

ASPECTOS A CONSIDERAR EN PROYECTOS DE GENERACION DE ELECTRICIDAD PARA SISTEMAS SOLARES HIBRIDOS: EL CASO DE LA PROVINCIA DE SALTA¹

Cadena², Carlos; Hoyos³, Daniel y Saravia², Luis
Facultad de Ciencias Exactas - INENCO⁴- UNSa
Av. Bolivia 5150 – 4400 – SALTA – cadena@inenco.net

RESUMEN: en el presente trabajo se consideran algunos factores a tener en cuenta cuando se proyecta la instalación de un generador eléctrico no-convencional. Para el caso que se expone, se trata de instalaciones de tipo solar-térmico como complemento de sistemas de generación convencional ya existentes. El equipo podría estar interconectado al Sistema Nacional, o bien a una mini red aislada. La zona de referencia se encuentra en la provincia de Salta, aunque la mayoría de las consideraciones corresponden a también a las provincias de Jujuy, (debido a que muchas de las características que se tienen en cuenta son similares, y en los hechos este límite, se trata de una mera división política) y Catamarca (en un grado de similitud ligeramente menor). En este sentido se plantean algunos escenarios posibles, en regiones diferentes en la primera provincia mencionada. Este tema, también está relacionado con el aumento sostenido de la demanda en los últimos años y que sin lugar a dudas es uno de los factores que contribuye a agravar las actuales limitaciones que padece el sistema eléctrico argentino. Hoy, y como consecuencia su envergadura, las centrales de este tipo no pueden dar respuesta a la problemática del país, pero su desarrollo futuro es promisorio.

PALABRAS CLAVE: energía solar, termoelectricidad, sistemas híbridos, Salta

INTRODUCCIÓN

El aumento de la potencia instalada que se ha logrado en Argentina, merced a diferentes inversiones (tanto privadas como públicas) ha permitido responder parcialmente al incremento del consumo eléctrico en el país. No obstante, las variables condiciones climáticas pueden hacer descender los niveles de hidraulicidad y en consecuencia, la capacidad de generación hidroeléctrica del país, que sumado al desabastecimiento de gas natural (que a pesar de las advertencias se está viviendo en el sector energético), hacen que la capacidad de generación del país pueda descender. En ese escenario, se plantea la necesidad de instalación de centrales del tipo solar –térmica, dado que se considera que para la selección de los proyectos, programas, medidas y acciones orientadas a incrementar la cantidad de habitantes conectados a redes eléctricas, pero también a mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero a través de la utilización de fuentes nuevas y renovables de energía, se deben tener en cuenta. En ese sentido, se debe pensar en la disponibilidad del recurso energético seleccionado en la zona donde se realizará el proyecto y otros factores climáticos, sumado a su accesibilidad, cercanía con centros de consumo, indicadores micro sociales, disponibilidad de agua, factibilidad de utilización del calor residual (cogeneración), etc. Para el aprovechamiento de la energía solar termoelectrica debe tenerse en cuenta que en Argentina hay una demanda aislada



Figura 1: eco regiones de Salta y Jujuy

insatisfecha bastante importante, siendo poco probable que en los próximos 20 años pueda ser cubierta mediante la extensión de redes de distribución, debido al alto costo por usuario, a las relativamente pequeñas demandas de los mismos, ya que están

¹ Parcialmente financiado por CIUNSA

² CONICET

³ Facultad de Ciencias Exactas

⁴ INSTITUTO UNSA-CONICET

dispersos, y también a sus limitadas posibilidades económicas, por lo que la estimación de la evolución del mercado debe realizarse suponiendo que todos los equipos a instalar se destinarían a satisfacer demandas aisladas. La Provincia de Salta posee, como es sabido una marcada diversidad en sus eco regiones¹, y en la figura 1, se observa un mapa que las caracteriza. Por otra parte, el actual Proyecto de Energías Renovables en Mercados Rurales (PERMER) ha finalizado y no ha cubierto todas las aplicaciones mencionadas pese a que es un importante incentivo tanto para la mejora de la calidad de vida, como para el crecimiento del empleo (1).

También en la propia figura 1, se puede apreciar una importante superficie correspondiente a regiones de altura (*1. Altos Andes y 2. Puna*), que para el caso de los generadores que se plantean en el marco de este trabajo, son las más favorables desde el punto de vista de la radiación solar. En la tabla 1, se consignan algunos datos sobre la población rural que se encuentra fuera de las redes convencionales de energía. Coincidentemente las provincias de Jujuy y Catamarca poseen características similares, también en cuanto a la radiación solar, tal como se observa en las figura 2 y 3. Las zonas de mayor radiación solar (recordando que además hay que considerar primordialmente la radiación directa y no la global) se encuentran en general hacia la izquierda de la misma figura (oeste y nor-oeste de la provincia), y excluyendo las de la derecha (este).

