



XXVIII Seminario Anual  
SIICE

Evolución del Grupo ICE ante los desafíos del entorno

# **ENERGIAS ALTERNATIVAS**

Javier Orozco Canossa

4 de diciembre 2015

# QUE SON LAS ENERGIAS ALTERNATIVAS?

- Fuentes alternativas
- Fuentes no convencionales
- Fuentes nuevas
- Fuentes renovables
- Fuentes limpias



Se refieren a fuentes que no se explotan económicamente en forma masiva en un cierto momento y lugar. Normalmente asociadas a recursos naturales renovables

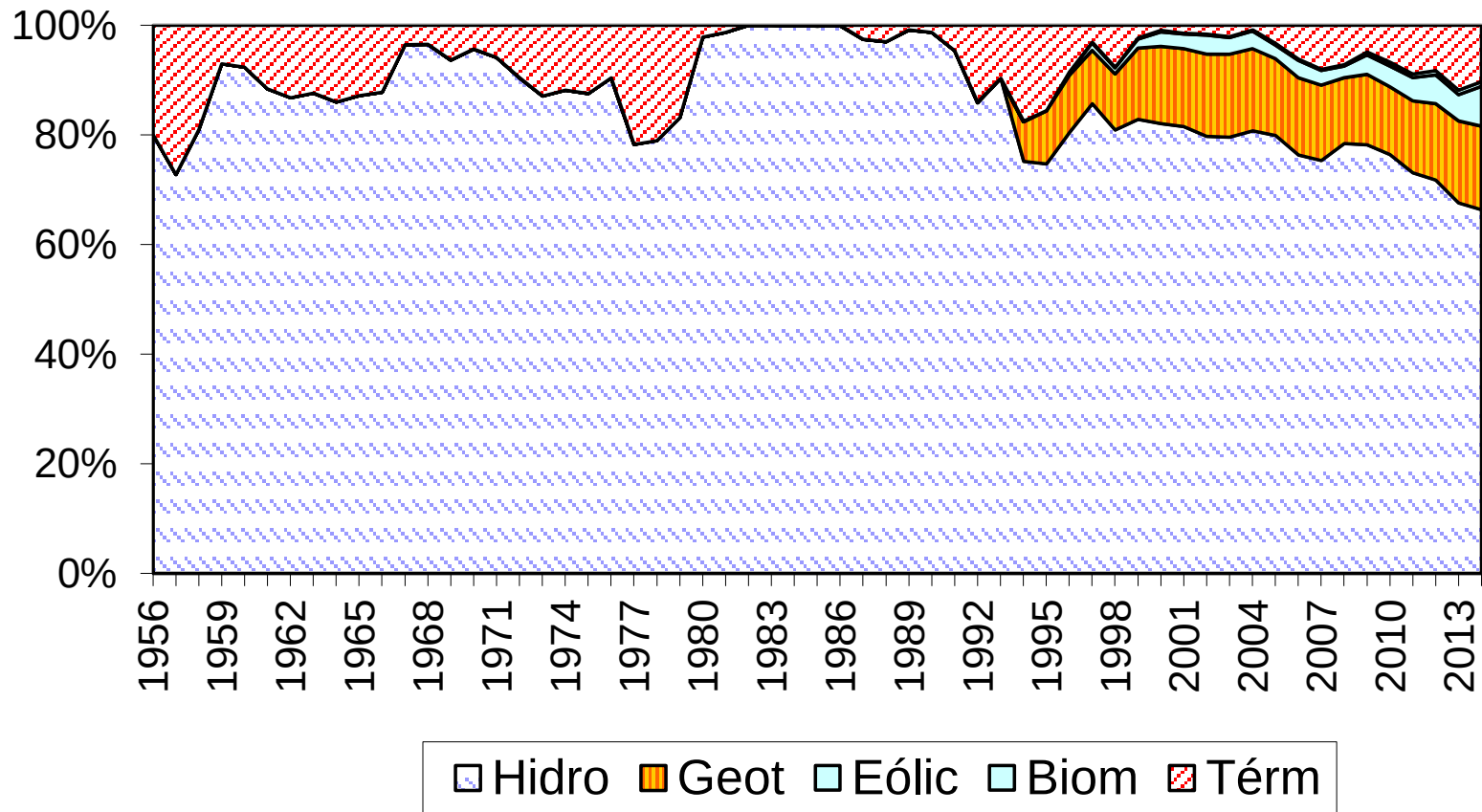
Alternativa al consumo térmico convencional

# QUE CARACTERISTICAS GENERALES TIENEN LAS FUENTES RENOVABLES?

- **Costo**
  - Alto en inversión
  - Bajo en operación
  - Independiente de la operación
- **Preparación**
  - Requiere estudios previos importantes
- **Producción**
  - Variable y estocástica
- **Ambiente**
  - Normalmente amigables con el ambiente
  - Producen pocas emisiones de CO<sub>2</sub>
  - Son compatibles con el concepto de desarrollo sostenible

