



## La Industria Eléctrica en el Perú

ING. MARCO FERNÁNDEZ BACA

*Las fuentes de electricidad que se generan en el Perú provienen principalmente de un potencial hídrico y de uno petrolero.*

*La tendencia a aumentar las centrales hidroeléctricas en relación con las térmicas que consumen derivados del petróleo, es porque estas son menos costosas.*

*Se presenta, en este trabajo, el estudio realizado en las principales zonas del territorio nacional sobre la industria eléctrica; quedando aún, pendiente la preocupación de dotarlo de mayor cantidad de electricidad, de aceptable calidad y de bajo costo.*

### LA HIDROENERGÍA

El 23% de la energía que llega a la atmósfera terrestre, procedente del Sol, evapora las aguas de los océanos y de los espejos de agua de los continentes. Millones de toneladas de agua se levantan continuamente hasta millares de metros de altura donde se encuentra en forma de vapor de agua invisible o de finísimas partículas de agua líquida que constituyen las nubes. Así es como la energía calorífica del Sol se transforma en el potencial de energía mecánica denominado hidroenergía, que se manifiesta en las aguas almacenadas en las nieves de las montañas, en las lagunas, y en los ríos que descienden hasta el mar disipado en su caída

aquella enorme energía y cerrando el ciclo de las aguas del planeta, las cuales suben y descienden incesantemente entre los mares y las alturas que sobrepasan los picos más altos de los continentes.

Al tratar del potencial de energía, se mencionó que el Perú es uno de los países más favorecidos con hidroenergía, riqueza que aprovechaba directamente como energía mecánica en los molinos de granos y en los trapiches para la caña de azúcar y que hoy día, en forma creciente, la emplea en generar electricidad.

Transformar la energía mecánica que proviene de la hidroenergía en

energía eléctrica es un logro de la tecnología moderna que ha alcanzado un alto grado de perfeccionamiento, tanto en las obras de construcción civil (represas, túneles, canales, desarenadores, cámaras de compensación), como en las de ingeniería mecánica (ruedas Peltón, Francis, Kaplan, turbinas, tuberías de alta presión, etc.) y de ingeniería eléctrica (generadores de corriente eléctrica, transformadores, transmisión y distribución).

Esa transformación se presenta en un esquema simplificado:

En una planta hidroeléctrica concurren tres factores:

- (a) Un reservorio de energía potencial, definido por el producto del peso del agua por la altura del desnivel que se puede aprovechar;
- (b) Una máquina hidráulica donde, por efecto de la caída, se genera energía de movimiento o cinética (de rotación);
- (c) Un generador eléctrico, donde la energía mecánica se transforma en energía eléctrica.

Factores que se presentan en los más variados modelos y escalas, para constituir las centrales hidroeléctricas más gigantescas, capaces de producir millones de kilovatios, o las pequeñas minicentrales cuyo uso se está generalizando en lugares apartados de las serranías peruanas que no tienen mucha demanda, pero donde no falta una pequeña caída de agua.

## PANORAMA GENERAL DE LA INDUSTRIA ELÉCTRICA EN EL PERÚ

Tarija es el nombre de una localidad minera, cerca a Huaraz en el Departamento de Ancash, donde se construyó la primera central hidroeléctrica del Perú, solamente 2 años después de que se inaugurara la primera central a vapor en Nueva York y antes de que la Asamblea Nacional aprobase el tratado de Ancón, en marzo de 1884, al término de la infausta Guerra del Pacífico.

El progreso económico del Perú y el bienestar de su población dependen, cada día en mayor escala, de la disponibilidad de energía eléctrica, no solamente por la iluminación artificial y las comodidades domésticas que puede brindar a las localidades y a los hogares, sino por su importante contribución a las industrias, al comercio, a la educación y al desenvolvimiento tecnológico.

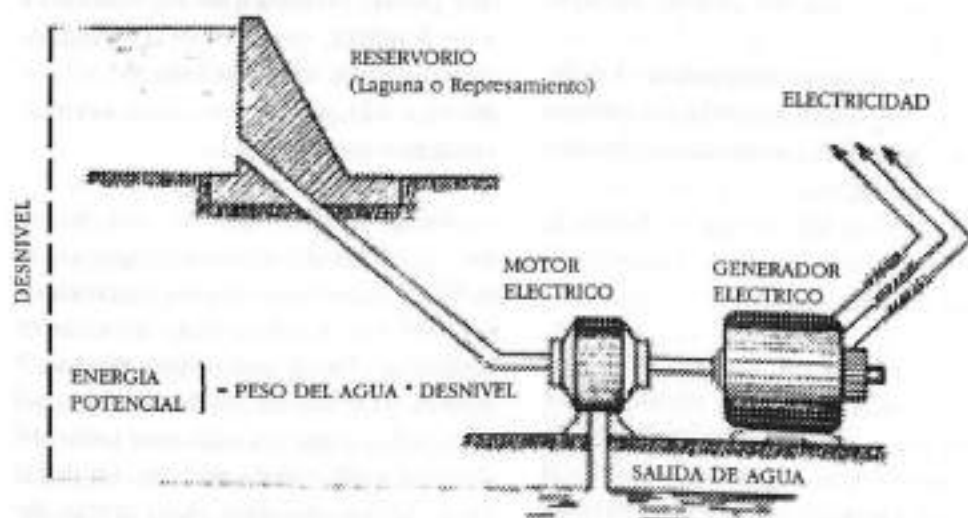
Decir que la década del 80 se inicia con las dos terceras partes de la población peruana sin luz eléctrica es uno de los desafíos para mejorar el bienestar. Decir que solamente hay 3 millones de kilovatios de electricidad instalados para un país que tiene 18 millones de habitantes es también uno de los desafíos para tratar de desarrollar económicamente al Perú.

