

**Determinación del Consumo de Agua vía el consumo eléctrico en los Sistemas de Agua  
Potable de la República del Paraguay**

**Determination of Water Consumption via electricity consumption in the Drinking  
Water Systems of the Republic of Paraguay**

Alex Gaona<sup>1</sup>

Víctor Díaz<sup>2</sup>

Artículo Recibido:15/01/2016

Aceptado para Publicación: 05/02/2017

**Resumen:** La relación entre el agua y la electricidad se conoce hace mucho tiempo, solo que ahora el proceso es inverso, ya que no es mediante el agua de un río vemos produce energía eléctrica, sino que a través del consumo eléctrico se obtiene el consumo de agua en un determinado sistema de agua, conociendo la bomba que normalmente impulsa el agua (este dato es proveído por el ERSSAN). El ERSSAN (LEY GENERAL DEL MARCO REGULATORIO Y TARIFARIO DEL SERVICIO PUBLICO DE PROVISION DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA REPUBLICA DEL PARAGUAY), tiene de acuerdo a la Ley 1614, que establece el “marco regulatorio y tarifario de la República del Paraguay”, la tarea de verificar la cantidad del consumo de agua de los sistemas de agua del Paraguay, como una de sus obligaciones principales. Ahora si el consumo eléctrico implica provisión de electricidad a otras necesidades de los sistemas de agua, puede introducir una distorsión al proceso de determinar el consumo de agua y se busca conocer ese factor de distorsión.

**Palabras Claves:** Consumo de Agua, Consumo Eléctrico, Sistema de Agua Potable.

**Abstract:** the connection between water and electricity has been known for a long time, only now the process is the reverse, because it is not through the water of a river we see producing electrical energy, but that through electricity consumption of water in a given water system, knowing the pump that normally drives the water. The ERSSAN (GENERAL OF THE REGULATORY AND TARIFF FRAMEWORK OF THE PUBLIC SERVICE FOR THE PROVISION OF DRINKING WATER AND SANITARY SEWAGE FOR THE REPUBLIC OF PARAGUAY), is in accordance with Law 1614, which establishes the "regulatory and tariff framework of the Republic of Paraguay" The task of verifying the amount of water consumption in Paraguay's water systems as one of its main obligations. Now if the electricity consumption implies provision of electricity to other needs of the water systems, it can introduce a distortion in the process of determining the consumption of water and it seeks to know that factor of distortion.

**Key Words:** Water Consumption, Electric Consumption, Drinking Water System

---

<sup>1</sup> Ingeniero, Docente investigador de la Universidad Americana. Email : [gaonalex@gmail.com](mailto:gaonalex@gmail.com)

<sup>2</sup> Ingeniero, Docente investigador de la Universidad Americana. Email: [Victor.diaz@americana.edu.py](mailto:Victor.diaz@americana.edu.py)

## INTRODUCCIÓN

La pregunta clave es sí a través de este método se puede tener un control de la prestación de agua en cantidad suficiente dentro de los sistemas de Agua Potable del Paraguay. Obtener la información de los sistemas de agua no es ningún problema, ya que este dato lo tiene el ERSSAN como parte de su trabajo normal, pero téngase en cuenta que esto no lo puede hacer todo el tiempo el control “in situ” porque existen cerca de 4000 sistemas de agua en el Paraguay, lo cual insumiría mucho tiempo y recursos con que no se cuentan hoy en día. Por eso surge esta solución económica y oportuna ya que se vinculan bases de datos, tanto de la ANDE (ADMINISTRACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD) que contiene información de interés para el sector eléctrico, que a continuación se muestra.

Ahora se debe entender que es el ERSSAN, por ello se expone lo que señala la ley 1614/2000 con su decreto reglamentario 18880y sus modificaciones.

¿Quiénes son?

El Ente Regulador de Servicios Sanitarios (ERSSAN) es una entidad dependiente de la Presidencia de la República que funciona desde el año 2000 como resultado de la promulgación de la Ley 1614. Desarrolla actividades administrativas, jurídicas, técnicas y de supervisión para garantizar que los prestadores de agua potable y saneamiento se extiendan a todo el país, provean sus servicios con la calidad y cantidad necesarias, y que su precio sea justo y sostenible.

El ERSSAN tiene como finalidad regular la prestación del servicio, supervisar el nivel de calidad y de eficiencia del servicio, proteger los intereses de la comunidad y de los usuarios, controlar y verificar la correcta aplicación de las disposiciones vigentes en lo que corresponda a su competencia.

Los objetivos principales del marco regulatorio son: establecer un sistema normativo que garantice la prestación y la continuidad del servicio; promover la expansión del servicio y mejorar el actual nivel de calidad del agua; regular y proteger los derechos, facultades y atribuciones y controlar el cumplimiento de las obligaciones de los usuarios, del titular del servicio, de los prestadores y del Erssan.