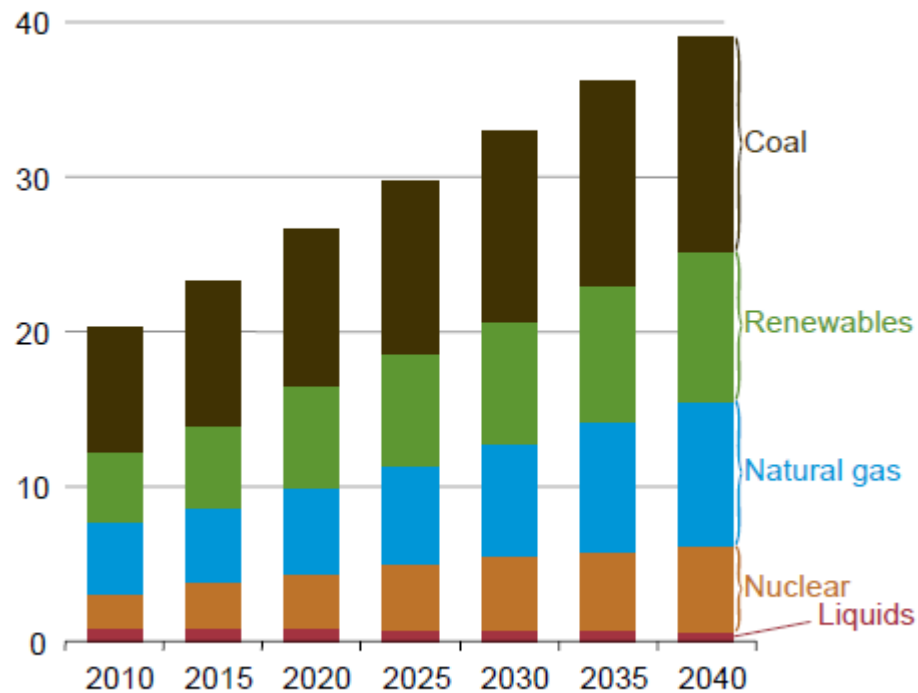
# RENOVABLES Y COSTA RICA

## Generación Histórica por Fuente



# RENOVABLES EN EL MUNDO

Figure 83. World net electricity generation by fuel, 2010-2040 (trillion kilowatthours)



International Energy Outlook 2013

# CREACION DEL ICE

Decreto-Ley No.449 del 8 abril 1949

**Artículo 2º.- Las finalidades del Instituto**, hacia la consecución de las cuales se dirigirán todos sus esfuerzos y programas de trabajo, serán las siguientes:

a) Dar solución pronta y eficaz a la escasez de fuerza eléctrica en la Nación, cuando ella exista, y procurar que haya en todo momento energía disponible para satisfacer la demanda normal y para impulsar el desarrollo de nuevas industrias, el uso de la electricidad en las regiones rurales y su mayor consumo doméstico.

Las principales gestiones del Instituto se encaminarán a llenar este objetivo, usando para ello todos los medios técnicos, legales y financieros necesarios, y su programa básico de trabajo será el de **construcción de nuevas plantas de energía hidroeléctrica** y de redes de distribución de la misma. Esta tarea será llevada a cabo dentro de los límites de las inversiones económicamente justificables.

b) Unificar los esfuerzos separados que actualmente se hacen para satisfacer la necesidad de energía eléctrica, mediante procedimientos técnicos que aseguren el mejor rendimiento de los aprovechamientos de energía y sus sistemas de distribución.

c) Promover el desarrollo industrial y la mayor producción nacional haciendo posible el uso preferencial de la energía eléctrica como fuente de fuerza motriz y de calefacción, y ayudando por medio de asesoramiento y de la **investigación tecnológica al mejor conocimiento y explotación de las fuentes de riqueza** del país.

d) **Procurar la utilización racional de los recursos naturales** y terminar con la explotación destructiva y desperdiciada de los mismos. En especial tratará de promover el uso doméstico de la electricidad para calefacción en sustitución de los combustibles obtenidos de los bosques nacionales y de combustibles importados, e impulsará el uso de la madera como materia prima industrial.

e) **Conservar y defender los recursos hidráulicos del país, protegiendo las cuencas, las fuentes y los cauces de los ríos y corrientes de agua**, tarea en que deberán ayudar al Servicio Nacional de Electricidad y los Ministerios de Agricultura y Obras Públicas, por medio de un programa de cooperación mutua.

