

AMBIENTICO

Revista mensual sobre la actualidad ambiental

PROBLEMÁTICA ENERGÉTICA COSTARRICENSE Y CÓMO ENFRENTARLA



Editorial
Problemática energética costarricense y cómo enfrentarla

Rolando Portilla
Planificar el desarrollo eléctrico, limitar la demanda, proteger el ambiente con fuentes renovables y generar más electricidad privada

Mónica Araya
Clima y energía: crear nuevas alianzas para disminuir el consumo de combustibles fósiles

Raquel Salazar
Reformar el marco jurídico para promover la generación distribuida de electricidad con energías renovables

Juan C. Torchia
Potencial y perspectivas del aprovechamiento del hidrógeno en Costa Rica

Foto-ensayo: Cuantiosa producción sostenible de electricidad en Bagaces-Upala

Ricardo Trujillo
Alternativas factibles, y de bajo costo, a la explotación geotérmica en el Parque Rincón de la Vieja

Mauricio Álvarez
Combo plus: despierta la generación eléctrica privada

Mauricio Álvarez
Proyectos hidroeléctricos privados chocan con comunidades del Pacífico Sur por uso del agua

Milena Saborío
La nueva norma de gestión de energía ISO 50001

EN OTROS TEMAS
Eduardo Mora
Redacción y partes constitutivas de los textos científicos

AMBIENTICO

Revista mensual sobre la actualidad ambiental

PROBLEMÁTICA ENERGÉTICA COSTARRICENSE Y CÓMO ENFRENTARLA



Director y editor: Eduardo Mora
Consejo editor: Manuel Argüello, Wilberth Jiménez, Sergio Molina, Luis Poveda
Asistencia y administración: Rebeca Bolaños
Diseño, diagramación e impresión: Programa de Publicaciones, UNA
Fotografía de portada: Proyecto Hidroeléctrico Guanacaste. Alessandra Baltodano
Teléfono: 2277-3688. **Fax:** 2277-3289
Apartado postal: 86-3000, Costa Rica
Correo electrónico: ambientico@una.cr
Sitio web: www.ambientico.una.ac.cr

Ambientico, revista mensual sobre la actualidad ambiental costarricense, nació en 1992 como revista impresa, pero desde hace varios años también es accesible en internet. Si bien cada volumen tiene un tema central, sobre el que escriben especialistas invitados, en todos ellos se trata también otros temas. *Ambientico* se especializa en la publicación de análisis de la problemática ambiental costarricense -y de propuestas sobre cómo enfrentarla- sustentados en información primaria y secundaria, aunque asimismo se le da cabida a ejercicios meramente especulativos. Algunos abordajes de temas que trascienden la realidad costarricense también tienen lugar.

Sumario



Editorial	2
Problemática energética costarricense y cómo enfrentarla	
Rolando Portilla	
Planificar el desarrollo eléctrico, limitar la demanda, proteger el ambiente con fuentes renovables y generar más electricidad privada	5
Mónica Araya	
Clima y energía: crear nuevas alianzas para disminuir el consumo de combustibles fósiles	11
Raquel Salazar	
Reformar el marco jurídico para promover la generación distribuida de electricidad con energías renovables	17
Juan C. Torchia	
Potencial y perspectivas del aprovechamiento del hidrógeno en Costa Rica	25
Foto-ensayo: Cuantiosa producción sostenible de electricidad en Bagaces-Upala	31
Ricardo Trujillo	
Alternativas factibles, y de bajo costo, a la explotación geotérmica en el Parque Rincón de la Vieja	37
Mauricio Álvarez	
Combo plus: despierta la generación eléctrica privada	40
Mauricio Álvarez	
Proyectos hidroeléctricos privados chocan con comunidades del Pacífico Sur por uso del agua	47
Milena Saborío	
La nueva norma de gestión de energía ISO 50001	52
EN OTROS TEMAS	
Eduardo Mora	
Redacción y partes constitutivas de los textos científicos	56

Problemática energética costarricense y cómo enfrentarla

El desconcierto y la diversidad de puntos de vista respecto a qué orientaciones y políticas debe seguir Costa Rica en materia energética es hoy más grande que nunca. Ya no hay nadie indiferente ante el tema y la intensidad del debate no para de crecer, afortunadamente sin notable encono. El avivamiento de la discusión se debe tanto al cambiante contexto internacional como a la agudización de la problemática energética nacional, que parece estar caracterizada por el entrecruzamiento de las siguientes principales tendencias:

- crecimiento acelerado de la demanda de energía para uso en industria, edificios en general y transporte,
- aumento exagerado del costo y el precio de la electricidad,
- cambios percibidos, que ya nos hacen daño, y otros impredecibles en el régimen de lluvias,
- propósito de alcanzar la carbono neutralidad dejando de depender de los combustibles fósiles y
- escasez de inversión en el aprovechamiento de las energías limpias.

Esta problemática energética nacional está decisivamente condicionada por el muy dinámico y sorprendente contexto internacional en materia de energía y cambio climático, el cual, además, condiciona el modo en que percibimos y entendemos aquella problemática. Tal

contexto internacional en materia energética está caracterizado por las siguientes tendencias:

- pánico ante el cambio climático rampante,
- presión por reducir emisiones contaminantes y tendencia a ello,
- desarrollo tecnológico grande en la producción de energía limpia,
- auge enorme del gas de esquisto, menos contaminante en su combustión pero más en esta etapa inicial de desarrollo de su explotación,

- conquista de nuevos yacimientos petrolíferos y relanzamiento de su explotación en América y África,
- reducción relativa de la escasez de energía en el mediano plazo gracias a avances tecnológicos en diversos campos e
- insistencia creciente en la competitividad en general y, por ende, en la competitividad en materia energética.

En este complejo marco, centralmente distinguimos las siguientes posiciones en lucha en Costa Rica: Ha



Alfredo Huerta. Proyecto Geotermico Miravalles I, Guanacaste.

regresado con fuerza la propuesta de explotación geotérmica en parques nacionales, mas simultáneamente ha rebrotado la resistencia a ella por parte de los tradicionales ambientalistas y de otros que no lo eran. En paralelo, algunos líderes que lucen desactualizados vuelven a reivindicar la idea de establecer cultivos de plantas para producir biocombustibles, con la consecuente y revitalizada oposición ambientalista que, aparte de señalar que el biodiesel es bastante contaminante, rechaza los cultivos orientados exclusivamente a ser fuentes energéticas, aunque sí clama por el aprovechamiento, para ese uso, de algas y de residuos de plantas cultivadas para otros fines.

Por otro lado, a los ambientalistas que han venido repudiando las grandes represas hidroeléctricas por sus daños ecológicos, ahora se suman quienes, desdénando esas razones, ponen énfasis en su alto costo económico y en que, por la creciente y ominosa escasez de lluvias, aquellas están tendiendo a dejar de ser redituables. Pero haciendo contrapunto con eso, hay renovados bríos a favor de una mayor producción privada de energía a partir de fuentes renovables, entre ellas la hídrica, no obstante la dificultad que las hidroeléctricas privadas tienen para generar durante la estación seca con sus pequeñas plantas a filo de agua. Los

ambientalistas duros y los sindicatos de funcionarios públicos mantienen su oposición a la generación privada, aunque menos beligerantemente que antes.

Y es que se constata que del aprovechamiento de las energías renovables todo mundo está a favor. Como también se está masivamente en contra de la quema de combustibles fósiles, aunque no haya ni atisbo de consenso en cuanto a cómo en el corto plazo sustituirlos sin daños ambientales, sin perjuicios económicos y sin poner en riesgo la estabilidad del suministro energético. Pero, en abstracto, son multitud los que rechazan las acciones estatales para seguir dependiendo del petróleo, a pesar de que se avizora que en el mundo la demanda no dejará de aumentar sino más o menos hasta en 2020, siendo que las existencias asequibles y su explotación crecen. Asimismo, en teoría nadie se opone a que se deba tomar medidas de ahorro y de administración de la demanda eléctrica, pero el crecimiento económico y el consumismo loco son valores ya tan consustanciales a nuestra cultura que no se haya el modo de restringir aquella.

Procurando contribuir al trazado de políticas en materia de energía y ambiente en Costa Rica, esta edición recoge una diversidad de análisis y posiciones referentes a la problemática energética nacional y a cómo enfrentarla.



Ingeniero civil.
Especialista en
manejo de cuencas
hidrográficas.
Funcionario del
Instituto Costarricense
de Electricidad
(rportilla@ice.go.cr).

Planificar el desarrollo eléctrico, limitar la demanda, proteger el ambiente con fuentes renovables y generar más electricidad privada

..... || **Rolando Portilla**

La labor y los logros alcanzados hasta ahora por el Instituto Costarricense de Electricidad (Ice), en cuanto al desarrollo eléctrico, son muy positivos en términos generales. Contamos con un sistema que produce el 91 % de electricidad con fuentes renovables, fundamentalmente hídrica, eólica y geotérmica, con un porcentaje de cobertura eléctrica de 98 %; es decir, prácticamente todos los sectores poblados de nuestro país están abastecidos de electricidad. Complementariamente, realizamos procesos de planificación en los que, desde las etapas iniciales y en forma integrada, se conjugan criterios técnicos, económicos y ambientales en la búsqueda de los mejores proyectos para la satisfacción de la demanda eléctrica nacional futura.

Los niveles que muestran estos indicadores no son fáciles de alcanzar y manifiestan que se ha planificado, construido y operado proyectos y plantas de una manera apropiada y eficiente, evidenciándose así que el modelo solidario y sustentable que ha impulsado el Ice ha sido exitoso y que, en vez de cambiarlo o transformarlo radicalmente, debiera mejorársele. Pocos países nos superan en dichos



Volver al índice

indicadores y podemos decir con orgullo que, en términos de cobertura y generación eléctrica con fuentes renovables, estamos entre los primeros del mundo.

Abordar el tema del desarrollo eléctrico futuro de nuestro país en forma amplia e integral implica necesariamente considerar cinco aspectos relevantes que lo determinan y condicionan: crecimiento de la demanda, planificación centralizada y normativa, fuentes renovables, armonía con el ambiente y generación pública o privada. A continuación, se desarrollará brevemente cada aspecto.



R. Portilla. Proyecto solar Miravalles -del Ice-, Costa Rica.

de insostenibilidad y caos; la naturaleza nos muestra múltiples ejemplos de ello.

Tenemos que entender que no podemos seguir creciendo indefinidamente, que debemos cambiar ese paradigma de desarrollo y establecer límites al crecimiento. En el diseño del desarrollo, hay que incluir la planificación del crecimiento de las ciudades y de los países de acuerdo a sus capacidades de carga poblacional, de acuerdo a la bio-capacidad de los territorios -con sus recursos y ecosistemas- de mantener sosteniblemente a esa población. Y, asociados a la determinación de esa carga poblacional, debe haber límites a la demanda de recursos agrícolas, de agua potable, de electricidad, etc. Costa Rica debe definir cuál es la población para la que se está

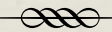
Crecimiento de la demanda eléctrica: A nivel planetario, nos enfrentamos a un paradigma de desarrollo expansionista y de crecimiento ilimitado en el que las poblaciones humanas, las ciudades, las zonas agrícolas, ganaderas e industriales y, asimismo, las demandas de recursos y servicios, crecen en forma indefinida, en ocasiones exponencialmente. Se asume, sin discusión, que debe haber crecimiento económico para que exista desarrollo. Pero, en contra de esta tesis, hay una ecuación simple: crecimiento ilimitado es sinónimo

planteando el desarrollo futuro y qué tipo de desarrollo se está buscando.

Somos 4,5 millones de habitantes y con esta población tenemos ya serios problemas ambientales. ¿Cuál es la capacidad poblacional límite de Costa Rica?, ¿6, 15, 50 millones? Esta es una definición fundamental para poder saber cuáles son las necesidades de recursos en las distintas áreas: vivienda, agua potable, alimentos y, por supuesto, electricidad. Para el sector eléctrico, conociendo la capacidad de carga poblacional de nuestro país, habría que determinar los recursos autóctonos o foráneos de que se dispone para satisfacer la demanda respectiva. El conocimiento de una población límite a satisfacer con recursos eléctricos nos indicaría claramente la capacidad instalada máxima y la energía anual máxima requerida. Aparte de ello, se requiere también fijar tasas límites y sostenibles de consumo, demostrando una responsabilidad personal y del país en la limitación del consumo.

¿Por qué no, incluso, pensar en lograr un estado de crecimiento cero, es decir, una tasa de crecimiento nula? En esta condición, el único incremento en la capacidad instalada sería para reponer las plantas que van saliendo de operación. Claro que esto implicaría un cambio radical y profundo en el estilo de vida y en los patrones de consumo de nuestra población —que, por utópico que parezca, es realizable en el largo plazo, pero esto es tema para otro artículo-. En gran parte, la capacidad de lograr un mejor país

reside en poder visualizar claramente el país que queremos, y eso implica necesariamente fijar límites para alcanzar un estado de sustentabilidad. El crecimiento indefinido solo nos lleva al agotamiento de recursos y al caos.



Planificación eléctrica centralizada y normativa: Hasta el día de hoy, la planificación eléctrica ha estado centralizada en el Ice y ha tenido carácter normativo. En el Centro Nacional de Planificación Eléctrica se planifican los proyectos a través de una serie de etapas que consideran en forma gradual los aspectos técnicos, económicos y ambientales, concluyendo con el Plan de Expansión de la Generación, donde se establecen los proyectos seleccionados para la satisfacción de la demanda eléctrica para los próximos años.

Si se quiere mantener una visión del desarrollo eléctrico basada en el interés nacional, por encima del interés privado, así como una apropiada consideración de aspectos sociales, ecológicos y culturales en la toma de decisiones sobre esquemas y proyectos, es preciso que la planificación eléctrica siga siendo centralizada en una institución pública nacional como el Ice y no se caiga nunca en esquemas de planificación dirigidos o manipulados para favorecer intereses privados por encima del interés colectivo y en detrimento del ambiente.



Fuentes renovables: El paradigma de desarrollo eléctrico para los próximos 50 años deberá estar basado en fuentes renovables: hídrica, eólica, solar, geotérmica, marina y biomásica. Esto implica tomar una decisión radical y firme para no caer presas de la facilidad y los costos que ofrecen las plantas térmicas y el carbón, sacrificando los criterios ambientales. Ir agresivamente hacia las renovables implica, en primer término, la realización de estudios sobre los potenciales (potencia y energía aprovechables) de las distintas fuentes no convencionales, lo cual ya lo ha iniciado el Ice: se ha actualizado el potencial eólico y se están desarrollando estudios para determinar potenciales en energía solar y marina.

En vista de los graves efectos del calentamiento global, se espera una disminución de las posibilidades hidroeléctricas y, por otro lado, una potenciación de otras fuentes renovables, como la solar, la eólica, la marina y la biomásica. Lo anterior constituye todo un reto futuro, en términos de planificación e investigación para nuestro país. Sin embargo, no se debería descartar, por necesidades del sistema o por disponibilidad o costo, que un porcentaje bajo de la generación eléctrica se realice con el respaldo de plantas térmicas o, si estuviera disponible, de gas natural. Sin embargo, se espera que la meta-país para los próximos 50 años sea mantener un porcentaje de generación con renovables por lo menos superior al 85 %, sin renunciar al escenario ideal de generar algún día el 100 % con renovables.



Armonía con el ambiente: En la actualidad, un pilar fundamental del desarrollo de proyectos electro-energéticos es la amplia consideración de los aspectos ambientales desde la concepción de ellos, con una visión y perspectiva de beneficio colectivo. Este pilar debe mantenerse y mejorarse dentro del paradigma futuro de desarrollo eléctrico de nuestro país. Hay aspectos vitales en el tema ambiental que no deben ser abandonados ni desatendidos, entre ellos:

- a) Conservación: Con sabiduría, nuestro país ha destinado un 12 % de su territorio a la conservación inalterada. Los parques nacionales y las reservas biológicas deben seguir siendo zonas donde las actividades humanas estén fuertemente restringidas, en aras de permitir que los procesos ecológicos sigan su rumbo natural con un mínimo de intervención. En estas áreas, no debiera permitirse proyectos de desarrollo eléctrico comerciales o industriales. Complementariamente, otro tipo de áreas silvestres protegidas, como las zonas protectoras y las reservas forestales, deben ser complemento y actuar como corredores biológicos que interconecten áreas o sirvan como zonas de amortiguamiento, y donde la generación eléctrica pueda ser compatible.