Como veremos en páginas sucesivas, al terminar el siglo XIX algunas ciudades del Perú estaban comen-

zando a electrificarse con instalaciones muy modestas. Desde entonces ha habido un empuje vigoroso, inicialmente de la empresa privada, para dotar de energía eléctrica a las poblaciones importantes del país; es una historia fascinante del entusiasmo y la fe de personas que se empeñaron en mejorar el modo de vivir de sus ciudades y de la perseverancia de promotores, de empresarios y de técnicos peruanos y extranjeros que se identificaron con el Perú; se inició en una época de difícil recuperación económica e inestabilidad política, después de la Guerra con Chile.

Durante los últimos veinte o treinta años, la electrificación en el Perú dejó de ser el conjunto de los problemas de las capitales de departamentos y de provincias; y progresivamente se convirtió en la preocupación de integrar centrales eléctricas de alta capacidad y rendimiento con poblaciones e industrias de sus respectivas zonas de influencia, y luego; en conectar entre sí esas grandes centrales en determinadas regiones geográficas del Perú, para obtener mayor eficiencia y economía, y poder beneficiar a los pobladores de áreas urbanas y rurales alejadas del territorio

**Figura: Una Planta hidroeléctrica convierte la energía en energía eléctrica**



nacional. Así es como el Estado, en 1972, asumió la responsabilidad del desarrollo eléctrico y de atender los servicios públicos de electricidad, a nivel nacional. Se formó Electroperú y muchas empresas privadas se convirtieron en empresas públicas asociadas. Han prevalecido varias empresas privadas que cubren sus propias necesidades eléctricas, con el nombre de autoproductoras.

Las fuentes de la electricidad que se genera en el Perú provienen principalmente de su propio potencial hídrico y de su propio potencial petrolero; a diferencia de la mayoría de otros países, puede aprovechar su riqueza hídrica, que es renovable, en mayor proporción; por lo cual, es saludable la tendencia a aumentar las centrales hidroeléctricas en relación con las térmicas que consumen derivados del petróleo, cada día más costosos.

Se puede apreciar el desarrollo eléctrico de dos maneras:

a) evaluando la capacidad de producción de las centrales eléctricas existentes, la que se puede expresar en kilovatios (KW);

b) evaluando la producción de la energía eléctrica, que se mide en kilovatios hora (KWH).

Se nota que el total de la capacidad hidroeléctrica instalada es mayor en un 50% que la térmica; este porcentaje va a mejorar con los proyectos hidroeléctricos en ejecución, cuya producción llegará a ser superior al aporte de las numerosas pequeñas centrales térmicas instaladas en años recientes. También se puede observar que los autoproductores tienen una mayor potencia instalada térmica, a la inversa que en las empresas públicas.

En el Plan Nacional de Desarrollo propuesto en la década del 70, se evaluó el potencial hídrico y se estableció las ubicaciones de las centrales hidroeléctricas que se podrían construir hasta el año 2000, conforme a un calendario. Aunque las cifras del cuadro anterior muestran solamente un 80% de realizaciones respecto al plan de desarrollo eléctrico nacional, es interesante anotar que la capacidad instalada se ha duplicado durante los últimos diez años, con un crecimiento anual que casi llegó al

### Producción de energía eléctrica en Perú

	(a) Capacidad instalada en millones de KW			(b) Producción anual en miles de millones de KWH		
	Hidro	Termo	Total	Hidro	Termo	Total
Electroperú	1,0	0,3	1,3	3,1	0,4	3,5
Otras empresas públicas	0,6	0,2	0,8	2,7	0,2	2,9
Autoproductoras	0,2	0,8	1,0	1,8	1,8	3,6
<b>TOTAL</b>	<b>1,8</b>	<b>1,3</b>	<b>3,1</b>	<b>7,6</b>	<b>2,4</b>	<b>10,0</b>

Adaptado de El GRANDESARROLLO de An. Wollerson U. (pág. 157, datos correspondientes a 1980)

7% al comenzar 1980, debido mayormente al incremento en Electroperú.

En cuanto a la producción de energía eléctrica, en KWH, para atender a la demanda, si se comparan las cifras de las columnas (a) y (b), se puede notar que las centrales hidroeléctricas trabajan más horas que las centrales térmicas, lo cual es razonable y conveniente a la economía nacional; los generadores térmicos deberían utilizarse en la menor proporción posible; excepto donde no tienen alternativa, sirven usualmente para cubrir la demanda en exceso que se produce en determinados intervalos de tiempo (*-consumo de punta-*) mientras los generadores hidroeléctricos cubren la demanda de base; por otra parte, las centrales eléctricas en general tienen generadores térmicos complementarios para cubrir el servicio durante las operaciones de mantenimiento o de reparaciones de emergencia.

En el mismo cuadro se puede observar que en las empresas públicas el 10% de su producción es térmica, mientras que en las empresas autoproductoras es en promedio 50%; lo cual se explica, si se considera que para proyectar y construir una planta hidroeléctrica se requieren estudios e inversiones de capital considerables, lo cual no siempre es atractivo para las empresas privadas, cuyas operaciones requieren flujos de liquidez muy flexibles.

Esta es una de las razones que se

ha aducido para entregar la responsabilidad del desarrollo eléctrico al Estado; en efecto, las inversiones públicas para el desarrollo se hacen con proyecciones a largo plazo, sin acondicionarlas necesariamente a obtener las utilidades y recuperación de capitales que demanda la empresa privada.