Otra función que cumple el ente es promover, regular y garantizar la prestación eficiente del servicio existente, y el que se incorporará en el futuro: proteger la salud pública y el medio ambiente, preservar los recursos naturales y racionalizar el uso de los mismos.

## Funciones del ERSSAN

### **Función Administradora**

Que tiene como oficio cumplir y hacer cumplir la ley, la legislación nacional aplicable, los contratos y las demás normas reglamentarias del servicio en continuidad, sustentabilidad, regularidad, calidad, generalidad e igualdad.

### **Función Normativa**

En este sentido, el Erssan debe establecer un sistema normativo que garantice la prestación y continuidad del servicio de acuerdo con las condiciones esenciales establecidas en el marco regulatorio. Debe promover la expansión del servicio a toda la población, y mejorar los actuales niveles de calidad a fin de situarlos a niveles aceptables de calidad del mismo.

### **Función Reguladora**

Dentro de su función reguladora, es obligación del Erssan dictar reglamentos sobre el servicio, a los cuáles se ajustarán el titular, los prestadores, los usuarios y los terceros comprendidos. Especialmente en materias de calidad del servicio, seguridad, reglamentos y procedimientos técnicos, de control y uso de medidores, de conexión, interrupción y reconexión del servicio y acceso a inmuebles de terceros.

### **Función Supervisora**

Le permite supervisar y controlar el servicio que reciban los usuarios; controlar todas las conductas y actividades de los prestadores en relación al cumplimiento de las disposiciones del Marco Regulatorio. Es también función supervisar el cumplimiento de las obligaciones asumidas respecto a las metas de mejoramiento y expansión del servicio por parte de los prestadores. Otra de las ocupaciones supervisoras es controlar el cumplimiento del régimen tarifario por parte de los prestadores, implementando un régimen de sanciones por incumplimiento.

Lo que sigue sería la información de un cliente de Ande, la “Junta de Saneamiento Ñemby”, de la ciudad de Ñemby del departamento Central, la tomamos como ejemplo, he aquí su histórico de consumo y su potencia de contrato. En las siguientes imágenes se marcan el consumo y la potencia de contrato

Se debe entender también la función de la ANDE, la cual fue creada por la Ley N° 966 el 12 de agosto de 1964. La ANDE es una institución autárquica, descentralizada de la Administración Pública, de duración ilimitada, con personería jurídica y patrimonio propio. Estará sujeta a las disposiciones civiles y comerciales comunes, en todo lo que no estuviera en oposición a las normas contenidas en la Ley N° 966 y su posterior ampliación.

Las relaciones oficiales de ANDE con el Poder Ejecutivo serán mantenidas por conducto del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, pudiendo mantener correspondencia directa con los Poderes del Estado o las dependencias administrativas del Gobierno.

ANDE tendrá su domicilio en la ciudad de Asunción. Solamente los juzgados y tribunales de la Capital tendrán competencia para conocer de todos los asuntos judiciales en que ANDE actúe como demandada.

### **Objeto**

ANDE tiene por objeto primordial satisfacer en forma adecuada las necesidades de energía eléctrica del país, con el fin de promover su desarrollo económico y fomentar el bienestar de la población, mediante el aprovechamiento preferente de los recursos naturales de la Nación.

Para lograr esta finalidad le corresponde:

- a) elaborar planes y programas de desarrollo eléctrico. Al efecto ANDE propondrá al Poder Ejecutivo, para su aprobación, un plan Nacional de Electrificación, que será actualizado por lo menos cada cinco años;
- b) proyectar, construir y adquirir obras de generación, transmisión y distribución eléctrica, y otras instalaciones y bienes necesarios para el normal funcionamiento de los servicios eléctricos;
- c) explotar los sistemas de abastecimiento eléctrico de su propiedad o los de terceros que tome a su cargo, suministrar energía a los consumidores y proporcionar servicio de alumbrado público, de acuerdo con tarifas aprobadas conforme a las disposiciones de la presente Ley;
- d) comprar y vender, dentro y fuera del territorio nacional, energía eléctrica, a otras empresas o sistemas eléctricos de servicio público o privado, e intercambiar energía con ellos;
- e) reglamentar todo lo pertinente a la energía eléctrica que genere, transforme, transmita, distribuya y/o suministre;
- f) coordinar y orientar el desarrollo eléctrico del país y fomentar el consumo de la energía;
- g) realizar, en general, todos los demás actos y funciones concernientes con el cumplimiento de sus fines

### **Su Misión**

Satisfacer las necesidades de energía eléctrica del país y actuar en el sector eléctrico regional, con responsabilidad social y ambiental y excelencia en la administración y el servicio, para contribuir al desarrollo del Paraguay y al bienestar de su población.