R. Portilla. Estación Biológica La Selva, Costa Rica.

- b) Si bien el paradigma de conservación inalterada de nuestros parques y reservas biológicas debe mantenerse, en el caso específico de la geotermia, por sus características de energía firme, renovable y autóctona, excepcionalmente se podría modificar algunos límites de parques nacionales y segregarlos áreas específicas que no tengan especial interés ecológico o paisajístico, reponiéndoselas con áreas equivalentes.
- c) Estudios ambientales: Es preciso que los estudios ambientales sigan siendo un elemento fundamental en el proceso de gestión de proyectos y actividades de desarrollo eléctrico. Ellos deben apuntar a la

minimización de los impactos ambientales generados por los proyectos desde sus etapas iniciales (identificación). Se espera continuar la evolución y optimización de las técnicas y metodologías de evaluación de impacto ambiental para proyectos electro-energéticos.

d) Gestión integrada de cuencas y desarrollo local: A pesar de que los proyectos hidroeléctricos son los que están más ligados a la dinámica de la cuenca como unidad hidrológica, el desarrollo masivo de otras fuentes

(solar, eólica, biomásica, geotérmica) debe también basarse en unas adecuadas zonificación y ordenamiento de las diversas actividades humanas en el medio natural y socio-cultural que constituye la cuenca. El desarrollo eléctrico debiera continuar siendo, como hasta ahora, un actor relevante dentro de esos procesos de gestión integrada de cuencas y desarrollo local de comunidades.



Generación pública versus privada: En ese escenario de mediano y largo plazo, el sector electricidad del Ice debiera continuar planificando, diseñando,

construyendo y operando los proyectos estratégicos para la satisfacción de la demanda eléctrica nacional. Proyectos eólicos, solares, marinos, geotérmicos e hidroeléctricos de gran escala deben seguir estando en manos de esa institución pública, la cual puede garantizar una visión de interés nacional en su desarrollo.

En forma complementaria, la participación del sector privado deberá ser relevante para el futuro energético de nuestro país. Parece necesario un incremento de la participación del sector privado en el desarrollo de proyectos con fuentes renovables, aumentando los topes de participación existentes. Sin embargo, esta apertura debiera ir de la mano de un marco regulatorio ambiental claro y un proceso de planificación estatal que garantice que un desarrollo masivo de proyectos privados no va a resultar en impactos ambientales significativos y daños y alteraciones a nuestras cuencas hidrográficas, ecosistemas y patrimonio cultural y arqueológico.

La generación distribuida se presenta como una forma muy interesante y necesaria de participación privada con fuentes renovables (micro-hidro, eólicas, solares, etc.). Ya existe en el Ice un programa de generación distribuida fotovoltaica que estimula a los clientes a instalar en sus techos sistemas solares y negociar

la electricidad producida con el Ice. Ahora funciona para el autoconsumo, pero son ilimitadas las posibilidades para que, en el futuro, los privados puedan generar energía en sus casas, empresas o industrias y negociarla a través del Ice. Dentro de las formas de modelos de generación, se debiera mantener al Ice como comprador único, para asegurar que el despacho de electricidad se realice siguiendo criterios de interés nacional, protección ambiental, solidaridad y justicia social, y no estrictamente las leyes de oferta y demanda.



Los elementos planteados son fundamentales para el modelo de desarrollo eléctrico nacional con una perspectiva de largo plazo. Algunos de los aspectos presentados son difíciles y requieren cambios fundamentales en el paradigma o visión actuales. Lo importante es no hablar de imposibles, que solo existen en las mentes de los que no quieren hacer algo o se sienten derrotados de antemano, siendo imposible solo lo que no intentamos. Lo fundamental es tener muy clara esa visión-país y planificar y luchar para lograrlo. Se vale soñar y pensar en grande; Costa Rica puede si se lo propone y se organiza.



Clima y energía: crear nuevas alianzas para disminuir el consumo de combustibles fósiles

..... || **Mónica Araya**

Economista. Especialista en cambio climático y desarrollo. Integrante de la Junta Directiva de Emissions Gap Report, del Pnuma, y del Comité Directivo de la Plataforma de Estrategias de Desarrollo Bajas en Emisiones para América Latina y el Caribe.

 Hay alianzas de diversos sectores sociales que pueden transformar la sociedad en el largo plazo. Una alianza que revolucionó al mundo nació cuando un pequeñísimo grupo de ciudadanos británicos decidió luchar contra la esclavitud. Su trabajo empezó a finales del siglo XVIII en una sociedad que estaba (o había sido) convencida de que el comercio de esclavos era inevitable. Sin embargo, un principio de igualdad de las personas, en un inicio de inspiración cuáquera, llevó a este grupo a insistir en acabar con la compra, explotación y venta de seres humanos. Esta noción fue tachada de radical y por décadas prevaleció la economía esclavista. Pero cada década también vio crecer la alianza de aquellos que querían eliminar la esclavitud. Y esta noción conquistó terreno a pesar de los intereses económicos contrarios y, para el siglo XIX, se ganó la batalla en Inglaterra, más tarde en Estados Unidos y, eventualmente, en el mundo.

Hoy, la lucha contra el cambio climático es una de las batallas decisivas del siglo XXI. La comunidad científica ha confirmado que el impacto de la actividad humana en



Volver al índice



A. Baltodano. Gasolinera, Costa Rica.

el cambio climático es real y el consenso científico en la materia es contundente (Gillis, 2013). Bajar las emisiones globales de gases de invernadero de forma que la temperatura promedio global no aumente en más de 2 °C a finales de este siglo es necesario para llegar a un mínimo de seguridad climática.

Tal y como en siglos anteriores la sociedad fue condicionada a aceptar el comercio de esclavos como un mal necesario, hoy estamos condicionados a aceptar los combustibles fósiles y a tildar de irrealista a un mundo en que se prescindiera de ellos. Cuando en el siglo XIX la sociedad se preguntó si era moral o no la economía esclavista, una mayoría aceptó que no lo era. Hoy nuestra sociedad también tendrá que responder si es moral una economía que genera y profundiza la injusticia climática.

El cambio climático provocado por la economía de los combustibles fósiles daña a los pobres de forma desproporcionada,

mientras ellos son los que menos energía consumen. En el caso de las islas, por ejemplo Maldivas o Tuvalu, el cambio climático pone en riesgo la vida de sus ciudadanos. Y hay un elemento generacional: los que más afectados estarán ni siquiera han nacido y no pueden defenderse. ¿Por qué pensamos que esto es aceptable? Y, similar al caso de la economía esclavista, ¿tenemos derecho a ignorar los impactos negativos de nuestra economía?



El vínculo entre cambio climático y energía es inseparable. Según la Agencia Internacional de la Energía (IEA, 2013, p. 1), “para conservar una posibilidad realista de alcanzar el objetivo de los 2 °C, es necesario actuar intensamente antes de 2020 ... La energía se halla en el centro neurálgico de este desafío: el sector energético produce aproximadamente dos tercios de las emisiones de gases de efecto

invernadero, puesto que más del 80 % del consumo mundial de energía se basa en combustibles fósiles”.

Lo que hay que hacer está claro: dejar de invertir recursos públicos y privados en un modelo energético centralizado y anclado en combustibles fósiles y redireccionar estos recursos hacia modelos energéticos descentralizados y bajos en emisiones. En este siglo, el desafío consiste en “sacar” los combustibles fósiles del transporte, de la producción de electricidad y de sus distintos usos en la vida moderna. Se deberán realizar intervenciones en bosques y agricultura. Sin embargo, dada la creciente urbanización del planeta, el reto histórico es eminentemente urbano: ¿cómo rediseñar el transporte de personas y productos?, ¿cómo repensar el ordenamiento territorial de forma que incentivemos modelos descentralizados de generación de electricidad limpia?, ¿cómo hacer de la eficiencia energética una prioridad?, ¿cómo crear condiciones para la electrificación de la flota vehicular?, ¿cómo repensar los edificios?

La barrera elemental para esta transformación no es falta de recursos financieros. Los recursos financieros globales abundan, como quedó en evidencia cuando, para atacar la crisis financiera en abril de 2009, las economías más grandes del mundo -el G20- movilizaron en un tiempo récord \$1 billón (\$1 *trillion*, en inglés) para estimular sus economías (Parker, 2009). Tampoco se trata de barreras de la tecnología o del *know-how*, que, por el contrario, son cada vez más abundantes

y sofisticados. El principal reto de la energía renovable es que enfrenta una competencia desleal. Por ejemplo, los Gobiernos han dado subsidios a los combustibles fósiles que sumaban \$523 mil millones en 2011 –seis veces el nivel de apoyo a las energías renovables (IEA, 2013)-.

Una barrera estructural son los intereses de la industria de los combustibles fósiles y la cadena de valor detrás de ella, incluidos banqueros, abogados, sindicatos y empresas de ingeniería. Es la industria que tiene más recursos y poder en el mundo. La resistencia al cambio frenó la transición a un mundo sin esclavos; se oponían los comerciantes de Europa, América y África, los dueños de servicios de transporte marítimo, las compañías financieras y de seguros que empleaban a miles de personas, las industrias que transformaban materias primas cosechadas o extraídas por esclavos, así como los terratenientes que se beneficiaban con la mano de obra gratuita proporcionada por los esclavos. Hoy, la dinámica es similar: la industria petrolera, del carbón y del gas natural boicotea el cambio. Se exageran los beneficios sociales de estos combustibles mientras se minimizan u ocultan los costos sociales de la extracción y quema de ellos.

La resistencia a la agenda climática observada en Estados Unidos no tiene precedentes. La captura del Congreso y el Senado por parte de la industria de los combustibles fósiles ha vuelto políticamente inviable la aprobación de legislación climática en el país que ha generado

la mayor cantidad de emisiones de la historia. Y, peor aun, se ha declarado una guerra a la ciencia mediante una narrativa política que desfigura el cambio climático y lo presenta como ficticio (Mayer, 2010 y 2013).



En Costa Rica, llegó la hora de crear puentes entre grupos e ideas diversas que aumenten la imaginación técnica y política. Nuestro país ganaría con una gran alianza energético-climática que fuera más allá de los grupos ambientales. Los cuáqueros necesitaron aliados; si se hubieran limitado a trabajar solo con cuáqueros la alianza anti-esclavista hubiera fracasado.

Nuestro país se debilita si los grupos a favor de una energía limpia u otra (o en contra de una energía u otra) trabajan en forma aislada. El aislamiento crea zonas de confort ideológico que dificultan las alianzas. Alterar el destino energético de Costa Rica requiere articular las bases de un nuevo consenso entre el Gobierno y una alianza de intereses alrededor de la energía limpia. Esta alianza debe acordar una hoja de ruta para esta década e, idealmente, hasta 2030 (un precedente liderado por la sociedad civil se gestó en Chile de cara a las elecciones de 2013: véase <http://escenariosenergeticos.cl/>). Esta alianza tendrá la difícil pero necesaria tarea de negociar posiciones divergentes, lo cual es común en temas de energía y cambio climático. La posición de consenso reflejará

que todos los involucrados habrán cedido en algún punto y habrán visto respetada su prioridad esencial.

Los grupos “ambientalistas” (término paradójicamente peyorativo en Costa Rica) tendrán que vencer su resistencia a trabajar con empresarios. Quienes se inclinan por ideas a la izquierda del espectro político se beneficiarán si también trabajan con expertos más inclinados a la derecha del espectro. Quienes no confíen en los partidos tradicionales crearán una red de expertos más sólida si trabajan mano a mano con aliados en dichos partidos. Y, viceversa, los militantes de dichos partidos no avanzarán lo suficiente si resisten ideas prometedoras solo porque son promovidas por personas ajenas a su grupo. Los empresarios que aboguen por energía limpia, por ecoturismo o por gestión empresarial más limpia, se beneficiarán aliándose con activistas pragmáticos. Y los jóvenes profesionales verdes, en pro de la carbono neutralidad y la eficiencia, tendrán más impacto si desarrollan un instinto político, ya que el tema climático es, intrínsecamente, político. La alianza tendrá que hacer partícipes a las cooperativas y sindicatos que quieran aportar en materia de energía y clima.

Para recapitular: una nueva alianza energía-clima para Costa Rica no requiere que los grupos involucrados estén de acuerdo en todo. Se requiere estar de acuerdo en el objetivo esencial: *disminuir el consumo de combustibles fósiles en el transporte y la generación de electricidad en Costa Rica en esta década*. Al lado,



A. Baltodano. Proyecto Eólico Guanacaste.

quedarán las posiciones en otros temas (la simpatía o aversión a un partido tradicional, el matrimonio gay, el estado laico, el uso o no de transgénicos, por mencionar algunos).

Las bases para una alianza exitosa son similares a las que necesita un equipo deportivo: tener estrategia y disciplina de grupo, conocer al contrincante y acordar a priori las reglas de juego. En una alianza deberá estar claro cómo estructurar los diálogos al respecto, cómo plasmar acuerdos informales de “damas y caballeros” y cómo estructurar las actividades de cabildo. Un objetivo central de esta alianza es acabar con el impasse en materia de energía hidroeléctrica versus energía geotérmica, ya que, si no es resuelto, aumentará la generación de electricidad con plantas térmicas. Esta opción es cara e incongruente para Costa Rica. Si hemos estado libres de combustibles fósiles en el siglo XX, ¿por qué crear dependencias de ellos en el siglo XXI?

Se necesita un debate que vaya más allá de si la electricidad es barata o cara y más allá del rol del Instituto

Costarricense de Electricidad versus el sector privado. Para lidiar con la tendencia al impasse se deberá definir a priori:

1. Parámetros que se usarán para comparar opciones (financiamiento, costo, impacto social y ambiental, sinergias, viabilidad política, plazos, etc.).
2. Hacer explícito el método de comparar; por ejemplo: ¿tendrán todos los parámetros el mismo peso relativo?
3. ¿Quiénes participan de este diálogo, quiénes comparan las opciones, quiénes definen la mejor opción?

Es vital que haya plazos y roles claros de cada representante de las organizaciones involucradas de forma que se pueda rendir cuentas.



Hay evidencia de que lo climático no le es indiferente a la sociedad costarricense. La reciente controversia en torno a la refinería china marcó un hito en el debate climático nacional, ya que forzó

la pregunta pendiente: ¿cuán serio es el compromiso nacional con la carbono neutralidad?, ¿queremos combatir el cambio climático, como lo hemos dicho al mundo? Profesionales de ramas complementarias (economía, derecho constitucional y ambiental, gestión de recursos, negociaciones climáticas y periodismo) dejaron en evidencia las omisiones y conflictos de interés del planteamiento oficial en pro de la refinería. Desde un punto de vista político, no hubo apoyo popular ni mediático al argumento de la refinería y el petróleo como “mal necesario”.

Se podría decir que el apoyo incondicional a ese proyecto, a pesar de los cuestionamientos, debilitó al Gobierno actual, según quedó manifiesto en artículos de opinión, redes sociales y programas de televisión, especialmente en mayo y junio de 2013. Esto no quiere decir que sea suficiente oponerse a un proyecto para declarar una victoria. El siguiente paso es crear objetivos imaginativos para que la alianza atraiga a profesionales y sectores que tengan propuestas de cambio. Por ejemplo, pocas áreas son tan urgentes como la laboral de cara a los requisitos de una economía baja en carbono. ¿Cómo reentrenar a los trabajadores?