Otra razón es que el Estado está en mejor posición para coordinar el desarrollo eléctrico nacional, en conjunto; puede planificar zonas de influencia de las grandes y medianas centrales eléctricas; e interconectar su producción a nivel regional, para lograr un balance o equilibrio del consumo de la poblaciones y de las industrias cuya demanda individual es irregular a través de la horas del día o de la semana.

Para atender el abastecimiento eléctrico del país, mediante la generación de esta energía, su transformación, distribución y comercialización, están las siguientes entidades:

- a) Electroperú, la empresa pública que hoy día aporta más de la tercera parte de la producción de electricidad del país; aparece en 1972 con el Decreto Ley 19.521 para integrar el esfuerzo estatal existente, que entonces incluía las centrales hidroeléctricas del Cañón del Pato, Machupicchu, Aricota, Mantaro y las que atendían algunas localidades con centrales térmicas pequeñas; además incorporó algunas empresas que

eran privadas hasta 1972. Está empeñada en la interconexión de los sistemas eléctricos a su cargo en tres grandes sistemas de interconexión nacional:

1) La interconexión Centro Norte, que integrará los sistemas eléctricos de Tumbes-Zorritos-Zarumilla, Talara-Verdun-Malacos, Chiclayo, Santa, Cahua-Paramonga y Mantaro.

2) La interconexión Sur Este, conecta los sistemas de Machupicchu, Cusco y su área de influencia.

3) La interconexión Sur Oeste, que integrará Arequipa, Aricota-Southern Perú Copper Corp.

No se ha considerado la interconexión entre las localidades de la Selva; Iquitos y Pucallpa y otras localidades tienen centrales térmicas independientes.

b) Las empresas públicas asociadas, que se rigen por la Ley de Sociedades Mercantiles; antes de 1972, eran concesionarias privadas conforme a la Ley 12.318 de 1955, que alentó la inversión privada en el desarrollo eléctrico del país. Producen algo menos de la tercera parte de la demanda nacional. Ellas son: Electrolima (anteriormente Empresas Eléctricas Asociadas), que abastece Lima Metropolitana con el 17% de la producción total del país; Hidrandina (9%); Sociedad Eléctrica de Arequipa Ltda. (2,4%), Empresa de Energía de Piura, Compañía de Servicios Eléctricos S.A. y la Socie-

dad Industrial de Huancayo.

c) Los autoprodutores son empresas que generan electricidad para atender sus propios requerimientos industriales. Los principales autoprodutores son Centromín, Southern Peru Copper Corp., Marcona Mining Co., los complejos industriales de Paramonga, Casagrande y Pomalca, Cemento Andino, Cemento Pacasmayo.

A continuación se presenta, en forma resumida, la historia de los esfuerzos que para electrificar el país realizaron hombres y empresas en los momentos mismos en que esta energía comenzaba a utilizarse en el mundo. Comenzaremos con la Capital de la República.

### **Lima Metropolitana**

La Ciudad de Lima tuvo iluminación a gas prácticamente hasta los primeros días del presente siglo, a pesar de que promotores de la luz eléctrica se empeñaron en iluminar las calles de la Lima tradicional desde 1886, en que se instaló una planta a vapor de 375 kilovatios. Este número que representa un comienzo modesto, se fue multiplicando aceleradamente, primero en el área de la Ciudad de Lima, y luego en las principales capitales y en el resto del país, paralelamente con el desarrollo económico y social.

La industria eléctrica en Lima se

inició práctica y promisoramente en 1895 cuando la Empresa Transmisora de Fuerza Eléctrica comenzó a suministrar fluido desde Santa Rosa (cerca al Cementerio) a la fábrica de tejidos *Sociedad Industrial Santa Catalina*, debido al empeño de un industrial italiano, Bartolomé Boggio, de un técnico muy capaz, Pedro Battistolo y de peruanos que apoyaron económica y financieramente a ambas empresas, entre otros, Mariano Ignacio Prado Ugarteche, Juan Manuel Peña Costa y Pedro Ugarteche.

En 1896 la municipalidad limeña otorgó una concesión para sustituir el alumbrado de gas con lámparas de arco y focos, concesión que adquirió la Empresa Transmisora de Fuerza Eléctrica; al comenzar el siglo XX su central de Santa Rosa tenía 3 generadores de 450 kilovatios cada uno, dos accionados hidráulicamente y el otro por vapor de agua. Desde entonces la iluminación eléctrica de la capital del Perú aumentó aceleradamente, duplicándose entre 1900 y 1902. Se formaron sucesivamente otras empresas, entre ellas la Compañía Eléctrica del Callao promovida por Faustino Piaggio, el mismo personaje que inició la industria petrolera en Zorritos y que fuera una de las figuras de la reconstrucción del país, después de la guerra con Chile, con su múltiple actividad cívica, bancaria y multiempresarial.

En 1903, Lima disponía de la electricidad proveniente de las Centrales Eléctricas de Santa Rosa y de Piedra

Lisa, ubicadas frente a frente, en ambos márgenes del río Rimac, y de la Central Hidroeléctrica de Chosica.

En 1904 estaban electrificados el ferrocarril de Lima a Chorrillos y la línea de tranvías entre ambas localidades (que se prolongó hasta la Herradura); la línea de tranvías de Lima a Callao (después hasta la Punta) y los tranvías que hasta entonces se desplazaban mediante tracción animal.

