

Estudio sobre Pérdidas Eléctricas en Venezuela.

Pérdidas técnicas y por conexiones ilegales, estimadas para los sectores socioeconómicos D y E, al año 2007.

Sven-Christian Kirschstein Heyne , Ibelise Rojas. Consultores.
svenchristian.kirschstein@gmail.com , ibelise.rojas@gmail.com
Caracas, Venezuela, Marzo de 2008.

Con una población de 27.481.443 habitantes proyectada para 2007, Venezuela es un país que enfrenta serias distorsiones en sus estructuras culturales, económicas y urbanas, entre otras. Presentando una electrificación que supera el 97% del territorio, su Sistema Eléctrico Nacional reporta pérdidas consolidadas del orden del 50% de la energía, donde un 40% corresponde a pérdidas no-técnicas. Los sectores socioeconómicos D y E de la población tienen a su vez una contribución en estos indicadores energéticos. Sin embargo, sorprende encontrar que sólo un 5,94% de las viviendas de barrios urbanos contribuyen a las pérdidas no técnicas de energía, lo que hace suponer que los mayores contribuyentes a las pérdidas no-técnicas parecen ubicarse entre los consumidores comerciales y residenciales formales. La red de distribución de energía eléctrica en Venezuela se vale de transformadores, principalmente de montaje en postes, con capacidades que van de 25 kVA hasta 100 kVA por fase, cuyos bancos de transformación presentan pérdidas bajo carga globales del orden de 11.244 MVA, lo que significa el 1,39% respecto a la Disponibilidad Neta Puntual (MVA) en Baja Tensión.

1. Introducción.

Venezuela es un país que cuenta en la actualidad con 27.481.443 habitantes¹, de los cuales 14.273.604² viven en lo que localmente se denominan *barrios* (favelas). La pobreza en el país se ubica en el 29,6% de los hogares, determinada por el Método de Necesidades Insatisfechas (NBI)³. La pobreza que se ha determinado según el Método de Línea de Pobreza para el primer semestre de 2004, la sitúa en algo más de la mitad de los hogares del país (53,1%).⁴ Cualquiera de las dos perspectivas que se utilicen, arrojan cifras que son preocupantes.

En la estratificación socioeconómica del país, hacia 2001 las clases D y E (62,66% de la población) ocupan el 58,77% de las viviendas⁵, las cuales son de menor tamaño que las formales pero en ambiente con mayor densidad de población por vivienda. Estas viviendas se ubican en espacios urbanos que han crecido en forma anárquica, mediante invasiones de terrenos y han sido construidas por sus propios moradores. Si se considera un crecimiento de la población interanual promedio del 1,72 %, se puede estimar para 2007

una población en barrios superior a 14 millones de residentes.

Según CONINDUSTRIA / CONINCEEL⁶, apoyados en cifras del Banco Central de Venezuela y del Instituto Nacional de Estadísticas, INE, el Sistema de Industria y Comercio de Venezuela representa un aporte del 16,5% manufacturero al PIB total del país, PIB que por su parte, apenas supera el incremento de la población. Con menos de 7000 establecimientos industriales, desde el año 2003 se ha experimentado una progresiva destrucción del empleo formal, para conformar en 2006 una tasa de desocupación que no baja del 10% .



Con ello, la economía venezolana presenta grandes distorsiones, cuando en ambiente inflacionario de dos dígitos, las instituciones financieras muestran entre el año 1998 y 2006 un crecimiento acumulado del 111%, el sector de las telecomunicaciones un 86%, mientras el comercio sólo un 52%, el

¹ INE: XIII Censo Nacional de Población y Vivienda.

² Ibidem

³ INE, 2004: Pobreza por Ingreso o NBI, en www.ine.gov.ve/reportesocial/

⁴ Ibidem.

⁵ Censo Nacional 2001, INE, tomado de Distribución Espacial y Socioeconómica de la Población en Venezuela. (www.voltairenet.org/article121988.html)

⁶ www.conindustria.org

manufacturero únicamente un 16% y la construcción un escaso 8% de ese crecimiento.

Las últimas estadísticas de la Cámara Venezolana de la Industria Eléctrica, CAVEINEL⁷, disponibles para Venezuela, muestran un 28,01% de pérdidas totales, que incluyen consumo de plantas, autoconsumo, que incluyen pérdidas técnicas y no técnicas, en alta y baja tensión. En este contexto económico y demográfico, se ponen de manifiesto situaciones particulares relacionadas con el consumo energético, con las pérdidas técnicas y no técnicas del sistema eléctrico nacional (SEN), que se intentan reflejar en el presente informe, de manera lo más actualizada posible.

El tema de las pérdidas, particularmente aquellas no técnicas, reviste una especial sensibilidad en la industria de la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica de Venezuela, por cuanto reflejan la profunda problemática socioeconómica y cultural de nuestros pueblos. Estas pérdidas son muy fluctuantes y constituyen un indicador difícilmente asible, el cual no siempre fue compartido públicamente, puesto que incluye aspectos técnicos, comerciales, de operatividad, administración e inclusive políticos.

Para el estudio de pérdidas en redes de distribución y de baja tensión se aplican análisis de tipo radial y en la generalidad de los casos, el estudio se realiza por fases eléctricas, debido a que existen múltiples circuitos con características distintas (monofásicos, trifásicos, etc). Un circuito en un determinado momento lleva valores de corriente totales de cargas trifásicas/ monofásicas y en otro sector sólo cargas monofásicas. La metodología más adecuada para evaluar pérdidas de energía en líneas de distribución es disímil, pues depende mucho de las características del sistema, básicamente de la red física que lo conforma y de los suministros involucrados.

Es menester advertir en este punto, que la reserva de *datos duros* se ha establecido como una Política de Estado en Venezuela, desde la instauración del actual gobierno. Debido a que los datos originalmente disponibles por parte de la sociedad interesada ahora dejaron de ser públicos; el equipo consultor se ha provisto de estadísticas regionales, informes de gestión de empresas de servicio eléctrico, estadísticas generales de la Cámara Venezolana de la Industria Eléctrica, CAVEINEL, así como de recursos informativos propios; para en conjunto, inferir aquellos resultados que ya no se pueden obtener en forma expedita del sector energético venezolano, y con ellos proyectar valores aproximados para 2007.

Para valerse de datos consistentes, se ha centrado la base de cálculo en cifras tomadas del último informe consolidado de CAVEINEL correspondiente al año 2004, de cuyas series que alcanzan hasta 1998, se han realizado cálculos de tendencia para llevarlos hasta 2007. Igualmente el equipo ha hecho uso de los datos demográficos del Instituto Nacional de Estadísticas INE, así como de algunos factores obtenidos de estudios especializados, encargados independientemente por algunas empresas de servicio eléctrico de Venezuela, que se pueden generalizar.

Se ha asumido que en Venezuela, todas las viviendas de las clases D y E cuentan con alimentación eléctrica, ya sea por conexión formal o de manera directa (ilegal), toda vez que, sumando zonas rurales y urbanas, el 97,3% del país ya está electrificado⁸. De igual manera, se parte del hecho que CADAFE es el principal proveedor de energía residencial y comercial del país, por cuanto sus valores del Factor de Carga fueron los asumidos para los cálculos de pérdidas en transformadores, proyectados a 2007. Se ha realizado una aproximación matemática a las pérdidas por energía no facturada, sobre la base de las estadísticas consolidadas disponibles del sector eléctrico (CAVEINEL) correspondiente a los suscriptores residenciales reportados entre 1998 y 2004, por cada entidad federal y por empresa de servicio eléctrico; resultados parciales que luego se desagregaron para estimar la proporción energética destinada a las clases socioeconómicas D y E (típicamente habitantes de barrios).

