

# ANÁLISIS DE PROSPECTIVA DE LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA (GD) EN EL SECTOR ELÉCTRICO COLOMBIANO

Cristhian Duque\*, Eduardo Felipe Marmolejo\*\* y María Teresa Rueda de Torres\*\*\*

## RESUMEN

*El objetivo de este artículo es presentar los resultados obtenidos de un análisis de prospectiva de la Generación Distribuida en el Sector Eléctrico Colombiano, mediante la aplicación de la técnica Delphi. Este estudio permitió conocer directamente y de una manera sistemática el concepto de expertos sobre la introducción de estas tecnologías en aspectos tales como: a: tecnología, innovaciones del producto, proceso de materialización, efecto sobre la situación política y social del país, restricciones económicas, tecnológicas y comerciales. Los resultados de este trabajo buscan convertirse en un instrumento de apoyo al sector eléctrico y al sector productivo para analizar la factibilidad de la utilización de la GD en el mediano y largo plazo en Colombia, dado que su aplicación modificará de manera fundamental la forma de planear y operar de las empresas eléctricas.*

## ÍNDICE DE TÉRMINOS:

Generación Distribuida (GD), Análisis de Prospectiva, Método Delphi.

### I. INTRODUCCIÓN

La GD consiste en la utilización de pequeños generadores con capacidades de 15 a 25,000 Kw. para alimentar cargas que se encuentran localizadas cerca de los puntos de consumo. En EE.UU. y Europa la GD se ha convertido en una solución viable técnica y económicamente para el consumidor porque mejora la confiabilidad del suministro convirtiéndose en una alternativa importante dentro del concepto de electricidad segura. En la mayoría de estos países la GD participa con el 10% de la capacidad instalada e incluso en países como Holanda y Dinamarca, la GD ha llegado a ocupar un 30 o 40% de la capacidad total instalada. Por ejemplo, en Austria el 78% de su generación para el

año 2010 se basará en fuentes de energía renovable.

Los beneficios que se observan en los sistemas a nivel mundial y la experiencia internacional en el manejo de las tecnologías sirven de plataforma para motivar tanto a la comunidad técnica como a la empresarial y académica colombiana para investigar el tema. En Colombia la aplicación de estas tecnologías a corto plazo podría estar orientada hacia las zonas no interconectadas rurales e industriales. Aunque en nuestro país desde hace algún tiempo se realiza GD por parte de industriales privados produciendo y aprovechando simultáneamente energía eléctrica y térmica útil a partir de una fuente de energía primaria, técnica conocida

\* Dpto. de Ingeniería Eléctrica y Electrónica - Egresado Universidad de los Andes. cr-duque@uniandes.edu.co

\*\* Dpto. de Ingeniería Eléctrica y Electrónica - Egresado Universidad de los Andes. e-marmo@uniandes.edu.co

\*\*\* Dpto. de Ingeniería Eléctrica y Electrónica - Profesor Asociado Universidad de los Andes. tere@uniandes.edu.co

como cogeneración; esta actividad no está plenamente desarrollada pues apareció como iniciativa independiente sin normatividad.

## II. CONTENIDO

### A. Generación Distribuida (GD) [1]

La GD ofrece soluciones de valor agregado a usuarios, compañías suministradoras de energía y operadores de redes de distribución, por medio de sistemas de generación en sitio y conectados a la red, que proporcionan, entre otras, las siguientes ventajas:

- Reducción de pérdidas en las líneas de transmisión.
- Fuentes de bajo costo para atender demandas durante periodos de precio pico.
- Mejoras en la calidad de la energía eléctrica (forma de onda de voltaje, frecuencia, estabilidad de la tensión, suministro de potencia reactiva y corrección del factor de potencia).
- Fuentes de alta confiabilidad para sistemas o usuarios sensibles a los que no se puede interrumpir el suministro de energía.
- Reducción de emisiones atmosféricas (tecnologías renovables).
- Generación de respaldo al sistema o en caso de emergencia.
- Mayor eficiencia mediante el aprovechamiento del calor producido para su utilización en calefacción, calentamiento de agua o procesos industriales (cogeneración).