Consideraciones generales: Población rural (valor medio del NOA: 21.5%)					
Provincia	Eco regiones	agrupada	dispersa	total	Pot. Usuarios (est.)
Salta	Altos Andes, Puna, Montes de sierras y bolsones, Selva de yungas, Chaco seco	33%	67%	17%	11.700
Jujuy	Altos Andes, Puna, Montes de sierras y bolsones, Selva de yungas, Chaco seco	39%	61%	15%	2500
Catamarca	Altos Andes, Puna, Montes de sierras y bolsones, Selva de yungas, Chaco seco	32%	68%	26%	3000

Tabla 1: consideraciones sobre la población rural

Donde la columna consignada como total se refiere al porcentaje de la población rural sobre el total provincial, mientras que las otras dos corresponden al porcentaje sobre ese total.

Por otra parte, la población rural del NOA tal como lo es la del NEA es de las más altas del país, alcanzando el 21.5%. En la



Figura 2: niveles de radiación del peor mes



Figura 3: radiación mejor mes

primera de las regiones mencionadas, Salta se encuentra a la cabeza. En general, la población es dispersa, de allí que la generación distribuida en estas regiones, resultará muy útil.

Tanto la figura 2, como la figura 3, muestran la información de radiación referida a la región que se está considerando, ambas indican que la región, con diversos matices es muy apta para el empleo de equipos solares, sin embargo, merecen una especial consideración los equipos que funcionan con dispositivos con concentración.

REGIONES

En la figura 4, se observa en un esquema de las provincias de Salta y Jujuy, la distribución de las redes eléctricas principales, y zonas donde existen (al menos en la idea-proyecto) mini redes aisladas.

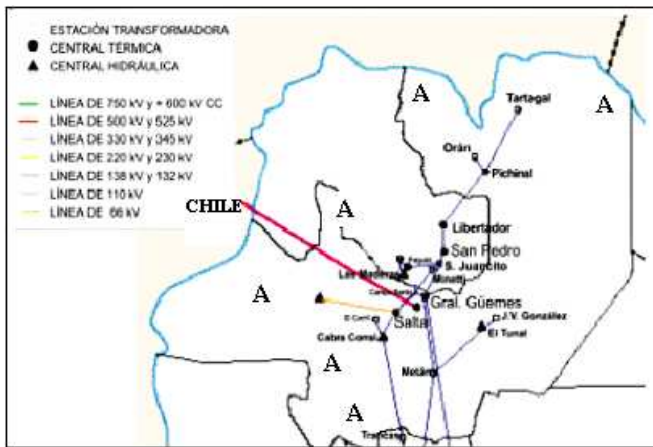


Figura 4: redes o mini redes en la provincia

Las alternativas de localización deberán definir entonces, si se tratará de un sistema conectado a alguna de estas mini redes (A) o bien al sistema interconectado (B). En ese sentido las posibilidades de las ubicadas de las zonas A, están localizadas en los departamentos de zonas de altura en general, y con valores máximos de radiación, en ciudades pequeñas o localidades, como San Antonio de los Cobres, Iruya, La Poma, Santa Victoria Oeste; aunque también existen algunas en la región del Chaco Salteño, como Santa Victoria Este o Corralito, pero para estos últimos casos no se cumple el “requisitos” de máxima radiación. Para las localizaciones del tipo B, donde se combine una zona de radiación elevada con proximidad de una línea de alta tensión se encuentran las ciudades de Cachi, San Carlos, y Cafayate entre otras.

La Red Nacional, que tiene un nivel de Alta y Extra Alta Tensión (220 kV a 500 kV), la opera TRANSENER y su objetivo es unir energéticamente diferentes puntos del país a fin de mantener un sistema eléctrico seguro y

confiable. A este sistema se le llama SADI (Sistema Argentino De Interconexión) y es el que permite que la energía generada en un rincón del país, pueda utilizarse en otro lugar distante a aquél, permitiendo que las generadoras entreguen la energía producida a la red y que la red la lleve a las regiones donde se consume. Las redes de transmisión regionales están operadas por transportistas por distribución troncal que operan regionalmente y manejan un nivel de tensión que va desde 66 kV a 220 kV.

En el caso del Noroeste Argentino, la transportista es TRANSNOA, que opera y mantiene la red de transporte en alta y media tensión en las provincias de Jujuy, Salta, Catamarca, Tucumán, Santiago del Estero y La Rioja. Cuenta con 3.272 km. de red de alta y media tensión (de 66 a 220 kV) y maneja un nivel de potencia de 1.621 MW². Las redes locales o de distribución las operan las distribuidoras locales, y son redes de media y baja tensión (33 kV o inferiores).

Hay que destacar por otra parte, que las comunidades rurales son las que presentan los peores indicadores de condiciones de vida, están caracterizadas por una baja densidad demográfica y alejadas de los principales centros urbanos; deben, además, superar obstáculos muy significativos para acceder a servicios que en un centro urbano se consideran básicos. En la figura 5 se observa uno de los indicadores sociales “básicos”, el NBI