#### Su Visión

Ser una empresa pública eficaz y eficiente, orientada al cliente, con recursos humanos calificados, líder en la prestación de servicios en el país y reconocida entre las mejores del sector eléctrico de la región.

#### Sus Valores

- Patriotismo
- Sentido de pertenencia
- Integridad
- Respeto
- Excelencia
- Responsabilidad social y ambiental

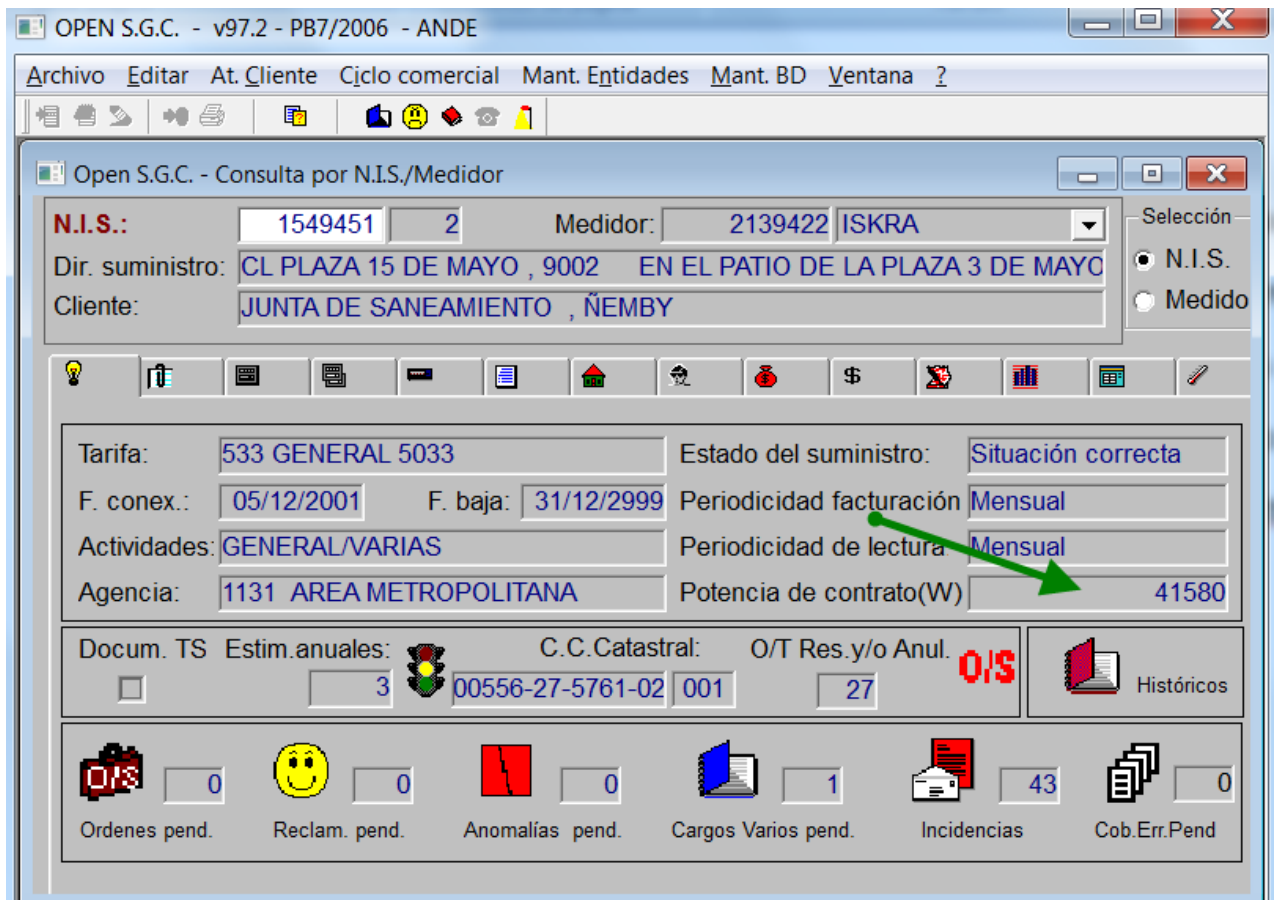
Con el fin de mantener la unidad de los planes nacionales de desarrollo eléctrico, ANDE intervendrá en el estudio, ejecución y explotación de toda obra de abastecimiento eléctrico en que participen el Estado o los organismos oficiales o municipales. Además, ANDE tendrá facultad para requerir información sobre cualquier materia relacionado con el estudio, ejecución y la explotación de las instalaciones eléctricas de propiedad privada y para recomendar a las autoridades respectivas, cuando corresponda, las medidas que convenga adoptar.