La GD es una alternativa, que ofrece una gran variedad de usos para los distintos compradores tales como: Cogeneración, Autogeneración, Generación de Emergencia, Generación en Paralelo, Aumento de Capacidad y Generación Aislada.

### B. Analisis de Prospectiva

“La **prospectiva tecnológica** es un proceso por el que se tiende a lograr una comprensión más completa de las fuerzas que dan forma al futuro a largo plazo y que deberían ser tomadas en

cuenta para la formulación de políticas, en el planeamiento y en la toma de decisiones. La prospectiva incluye medios cualitativos y cuantitativos para rastrear indicios e indicadores de evolución de tendencias y de desarrollos, y es mejor y más útil cuando se la vincula con el análisis de los posibles efectos sobre las políticas. La prospectiva permite visualizar las necesidades y oportunidades que puede deparar el futuro” [2].

En general el análisis de prospectiva cumple las siguientes funciones [3]:

- Esbozar un espectro de posibles futuros a partir de diferentes conjuntos de presunciones referentes a nuevas tendencias y oportunidades sin predecir los detalles y el momento en que ocurrirán ciertos desarrollos específicos.
- Proporcionar una idea de cuáles son las acciones que se pueden ejecutar hoy, y de sus implicaciones, para el logro de ciertos desarrollos potenciales
- Brindar un análisis de tipo sistémico con un alcance que permita manejar los fenómenos y actividades complejas a las que se refiere la prospectiva.
- Brindar un proceso de análisis transparente que permita observar y controlar externamente los supuestos en los que se basa, el marco analítico y los datos que lo alimentan.

### C. Metodo Delphi

«El método Delphi es un método para estructurar el proceso de comunicación grupal, de modo que ésta sea efectiva para permitir a un grupo de individuos, como un todo, tratar con problemas complejos» [4]. El método consiste en la consulta de un gran número de expertos de los sectores o temas específicos escogidos para el ejercicio. Los expertos son seleccionados por un grupo monitor bajo ciertos criterios que permitan el correcto funcionamiento del método tales como el grado de conocimiento del experto, la experiencia, publicaciones, etc. La figura 1 presenta un diagrama general del

proceso utilizando el método Delphi. Los expertos responden un cuestionario realizado por el grupo monitor quien es el encargado del diseño del ejercicio en todas sus fases. De la evaluación de esta información por parte del grupo monitor, salen a la luz los acuerdos y desacuerdos que existen entre los participantes con respecto al tema, se exponen los porques de las diferencias y se hace una evaluación de ellas. La idea es que el análisis de cada ronda se realice de modo tal, que sus resultados puedan incorporarse como información adicional a las preguntas de la siguiente ronda. Estos cuestionarios se responden anónimamente entre los expertos y solo el grupo monitor es el que conoce sus opiniones. El tipo de preguntas puede ser abiertas, de ranking, preguntas de votación, de control etc., de las cuales se debe extraer la información más útil para el estudio. Después de cada ronda se hace un informe o retroalimentación con toda la información estadística de las respuestas. Este informe se envía a los expertos junto con el cuestionario de la siguiente ronda, con el fin de que ellos revisen sus planteamientos a la luz de la nueva información que se les está entregando frente a las opiniones de los otros participantes. El número de rondas sucesivas depende del grado de consenso que se desee siguiendo la misma metodología utilizada hasta el momento, pero por lo general se hacen dos rondas.

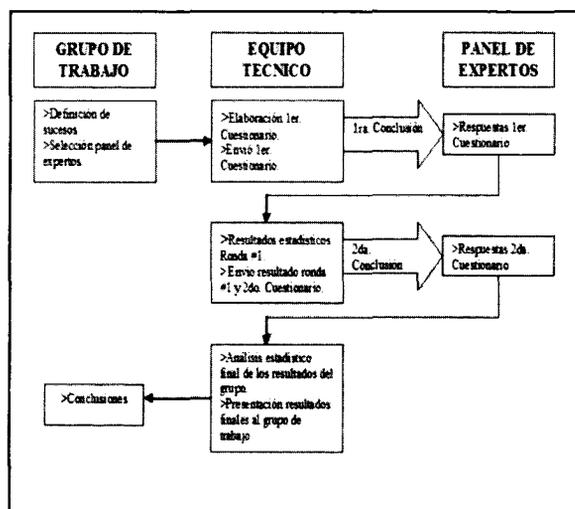


Figura 1 Diagrama del Método Delphi [5]