Las empresas eléctricas que servían a la capital aunaron esfuerzos, primero cuando Santa Rosa y Piedra Lisa consolidaron sus intereses en 1904, luego absorbieron a la empresa del Callao en 1905 y en 1909 se asociaron con las compañías eléctricas a cargo de los servicios urbanos e interurbanos de Lima, Callao y Chorrillos. Este conglomerado se denominó Empresa Eléctrica Asociada (EEA); tuvo un capital de 15 millones de soles, construyó la primera Central Eléctrica de Yanacoto e integró, en un solo sistema, las diferentes redes de distribución con que había comenzado la ciudad.

Cuando las compañías que formaban la EEA unificaron su contabilidad y lograron una personería jurídica con el nombre de Empresas Eléctricas Asociadas (EE. EE. AA.) por Resolución Suprema, en 1910, comenzó una era de acentuado progreso en la industria eléctrica de la futura Lima Metropolitana, conjuntamente con su expansión y modernización; entonces, cuando comenzaba la segunda

década, su población se había duplicado respecto a 1900.

Durante los diez años siguientes se terminaron de instalar las etapas de la Central de Yanacoto, iniciadas en 1907 y se incrementó la capacidad de las otras centrales eléctricas hasta alcanzar 18 mil kilovatios para la celebración del Primer Centenario de la Independencia del Perú; la capital del Perú había llegado a ser una de las ciudades con mejor iluminación eléctrica de América Latina.

Precisamente cuando se planeaba iniciar una nueva etapa de desarrollo eléctrico, duplicando la capacidad de producción, se avecinó una crisis económica general que dificultó conseguir las inversiones necesarias. En esa oportunidad se presentó la empresa italiana Latina Lux, para firmar un convenio con EE. EE. AA., aportando su tecnología, capacidad financiera y dirección técnica. Un nuevo directorio renovó la conducción de la empresa, con Consiglio Marzo como Gerente General y con Juan Carosio como Director Ejecutivo, ambos ingenieros italianos de excepcional capacidad y prestigio internacional. Sus nombres, especialmente el de Carosio, están grabados en la historia de la energía peruana por las importantes y atrevidas obras que planearon, financiaron y ejecutaron.

Seguramente lo más notable de su empeño fue el haber señalado con acierto las fuentes de energía eléctrica en los recursos hídricos de los

valles vecinos; comenzaron asegurando la financiación de sus proyectos mediante contratos realistas con el Concejo Provincial de Lima, para cubrir las necesidades de alumbrado de Lima, el Puerto, los balnearios y sus transportes urbanos e interurbanos. La primera fase de la expansión de Lima Metropolitana previó las necesidades mucho más allá de los 10 años siguientes, cuando la población se habría cuadruplicado (respecto a 1900). Se amplió nuevamente la capacidad de las centrales existentes y en 1938 entraba en servicio la central hidroeléctrica de Callahuanca, con tres grupos de generación, con un total de 36 mil kilovatios.

En ese intervalo apareció otro personaje del desarrollo hidroeléctrico del Perú: Pablo Boner, experimentado ingeniero suizo, quien había realizado estudios de los ríos de la costa desde 1926. Contratado por EE. EE. AA. como proyectista y conocedor de las hoya vecinas, presentó un proyecto visionario que incluía lo que hoy día son las modernas centrales hidroeléctricas de Callahuanca, Moyopampa, Huanpaní, Surco, Marcapomacocha-Huinco y Matucana.

Después de Callahuanca, una nueva empresa, Hidrandina, construyó durante 5 años para EE. EE. AA. la Central de Moyopampa, obra que se inauguró en 1951 con 2 grandes generadores y con una capacidad de 42 mil kilovatios.

Dos distinguidos empresarios de



trayectoria brillante, el doctor Carlos Mariotti y el ingeniero Gastón Wunenburger compartieron la gerencia general de EE. EE. AA. durante la década del 50, en que se culminó la Central Hidroeléctrica de Huampaní con 30 mil Kilovatios de capacidad. En su inauguración, en marzo de 1960, se rindió homenaje a Gino Blanchini, jubilado en 1957, quien junto con Juan Carosio y Pablo Boner dieron un impulso decisivo a la electrificación de la capital del Perú.

En esa época se promulgó una importante ley que impulsó el desarrollo de la industria eléctrica en el país, estimulando la inversión privada; fue la Ley de la Industria Eléctrica en 1956.

Durante los años 1960 y 62 se amplió sucesivamente la capacidad de la central térmica de Santa Rosa con 3 generadores de turbogás y uno de vapor que aportaron 46.600 kilovatios adicionales.

Mientras tanto, ya se habían abordado los estudios, la financiación y el proyecto de mayor envergadura: Marcapomacocha-Huinco; el Banco Internacional de Fomento y Desarrollo contribuyó con 39 millones de dólares, 50% de la inversión necesaria; la diferencia se logró con una emisión de bonos cubierta principalmente en Suiza y en el Perú.