Pasar de la agenda negativa a la positiva en materia energético-climática requiere visibilidad de los beneficios de contar con un modelo energético limpio, eficiente y descentralizado. ¿Cómo se benefician la ciudadanía y las empresas? El vínculo con la transformación del transporte y las resultantes mejoras en la

calidad de vida aumentarán el apoyo popular a la economía limpia. Eliminar presas de tránsito será tan importante como reducir emisiones.

El gran debate global necesita campeones que demuestren que se puede prosperar bajo un modelo de desarrollo que deliberadamente escoge limitar (no aumentar) la dependencia de los combustibles fósiles. Costa Rica tiene todas las condiciones para ser un laboratorio pionero del mundo. El poder de ideas autóctonas podría inspirar a otros de la misma forma en que aquellos hombres y mujeres demostraron que era posible prosperar en una sociedad libre de la esclavitud e inspiraron a otros a hacer lo mismo.

Referencias

- Parker, G. (2009, April 3) G-20 leaders hail crisis fight-back. *Financial Times*. Disponible en <http://www.ft.com/cms/s/0/082652de-1fb0-11de-a1df-00144feabdc0.html#axzz2cpQhrAC6>
- Gillis, J. (2013, August 21) Climate Panel affirms human link to warming. *International Herald Tribune. The Global Edition of the New York Times*.
- International Energy Agency (2013) *World Energy Outlook*. Redrawing the Energy-Climate Map. Executive Summary. Disponible en: <http://www.worldenergyoutlook.org/> Paris: IEA.
- Mayer, J. (2010, August 30) Cover Operations. The Billionaire Brothes who are Waging a War Against Obama. *The New Yorker*. Disponible en: http://www.newyorker.com/reporting/2010/08/30/100830fa_fact_mayer?printable=true
- Mayer, J. (2013, July 1) Koch Pledge Tied to Congressional Climate Inaction. *The New Yorker: News Desk*. Disponible en: <http://www.newyorker.com/online/blogs/newsdesk/2013/07/the-kochs-and-the-action-on-global-warming.html>.

Reformar el marco jurídico para promover la generación distribuida de electricidad con energías renovables



Abogada especialista en ambiente y energía (raquelsalazarb@gmail.com).

..... || **Raquel Salazar**

Durante décadas, el modelo eléctrico de Costa Rica ha sido muy exitoso; aproximadamente el 99,4 % del país está electrificado y la electricidad generada a partir de fuentes renovables representa más del 90 % del total. Sin embargo, en los últimos años, el modelo ha empezado a perecer insuficiente. Su inadecuación a las nuevas realidades se constata al ver el creciente aumento del costo de la electricidad, el impacto social y ambiental de las grandes represas hidroeléctricas y la dificultad que tiene el Instituto Costarricense de Electricidad (Ice) para seguir aumentando la proporción de generación eléctrica con fuentes renovables. Todo esto, más los dos grandes retos globales que representan la vulnerabilidad ante el cambio climático y la escasez de hidrocarburos, hacen necesario modificar nuestro modelo eléctrico.

La generación distribuida es parte de la solución y debería de ser pilar clave de un nuevo modelo más seguro, eficiente y participativo. Existen diferentes barreras que reducen la penetración de sistemas de micro-generación con fuentes renovables: financieras, culturales, técnicas,





Gino Biamonte. Cocina solar, isla Chira, Costa Rica.

asimetrías de información y legales. Este artículo se va a concentrar en los obstáculos legales contenidos en nuestro ordenamiento jurídico, pues la legislación lejos de entabrar el desarrollo de estas tecnologías debiera promoverlas.



¿Qué es la generación distribuida? No existe una definición de generación distribuida universalmente aceptada, pero se han utilizado varios criterios para definirla: la ubicación en la red, el tipo de

tecnología, la capacidad instalada, el impacto ambiental y la titularidad (Gischler y Janson, 2011). La Oficina de los Mercados de Gas y Electricidad de Reino Unido la define como “la generación de electricidad que está conectada a la red de distribución en lugar de a la red de transmisión de alto voltaje” (Ofgem, 2002). El Centro de Avance de los Procesos Tecnológicos, patrocinado por la Fundación de las Ciencias Naturales de Estados Unidos, utiliza la siguiente definición: “La generación distribuida se refiere a electricidad generada por pequeños sistemas modulares

de generación (usualmente se ubican en el rango de unos pocos kilowatts a 50 megawatts), y que están ubicados en o cerca del punto de demanda del usuario (Capt, s.f.). La Comisión Nacional de Energía de República Dominicana, en su Reglamento de Generación Distribuida, la entiende como “[l]a generación que se conecta a la red de distribución de energía eléctrica y se caracteriza por encontrarse instalada en puntos cercanos al consumo. Consiste básicamente en la generación de energía eléctrica por medio de muchas pequeñas fuentes de energía” (CNE, 2012). Por su parte, el Ice la considera así: “La generación distribuida se puede definir en general como aquella conectada directamente a las redes de distribución, en unidades relativamente pequeñas, y no sujeta a la planificación o al despacho centralizado” (ICE, s.f.).

Todas las anteriores definiciones tienen elementos comunes, los cuales básicamente implican que:

- El sistema de generación está ubicado en las instalaciones del usuario o punto de consumo o cerca de la carga que recibe el suministro.
- Típicamente consiste en generación a pequeña escala proveniente de fuentes renovables: biomásica, solar, eólica, hídrica.
- El sistema no es autónomo, sino que está conectado a la red.

El fundamento clave para promover la generación distribuida debiera ser la

optimización del sistema eléctrico y la reducción del costo de la electricidad de todo un país con base en fuentes renovables (Dolezal, 2013). Sin embargo, la inyección de electricidad a la red por sistemas de micro-generación brinda múltiples beneficios que constituyen más motivos para incentivar la generación distribuida en nuestro país:

- Permite diversificar la matriz de generación eléctrica, lo cual aumenta la seguridad energética pues aumenta la generación con fuentes renovables y autónomas, reduciendo la dependencia de combustibles fósiles importados e incrementando la resistencia del sistema a los shocks de precios externos.
- Ayuda a dar seguridad de suministro.
- Puede generar un impacto en la estabilización de los precios de la electricidad al tener valores fijos y no fluctuantes como los combustibles fósiles.
- Los sistemas de micro-generación permiten aprovechar algunos recursos que no se pueden explotar con centrales de generación tradicionales, con un bajo impacto ambiental.
- Promueve la eficiencia en el uso de los recursos energéticos mediante: (a) la reducción de pérdidas por la transmisión y la distribución (se consume en el punto de generación), (b) la reducción de la capacidad de generación innecesaria y (c) la optimización de las inversiones totales,

- pues los excedentes de generación de los consumidores pueden ser aprovechados por el sistema.
- Es modular y puede ser instalada fácilmente acorde a requerimientos, mientras que las grandes centrales deben ser planificadas e instaladas para satisfacer futuras demandas.
 - Apoya el desarrollo de un nuevo segmento de industria, el de comercializadores e instaladores de generación distribuida.
 - Brinda un rol participativo a la sociedad para contribuir en la generación de electricidad.
 - Permite la reducción de gases de efecto invernadero y contribuye al alcance de la meta de carbono-neutralidad de Costa Rica para 2021.
 - Podría liberar potencia para exportar al mercado eléctrico regional.



Existen varios instrumentos de política pública que respaldan la meta u obligación de promover la generación distribuida. Por ejemplo, el VI Plan Nacional de Energía 2012-2030 contiene varios objetivos específicos alineados con la generación distribuida, entre ellos: (a) desarrollar racionalmente el potencial energético nacional, produciendo energía limpia en forma sostenible, (b) reducir la dependencia del petróleo importado, (c) promover el uso de tecnologías eficientes para contribuir a la desaceleración del crecimiento de emisiones de gases de efecto invernadero y (d)

racionalizar y utilizar eficientemente la energía en sus distintas formas, incluyendo el desarrollo de esquemas de generación distribuida de electricidad.

En las líneas de acción, dicho Plan tiene una específicamente dirigida a “[i]ncentivar el desarrollo de sistemas de generación de electricidad a pequeña escala para autoconsumo, utilizando fuentes renovables de energía”, y plantea la meta de “equipar un 10 % de los hogares con generación distribuida de energía solar para el 2020”.

Por otro lado, la directriz N° 14 de Minaet, del 15 de abril de 2011, está dirigida a promover la generación distribuida. Textualmente, el artículo 2 establece: “Las instituciones del Subsector Electricidad deberán elaborar y poner en marcha planes piloto de desarrollo de la generación distribuida para autoconsumo, en los que el cliente del servicio eléctrico pueda instalar su propio sistema de generación de electricidad conectado en paralelo con la red de la distribuidora...”. Adicionalmente, el artículo 5 solicita a la Autoridad Reguladora de Servicios Públicos (Aresep) preparar la reglamentación necesaria para permitir que la actividad de generación distribuida pueda tener carácter nacional.

Sin embargo, la Ley de Creación del Instituto Costarricense de Electricidad (N° 449, vigente desde 1949) y la Ley de la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (N° 7593, vigente desde 1996) regulan características esenciales de nuestro modelo eléctrico que han obstaculizado en

gran medida el avance en la implementación de dichas políticas. En síntesis, tales leyes establecen un sistema verticalmente integrado en el que el Ice tiene la competencia de planificar el sistema eléctrico y explotar las fuentes energéticas, además de ser el comprador único de electricidad. Adicionalmente, la generación eléctrica se considera un servicio público.

Ese marco jurídico implica que, para reconocer al abonado propietario de un sistema de micro-generación los excedentes de potencia que inyecta a la red eléctrica en momentos que no consume, se debe obtener las autorizaciones establecidas en la Ley que Autoriza la Generación Autónoma o Paralela (N° 7200, vigente desde 1990), pues el reconocimiento de excedentes es una venta de electricidad y se encuadra en la definición de generación autónoma o paralela establecida en el artículo 1 de dicha Ley: “Para los efectos de esta Ley, se define la generación autónoma o paralela como la energía producida por centrales eléctricas de capacidad limitada, pertenecientes a empresas privadas o cooperativas que puedan ser integradas al sistema eléctrico nacional”.

Por consiguiente, actualmente el propietario de un sistema de micro-generación debe conseguir los siguientes permisos o autorizaciones para poder vender o que se le reconozcan los excedentes producidos por su sistema:

- Concesión por parte del Ministerio de Ambiente y Energía (Minaet) y Aresep.

- Estudio de impacto ambiental aprobado por la Secretaría Técnica Nacional Ambiental.
- Elegibilidad de proyecto por parte del Ice.
- Fijación de las tarifas para la venta de electricidad por parte de Aresep.

El artículo 38 de la Ley de Regulación del Uso Racional de la Energía (N° 7447) exime del pago de impuestos a equipos generadores de electricidad a pequeña escala, como los fotovoltaicos, los eólicos y los micro-hidros. Esto es un gran avance pero es insuficiente.

El reconocimiento de excedentes es una medida clave para promocionar el desarrollo de la generación distribuida. Los excedentes se pueden definir como el resultado negativo de la energía eléctrica consumida por un abonado menos la energía eléctrica producida en tiempo real. Es decir, a la energía demandada de la red se le restan los flujos que el consumidor haya enviado a la red; si aportó más energía de la que consumió, hay un excedente.

La legislación vigente eleva tanto los trámites administrativos que, prácticamente, hace inviable que se reconozcan los excedentes generados por los sistemas de generación distribuida. Ahí radica actualmente el principal obstáculo legal a la promoción de la generación distribuida.



Desde 2010, el Ice está implementando el Plan Piloto de Generación Distribuida para Autoconsumo. Es un programa limitado de escala experimental únicamente disponible para sus clientes. Tiene como objetivos: (a) estimular la instalación de pequeños sistemas de generación distribuida basados en fuentes renovables, (b) determinar la existencia de barreras u obstáculos para el crecimiento de esta actividad y (c) determinar la cantidad potencial de clientes interesados, entre otros. La capacidad total que se podrá instalar con este Plan está limitada a diez megawatts (10 MW), de los cuales al menos uno (1 MW) estará reservado a sistemas instalados por clientes residenciales. El Plan, que estará vigente hasta 2015, pudiendo ser prorrogado por el tiempo que el Ice determine conveniente (Ice, s.f.), básicamente establece un conteo de créditos anuales para considerar la naturaleza estacional de los recursos renovables. Dichos créditos solo se pueden usar para compensar consumo, es decir, no dan derecho a ningún pago o compensación adicional (Ice, s.f.).

A la fecha, tal Plan Piloto arroja resultados interesantes. Por ejemplo, en los dos meses de su vigencia en el año 2010, solamente un cliente se interconectó. En 2011, se conectaron 23 proyectos con un total de 98,29 kW. En 2012, se interconectaron 43 clientes con 233,22kW. De las 73 solicitudes presentadas, la mayoría son sistemas fotovoltaicos (66 de ellos). Del total de proyectos aprobados en el Plan Piloto, un 75 % son del sector residencial,

un 21 % del sector general, en su mayoría hoteles y pequeños negocios, y un 4 % están ubicados en instalaciones de parques nacionales (Arias, 2013).

En los años de implementación del Plan Piloto, claramente se demuestra que hay un interés creciente en este tipo de tecnologías. Para efectos de análisis del mercado potencial, en referencia a la instalación de paneles fotovoltaicos el Ice ha preguntado a los clientes las razones por las que realizan la inversión. La respuesta principal ha sido: conciencia ambiental. Estos clientes sienten que deben participar activamente en la promoción de cambios positivos, en varios temas ambientales, para frenar las tendencias de deterioro ambiental (Arias, 2013).

Por otro lado, es importante considerar que los grandes mercados (China, Alemania, California) de tecnología solar están madurando, por lo que los costos de los sistemas de generación con paneles fotovoltaicos se han reducido de forma importante. Por consiguiente, en el país ya existe un nuevo segmento de la industria que está luchando por surgir y preparado para extenderse.

El caso de la energía biomásica también es muy ilustrativo. Existen productores de biogás que, debido al alto costo de la interconexión, están generando electricidad pero no se conectan a la red de distribución, y en algunos casos pierden energía que podría ser usada por el sistema nacional (Arias, 2013) (ejemplo: el biodigestor de Cerdos El Cerro, S. A.).



A. Baltodano. Proyecto Hidroeléctrico Tacares, Alajuela.

En los últimos años, hemos tenido un aumento creciente del porcentaje de generación térmica, mientras estamos desperdiciando un recurso de generación costo-eficiente basado en fuentes renovables que le puede aportar al país y a los consumidores tantos beneficios. De ahí surge la urgencia de realizar cambios en el marco legal que faciliten a la industria desarrollar este mercado.



La legislación debiera estimular a los clientes de la empresa eléctrica para

que realicen inversiones en sus propias instalaciones, aprovechando áreas de techo, excedentes de biomasa o sobranes de calor, para cubrir parte de su demanda eléctrica. Uno de los principales objetivos es el reconocimiento de excedentes, pues ayudan a amortizar los costos del sistema.

El Minaet está desarrollando un decreto ejecutivo para regular la generación distribuida. Es la solución inmediata, pero no necesariamente la más apropiada, pues se podría cuestionar la competencia reglamentaria de esa entidad para emitir tal regulación. En

consecuencia, es necesario crear una ley que defina, reconozca y regule la generación distribuida. Se podría adoptar una de dos posiciones: si hay suficiente fundamento técnico, la venta de excedentes podría excluirse de la definición de servicio público; o, si la venta de excedentes se sigue considerando un servicio público, debiera establecerse un trámite célere para reconocer la interconexión de los sistemas y el pago de excedentes.

Adicionalmente, se debe definir el modelo para fijar la tarifa de compra de los excedentes. Existen varios esquemas para ello: desde dar un subsidio a través de un esquema *feed-in-tariff*, hasta únicamente reconocer los costos de generación. En cualquier caso, es indispensable aprender de las experiencias de otros países, como Alemania y España. Sin duda, definir el esquema para reconocer los excedentes es una decisión estratégica que requiere un análisis profundo y debiera obedecer a una política pública con objetivos a largo plazo.