# ELECTRICIDAD, RENOVABLES E INNOVACION

- **Hidroelectricidad**

- Reventazón

- **Geotermia**

- Actualmente solo 80 países tienen plantas o proyectos geotérmicos

- **Eólico**

- Primera planta en Latinoamérica

- **Bagazo**

- Aprovechamiento de la biomasa residual de agroindustria

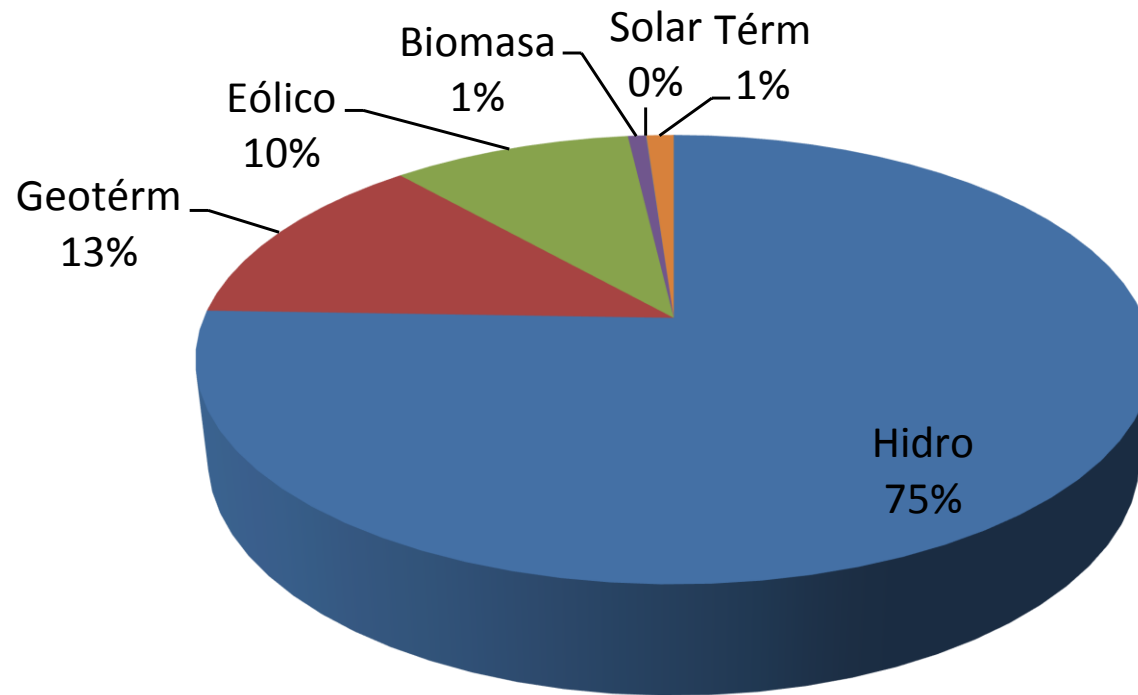
- **Solar**

- Introducción del solar fotovoltaico en granjas y distribuido

- **Biogás**

- Estímulo para el aprovechamiento de residuos biomásicos

## Generación ene-nov 2015



# RECONOCIMIENTO INTERNACIONAL

- Pequeño país que invirtió en educación
- Democracia estable
- Abolición del ejercito
- Protección de áreas silvestres
- Biodiversidad
- **Matriz de producción eléctrica**

# GEO

VOIR LE MONDE AUTREMENT



**FLEUVE  
COLORADO  
LE MIROIR DE  
NOS EXCÈS**



125 ANNÉES  
DE L'ANNÉE  
2015

MEILLEURE  
ENQUÊTE

N° 442 DÉCEMBRE 2015

WWW.GEO.IT

# Costa Rica

LE PAYS DE L'ANNÉE

UN  
NUMERO  
**100%**  
NATURE



M 01588-442-F 5,50 € - RD



**Arbres**  
DES CENTENAIRES,  
TRÉSORS DE BIODIVERSITÉ

**CES HÉROS  
ANONYMES  
QUI  
SAUVENT  
LA PLANÈTE**



**En photo**  
L'IMPACT SÉDÉRANT DE  
L'HOMME SUR LA TERRE



NACIONAL | NOTICIA

## **Costa Rica se pone como ejemplo en COP21 de París por uso de energías renovables**

EFE París - Lunes 30 de noviembre de 2015 a las 05:19 p.m.

La vicepresidenta de Costa Rica, Ana Helena Chacón Echeverría, puso este lunes a nuestro país como ejemplo de la transición energética en la jornada inaugural de la cumbre del clima de París, ya que logra producir el 100% de su electricidad con energías renovables ...