Se calcularon los factores de pérdida para todas las empresas de servicio eléctrico y se les asignaron de manera homogénea a la proporción residencial D y E de sus respectivas entidades federales. Esta aproximación fue posible hacerla, dado que, como dicho anteriormente, la compañía estatal de mayor cobertura en el país es CADAFE y sus filiales (aproximadamente 53% a nivel nacional), que por otro lado pierde por robos de energía cerca del 40% y, dentro del contexto nacional, estas pérdidas representan el 70% de las pérdidas en baja tensión de todo el Sistema Eléctrico Nacional (SEN).

Los valores se totalizaron por entidad federal y fueron convertidos a GWh/año para 2004. Con la aplicación de un factor determinado para el consumo en residencias del grupo social bajo estudio; así como para el crecimiento interanual de

⁷ CAVEINEL, Estadísticas consolidadas 2004. Caracas.

⁸ *Alivio de la Pobreza Energética Urbana en América Latina. Tres Ciudades-Tres Enfoques*, del Consejo Mundial de Energía, 2006, para las ciudades de Buenos Aires, Caracas y Rio de Janeiro, en www.nacion.com/ln_ee/2006/marzo/03/ueconomia-mu18.html

las pérdidas eléctricas; se realizó la proyección a 2007 que es el objeto de estudio de este trabajo.

Las pérdidas técnicas en transformadores monofásicos hasta 5 MVA, han debido estimarse sobre la base de características y especificaciones técnicas, corroboradas con algunos reportes puntuales de ensayo realizados por empresas de servicio eléctrico, así como estadísticas aún disponibles, que permitieron conocer parcialmente el parque de transformadores de distribución para toda la franja norte del país y algunas regiones centrales. Con dichos datos (sólo útiles para corroborar resultados ulteriores del cálculo), las series de consumo (1998-2005) y la cantidad de clientes aportadas por los informes consolidados de CAVEINEL, junto con los resultados de ensayos puntuales de laboratorio hechos sobre muestras significativas de transformadores, se ha podido llegar a un resultado general de pérdidas respecto al "kilowatio transformado", única aproximación posible de hacer en Venezuela, ante la carencia de mediciones del perfil diario de consumo y de un inventario actualizado de transformadores instalados.

En Venezuela se emplean montados en poste, bancos de transformadores monofásicos hasta 100 kVA, mientras que en subterráneos, tanquillas y casetas superficiales, se suelen instalar transformadores sumergidos en aceite y unos pocos de tipo seco, típicamente hasta 2 MVA. Potencias superiores pueden encontrarse en algunas contadas aplicaciones, pero por su especificidad, no serán tomados en cuenta para este trabajo.

Las estimaciones de pérdidas no técnicas en barrios se hicieron empleando un valor estimado a 2005 para el consumo promedio de una vivienda en barrio, así como el dato de la energía bruta disponible por empresa de servicio en cada entidad federal del país, que se utilizó para corroborar el rango de los resultados globales.

Con ello, en el presente trabajo se muestran los resultados de las estimaciones hechas para 2007, correspondientes a pérdidas no técnicas que pueden ocurrir en viviendas de los sectores residenciales de menores recursos económicos de Venezuela, así como las pérdidas técnicas correspondientes a la operación bajo carga, en transformadores de distribución hasta 2 MVA.

Junto a estos resultados, se muestran también algunas características propias de la organización social en los barrios de las ciudades venezolanas, así como del sistema eléctrico nacional.

2. El sistema eléctrico nacional (SEN).⁹

La Industria Eléctrica Venezolana contó en el año 2006 con una capacidad nominal instalada de algo más de 22.216 MW, de los cuales el 63% lo constituyen plantas hidroeléctricas ubicadas en Guayana y en los Andes.

En el año 2006 el consumo total de energía eléctrica fue de 110.416,6 GWh, el cual fue satisfecho con una generación de 110.958,5 GWh.

Las principales plantas eléctricas, tanto térmicas como hidroeléctricas, están interconectadas mediante un sistema de líneas de transmisión y subestaciones que operan a 765 kV, 400 kV y 230 kV, que en conjunto tienen una longitud de 11.040 km. De las grandes subestaciones se desprenden líneas a 138 kV, 115,69 kV y 34,5 kV que alimentan a más de 3.500 centros poblados donde habita el 95% de la población del país.



En el año 2004¹⁰, un total de 4.811.264 clientes consumieron 69.865 GWh. El consumo de los clientes residenciales fue de 16.997 GWh para un promedio de 3.995 kWh/año. Esto ha sucedido a través de las 13 empresas de servicio eléctrico, de las cuales 8 fueron de capital privado y 5 de capital público¹¹.

Se dispone de dos interconexiones a 230 kV y a 115 kV con Colombia, mientras otra a 230 kV lleva energía al norte del Brasil.

⁹ Adaptación del texto tomado de www.caveinel.org.ve. Asimismo, estadísticas de OPSIS (www.opsis.org.ve).

¹⁰ CAVEINEL, Estadísticas Consolidadas 2004. Caracas.

¹¹ Durante el año 2007, el Estado adquirió todas aquellas empresas de servicio eléctrico que tradicionalmente fueron privadas.

La región oriental del país está sometida actualmente a una profunda renovación y ampliación de su red, lo que incluye la construcción de un complejo generador termoeléctrico.



Algunas comunidades remotas aún cuentan con plantas diesel aisladas del SEN, de distintas capacidades.

En forma conexas, al sector eléctrico se integran también instituciones como:

- El Ministerio de Energía y Petróleo (MEP), es el Órgano Rector del sector.
- CAVEINEL, Cámara que agrupa todas las empresas de servicio eléctrico.
- OPSIS que opera el sistema interconectado.
- CODELECTRA que produce normas sobre electricidad, electrónica y telecomunicaciones.

3. Algunas características sociales y habitacionales relevantes.

Las clases socioeconómicas D y E resultan ser las más desasistidas de servicios públicos y recursos económicos del país. No se puede afirmar hoy en día, que la tasa de desempleo nacional reside mayoritariamente en estas clases sociales, pero sí, que su necesidad ya históricamente crónica de suelo propio, seguridad social y vivienda, y en general, su falta de oportunidades de educación, salud y empleo estable, hagan de este sector de la sociedad un foco de atención urgente para encontrarle soluciones estructurales definitivas, que trasciendan mucho más de lo meramente efectista.

De esta manera, entre 2001 y hasta 2007, la población venezolana que habita en barrios ha crecido desde 13.222.839 habitantes hasta un estimado actual de 14.273.604 habitantes, con una tasa promedio de crecimiento de aproximadamente 175.000 personas cada año (1,62%). Mediante una estimación de 5,7 habitantes por vivienda, esto se puede expresar también en términos aproximados de 2.504.000 viviendas en barrios venezolanos, que

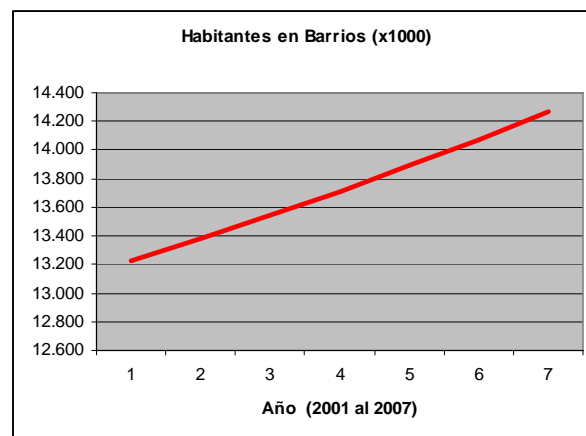
comúnmente son conocidas en Venezuela como *ranchos*, los cuales en densas e intrincadas aglomeraciones, rodean como cinturón de miseria a las grandes y medianas ciudades del país.