### III. METODOLOGÍA

En este estudio se realizaron dos rondas. En la ronda #1 se determinó la opinión de aproximadamente 130 expertos en el sector eléctrico colombiano sobre la viabilidad de la GD en Colombia, tratando de lograr una cobertura nacional. Se recibieron aproximadamente 86 encuestas. Se utilizaron preguntas de tipo abierta, de selección y de ranking. La encuesta explora diferentes aspectos sobre la GD tales como:

- La GD (Temas generales).
- Ventajas competitivas de la GD en los sistemas de distribución.
- Tecnología.
- Calidad del servicio.
- Marco Regulatorio.
- Comercialización.
- Aplicaciones y usos.

Las encuestas se diligenciaron utilizando tres mecanismos diferentes: entrevista personales, vía correo electrónico o vía correo normal. La aplicación de alguno de los tres mecanismos, dependió de la disponibilidad de tiempo de los expertos y la facilidad de desplazamiento físico a las respectivas ciudades de origen. La participación de estos expertos se concentró básicamente las siguientes ciudades: Cali, Bogota, Pasto, Medellín, Cúcuta y Bucaramanga.

Se analizó la información y se elaboró un informe sobre la Ronda #1 con los resultados para cada pregunta y se distribuyó entre los expertos para su interpretación y evitar caer en los errores que el mismo método plantea, como sesgar el proceso.

Para la ronda #2 se partió de los datos obtenidos en la ronda #1 y se realizó otro cuestionario, tratando de filtrar la información en algunos temas específicos, profundizar en otros, y consultar ciertos aspectos que se habían pasado por alto, todo esto teniendo en cuenta las sugerencias de los encuestados. La Ronda #2

se envió con el informe de la Rronda #1 a cada uno de los expertos consultados.

La respuesta de la Ronda #2 por parte de los expertos fue relativamente baja (48% de los encuestados en la Ronda #1) debido principalmente a motivos laborales o personales, que no les permitió continuar con el ejercicio. Los datos de esta segunda ronda se tabularon y analizaron, para realizar y enviar el segundo informe a los expertos y obtener las conclusiones tanto de la primera como de la segunda ronda.

#### IV. RESULTADOS

- La GD es una tecnología aplicable a los sistemas de distribución colombianos.
- La calidad del servicio y la calidad de la potencia en los centros urbanos es aceptable en general, aunque se deben mejorar para ajustarse a las necesidades de los usuarios que actualmente demanda una combinación óptima entre la calidad del servicio, la calidad de la potencia eléctrica y el precio de la energía.
- Las razones más importantes que para emplear la GD en Colombia, son: Mejora de los niveles de confiabilidad y calidad del servicio, diversificación de fuentes de energía, reducción del impacto ambiental.
- La GD además de suministrar el servicio de energía eléctrica, puede prestar otros servicios tales como: la reducción de pérdidas en los sistemas de transmisión, mejorar la confiabilidad en sistemas de distribución y transmisión, y por ultimo la regulación del voltaje y suministro de reactivos.
- Los aspectos que se deben analizar con prioridad para poder implementar la GD en sistemas de distribución son: La flexibilidad de operación y de expansión y los efectos en la confiabilidad en este tipo de sistemas. Aunque no se deben dejar de lado la confiabilidad de la GD y el impacto en la calidad de la potencia eléctrica que de hecho son importantes en el proceso de implementación de esta tecnología.
- Se considera que el servicio de energía eléctrica no es el adecuado en las zonas rurales y no interconectadas en donde no hay grupos masivos de población y su accesibilidad hace costosa la infraestructura, por lo que el servicio prestado es bastante deficiente presentando fallas en la calidad del servicio, lo que aumenta los costos de la energía. Sin embargo se considera que en los centros urbanos es bueno en cuanto a cobertura, costos de la energía y calidad del servicio. Claramente según en consenso de los expertos la GD ayudaría a solucionar los problemas identificados en el punto anterior.
- Los mayores problemas ambientales que causaría la GD en caso de ser instalada sería las emisiones atmosféricas y la contaminación por ruido. Se debe tener presente que la tecnología a utilizar minimice este tipo de problemas.
- Plantas Industriales de cogeneración, las microturbinas o motores diesel y microturbinas hidráulicas son tecnologías que según los expertos tienen una alta posibilidad de aplicación actual o que ya están siendo utilizadas en el proceso de generación. Pero consideran que pueden continuar con su proceso de maduración para llegar a mejorar su desempeño.
- Las tecnologías de generación eólica y fotovoltaica son tecnologías que por sus altos costos y dificultad de instalación en la actualidad están siendo utilizadas en casos aislados. Se recomienda que continúen su proceso de maduración para una aplicación futura.
- Colombia para tomar la decisión de implementar la GD sin contar aun con toda la experiencia internacional en países similares, debe generar los debidos espacios legales para que se puedan llevar a cabo proyectos con esta tecnología y correr sus propios riesgos económicos. La actitud enfocada hacia:
  - La modificación de la reglamentación existente y dar incentivos de acuerdo a