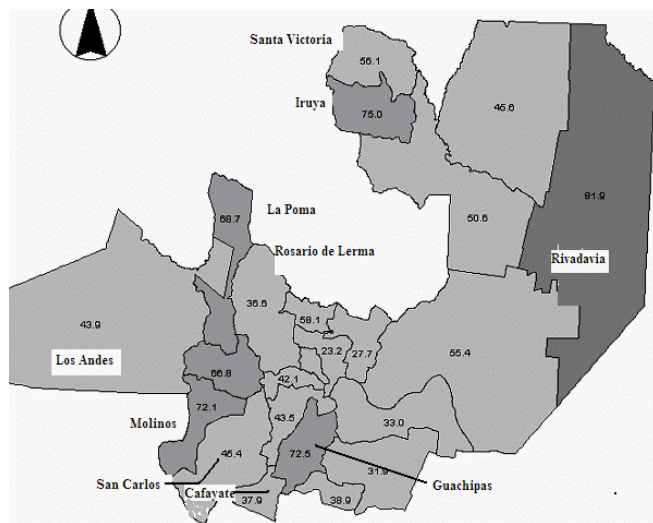


Figura 5: datos de NBI en la provincia

(necesidades básicas insatisfechas). Los valores picos por lo adverso de la provincia, se encuentran en los departamentos ubicados en la región este, correspondiente al chaco, donde la radiación directa es menor, pero también en la región de los valles centrales. Para todas estas regiones en general, en los últimos años, se ha registrado una gran migración de la población rural hacia los conglomerados urbanos. La población urbana, entre 1991 y 2001, aumentó un 14%, mientras que la rural disminuyó un 7%. Además dentro de la población rural se registró un aumento de la agrupada, en detrimento de la dispersa. Puede decirse que, parte de este fenómeno se debe a las mayores posibilidades, en los diferentes aspectos como educación, salud y trabajo, que ofrece el medio urbano. Mediante el abastecimiento de energía eléctrica a la población rural, el PERMER buscó contribuir a revertir o al menos contener este proceso, pero el objetivo, no fue conseguido en algunos casos.

CENTRALES TERMOELECTRICAS CON RECEPTOR CENTRAL

El término “energía solar térmica de concentración”, es una traducción directa del inglés *Concentrating Solar Power* o *Solar Thermal Power* y engloba diferentes tecnologías y aplicaciones. Por ello, parece importante aclarar que en este caso que solo se consideran las aplicaciones de la energía solar térmica cuya temperatura está en el orden de los 300°C. Ello supone la

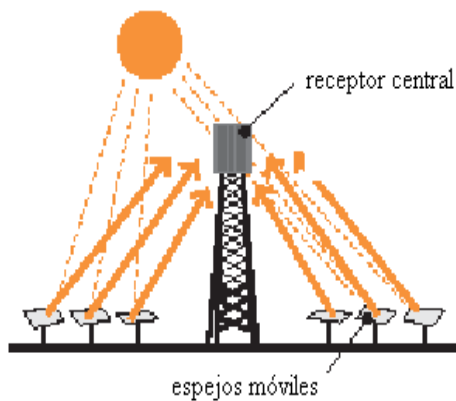


Figura 6: solar-térmica receptor central

utilización de dispositivos de media (hasta 500°C) y alta concentración de la radiación solar. Este tipo de tecnologías, en el rango de temperaturas superiores a 300°C, contempla, asimismo, otros usos tales como síntesis y/o tratamiento superficial de materiales en hornos solares, producción de hidrógeno, combustibles solares, aportación de calor industrial, incluso, experimentos astrofísicos. En general, puede decirse que en este campo de actuación se contemplan cuatro tipos de sistemas solares: colectores cilindro-parabólicos, sistemas de receptor central/ centrales de torre, discos parabólicos y hornos solares, y se centra la atención de nuestro trabajo en los sistemas con recepción central. Estos últimos, después de la fase de escalado y demostración del concepto, se encuentran hoy en día comenzando su primera etapa de explotación comercial. El ensayo de más de 10 pequeñas instalaciones experimentales de este tipo (0.5–10 MW), principalmente en los años 80 del pasado siglo, sirvió para demostrar la viabilidad técnica del concepto y su capacidad para operar con grandes sistemas de almacenamiento térmico. La experiencia más extensa ha tenido lugar en varios proyectos desarrollados en las plantas piloto Solar One y Solar Two en Barstow (California) y en la Plataforma Solar de Almería.