**1/6 Territoires et climat** Le pays produit la quasi-totalité de son courant à partir de l'hydraulique, de la géothermie et de l'éolien. Mais l'équilibre entre respect de l'environnement et développement économique se révèle parfois complexe

**1/6 Territoires et climat** Le pays produit la quasi-totalité de son courant à partir de l'hydraulique, de la géothermie et de l'éolien. Mais l'équilibre entre respect de l'environnement et développement économique se révèle parfois complexe



## Au Costa Rica, 98,7 % de l'électricité produite est « verte »

À 2 400 mètres d'altitude sur la cime du Montecristo, au nord-ouest du Costa Rica, des dizaines d'éoliennes fendent l'air dans un bourdonnement lancinant. En contrebas, le lac d'Arenal s'étend à l'infini dans la vallée. Au loin, trois volcans trônent au milieu d'une végétation luxuriante. Cet écran de verdure est au cœur du mix énergétique propre de ce petit pays de cinq millions d'habitants qui rêve de devenir la première nation neutre en CO<sub>2</sub> à l'horizon 2021.

« De janvier à octobre, nous avons produit 98,7 % de notre électricité à partir d'énergies renouvelables », se félicite Elbert Duran, directeur de la communication de l'Institut costaricain d'électricité (ICE).

L'année prochaine, le pays prévoit d'atteindre 100 % d'électricité verte. Au volant de son 4x4 (pas électrique, lui), M. Duran longe le lac et le barrage Arenal. Avec une capacité de stockage de 2,5 milliards de mètres cubes, c'est la plus grande réserve d'eau artificielle d'Amérique centrale. La route est sinueuse. Les forêts et les pâturages déclinent toute la palette des verts.



La ferme solaire Miravalles, au Costa Rica. RODRIGO ARANGUA/AFP

### Diversifier la production d'énergies propres

Plus bas, trois usines hydroélectriques, construites en cascade sur 1 500 mètres de dénivelé, totalisent une capacité de plus de 360 mégawatts (MW). « L'hydraulique est la première source d'électricité du pays, situé dans une zone tropicale très pluvieuse, commente M. Duran. Mais le réchauffement climatique et le phénomène météorologique d'El Niño menacent la régularité des pluies. Pour éviter de recourir aux combustibles fossiles polluants, l'ICE a dû diversifier sa production d'énergies propres. »

Le 4x4 traverse la ville de Tilarán, dont le nom vient du mot *tilawa*, qui signifie en langue indienne, « le lieu de la pluie et du vent ». Dans les hauteurs, les bourrasques atteignent plus de 100 km/h. « Dès les années 1980, le pays a été pionnier en Amérique latine dans la recherche en énergie éolienne. » Le Costa Rica compte neuf parcs éoliens et prévoit d'en construire huit autres d'ici à 2017. Le vent est la troisième source d'énergie électrique, après la vapeur des entrailles de la terre.

À 70 km au nord-ouest de Tilarán, d'énormes colonnes de fumée blanche s'échappent des cinq usines du champ géothermique de Miravalles, disséminées sur les flancs boisés du volcan éponyme. Une légère odeur de soufre plane sur cet immense site de 42 km de tuyaux qui relient les turbines aux 25 puits de production, forés à plus de 1 600 mètres de profondeur. « L'eau chaude et la vapeur génèrent 163,5 MW d'électricité », commente Eddy Sanchez, directeur du centre de ressources géothermiques de l'ICE.

Juste à côté de l'usine Miravalles III, 4 300 panneaux photovoltaïques scintillent au soleil. Sur 22 000 m<sup>2</sup>, leur capacité est de 1 MW. « Cette usine expérimentale nous a été offerte par le gouvernement japonais », souligne M. Sanchez. Solaire, hydraulique, éolien, géothermie... Les centrales sont toutes reliées au Centre de contrôle de l'énergie (Cence), situé à San José, la capitale.

### Défi de poids

Ce lieu stratégique gère le réseau électrique national. Face à des écrans géants, son directeur, Salvador Lopez, joue aux chefs d'orchestre. « Il s'agit de combiner nos différentes sources d'énergies propres pour assurer la stabilité du système sans utiliser de combustibles fossiles. » Le mix énergétique de l'ICE est de plus en plus vert. Les centrales thermiques fournissaient en 2014 10,4 % des besoins électriques du pays. Elles n'en fourniront plus aucun en 2016 à condition que l'ICE remporte son pari.

# PERIODICOS Y REVISTAS EN EL MUNDO



# PUBLICACIONES ESPECIALIZADAS EN EL MUNDO



# PERIODICOS EN COSTA RICA

•



Imprimir

Enviar

## ICE enciende planta térmica pese a tener embalses llenos

POR IRELA FORNAGUERA O. / irela.fornaguera@nacion.com - Actualizado el 22 de abril de 2015 a: 12:00 a.m.