ANDE fomentará la iniciativa privada tendiente a satisfacer las necesidades de abastecimiento eléctrico, cuando así convenga al interés nacional, pudiendo participar en ella, técnica, administrativa y/o financieramente.

#### **Cientes Conectados**

En el 2010 la cantidad acumulada de clientes conectados en el país ascendía a 1.274.971, registrándose un crecimiento del 4,1% respecto al 2009 (alrededor de 50 mil clientes).

Teniendo en cuenta que a partir del 2010 la ANDE ha realizado un cambio del criterio en la determinación de la cantidad de clientes conectados, se presenta en la tabla 5.2 el histórico de los últimos 5 años, a los efectos de actualizar los datos publicados en las Memorias de los años anteriores. Hoy día la cantidad de clientes de la ANDE ronda los 1.500.000.



Como se ve en la imagen aparece el número de NIS (número de identificación del suministro), el número de medidor y la marca del mismo, la dirección de suministro, y el nombre del cliente. Figura también la fecha de conexión del servicio y fecha teórica de baja, porque es una fecha futura, además el estado de suministro, la actividad del cliente, la periodicidad tanto de facturación y como de lectura, así como la Potencia de contrato en Watts, y finalmente figura la Cuenta Corriente Catastral.

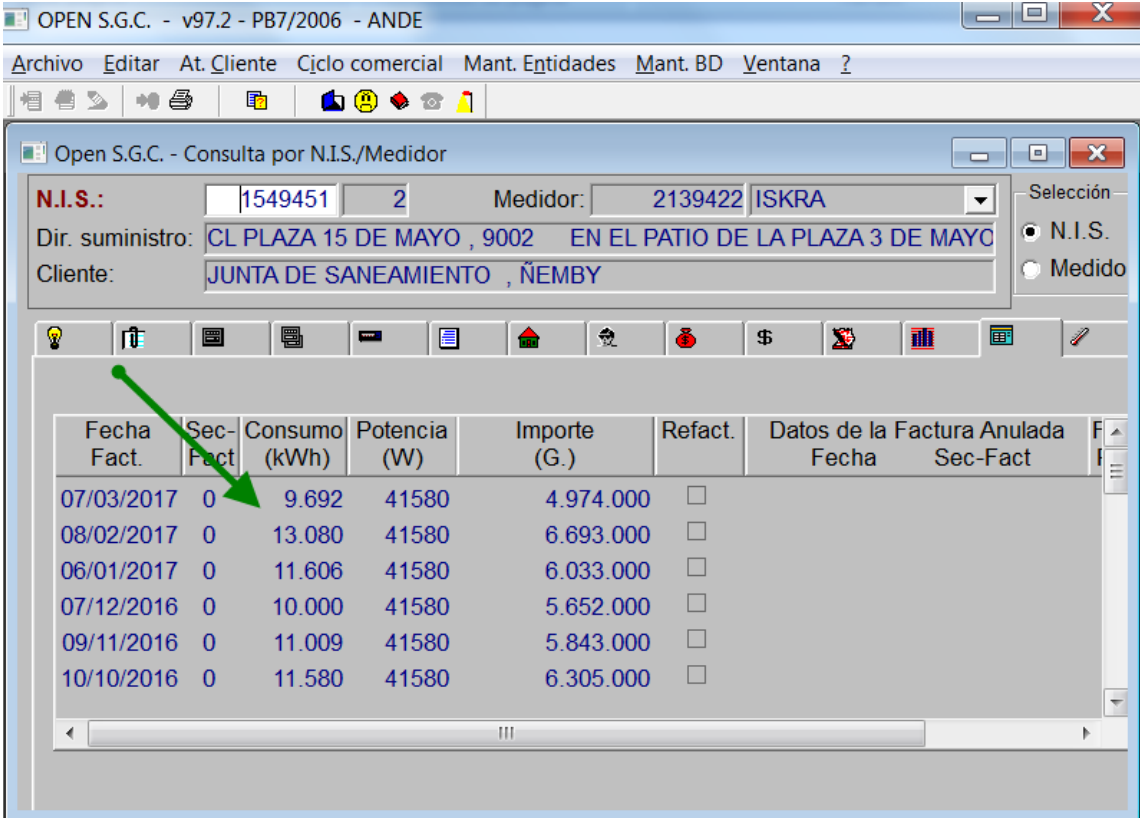
De la siguiente base de datos se extrajo la información, ya en formato Excel:

**SCIENTIAMERICANA ,Revista Multidisciplinaria**  
**Volumen 4 Número 1, 2017**

1	A	B	C	D	H	I
	nis	cliente	tarifa	potencia	localidades	tipo_tension
26	1588707	GOLDEN WORK S.R.L	372	40100	MARIANO ROQUE ALONSO	Media Tension Trifasica 23 KV
27	2595314	DE CARGAS S.A SERVICIO INTERNACIONAL	373	41580	MARIANO ROQUE ALONSO	Media Tension Trifasica 23 KV
28	1586937	COOPERATIVA CHORTITZER LTDA	372	400000	MARIANO ROQUE ALONSO	Media Tension Trifasica 23 KV
29	1582077	MABEL STELLA ROLON DE BARRIOS	372	99000	MARIANO ROQUE ALONSO	Media Tension Trifasica 23 KV
30	2428402	PUERTOS Y ESTIBAJES S.A.	373	148500	MARIANO ROQUE ALONSO	Media Tension Trifasica 23 KV
31	2425676	GANADERA DON ATILIO S.A.	373	8800	MONTELINDO	Media Tension Monofasica 13,2 KV
32	2331567	CARLOS ANDRES CUBAS VILDOSOLA	373	8800	MONTELINDO	Media Tension Monofasica 13,2 KV
33	1560436	SA PARAGUAY REFRESCOS	371	6000000	ÑEMBY	Media Tension Trifasica 23 KV
34	1557937	CESAR A CENTURION B	262	85000	ÑEMBY	Media Tension Trifasica 23 KV
35	1557948	OSCAR ALFREDO CHEN LIN	262	40100	ÑEMBY	Media Tension Trifasica 23 KV
36	2474223	SACI PRO TEXTIL	373	148500	ÑEMBY	Media Tension Trifasica 23 KV
37	1551188	CARLOS VASCONSELLOS	373	82500	ÑEMBY	Media Tension Monofasica 13,2 KV
38	1556618	S.A. LA SIROQUE	372	40100	ÑEMBY	Media Tension Trifasica 23 KV
39	1549451	JUNTA DE, SANEAMIENTO ÑEMBY	373	41580	ÑEMBY	Media Tension Trifasica 23 KV
40	2555931	I CHAVEZ CONSTRUCCIONES SA	373	62700	ÑEMBY	Media Tension Trifasica 23 KV
41	2720548	DIEGO MARINO BARRIOS FERREIRA	263	99000	ÑEMBY	Media Tension Trifasica 23 KV
42	2177173	MUNDO DE HOY JESUS RESPONDE AL	533	105600	ÑEMBY	Media Tension Trifasica 23 KV
43	1558254	ÑEMBY S.A. INDUSTRIAS REUNIDAS	372	400000	ÑEMBY	Media Tension Trifasica 23 KV
44	1602359	SENASA	373	62700	PIQUETE CUE	Media Tension Trifasica 23 KV
45	1565146	GLORIA ASUNCION ESCOBAR AREVALOS	373	99000	SAN ANTONIO - 557	Media Tension Trifasica 23 KV
46	1566173	SA GAS CORONA	373	148500	SAN ANTONIO - 557	Media Tension Trifasica 23 KV
47	1565413	CURTIEMBRE ROUX	373	16500	SAN ANTONIO - 557	Media Tension Trifasica 23 KV
48	1565414	S.A. CENTRAL CUEROS	372	270000	SAN ANTONIO - 557	Media Tension Trifasica 23 KV

Base de datos en formato Excel

A partir de otra salida del programa de Gestión de la ANDE se obtienen los consumos (en Kwh) realizados por cada uno de los sistemas de agua potable de una localidad dada, lo cual se ve a través de la siguiente pantalla que muestra el número de medidor y la marca, el NIS, la dirección de suministro, el nombre del cliente, con el detalle que se obtienen también los históricos de consumos anuales realizados por un determinado Sistema de Agua Potable.



OPEN S.G.C. - v97.2 - PB7/2006 - ANDE

Archivo Editar At. Cliente Ciclo comercial Mant. Entidades Mant. BD Ventana ?

Open S.G.C. - Consulta por N.I.S./Medidor

N.I.S.: 1549451 2 Medidor: 2139422 ISKRA

Dir. suministro: CL PLAZA 15 DE MAYO , 9002 EN EL PATIO DE LA PLAZA 3 DE MAYO

Cliente: JUNTA DE SANEAMIENTO , NEMBY

Fecha Fact.	Sec-Fact	Consumo (kWh)	Potencia (W)	Importe (G.)	Refract.	Datos de la Factura Anulada
						Fecha Sec-Fact
07/03/2017	0	9.692	41580	4.974.000	<input type="checkbox"/>	
08/02/2017	0	13.080	41580	6.693.000	<input type="checkbox"/>	
06/01/2017	0	11.606	41580	6.033.000	<input type="checkbox"/>	
07/12/2016	0	10.000	41580	5.652.000	<input type="checkbox"/>	
09/11/2016	0	11.009	41580	5.843.000	<input type="checkbox"/>	
10/10/2016	0	11.580	41580	6.305.000	<input type="checkbox"/>	

