



## Acta de la XC Reunión de Trabajo del CONSEJO ACADÉMICO DEL AGUA

A las 8:30 horas del miércoles 03 de agosto de 2011, en las instalaciones de la Comisión Estatal del Agua de Jalisco, mediante convocatoria de la Secretaría Técnica, los que participan en el Consejo Académico del Agua, procedieron a celebrarla bajo los siguientes puntos:

1. Mensaje de apertura: Ing. Ramiro González De La Cruz, Presidente del Consejo Académico del Agua.
2. Aprobación y firma del Acta anterior.
3. Presentación de la ponencia titulada "*Principios básicos de la energía nuclear*", por el Dr. David López Castillo del ITESO.
4. Presentación de la ponencia titulada "*Instalación de Aeradores en la Laguna de Zapotlán*", por el Ing. Manuel Osés Pérez, Director de Operación de PTAR de la CEA.
5. Asuntos varios.

### INTERVIENEN:

1. Ramiro González de la Cruz, Presidente del Consejo Académico del Agua y Representante de la Universidad Autónoma de Guadalajara.
2. Manuel Montenegro Fragoso, Representante de la Universidad Panamericana.
3. Olegario Hernández López, Representante de la Secretaría de Medio Ambiente para el Desarrollo Sustentable.
4. Carlos G. Velasco Picazo, Representante del Colegio de Jalisco.
5. Tomás Ávalos Sánchez, Representante de la Universidad Tecnológica de Jalisco.
6. Margarita Román Miranda, Representante del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.
7. Guillermo David López Castillo, Representante del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente.
8. Fernando Rueda Lujano, Representante de la Asociación Mexicana de Hidráulica.
9. Pedro Márquez Parra, Representante del Colegio de Ingenieros Civiles del Estado de Jalisco.
10. Por la Comisión Estatal del Agua de Jalisco: César L. Coll Carabias, Director General; Manuel Osés Pérez, Director de Operación de PTAR; Jessica González Alcalá, Directora de Comunicación Institucional; Luis Fernando Padilla Macías, Gerente de Gestión de Programas; Armando Marín Ocampo, Gerente Técnico Consultivo; Hugo López Buenrostro, Gerente de Informática; Olga Villegas Flores, Auxiliar de Mercadotecnia; Armando Muñoz Juárez, Gerente Gestión de Cuenca; Sofía Hernández Morales, Jefa de Programas Interinstitucionales; y Raúl Alberto Acosta Pérez, Jefe de la Cuenca Lerma.



## Acta de la XC Reunión de Trabajo del CONSEJO ACADÉMICO DEL AGUA

### DESARROLLO:

El Dr. David López agradeció a los consejeros el tiempo dedicado a conocer el tema de la energía nuclear y comentó que la sesión trataría de los inconvenientes asociados a dicha fuente. Sobre ello indicó que uno de los mayores problemas es la producción de desechos nucleares, países como Estados Unidos no han decidido de qué manera manejarlos o dónde ubicarlos a largo plazo, ya que afectan hasta por más de mil años. Los productos de la fisión sí se pueden procesar, se compactan en esferas o cilindros de vidrio, altísimamente radioactivos, para disponerlos más fácilmente, aunque esto no modifica el tiempo que tardan en degradarse.

Más allá de esto existe un problema mayor, el uranio 238 se transforma en plutonio 239, que es el elemento necesario para crear bombas como la de Nagasaki. El ponente opina que la humanidad todavía no aprende lecciones trágicas, tomando en cuenta que en un solo reactor se genera material del orden de 10 veces del necesario para crear una bomba como la de Nagasaki, además se estima que actualmente en el mundo hay más de 250,000 kg de plutonio ya separado en países como Francia, India, Israel, Pakistán, Rusia y Reino Unido. Al respecto es importante considerar que una estación nuclear se puede reconfigurar para fines militares en tan sólo 8 días. Además cada vez más países tienen la capacidad de enriquecer el uranio; entre ellos se encuentran Brasil, China, Francia, Alemania, India, Irán, Japón, Holanda, Pakistán, Rusia, Reino Unido y Estados Unidos.

López Castillo recordó que hace un par de años Irán tenía planes de reconfigurar una estación nuclear y así contar con los materiales para generar bombas, sin embargo los israelitas les atacaron y detuvieron antes de que iniciaran, la operación se realizó a través del virus *Stuxnet*, un gusano informático que espía y reprograma sistemas industriales, a la vez que envía señales a las estaciones de control de que todo está funcionando bien, cuando en realidad programa una autodestrucción por aceleración de procesos.