- Entidad alega que producción eléctrica renovable se tornó insuficiente
- Impacto de la medida podría verse en tarifas de luz a partir de julio



“ El Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) encendió sus plantas térmicas para generar energía, a pesar de que sus cuatro embalses registran niveles de agua superiores a los proyectados para la época.

La entidad recurre a la quema de combustibles fósiles (la fuente más costosa y contaminante) tras haber logrado evitarla durante 86 días: del 22 de diciembre del 2014 al 17 de marzo del 2015. En ese periodo, **la generación se cubrió casi en un 100% mediante recursos limpios.**

Ese récord “renovable” dio un vuelco el 18 de marzo. A partir de entonces, el país recurre a plantas térmicas de “manera constante”, según Juan Quesada, intendente de Energía de la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (Aresep). ”

ARESEP  
ENERGÍAS RENOVABLES  
PLANTAS TÉRMICAS

... para generar energía,  
... superiores a los proyectados para la

... a la quema de combustibles fósiles (la fuente más costosa y contaminante) tras haber logrado evitarla durante 86 días: del 22 de diciembre del 2014 al 17 de marzo del 2015. En ese periodo, **la generación se cubrió casi en un 100% mediante recursos limpios.**

Ese récord “renovable” dio un vuelco el 18 de marzo. A partir de entonces, el país recurre a plantas térmicas de “manera constante”, según Juan Quesada, intendente de Energía de la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (Aresep).

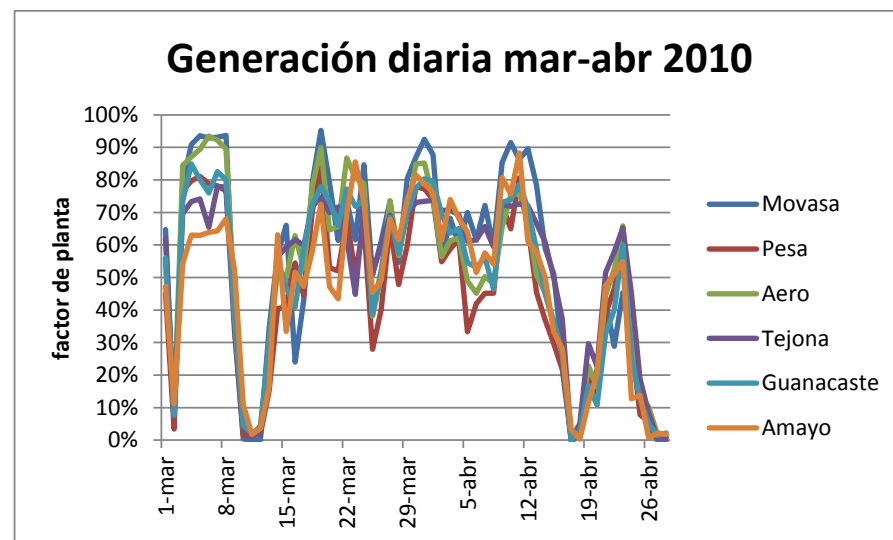
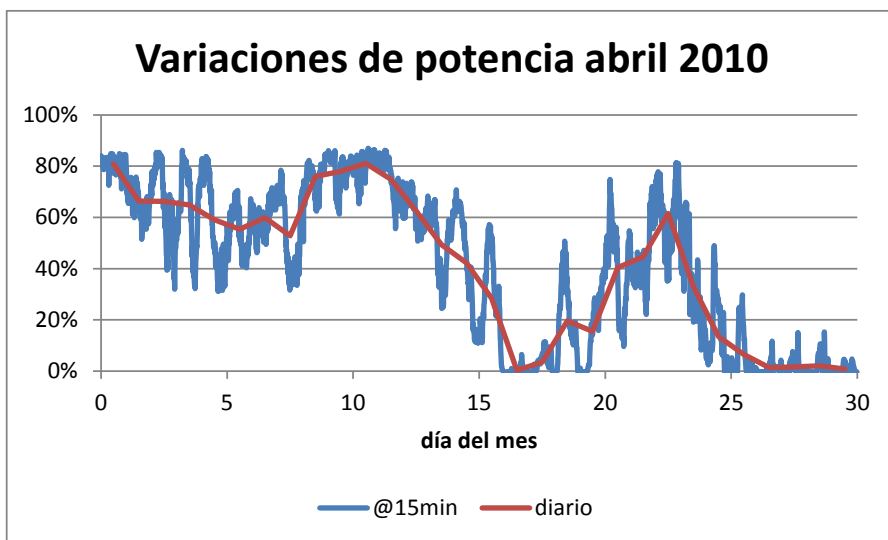
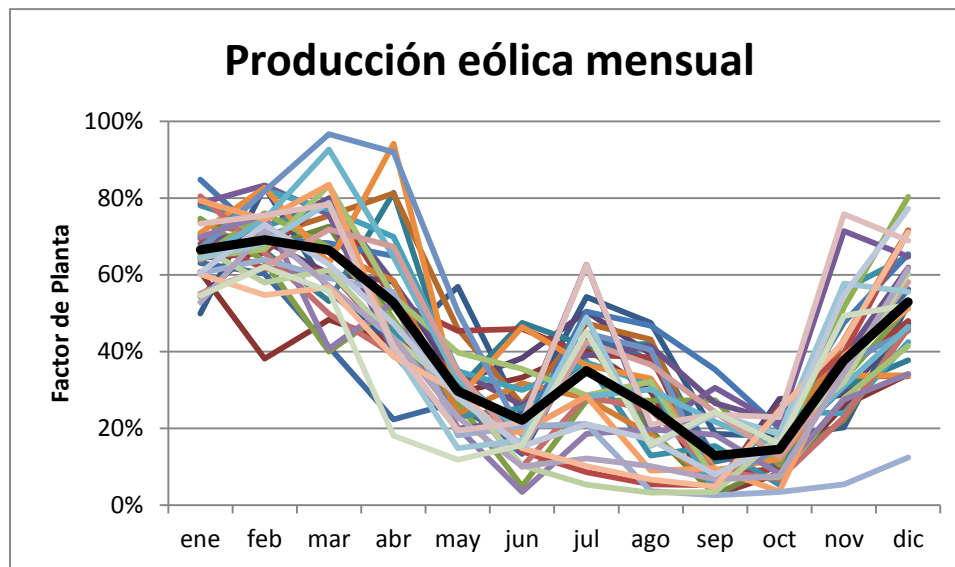
# **RAZONES PARA IMPULSAR NUEVAS FUENTES ALTERNATIVAS**