Equipos eléctricos en viviendas de barrios.

Debido a las distorsiones económicas en que vive este segmento de la población, el equipamiento típico de una de estas viviendas es reducido y se compone de los siguientes artefactos:

- Refrigerador
- Plancha
- Luminarias
- Televisor

Esto comprende un consumo promedio por vivienda de 175,25 kWh/mes.¹² Dicho valor no se ha incrementado mucho a lo largo de los años, debido a que el equipamiento básico de la vivienda en barrios no varía esencialmente en el tiempo; como ya lo demuestra un estudio de 1993 realizado por Lawrence Berkeley Laboratory, Universidad de California¹³, en el cual se reportaba el uso de la energía en áreas residenciales y urbanas de diferentes ciudades de Venezuela, cuyos valores promedio para las clases D y E, era de 2103 kWh/año y parecía estable. El incremento para llegar al promedio actual se debe fundamentalmente a la edad de los refrigeradores, más ineficientes y que contribuyen en cerca del 40% al consumo promedio total de una vivienda de este tipo.



¹² Perfil del Consumo Eléctrico. Proyecto de Eficiencia Energética. AES-C.A. La Electricidad de Caracas, 2001.

¹³ Figueroa M, Sathaye, J. 1993. Household Energy Use in Urban Venezuela: Implications from Surveys in Maracaibo, Valencia, Mérida, and Barcelona-Puerto La Cruz. University of California, Berkeley, USA.

ONG y acción social en barrios.

La organización social en las comunidades de barrios ha progresado con el paso de los años. Las políticas gubernamentales han contribuido significativamente en esto, gracias a los preceptos constitucionales que propugnan una sociedad protagónica y participativa en Venezuela.

Desde la perspectiva gubernamental, el Estado ha desarrollado programas paralelos a las funciones públicas preestablecidas de prestación de servicios sociales clásicos y que se han denominado "Misiones", destinadas a aliviar coyunturalmente las múltiples carencias en atención y servicios sociales de estos sectores. De tal manera, la *Misión Robinson* ha tenido como objetivo la alfabetización de la población; la *Misión Barrio Adentro* se concentra, a través de pequeños módulos ambulatorios ubicados en los barrios, en la red primaria de atención médica y primeros auxilios.

Por otra parte, las cadenas de tiendas MERCAL distribuyen en todo el país y a precios relativamente accesibles, alimentos subsidiados. Hay también Misiones que se dedican a facilitar la educación secundaria y superior, entre otras.

Las clases socioeconómicas D y E también son atendidas eficazmente por la Iglesia Católica, organizaciones no gubernamentales y el empresario privado a través de sus políticas de Responsabilidad Social Empresarial, en especial aquellas grandes corporaciones venezolanas como Empresas Polar, Bigott, Ron Santa Teresa, instituciones financieras y muchas otras; sin excluir con ello las significativas actividades de involucramiento social de las corporaciones petroleras internacionales y muchas embajadas extranjeras acreditadas en el país.

La Iglesia Católica desarrolla actividades tradicionales de soporte educacional, capacitación técnica y auxilio humanitario, así como de esclarecimiento social y cultural, a través de sus múltiples parroquias, la organización Fe y Alegría, centros de estudio de la pobreza, escuelas técnicas, sistemas de estudio a distancia y educación de adultos, universidades y sistemas de becas, entre otras actividades de gran impacto social, que se han sostenido a lo largo de la historia contemporánea de Venezuela.

Existen 957 organizaciones y grupos cooperantes de acción social conocidos, dedicados a resolver problemas estructurales de la pobreza, la niñez abandonada, la violencia social y contra la mujer, drogadicción, el SIDA, la salud, atención a discapacitados, ambiente y muchas otras ramas de esta posibilidad de involucramiento. El directorio de organizaciones no gubernamentales y empresas de compromiso RSE, se accede a través de la Red

Venezolana de Organizaciones para el Desarrollo Social, REDSOC.¹⁴

El liderazgo social en barrios.

Se puede distinguir un liderazgo social a través de las iniciativas en la creación de redes sociales formales. Con importante apoyo en una Red Telemática Comunitaria, están orientadas al fortalecimiento de estos grupos organizados, a través de circuitos de información, conocimientos y experiencias exitosas, con el fin de contribuir al mejoramiento progresivo de su calidad de vida. Más detalles de este tipo de organización y su estructura, se pueden obtener por el sitio internet de REDSOC.

De igual forma, la acción política del país, tanto de los partidos progubernamentales como aquellos de la oposición democrática, realizan importantes actividades en las bases de la población, ya sea para producir conciencia política, como para lograr esclarecimiento en los principios de la democracia, los derechos humanos y el pluralismo.

Recientemente se ha decretado la Ley de Los Consejos Comunales¹⁵ que según su texto, "...tiene por objeto crear, desarrollar y regular la conformación, integración, organización y funcionamiento de los Consejos Comunales y su relación con los órganos del Estado, para la formulación, ejecución, control y evaluación de las políticas públicas".

En su Artículo 2, se explica que "...los consejos comunales en el marco constitucional de la democracia participativa y protagónica, son instancias de participación, articulación e integración entre las diversas organizaciones comunitarias, grupos sociales y los ciudadanos y ciudadanas, que permiten al pueblo organizado ejercer directamente la gestión de las políticas públicas y proyectos orientados a responder a las necesidades y aspiraciones de las comunidades en la construcción de una sociedad de equidad y justicia social...".

Campañas para el ahorro de energía.

En cuanto al ahorro energético, han existido diversas campañas de largo aliento que promueven el uso eficiente y/o racional de la energía. Estas campañas han sido desarrolladas por las empresas de servicio eléctrico de Venezuela, con la finalidad de reducir el consumo de energía y asegurar con ello un mayor margen de disponibilidad para todo el sistema.

¹⁴ www.redsoc.org.ve,
www.altavoz-comunitario.org.ve

¹⁵ Gaceta Oficial N° 5.806 Extraordinaria, 10.04.2006.

Motivada por el Programa Andino de Integración Energética, PAIE, una importante iniciativa se tomó hacia 1996, cuando el otrora Ministerio de Energía y Minas, CAVEINEL y las empresas fabricantes de electrodomésticos (CAFADAE) unieron esfuerzos en una Comisión para el Uso Eficiente de la Energía, CUEE¹⁶, orientada a la producción de un cuerpo normativo coherente, que buscaba la declaración del consumo en refrigeradores y acondicionadores de aire, su respectivo etiquetado, las normas COVENIN (NVC) para ensayos y etiquetado, así como todos los reglamentos técnicos de carácter obligatorio destinados a reforzar esta práctica. Hoy en día, todo refrigerador y acondicionador de aire fabricado o importado en Venezuela, dispone en forma visible de una etiqueta estándar que muestra su consumo energético anual y el sistema de etiquetado se canaliza como una declaración voluntaria pero permanente, ante el Servicio de Normalización, Calidad, Metrología y Reglamentos técnicos, SENCAMER, tanto por fabricantes como por importadores.