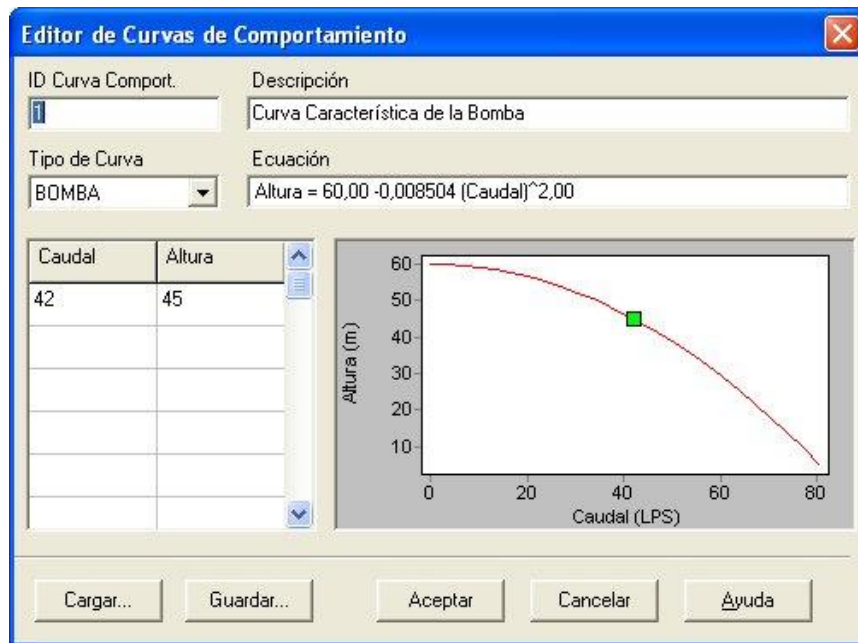
- **Métodos:** El método utilizado es completamente indirecto ya que a través de la ANDE se obtienen los consumos eléctricos de los sistemas de agua inscriptos y regulares del país y a través de éstos y conocidas sus bombas, en cuanto a su potencia y las alturas manométricas, se pueden obtener los caudales de provisión de agua y se obtienen los consumos de agua de una población específica. Posteriormente a través de un muestreo se calcula el factor de distorsión que pudieran presentar en cada caso. Obviamente un factor de distorsión sería el rendimiento de la bomba.



## Resultados

El ERSSAN contará con una base de datos, en su página web, la cual a su vez contendrá toda la información sobre cada detalle técnico de los sistemas de agua, sobre la bomba que se está usando, la potencia que tiene, la altura manométrica, datos del tanque de distribución como su capacidad y de que material esta hecho, condiciones de operación de la bomba y tendrá aproximadamente esta forma.

También se buscará que la salida del ERSSAN tenga una pantalla de salida con la curva de la bomba, si se tienen todos los datos provistos, en la pantalla muestra una salida típica.



Finalmente con los datos de la base de datos del ERSSAN otra salida de pantalla similar a la mostrada a continuación (modelo del Software libre Hidráulica):

Nombre	Long m	Caudal l/s	Coef Sim	Caudal Sim. l/s	Velocidad m/s	Diam Int mm	Diam Com
AB	200.00	28.00	1.00	28.00	1.66	146.46	160
BC	100.00	23.00	1.00	23.00	1.59	135.91	160
CD	140.00	18.00	1.00	18.00	1.49	123.82	140
H-4	130.00	13.00	1.00	13.00	1.38	109.42	125
H-1	180.00	5.00	1.00	5.00	1.10	76.11	90
H-2	120.00	5.00	1.00	5.00	1.10	76.11	90
H-3	120.00	5.00	1.00	5.00	1.10	76.11	90

Longitud Total	Diametro Com
130.00	125
140.00	140
300.00	160
420.00	90

En los siguientes cuadros se presenta los cálculos de caudales y velocidad, así como las longitudes de tuberías necesarias para la instalación.  
 Pulse 'Calcular Potencia bombas' o bien 'Salir' para terminar.

Con estos datos se podrá calcular la potencia consumida nominal y la real determinada por la ANDE, de ahí por diferencia obtener la distorsión por el uso de la electricidad medida por el mismo medidor eléctrico.

Todo esto se basa en la fórmula de cálculo de potencia de una bomba:

La **potencia teórica** de una bomba hidráulica es:

$$P_b = \rho \cdot g \cdot Q \cdot h_b / 75 \eta$$

En donde:

- $P_b$  es la potencia teórica de la bomba (en Vatios; 1 Hp = 745.7 Vatios)
- $\rho$  es la densidad del fluido (1,000 kg/m<sup>3</sup> en el caso del agua)
- $g$  es la aceleración de la gravedad (generalmente se adopta: 9.81 m/s<sup>2</sup>)
- $\gamma$  es el peso específico del fluido
- $Q$  es el caudal (m<sup>3</sup>/s)
- $h_b$  es la ganancia de carga en la bomba, o en otros términos, altura dinámica de la bomba (m)<sup>1</sup>

Esta expresión puede deducirse fácilmente de la expresión general de la potencia:

$$P_b = \gamma \cdot Q \cdot h_b$$

La **potencia real** de una bomba es:

$$\eta = P_b / P_{breal}$$

En donde:

- $\eta$  es el rendimiento de la bomba

Por tanto, la potencia real de la bomba tendrá que ser mayor a la teórica calculada para poder satisfacer los requerimientos de caudal y altura necesarios.