En su libro *Historia y Geografía de la Electricidad en Lima* (1965), Hermann Buse G. describe en forma

instructiva y amena la concepción y la realización del extraordinario complejo hidráulico e hidroeléctrico que se inició con la captación de las aguas de las lagunas de Antacota y Marcapomacocha y del río Canchis. Perforar los 10 kilómetros de ese túnel a través de la Cordillera Occidental de los Andes, a 4335 metros de altura sobre el nivel del mar, durante 5 años, ha sido una de las proezas de ingeniería peruana, donde se desplegó extraordinaria habilidad y esfuerzo abnegado en condiciones adversas de frío, humedad, viento y baja presión atmosférica (consiguiente escasez de oxígeno) para vencer las difíciles características geológicas de los Andes. Las aguas desviadas del otro lado de la cordillera pueden llegar ahora a la laguna Milloc y desde allí descienden 800 metros por el río Canchis, hasta unirse con las del río Sacsá a unos 200 metros arriba del lugar natural y primitivo de su confluencia, mediante un túnel de 800 metros. Las aguas así reunidas se acumulan en una espectacular laguna artificial de regulación, Autisha, en el fondo del cañón por donde en milenios se abrieron paso las aguas nacientes del río Santa Eulalia. Un túnel de presión de 17,7 kilómetros de longitud paralelo al valle, lleva el caudal logrado hasta una cámara de válvulas de donde desciende un desnivel de 310 metros, a la central de Huinco, instalada en una caverna artificial. Esta obra entró en servicio en 1964, después de muchos años de



estudios y de un cuidadoso programa de construcciones que se remonta a 1943, cuando se hicieron las obras del reservorio regulador de Autisha.

La central hidroeléctrica de Matucana es otro hito de la electrificación de Lima, también concebida por Pablo Bones 40 años antes de su puesta en servicio en 1971. Puede generar 120 mil kilovatios, logrados utilizando aguas del río Rímac, que derivados por un túnel desde Tamboraque, a 3000 metros de altura, llegan a Surco para producir un desnivel de 1000 metros.

Así es como Lima Metropolitana al comenzar la década del 70, estaba servida por una sucesión de centrales hidroeléctricas que aprovechaban las aguas de los ríos Santa Eulalia (incrementada) y Rímac, y de una central térmica para cubrir la mayor demanda de fluido eléctrico que se produce a ciertas horas de cada día (picos). En total, eran más de 600 mil kilovatios instalados, pero la población de Lima Metropolitana seguía aumentando aunque con una tasa de crecimiento más regular; en 1970 había 3100000 habitantes; el 80 aumentarían a 4700000 y a unos 7 millones el año 2000.

## **DESARROLLO ELÉCTRICO NACIONAL**

La electrificación del país, además de la de Lima Metropolitana, ha comenzado prácticamente después de

1900; uno de los problemas del desarrollo del país es extenderla a todos los centros poblados y ampliarla continuamente conforme aumentan sus necesidades.

A continuación se presentan en forma resumida, los logros alcanzados en algunas ciudades y regiones.

### **Arequipa**

Varias capitales de departamento comenzaron a desarrollar sus servicios eléctricos desde los primeros años del presente siglo, principalmente por iniciativa privada.

Tal es el caso de Arequipa, donde empresarios y profesionales del lugar se empeñaron en la electrificación de la ciudad y de la región. En 1898, construyeron una planta de electricidad monofásica; ubicada en un abra entonces casi inaccesible, entre el Misti y el Chachani; fue denominada Charcani, nombre que se conservó para sucesivas centrales; entre ellas, Charcani V es uno de los grandes proyectos nacionales en vías de realización. En 1905 se constituyó la Sociedad Eléctrica de Arequipa Limitada (SEAL), que modernizó Charcani I y montó en el mismo lugar 2 generadores Siemens, que prestaron servicios muy satisfactorios durante más de medio siglo; sin embargo, veinte años después esta ampliación Charcani II ya era insuficiente para cubrir la demanda de la ciudad, por lo cual en 1927 SEAL inició la construcción del proyecto hidroeléctrico de

Charcani III que también fue dotado con unidades Siemens y se inauguró en 1944. La capacidad total de las tres primeras centrales hidroeléctricas Charcani llegó a 6800 kilovatios. Después de la Segunda Guerra Mundial, comenzó una época de desarrollo económico pero de escasez de fluido eléctrico y en 1956 tuvo que instalarse una planta térmica de 12 mil kilovatios (a vapor de agua, con generadores Brown Boveri) mientras se proyectaba una central hidroeléctrica de mayor capacidad, Charcani IV, cuya construcción y equipamiento culminó en 1963, con una capacidad de producción de 6 mil kilovatios, la cual se amplió en 1965 hasta un total de 14.400 kilovatios. Durante los años sesenta ocurrió una expansión industrial importante (Cemento Yura, Leche Gloria, Aceros Arequipa, Industrias Textiles, etc.), que requirió la ampliación hasta 22 mil kilovatios de la central térmica a vapor de Chilina en 1968.

En 1970 se planeó Charcani VI y se puso en servicio en 1978, con 10 mil kilovatios, mucho antes que la central hidroeléctrica Charcani V, que fue concebida en 1963 por SEAL, para generar 60 mil kilovatios, pero cuyo desarrollo ha pasado posteriormente a Electroperú. Esta empresa se ha empeñado en la realización de una planta adicional térmica de 16600 kilovatios.

Se deben considerar adicionalmente 38 mil kilovatios eléctricos que se generan térmicamente (moto-

res diesel) en las minas de Cerro Verde, para la refinación electrolítica del cobre que produce.

La central hidroeléctrica Charcani V, tendrá una capacidad de 135 mil voltios. Es un proyecto importante para el desarrollo del suroeste peruano; interconectado con Moquegua y Tacna, abastecerá los centros mineros de Cerro Verde, Cuajone, Toquepala y sus refineries (Cerro Verde e Ilo), sustituyendo la correspondiente generación térmica que está consumiendo ya medio millón de barriles anuales de productos de petróleo; además, reemplazará a las plantas Charcani I, II, y III (notable con 80 años de servicios); y será un factor importante para impulsar la industria de esta región.