- Política ambiental
- Política energética
- Diversificación de las fuentes y de los riesgos
- Reducción de costos

# PLAN DE DESARROLLO DE FUENTES NO CONVENCIONALES

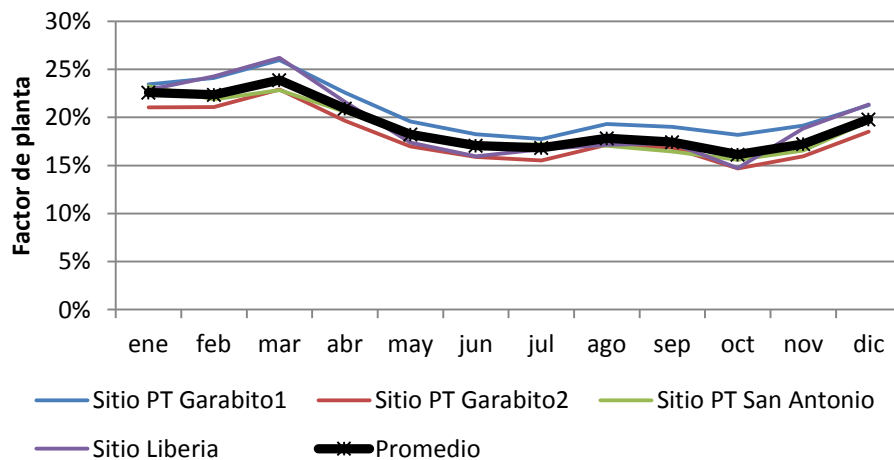


# EOLICA

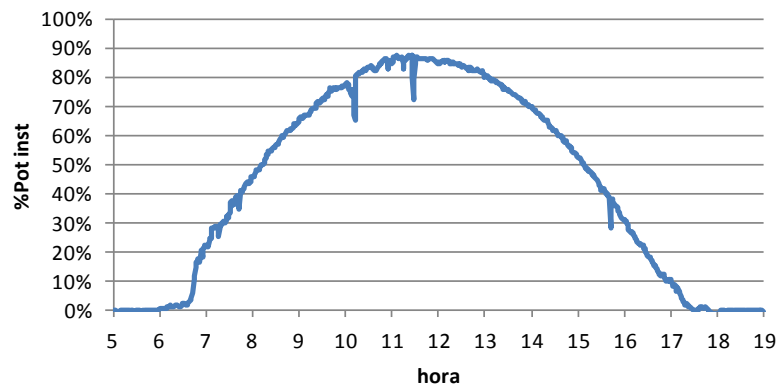


# SOLAR

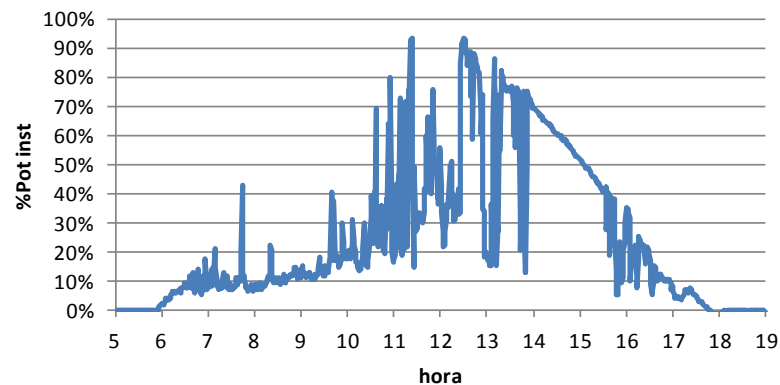
## Producción solar promedio mensual



## Potencia @minuto (2 abr 2013)



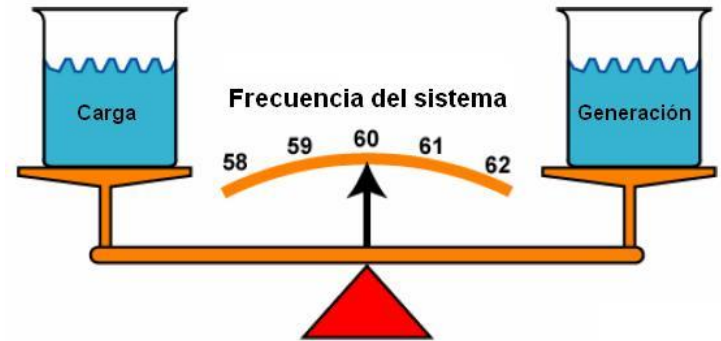
## Potencia @minuto (6 abr 2013)



# EL PROBLEMA DEL OPERADOR

## Instalación prevista en el corto plazo:

Eólico > 320 MW  
Solar > 6 MW en centrales y +5 MW distribuidos



1

El Operador del sistema necesita recursos flexibles **ADICIONALES** para contrarrestar el efecto combinado de la variabilidad de la carga y la generación

2

El costo de una fuente variable es su costo directo **MAS** el costo de los recursos adicionales de regulación

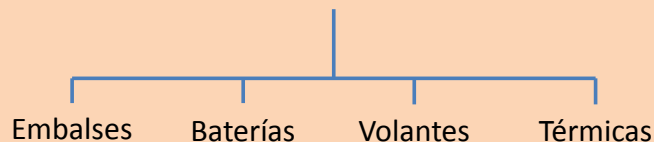
3

No toda generación es valiosa. Bajo ciertas circunstancias puede tener un valor **NEGATIVO**

# NECESIDADES NUEVAS

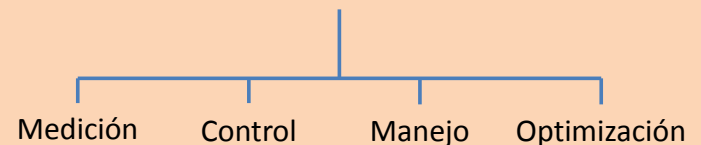
- Tradicionalmente se usan fuentes estables y de buen comportamiento (térmico e hidro)