Una de las iniciativas internacionales para controlar esta problemática es generar y actualizar la lista de reactores nucleares de investigación que existen en el mundo y dar cuenta de su funcionamiento, y así alejar la posibilidad de que se lleguen a usar para generar armas nucleares. En nuestro país sólo existe un reactor nuclear de investigación, mismo que también proporciona servicios especializados, se encuentra en el Centro Nuclear de Salazar, Estado de México, y es manejado por el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ).

De acuerdo al balance nacional de energía de México del año 2006, se concluye que el petróleo crudo y el gas natural son las principales fuentes de energía en el ingreso del sistema. Con base en los informes de PEMEX las reservas han disminuido notablemente y esta es la tendencia, por lo que una extrapolación lineal se estima que las reservas se terminarán en el año 2023, aunque si se encuentran más reservas el tiempo que resta podrá aumentar. Al respecto López Castillo invita a reflexionar en la necesidad urgente de la toma de decisiones por la limitación temporal prevista y el inminente aumento en las necesidades energéticas del país.





## Acta de la XC Reunión de Trabajo del CONSEJO ACADÉMICO DEL AGUA

De acuerdo a estudios de investigación global la evolución esperada de la oferta mundial de energía no prevé el crecimiento requerido por la demanda, por lo que en el mundo no se están tomando previsiones, además las fuentes de energía renovables tampoco han aumentado significativamente, todos se están comportando como si el petróleo va a durar para siempre o para mucho tiempo más, concluye el expositor.

México tiene solo el 1.2% de las reservas mundiales de carbón, se estima que no se tienen combustibles fósiles suficientes para continuar la producción una vez que se acabe el petróleo, por lo que se tendría que importar energía a nuestro país.

Actualmente en el mundo existen 442 reactores nucleares, de los cuales 104 están en los Estados Unidos, 58 en Francia y 54 en Japón. En informes de la Comisión Federal de Electricidad, del año 2008, se prevé que se contemplará la posibilidad de instalar más reactores nucleares a partir del año 2017 y sólo de manera condicionada.

México necesitaría 132 reactores nucleares como los de Laguna Verde para satisfacer la demanda nacional actual, si bien este análisis es muy burdo, funciona para brindar una idea general. Si los reactores de México fueran tan eficientes como los de los Estados Unidos nos bastarían los 104 que ellos tienen actualmente en operación. Sin embargo para el funcionamiento de los reactores se requiere uranio como insumo, recurso que no es abundante en nuestro país; las reservas nucleares de México están en la cuenca de burgos en Tamaulipas y en la cuenca de Tlaxiaco en Oaxaca, y sólo tienen reservas probadas para 9.4 meses si se atendiera toda la demanda nacional de energía a través de fuentes nucleares, además se tienen reservas potenciales estimadas para durar 16 años en este escenario. De manera general se concluye que si México basara su producción total de energía eléctrica en fuentes nucleares las reservas se agotarían antes de lo que el petróleo durará en el escenario actual.

Dentro de los tipos de reactores nucleares existen los de agua presurizada (*pressurized water reactor*) y los de agua hirviendo (*boiling water reactor*), los últimos no tienen ciclos de protección y así son los de Laguna Verde en México y también los de Fukushima en Japón. Por supuesto su construcción y operación tiene costos menores, aunque los riesgos son mayores.

La tecnología de los nuevos reactores nucleares ha ido incrementando su calidad y minimizando los posibles riesgos asociados, los canadienses diseñaron unos con forma de tubos que se completan con barras de uranio natural, estos sistemas requieren de agua pesada en vez de agua corriente en su proceso de producción, este tipo de reactor de tecnología vanguardista se llama CANDU o reactor de agua pesada presurizada (PHWR sus siglas en inglés) y no se tiene en nuestro país.

Respecto a los insumos para la producción de energía nuclear se tienen otros elementos como el torio que además existe en mayor cantidad que el uranio, aunque es más fácil utilizar éste último porque de él se genera plutonio y éste puede utilizarse en serie, por ello se llaman reactores de cría.





## Acta de la XC Reunión de Trabajo del CONSEJO ACADÉMICO DEL AGUA

En conclusión, si bien el riesgo de que se presente un accidente nuclear existe, en realidad lo más delicado es la posibilidad de crear y utilizar armas nucleares con los residuos y elementos generados en las centrales nucleoelectricas.

Para continuar la sesión se procedió al espacio para preguntas y comentarios al expositor.