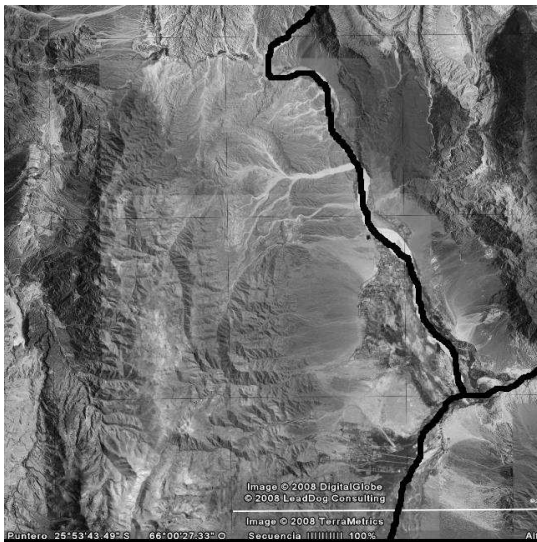


Figura 7: cuencas de ríos y orografía

Los concentradores solares de Fresnel, consisten en una serie de reflectores lineales de Fresnel (LFR) o sea un sistema de foco en línea, similar a los concentradores (CCP), donde se concentra la radiación (en un captador lineal invertido elevado) mediante una serie de reflectores casi planos. Con las ventajas de bajos costes estructurales de apoyo, juntas de fluido fijas, receptor separado del sistema reflector, y largas longitudes de foco que permiten el uso de cristal convencional, los colectores LFR han atraído una creciente atención. Se ve la tecnología como una alternativa de coste inferior a la tecnología CCP para la producción de vapor solar para la generación eléctrica. En 1999 la compañía belga SOLARMUNDO, construyó el mayor prototipo de concentrador Fresnel del momento, con un colector de 24 m de ancho, y un área de reflector de 2500m². El siguiente paso debería ser una central piloto para demostrar la tecnología en un sistema a gran escala bajo condiciones de operación comerciales. Lo más conveniente y rentable sería una solución ya preparada de un colector Fresnel conectado a una central eléctrica existente. La compañía australiana “Solar Heat and Power” planeó para finales del 2003 un prototipo de 24.000 m² de reflectores compactos de Fresnel (CLFR) unida a una central de carbón. Se puede diseñar un LFR para que tenga rendimiento térmico similar por área de abertura al de un cilindro parabólico, pero los diseños recientes tienden a usar materiales de reflector menos costosos y componentes de captador que reducen el rendimiento óptico. Sin embargo, este rendimiento inferior se compensa por los menores costos de inversión, operación y mantenimiento. Los LFR además permiten el uso del terreno bajo los campos de espejos con otros fines económicos, como la horticultura.

Para el caso que nos ocupa, se trata de un campo de espejos de alrededor de dos hectáreas con una superficie real de ocupación del orden del 50%. Esto va implicar la posibilidad de instalación de una central solar térmica del orden de un megavatio. Estos valores no son caprichosos, simplemente son un dato de la realidad: existe en el mercado una variedad de generadores conectables a este tipo de centrales, en ese rango de potencias. En el mismo sentido, y dado que para una central térmica se precisa una “fuente fría”, se muestra en la figura 7, la orografía de la montañosa región, donde se observa que no existen superficies planas demasiado grandes (pensando en que se pudiese cambiar el factor de escala del generador) y las cuencas principales, que corresponden a la región de centro – oeste de la provincia de Salta, y localizadas en los valles calchaquís y en los valles centrales.

ASPECTOS NORMATIVOS

Merece una especial referencia el Marco Jurídico Ambiental, en el que está inmersa esta problemática, entre cuyos aspectos se puede destacar la ley Protección Ambiental, que en su modificación de 1994, la Constitución Argentina ha incorporado en forma explícita, a través de su Artículo N° 41. El contenido, que antes de tal reforma figuraba implícitamente y fue reemplazado: *"Todos los habitantes gozan del derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras; y tienen el deber de preservarlo. El daño ambiental generará prioritariamente la obligación de recomponer, según lo establezca la ley. Las autoridades proveerán a la protección de este derecho, a la utilización racional de los recursos naturales, a la preservación del patrimonio natural y cultural y de la diversidad biológica, y a la información y educación ambientales. Corresponde a la Nación dictar las normas que contengan los presupuestos mínimos de protección, y a las provincias, las necesarias para complementarlas, sin que aquellas alteren las jurisdicciones locales. Se prohíbe el ingreso al territorio nacional de residuos actual o potencialmente peligrosos, y de los radioactivos."* Se trata de un derecho más social que individual, cuya reglamentación debe armonizar dos términos importantes: el derecho a un medio ambiente sano, con el derecho a desarrollar actividades productivas que obviamente repercutirán en el progreso de la comunidad y el bienestar individual. Compete al Estado y también a todos sus habitantes, pero para aquél se trata de una obligación primaria de la Nación ya que las Provincias sólo se limitarán a dictar normas complementarias a las que emanen del Gobierno Nacional.

Por otra parte, la Ley N° 25.675 - General del Ambiente (en su artículo 1°), establece los presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable y adecuada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sustentable; y también 2°, cuando enuncia que la política ambiental nacional deberá cumplir los siguientes objetivos: a) Asegurar la preservación, conservación, recuperación y mejoramiento de la calidad de los recursos ambientales, tanto naturales como culturales, en la realización de las diferentes actividades antrópicas; b) Promover el mejoramiento de la calidad de vida de las generaciones presentes y futuras, en forma prioritaria; c) Fomentar la participación social en los procesos de toma de decisión; d) Promover el uso racional y sustentable de los recursos naturales; e) Mantener el equilibrio y dinámica de los sistemas ecológicos.