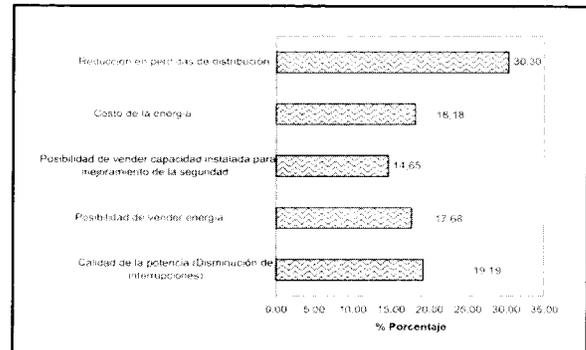
- lineamientos establecidos por el ente regulador.
- La modificación de la reglamentación para que existan ensayos y experiencias para un juicio más maduro.
- Colombia debe prestar especial atención a los impactos negativos que podría presentar la GD en los sistemas de distribución tales como:
  - Efectos sobre la operación y mantenimiento de las redes de distribución.
  - La regulación de voltaje en estado continuo y transitorio.
  - Disminución de la efectividad de las protecciones del sistema de distribución.
- Al instalar la GD en el sistema de distribución los aspectos que deberían tener una atención especial serían:
  - La interrelación de operación entre el GD y el operador de red.
  - Los aspectos comerciales de la GD entre el operador de red y la GD ya que la regulación existente no contempla este tipo de tecnología y se podrían generar conflictos entre estos dos actores.

La generación distribuida puede contribuir a mejorar aspectos tales como:

- Los costos de la generación
- El número de HI interrupciones del servicio.
- La seguridad del sistema.
- Gran parte de los expertos, coincide en la necesidad de incorporar estas tecnologías en los sistemas colombianos para mejorar el servicio, estimular el desarrollo económico y tecnológico y la inversión en el país. Sin embargo, coinciden en la urgencia de introducir en la reglamentación direcciones y normas claras sobre las obligaciones y responsabilidades de cada una de los actores, con el fin de evitar conflictos entre ellos. En general la introducción de la reglamentación serviría para establecer las debidas obligaciones y deberes con los clientes para

prestar el servicio de energía por medio de GD.

- Se considera que la GD debería introducirse en aquellos negocios en donde los usuarios de estos servicios tuvieran la posibilidad de vender excedentes a comercializadores y a la generación.
- Los usuarios más interesados en participar en la GD y hacia los cuales se podría orientar esta tecnología, en el entorno Colombiano serían: Industriales no regulados, usuarios de las zonas no interconectadas, comerciales no regulados y comerciales agrupados como clientes no regulados.
- Las ventajas más atractivas de la GD para los usuarios inversionistas son aquellas que pueden generar algún tipo de beneficio económico y mejorar a la vez la calidad del servicio que se les presta tales como: El costo de la energía, la posibilidad de vender excedentes, la calidad de la potencia (disminución de interrupciones), la posibilidad de vender la capacidad instalada para mejoramiento de la seguridad. Los resultados respecto a este tema se observan en la figura 2.