Por su parte, las empresas de servicio eléctrico imparten programas educativos en oficinas móviles y unidades rodantes, para demostrar –con charlas educativas- el consumo de equipos eléctricos típicos en viviendas y el uso eficiente de la energía; distribuyen material impreso e informativo en sus oficinas comerciales y en los sobres de facturas; publican campañas de motivación en todos los medios de comunicación; así como propician los enlaces comunitarios para dictar charlas en los centros urbanos en escuelas.

Estas campañas educativas e informativas se han acompañado con programas de sustitución de lámparas incandescentes por lámparas ahorradoras de energía. Sin embargo, esta práctica ha producido una reflexión ecológica en la sociedad venezolana, acerca de su verdadero impacto ambiental, una vez que son desechadas y si realmente esta sustitución de lámparas incandescentes significó un ahorro tangible en cuanto al costo por unidad.

4. Pérdidas eléctricas en sectores D y E.

El grupo de estudio comprende al sector socioeconómico D y E, que típicamente reside en barrios, situados en las grandes y medianas ciudades de Venezuela.

Como ya se adelantó en este trabajo, la población venezolana que reside en barrios asciende a

¹⁶ Los autores del presente trabajo fueron organizadores y miembros coordinadores de la Comisión de Uso Eficiente de la Energía, CUEE, de CAVEINEL, entre 1996 y 1999.

14.273.603 personas, según estimaciones del INE proyectadas a 2007.¹⁷ Se conoce de estudios anteriores, que la cantidad de habitantes por vivienda de las clases socioeconómicas D y E, era de 5,4 en Caracas, 5,2 en Valencia, 5,7 en Mérida, 6,0 en Maracaibo y 6,2 en Barcelona, (Figuroa, M. Sathaye, J. 1993), con un comportamiento que se ha sostenido aproximadamente igual a lo largo del tiempo.

Por ello, para la estimación de la cantidad de viviendas en el sector D y E, resultó útil aplicar estos factores, promediados al valor $f = 5,7$.

De esta manera, se obtiene un total de 2.504.141 viviendas, proyectadas para 2007, una de las constantes que serán utilizadas como base para este estudio.

$$Vde = \frac{HaB}{5,7}$$

donde:

Vde es el número de viviendas en barrios

HaB es la cifra estadística de habitantes (2007)

No es posible determinar el número de establecimientos comerciales ubicados en zonas de barrios, sin embargo se puede aproximar que, por su naturaleza, estos establecimientos fácilmente se pueden asimilar a la estadística general de viviendas, toda vez que la actividad mercantil que allí se desarrolla es del comercio minorista a baja escala, muchas veces integrado a la misma vivienda de quienes realizan el comercio. En otras palabras, si hay un comercio, generalmente se mide su energía con el mismo contador que la vivienda asociada.

¹⁷ En el censo de 2001 (base de estas proyecciones) la omisión fue del 6%, ello quiere decir que sólo cubrió al 94% de la población (mayormente localizada en zonas rurales y barrios marginales de difícil acceso). El error en la proyección es mayor, conforme el año de proyección es más lejano. Por el método adoptado (componentes demográficos), el valor del error se obtiene mediante una transformación lineal de los errores de las hipótesis base de evolución para cada componente. El CELADE (Centro Latinoamericano de Demografía) señala que las proyecciones de Venezuela tienen un error de entre 0,5% y 0,7% al año, aumentando sostenidamente cada año a partir del momento censal. Para el año 2007, el verdadero valor está situado entre 2,1% y 3,8% por encima del valor proyectado.

Con ello, las pérdidas eléctricas en estos sectores urbanos se puede determinar según el siguiente principio:

$$Pde = \sum_{(E,R)=1}^n [CB \times FP \times Cv]$$

$$CB = CR \times Fr$$

donde:

- Pde** Pérdidas en zonas Clase D y E
CB Clientes en barrios (por empresa, región)
CR Clientes residenciales (por empresa, región)
Fr Factor residencial (proporción de barrios)
FP Factor de pérdida (por empresa-región)
Cv Consumo promedio vivienda de barrio
E Empresas de servicio eléctrico
R Región geográfica
 Todas las variables son proyectadas a 2007

Se ha estructurado este análisis de acuerdo a los valores obtenidos para las distintas empresas de servicio eléctrico, así como las respectivas entidades federales o Estados donde operan, agrupados por regiones geográficas, según acostumbra hacer CAVEINEL en sus estadísticas consolidadas.

REGIÓN	ENTIDAD FEDERAL
Centro	Aragua, Carabobo, Dto Capital, Miranda, Vargas
Centro Sur	Amazonas, Apure, Guárico
Occidente	Barinas, Cojedes, Lara, Portuguesa, Yaracuy
Noroeste	Falcón, Zulia
Andes	Mérida, Táchira, Trujillo
Noreste	Anzoátegui, Nueva Esparta, Sucre
Sureste	Bolívar, Monagas, Delta Amacuro

Para una población en las clases socioeconómicas D y E, al año 2007 se pudo determinar lo siguiente:

Habitantes en barrios	14 273 603	(INE)
Viviendas Clases D-E:	2 504 141	(f=5,7)
Viviendas- conexión ilegal	897 991	
Pérdidas en Clases D-E:	1 888,48	GWh/año
Energía no facturada SEN	31 779	GWh
Pde / P no técnicas SEN	5,94	%

Lo anterior presupone un 36% de viviendas en barrios, conectadas de manera ilegal, lo que representa globalmente un 5,94% de las pérdidas no técnicas estimadas en el Sistema Eléctrico Nacional (SEN), las cuales crecen en forma relativamente lineal, arrastradas por el crecimiento demográfico natural y los factores coyunturales económicos y políticos que afectan al país.

Una síntesis de los datos que originaron los anteriores resultados, se puede apreciar en las tablas y constantes mostradas en el Anexo 1, al final de este trabajo.

5. Pérdidas técnicas bajo carga, en transformadores de distribución.

El Sistema Eléctrico Nacional emplea transformadores de distribución en diversas modalidades técnicas, a saber:

- Montaje de bancos monofásicos, bifásicos y trifásicos en poste, compuestos por unidades monopulares con potencias entre 10 kVA y 100 kVA, aislados en aceite. Esta versión es la más difundida en Venezuela y predominantemente presente, tanto en zonas de barrios, residenciales convencionales, comerciales e industriales medianas y pequeñas.
- Montaje superficial o Pad-Mounted, así como bancos monofásicos en aceite situados en casillas, con potencias de unidades monopulares a partir de 300 kVA y hasta conformar aproximadamente 1 MVA en potencia de línea. Esta modalidad no está muy difundida pero se puede encontrar con relativa frecuencia en urbanizaciones residenciales del país.
- Montaje subterráneo de transformadores trifásicos, mayoritariamente utilizados en aquellas redes urbanas con tendido a su vez subterráneo. Esta modalidad es usada con mayor frecuencia por la Electricidad de Caracas, típicamente hasta 2 MVA por unidad.
- Instalaciones industriales o de servicios públicos especiales, en las cuales los clientes compran la energía en media tensión y los transformadores son suministrados por ellos mismos, en cuyos casos las potencias de transformadores son muy disímiles, sin posibilidad de ser determinadas como un estándar, a los efectos del presente estudio.