### Cusco

La electricidad llegó al Cusco años antes que el ferrocarril (1908) o las carreteras (1932). La Compañía Eléctrica Industrial del Cusco (CEIC) se había formado al comenzar el siglo XX por iniciativa de un grupo de empresarios del lugar (Abel Montes, César Lomellini, Mariano Ignacio Ferro y otros) que dieron su amplio y entusiasta apoyo a una industria nueva y promisoras para el progreso regional. La planta hidroeléctrica de Korimarca, instalada al pie de la laguna de Chincheros, estuvo equipada con tres generadores suizos Brown Boveri de 250 kilovatios cada uno, los mejores de su clase en aquella época y turbinas italianas Rívva; todo este

equipo se tuvo que transportar por caminos de herradura desde el Puerto de Mollendo. La compañía tomó particular interés en que la red y las instalaciones de alumbrado público de la ciudad, postes, artefactos y faroles armonizaran con las características tradicionales de la ciudad.

En Calca se instaló también en aquella época, una central hidroeléctrica de 3 mil kilovatios, energía que se transmitía de 25 mil voltios para ser empleados en las importantes fábricas de tejidos Huáscar y La Estrella, en el extremo sur de la ciudad. Progresivamente, capitales de provincia y distritos fueron equipándose eléctricamente a partir de los años veinte (Sicuani, Urubamba, Calca, Quillabamba, etc.) así como algunas otras fábricas de tejidos (Marangani 800 kilovatios, Lucre, Urcos, etc.)

Entre los estudios más importantes que realizó Santiago Antúnez de Mayolo, durante los años 40, relacionados con la electrificación en el país, está el de la cuenca del río Urubamba; consideró varias alternativas para aprovechar su potencial hidroeléctrico especialmente donde al estrecharse el Valle Sagrado en Ollantaytambo, sus aguas descienden torrenciosamente por el Cañón de Machupicchu hacia la ceja de selva y después con un caudal mayor, cruzan los Andes Orientales por el Pongo de Mainique en su recorrido hacia la selva baja.

Mientras tanto, debido al desarrollo de la región, fue necesario ampliar

la capacidad eléctrica instalada y en 1951 se hizo la central térmica de Coripata (o Dolorespata) en el entonces lindero suroeste de la Ciudad del Cusco, equipándolo con un generador Sultzer de mil kilovatios; cinco años más tarde se amplió con otro generador también Sultzer de dos mil kilovatios y posteriormente se volvió a ampliar con 3 grandes termoeléctricos de 2500 kilovatios cada uno, para asegurar el abastecimiento continuo, aún cuando eventualmente no estuviese funcionando la central hidroeléctrica de Machupicchu. Se considera una nueva ampliación con equipo Alcoa hasta alcanzar los 15 mil kilovatios.

Veinte años después de la concepción de un proyecto en Machupicchu, se terminó en 1954 la primera etapa de esta planta hidroeléctrica, con veinte mil kilovatios, que aliviaron la demanda de la capital y distritos próximos y sirvieron, además, para el funcionamiento de la planta de fertilizantes de Cachimayo.

La central hidroeléctrica de Machupicchu se ha construido en la curva que hace el río al pie, casi alrededor de las famosas ruinas incaicas, con un túnel de 4 kilómetros que pasa por debajo de ellas y que entrega las aguas desarenadas tomadas del río Vilcanota a la casa de fuerza con un desnivel útil de 350 metros; la casa de fuerza está ubicada, como en las centrales del Cañón del Pato y de Huinco, en una caverna en la roca viva en el interior de la montaña. La

primera etapa para 20 mil kilovatios tiene dos turbinas y 2 generadores; la actual obra civil está prevista para producir 40 mil kilovatios y el proyecto total prevé 110 mil kilovatios. La energía eléctrica generada llega al Cusco por una línea de transmisión de 100 kilómetros de longitud, a 138 mil voltios de tensión.

### El Cañón del Pato

Santiago Antúnez de Mayolo, natural del Departamento de Ancash, distinguido hombre de ciencia y autor de concepciones importantes para la industria eléctrica nacional, promocionó en 1913 la formación de la Compañía Hidroeléctrica del Cañón del Pato. Después de haber explorado y estudiado las posibilidades hidroeléctricas del Callejón de Huaylas, especialmente en su extremo meridional, donde el río Santa se abre paso entre las Cordilleras Blanca y Negra, por una profunda y estrecha garganta que es el Cañón del Pato, donde el agua desciende casi medio kilómetro de altura en un recorrido de menos de diez kilómetros, el ingeniero Antúnez de Mayolo señaló este extraordinario lugar para hacer el proyecto de una planta hidroeléctrica.

Treinta años después se formó la Corporación Peruana del Santa (CPS) para desarrollar la cuenca del río Santa, poseedora de abundantes recursos naturales (minería, agricultura, energía) y diversas industrias, incluyendo la planta siderúrgica y el

puerto de Chimbote. La Corporación tomó a su cargo la construcción del proyecto de Antúnez de Mayolo, mientras éste era encargado por el gobierno para estudiar las posibilidades de otros proyectos hidroeléctricos en el país.

En pleno cañón, a un centenar de metros aguas arriba de la parte más estrecha, se encuentra una represa de 45 m. para desviar las aguas hacia el túnel de entrada a la derecha del río, donde dichas aguas se tranquilizan y se desarenan antes de recorrer paralelamente a la quebrada un túnel horizontal de unos 6 metros de diámetro, revestido de concreto armado a lo largo de 8,5 kilómetros; las aguas llegan bajo presión hasta una cámara de distribución en el interior de la montaña desde donde descienden por piques (tubos verticales) de 415 metros para accionar las turbinas que hacen funcionar los generadores eléctricos; estas máquinas se encuentran en la casa de fuerza, cavado también en el corazón de la montaña.