El Ing. César Coll preguntó si es factible enviar al sol todos los residuos nucleares y qué ocasionaría en este escenario. Al respecto el ponente indicó que el mayor riesgo es la falla del cohete y si bien la probabilidad de que esto ocurra es baja, las consecuencias serían catastróficas, por lo que la relación entre la probabilidad y las consecuencias sigue siendo desastrosa. Esta posibilidad ya se ha evaluado y su apoyo ha aumentado en el discurso porque los cohetes han evolucionado y tienen menor riesgo de fallas.

El Dr. Manuel Montenegro preguntó cuál es el riesgo relativo a los procesos de fisión y fusión y cuál es más efectivo en generación de energía. Sobre ello López Castillo indicó que la producción potencial de energía por fusión es del orden de 1,000 veces más que la de fisión; sin embargo la fusión tiene mayores riesgos asociados a dificultades de índole tecnológica que dificultan la posible puesta en marcha a nivel industrial, por lo que sólo se ha logrado en reactores experimentales. Actualmente se continúa su estudio y se puede realizar con elementos como el litio, aunque tiene la desventaja de que hay poco de éste recurso en el planeta, más de la mitad de sus reservas se encuentran en Bolivia. Se estima que esta tecnología llegará tarde para evitar la crisis del petróleo, porque todavía le falta desarrollarse, por ello se recomienda la energía solar como alternativa para la transición.

El Ing. Fernando Rueda cuestionó la posibilidad de que la incidencia de enfermedades como el cáncer aumente en poblaciones aledañas a reactores nucleares, ya que en medios de comunicación se ha dicho que esto ocurre en Laguna Verde. Sobre ello el ponente indicó que si bien es posible que la incidencia de cáncer sea mayor en sitios como éste, esto se considera un problema menor que la disposición de los residuos radiactivos y la generación potencial de armamento, además sólo pasaría si no se manejan adecuadamente los reactores. Asimismo, López Castillo indicó que en términos prácticos los reactores de Laguna Verde son obsoletos, pero se supone que están bien manejados, carentes de fugas y en este esquema no debería de haber este incremento en la incidencia de enfermedades como el cáncer, se puede decir que estadísticamente es más riesgoso ser del jet set que trabajar en un reactor nuclear.

Posteriormente el Ing. Manuel Osés inició la presentación del tema "Equipo solar para el saneamiento de la Laguna de Zapotlán", indicando que en este cuerpo de agua se realizarán las pruebas de remo y canotaje de los próximos Juegos Panamericanos 2011 y por ello se han hecho esfuerzos adicionales para optimizar su saneamiento.





## Acta de la XC Reunión de Trabajo del CONSEJO ACADÉMICO DEL AGUA

Sobre la calidad del agua de la Laguna de Zapotlán, Osés Pérez indicó que se tiene presencia de algas verdeazuladas que provocan un cambio de color del agua y propician el crecimiento de plantas acuáticas, así como la muerte de peces por las toxinas liberadas por algunas de estas algas. En este sitio se encontraron algas como *chlorophyta*, que producen clorofila y son fotosintéticas, también hay *chrysophyta* y algunas algas que producen toxinas (hepatoxinas y neurotoxinas), como *oscillatoria sp* y *anabaenopsis sp*.

Para solucionar la problemática antes descrita se apostó a la mejora en la oxigenación de la laguna mediante la adquisición, instalación y operación de equipos aeradores llamados "SolarBee", se espera que con ello mejore la calidad del agua, su color y su olor y disminuya la presencia de algas en el sitio.

Para evaluar las condiciones previas a la instalación de dichos equipos se realizó una primera investigación de la calidad del agua en la que se analizaron 6 puntos distintos y a diferentes profundidades. En base a ello se definió que la profundidad óptima para la colocación de los equipos es a 3 metros, ya que la laguna tiene aproximadamente 4 metros de profundidad en promedio.

Los lagos en general tienen 3 capas: el epilimnio, la termoclina y el hipolimnio. La primera es la capa superficial que presenta mayor oxigenación y temperatura, la segunda es una zona de transición y la última presenta menores temperaturas y fondos con poco oxígeno.

En estos estudios previos se encontró que el oxígeno disuelto disminuye a mayor profundidad, observando que a 2 metros de profundidad ya no se tiene oxígeno suficiente, ya que se midieron concentraciones de 0.13 mg/l, por lo que los animales no pueden vivir ahí. En comparativa en la superficie se tienen niveles de oxígeno disuelto de casi 6 mg/l. La temperatura también baja con la profundidad, pero sólo un promedio de 1.5°C.

A través del análisis de los estudios previos se concluye que la Laguna de Zapotlán tiene nutrientes en exceso, se deduce que esto se debe a la continua descarga de aguas negras crudas.