Además y para proyectos de generación, mediante la construcción de mini centrales y extensión de líneas de media tensión, se analizará si la ubicación de la infraestructura se encuentra acorde con la zonificación establecida por la municipalidad local, a fin de evitar conflictos al iniciarse las obras. Se deberá tener en cuenta que los caminos de acceso hacia los frentes de trabajo, así como los caminos de transporte de los materiales y equipos de construcción, no demanden una distorsión del paisaje natural, ni sea un peligro para el personal de trabajo durante la construcción y mantenimiento de la obra, así como no representen una inversión mayor; convirtiendo al proyecto tanto ambiental como económicamente no viable. Y también las actividades económicas que se desarrollan en los alrededores del área en donde se emplazará la infraestructura, las cuales deberán ser evaluadas, ya que estas en la etapa de construcción pueden ser afectadas por el uso de la mano de obra por mayores salarios, obstruyendo sus actividades en el campo, donde esta podría ser su única fuente de ingresos para el sustento familiar. Teniendo en cuenta el aspecto cultural, se deberá ubicar las pequeñas centrales en áreas que no interfieran con los terrenos utilizados para celebraciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN PARA LA PROVINCIA DE SALTA

Como primer aspecto a mencionar, es que se considera desde esta perspectiva, que la inversión realizada por el programa PERMER en el año 2005, y aplicada a 178 instalaciones en escuelas rurales y 287 en servicios públicos, por un valor de 2.800.000 dólares, más la instalación de 2100 equipos fotovoltaicos por otros 2.015.000 para zonas residenciales, fue de gran utilidad, tal cual lo será muy probablemente, la segunda etapa del PERMER, y de allí aparecen como factible, pero con algunas variaciones las posibles zonas de localización: Puna, Valles, Santa Victoria, Rivadavia, entre otras. En el mapa de la figura 8, se resaltan las localidades que son tenidas en cuenta. Se toma al Departamento de Los Andes que se encuentra ubicado, en su totalidad, dentro de la región Puna, como uno de los casos adecuados de análisis, dado que allí se encuentran las localidades con el mejor recurso solar. Es una área montañosa, con cumbres que sobrepasan los 6.500 m, existiendo también grandes llanuras donde se ubican los salares, las cuales tienen una altura de poco menos de 3.500 msnm, siendo éste el mínimo de la región. La región bajo estudio está integrada por las localidades de San Antonio de los Cobres, Tolar Grande, Caipe, Socompa, Cauchari, Olacapato, Salar de Pocitos, Santa Rosa de los Pastos Grandes, Catúa y Hauyiquina. Sólo una de estas localidades tiene jerarquía urbana, San Antonio de los Cobres. El resto no alcanza los 500 habitantes (siendo 2000 habitantes, el mínimo para ser considerado asentamiento urbano). Estas pequeñas localidades, parajes, compuestos por caseríos, estaciones de ferrocarril y puestos, no se articulan fluidamente con la cabecera del departamento ni entre sí, dado que el nivel de intercambio, en todos los órdenes, es casi nulo, la imposibilidad de desarrollar en el área actividades sustentables, que conformen una trama productiva, unida a factores históricos y naturales, dieron como resultado una ocupación del espacio inarticulada y dispersa. La conexión de la Puna con el Valle de Lerma se hace sólo a través de la ruta Nacional N° 51. Los caminos, si bien su estado general es bueno, no están pavimentados, salvo algunos tramos de la Ruta N° 51, ello sumado al tipo de terreno, generalmente escarpado y de difícil transitabilidad, hacen que la comunicación entre localidades sea dificultosa e insuma tiempos considerables, San Antonio de los Cobres, es la localidad más importante y la actual cabecera departamental de Los Andes. Sus accesos son: por la Ruta N° 51, y la ruta Provincial N° 17, que conduce al Salar de Pocitos, Salar del Hombre Muerto, Mina Tincalayu y conduce a Antofagasta de la Sierra (Catamarca). Tolar Grande es la segunda localidad del departamento. Este pueblo se formó en oportunidad de la construcción del ferrocarril a Socompa y la mayoría de sus habitantes pertenece a familias del personal ferroviario y de trabajadores de las minas, ya que en los

alrededores existen yacimientos explotación. La localidad tiene comisión municipal, juzgados, registro civil, sub comisaría, escuelas primarias y estación sanitaria.