**Figura 2.** Ventajas que pueden motivar a operadores de red a invertir en GD.

- Las ventajas más competitivas que motiva a los operadores de red a invertir en el negocio son: Calidad de la potencia (disminución de interrupciones), costo de la energía, posibilidad de vender energía y posibilidad de vender capacidad instalada. Estas ventajas son de igual importancia para los operadores de red que deseen invertir en este negocio.

- Las ventajas o beneficios que motivan a los inversionistas comercializadores son: el costo de la energía con respecto a los grandes generadores y la posibilidad de vender energía en condiciones de contingencia a precios no regulados, ya que para ellos estas cualidades les generan un marco competencia bastante atractivo frente a los grandes generadores.

Los riesgos que se consideran de mayor trascendencia al implementar la GD son:

- Incertidumbre en el precio de los combustibles, inestabilidad regulatoria y los riesgos financieros (Dificultad de recuperación de la inversión)
- Los ambientes en los cuales sería más viable aplicar la GD en nuestro país son: las zonas rurales o municipios pequeños como refuerzo a redes débiles, zonas que disponga de recursos energéticos baratos y la posibilidad de conexión al sistema eléctrico, en subestaciones de las empresas distribuidoras o empresas industriales o comerciales grandes. La opinión de los expertos se observa en la figura 3.

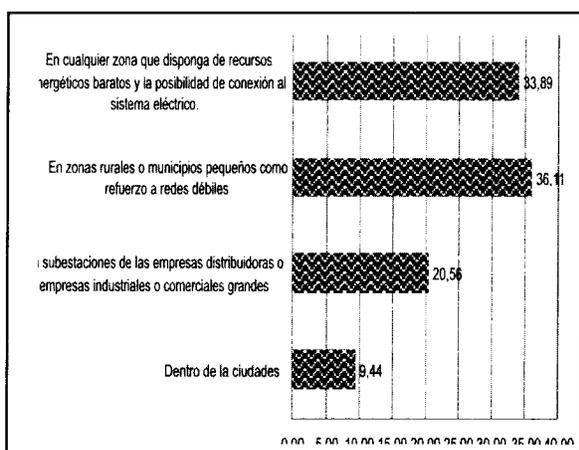


Figura 3. Posibles ambientes de aplicación de la GD.

- El uso racional de la energía es la razón más poderosa para implementar la generación distribuida.
- Es económicamente viable invertir en la GD para mejorar la calidad de la potencia eléctrica en los centros urbanos del país, por-

que se tiene la posibilidad de utilizar otras fuentes de energía cerca de los usuarios y no dependerían del Sistema Interconectado Nacional, eliminando los problemas ocasionados por las líneas de transmisión y distribución, así como los ocasionados por los grandes generadores, disminuyendo los costos de transporte al necesitarse menos infraestructura de transmisión y distribución, mejorando la regulación y mejorando la confiabilidad del sistema.

- Invertir en la GD sería económicamente viable para mejorar la calidad de la potencia eléctrica en centros urbanos, ya que permite una mejor respuesta y control de la frecuencia y del voltaje al ser menor el área de cubrimiento, mejorando la regulación del voltaje y manteniendo sus respectivos niveles, fortaleciendo eléctricamente el nodo y garantizando energía disponible todo el tiempo.
- Invertir en GD para disminuir las pérdidas generadas por atentados terroristas es viable puesto que es la solución más inmediata especialmente en sitios que se ven permanentemente afectados, suministrando un sistema más versátil con plantas generadoras en centros industriales y otros más vigilados que no requieran redes de distribución y transmisión tan extensas y por el campo sin tanta protección y vigilancia. La opinión de los expertos se observa en la figura 4.