Para mejorar estas condiciones en la Laguna de Zapotlán se instalaron estos equipos aeradores que mueven grandísimas cantidades de masa de agua del fondo hacia arriba para promover su oxigenación. El agua fría se toma de abajo y se manda hacia arriba, el agua caliente de arriba baja y así se mueve cíclicamente.

El Ing. Manuel Osés presentó fotografías de los equipos adquiridos en las que se muestran las hélices, los flotadores, su tamaño en comparación con una persona, etc.; indicó que los equipos son de acero inoxidable, cuentan con motores eléctricos de última generación, incluyen una computadora que envía señales del funcionamiento del equipo, tienen un área de influencia es de 14 hectáreas por equipo y su vida útil es de 25 años.





## Acta de la XC Reunión de Trabajo del CONSEJO ACADÉMICO DEL AGUA

También mencionó que funcionan con paneles solares y guardan energía absorbida durante el día para continuar su funcionamiento durante la noche. Estos paneles tienen dispositivos para evitar que las aves se paren sobre ellos y los ensucien, de manera que se minimice el mantenimiento requerido por los mismos, además tienen lámparas para que las embarcaciones los ubiquen y no se estrellen.

Posteriormente mostró una fotografía con la ubicación de los 20 equipos en la Laguna de Zapotlán, sobre ello comentó que se ubicaron alrededor del espacio que ocuparán las pistas para las pruebas de remo y canotaje durante los Juegos Panamericanos.

Osés Pérez indicó que los pescadores del lugar ya empiezan a notar mejorías en la calidad del agua; sin embargo lo ideal es mantenerlos por lo menos durante 14 meses en el sitio para concluir la transformación, por lo que posteriormente se analizará qué hacer con los equipos y en dónde podrán ser utilizados.

Para continuar se inició la sesión de preguntas y comentarios. El Ing. Fernando Rueda preguntó cuál es el costo de los aeradores y qué mantenimiento requieren. Al respecto Osés Pérez indicó que cada equipo costó \$225,000 y en total se gastaron aproximadamente 18 millones de pesos, además comentó que la pila se cambia cada 8 años y se requiere limpieza general periódicamente.

El Ing. Armando Marín indicó que estos equipos también pueden ser utilizados en otros reservorios como los de agua potable y se espera que cuando se incremente el nivel de oxígeno los peces puedan crecer más, también se controla la calidad del agua y se previene la presencia de toxinas.

El Dr. Manuel Montenegro preguntó en qué lugares del mundo se han utilizado estos equipos y si existen otros cuerpos de agua en México en los que se hayan instalado. Sobre ello el Ing. Manuel Osés comentó que la Laguna de Zapotlán es el primer cuerpo de agua de nuestro país en el que se utilizan y se han instalado en otros 20 países. Además, El Ing. César Coll recordó que la tecnología es muy nueva y se eligió después de un amplio análisis de alternativas, en el que se encontró que, si bien es más costosa que otras opciones, tiene ventajas en que la operación es gratuita y los resultados son más rápidos. Adicionalmente indicó que se ha hecho el trabajo de interceptar las principales ingresos de aguas residuales al sitio, como son las de las localidades de Gómez Farías, San Andrés Ixtlán y Ciudad Guzmán, por lo que esto también sumará ventaja para el saneamiento de la laguna. Además indicó que los pescadores ya ven que el agua está más clara y si los peces aumentan de tamaño ellos querrán que los aeradores se queden ahí de por vida, pero ya se evaluará más adelante si se remueven algunos de ellos a otros cuerpos, o cómo se manejan.

El Ing. Tomás Ávalos preguntó cuál es la superficie de la laguna y cuántos aeradores se necesitarían para cubrirla completamente, Coll comentó que tiene aproximadamente 1,300 hectáreas por lo que en números cerrados se requerirían 100 aeradores "SolarBee".





## Acta de la XC Reunión de Trabajo del CONSEJO ACADÉMICO DEL AGUA

Finalmente el Ing. César Coll indicó que se solicitaron 540 millones de pesos adicionales para obras de infraestructura, entre la CONAGUA y la CEA, pero su validación está trabada en la Cámara de Diputados, ya que tienen bloqueado este crédito. En la misma situación se encuentran 140 millones de pesos para el SIAPA, recursos para inversión necesaria que también están detenidos. En números cerrados solamente se ha recibido el 7% del presupuesto requerido para trabajar.