La generación distribuida es un cambio de esquema que deja atrás el sistema centralizado y modifica la relación consumidor-empresa eléctrica, pues se basa en el beneficio mutuo, lo cual podría generar múltiples beneficios para el país. En el discurso político nacional se

reconoce la generación distribuida como una opción costo-eficiente para mejorar la seguridad de nuestro sistema eléctrico; sin embargo, existen trabas legales que dificultan la implantación de los objetivos y metas propuestos. En Costa Rica existe interés y mucho potencial en sistemas de generación a pequeña escala. Es urgente regular la generación distribuida, así como establecer incentivos para promover su expansión.

Referencias

Arias, A. (2013) *Plan piloto de generación distribuida para autoconsumo*. Instituto Costarricense de Electricidad.

Dolezal, A., Majano, A. M., Ochs, A. y Palencia, R. (2013) *Ruta hacia el futuro para la energía renovable en Centroamérica*. Washington, D.C.: WorldWatch Institute.

Capt (Center for the Advancement of Process Technology). (s.f.) *Renewable Energy Glossary Terms*. Disponible en www.capttech.org.

Gischler, J y Janson, N. (2011) *Perspectivas para la generación distribuida con energías renovables en América Latina y el Caribe*. República Dominicana. [Presentado en el V Foro de Competitividad de las Américas para el Banco Interamericano de Desarrollo y el Compete Caribbean]

Ice. (s.f.) *Información General. Plan Piloto Generación Distribuida Autoconsumo*. Disponible en: http://www.grupoice.com/wps/wcm/connect/3eb4c20047cdecec9172f9f079241ace/informacion_general.pdf?MOD=AJPERES

Ofgem (Office of Gas and Electricity Markets). (2002) *Distributed Generation - "The Way Forward"*. Londres: Ofgem. Disponible en http://www.ofgem.gov.uk/MEDIA/FACTSHEETS/Documents/1/1102 factsheet0602_27feb.pdf.

Potencial y perspectivas del aprovechamiento del hidrógeno en Costa Rica



Ingeniero mecánico y consultor en energía. Miembro de Acesolar.

..... || **Juan C. Torchia**



El uso del hidrógeno como sustituto de los tradicionales combustibles fósiles es una de las tantas alternativas que se plantea Costa Rica para alcanzar la carbono-neutralidad en 2021, según el V Plan de Energía 2008-2021. René Castro, ministro de Ambiente y Energía, así lo confirma en declaraciones a *La Nación* (24-4-13), en las que manifiesta su confianza en que las exitosas investigaciones sobre uso del hidrógeno que actualmente realiza la empresa costarricense Ad Astra conduzcan al desarrollo de una tecnología limpia para la movilización terrestre. Pero una tecnología tan prometedora como la del aprovechamiento del hidrógeno, que está aún en sus etapas iniciales de desarrollo, debe resolver problemas de muy diversos tipos antes de figurar como opción dentro del panorama energético de un país. El propósito de este artículo es aclarar algunos aspectos ingenieriles claves de ella.



Volver al índice

El hidrógeno es un gas inodoro e incoloro que posee características que animan a pensar que puede constituirse en la base del sistema energético mundial en el mediano y largo plazo, cuando la producción de combustibles fósiles se encuentre decreciendo, escenario que se pronostica imperará a partir de mediados de este siglo (Goswami y Kreith, 2007). El hidrógeno, que es flexible en el sentido de que puede utilizarse como combustible o como portador de energía, es la sustancia más abundante del universo y no hay peligro de escasez.

El problema con el hidrógeno viene cuando -exceptuando un pequeño porcentaje gaseoso de él en la atmósfera- no se encuentra en estado puro debido a tener una gran afinidad con otros elementos para combinarse. De ahí que para utilizarse en ciertos equipos deberá producirse hidrógeno de alta pureza mediante procesos de separación de los compuestos que lo contienen, lo que supone el inconveniente de que hay que *gastar* energía y recursos para obtener un producto lo suficientemente puro y adecuado para su uso, esto dependiendo de la sustancia que lo contiene y su accesibilidad. Las características físicas más importantes del hidrógeno son su alta capacidad térmica, su alto poder calorífico, su baja densidad como líquido y gas y su bajo punto de ebullición.

Entre los combustibles posee el más alto poder calorífico: por kilogramo, cuatro veces mayor a la gasolina; es decir, un kilogramo de hidrógeno en

teoría podría llevar cuatro veces más lejos a un automóvil que un kilogramo de gasolina. Pero es necesario ser cautos con esta información, porque el hidrógeno gaseoso tiene una densidad de 0,08 kg/m³, o sea, es unas 14 veces más ligero que el aire (Sherif et al., 2007); por lo que un kilogramo de hidrógeno puede ocupar mucho espacio dependiendo de las condiciones de presión y temperatura a las que se encuentre. Por ejemplo, en un tanque de 50 litros, como los que se utilizan en un automóvil, a presión atmosférica y temperatura ambiente, habría aproximadamente cuatro gramos de hidrógeno gaseoso. Aumentar la masa en ese tanque de 50 litros implicaría aumentar la presión y/o reducir la temperatura, lo cual incrementaría la complejidad del sistema y los equipos.

Por otro lado, el hidrógeno líquido tiene una densidad de 71 kg/m³, o sea, unas 12 veces menor a la gasolina; de manera que en un tanque de 50 litros habría 3,5 kg de hidrógeno, lo que significaría unas tres veces menos energía que en un tanque lleno de gasolina. Resultando así evidente que la baja densidad del hidrógeno líquido perjudica la viabilidad de la tecnología en el campo del transporte terrestre, ya que se requiere tanques de mayor capacidad para alcanzar la misma energía de los combustibles tradicionales. Y, por si fuera poco, debido a su muy bajo punto de ebullición, la obtención de hidrógeno líquido requiere bajar la temperatura más allá de los -253 °C, incrementando los costos en su producción.

El hidrógeno, gaseoso o líquido, se utiliza actualmente en una variedad de aplicaciones. El líquido se ha utilizado por mucho tiempo como combustible de vehículos espaciales y cohetes. También se genera para la síntesis del amoníaco en la producción de fertilizantes cuando se combina con el nitrógeno. En la industria de la refinación del petróleo, el tratamiento del hidrógeno a alta presión, llamado hidroformulación, se utiliza para convertir el crudo en gasolinas (Hordeski, 2007).



Existen varios métodos de producción de hidrógeno (Sherif et al., 2006), pero aquí mencionaremos únicamente los más tradicionales:

1. reformado con vapor de agua (*steam water reforming*),
2. electrólisis,
3. gasificación de biomasa y
4. termoquímico.

El reformado con vapor de agua es un proceso que produce hidrógeno a partir de una mezcla de agua y un hidrocarburo, que las más de las veces es el metano del gas natural. El proceso de mezclado ocurre a altas temperaturas y presiones, de manera que los productos principales obtenidos son dióxido de carbono e hidrógeno. Este es un método suficientemente probado en la industria petroquímica, por lo que los costos son los más bajos dentro de los métodos de producción

de hidrógeno. Pero como Costa Rica no posee reservas probadas importantes de gas natural, habría que importar la materia prima, con la consecuente y poco benéfica dependencia externa para su desarrollo.

La producción de hidrógeno mediante electrólisis consiste en la separación del hidrógeno de otra sustancia, generalmente agua, mediante una corriente eléctrica producida entre dos electrodos. Se trata de uno de los métodos más caros y que, por lo mismo, aún no se encuentran en su etapa comercial. Sin embargo, existen estudios (Dincer, 2002) en los que se muestran escenarios favorables donde el hidrógeno es producido por electrólisis con equipos de energía renovable como celdas fotovoltaicas y aerogeneradores a gran escala. Se trata de un método de alta eficiencia, ampliamente probado, que no requiere condiciones extremas de presión o temperatura ni produce desechos tóxicos ni de partes móviles que produzcan desgaste por fricción en el equipo. Este método ofrece opciones interesantes para Costa Rica, ya que se podría producir hidrógeno utilizando los excedentes de electricidad generados por sus abundantes plantas hidroeléctricas.

La producción de hidrógeno utilizando biomasa consiste básicamente en dos procesos químicos: la gasificación del biomaterial y la producción de hidrógeno a partir del monóxido de carbono y el vapor de agua (*water-gas shift reaction*). Este último proceso es ampliamente utilizado en la industria petroquímica. Uno de los rubros importantes en la procura

de la carbono-neutralidad es precisamente el manejo adecuado de la biomasa residual del sector agropecuario, responsable en Costa Rica del 37 % de las emisiones de gases de efecto invernadero en 2005 (IMN, 2009). Dado que los subproductos del método de gasificación de biomasa son, en gran medida, material orgánico inerte, sería interesante conocer el impacto

que tendría la producción de hidrógeno a gran escala en las emisiones de dióxido de carbono en Costa Rica.

El método termoquímico, también llamado de disociación térmica, consiste básicamente en separar el hidrógeno mediante altas temperaturas que rompan los enlaces entre él y otros elementos con los cuales esté unido. La temperatura y, por consiguiente, la energía necesaria para la disociación dependen de las sustancias que contengan al hidrógeno. Las altas temperaturas necesarias limitan las opciones de combustibles que puedan utilizarse para la disociación, razón por la cual se han propuesto métodos como la concentración solar en hornos que pueden superar los 2.000 °C



Mariela Víquez. Instalaciones de Ad astra, Guanacaste, Costa Rica.

(Perret, 2011). Se piensa que este método de producción podría ser costeable con grandes volúmenes de hidrógeno, aunque la tecnología es inmadura. (Un resultado colateral muy dramático de la producción de hidrógeno mediante disociación térmica se pudo observar en la planta nucleoelectrónica de Fukushima durante las explosiones del 14 de marzo de 2011.)

Un sistema energético global basado en el hidrógeno deberá presentar distintos tipos de contenedores para su almacenamiento. Desde los grandes tanques a presión en centros de distribución y transferencia hasta los pequeños tanques para vehículos, todos los recipientes deberán cumplir con especificaciones para resistir, confiablemente, altas presiones

en el caso de hidrógeno comprimido, y temperaturas cercanas a -250 °C en el caso de hidrógeno líquido.

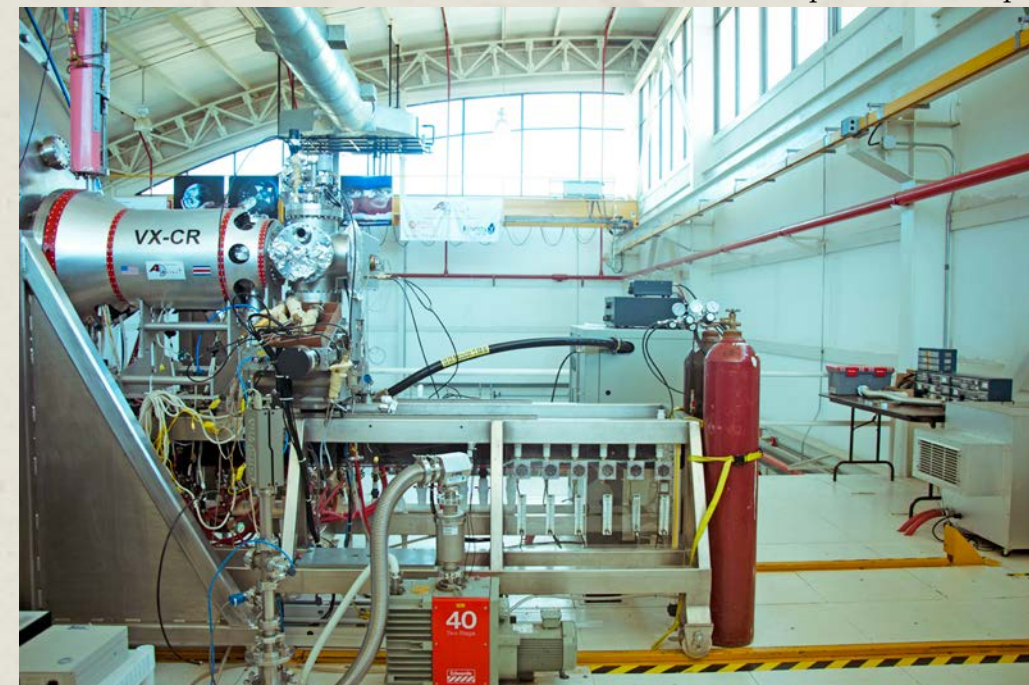
El hidrógeno está compuesto por átomos cuyo tamaño es el menor de entre todos los elementos químicos, exceptuando el helio. Por esta razón, en forma gaseosa el hidrógeno puede, con extrema facilidad, difundirse a través de paredes o membranas que se consideran impermeables, lo cual limita las opciones de materiales para su almacenamiento. Por si fuera poco, el hidrógeno tiene una gran afinidad con otros elementos para combinarse con ellos bajo ciertas condiciones de presión y temperatura, lo que implica que puede combinarse con las paredes de su recipiente modificando las características químicas y físicas de este. En contacto con los metales

puede producirse una reacción química que vuelva quebradizo el material (*hydrogen embrittlement*), afectando las características físicas del recipiente.



En un reporte de la Alianza en Energía y Ambiente con Centroamérica, de marzo de 2012, se menciona un proyecto en formulación sobre entrenamiento en tecnologías para la producción de hidrógeno (*Regional Training Technologies for Hydrogen Production*), cuya entidad ejecutora es Lageo S.A. de C.V., empresa establecida en El Salvador (<http://www.sica.int>). En la descripción del proyecto, Costa Rica aparece como país participante, junto con El Salvador pero no se provee más información.

Barrantes (2004) menciona un proyecto de plan piloto para generación de hidrógeno llevado a cabo por la Empresa de Servicios Públicos de Heredia, dando a conocer el costo tentativo de producción: 29 colones por kWh, pero en el sitio web de tal Empresa no fue posible hallar más información al respecto.



Mariela Víquez. Laboratorio en Ad astra, Guanacaste, Costa Rica.

Según el sitio web de la empresa Ad Astra, su subsidiaria AASEA (<http://www.adastrarocket.com/aarc/AASEA>) está dando pasos decisivos en la etapa de investigación y desarrollo de tecnologías relacionadas con el hidrógeno en conjunto con otras empresas, tendiendo a alcanzar una madurez tecnológica que lleve a la etapa comercial. Los proyectos emprendidos abarcan la producción mediante electrólisis con energía eólica, el almacenamiento en forma de gas comprimido y su uso en generadores portátiles. El compromiso se ha solidificado con el vínculo cooperativo establecido entre esta empresa y la Refinería Costarricense de Petróleo, el Ministerio de Ambiente y Energía y la Universidad Earth en 2012 (<http://www.costarica2050.cr/905.html>).

Debido a que aún no existe una estructura establecida para la obtención del hidrógeno, los costos globales no se sabrán con certeza sino hasta que exista un mercado maduro donde la tecnología vaya mejorando la eficiencia de los sistemas y donde la producción mejore los costos. En un país en vías de desarrollo, el establecimiento de un mercado energético sólido basado en el hidrógeno parece una meta hacia la que el camino está plagado de obstáculos y en el que se debe atender tanto lo urgente como lo importante. Es aquí donde se ha de ver la capacidad de liderazgo y el buen proceder de la gente encargada de la toma de decisiones. Un paso gigante en este sentido sería la creación de una estructura administrativa, dentro

de alguna institución pública, que se encargara exclusivamente del desarrollo del hidrógeno de manera integral. Algo así como un hipotético “instituto costarricense del hidrógeno” establecería un mensaje sólido respecto del logro al que apunta el país, renovaría el debate energético con información provista por expertos y estimularía el trabajo de investigadores, consultores, empresarios, activistas y políticos en pos de una meta común, colocando a Costa Rica a la cabeza de una ola que será una realidad en algunos años, paralelamente a todas las otras fuentes renovables de energía.

