

**BOMBA DE AIRE COMPRIMIDO PARA LA EXTRACCIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA ZONA DE VILLA MERCEDES (SAN LUIS)**

Jorge Di'Gennaro, Victor Rodrigo\*, Adrián Bachiller, Rafael Rodrigo \*

\*Universidad Nacional de San Luis - Facultad de Ingeniería y Ciencias Económico Sociales  
Avenida 25 de Mayo 384 (5730) V.Mercedes - San Luis - Tel. (0657)30954/30980 - Fax (0657)33790  
E-mail rodrigo @fices.unsl.edu.ar adrian@fices.unsl.edu.ar rrodrigo@fices.unsl.edu.ar

#Universidad Nacional de San Luis, Chacabuco y Pedernera (5700) San Luis - E-mail solar@unsl.edu.ar

**RESUMEN**

Se continua con la Bomba de Aire Comprimido presentada en ASADES 97, (pag. N°189 volumen 1 N°2 año 1997), donde se describió su estructura, se explicó su teoría y funcionamiento y se destacaron sus ventajas con respecto a sistemas convencionales de extracción de agua.-

Ahora se presentan los resultados obtenidos con los ensayos realizados con un prototipo.-

**FOTOGRAFIAS DEL PROTOTIPO**



Fig.N°1: Prototipo funcionando.-

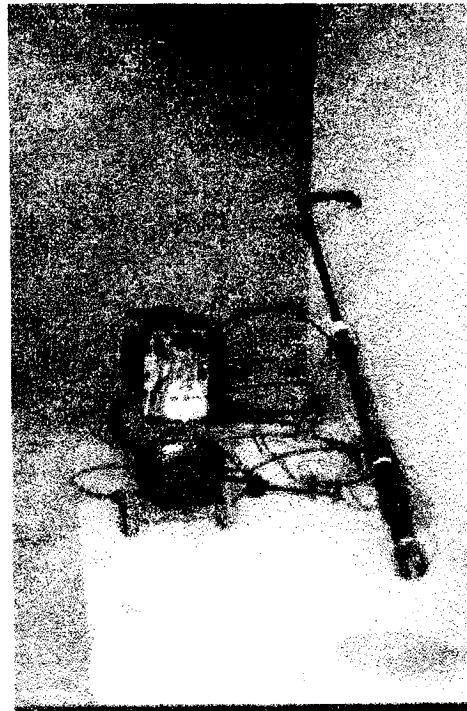


Fig.N°2: Despiece prototipo.-

## PROTOTIPO

Se construyó un prototipo, como muestran las fotografías, para poca profundidad, (entre 1 y 15 metros aproximadamente), de modo de hacer ensayos, mediciones, y observar el funcionamiento de las válvulas, con acceso rápido y fácil a todas las partes del dispositivo.-

La fuente de aire comprimido, es el pulmón o depósito de un compresor de 8 atm de presión máxima de carga y una potencia de 1100 W.-

Este pulmón o depósito provee, a través de una válvula reductora de presión, una presión de trabajo, mayor que la máxima necesaria, de modo de mantener el funcionamiento de la bomba por varios ciclos consecutivos; el compresor funciona periódicamente, para reponer la presión de trabajo.-

La cámara y las tuberías de aire y agua, son de caño polipropileno, que pueden ensamblarse a través de roscas para su mejor operatividad (dos niples de 2" (pulgadas), dos cuplas de 2" (pulgadas), un buje reducción de 2" (pulgadas) macho a 3/4" (pulgadas) hembra, una válvula de retención asiento plano de 2" (pulgadas) y una válvula de retención asiento plano de 3/4 " . -

El dispositivo o bomba está sumergido en un tanque de agua de 200 litros, en el cual se mantiene siempre el nivel superior del agua, simulando una perforación.-

Las válvulas de retención y de expulsión son de bronce y de asiento plano o cara planas. Las válvulas de ingreso y egreso del aire comprimido, se controlan a través de contactos de bronce colocados convenientemente en su posición en la bomba y están comandados por los niveles superior e inferior del agua en la cámara o cilindro del dispositivo.-

Los comandos que limitan el nivel superior e inferior del agua en el cilindro funcionan con 24 Vcc (corriente continua) y el cierre o apertura de los mismos es a través del agua, y de allí se comanda un relay inversor, que a su vez comanda la válvula de aire comprimido, para que inyecte o libere de aire comprimido el cilindro del dispositivo.-

Se fueron realizando distintos tipos de ensayos a una misma altura (por ejemplo a 1m, a 6,4m a 13m) y con distintas presiones (0,8atm-1atm-1,2atm-1,5atm-2atm-3atm-4atm) controlando los tiempos y el caudal, como así también la energía consumida para la extracción, para luego poder confeccionar la tabla de valores que se detalla.-

## DIMENSIONES

El prototipo se construyó con elementos comunes que se encuentran en el mercado y de polipropileno para su mejor maniobrabilidad.-

Lt = 520 mm – Longitud total del dispositivo.