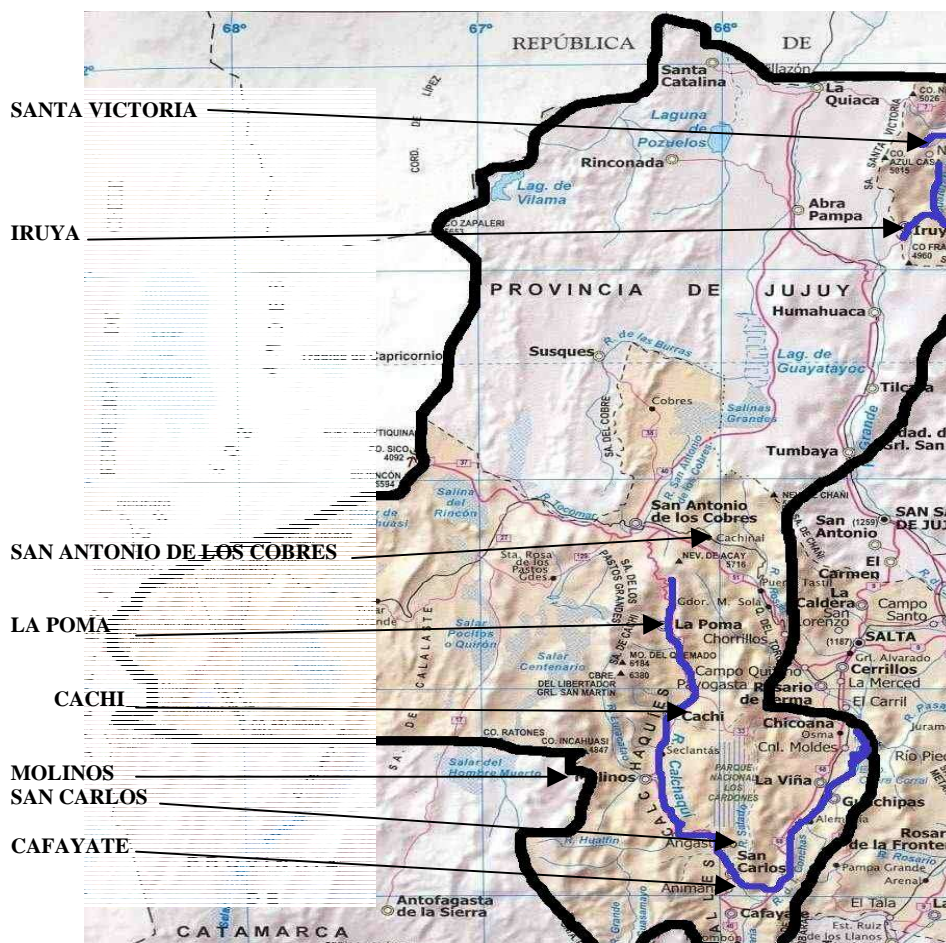


Figura 8: los sitios de mayor interés para instalar centrales y las cuencas de ríos

Por otra parte existe una red de alumbrado eléctrico, estación de ferrocarril, oficina de correos y telégrafos. La mortalidad bruta muestra un suave descenso en el período 1980/90 tanto en Los Andes como a nivel provincial, aunque debe señalarse que la tasa bruta de mortalidad del departamento excede la media provincial. El crecimiento poblacional del departamento, para el período intercensal, es del 14,7%, el cual se podría considerar bajo. A pesar de ello, muestra un ligero aumento comparándolo con períodos anteriores, en que presentaba pérdida de población. El área focal de estudio se caracteriza (al igual que el resto de la provincia), por la predominancia de nativos del país. Los migrantes de otras provincias oscilan entre el 11% y el 14%, siendo la Capital la que atrae más población, y es asimismo la que recibe el mayor porcentaje de población extranjera, 3,9%. La densidad de 0,3 habitantes por km² es la más baja de los departamentos de la provincia, similar sólo a La Poma. Si de vivienda se trata, sólo el 27% de los hogares habitan una vivienda no deficitaria. El 6% de sus habitantes poseen el servicio completo de agua y cloaca y el 30% no posee ninguna de las dos. La localidad de San Antonio de Los Cobres es la que concentra las mejores condiciones de servicios del departamento. El 57% de sus viviendas cuenta con servicio de agua corriente, mientras que sólo el 12,7% cuenta con cloacas. La localidad cuenta con una planta potabilizadora ubicada a 5 Km de la misma. El servicio de electricidad domiciliario es el que tiene mayor cobertura en la generalidad de las localidades, ya que, sea de forma legal o ilegal, los hogares tienen mayor facilidad para obtenerlo, alcanzando generalmente niveles de servicio que superan el 90% a nivel provincial. En el caso de Los Andes, disponen de electricidad el 61,1% (frente a casi el 95% del departamento Capital). San Antonio de Los Cobres utiliza para proveer el servicio una central Diesel. La disponibilidad de gas licuado en cilindros solo la tiene San Antonio de los Cobres, el resto del departamento accede al gas en garrafas. También se podría hacer referencia a su pobreza, dado que sobre un total de 4.981 habitantes que tenía Los Andes en 1991, 2.187 (43,9%) eran población que no satisfacía sus necesidades básicas. Este guarismo supera ampliamente a la media del país, de la provincia y su capital. En San Antonio de los Cobres, cabecera de departamento, el panorama es similar. Sobre un total de 3.141 habitantes, el 41% tiene necesidades básicas insatisfechas.

Finalmente, es de destacar que desde hace mucho tiempo se viene comprobando a través de la realización de extensivos análisis del agua potable en la región, que el arsénico está afectando a la población, pero además que los efectos del envenenamiento por arsénico son mortales y de acuerdo a las medidas realizadas, el nivel de arsénico en el agua potable del pueblo es de casi veinte veces mayor que los niveles aceptados por la Organización Mundial de la Salud. Se sabe además que “hay una gran cantidad de literatura mundial que sustenta que la exposición crónica a altos niveles de arsénico en el agua potable es insidiosa y está asociada con efectos cancerígenos y no cancerígenos. La exposición crónica al arsénico en el agua potable está fuertemente asociada al cáncer de vejiga, pulmones y piel. El riesgo incrementado para otros tipo cáncer de riñón, próstata e hígado han sido también demostrados en poblaciones específicas.” Además para este problema no hay tratamiento, excepto prevenir la exposición en curso, solo cabe remover el arsénico del agua potable para evitar el riesgo, y aquí se combinan electricidad o energía para llevarlo adelante. Desde otra óptica, también se sostiene que los habitantes de la región se han adaptado a los niveles de arsénico de la región. Más allá de esta cuestión, el tema merece ser analizado desde otra perspectiva: el calor residual de un generador térmico solar, puede ser una buena fuente energética para potabilizar agua. La tabla 2, representa algunos sitios de la Provincia, mientras que la tabla 3 es aclaratoria de la anterior.