Referencias

- Barrantes, D. (2004). *Generación de energía a partir de hidrógeno*. Tesis de Bachillerato, Facultad de Ingeniería, Universidad de Costa Rica.
- Dincer, I. (2002). Technical, environmental and exergetic aspects of hydrogen energy systems. *International Journal of Hydrogen Energy* 27: 265–285.
- Goswami, Y. y Kreith, F. (2007). Global Energy System. En Goswami, Y. & Kreith, F. (eds.). *Handbook of Energy Efficiency and Renewable*. Boca Raton: CRC Press.
- Hordeski, M. F. (2007). *Alternative Fuels. The future of Hydrogen*. CRC Press. London: Taylor & Francis.
- IMN (2009). Segunda Comunicación Nacional: *Inventario Nacional de Gases con Efecto Invernadero*. San José: IMN.
- Perret, R. (2011). *Solar Thermochemical Hydrogen Production Research (STCH). Thermochemical Cycle Selection and Investment Priority*. Sandia National Laboratories Report.
- Sherif, S. A., Barbir, F., Veziroglu, T. N., Mahishi, M. y Srinivasan, S. S. (2007). Hydrogen Energy Technologies. En Goswami, Y. & Kreith, F. (eds.). *Handbook of Energy Efficiency and Renewable*. Boca Raton: CRC Press.

Cuantiosa producción sostenible de electricidad en Bagaces y Upala

Fotos de Alessandra Baltodano



(1)



(2)



(3)



(4)

Los cantones Bagaces y Upala, en el norte de Costa Rica, constituyen una región especialmente propicia para la generación de electricidad a partir de fuentes de energía renovable. Esto debido a sus características geográficas y climáticas, entre las que se destacan la cercanía del volcán Miravalles con sus acuíferos termales, el paso de los fuertes vientos alisios entre las montañas y la alta radiación solar. Así, en una pequeña área ubicada a caballo sobre el límite de esos dos cantones, están localizados cuatro proyectos de

generación eléctrica: uno hídrico, otro geotérmico, otro eólico y el último solar. Esa área mide menos de 20 km de un extremo al otro.

- (1) Volcán Miravalles.
- (2) Día soleado en las faldas del Miravalles.
- (3) Valle entre el cerro Mogote y el volcán Miravalles, por donde atraviesan los vientos alisios.
- (4) Embalse del proyecto hidroeléctrico Los Negros.

Proyecto Eólico Guanacaste

Ubicación: Mogote (Guayabo), Bagaces, Guanacaste.

Potencia: 49,5 Mw.

Turbinas: 55.

Reducción de emisiones: 90.000 t CO₂ al año, aproximadamente.

Operación: GDF SUEZ Energy Central America (el Instituto Costarricense de Electricidad lo asumirá al cabo de 20 años -en 2028-).

Aporte energético: 33 % de toda la energía eólica del país (5 % de la energía que se consume en Costa Rica es eólica, aproximadamente).

- (1) Planta receptora del Proyecto.
- (2) Subestación del Ice en el Proyecto Eólico Guanacaste.
- (3) Vista de los aerogeneradores del Proyecto.



(1)



(2)



(3)



(1)

Planta Solar Miravalles

Ubicación: Mogote (Guayabo), Bagaces, Guanacaste.

Potencia: 1,2 Mw.

Paneles fotovoltaicos: 4.300.

Reducción de emisiones: 1.200 t CO₂ al año, aproximadamente.

Operación: Instituto Costarricense de Electricidad (La construcción de esta planta fue posible gracias a una donación del Gobierno japonés.)



(2)



(3)



(4)

- (1) Detalle de panel fotovoltaico y vista del volcán Miravalles desde la planta solar.
- (2) Vista de la planta y del área de reforestación a su alrededor.
- (3 y 4) Detalles indicadores de la donación del Gobierno japonés.

Planta Hidroeléctrica Los Negros

Ubicación: Aguas Claras, Upala, Alajuela.

Potencia: 17 Mw.

Ríos aprovechados: Caño Negro, Negro, Raudales y Frijoles.

Reducción de emisiones: 37.000 t CO2 al año, aproximadamente.

Operación: Empresa de Servicios Públicos de Heredia.

- (1) Represa que desvía el caudal de los ríos Negro y Caño Negro.
- (2) Canal principal de la Planta Hidroeléctrica Los Negros.
- (3) Caudal ecológico: parte del caudal que no es desviado regresa al río.



(1)



(2)



(3)



(1)



(2)



(3)

Proyecto Geotérmico Miravalles

Ubicación: Mogote (Guayabo), Bagaces, Guanacaste.

Potencia: 142,5 Mw. (La potencia instalada de energía geotérmica en el país es de 200 Mw, y el potencial del país es de 800 Mw, pero la mayoría de los yacimientos se encuentran en áreas protegidas.)

Pozos perforados: 52.

Pozos productivos: 30.

Operación: Instituto Costarricense de Electricidad.

- (1) Pozo 1 del Proyecto Geotérmico Miravalles.
- (2) Detalle del medidor de presión del pozo 1 de la planta.
- (3) Satélite: estructura donde se separa el agua del vapor: el agua se reinyecta a la tierra, y el vapor se lleva a la planta para activar las turbinas generadoras.

Los proyectos energéticos estimulan el desarrollo de las comunidades Guayabo, Cuatro Bocas y Aguas Claras

Mejoramiento de caminos, empleos directos, obras de responsabilidad social y arrendamiento de tierras son los principales beneficios que han recibido los pobladores de la zona. Ante la conformación de este “corredor de energías renovables”, hoy se plantea la idea de crear el Museo Nacional de las Energías Renovables, que, además de incluir instalaciones donde se podría aprender sobre la generación de electricidad limpia, sería base de un proyecto para impulsar el turismo ecológico alrededor de las plantas.

- (1 y 2) La familia Chacón, residente de San Jorge de Guayabo (Bagaces), está negociando un posible arrendamiento de sus tierras a un nuevo proyecto eólico.
- (3) El camino principal de Guayabo y otras vías han sido asfaltadas a raíz de la llegada del Instituto Costarricense de Electricidad.
- (4) Los empleos directos en la operación de las plantas benefician a las comunidades.
- (5) Una de las ventajas de los proyectos eólicos es que las tierras pueden seguir siendo aprovechadas para ganadería y agricultura.



(1)



(2)



(3)



(4)



(5)



Físico e ingeniero eléctrico. Gerente de Fibrotel S.A.

Alternativas factibles, y de bajo costo, a la explotación geotérmica en el Parque Rincón de la Vieja

..... || Ricardo Trujillo ||

Es realmente inconcebible todo el esfuerzo que este Gobierno ha hecho para proteger los intereses y modelos que benefician solamente al Instituto Costarricense de Electricidad (Ice), relegando al último plano al abonado y a los múltiples sectores sociales y económicos, entre los cuales nos encontramos los ambientalistas y defensores de los parques nacionales. El último intento por favorecer dichos intereses es el proyecto de ley N° 17680, que intenta concederle al Ice potestad única para explorar y explotar el recurso geotérmico que pudiera encontrar en el subsuelo de los parques nacionales.

Ese proyecto de ley, cuyo texto y propósito son considerados inconstitucionales y violatorios de múltiples tratados internacionales, es la antítesis de la política de carbono neutralidad que ha sostenido por varios años el mismo Gobierno que impulsa el proyecto. Este está fundamentado en estudios técnicos ficticios, meramente especulativos, que dicen estimar la capacidad del recurso geotérmico nacional en suficiente vapor subterráneo como para construir plantas con 1.000 megavatios de potencia



Volver al índice



Gustavo Jiménez. Laguna fumarólica del volcán Rincón de la Vieja.

eléctrica. Tales inexistentes estudios claro que no han sido aportados a ninguna comunidad afectada ni al expediente legislativo de marras.

Parques nacionales como el Rincón de la Vieja, por su belleza escénica y su riqueza biológica, han sido calificados *patrimonio de la humanidad* no para corto plazo, sino para la eternidad. Violar su espacio físico por un capricho ministerial, o por intereses gremiales o de funcionarios sindicalizados del Ice, es a todas luces un crimen de lesa humanidad. Estados Unidos no va a usar la geotermia en torno al famoso geiser Old Faithful en el parque

Yellowstone, ni va a represar las cataratas del Niágara; tampoco Argentina y Brasil represarán la maravilla de las cataratas de Iguazú; ni China deshelerá el Everest para abastecer el desierto de Gobi; ni nosotros en Costa Rica permitiremos una intromisión geotérmica en el Parque Nacional Rincón de la Vieja.

Pero nuestra férrea oposición a la intromisión del Ice en el Rincón de la Vieja no debese considerada como intransigencia, ni terquedad ante propuestas para enfrentar las urgencias energéticas que afronta Costa Rica. Coherentemente, deseamos proponerle al país, en especial a la entidad

rectora nacional en materia energética, varias alternativas de más bajo costo, más rápida implementación y menos impacto ambiental, que debieran ser analizadas con seriedad. Ahora expondremos la primera:

Alternativa 1. Sustitución del potencial del vapor subterráneo del Parque Rincón de la Vieja por ahorro energético en alumbrado público nacional: El Ice estima que el potencial del vapor de agua a temperaturas superiores a los 200 °C que podría encontrarse bajo el Parque Rincón de la Vieja es del orden de los 35 megavatios de potencia eléctrica. Eso implica que la generación de energía anual sería de 260 gigavatios/hora, muy similar a lo que actualmente produce la planta Pailas I, en la colindancia sur de dicho Parque. (Método de cálculo: 35 x 24 x 365 x 0,85.) El costo de la obra sería del orden de los \$240 millones, y su construcción podría tardar hasta cinco años, dado el periodo de exploración previo, que implica por lo menos la perforación de 28 pozos.

La energía eléctrica en megavatios hora que se requiere para el alumbrado público nacional, de acuerdo a cifras de la Autoridad Reguladora de Servicios Públicos, en 2011 fue de 224,7 gigavatios/hora anuales; y, en 2015, la energía en alumbrado público llegará a los 260 gigavatios/hora, los mismos que produciría la planta geotérmica con vapor extraído del Parque. La mayoría de las luminarias que se emplean para ese fin son lámparas de sodio de 300 watts

de potencia. Si procediésemos a sustituir las lámparas de sodio por modernas lámparas *led* de apenas 100 watts de potencia (luminosidad de 85 lumens por watt, y color 4.500 K), para proporcionar igual o superior nivel de iluminación, entonces estaríamos ahorrándonos un 70 % de la energía que ahora a todos se nos cobra en nuestros recibos de luz. Ese ahorro sería de aproximadamente 182 gigavatios/hora anuales. Y el costo de las luminarias, unas 125.000 en total, a razón de \$200 cada una, sería apenas de \$25 millones.

Es decir, con una modesta inversión de \$25 millones en luminarias *led*, apenas un 10,5 % de lo que costaría la geotérmica, estaríamos ahorrándole al país y a los abonados nada menos que el 70 % de la energía que produciría dicha planta en el Parque Rincón de la Vieja, proceso que no llevaría mas de un año en su concreción, en vez de los cinco usuales para una geotérmica. Y, de paso, nos veríamos beneficiados con una modesta rebaja en nuestro recibo eléctrico por concepto de alumbrado público.



En un próximo artículo, explicaremos cómo podemos generar electricidad solar durante el día, y a un costo menor, para sustituir el otro 30 % de energía que desea producir el Ice mediante esa controvertida e innecesaria intromisión en un parque nacional declarado patrimonio de la humanidad.



Combo plus: despierta la generación eléctrica privada

Mauricio Álvarez

Geógrafo. Profesor en la Universidad de Costa Rica. Presidente de Fecon.



El Gobierno ha habilitado nuevamente la generación privada de electricidad, a pesar de las críticas y cuestionamientos en contra por parte del Instituto Costarricense de Electricidad (Ice), las universidades, la Procuraduría, la Autoridad Reguladora de Servicios Públicos, la Contraloría General, las comisiones legislativas, los sectores sociales y las comunidades. Para ello, realizó un proceso de selección de proyectos destinado a comprar 140 megavatios (MW) a los generadores privados, amparado en polémicas leyes (Nº 7200 y Nº 7508) que permitieron a políticos-empresarios apoderarse del 30 % del mercado de la electricidad, lo que ha contribuido al debilitamiento del Ice -y de nuestro bolsillo- en los últimos 20 años¹.

El Ice adjudicó concesiones de agua a 11 empresas privadas responsables de 5 proyectos eólicos y 6 hidroeléctricos, y habría firmado con 6 de ellas a finales de febrero de

1 Con una capacidad de generación total de 355 MW, a los generadores privados en 2011 -por ejemplo- se les pagó \$109.701.774,72 (Durán, 2013), lo que, en 20 años de contrato -en los que generarían solo un pequeño porcentaje de la energía nacional- representaría en pagos a ellos el monto del costo de la proyectada refinería china.

2013. De los 140 megavatios (MW) mencionados que el Ice comprará a los privados, 100 corresponden a proyectos eólicos y 40 a hidroeléctricos. Los eólicos con que se firmó son: proyecto Campos Azules, con la empresa Inversiones Eólicas Campos Azules S.A.; proyecto Altamira, con Inversiones Eólicas Guanacaste S.A.; proyecto Vientos de la Perla, con la empresa Vientos del Volcán S.A., y proyecto Vientos de Miramar, con Costa Rica Energy

Holding S.A. Además, se firmó con dos proyectos hidroeléctricos: El Ángel, con El Ángel S.A., y Consuelo, con Comercial Talamanca El General S.A.

Sin embargo, hoy en la Secretaría Técnica Nacional del Ambiente (Setena) hay una lista de más de nueve otros proyectos (tabla 1) presentando estudios de impacto ambiental en comunidades de todo el país (Setena, 2013).

Tabla 1. Proyectos hidroeléctricos en trámite de evaluación ambiental en Setena al 15-6-2013.

Número de expediente	Proyecto	Empresa	Ubicación
10515	PEÑAS BLANQUITAS I	HIDROELECTRICA BUENOS AIRES-HDBA S.A	Cajón, Pérez Zeledón, San José
10516	PEÑAS BLANQUITAS II	HIDROELECTRICA BUENOS AIRES-HDBA S.A	El General, Pérez Zeledón, San José
9884	TORO AMARILLO-MERCEDES	GREEN ENERGY GROUP GEG S.A.	Jiménez, Pococí, Limón
10514	DON FERNANDO	ENERGIAS RENOVABLES DEL ATLANTICO ERA S.A	Sarapiquí, Alajuela, Alajuela
9559	CAPULIN SAN PABLO	HIDROTARCOLES S.A.	San Pablo, Turrubares, San José
9070	ARRAYAN	CENTRAL HIDROELECTRICA ARRAYAN S.A.	Varablanca, Heredia, Heredia
9299	TENORIO I	HIDROELECTRICA DE MIRAVALLS H M S.A.	Palmira, Cañas, Guanacaste
9220	CHIMURRIA	HIDROCHIMURRA S.A.	Bijagua, Upala, Alajuela
9193	AGUAS ZARCAS SUPERIOR	HIDROSUR S.A.	La Palmera, San Carlos, Alajuela
8568	CONSUELO	COMERCIAL TALAMANCA EL GENERAL S.A.	Brunka, Buenos Aires, Puntarenas

Fuente: Setena, archivo digital. Los ingresos de los expedientes se dieron en el periodo 16/08/2012 - 10/05/2013. La consulta fue realizada en línea el 15-6-2013.

Al comparar este cuadro con la lista de proyectos recientemente adjudicados, encontramos que muchos están adelantándose al nuevo sistema de licitación establecido por el Gobierno, o a una eventual apertura del mercado a partir de las leyes que se encuentran en discusión en la Asamblea Legislativa. Esto porque los generadores privados tendrían apenas un año para aprobar el estudio

de impacto ambiental después de firmado el contrato, y además saben que en la mayoría de los casos habrá conflictos socio-ambientales alrededor de los proyectos.