No ha sido posible determinar para Venezuela, la cantidad de consumidores por transformador en áreas de barrios, dado que la red de distribución es mixta: comercial, industrial y residencial. En todas las ciudades de Venezuela se presenta un esquema urbano similar, que tiene barrios insertos en zonas residenciales formales, junto a áreas comerciales bien delimitadas, así como algunos establecimientos industriales cercanos. Por lo anterior, no existen bancos de transformación dedicados exclusivamente para la alimentación de barrios. Si bien esta circunstancia pudiese presentarse en asentamientos nuevos, aún no existen estadísticas que reflejen dicha realidad.

Los valores de que se dispone sobre las características técnicas de transformadores manejados son los típicos aportados por los fabricantes, toda vez que estos responden a las especificaciones de las empresas de servicio

eléctrico, quienes manejan estándares universales para Venezuela.

En todo el Sistema Eléctrico Nacional, un elevado número de transformadores opera con hasta 20% de sobrecarga, situación a la que contribuyen todas las conexiones ilegales al sistema, tanto las producidas por los sectores industriales, comerciales, residenciales formales y, como estimado en este trabajo, las conexiones ilegales que se producen en viviendas de las clases D y E.



A nivel unitario, la pérdida bajo carga en un transformador de distribución, o pérdida en cobre, se ubica entre 1,35% y 1,6%, en dependencia del régimen de funcionamiento a que es sometido, según se desprende de los resultados de ensayos hechos en laboratorio. Por otra parte, la pérdida en vacío o magnética, se ha medido en ensayos a lo largo del tiempo, entre 0,42% y 0,51%. Estos valores corresponden a los transformadores de distribución instalados en Venezuela, donde predominan aquellos del tipo aéreo de montaje en poste.

El rendimiento máximo del transformador se logra, cuando las pérdidas (que son variables) en el cobre se igualan a las pérdidas en el hierro.

Una aproximación a las pérdidas eléctricas en transformadores de distribución, hecha desde la perspectiva del parque instalado, sólo se puede lograr parcialmente para el caso venezolano, toda vez que se carece de estadísticas públicas sobre el parque de transformadores de distribución instalado. Los autores del estudio han intentado suplir esta carencia mediante un proceso de inferencia aproximado, según los kilovatios transformados, que es posible obtener a partir de estadísticas de energía históricas tomadas de los Balances Eléctricos Nacionales de CAVEINEL y proyectadas matemáticamente desde 2005 hasta 2007, tales como:

- Disponibilidad Neta en BT
- Pérdidas Eléctricas en BT

- Energía No Facturada
- Consumo por perfil de cliente y región
- Cantidad de clientes
- Factor de Carga y Potencia

De igual manera se han establecido los supuestos necesarios para poder concluir los cálculos, a saber:

- La mayoría de los transformadores de distribución alimentan a clientes residenciales y comerciales que conforman el 98,72% de los consumidores nacionales. Pese a ello, se hizo una sumatoria proyectada a 2007, para el consumo total de residenciales, comerciales e industriales, a lo cual se agregó la energía no facturada, la cual también pasa por el proceso de transformación a Baja Tensión.
- El Factor de Carga del SEN fue para 2007 de 82,8%, según OPSIS.¹⁸
- Las pérdidas unitarias en cobre (resultados típicos de ensayo para transformadores venezolanos)¹⁹ oscilan entre 1,35% y 1,6% de la potencia nominal, mientras que las pérdidas magnéticas oscilan entre 0,42% y 0,51% de la potencia nominal. Se tomó el mayor valor conocido en los cálculos de pérdidas, toda vez que los transformadores suelen estar mayoritariamente sobrecargados en un 20%. Estos valores se utilizaron para establecer la proporcionalidad en las pérdidas internas de los transformadores, respecto a valor en MVA que se obtuvo en los cálculos de estimación.
- Se asume como Factor de Potencia de los transformadores, el valor típico de 0,8.

A los efectos de obtener los resultados buscados, se han empleado para el caso venezolano los criterios matemáticos que se muestran a continuación.

$$CITD = \frac{\text{Consumo BT}}{FC \times fp \times 360 \times 24}$$

donde:

CITD Capacidad instalada transformada en distrib.

FC Factor de carga global del SEN

fp Factor de potencia

¹⁸ www.opsis.org.ve

¹⁹ Valores consultados a varias empresas distribuidores en la región central de Venezuela y cotejados con los requisitos técnicos exigidos por el Sistema Eléctrico Nacional. Basados en reportes de ensayos de uso interno de las empresas, que se mantienen en reserva.

$$PT = \frac{DNbt}{FC \times 360 \times 24} - CITD$$

donde:

PT Pérdidas técnicas del transformador

DNbt Disponibilidad Neta en Baja Tensión

$$PTu = \%Cu + \%Mag$$

donde:20

PTu Pérdidas técnicas unitarias (100%)

%Cu Pérdidas en Cu – Laboratorio (75,83%)

%Mag Pérdidas magnéticas – Laboratorio (24,17%)

$$PCu = PT \times \%Cu$$

$$PMag = PT \times \%Mag$$

donde:

PCu Pérdidas globales en cobre

PMag Pérdidas globales magnéticas

De esta forma, se han encontrado los siguientes parámetros, que se resumen en la tabla a continuación:

Consumo en Baja Tensión	67118	GWh
Energía No Facturada	28143	GWh
Consumo Total BT	95261	GWh
Dispo Neta BT	77286	GWh
CITD	795222	MVA
Factor de Carga	82,8	%
Factor de Potencia Trafos	0,8	
PT	11244,26	MVA
PCu	8526,45	MVA
PMag	2717,81	MVA

La proporcionalidad de las Pérdidas en Transformadores al respecto de la Disponibilidad Neta Puntual (MVA), arrojó un valor de 1,39% . Pese a las imprecisiones naturales que impone este método de inferencia usado, este porcentaje se encuentra en el mismo orden de magnitud de la proporcionalidad de pérdidas en cobre y magnéticas, obtenidas en laboratorio.

Los valores encontrados de pérdidas en transformadores son puntuales (MVA) y pueden ser mejorados si se emprenden campañas sistemáticas

para las mediciones de los perfiles de carga diarios por circuitos, coordinadas por las áreas comerciales y operativas de las empresas de servicio eléctrico.

Igualmente, pueden estudiarse soluciones tecnológicas integradas, entre las cuales cabe analizar la incorporación de cobre en los devanados para disminuir pérdidas por efecto I²R.

Una síntesis de los datos que originaron los anteriores resultados, se puede apreciar en las tablas y constantes mostradas en el Anexo 2, al final de este trabajo.

6. Aspectos complementarios.

Tecnologías para evitar el robo.

En el país se han aplicado diversas soluciones tecnológicas para evitar el robo de energía y el hurto de material eléctrico, especialmente en las zonas urbanas públicas.

Se conocen del orden de 450 maneras diferentes, muchas de ellas asombrosamente ingeniosas, para alterar la medición de un contador de energía. La mayoría de estas prácticas son usadas por personas muy tecnicizadas, cosa que se comprueba en diversas zonas residenciales y comerciales del país, donde las pérdidas no técnicas en baja tensión (conexiones ilegales y alteración de contadores) se producen en áreas residenciales formales y comerciales, propias de la clase media y no tanto en las zonas de barrios o en zonas rurales.