### ASUNTOS VARIOS:

Se recordó a los consejeros la reciente publicación del sitio web del Consejo Académico del Agua, se mostraron algunas vistas del mismo, además se les invitó a participar en su retroalimentación y constante actualización.

Para completar lo publicado actualmente en este sitio web se generará una propuesta de misión y visión del Consejo que será puesta a retroalimentación de todos los consejeros vía correo electrónico y posterior validación en la siguiente sesión.

Por otro lado, se revisó la solicitud de integración al Consejo Académico del Agua por parte del Biól. Gerardo Cabrera Orozco, de Investigación y Monitoreo de la Dirección Ejecutiva del Bosque de La Primavera. Al respecto se definió por consenso que para poder evaluar su posible integración se requiere una ampliación de su solicitud, en la que defina sus intereses al respecto, indique quién participaría y de qué manera, explique el quehacer de la asociación civil y envíe su currículum y el de la asociación.

El Ing. Pedro Márquez opinó que se debe definir y delimitar qué tipo de actores y organismos pueden o no llegar a integrarse a este Consejo, al respecto consideró que sólo deben poder sumarse las universidades, los centros de investigación, las organizaciones u asociaciones de especialistas en el recurso hídrico. Sobre ello el Ing. Ramiro González opinó que eso está definido en el mismo nombre del Consejo, deben ser academias, colegios de profesionistas u asociaciones relacionadas directamente con el tema del agua.

En relación al marco jurídico que da base a este Consejo Académico del Agua, el Ing. Fernando Rueda mencionó que en la Ley del Agua para el Estado de Jalisco y sus Municipios no se menciona la creación del Consejo Académico del Agua, sin embargo el artículo 13 de dicha Ley dice: "*Los usuarios de aguas de jurisdicción estatal, así como de los servicios públicos de suministro de agua potable, alcantarillado, tratamiento y reuso de aguas residuales, los correspondientes al riego agrícola, y la sociedad organizada en general, podrán participar en la planeación, programación, construcción, administración, operación, supervisión o vigilancia de los servicios y sistemas hidráulicos, así como el cuidado y uso eficiente del agua y la preservación de su calidad (...) Los grupos académicos, colegios de profesionales, especialistas, asociaciones y cámaras debidamente acreditados ante la Comisión, podrán participar en la planeación del recurso hídrico y su programación en las mismas condiciones*".



## Acta de la XC Reunión de Trabajo del CONSEJO ACADÉMICO DEL AGUA

Más adelante en algunos otros artículos se señala que se pueden proponer este tipo de consejos y que podrán opinar en asuntos relacionados a la prestación de los servicios del agua, de manera que se puedan evaluar los avances en la materia, indicó Rueda Lujano.

De manera complementaria parte de la base está definida en los estatutos u ordenamiento que está publicado en el sitio web del Consejo y que fueron validados en la sesión XLII. En este documento se menciona la participación de las universidades y de la sociedad organizada.

En conclusión, el Ing. Fernando Rueda indicó que este tema cobra nueva importancia con las observaciones externas del enfoque político y el funcionamiento del mismo consejo, por lo que aclara que debe responder a intereses públicos. Al respecto el Ing. Ramiro González opinó que parte del éxito de este Consejo radica en la manera diplomática de manejar estos asuntos, es decir, no dar espacio a observaciones externas fuera de lugar que esperan dar tintes políticos al quehacer del Consejo.

### ACUERDOS:

1. Los miembros potenciales a integrarse a este Consejo Académico del Agua deben ser academias, centros de investigación, colegios o asociaciones de profesionistas que tengan una relación directa con el tema del agua. Para integrarse formalmente a este consejo todo nuevo miembro debe ser invitado a formar parte del mismo y debe tener la votación a favor por consenso durante una sesión ordinaria.
2. En la sesión de septiembre se iniciará la mesa de trabajo para definir la agenda, la revisión del ordenamiento del Consejo y el planteamiento del marco jurídico para el Consejo Académico del Agua.
3. La siguiente reunión del Consejo Académico del Agua se celebrará el próximo miércoles 07 de septiembre de 2011 a las 8:30 horas, en las instalaciones de la CEA; la Secretaría Técnica enviará las invitaciones.

No habiendo otro punto que tratar se dio por concluida la reunión a las 10:20 hrs. del día de su inicio.

### FIRMAN:

RAMIRO GONZÁLEZ DE LA CRUZ  
PRESIDENTE DEL CONSEJO  
ACADÉMICO DEL AGUA

CÉSAR L. COLL CARABIAS  
DIRECTOR GENERAL DE LA COMISIÓN  
ESTATAL DEL AGUA DE JALISCO