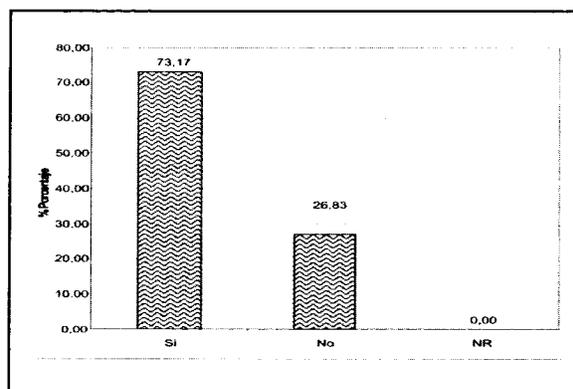


Figura 4. Reducción de pérdidas económicas por atentados terroristas a la infraestructura eléctrica de la GD.

- Al instalar la GD en el país los costos que se trasladan al usuario a través de la Tarifa y que se verían afectados son: los costos promedio por uso de las líneas transmisión nacional y el costo de la compra de la energía.
- Las barreras de entrada al implementar la GD son: las limitaciones económicas, las limitaciones legislativas actuales de la reglamentación y los intereses tanto políticos como económicos de algunos actores.
- Al implementar GD produciría impactos positivos especialmente en el desarrollo industrial y en las necesidades del usuario. Los resultados de la opinión de los expertos se observan en la figura 5.

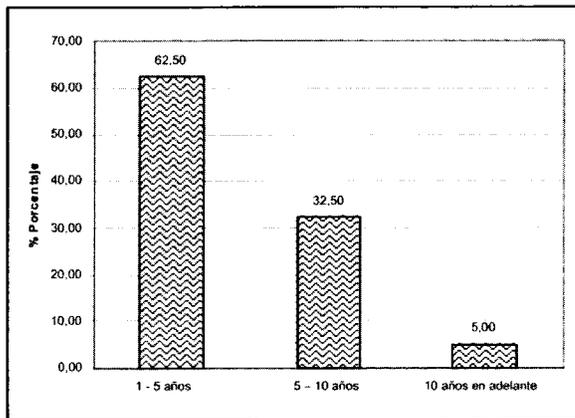


Figura 5. Impactos (positivo/negativo) por implementar la GD actualmente.

- Sería más útil instalar GD en las zonas central, norte y oriente. En la central porque tiene una demanda de energía muy alta ya que existe un sector industrial importante. En el norte y en el oriente ya que son zonas con necesidad del servicio de energía.
- Se considera que la GD debería comenzar su implementación en el corto plazo, es decir entre 1-5 años. Los resultados de la opinión de los expertos se observa en la figura 6.
- Las opiniones sobre si se considera que existe la madurez, el juicio, el soporte, los recursos, o la capacidad de análisis necesario para desarrollar un marco regulatorio estable para la GD se encuentran divididas. Los que respondieron negativamente basan su opinión afirmando que los entes

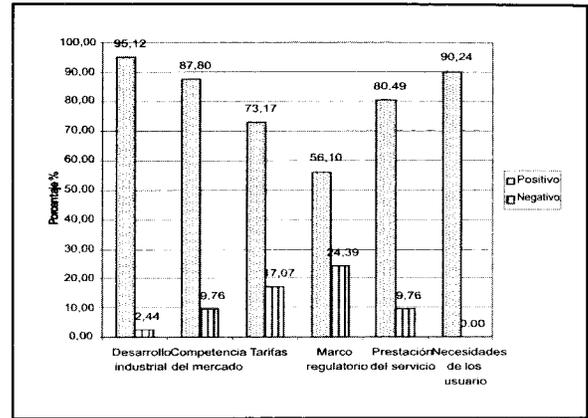


Figura 6. Tiempo de materialización de la GD.

reguladores del gobierno se ven influenciados por intereses particulares y políticos de ciertos monopolios en los cuales se concentran la generación actual además afirman que se necesita madurar mas. Los que respondieron afirmativamente llegan a la conclusión que se tiene la suficiente madurez para desarrollar el marco, ya que se a contado con casi una década bajo el formato de la privatización, y a lo largo de ese tiempo se a forjado un juicio y una experiencia madura respecto a la regulación, además los recursos humanos con los que cuenta la comisión son bastante buenos.