No es de extrañar que se apuren, para que antes de terminar la actual administración gubernamental provean financiamiento para la próxima campaña electoral y paguen favores políticos, como lo denunciara en referencia a la campaña electoral de 2012 el diputado Juan Carlos Mendoza: varias empresas donaron al Partido Liberación Nacional 117 millones de colones y le compraron bonos de deuda política por un monto de 103 millones. Según la denuncia, varios de tales contribuyentes están ligados a empresas



Gino Biamonte. Planta hidroeléctrica privada, Limón.

eléctricas a nivel centroamericano con interés en privatizar el mercado eléctrico nacional. Y entre tales empresas se encuentra la de la familia Esquivel Volio, con intereses en Hidroeléctrica Río Lajas; el grupo de capital guatemalteco Campollo Codina, propietario de Catsa, e Ingenios de Azúcar Asociados, accionistas de Corporación Jeromo y Azucarera El Viejo, a su vez accionistas del Ingenio Taboga (Quirós, 2012).

Este nuevo impulso a la generación privada se dio sin una nueva Ley del Recurso Hídrico ni tampoco considerando la reforma constitucional que declara el agua de dominio público. No se consideró ningún ordenamiento ni ningún otro

mecanismo efectivo para definir el uso racional de las cuencas que se emplean para la generación eléctrica, asunto que ha provocado conflictos por el uso del agua en diversas regiones del país (Programa del Estado de la Nación, 2004).

La Universidad de Costa Rica (UCR) se ha pronunciado contra los proyectos de ley que pretenden aumentar la participación privada en detrimento del Ice, los cuales -afirma- no tienen claridad sobre los precios, ya que “en el pasado una fijación inadecuada de tarifas promovió costos de operación de la generación privada muy superiores a los estándares del Ice”; y sostiene que los pequeños proyectos privados no solucionarán en el largo plazo la demanda eléctrica, y que el país requiere de energías firmes, es decir, disponibles en toda época del año (Siles, 2011).

Mediante las leyes 7200 y 7508, se construyeron 27 proyectos hidroeléctricos privados, despertando la oposición en las comunidades y, consecuentemente, se han desencadenado conflictos. Las movilizaciones contra el *combo eléctrico* y los plebiscitos de Sarapiquí (en 2000) y Guácimo (en 2001) fueron respuestas a la cadena de 50 proyectos que se encontraban en fila para ser construidos (Ice, 2001). Y todos ellos ya lo estarían de no ser por la lucha de las comunidades campesinas de Pérez Zeledón, que presentaron un recurso de amparo y una acción de inconstitucionalidad que paralizaron todas las gestiones de las empresas de generación eléctrica por décadas, al quedarse sin la posibilidad de obtener una concesión

de aguas. Hoy, esas mismas comunidades enfrentan esos y otros proyectos hidroeléctricos nuevos (Monge, 2013).

Estos proyectos no solo causan conflictos sociales, sino que también tienen graves impactos ambientales, especialmente sobre los ríos; por ejemplo: privación del agua a otros usuarios, cambios en el caudal del río que terminan matando su vida, cabezas de agua río abajo, construcción de caminos en el bosque y deforestación del área, desvío de quebradas y desplazamiento de poblaciones y propietarios. Y lo más grave es que los instrumentos de mitigación, como los estudios de impacto ambiental, no están diseñados para prever esos efectos acumulativos y sinérgicos. Por ejemplo, hay 40 proyectos hidroeléctricos en la cuenca del río San Carlos (Astorga, 2013) y muchos más están planificados, según comentan los vecinos. A pesar de ello, ni Setena ni el Ministerio de Ambiente ejercen mecanismos legales para rechazarlos por acumulación de efectos negativos sobre el ambiente.



Con las actuales leyes de generación privada no se necesita una reforma legal para completar el porcentaje total de generación, pero los empresarios y el Gobierno insistirán en tratar de aprobar la Ley de Contingencia Eléctrica (expediente N° 18093), que aumenta la producción privada, para abrir un “mercado del gran consumidor” que entregaría a

generadores privados los grandes clientes de las cooperativas eléctricas y del Ice, y también para encontrar un portillo que permita la exportación de generación privada al mercado centroamericano, en función de lo que ya se hizo una mega inversión (\$494 millones) para la interconexión eléctrica (Siepac), calificando la exportación como “conveniencia nacional”, independientemente de quien la haga (Araya, 2012). Falta, además, ver como disimularán la entrega de la inversión del Siepac y otra infraestructura construida con fondos públicos, como se hizo con el peaje en telecomunicaciones que generó pérdidas de 300 mil millones de colones al Ice, al dejar estipulado en el TLC los peajes de interconexión a precios de “costo base” (González, 2012).

El Ice hace lo propio y asegura: “esos proyectos grandes como Reventazón y Diquís en el momento en que entren en operación producirán excedentes importantes en el sistema. A través de estos proyectos, se puede incursionar con fuerza en el mercado centroamericano haciendo contratos a mediano plazo de venta de energía, con lo cual la rentabilidad de los proyectos se beneficia enormemente” (Durán, 2013). Pero el Ice no dice que el ambiente y las comunidades correrán con la mayoría de los costos necesarios para la exportación de energía, y que las ganancias irán a trasnacionales como Unión Fenosa y Endesa, socia del proyecto Siepac, y a la banca multinacional. En este sentido, consolidar la exportación de energía podría ocasionar graves impactos

socio-ambientales y es una amenaza a la soberanía energética del país.

Este Gobierno convirtió a la transnacional española Unión Fenosa en la mayor productora de electricidad privada, al otorgarle nuevamente un proyecto (Torito, de 50 MW) aprovechando la ley 7508, hecha a la medida de las transnacionales. Sobre esto cabe preguntarse: ¿qué pasó con la investigación sobre un “premio” de 25 millones de colones recibido por el exdirectivo del Ice, José Antonio Lobo, de parte del exdiputado Gerardo Bolaños, vinculado con la adjudicación del proyecto hidroeléctrico La Joya en el 2000 a Fenosa? (Martín, 2004). Tampoco quedó claro si el “premio” tuvo algo que ver con el diseño final del proyecto, relacionado con que, en octubre de 2004, hubo un cierre por parte del Tribunal Ambiental Administrativo (expediente 96-04-TAA) pues la construcción del túnel afectaba el caudal de los acuíferos. Las comunidades de Tucurrique denunciaron que las obras de construcción de la central “estaban secando las fuentes de agua”, y se produjeron manifestaciones en contra.

Igual suerte parece correr hoy la comunidad de Peralta, en Turrialba, que se “beneficia” del proyecto de Unión Fenosa llamado el Torito S.A., en el cauce del río Reventazón. Allí, la comunidad ha denunciado sistemáticamente incumplimientos y problemas ambientales como, por ejemplo, la erosión del principal camino que da acceso al poblado; además, se teme que una crecida del río pueda



A. Baltodano. Oficinas del Instituto Costarricense de Electricidad, San Pedro, San José.

-esta última porque la empresa aparentemente habría extraído material del río sin permiso (Empresa Unión Fenosa denunciada, 2013).

También, los vecinos denunciaron que se ha incumplido con las disposiciones que dictó la Setena de arreglar caminos y generar proyectos de bienestar comunal en el informe de viabilidad ambiental. Además, a los vecinos se les prometieron empleos, proyectos co-

munes y más, a cambio de aceptar el impacto socio-ambiental del proyecto. Por la falta de cumplimiento y tras los impactos negativos, los vecinos realizaron manifestaciones y bloqueos en las calles de entrada al proyecto (Soto, 2013).

Este caso ilustra el comportamiento y la mal llamada responsabilidad social empresarial, que es caridad barata que ni siquiera se cumple. También visibiliza la falta de cumplimiento de los -de por sí débiles instrumentos de gestión socio-ambiental. Asimismo, pone en evidencia que solamente la resistencia y la organización frente a tales proyectos logra devolver algo de los millones de ganancias que las compañías gestoras se llevan a partir de nuestros bienes comunes y públicos.

Tal proyecto cuenta con *viabilidad ambiental y declaratoria de interés nacional* o licencia para cortar árboles. Incluso, a pesar de la presencia de especies vedadas, cuenta con la firma de Laura Chinchilla y el ministro de Ambiente René Castro (decreto ejecutivo 36982-Minaet). Esta licencia para destruir le permitió cortar 101 árboles y otros 100 más –sin autorización- por estar dentro del área de protección de dos importantes nacientes de agua de la zona: así lo denunciaron los vecinos y autoridades ambientales mediante tres denuncias: a Fiscalía, a Tribunal Ambiental Administrativo y a Geología y Minas del Ministerio de Ambiente

Ahora, multipliquemos el conflicto con los siguientes factores: compañías más pequeñas, con márgenes de ganancia menor, que no poseen gran capacidad técnica ni económica para gestionar el ambiente ni la relación con las comunidades, y que tampoco quieren hacer mayores inversiones. Hablamos de varios proyectos donde ya existen otros usuarios del agua –incluyendo al ser humano- y un mercado centroamericano que urge de energía más barata que el petróleo. Todo potenciado por alguna de todas las propuestas de ley que abre parcial o totalmente a la iniciativa privada la producción de electricidad. Con todos estos ingredientes obtenemos un mega-combo eléctrico plus.

Referencias

Araya, D. (2012, junio 2). Exportación de energía: ¿negocio para quién? *CRHoy*. Disponible en: <http://www.crhoy.com/exportacion-de-energia-negocio-para-quien/>

Astorga, A. (2013, abril 31). Opinión: ¿Urgirá tanto extraer energía de los parques nacionales? *CRHoy*. Disponible en: <http://www.crhoy.com/opinion-urgira-tanto-extraer-energia-de-los-parques-nacionales/>

Chacón, V. (2012, octubre 31). Pobladores de Peralta de Turrialba reclaman a Unión Fenosa por cambios en el río Reventazón. *Semanario Universidad*. Disponible en: <http://n1.semanariouniversidad.ucr.cr/index.php/component/content/article/1897-Pa%C3%ADs/7845-pobladores-de-peralta-de-turrialba-reclaman-a-union-fenosa-por-cambios-en-el-rio-reventazon.html>

Durán, Osvaldo. (2013). Energía y explotación comercial de Parques Nacionales. *Cátedra de Agenda Nacional* [Presentación]. Disponible en: <http://www.feconcr.org/doc/geotermia/universidades/osvaldo-duranTEC.pdf>

Empresa Unión Fenosa denunciada por tala ilegal de árboles en construcción de represa Torito 1. (2013, marzo 18). En *Telenoticias*. Disponible en: <http://www.teletica.com/Noticias/1697-Empresa-Union-Fenosa-denunciada-por-tala-ilegal-de-arboles-en-construccion-de-Represa-Torito-1.note.aspx>

González, M. (2012, junio 25). Estado obligó a perder €300 mil millones al ICE. *La Prensa Libre*. Disponible en: <http://www.prensalibre.cr/lpl/nacional/66085-estado-obligo-a-perder-c300-mil-millones-al-ice.html>

Instituto Costarricense de Electricidad (2001, junio). Lista de proyecto Privados con Elegibilidad y en estudio. Disponible en: http://feconcr.org/doc/Energia/Generacion%20Privada/lista_de_proyectos_privados_2.pdf

Martín, R. (2004, octubre 2). Un giro por \$82 mil es clave. *Al Día*. Disponible en: http://www.aldia.cr/ad_ee/2004/octubre/02/nacionales1.html

Monge, C. (2013, marzo 20). Proyecto eléctrico entre indecisión y nubarrones. *Pérez Zeledón.net*. Disponible en: <http://www.perezzeledon.net/9408/proyecto-electrico-entre-indecision-y-nubarrones/>

Programa Estado de la Nación. (2004). *Décimo Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible*. “Capítulo 4: Armonía con la naturaleza”. Disponible en: <http://www.estadonacion.or.cr/biblioteca-virtual/costa-rica/estado-de-la-nacion/informes-antteriores/informes-por-capitulo/informe-x/275-informe-x>

Quirós, J. (2012, agosto 14). Vinculan Empresas Eléctricas Privadas con Campaña del PLN. *Diario Extra*. Disponible en <http://anteriores.diarioextra.com/2012/agosto/14/nacionales3.php>

Setena (Secretaría Técnica Nacional Ambiental). (2013). Expedientes digitales. Disponible en: <http://www.setena.go.cr/>

Siles, Z. (2011, setiembre 9). UCR recomienda rechazar Proyecto de Ley de Contingencia Eléctrica. Consejo Universitario. Noticias. Disponible en: <http://www.cu.ucr.ac.cr/noticias/2011/nota11-31.html>

Soto, J. (2012, octubre 16). Empresa encargada de Proyecto Torito incumple disposición de la Setena. *CRHoy*. Disponible en: <http://www.crhoy.com/251897/>

Proyectos hidroeléctricos privados chocan con comunidades del Pacífico Sur por uso del agua

Mauricio Álvarez



Diez de los 60 proyectos -32 con elegibilidad vigente y 28 en trámite- que evalúa el Instituto Costarricense de Electricidad (Ice) para la generación eléctrica privada han desatado un conflicto en los cantones Pérez Zeledón y Buenos Aires, en la zona sur del país. Y es que la poca disponibilidad de fuentes de agua limpia para consumo humano está limitando nuevos desarrollos de infraestructura comercial y urbanística en ambos cantones, lo que ha venido a agravarse con la adjudicación, por parte del Ice, de los proyectos Consuelo y Monteverde II (licitación N.º 01-2012), que da a sus responsables un año para completar el estudio de impacto ambiental. Esta licitación no consideró ningún criterio de uso racional de las cuencas ni tampoco la garantía del agua para el consumo humano.

Como se ve, el Gobierno impulsa la apertura del mercado eléctrico pero no tiene interés en aprobar una nueva Ley del Recurso Hídrico ni en efectuar la reforma constitucional para que el agua sea un bien de dominio público y su acceso se considere un derecho humano.



Volver al índice

De los diez proyectos mencionados (ver mapa y tabla 1), más de la mitad incluyen dos y tres represas sobre el mismo río, lo que aumenta los posibles impactos. Ellos generarían aproximadamente 71 MW, pero, debido a que son a filo de agua y de pequeños embalses, es de esperar que en la estación seca disminuya su aporte, por lo que no resolverían el problema de fondo, que es el obligado uso del petróleo para la generación eléctrica en verano. Algunos de esos proyectos en

algún momento fueron evaluados por el Ice, pero por su previsible baja rentabilidad y/o por complejidades ambientales fue descartado su acometimiento.

Los proyectos hidroeléctricos Monteverde I y II buscan aprovechar el caudal del río Convento, causando impactos negativos a las comunidades Cristo Rey, Longo Mai y Convento, en Buenos Aires. Así, por ejemplo, un trayecto de entre cuatro y cinco kilómetros de ese río quedaría con apenas un 10 % del caudal,

Tabla 1. Proyectos hidroeléctricos privados y ríos y comunidades afectadas en Pacífico Sur.

Río afectado	Proyecto hidroeléctrico	Empresa	Comunidad	Potencial kW	Expediente Setena
Peñas Blancas y Peñas Blancas	Peñas Blancas I	Hidroeléctrica Buenos Aires-HDBA S.A.	Cajón, Pérez Zeledón, San José	8.650	D1-10515-2013
Peñas Blancas y Peñas Blancas	Peñas Blancas II	Hidroeléctrica Buenos Aires-HDBA S.A.	El General, Pérez Zeledón, San José	3.816	D1-10516-2013
Cañas	Consuelo	Comercial Talamanca El General S.A.	Brunka, Buenos Aires, Puntarenas	13.984	D1-8568-2012
Convento	Monteverde I	Hidro Monteverde Energy S.A.	Volcán, Buenos Aires, Puntarenas	2.800	D1-8653-2012
Convento	Monteverde II	Hidro Convento Energy S.A.	San Pedro, Pérez Zeledón, San José	4.966	D1-8654-2012
Chirripó Pacífico	Desarrollo Hidroeléctrico Hidrosur	Desarrollo Hidrosur de Pérez Zeledón S. A.	Rivas, Pérez Zeledón, San José	20.000	D1-11061-2013
Volcán	Altamira	Losko S.A.	Volcán, Buenos Aires, Puntarenas	4.367	aún no se presenta
Volcán	Cordoncillo I	Industrias Energéticas de Costa Rica – IECR S.A.	Volcán, Buenos Aires, Puntarenas	2.490	D1-10977-2013
Volcán	Cordoncillo II	Grupo HS Energías – GHSE S.A	Volcán, Buenos Aires, Puntarenas	3.062	D1-10978-2013
San Rafael	San Rafael	Grupo H. Solís – GHIS S.A.	San Pedro, Pérez Zeledón, San José	7.250	D1-10685-2013
Total				71.385	

Fuente: Expediente de Setena y estadísticas de generación privada al 2-5-2013 y datos de Carlos Marín y Jiri Spendlingwimmer.



