este periodo deberá abarcar, tanto un diagnóstico preciso del problema, como una verificación estructural de todos los elementos comprometidos en el sistema estructural. Las acciones correctivas deberán ser tanto de tipo operativo como de estructural.

Cabe señalar, que la complejidad de los fenómenos interviniente y la envergadura de la central hidroeléctrica, deben contemplar un plan de estudios y acciones combinadas, que tenga un grado de flexibilidad, pueda readaptarse a los cambios que pueden ir surgiendo con la profundización de las mediciones y/o estudios que se vayan realizando.

Así mismo y dentro del concepto de optimización se evaluará la factibilidad técnico económica de la instalación de las unidades de generación 21 y 22 o 21 solamente, que permitirá aumentar la capacidad de generación de la central cuando los caudales así lo permitan o tener la posibilidad realizar mantenimientos programados sin resentir la generación de CHY.

**II. OBJETIVO**

El objetivo del proyecto es generar estudios que permitan identificar las causas que dieron lugar a las fallas de las unidades 03 y 20 y con ello prevenir las que puedan ocasionarse en las demás unidades optimizando la producción de la central en un marco de confiabilidad razonable.

**III. ALCANCE**

Los estudios alcanzaran la totalidad del equipamiento de generación y auxiliares con los cuales se opera la CHY.

Los estudios también alcanzaran las documentaciones mediante las cuales se opera y operó la CHY.

*[Handwritten signature]*

Dr. Arq. FERNANDO A. TAUBER  
PRESIDENTE  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES

REGENTE

Arq. OSCAR A. THOMAS  
DIRECTOR EJECUTIVO  
Entidad Binacional Yacyreta



MINISTERIO DE EDUCACIÓN  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES  
CONSEJO SUPERIOR  
CAMPUS UNIVERSITARIO -RUTA 12 -KM- 7 /12  
ESTAFETA MIGUEL LANUS - 3304 - POSADAS - MISIONES

**A N E X O**



ENTIDAD BINACIONAL  
**YACYRETA**

Se analizarán las documentaciones que permitan estudiar la posibilidad de instalación las unidades de generación 21 y 22.

**IV. METODOLOGIA**

Para llevar a cabo los estudios se utilizará la siguiente metodología de trabajo:

**IV.1 CONTROL DE LA OPERACIÓN DE LAS UNIDADES 01 A 20**

Acciones a implementar en el corto plazo en las turbinas de Yacyretá. Estas abarcan cuestiones de límites operativos, de instrumentación de control de las restantes 18 turbinas, y el asesoramiento de las reparaciones e instrumentación de la U20.

**IV.2 ESTUDIOS SOBRE MODELO MATEMÁTICO (CFD y EF), FÍSICO y PROTOTIPO**

Estudios de mediano plazo, donde se confirmen las causas de las sollicitaciones dinámicas de alto número de ciclos y su impacto en la integridad de las unidades. Esta etapa se realizará sobre la base de tres estudios complementarios sobre elementos teóricos y prácticos, estos últimos en modelos reducidos y unidades de la central.

**IV.3 BUSQUEDA E IMPLEMENTACIÓN DE SOLUCIONES DE LARGO PLAZO**

Busqueda de soluciones de largo plazo que permitan operar las turbinas con el margen de garantía necesario en una central hidroeléctrica de estas características e incorporado otros aspectos que sea necesario para que la solución sea global (técnica y económica).

**V. ACTIVIDADES**

**V.1 CONTROL DE OPERACIÓN DE UNIDADES**

**V.1.1** Instrumentación de la unidad 03 y análisis de los datos registrados.

**V.1.2** Interpretación e interacción fluido estructura.

**V.1.3** Verificación del modelo conceptual, informe sobre los resultados

**V.1.4** Preparación de la información técnica de la instrumentación U01, U20

**V.1.5** Estudio y seguimiento de los resultados obtenidos en las demás unidades

**V.1.6** Elaboración de recomendaciones para la operación de las distintas unidades

**V.1.7** Implementación de programas de capacitación para la operación de la CHY

*[Handwritten signature]*

Dr. Arq. **FERNANDO A. TAUBER**  
PRESIDENTE  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

Mgter. **JAVIER CORTANI**  
RECTOR  
Universidad Nacional de Misiones

Arq. **OSCAR A. THOMAS**  
DIRECTOR EJECUTIVO  
Entidad Binacional Yacyretá



MINISTERIO DE EDUCACIÓN  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES  
CONSEJO SUPERIOR  
CAMPUS UNIVERSITARIO - RUTA 12 - KM 7 1/2  
ESTAFETA MIGUEL LANUS - 3304 - POSADAS - MISIONES