Primero que debe hacerse es, una revisión rápida de voltaje y corriente. **El voltaje** es simplemente la presión eléctrica y por supuesto, se mide en volts. La medición equivalente en un sistema de agua es libras por pulgada cuadrada, o psi. **La corriente**, que se mide en amperes (amps), es fluido eléctrico. De hecho, 1 amp se define científicamente como  $6.2 \times 10^{18}$  electrones (es decir, 6.2 seguido por 18 ceros) que fluye a través de un punto dado cada segundo. Se puede ver que el concepto es muy similar al flujo en un sistema de agua, donde la unidad de medición son los galones por minuto (gpm) en lugar de electrones por segundo.

En términos más simples, la **potencia eléctrica** es una combinación de voltaje y corriente. Haciendo de nuevo la analogía, una bomba de 2 hp obviamente ofrece más potencia que una bomba de  $\frac{1}{2}$  hp. Dicho de otro modo, la bomba de 2 hp ofrecerá una mayor combinación de presión y flujo que la unidad de  $\frac{1}{2}$  hp. La potencia eléctrica trabaja igual, aunque ésta se expresa en watts ó kilowatts (kW), en lugar de hp.

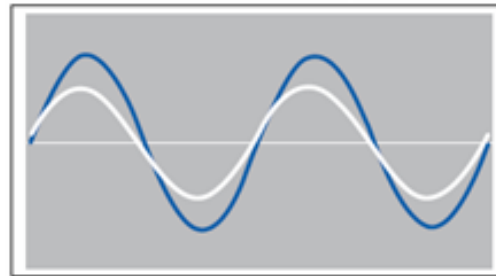
Lo que es muy diferente acerca de la energía eléctrica versus un sistema de agua es que la electricidad es suministrada como corriente alterna, generalmente llamada sólo CA (AC). Esto simplemente significa que el voltaje y la corriente cambian constantemente o “alternan”. De ahí la onda senoidal familiar que todos hemos visto muchas veces. En el caso de Norteamérica, la onda senoidal; la corriente eléctrica, “alterna” a 60 hertz, ó 60 ciclos por segundo.

Sin embargo, la forma de la onda del voltaje y la corriente no necesariamente se “alinean”. Esto es, los puntos de cruce de cero y los picos, no ocurren al mismo tiempo, y se dice que están “fuera de fase”.

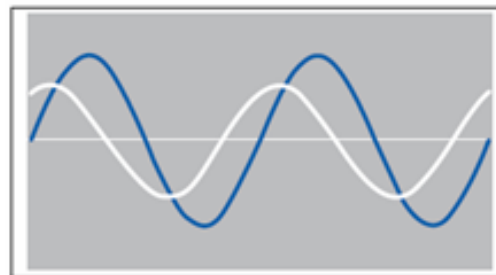
Esta relación de fase entre voltaje y corriente se expresa por lo que se llama **Factor de Potencia**, o sólo FP (PF).

Entre menor sea el factor de potencia, mayor será el desfaseamiento entre el voltaje y la corriente. En el primer ejemplo de abajo, el factor es relativamente alto, y se puede ver que el voltaje y la corriente casi están completamente “en fase”.

El segundo diagrama muestra el caso de un factor de potencia relativamente bajo, y el voltaje y la corriente están significativamente desfasados uno respecto al otro.



Factor de Potencia Alto



Factor de Potencia Bajo

A propósito, el factor de potencia siempre es un número entre 0 y 1, y en ocasiones se expresa como porcentaje. Tampoco tiene dimensiones. Es decir, no tiene unidades. La razón para esta discusión es que la corriente en un circuito eléctrico de CA depende no sólo del voltaje suministrado y la corriente consumida, sino también del factor de potencia de ese circuito.