C	departamento	localidad	sol	otro factor	cogeneración (calor residual)	ind. social	agua	accs.	tipo sist.	factib
A	Santa V. Oeste	Santa V. Oeste	4	H2O P	Invernaderos	4	2	1	A	4
B	San Carlos	San Carlos	5	Desniv	Secado	3	2	3	B	5
C	Los Andes	SA. los Cobres	5	Viento	pot. Agua	3	1	3	A	5
D	Rivadavia	Morillo	2	Polvo	pot agua	5	2	2	A	2
E	Guachipas	Guachipas	3	H2O P	secado	5	2	1	B	2
F	Molinos	Molinos	5	S/Obs	secado	5	2	1	A	5
G	Cafayate	Cafayate	5	S/Obs	secado	2	2	1	B	5
H	La Poma	La Poma	5	Viento	invernaderos	5	2	2	A	4
I	Iruya	Iruya	4	Desniv	invernaderos	5	2	2	A	4
J	Rosario Lerma	Quijano	3	S/Obs	secado	2	2	1	B	3

Tabla 2: datos y resultados preliminares

C	es la codificación de la región (ver figura 5)
sol	es una cuantificación dada (basada en la figuras 2 y 3) de la calidad del recurso, de 5 (excelente) a 1 (buena)
otro fac	corresponde a los otros factores climáticos o geográficos como: agua precipitable, desniveles de terreno, etc.
i. social	es una cuantificación dada, que integra: el NBI (indicador de necesidades básicas insatisfechas) con otros
agua	corresponde a la posibilidad de conseguir agua, sin sales, y a bajo costo, de 2 (muy buena) a 1 (regular)
acces	representa el acceso permanente a vías de comunicación, indicador desde: 3 (bueno) a 1 (intermedio)
tipo sist	se refiere a su posibilidad de incorporación (B) o no (A), al sistema interconectado
factib	es la calificación resultante, que proviene del análisis de factibilidad de obtener una buena instalación.

Tabla 3: Cuadro aclaratorio de la tabla 2

Para los Valles Calchaquíes en general, y para la localidad de San Carlos en particular, se pueden tener en cuenta las siguientes características: su altitud varía entre los 1600 msnm y los 2500 msnm, su clima es en general seco y árido, con gran una amplitud térmica, los días son muy soleados y las noches frías. La extensión del valle es de 520 km² aproximadamente, y corresponde a un sistema de valles y montañas que se extienden por las provincias de Catamarca, Tucumán y Salta, hasta cerca del límite con Bolivia, y que están rodeados de cumbres muy altas, como la del nevado de Cachi, con 6.700 msnm. Fueron habitados desde tiempos pre-incaicos por grupos de origen diaguita o "Calchaquí", una brava cultura indígena que mantuvo uno de los últimos focos de resistencia ante la invasión española. Poseían conocimientos acerca de la fundición de bronce, alfarería, riego en andenes de cultivo, y fabricaban excelentes tejidos y tallados en piedra, actividades que todavía hoy son propias de la región. Por esta zona pasaba el *Camino del Inca* y caravanas de llamas hacia o desde, el Alto Perú. Esto muestra su importancia como ruta comercial entre las poblaciones andinas. Los valles se encuentran sembrados de ciudades y sitios precolombinos y coloniales como Cachi, Amaicha del Valle, Tafí del Valle, Santa María, Cafayate, San Carlos, Angastaco, Molinos y Seclantás, entre otros. Particularmente, San Carlos es una antigua población que se originó cuando se establecieron los Jesuitas en la denominada *Misión de San Carlos*. En otros tiempos la población tuvo un auge económico y comercial muy importante, lo cual la convirtió en candidata a ser capital provincial. Su iglesia es hoy un monumento histórico, y su museo data del siglo XVIII. En sus alrededores existen pinturas rupestres y petroglifos, ubicados en el *paraje San Lucas*. También existe en la *Finca Buena Vista*, el único molino de piedra en funcionamiento en la región con este sistema milenario. En la actualidad existen cultivos de frutales, particularmente vides, verduras y especies aromáticas. La tradición de la zona, es que se sequen en “canchos”, bajo el intenso sol de esta región, y en ese sentido puede aprovecharse el calor residual de un dispositivo termoelectrico.

Paralelamente, Santa Victoria Oeste es un municipio importante y cabecera del Departamento Santa Victoria, ubicado al extremo noroeste de la provincia de Salta, entre montañas y valles, en el límite con la República de Bolivia, a 540 km de la ciudad de Salta. Se halla en el borde oeste de las selvas de las Yungas, al norte de la provincia de Salta, en el punto exacto donde los bosques empiezan a fundirse a cada paso con los pastizales pre puneños. Allí surgió como una aparición, el pueblo

a 2.400 msnm. Se trata de una villa enmarcada entre las pintorescas serranías, hacia el oeste de los cerros Bravo y San José, y al este, la serranía de los cerros Astilleros, Paraguay y Vallecito, una portada elevada hacia las frondosas selvas yungueñas, en la intersección de los ríos Acoyte y La Huerta. Contaba con 1.188 habitantes (INDEC, 2001), lo que representa un incremento del 78,1% frente a los 667 habitantes (INDEC, 1991) del censo anterior. Ganadería caprina, ovina, maíz, porotos, soja, son sus principales actividades, por lo que al igual que en los casos anteriores, el aporte de energía eléctrica también significaría un salto importante en la mejora de la calidad de vida de su gente. Sin embargo, se encuentra en una región donde una combinación de vientos y humedad, hacen que esta zona, no sea de excelencia desde el punto de vista de la radiación.