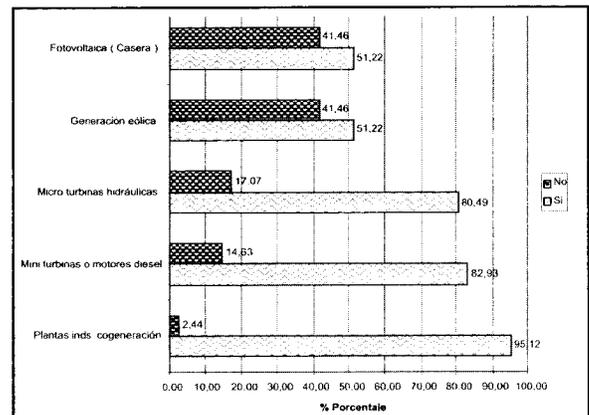


Figura 7. Disponibilidad de recursos energéticos para poder poner en marcha el uso de diferentes tecnologías. Cuales SI, Cuáles NO?

- En general el país posee todos los recursos energéticos necesarios para poner en marcha el uso de las diferentes tecnologías, es-

pecialmente los hidrocarburos, el gas y el agua, los cuales se encuentran distribuidos a lo largo del país.

- Los recursos naturales necesarios para la generación eólica y fotovoltaica también se poseen, pero solo pueden ser usados en las zona que cumpla con las condiciones climáticas necesarias para poner en marcha estas tecnologías. Los resultados de la opinión se observa en la figura 7.
- Los recursos naturales necesarios para la generación eólica y fotovoltaica también se poseen, pero solo pueden ser usados en las zona que cumpla con las condiciones climáticas necesarias para poner en marcha estas tecnologías. Los resultados de la opinión se observa en la figura 7.
- El usuario sería evidentemente el más beneficiado al poner en marcha la tecnología, debido que el costo de la energía puede ser menor y que se mejora la calidad del servicio.

## V. CONCLUSIONES

- En Colombia, el marco regulatorio actual no contempla específicamente este tipo de tecnología puesto que sigue la concepción tradicional de la industria eléctrica, en donde no hay ningún tipo de diferencia que considere de donde proviene la energía, ni presta las garantías necesarias para la inversión. Esto hace que la GD se vuelva no competitiva ya que su ventaja proviene de no usar el sistema de transmisión, haciéndolo poco atractivo. Por esta razón debe crearse el debido marco regulatorio, bastante claro, teniendo en cuenta algunos aspectos como:
  - El sistema tarifario, donde se reconozcan los costos y beneficios reales del sistema.
  - La interrelación de operación entre la GD y el operador de red.
  - Los aspectos comerciales entre la GD y el operador de red.
  - Las obligaciones y deberes de la empre-

sa prestadora del servicio y de los usuarios.

- La posibilidad de vender los excedentes de energía generados por la GD en el mercado mayorista de forma de que puedan ser competitivos.
- Los aspectos técnicos sobre la calidad del servicio que deben prestar estas empresas.
- Las contribuciones y restricciones impuestas, las cuales deben ser benévolas para este tipo de negocio, de esta forma se podría incentivar al inversionista.
- La GD debería introducirse como un negocio en el que:
  - Los *usuarios generadores* tengan la posibilidad de vender los excedentes a los comercializadores y de esta forma se interesarían como inversionistas. .
  - Los *operadores de red* reduzcan sus pérdidas por distribución y por esta razón se aventuren a invertir.
  - Los *comercializadores* tengan la posibilidad de vender energía a precios no regulados y a menor costo con respecto a los *grandes generadores*.
- La característica de los Generadores Distribuidos de que se producen en fabrica en forma normalizada y luego son instalados fácilmente en sitio, hace que la GD pueda ser incorporada al sistema eléctrico mucho mas rápidamente que las centrales generadoras convencionales, presentando además la ventaja de ajustarse estrictamente al crecimiento de la demanda a medida que esta aumenta a través del tiempo. Esta es una ventaja competitiva frente a los grandes generadores dado que ellos deben realizar grandes inversiones por capacidad instalada basados en proyecciones a largo plazo.
- El mercado potencial de la Generación Distribuida podría concentrarse inicialmente en los usuarios industriales no regulados y usuarios en zonas no interconectadas del territorio nacional. En el mediano y largo plazo se podría pensar en otros tipos de usuarios

tales como residenciales y comerciales agrupados como no regulados.