Veamos un ejemplo real. De la tabla de la página 13 del Manual AIM de Franklin Electric, un motor de 230 volts y 1 hp tiene las siguientes características con carga del factor de servicio FS (SF):

TIPO	PREFIXO DEL MOTOR	VALOR NOMINAL					A PLENA CARGA	
		HP	KW	VOLTS	HZ	F.S.	(?) AMPS	WATTS
4-PULG 2-ALAMB	214508	1	0.75	230	60	1.4	A8.2	1210
							N8.2	
							R0	

MAXIMA (CARGA F.S)		DEVANADO (1) RES. EN OHMS	EFICIENCIA %		FACTOR DE POTENCIA %		AMPS DE ROTOR BLOQUEADO	CODIGO KVA
(?) AMPS	WATTS		M-RES. PRINCIPAL S-RES. DE INICIO	F.S.	FL.	F.S.		
A9.8	1600	M2.2-2.7 S9.9-12.1	65	62	74	63	41.8	L
N9.8								
R0								

La potencia, en un circuito de CA, se calcula como sigue:

**Potencia** = Voltaje x Corriente x Factor de Potencia

**Voltaje** = 230 volts

**Amperaje** = 9.8 amps

**Factor de Potencia** = 0.74

**Entonces, Potencia** = 230 x 9.8 x 0.74 = 1,668 watts = 1.67 kilowatts

Note que en esta misma tabla del Manual AIM de Franklin, el consumo de energía se establece en 1600 watts, que redondeándolo concuerda con el valor que acabamos de calcular.

Ahora, en realidad, los fabricantes simplemente afirman el consumo de energía del dispositivo sin realizar el cálculo de arriba. Aquí un punto clave es la **energía** “por la que usted paga”. Usted no paga por voltaje o corriente, sino por la combinación de ambos.

Una nota antes de dejar el tema del factor de potencia. La fórmula de arriba es para monofásicos. El cálculo de la potencia con un circuito trifásico es ligeramente diferente:

**Potencia** = Voltaje x Corriente x Factor de Potencia x 1.732

## Cálculo de Guaraníes

Entonces, ¿cuánto representa esto en guaraníes? Bien, todos pagamos por la energía en términos **kilowattthoras**. Un kilowatt-hora es simplemente 1 kilowatt durante 1 hora.

Para calcular el costo mensual, necesitamos saber tres cosas:

1. El consumo de energía del dispositivo en kilowatts
2. Cuántas horas por día o mes opera el dispositivo
3. Costo de la energía en kilowatt-hora

**Costo Mensual** = Potencia x Horas de operación por mes x Costo por kilowatt-hora

Una vez más, veamos un ejemplo:

1. Consumo de energía – Para un sumergible Franklin, esto también se puede encontrar en la página 13 del Manual AIM. Regresando al ejemplo anterior, un motor de 1 hp usa 1.67 kilowatts.
2. Horas por mes – Por nuestro ejemplo, vamos a asumir que el motor/bomba funciona un promedio de 2 horas diarias. Eso significaría que funciona 60 horas por mes.
3. Costo de energía – Asumamos que el costo residencial de electricidad promedio en la actualidad es de Gsxxx por kilowatt-hora.

**Entonces, Costo Mensual** = 1.67 kW x 60 horas x Gsxxx kW hora = Gs

Ahí se tiene. Una forma rápida de calcular cuánto cuesta operar una bomba sumergible. Por lo tanto, la próxima vez que a un cliente desee conocer cuánto cuesta operar su sistema de agua privado, se le puede mostrar eso una vez más, una bomba sumergible es una de las mejores adquisiciones.

Tampoco hay que olvidar uno de los puntos claves anteriores. No confundir corriente (amperaje) con potencia; la corriente es sólo un componente de la energía eléctrica, así como el gasto (gpm) es sólo un componente en el rendimiento del sistema de agua.

**- Discusión**

A través de una nueva base de datos se muestran las relaciones entre los datos observados. En aquellos casos en que no hay distorsión, ya que la electricidad solamente se usa para energizar a la bomba. En otros casos hay distorsiones diferenciales con diversos orígenes. Esto válida la intención del procedimiento utilizado pues la caída o ausencia de provisión de electricidad señala problemas en los sistemas de agua o falta de provisión de agua en un determinado sistema de agua potable.

**- Agradecimientos:** se reconoce la colaboración de la Universidad Americana a través de su Presidente Msc. Guillermo González, de su rector Dr. Juan Beranger, del Jefe de Carrera de Ingeniería Industrial Ing. Augusto González, así como de la Directora de Investigación Dra. Viviana Jiménez, los cuales ayudaron de diversas maneras en la investigación y dieron el apoyo necesario para la realización de la misma.

- Referencias bibliográficas:

- Ley 1614/2000 General del marco regulatorio y tarifario del servicio público de provisión de agua potable y alcantarillado sanitario para la República del Paraguay.
- <http://www.erssan.gov.py>
- <http://www.encyclopedia.com/environment/energy-government-and-defense-magazines/water-energy>
- Ley 966/64 que crea la Administración Nacional de Electricidad (ANDE)
- <http://ande.gov.py>
- <https://franklinlinkmx.wordpress.com>
- Salida de pantalla del software de uso libre Hidráulica