- La incorporación significativa de fuentes no convencionales introduce nuevas necesidades
- Viento, solar y esquemas de generación distribuida demandan servicios de mitigación y control adicionales

## ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA



## REDES INTELIGENTES

(SMART GRID)



# ALMACENAMIENTO DE ENERGIA

- La tecnología de almacenamiento adecuada depende del problema de regulación a resolver (tiempo de respuesta, potencia, energía).
- A pesar grandes adelantos tecnológicos, las soluciones con baterías todavía son una promesa sin cumplir
- El almacenamiento de agua en centrales hidroeléctricas o de turbo-bombeo es la solución más versátil y de menor costo

## Importancia de Diquís

**El desarrollo de Diquís provee una abundante capacidad de embalse, asociada con una enorme potencia**

**La operación de Diquís permitirá la incorporación más económica de fuentes no convencionales**

# LOS SISTEMAS ELECTRICOS ESTAN CAMBIANDO...

Tecnologías de  
generación de  
pequeña escala

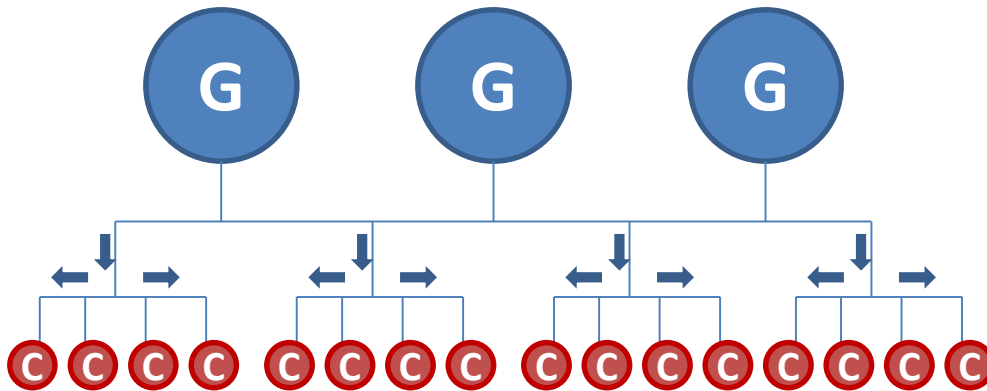
La aparición de tecnologías de generación que no requieren de grandes economías de escala impulsa la aparición de un nuevo tipo de agente generador...