Inicialmente se instalaron 2 grupos de 25 mil kilovatios cada uno, y en 1965 otros 2 grupos haciendo un total de 100 mil kilovatios. Energía que principalmente se emplea en los altos hornos de la planta siderúrgica de Chimbote. En 1972, la CPS fue incorporada a Electroperú, empresa pública que ha considerado en sus planes una ampliación de la capacidad de esta central hasta 150 mil kilovatios.



El proyecto de recuperación del calor, en la siderúrgica de Chimbote (50 mil kw) representa un aporte importante a la electricidad del Santa; excepcionalmente, a pesar de ser térmica no demandaría combustible adicional.

### **La Central del Mantaro**

En su sinuoso descenso para unirse con el río Apurímac, en las abruptas pendientes orientales de la Cordillera de los Andes, el río Mantaro, obligado por la caprichosa geología andina, presenta lugares donde el curso del río antes de una curva o vuelta, queda muy cerca del curso del mismo río después de dicha curva. En 1945 Antúnez de Mayolo señaló uno de estos lugares que llamó «Península de Tayacaja», donde después de 200 kilómetros de recorrido, el curso del río Mantaro se acerca a sí mismo, a sólo 16 km. de distancia, con una diferencia de nivel de más de mil metros, lugar donde propuso una central hidroeléctrica de «1 millón de caballos de fuerza de potencia» (750000 kw), que llamó Central Hidroeléctrica de Pongor.

En 1961 se creó la Corporación de Energía Eléctrica del Mantaro (CORMAN) con el encargo de realizar uno de los proyectos nacionales más ambiciosos de hidroelectricidad en el valle del Mantaro, para el desarrollo de la región y del país, que se instaló oficialmente en 1963; mientras tanto se llevaron a cabo estudios y proyectos preparatorios y se inició la nego-

ciación de los contratos; en 1964 el gobierno autorizó la ejecución de una primera etapa con 330 mil kilovatios de capacidad. El proyecto definitivo se terminó en 1965, así como el de una línea de transmisión a 220 voltios.

En 1972 CORMAN fue incorporada a Electroperú. En 1973 se terminó e inauguró esta magnífica obra, situada a solamente 2 kilómetros del lugar donde treinta años antes la vislumbró ubicada con el nombre de Central Hidroeléctrica del Pongor, el Ingeniero Santiago Antúnez de Mayolo, en cuyo honor esta Central Hidroeléctrica lleva su nombre. Comenzó con una unidad de 114 mil kilovatios y en 1974 se complementó con otras dos iguales, dando una capacidad total de 342 mil kilovatios para esta primera etapa. Dos unidades más, de 114 mil kilovatios se han instalado en 1979, haciendo un total de 570 mil kilovatios.

### **El Sistema Hidroeléctrico de CENTROMÍN**

La Compañía Minera Cerro de Pasco inició la electrificación de sus instalaciones en 1914, con sucesivas centrales que han contribuido al desarrollo de su zona de influencia.

Comenzó con la central hidroeléctrica de Oroya, con 9 mil kilovatios, que aprovecha un salto de 2 mil metros del río Pachachaca. Una segunda central es la de Pachachaca, que tiene características dignas de

mención: toma las aguas de lagunas que están a más de 5.000 metros de altura (Huallacocha, Pachachaca) y de deshielos (Ticlio, Morococha); aguas que se almacenan en reservorios de compensación y finalmente se llevan por una tubería de madera de 1,2 metros de diámetro, a lo largo de 4 kilómetros, hasta las 4 turbinas que accionan los generadores. Llama la atención esa tubería fabricada con tablas que a manera de duelas de barril están aseguradas con aros de hierro y que aún presta servicios después de medio siglo de uso.

Una tercera central, la más importante, es la de Paucartambo que fue construida entre 1951 y 1956 para refinar zinc electrolíticamente, en lugar de exportar concentrados de mineral como se hacía hasta entonces. Utiliza las aguas del río Paucartambo y ha requerido un túnel de 13,8 kilómetros; con una caída de 480 metros puede generar 65 mil kilovatios en la casa de fuerza de Yaupi Bajo, desde donde se trasmite a lo largo de 65 kilómetros, a una tensión de 138 mil voltios hasta la Oroya. Se ha proyectado una segunda etapa adicional de 120 mil kilovatios.

Una cuarta central de la empresa minera, hoy día CENTROMÍN, es la central hidroeléctrica de Malpaso que está construida en el alto río Mantaro, con una capacidad de 54.400 kilovatios, que en este caso particular, excede normalmente la disponibilidad de agua.



## Tacna y Moquegua

Las aguas de la laguna de Aricota, a 70 km. al noreste de la ciudad de Tacna, después de recorrer por un túnel de 10 km., son utilizadas con doble propósito: generar 35300 kw. de electricidad e irrigar las pampas de Ite y la Yarada. La electricidad se produce en dos plantas que sucesivamente aprovechan, primero una caída de nivel de 617 metros para producir 23500 kilovatios y a continuación otra caída de 311 metros para producir 11800 kilovatios. Esta energía se distribuye a la ciudad de Tacna y localidades vecinas y está interconectada con el sistema de autoabastecimiento de la Southern Perú Copper Corporation en Toquepala.