La realidad que se impone en cuanto al fraude eléctrico ha obligado a las empresas de servicio eléctrico establecer estrategias de fiscalización, en conjunto con las policías municipales y el personal de fiscalización metrológica de las Oficinas Regionales del SENCAMER, con resultados aceptables, pese a que esto no logra erradicar definitivamente el problema.

Por otra parte, se han implantado tecnologías para evitar los hurtos de materiales y de electricidad en el nivel de la baja tensión, tales como el cerramiento de los módulos de medición (con sistema de cerramiento especial y llaves controladas), la soldadura de tanquillas en las calzadas, la instalación de cajas antifraude para medidores en baja tensión, dotadas con tornillos de combinación. También se han utilizado las cajas de medidores selladas, hechas de policarbonato, para colocar los medidores en barrios, en lugar de la tradicional "cachucha" o sencillo protector metálico del medidor, donde el instrumento quedaba expuesto frontal y lateralmente. Finalmente, se tienen las campanas colocadas en postes de distribución,

²⁰ Para cobre: 1,6% ; para Mag: 0,51%

para evitar que la gente suba a través del poste para pegar las acometidas.

Nivel de no-pago de facturas.

Los problemas de recaudación de pagos se presentan de manera disímil sobre la geografía venezolana. De unos 440.000 clientes de tarifa residencial-social en la región Centro-Norte Costera de Venezuela, aproximadamente un 7% no paga su factura. Para el resto del país, el nivel de no-pago de las facturas se estima en 60% para la región oriental del país, y asciende a un 70% aproximado en la región de los Andes.

Tarifas preferenciales.

En Venezuela no existen tarifas específicas para barrios sino una tarifa denominada "Residencial-Social" que comprende un cobro fijo por los primeros 200 kWh y un cargo por los kWh adicionales, a partir de ese nivel.

7. Conclusiones.

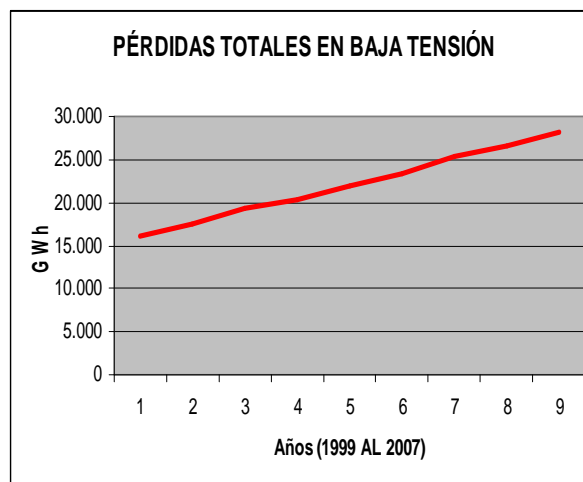
Las pérdidas eléctricas "no técnicas" (es decir, cuyo origen no es inherente al proceso "natural" de la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica) -y más particularmente, corresponde al **robo de energía**, no pueden medirse en forma directa, por lo que solamente se estiman, clasificándolas según las diversas formas en que se manifiestan: el *fraude* (generalmente, la alteración del medidor o de la propia instalación para que registre un consumo menor), la *conexión clandestina* (que ocurre por incapacidad de la empresa suministradora de proporcionar oportunamente el servicio al usuario, o la de éste para pagar dicho servicio) y, finalmente, las *anomalías de administración* (básicamente problemas de sistemas, procesos, etc).

Un fenómeno distinto es el "no pago" abierto, es decir, usuarios regulares (cuyas instalaciones cuentan con medidor y se les toma periódicamente la lectura) que simplemente dejan de pagar su factura, sin que por diversas razones, se les pueda cortar el servicio (o que también se "reconectan" en cuanto se ejecuta el mismo).

Como se ha advertido en el presente informe, el robo de energía es un dato de difícil acceso, pudiendo ser interpretado como un indicador de gobernabilidad, por lo que muchos países no revelan sus datos reales al respecto. Sin embargo, el fenómeno del robo de electricidad se multiplica rápidamente y se manifiesta por la proliferación -nada clandestina- de intrincadas "telarañas" de cables que cuelgan de los postes de luz, mediante las cuales miles de "usuarios ilegales" se conectan a la red de distribución, afectando no sólo la economía de las empresas eléctricas, sino la

calidad del servicio a los usuarios "regulares" por las constantes caídas de voltaje que provocan, incluso, causando la interrupción del servicio, lo que en ocasiones hasta repercute en daño a los transformadores de distribución.

El escenario de pérdidas eléctricas en Venezuela es complejo, puesto que las causas y la magnitud del problema rebasan toda previsión. De un lado no se tienen los recursos suficientes para suministrar oportunamente el servicio derivado de una demanda impulsada por un crecimiento no planificado por el propio Estado. Por otro lado, los sistemas de distribución están padeciendo de graves problemas técnicos en su operación y tienen como causa principal, la imposibilidad de ejecutar a cabalidad los planes de adecuación y crecimiento, por la dificultad para obtener recursos económicos.



En tal circunstancia, para la determinación de las pérdidas eléctricas no existe un método que se considere como el mejor. Es necesario aprender y dominarlos todos y escoger el más adecuado para cada ocasión. De tal manera, el equipo consultor ha debido valerse simultáneamente de distintas vías de aproximación estadística, para poder llegar a conclusiones aceptables.

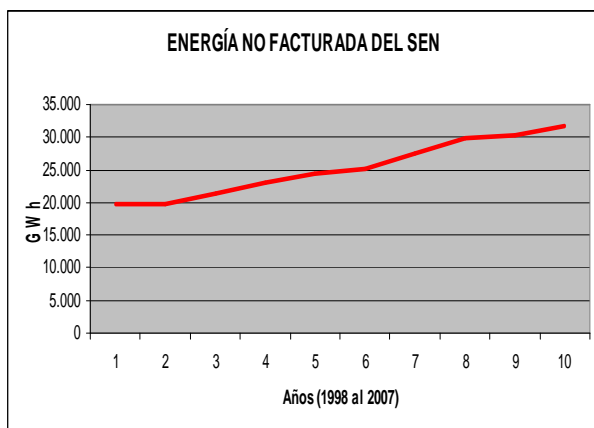
Pese a un nivel de pobreza que se acerca al 60% de la población, en Venezuela no hay problemas de acceso a la electricidad. Pero los subsidios de la energía han sido ineficaces en su orientación y terminan filtrándose hacia otras clases sociales, beneficiando a los que más tienen (Mata, 2006)²¹.

²¹ *Alivio de la Pobreza Energética Urbana en América Latina. Tres Ciudades-Tres Enfoques.* Consejo Mundial de Energía, 2006, para las ciudades de Buenos Aires, Caracas y Rio de Janeiro, en www.nacion.com/ln_ee/2006/marzo/03/ueconomia-mu18.html

Asimismo, al hablar de pérdidas de energía eléctrica se vislumbra la imagen de una línea de distribución en un barrio, con miles de conexiones de servicio realizadas de manera ilegal, y cada una representa un robo de varios kWh en las viviendas.