- La Generación Distribuida puede presentar beneficios adicionales al sistema eléctrico generando energía limpia al utilizar fuentes renovables, aunque actualmente en Colombia son poco atractivas, puesto que no logran economías de escala debido a que aun están en fase de demostración o en una fase incipiente de la comercialización.
- Las conclusiones de este trabajo se justifican siempre y cuando se enmarquen dentro de las siguientes políticas estructurales: El apoyo del Gobierno Nacional a la utilización de los recursos renovables de energía, con base en consideraciones medioambientales y la introducción de la competencia en el nivel de la generación, impuesta por la liberación del mercado eléctrico.

## VI. TRABAJO A FUTURO

Para cerrar con el estudio de prospectiva de la generación distribuida en el sector eléctrico Colombiano, se recomienda continuar con los siguientes trabajos:

- Realizar una tercera ronda aplicando la misma técnica Delphi, realizando preguntas mas específicas para profundizar sobre ciertos temas tales como: comercialización, tecnología, marco regulatorio, aplicaciones y usos. Un ejemplo de pregunta que se puede plantear sería: ¿Al instalar la GD, frente a los costos de utilización promedio de las líneas de transmisión, como se afectaría la tarifa al usuario final?
- Instalación de plantas pilotos para empezar el desarrollo de la GD en el país.
- Realizar un estudio de mercado en una de las zonas de posible aplicación de la GD.
- Desarrollar programas de capacitación a la comunidad técnica (Seminarios, Conferencias, Cursos, Talleres, etc.) sobre GD.
- Propuestas de investigaciones en temas más especializados como: Calidad de la potencia eléctrica y confiabilidad en el ambiente de la GD.

## Biografías

**Christian Duque.** Ingeniero Eléctrico y Electrónico de la Universidad de los Andes, Bogotá, 2003. Sus campos de interés son: operación de los sistemas eléctricos, calidad de la potencia eléctrica, electrónica de potencia. [jumunoz@uniandes.edu.co](mailto:jumunoz@uniandes.edu.co)

**Eduardo Marmolejo.** Ingeniero Eléctrico y Electrónico con opción en administración de la Universidad de los Andes, Bogotá, 2003 Sus campos de interés son: operación de los sistemas eléctricos, calidad de la potencia eléctrica, gestión de sistemas.

[ju-munoz@uniandes.edu.co](mailto:ju-munoz@uniandes.edu.co)

**Maria Teresa de Torres.** Ingeniera Electricista UIS, M.E.(RPI, New York), Profesora asociada e investigadora de la Universidad de los Andes. Sus campos de interés son: calidad de la energía, optimización de sistemas, planeamiento y operación de los sistemas eléctricos, confiabilidad y análisis financiero

[tere@uniandes.edu.co](mailto:tere@uniandes.edu.co)

## VII. REFERENCIAS

[1] CIFI, Grupo potencia y energía Universidad de los Andes, "Competitividad de la generación distribuida en los sistemas eléctricos caso colombiano".2003.

[2] Coates, J.F. «Foresight in Federal Government Policy Making», Futures Research Quarterly, Vol.1, 1985.

[3] Dirección Nacional de Planificación y Evaluación, Manuel Castello y Hugo Rodríguez (Argentina), "Antecedentes internacionales sobre la prospectiva tecnológica"

[4] Harold A. Listone y Murray Turoff "The Delphi Method", Addison-Wesley Publishing, 1975.

[5] Disponible en la pagina web: [www.gtlic.ssr.upm.es/encuestas/delphi.htm](http://www.gtlic.ssr.upm.es/encuestas/delphi.htm)

[6] CIDET-ECSIM, "Proyecto prospectiva tecnológica sector eléctrico nacional, Primer informe Delphi ronda #1", 2002.

[7] N JENKINS «Impact of Dispersed Generation on Power Systems»,. REVISTA: ELECTRA, N° 199, Diciembre 2001, pp.06-13.

[8] Goran Strabac «Impact of Dispersed Generation on Distribution Systems: a European Perspective», Paper IEEE, 2002. Winter Meeting Report, 2002 N., Paper, "Impact of Dispersed Generation on Power Systems", 1999.