Como se puede inferir, de los tres sitios elegidos para poder realizar algún tipo de comparación, se tiene lo siguiente: San Antonio de los Cobres es una buena alternativa para la instalación complementaria de una mini red, pues se encuentra en un sitio de heliofanía más que óptima, es accesible desde el punto de vista de sus vías de comunicación, el calor residual podría aprovecharse muy bien para la potabilización de agua contaminada con arsénico, los indicadores sociales son los “adecuados”, puesto que la región entera precisa realizar un salto en su calidad de vida. Sin embargo no deben dejar de considerarse aspectos tales como la inversión que debe realizarse para conseguir agua, la zona afectada por vientos muy fuertes, que en este caso podrían ocasionar problemas en una instalación de este tipo. Se propone a continuación una metodología de trabajo, consistente en relacionar un conjunto de datos, en algunos casos subjetivos, como puede ser entre otras la cuarta columna correspondiente a otros factores climáticos “OFac”, o bien “agua”, donde se consignan particularidades de la región.

Debe admitirse de la observación que puede realizarse en la tabla 2, que existe de un marcado acoplamiento entre las columnas 4° (sol) y la columna 11° (fact); y no podría ser de otra manera, pese a la influencia de los otros factores, como podrían serlo: sus vías de intercomunicación, los indicadores sociales, o bien la factibilidad de obtener agua, que fueron considerados como válidos para la instalación de un sistema solar – térmico con concentración, la radiación sigue siendo un factor preponderante, y este hecho debe ser tenido en cuenta cuando se proponga un modelo totalmente objetivo, o computacional. En ese sentido puede decirse que en las regiones donde se ubican las localidades de San Carlos, Molinos, Cafayate, o San Antonio, existe una muy elevada probabilidad de ubicar con éxito una central solar – térmica, y en otro orden de cosas, pero de la misma forma, en Santa Victoria Oeste, La Poma o Iruya, esa probabilidad es algo menor. Finalmente se puede decir que para otras zonas rurales, donde no existe la expectativa de interconexión a la red eléctrica en el corto plazo, debieran pensarse otras alternativas, donde no pueden excluirse la solar – fotovoltaica, u otras como la térmica con origen en la bio-masa o geotermia.

BIBLIOGRAFÍA

- Jiménez Cabrera Juan, y otros. 2006. “Energía solar térmica de concentración estado actual: actores del sector”. CIEMAT. 2
- Puentes Markides, Cristina. 1994. “La focalización de programas en América Latina”. Publicación FAO.
- Cadena, C. 2005. Seminario Red CYTED, Difusión de Energías Renovables en zonas rurales. Conclusiones. Cochabamba.
- Huamán, J. 1993. “El papel de las ONG’s en los programas de atención de la pobreza. Publicación FAO.
- Fernández, J. 2005. Seminario Red CYTED, Difusión de Energías Renovables en zonas rurales. Conclusiones. Cochabamba.
- Cadena, C. 2005. “Electrificación fotovoltaica en zonas rurales de Salta: perspectivas”. Revista de Asades vol 9. pp 04-36.
- Página Web dirección de Estadísticas y Censos SALTA
- Publicación interna de ESEDSA. 2005. (*Empresa del suministro eléctrico disperso de Salta*)
- Romero Álvarez, Manuel. 2003. “ENERGÍA SOLAR TERMOELÉCTRICA”. Publicación CIEMAT.
- MR Consultores. 2005. “Mitigación de emisiones a través del desarrollo de la utilización de Energías Renovables, Tercer Informe”. 2ª Comunicación Nacional del Gobierno de la República Argentina a las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático PROYECTO BIRF TF 51287/AR.
- Grossi Gallegos, H; Riggini, R. 2007. “Atlas de la República Argentina”. Publicación de SECYT.

ABSTRACT

In the present paper are considered some factors when planning the installation of a non-conventional electric generator. In this case, a solar-thermal system complement existing conventional generation. The equipment could be interconnected to the national system, or a mini isolated network. The reference area is located in the province of Salta, although most of the considerations are also in the provinces of Jujuy, because many of the features that are taken into account are similar. In fact this limit, is merely a political divide. In a slightly lesser degree of similarity there is Catamarca. In this regard planted some possible scenarios in different regions in the first province said. This topic is also related to the sustained increase in demand in recent years and that undoubtedly is one factor that contributes to aggravating the current limitations faced by the Argentine electric system. Today, as a result its size, the plants of this kind can not give an answer to the problems of the country, but its future is promising.

KEY WORDS: solar energy, termoelectricity, hybrid systems, localization

¹ Datos PERMER

² datos de ATEERA