Aunque estas conexiones significan desde el punto de vista técnico un verdadero dolor de cabeza para las empresas eléctricas, sorprende encontrar que ellas representan un porcentaje pequeño del total de las pérdidas no técnicas de electricidad en el SEN (5,94%), pues en la mayoría de los casos, las pérdidas más grandes se manifiestan a través de la manipulación sofisticada de los medidores y desviaciones ilegales del cableado de éstos, hechos que corresponden a otros sectores socioeconómicos del universo de consumidores de la energía, tales como el comercio y las zonas residenciales con viviendas formales.

Como parte de las pérdidas técnicas halladas en el SEN, la tecnología de los transformadores de distribución empleados en Venezuela contribuye en poca medida a los valores globales. Con pérdidas en vacío y bajo carga, que típicamente no superan respectivamente el 0,51% y 1,6%, se obtuvo una relación del 1,39% respecto a la Disponibilidad Neta en Baja Tensión. Es posible considerar la dotación de estos equipos con una mayor capacidad en cobre durante su diseño, para soportar mejor las condiciones de sobrecarga a que son sometidos en su mayoría.



El factor global de pérdidas no técnicas oscila en Venezuela alrededor del 40%, considerando que este valor de pérdidas corresponde principalmente a la empresa CADAFE y que su participación en el total del país es casi un 70%. Con ello es fácil establecer que la salud del SEN está en gran medida condicionada en la propia salud empresarial y tecnológica de CADAFE.

Finalmente cabe resaltar el hecho que en las clases socioeconómicas D y E, las conexiones ilegales se convierten en una acción impulsada principalmente por la necesidad de proveer a las viviendas de los elementos esenciales de salud y confort, que la sociedad en general vende como valor cultural, pero que se ve contrastada con la realidad de los bajos ingresos o el desempleo por todo y muchas veces, la dificultad administrativa de obtener contratos de suscripción en muchas empresas de servicio eléctrico. Pese a esta dramática situación que genera la necesidad de vivienda y bienestar general en un ambiente demográficamente creciente pero con rígidos techos económicos y culturales, esta clase socioeconómica es la que menos contribuye con las pérdidas no técnicas.

8. Agradecimientos.

Los autores de este estudio agradecen en forma muy especial a la empresa REIF CONSULTORES, Caracas, por la valiosa orientación dada en el uso de estadísticas demográficas, a CAVEINEL y su calificado personal, así como a la gran familia de profesionales de la industria eléctrica nacional, quienes de manera gentil, solidaria y desinteresada, hicieron sus invalorable aportes de información, para enriquecer estos criterios de análisis. Sin todos ellos, no hubiese sido posible llegar a los resultados aquí mostrados.

9. Referencias.

- [1] INE: XIII Censo Nacional de Población y Vivienda.
- [2] Ibidem
- [3] INE, 2004: Pobreza por Ingreso o NBI, en www.ine.gov.ve/reportesocial
- [4] Ibidem.
- [5] Censo Nacional 2001, INE, tomado de Distribución Espacial y Socioeconómica de la Población en Venezuela. (www.voltairenet.org/article121988.html)
- [6] www.conindustria.org
- [7] CAVEINEL, Estadísticas consolidadas 2004. Caracas.
- [8] *Alivio de la Pobreza Energética Urbana en América Latina. Tres Ciudades-Tres Enfoques*, del Consejo Mundial de Energía, 2006, para las ciudades de Buenos Aires, Caracas y Río de Janeiro, en www.nacion.com/ln_ee/2006/marzo/03/ueconomia-mu18.html
- [9] Adaptación del texto tomado de www.caveinel.org.ve. Asimismo, estadísticas de OPSIS (www.opsis.org.ve).
- [10] CAVEINEL, Estadísticas Consolidadas 2004. Caracas.
- [12] Perfil del Consumo Eléctrico. Proyecto de Eficiencia Energética. AES-C.A. La Electricidad de Caracas, 2001.
- [13] Figueroa M, Sathaye, J. 1993. Household Energy Use in Urban Venezuela: Implications from Surveys in Maracaibo, Valencia, Mérida, and Barcelona-Puerto La Cruz. University of California, Berkeley, USA.
- [14] www.redsoc.org.ve, www.altavoz-comunitario.org.ve
- [15] Gaceta Oficial N° 5.806 Extraordinaria, 10.04.2006.

ANEXO 1

ESTADÍSTICA PROYECTADA A 2007 PARA PÉRDIDAS ELÉCTRICAS EN BARRIOS DE VENEZUELA									
REGIÓN	GWh RES	HaB	Vde	CR	CB	Fr	Media FP Región	Cv (GWh/año)	Pde (GWh/año)
Centro	18.014	4.801.271	842.328	1.844.379	959.077	0,52	0,34	0,002103	685,76
Centro Sur	1.393	553.054	97.027	191.469	78.502	0,41	0,40	0,002103	66,04
Occidente	5.212	2.357.404	413.580	840.340	462.187	0,55	0,32	0,002103	311,03
Noroeste	10.697	2.749.503	482.369	712.811	434.815	0,61	0,36	0,002103	329,19
Andes	2.626	1.165.624	204.495	524.848	225.685	0,43	0,40	0,002103	189,85
Noreste	4.505	1.324.880	232.435	464.740	218.428	0,47	0,35	0,002103	160,77
Sureste	3.834	1.321.867	231.906	360.434	187.426	0,52	0,37	0,002103	145,84
TOTALES	46.281	14.273.603	2.504.141	4.939.021	2.566.119				1.888,48

Fuentes: INE, Instituto Nacional de Estadísticas. Censo Nacional 2000. Caracas, Venezuela.
CAVEINEL, Estadísticas Consolidadas 1998 al 2005. Caracas, Venezuela.

ANEXO 2

Consumo GWh (CAVEINEL, 2005 + Proyección a 2007)										
Perfil Usuario	%	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Residencial	24,91	15014	15179	15953	16601	16613	16997	18719	18599	19135
Comercial	15,63	8251	8991	9577	9944	9885	10274	11425	11554	12004
Industrial	46,84	25858	27621	28939	30180	29838	33033	34629	34828	35979
Otros	12,61	9975	9427	10131	9591	9442	9561	10318	9716	9688
TOTALES	100	59.098	61.218	64.600	66.316	65.778	69.865	75.091	74.697	76.807

Nota: "Otros" incluye conexiones rurales, circuitos públicos y exportaciones a Brasil y Colombia.

Consumo por Región GWh/año (CAVEINEL + Proyección a 2007)										
REGIÓN	%	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Centro	38,92	19.715	19.657	20.323	20.020	19.366	17.873	18.856	18.148	18.014
Centrosur	3,01	963	1.042	1.164	1.139	1.193	1.222	1.296	1.344	1.393
Occidente	11,26	3.996	4.069	4.265	4.409	4.324	4.698	5.065	5.050	5.212
Noroeste	23,11	9.593	9.524	10.237	9.944	9.222	9.942	11.077	10.545	10.697
Andes	5,67	1.883	1.918	1.971	2.156	2.145	2.274	2.524	2.526	2.626
Noreste	9,73	3.414	3.333	3.564	3.663	3.866	4.038	4.278	4.351	4.505
Sureste	8,28	2.438	2.774	2.889	3.021	3.285	3.194	3.544	3.671	3.834
TOTALES	100	42.002	42.317	44.413	44.352	43.401	43.241	46.640	45.635	46.281