Fuente: Expediente de SETENA y Estadísticas de Generación Privada al 02 de abril 2013. Colaboración de campo: Carlos Marín y Jiri Spendlingwimmer. Base cartográfica: Atlas digital 2008, ITCR
Ver mapa con detalle: <http://feconcr.org/doc/represasur/mapasur.pdf>

amenazando con quedarse totalmente seco en los meses más cálidos. Esto afectaría al Refugio Nacional de Vida Silvestre Longo Mai y constituye una amenaza al suministro de agua de varias *asadas* y de varios acueductos para consumo humano, agrícola y ganadero. Además, los vecinos señalan afectaciones al modelo consolidado de turismo rural comunitario y a

proyectos de piscicultura que usan aguas de estos ríos para su actividad (Spendlingwimmer, 10-5-13).

Estas preocupaciones fueron validadas por el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (Sinac) (oficio del 8-8-13) en un análisis de los dos proyectos¹.

1 Se puede ver el criterio completo <http://feconcr.org/doc/represasur/SINACmv.pdf>

A partir de visitas de campo, revisión de los estudios de impacto ambiental y reuniones con los encargados de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (Setena), se concluye que implicarán una deforestación de más de un kilómetro cuadrado e invasión del área de protección del río. Sinac encuentra inconsistencias entre la información presentada en ambos estudios (además, son el mismo estudio para proyectos diferentes) y lo que se encontró en el campo, evidenciándose que no cuentan con estudio hidrológico ni de afectaciones a las comunidades. Tampoco identificaron las nacientes ni las captaciones de agua para consumo humano y, como si fuera poco, la bibliografía del estudio corresponde al área de Guanacaste.

Las comunidades de Rivas, en Pérez Zeledón, agrupadas en el Comité de Defensa de los Ríos, tienen 15 años protegiendo esta área de las intenciones de construir represas (se recuerda su fuerte lucha antes y durante las manifestaciones del *combo eléctrico*). Dentro de sus acciones legales, han presentado un recurso de amparo y una acción de inconstitucionalidad que paralizaron todas las gestiones de las empresas de generación hidroeléctrica por décadas, al quedarse sin marco legal específico para obtener una concesión de agua, dejándoles como opción obtenerla directamente de la Asamblea Legislativa. La Sala Constitucional también dejó muy claro que, primero, debe existir un interés público demostrado, señalando que “es necesario planificar la instalación de este tipo de proyectos de manera que,

entre otros aspectos a considerar, se tome en cuenta que no se impida a las futuras generaciones -cuyos derechos se encuentran tutelados por el derecho de la Constitución- disfrutar del recurso hídrico y los demás recursos naturales como, por ejemplo, para la preservación de la fauna, los ecosistemas, el clima, garantizar la navegación y el disfrute escénico y artístico entre otros” (Voto 2000-10466, Sala Constitucional).

En el sector de Guadalupe de Rivas, desde 2007 existe una concesión de agua para consumo humano asignada al Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA). Pero, actualmente, el proyecto Hidrosur (www.hidrosur-pz.cr) pretende volver a imponerse y está tramitando la elegibilidad en el Ice y un estudio de impacto ambiental en Setena. Los vecinos se vienen organizando y manifestándose en contra y han hecho saber su posición en distintos momentos a la Municipalidad (Acta 150-13 del 19-3-13 y Acta 143-13 del 29-01-13). Tal proyecto tomaría agua del río Chirripó para una planta eléctrica en Guadalupe de Rivas, afectando al proyecto institucional de abastecimiento de agua potable en las áreas urbanas de los distritos San Isidro y Daniel Flores. La empresa ha intentado dividir a las comunidades ofreciendo beneficios directos y el control sobre el uso del agua. La Municipalidad ha tomado varios acuerdos en contra del proyecto y, recientemente (13 de agosto de 2013), decretó una moratoria a las represas en el cantón hasta tanto no haya una planificación y

no se consoliden los proyectos para garantizar el consumo humano, entre otros. Esta moratoria pretende ser recurrida y apelada por la empresa².

El Proyecto Hidroeléctrico Consuelo, para el que el río Cañas fue seleccionado en el concurso de adjudicación del Ice (N°01-2012), ha generado una gran oposición local y por parte de la Municipalidad respectiva, pues podría afectar el abastecimiento de agua a unos 22.000 habitantes³. Por lo que, el pasado 22 de junio, el Concejo Municipal de la Municipalidad de Buenos Aires (Acuerdo 25-2013⁴) acordó aprobar una moratoria para la construcción de proyectos hidroeléctricos privados en el cantón hasta tanto no se resuelva el conflicto con proyectos de abastecimiento de agua potable. Esto debido a la escasez actual y a que AyA y los vecinos han identificado el río Cañas como fuente potencial para el abastecimiento, por ser uno de los más limpios de la zona. Además, según denunciaron los vecinos, el proyecto afectaría el Corredor Biológico Río Cañas, y hay ya varias denuncias por deforestación en la oficina regional de Sinac.

Otros ríos, como Volcán, Peñas Blancas, Peñas Blancitas y San Rafael, también presentan varias represas sobre una misma cuenca. Esas cuencas se

caracterizan por su buen estado de conservación en las partes altas, y sus aguas son usadas para consumo humano, protección de áreas protegidas y agricultura. En las comunidades dependientes de esos ríos ya se empiezan a conformar comités de lucha contra tales proyectos; comités gestados por asociaciones de desarrollo, *asadas*, agricultores, ambientalistas y educadores.

A estos conflictos hay que sumar el desatado por el P. H. El Diquís en la misma región, y otro a unos cuantos kilómetros, en Panamá, donde indígenas y campesinos de Chiriquí y Veraguas se alzaron. También hubo graves conflictos por la imposición de las líneas eléctricas de Siepac y las de El Diquís en Los Santos (Agüero y López, 26-11-2012), configurándose un escenario socialmente explosivo, debido a la insistencia de privatizar los ríos para imponer el desarrollo hidroeléctrico sobre otros usos, como el humano, y al plan de exportar electricidad a costa de bienes colectivos estratégicos y de la soberanía comunitaria.

Referencias

- Agüero, M. y López, S. (2012, noviembre 26) Es el tramo más complejo. *La Nación*. Disponible en: http://www.nacion.com/nacional/comunidades/bSalvador-Lopezb-tramo-complejo_0_1307669227.html
- Sala Constitucional de la Corte Suprema de Justicia. Sentencia 10266 de las diez horas con diecisiete minutos del veinticuatro de noviembre del 2000.
- Spendlingwimmer, J. (2013, abril 10) Efectos de los Proyectos Hidroeléctricos Monteverde. *La Nación*. Disponible en: http://www.nacion.com/foros/Efectos-proyectos-hidroelectricos-Monteverde_0_1334666643.html



Especialista en gestión ambiental con énfasis en tecnologías limpias. Gestora de proyectos de Cegesti.

La nueva norma de gestión de energía ISO 50001

..... || **Milena Saborío**

La energía es un recurso indispensable para la ejecución de todas las actividades humanas; independientemente de la fuente que la genere, es prioritaria en el desarrollo humano. Para lograr la continuidad de ese recurso, de manera ambientalmente sostenible, hay que gestionarlo adecuadamente. Pero, en la actualidad, esto es muy problemático, tanto por la disponibilidad limitada de él como por la contaminación resultante del uso indiscriminado de las fuentes de energía no renovable.

El petróleo es la principal fuente de energía en el mundo y la primera causa de generación de gases de efecto invernadero, siendo su consumo diario de aproximadamente 85,9 millones de barriles. El Consejo Mundial de Energía prevé que, en 2030, el consumo energético en general se habrá incrementado un 45 % y la demanda de energía eléctrica un 75%, lo cual provocará el agotamiento de los recursos disponibles. El petróleo, además de no poder dar abasto para satisfacer la demanda proyectada, como primer generador de gases de efecto invernadero es el factor principal del cambio climático. Estas dos características suyas

son una razón doble para asumir urgentemente el reto de desarrollar tecnologías para el aprovechamiento de fuentes renovables, que satisfagan la demanda energética y, a la vez, no atenten contra la conservación del medio.

Lograr que la gestión de la energía sea segura, competitiva y sostenible, requiere que los Gobiernos, en conjunto con todos los sectores económicos, se comprometan a realizar esfuerzos conjuntos. El sector energético, reorientado, podría contribuir en un 56 % a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero para el 2050, como lo señala American Enterprise Institute, lo cual favorecería grandemente la lucha contra el cambio climático.

De acuerdo con la edición de *Perspectivas de la energía en el mundo* (WEO, por sus siglas en inglés), aunque el aporte de las energías renovables ha crecido, su uso no evita aún el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero, principalmente porque la demanda mundial de energía primaria ha aumentado. Como respuesta, diferentes sectores han emprendido nuevas acciones para mitigar las consecuencias ambientales y optimizar el uso de los recursos, acciones entre las que destaca la implementación del sistema de gestión ambiental ISO 14001.

La ISO 14001, que gestiona diversos aspectos ambientales prioritarios con el fin de mejorar el desempeño ambiental de una organización, tiene a la gestión de la energía como uno de sus temas más importantes y amplios por desarrollar. La norma internacional ISO 50001, en su

versión 2011, fue creada con el propósito de facilitar a las organizaciones el establecimiento de sistemas y procesos para mejorar su desempeño energético -incluyendo en esto los aspectos de eficiencia, uso y consumo de la energía- y de lograr la unificación de la terminología en el ámbito de la gestión energética. Tal norma fue preparada por el Comité de Proyecto ISO/PC 242 Gestión de la Energía.

En efecto, dicha norma pretende mejorar el desempeño ambiental de la organización mediante la implementación de un sistema de gestión de la energía: escogiendo las fuentes de energía renovables disponibles más eficientes, e investigando y detectando inconvenientes ambientales -como las emisiones de gases de efecto invernadero- para reducir costos financieros y establecer métodos de reducción de emisiones contaminantes.

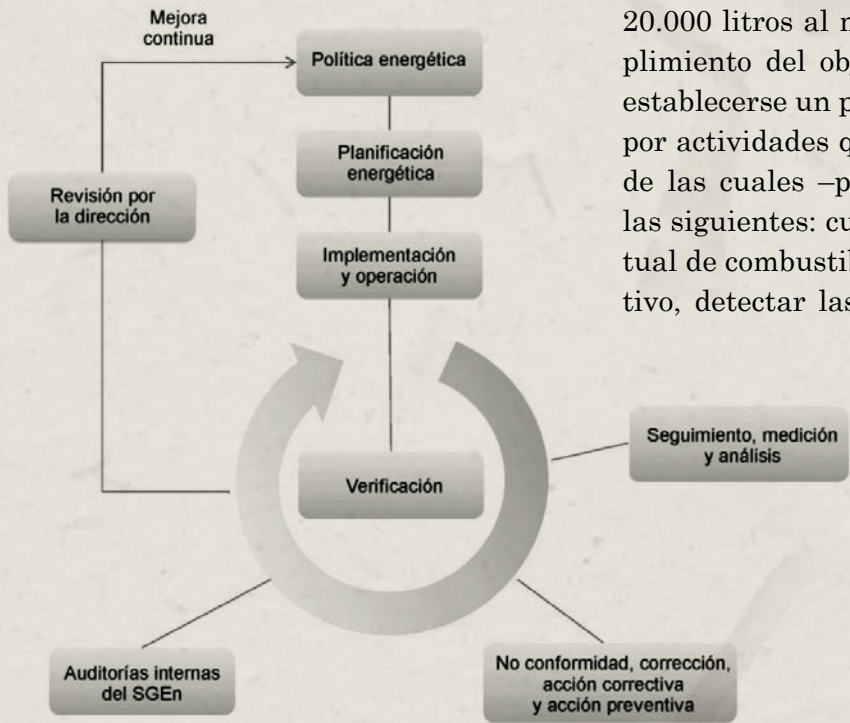
Al igual que otros sistemas de gestión, esta norma se basa en el ciclo de mejora continua, integrado por los siguientes componentes del mismo nivel jerárquico: planear > hacer > verificar > actuar. El ciclo permite que el sistema se desarrolle y mejore de manera permanente, por medio del establecimiento y consecución de objetivos y metas y de la ejecución de planes de acción, de acuerdo con los resultados que se obtienen del seguimiento y de la medición de los procesos de mejoramiento del desempeño energético.

En la norma ISO 50001 se establecen requisitos generales, como responsabilidad de la dirección, política energética, planificación de la energía,



Volver al índice

implementación y operación, verificación y revisión por parte de la dirección, bajo el siguiente esquema:



Fuente: ISO 5001:2011

Para llevar a cabo la implementación de un sistema de gestión de la energía se requiere definir una política energética, que es el compromiso de la organización para alcanzar una mejora en su desempeño. Con base en ese compromiso, se desarrollan los objetivos, las metas y los planes de acción tendientes a lograr la mejora continua en el desempeño energético, a través de los planes de medición desarrollados y los controles que se establezcan de acuerdo con su complejidad. El desarrollo del sistema de mejora podría ilustrarse considerando

-por ejemplo- una organización que deseara reducir en un 10 % el consumo de combustible en su proceso productivo en el periodo fiscal, hasta alcanzar la cifra de 20.000 litros al mes. Para lograr el cumplimiento del objetivo, debiera entonces establecerse un plan de acción compuesto por actividades que lo impacten, algunas de las cuales –por ejemplo- podrían ser las siguientes: cuantificar el consumo actual de combustible en el proceso productivo, detectar las fuentes de desperdicio de combustible, establecer la sistemática de ahorro de combustible, capacitar al personal involucrado y dar seguimiento por medio de mecanismos de control. El control del cumplimiento del plan de acción consiste, además de en la verificación de las

actividades ejecutadas según programación, en la cuantificación mensual de los consumos, lo que permite valorar el alcance de la meta.

La norma exige la identificación y el cumplimiento de los requisitos legales, y otros requerimientos, que la organización establezca relacionados con el tema energético. Los beneficios de la implementación del sistema de gestión de energía ISO 50001 se expresan ambiental y económicamente y también en la imagen de la organización. Hay ahorro energético, control



Carlos Araya. Empresa costarricense certificada como carbono-neutral.

del consumo de energía, disminución y control de las emisiones, toma de conciencia, transparencia y comunicación sobre la gestión de los recursos energéticos, reconocimiento externo de las partes interesadas, evaluación y priorización de nuevas tecnologías de eficiencia energética.

La implementación de la norma ISO 50001: 2011 en organizaciones de

todo tipo contrarresta el impacto generado por la demanda mundial de energía, al realizar una valoración de las fuentes de generación y procurar hacer más eficiente su consumo, asegurándose de cumplir con la política energética declarada y demostrando este cumplimiento a otros; además de que puede ser integrada a cualquier otro sistema de gestión ya existente.



Director y editor de las revistas *Ambientico* y *Ambientales*

Redacción y partes constitutivas de los textos científicos

Eduardo Mora



Hay por lo menos cinco grandes tipos de redacción: la ordinaria o urgente, la literaria, la periodística, la publicitaria y la -así llamada- técnica. Cada tipo de redacción tiene diversas inflexiones según quiénes sean los destinatarios específicos, el contexto en que se dará la comunicación, el medio por el que se transmitirá el texto, el contenido de este y, cómo no, las características y fines particulares del redactor o emisor. Y es frecuente, normalmente, que cada tipo de redacción se entrecruce o interseque con otro tipo, o, en otras palabras, tome prestado de otro(s).