ANEXO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES													
YACYRETA													
	mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>V.1 Instrumentación de la unidad 03 y análisis de los datos registrados.</b>													
<b>V.1.2 Interpretación e interacción fluido estructura.</b>													
<b>V.1.3 Verificación del modelo conceptual, informe sobre los resultados.</b>													
<b>V.1.4 Preparación de la información técnica de la instrumentación U01 - U20</b>													
<b>V.1.5 Estudio y seguimiento de los resultados obtenidos en las demás unidades</b>													
<b>V.1.6 Elaboración de recomendaciones para la operación de las distintas unidades</b>													
<b>V.1.7 Implementación de programas de capacitación para la operación de la CHY</b>													
<b>V.2 ESTUDIOS SOBRE MODELO MATEMÁTICO (CFD y EF), FÍSICO y PROTOTIPO</b>													
<b>V.2.1 Modelación de la turbina en CAD solid y modelo CFD.</b>													
<b>V.2.2 Calibración de los resultados de la modelación CFD. Con MF y U03.</b>													
<b>V.2.3 Implementación y realización de instrumentos para el modelo físico.</b>													
<b>V.2.4 Modelar en EF los componentes de la turbina.</b>													
<b>V.2.5 Identificar y proponer alternativas de soluciones</b>													
<b>V.2.6 Modelación CFD de las alternativas posibles para la incorporación de nuevas unidades de generación</b>													
<b>V.3 Ampliación de la Central del Brazo Principal</b>													
<b>V.3.1 Prediseño de las obras civiles necesarias, que incluye la revisión de fundaciones, ampliación de la sala de maquinas, aducción, obras temporales, secuencia de obras</b>													
<b>V.3.2 Consulta a un panel de expertos sobre seguridad de presa de la EBY, para la intervención sobre la presa de materiales sueltos existente.</b>													
<b>V.3.3 Selección de equipos de generación y control.</b>													
<b>V.3.4 Prediseño de las obras eléctricas y estudios eléctricos para la interconexión.</b>													
<b>V.3.5 Estudio de Factibilidad de incorporar las Turbinas 21 y/o 22 en el margen derecha de la actual central principal.</b>													

*[Handwritten signature]*

Dr. Arq. FERNANDO A. TAUBER  
PRESIDENTE  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

Arq. OSCAR A. THOMAS  
DIRECTOR EJECUTIVO  
Entidad Binacional Yacyreta

Arq. OSCAR A. THOMAS  
DIRECTOR EJECUTIVO  
Entidad Binacional Yacyreta



MINISTERIO DE EDUCACIÓN  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES  
CONSEJO SUPERIOR  
CAMPUS UNIVERSITARIO - RUTA 12 - KM - 7 1/2  
ESTAFETA MIGUEL LANUS - 3304 - POSADAS - MISIONES

ANEXO



ENTIDAD BINACIONAL YACYRETA

V.3.6 Elaboración de planos y de las especificaciones técnicas de los equipos necesarios para la elaboración de pliegos de licitación.

mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
V.3.1 Prediseño de las obras civiles necesarias, que incluye la revisión de fundaciones, ampliación de la sala de maquinas, aducción, obras temporales													
V.3.2 Consulta a un panel de expertos (a designar por EBY) de la modificación de la presa de materiales sueltos existente													
V.3.3 Selección de equipos de generación y control.													
V.3.4 Prediseño de las obras eléctricas e interconexión.													
V.3.5 Estudio de Factibilidad de incorporar las Turbinas 21 y 22 en el margen derecha de la actual central principal.													
V.3.6 Elaboración de planos, para elaboración de pliegos, y especificaciones técnicas de los equipos a incorporar en los pliegos.													

VI. RESULTADOS ESPERADOS

Con los estudios propuestos se espera disponer:

- a) Manual de operaciones de la central que permita optimizar la relación entre la confiabilidad del equipamiento y las necesidades de producción de la CHY
- b) Factibilidad técnico económica de la incorporación de las unidades 21 y 22 y/o 21 en el margen derecho de la actual central. Material en planos y especificaciones que permita la elaboración de los pliegos del llamado a licitación.

Dr. Arq. FERNANDO A. TAUBER  
PRESIDENTE  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES

Mgter. JAVIER CORTARI  
RECTOR  
Universidad Nacional de Misiones

Arq. OSCAR A. THOMAS  
DIRECTOR EJECUTIVO  
Entidad Binacional Yacyreta

Handwritten signature and initials in blue ink.