Consumo BT GWh (CAVEINEL + Proyección a 2007)										
Perfil Usuario		1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Residencial		15.014	15.179	15.953	16.601	16.613	16.997	18.719	18.599	19.135
Comercial		8.251	8.991	9.577	9.944	9.885	10.274	11.425	11.554	12.004
Industrial		25.858	27.621	28.939	30.180	29.838	33.033	34.629	34.828	35.979
No Facturado BT		16.033	17.501	19.240	20.342	21.946	23.363	25.403	26.624	28.143
Total		65.156	69.292	73.709	77.067	78.282	83.667	90.176	91.605	95.261

.... cont. ANEXO 2

Clientes residenciales por Región (CAVEINEL, 2005 + Proyección a 2007)											
REGION	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	%
Centro	1.510.610	1.562.378	1.600.130	1.638.002	1.665.552	1.843.183	1.852.269	1.599.901	1.810.675	1.844.379	37,34
Centro Sur	138.619	142.394	150.917	161.065	160.849	178.941	181.322	167.150	185.776	191.469	3,88
Occidente	577.677	585.255	588.432	613.498	641.607	779.382	798.858	724.701	808.220	840.340	17,01
Noroeste	546.696	556.782	580.857	585.236	594.926	652.571	692.704	647.895	693.610	712.811	14,43
Andes	411.144	426.035	426.883	432.722	443.728	505.541	513.312	469.070	511.885	524.848	10,63
Noreste	344.832	350.291	357.511	392.689	390.377	435.310	442.823	408.231	451.198	464.740	9,41
Sureste	222.887	237.994	255.881	276.733	289.468	325.351	329.970	301.225	345.799	360.434	7,30
TOTALES	3.752.465	3.861.129	3.960.611	4.099.945	4.186.507	4.720.279	4.811.258	4.318.173	4.807.162	4.939.021	100

Consumidores por Región de Venezuela (CAVEINEL, 2005 + Proyección a 2007)											
REGION	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	%
Centro	1.510.610	1.799.979	1.847.498	1.893.162	1.925.512	1.843.183	1.852.269	1.814.962	1.940.075	1.968.781	37,43
Centro Sur	138.619	156.018	165.283	183.140	176.327	178.941	181.322	183.794	195.979	201.656	3,83
Occidente	577.677	650.554	657.201	683.147	714.173	779.382	798.858	819.222	861.629	895.318	17,02
Noroeste	546.696	629.125	657.179	663.701	673.967	652.571	692.704	733.822	743.232	762.568	14,50
Andes	411.144	470.697	472.736	480.423	493.528	505.541	513.312	530.222	546.744	560.531	10,66
Noreste	344.832	385.472	393.686	431.918	430.868	435.310	442.823	451.986	476.790	490.607	9,33
Sureste	222.887	264.678	284.852	307.021	320.391	325.351	329.970	334.359	365.205	379.986	7,22
TOTALES	3.752.465	4.356.523	4.478.435	4.642.512	4.734.766	4.720.279	4.811.258	4.868.367	5.129.653	5.259.448	100,00

Energía no facturada total (CAVEINEL, 2005 + Proyección a 2007)										
Año	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
GWh	19.843	19.754	21.356	23.116	24.409	25.184	27.449	29.793	30.340	31.779

Disponibilidad Neta BT (CAVEINEL, 2005 + Proyección a 2007)										
Año	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
GWh	49.086	50.675	54.207	60.634	63.195	66.328	69.597	73.650	77.286	

Ibelise Rojas V.

Egresada de la Universidad de Texas. Austin, Texas. USA. (1979)
BS in Electrical Engineering con mención en Ingeniería Biomédica.
Curso de especialización en Demand-Side Management. San Francisco, USA.
Nov. 1994.

Ejerció cargos de importancia en C.A. La Electricidad de Caracas, desde 1981 hasta 2006, entre los cuales fue Jefe de la Sección de Coordinación de Obras Especiales, Jefe de la Sección de Eficiencia Energética, estuvo a cargo de la Gerente de Mercadeo, lideró las actividades de Atención de Grandes Clientes y del Proyecto de adecuación de las empresas a las exigencias regulatorias.

Tuvo asignaciones en la República del Salvador, destinadas a dar apoyo a la Unidad de Tarifas y Energía de CAESS (subsidiaria de la Electricidad de Caracas) en San Salvador, en las actividades de mercadeo y gestión de clientes no regulados.

Asimismo realizó una asesoría a la Dirección de Energías Renovables y Eficiencia Energética (DEREE) del Ministerio de Energía y Minas (MEM) de la República del Ecuador en el diseño de los Programas de Normalización y Etiquetado Ecuatoriano para equipos o aparatos consumidores de energía, así como para los proyectos de Normas Ecuatorianas de Eficiencia Energética relacionadas con refrigeradores y lámparas fluorescentes compactas.

Es Co-autora de la investigación "Técnicas de Reducción del Gasto Energético en Edificaciones". Caracas, 2004. Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC) de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Venezuela (UCV)

Como resultado de esa investigación, se produjo el "Manual Guía del Consumidor de Energía Eléctrica en Viviendas y Oficinas" y el Manual de Diseño para edificaciones energéticamente eficientes en el trópico".

Fue coordinadora de la Comisión de Uso Eficiente de la Energía, CUEE, entre 1994 y 1999.

Sven-Christian Kirschstein Heyne.

Egresado del Instituto Universitario de Tecnología – Región Capital, Caracas (1982), como TSU Electricista, Mención Instrumentación y Control.
Especialización en Gerencia de Procesos Industriales, Carl Duisberg Gesellschaft (Alemania) y FUNDEI (Caracas). 2003.
Formación como consultor e instructor en Gestión Ambiental Rentable (GTZ-Alemania). 2004-2006.

Se desempeñó desde 1982 hasta 1999 en SIEMENS de Venezuela, S.A. como responsable del Laboratorio de Pruebas y Calidad de la fábrica de tableros eléctricos en baja y media tensión, así como de la fábrica de motores eléctricos. En el marco de sus funciones participó en múltiples proyectos de ingeniería, procura y construcción, tanto en fábrica como en el sitio de instalación, de la infraestructura eléctrica del país (presa hidroeléctrica de EDELCA-Guri, Complejo BAUXILUM de alúmina-aluminio, campos de explotación petrolera, poliductos, Complejo Refinador Paraguaná de PDVSA, subestaciones de distribución eléctrica de CADAFE, entre otros).

Ha participado en el proceso de normalización técnica para el tema de tableros eléctricos (CODELECTRA), con la realización del orden de 20 normas de definiciones, requisitos y ensayos, correspondientes a tableros en baja y media tensión.

Director de Tecnología y Vicepresidente de la Asociación Nacional Fabricantes de Tableros Eléctricos y Afines, ANATAVE, entre 1989 y 1999.

En el sector Ciencia y Tecnología, trabajó entre 1995 y 1999 en la Fundación Instituto de Ingeniería, en la constitución de un servicio de ensayos e inspecciones eléctricas (ENINSEL), a la vez de contribuir en las definiciones institucionales del futuro SENCAMER. Desde allí participó también en las tareas de la Comisión para el Uso Eficiente de la Energía, CUEE, alternando su coordinación con Ibelise Rojas.

Director General del SENCAMER, Director General (E) de SENORCA y Director General (E) de SANAMET, con funciones de formación y puesta en servicio del SENCAMER, así como la disolución de SENORCA y SANAMET para integrarlas al SENCAMER (1999-2000).

Actualmente ejerce la consultoría industrial en el área eléctrica, calidad, ambiente y seguridad industrial.