La redacción técnica comprende la redacción científica y la científico-ingenieril. Entendiendo aquí que una ingeniería es un conjunto sistematizado de conocimientos y técnicas, originados principalmente en el ámbito de la ciencia, cuya aplicación permite la transformación y el aprovechamiento de un sector de la realidad circundante; o sea, una ingeniería permite el aprovechamiento y la transformación de determinadas “entidades” (materiales o no) constitutivas del entorno. Así, son ingenierías no solo disciplinas como -por ejemplo- la agronomía, sino también otras como -por



Volver al índice



ejemplo- el derecho y la administración. Y los documentos que todas ellas generan en su práctica cotidiana son redactados “técnicamente”: no solo los que informan de investigaciones realizadas dentro de esas disciplinas, sino también los memorándums, las actas, los edictos, los reglamentos, etcétera.

¿Es redacción técnica la que tienen los textos que, como los eclesiásticos, se basan en conocimientos, o “saberes”, precientíficos; o sea, textos cuyos contenidos han sido generados a partir de una concepción del mundo y de un modo de razonamiento que, además de ser previos al nacimiento de las ciencias modernas, son contradictorios con estas? Si estiráramos la cobertura del término “técnico”, quizás



sí podríamos considerar que los textos eclesiásticos están redactados “técnicamente”. ¿Por qué?

Porque, a pesar del enorme abismo que existe -por sus orígenes y sus fines- entre los textos científicos y los eclesiásticos, estos últimos están basados en doctrinas o “saberes” que obligan al que redacta a: (1) concebir la materia específica sobre la cual discurre de acuerdo a un prefijado y estricto paradigma epistemológico (referente a cómo se conoce) y ontológico (referente al ser de las cosas), (2) darle al texto una determinada estructura, (3) hacer ciertas referencias, (4) emplear equis sintaxis, y (5) usar un determinado léxico. O sea, la redacción de esos textos tiene similitudes importantes con la de los textos científicos,

y no con la de los “ordinarios” ni con la de los literarios ni con la de los periodísticos, en los que, si bien la redacción no está exenta de reglas, los constreñimientos son mucho menores e, incluso, las libertades en su ejercicio pueden ser reconocidas como mejoras y no como faltas.

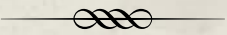
Pero la redacción técnica que aquí interesa es solo la empleada en textos científicos y afines cuya vocación es aumentar el conocimiento o, por lo menos, sistematizarlo y sintetizarlo originalmente, y no “ordenar” o administrar un campo de acción humana, para lo cual hay textos como leyes, encíclicas y manuales de uso de aparatos. Siendo, pues, la científica la redacción que aquí nos compete, examinemos brevemente los principales tipos de textos que existen en la comunicación científica (incluida la científico-ingeneril):

1. artículos científicos en sentido estricto, que comunican hallazgos de investigación empírica;
2. notas técnicas, que son exposiciones de avances o de fragmentos de una investigación;
3. notas investigativas, que son como los artículos científicos pero “disminuidos” en todo;
4. artículos basados en información principalmente primaria explicativos de un problema práctico y que plantean una solución tecnológica a este;
5. artículos basados en información principalmente primaria descriptivos de una entidad o hecho;

6. artículos basados en información principalmente secundaria explicativos de un problema teórico o práctico;
7. artículos basados en información secundaria descriptivos de un hecho o entidad;
8. artículos, y textos más extensos en forma de libro, que sintetizan las principales y más actuales interpretaciones e informaciones sobre un tema y evalúan el avance del conocimiento respectivo;
9. proyectos de investigación (incluidos los de tesis);
10. informes finales de investigación (incluidas las tesis) y subordinadamente informes parciales.

Hay otros tipos de textos en los que se observa algunos rasgos de redacción científica, como el representado por los resúmenes de ponencias en congresos y también el representado por las reseñas de libros en revistas científicas. Pero estos aquí no se toman en cuenta porque, rigurosamente, pueden considerarse periféricos o subsidiarios de los textos científicos. En contraste y en las antípodas de esos, están los recién aludidos artículos científicos en sentido estricto, que destacan por su incomparable relevancia en las ciencias, constituyéndose en hitos en su desarrollo. Estos artículos, que son juzgados por pares (“pares científicos”) para decidir su publicación en revistas científicas, tienen una estructura que no es adoptada rígidamente por los otros tipos de textos afines, ni por los no-artículos como el proyecto de

investigación y el informe de investigación, pero cuya lógica sí es respetada –más o menos- por todos ellos.



La estructura del artículo científico estricto está caracterizada por la presencia en él de las siguientes partes:

1. Resumen
2. Introducción
3. Materiales y métodos -o Metodología-
4. Resultados
5. Discusión -y a veces, además, Conclusiones-
6. Literatura citada -o Referencias-

Estas partes se enlazan siguiendo el orden señalado, dándole su consistencia al artículo. En los otros tipos de textos científicos, que siguen la misma lógica estructural, también se distingue una sucesión de partes que son más o menos correspondientes a las del artículo científico estricto: a veces falta alguna, o hay dos fundidas, o el carácter de una parte es un poco distinto al de la correspondiente en el artículo científico, etc. Esas son las partes del artículo consideradas principales.

Además de las partes principales del artículo, que son definitorias de su estructura, hay otras que son secundarias. Muchas de estas, como el título, se pueden encontrar en todos los textos científicos, y algunas otras de esas secundarias, como el prólogo, están presentes solo en algunos textos de esa índole.

A continuación, se listan y caracterizan tanto las partes secundarias constitutivas de los textos científicos como las principales recién mencionadas:

Autoría:

- Quienes figuren como autores del texto deben haber participado en por lo menos dos etapas de las cuatro principales que constituyen el proceso de trabajo que concluyó con la elaboración de aquel. Tales etapas gruesamente son: planificación del estudio, acopio de la información, ordenamiento e interpretación de los resultados y preparación del texto.

Título:

- Este describe el contenido del texto e, incluso, puede informar de los principales resultados.
- No debiera tener más de 20 palabras.
- No debe contener siglas ni abreviaturas.

Resumen:

- Es autosuficiente respecto del texto.
- Sintetiza lo principal de lo dicho en todas las partes (menos la de Referencias). Respecto de las conclusiones, puede limitarse a indicar de qué tratan o puede explicitar en qué consisten.

- No debe constar de más de un párrafo.
- Carece de citas.
- Carece de siglas y abreviaturas.
- No debiera sobrepasar las 200 palabras (si el texto es muy extenso, como un libro, podría ser del doble de palabras).
- Es redactado en pretérito.

Palabras clave:

- Son palabras sueltas o frases cortas (v. g.: erosión, uso del suelo...).
- Dan cuenta de los principales contenidos o temas tratados en el texto.
- Su número, que suele ser fijado por cada revista, oscila entre 4 y 8.

(Tabla de) Contenido:

- Esta sección no es propia de artículos pero sí de textos independientes, como informes de investigación y libros.
- Es el listado de (sub) títulos internos.
- En la tabla de Contenido figuran (como títulos internos) los índices, el Prólogo, el Resumen y el eventual Glosario. Pero el señalamiento de las páginas en que están los índices, el Prólogo y el Resumen no es con números arábigos sino con romanos, pues se considera que, en tanto tales,

esas secciones no son partes del texto. La Introducción, que sí es parte del texto, va indicada con números arábigos.

Índices:

- Esta sección no es propia de artículos pero sí de textos independientes, como informes de investigación y libros.
- El Índice de figuras, el Índice de tablas, el Índice de apéndices y Índice de anexos se sitúan antes del texto propiamente dicho, pero enseguida del Resumen. Los normalmente voluminosos Índice de autores citados, e Índice de materias tratadas (no confundir este con la tabla de Contenido), suelen ubicarse después del final del texto.

Prólogo:

- Esta sección no es propia de artículos pero sí de textos independientes, como informes de investigación y libros.
- Trata de la razón de ser del estudio del que da cuenta el texto (motivación, fines prácticos...), o de su relación con trabajos afines, o del mismo autor, o de la razón de ser del texto en sí mismo.
- Puede ser redactado por el autor o por alguien prominente en algún ámbito relacionado

con el texto (la materia tratada, el fin que se le dará al estudio, etc.). Si el autor del prólogo no es el autor del texto, aquel en el prólogo comúnmente presenta al autor y al texto.

Introducción:

- Partes de la Introducción:
 1. Tema general, delineando el campo que cubrió el estudio.
 2. Importancia del estudio (resulta ser una justificación).
 3. Objetivos a los que apuntó el estudio y/o planteamiento del problema de investigación (o podrían ir en sección aparte, antes de Metodología).
 4. Antecedentes cognitivos o teóricos (si son extensos van en sección aparte llamada Revisión bibliográfica, o Marco teórico, o equivalente).
 5. Explicitación del modo o estructura de la exposición (en muchos casos es innecesaria y sobrante).
- Extensión: entre 3 y 10 párrafos, en un artículo corto; en tesis y libros, un capítulo.
- Es autosuficiente respecto del texto.

Marco teórico –o Revisión de literatura, o equivalente-:

- Esta sección existe si los antecedentes teóricos, debido a su extensión, no fueron ya dados en la Introducción.
- En esta sección se expone resumidamente los antecedentes teóricos referentes a la materia concreta que se estudió; o sea, el conocimiento que, previamente constituido, sirvió de fundamento al estudio del que da cuenta el texto.
- Se reconoce y menciona las fuentes de ese conocimiento antecedente resumido.
- Los antecedentes teóricos no pueden ser contradictorios entre sí. En caso de haber disonancias, estas deben ser reconocidas y justificarse su presencia.

Objetivos:

- Cabe distinguir entre objetivos internos y externos. Los primeros se refieren al conocimiento que la investigación persigue (por ejemplo, determinar el mecanismo de avance de una plaga); los segundos a los efectos prácticos que el uso del conocimiento logrado podría tener (por ejemplo, la erradicación de la plaga gracias al uso del conocimiento logrado).

- Hay objetivos generales y específicos. Cada específico se subordina a un general; a cada general le corresponde siempre más de un específico; pero puede haber objetivos generales sin correspondientes objetivos específicos. El alcance de los objetivos específicos correspondientes a un general son la base del alcance del general (la *integración* de los conocimientos correspondientes al alcance de los objetivos específicos constituye el alcance del objetivo general).

Metodología -o Materiales y métodos-:

- Explicación detallada de qué información se recogió, dónde se recogió, cómo se recogió (a través de qué técnicas o procedimientos), cuándo se recogió y cómo se procesó.
- Suele ser atinado explicitar etapas de trabajo, metas y actividades, relacionándolas con los objetivos.
- Se redacta en tiempo pasado, porque lo que se expone ya se hizo.

Resultados:

- Sección siempre presente, con ese nombre, en los artículos científicos estrictos, pero no solo en ellos. En algunos, esta sección va fundida con la de Discusión (“Resultados y discusión”).

- Exposición sistematizada de los datos con que se cuenta como producto de la investigación, pero aún no se les interpreta.
- Se redacta en pretérito.

Discusión:

- Sección típica de los artículos científicos estrictos. Como se dijo, a veces va fundida con la sección de Resultados.
- En esta sección se interpreta los resultados, y eso se ve a la luz de, o se contrasta con, lo arrojado por otras investigaciones afines o paralelas.

Conclusiones -o Conclusiones y recomendaciones (si estas fueran importantes)-:

- Esta sección existe, con ese título, tanto en textos que no cuentan con las secciones de Resultados y Discusión como, más raramente, en los que sí cuentan con ellas (ver abajo).
- En esta sección se sintetizan o compendian los resultados, que se han expuesto antes, y se explican y evalúan a la luz de lo arrojado por otras investigaciones.
- En los estrictos artículos científicos suele prescindirse de esta sección; en ellos, su papel es desempeñado por las secciones Resultados y Discusión.

- En los artículos científicos donde las conclusiones son muy extensas y complejas, es pertinente colocar una sección titulada Conclusiones enseguida de la sección llamada Discusión, para, precisamente, resumir y presentar concentradamente en ella las conclusiones.

Referencias –o Literatura citada, o Bibliografía-:

- En la sección Referencias –o Literatura citada- se listan, en orden alfabético según el primer apellido de cada autor, todos los documentos escritos mencionados en el texto.
- Cuando la sección, en vez de Referencias, se titula Bibliografía, en ella se listan todos los documentos escritos consultados aunque no hayan sido citados en el texto.

Notas a pie de página -o al final del capítulo, o del texto-:

- Estas son para comentar y/o ampliar hechos expuestos, conceptos o teorías y/o autores.
- Para definiciones técnicas y/o terminológicas que no caben entre paréntesis.

Apéndices:

- Son materiales de diversos tipos no imprescindibles para la

comprensión del texto, sino de complemento o refuerzo.

- Se colocan después de acabado el texto.
- Son elaborados por el mismo autor del texto.
- Se les presenta según orden de mención en el texto.

Anexos:

- Son materiales diversos que sirven para la mejor comprensión del texto, ampliando o enfatizando, pero adicionales.
- No son elaborados por el autor del texto.
- Se les presenta según orden de mención en el texto.
- Se colocan después de acabado el texto.

Glosario:

- Se trata de la explicación de términos técnicos, palabras extranjeras y/o conceptos nuevos.
- Se sitúa luego de acabado el texto.

Recursos gráficos y señalización y guías para el lector:

- Para la mejor comprensión del texto, frecuentemente son necesarios los apoyos gráficos: cuadros, figuras y, en general, imágenes. Deben usarse solo en caso de necesidad y no por adorno.

- La lectura y la comprensión son también facilitados por:
 1. Listados de numerosos elementos del mismo orden.
 2. Recuadros con contenidos concebidos como complementarios al texto, no necesarios para la comprensión de este..
 3. Subtitulación.
 4. Diversos tipos de letra.
 5. Remisión a otras partes del texto.
- 3. Las meras opiniones tienen que ser muy escasas o inexistentes, y quedar separadas de lo sustancial, que es la exposición de hechos y de juicios basados en hechos.
- 4. Hay que excluir lo irrelevante, que es lo que no obedece a los objetivos planteados ni a los previstos intereses de los lectores.
- 5. Conviene usar la voz impersonal, que acentúa el tono de objetividad, pero debe considerarse que el empleo de la primera persona del singular le da vida al escrito y atrae al eventual lector.
- 6. La exposición debe ser con correcta sintaxis, conceptualmente precisa, concisa (con ahorro de palabras), con léxico tan sencillo como lo permita el tema y con buenos modales (sin ofensas ni descalificaciones gratuitas).
- 7. El texto debe atraer desde el inicio: que, sin perder rigurosidad, los párrafo(s) introductorio(s) (del texto en general y de cada capítulo o sección) conecten con los intereses del lector potencial.
- 8. Desde el inicio, el texto debe tener un orden perceptible que dé credibilidad al escrito y sentimiento de seguridad al lector.
- 9. En cada sección o capítulo debiera haber un párrafo introductorio y otro recapitulador.
- 10. El texto ha de avanzar sin vaivenes: las ideas deben estar secuenciadas, avanzando y no entremezcladas.



Además de que las partes principales y secundarias sean presentadas correctamente en los textos científicos, el editor de estos recomienda atender algunos principios básicos generales:

1. Antes de iniciar la redacción, debe de haberse concluido el estudio del cual se va a dar cuenta, haberse sistematizado conceptualmente todo el proceso de investigación y tenerse claros y ordenados los resultados y las conclusiones.
2. Al igual que en el proceso de investigación, en el de redacción ha de imperar y evidenciarse una actitud lo más objetiva posible. Las argumentaciones deben tener como eje la demostración empírica y no valoraciones ni juicios de autoridad.