Por su parte esta compañía minera tiene tres plantas térmicas accionadas por turbinas: Ilo A con 66 mil; Ilo B con 44 mil e Ilo C con 66 mil kilovatios; y una instalación en Toquepala, también térmica, a diesel que genera 5,3 kilovatios.

## COSERELEC

La Compañía de Servicios Eléctricos COSERELEC ha contribuido activamente al desarrollo de la industria eléctrica en ciudades ubicadas en regiones distintas del Perú. Comenzó en 1912, en Ica, con una pequeña planta de corriente continua, de 70 kilovatios, capacidad que amplió sucesivamente con 375 kilovatios en 1926, 100 kilovatios en 1939 y 170 kilovatios en 1940. Entre 1924 y 1968

tuvo a su cargo los servicios de Tarma, a cuyo Concejo vendió sus instalaciones. En 1927 se hizo cargo de los servicios eléctricos de Supe, Puerto Supe y Barranca que tenían 110 kilovatios; adquirió los servicios de Pativilca, que conectó con Supe y construyó en 1937 la Central Hidroeléctrica de la Hoyada con lo que mejoró el abastecimiento de estas ciudades del norte. En 1930 asumió los servicios eléctricos de Pisco, que amplió sucesivamente con un generador de 300 kilovatios en 1932 y en 1936 con otro de 120 kilovatios para atender otras localidades del valle y años más tarde extendió sus servicios a Paracas. En 1944 COSERELEC se hizo cargo de la atención eléctrica de Chincha Alta con 440 kilovatios.

El abastecimiento de Chiclayo fue tomado por COSERELEC en 1942, cuando tenía 725 kw que amplió en 1943 con 315 kw adicionales. También se hizo cargo de las instalaciones de Pativilca, Monsefú y Puerto Eten. Extendió los servicios existentes a localidades vecinas a sus concesiones, como la Huega, Huacachica, Independencia, etc. En 1975, Electroperú adquirió las acciones de COSERELEC que había obtenido inversionistas extranjeros bajo el amparo de la Ley 12.378 de promoción de la industria eléctrica privada. Ica, Pisco y Chincha se interconectaron sucesivamente al sistema eléctrico del Mantaro entre 1973 y 1976, pero COSERELEC ha quedado a cargo de su abastecimiento.



## HIDRANDINA

La Empresa de Energía Hidroeléctrica Andina S.A. HIDRANDINA, entidad inicialmente privada constituida en 1946, ha tenido una participación activa en la generación de electricidad. Esta empresa se ha encargado de la construcción de varias centrales importantes. Es la que ha construido la C.H. *Juan Carlos* de Moyopampa, con 63 mil kilovatios y la C.H. *Gino Biancbini* de Huampaní de 31.400 kilovatios, inauguradas en 1951 y 1960 respectivamente. También construyó y puso en servicio en 1967 la C.H. de Cahua en el río Pativilca, con una capacidad de 40 mil kilovatios, para proveer energía eléctrica al Complejo Industrial de Paramonga, y a su zona de influencia. Actualmente es una empresa estatal asociada (94% del Estado).

### Otros importantes desarrollos locales

La Empresa de Energía de Piura S.A. se formó en 1956 para promocionar el desarrollo de energía eléctrica; Piura está abastecida con tres centrales, Diesel Piura de 13,6 mil kilovatios, Diesel Piura Nueva de 5 mil kilovatios, y una planta de emergencia, también térmica como las dos anteriores de 5 mil kilovatios. En etapa de realización tiene una adicional de 8 mil kilovatios.

Talara, capital de provincia, que hasta hace pocos años era a la vez campamento moderno de la industria



petrolera, se abastecía con la electricidad producida en la refinería. Para cubrir la mayor demanda de la industria y de la población se ha comenzado a utilizar la energía de la central térmica de la Planta de Urea de Petroperú, que está trabajando sobrecargada, mientras Electroperú, que está trabajando sobrecargada, mientras Electroperú haga realidad el proyecto de una planta térmica de 200 mil kilovatios, que actualmente tiene en estudio.

Lambayeque tiene una planta local de 20 mil kilovatios y la de la Cooperativa Lambayeque de 37 mil kilovatios, ambas térmicas. Un proyecto muy importante en actual desarrollo, conjuntamente con el proyecto de irrigación de Tinajones, es la Central Hidroeléctrica de Carhuaquero que utilizará las aguas de los ríos Chancay y Chotano. Tendrá 75 mil kilovatios de capacidad, que contribuirían al desarrollo económico de la región cubriendo la creciente demanda que actualmente está siendo cubierta por numerosas centrales térmicas a un elevado costo (de petróleo).

Otro proyecto importante, en actual planeamiento, es la central de Alto Chicama que puede llegar a ser una de las centrales electrotérmicas más grandes del Perú; se prevé que en 1985 podría entrar en servicio la primera etapa de 160 mil kilovatios. Utilizaría carbón de piedra y contribuiría a resolver los problemas socioindustriales de su importante zona minera y a abastecer las futuras minas

de Michiquillay. Además, esta central térmica complementaría el futuro sistema interconectado de centrales eléctricas de la región noroeste.

Iquitos y Pucallpa, ciudades de un desarrollo pujante en años recientes, han tenido serias dificultades de abastecimiento eléctrico, por deficiencias de planeamiento y de financiación. Desde 1972 han tenido compradas cuatro unidades turbo generadores de vapor, de 10 mil kilovatios cada una, con todos sus implementos, que recientemente se han instalado. San Ramón y la Merced serán abastecidas, en un futuro muy próximo, con equipos térmicos de 800 y 1400 kilovatios.