...que puede integrarse al sistema gracias al...

Tecnología de  
información (TI)

...desarrollo de las TI y la comunicación entre máquinas, que permite controlar cada vez más cerca del tiempo real el comportamiento de más elementos cada vez menores del sistema

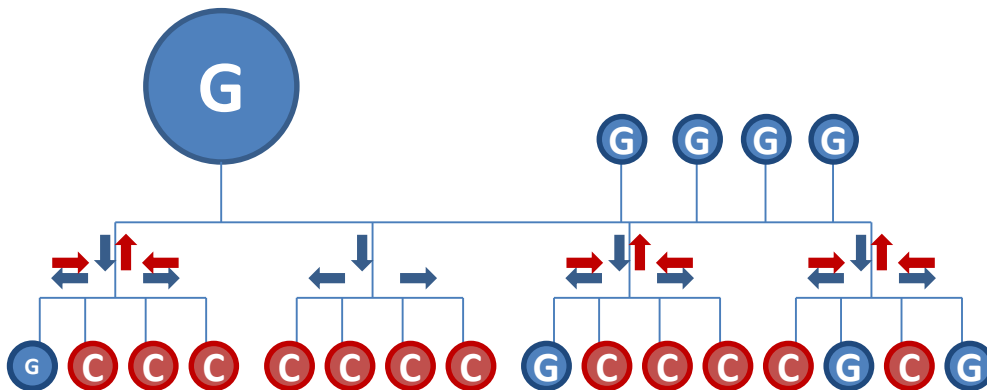
## SISTEMAS EN EL PASADO



Pocos generadores grandes controlados por el Operador, aportan inercia y servicios complementarios

El sentido del flujo de energía siempre es hacia abajo en la cadena de suministro

## SISTEMAS EN EL FUTURO



Muchos generadores pequeños no controlados por el Operador. No aportan inercia ni todos los servicios complementarios

Además de cargas hay pequeños generadores no controlados embebidos en las redes de distribución. El sentido del flujo de energía es en ambos sentidos

# NECESIDAD DE CAMBIOS PROFUNDOS

- El futuro de los sistemas eléctricos no es solo el relevo de tecnologías convencionales de generación por fuentes alternativas
- Son necesarios cambios en la infraestructura de las redes
- La organización y la regulación de los sistemas debe evolucionar sustancialmente

# EJEMPLO DE LA GENERACION DISTRIBUIDA

- Aparición de “prosumers” en generación distribuida puso en evidencia la existencia de serios problemas regulatorios
- El cliente que instala paneles solares obtiene grandes ganancias a expensas de pérdidas en la empresa distribuidora. **Esquema insostenible!!!**
- Cambios regulatorios propuestos no logran alinearse con las expectativas de evolución futura

# **ESTRUCTURA TARIFARIA**

- Hoy en día, los clientes demandan diferentes servicios eléctricos de las empresas distribuidoras: conexión, potencia, respaldo, comercialización, energía, etc.
- Sin embargo, el modelo de negocio solo vende “kWh”
- La recuperación de todos los costos depende críticamente de la venta de suficientes kWh
- Con la aparición de la generación distribuida, un número significativo de clientes, que disfrutan de conexión, potencia, respaldo y comercialización, no pagan su contribución por esos servicios, porque no compran suficientes kWh

## **LA REGULACION DEBE EVOLUCIONAR**

- Necesidad de nuevas tarifas para TODOS los clientes, donde se cobre por separado cada uno de los servicios que el cliente demanda

# CONCLUSIONES

- El ICE ha sido exitoso en ejecutar los mandatos dictados por la sociedad costarricense en el tema de fuentes renovables
- El espíritu de innovación demostrado en el pasado hace pensar que los retos de las fuentes alternativas del futuro también podrán ser superados con éxito
- Las fuentes eólicas y solares cada día tendrán mayor relevancia, pero requieren inversiones adicionales en obras de regulación
- El proyecto Diquís creará las condiciones adecuadas de regulación y compensación para introducir en forma económica una gran penetración de fuentes alternativas
- Además de cambios en la tecnología de generación y la operación de las redes, el sistema requiere cambios en los marcos regulatorios

**GRACIAS POR SU  
ATENCION**