Lc = 370mm – Longitud de la cámara.-

L = 250 mm – Diferencia de altura entre los niveles superior e inferior en la cámara.-

D = 48 mm – Diámetro interior de la cámara.-

D1 = 19mm – Diámetro de la tubería de elevación de agua.-

Vc = 0,38 l – Volumen de la cámara entre los niveles superior e inferior.-

Vo = 0,00 l – Volumen de la tubería de aire entre la válvula y el dispositivo

1-Transformador de 220 V ca (corriente alternada) a 24 V cc para comando de agua de nivel superior e inferior.-

1-Relay de 24 Vcc doble inversora para comando de válvula de aire comprimido.-

1-Válvula de 220 V ca para comando aire comprimido.-

1-Compresor 220 V ca 1,1 Kw con válvula reductora y reguladora de presión.-

## ENSAYOS

Con el Prototipo descripto, se realizaron 11 Ensayos, en los cuales, para distintos valores de;

H (m) = Profundidad.

Pt (atm) = Presión de trabajo (relativa).

C (l/h) = Caudal.

Cc (l) = Caudal por ciclo.

Ec (Wh) = Energía por ciclo.

El (Wh/l) = Energía por litro.

T (seg.) = Tiempo de cada ciclo.

Tp (seg.) = Tiempo pasivo de cada ciclo (no se entrega agua).

Ta (seg.) = Tiempo activo de cada ciclo (se entrega agua)

## RESULTADOS

Tabla N°1: Resultado de los 11 ensayos.

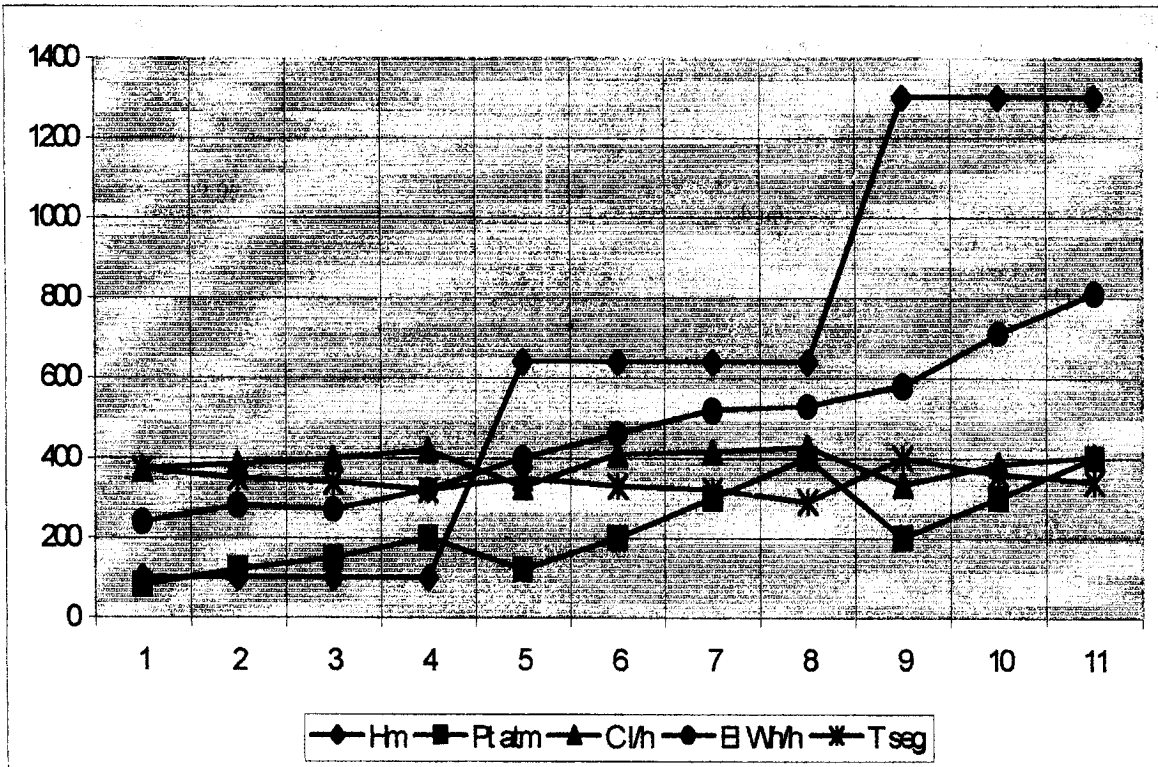
N°	H m	Pt atm	C l/h	Cc l	Ec Wh	EI Wh/l	T seg	Tp seg	Ta seg
1	1	0,8	372	0,38	0,093	0,24	3,7	2,5	1,2
2	1	1,2	384	0,38	0,098	0,28	3,5	2,5	1
3	1	1,5	398	0,38	0,102	0,3	3,4	2,5	0,9
4	1	2	420	0,38	0,123	0,32	3,2	2,5	0,7
5	6,4	1,2	327	0,38	0,143	0,4	3,5	2,5	1
6	6,4	2	410	0,38	0,176	0,46	3,3	2,5	0,8
7	6,4	3	415	0,38	0,2	0,52	3,2	2,5	0,7
8	6,4	4	427	0,38	0,186	0,53	2,9	2,5	0,4
9	13	2	334	0,38	0,22	0,58	4	2,5	1,5
10	13	3	384	0,38	0,27	0,71	3,6	2,5	1,1
11	13	4	404	0,38	0,31	0,81	3,4	2,5	0,9

## GRAFICOS

Con la Tabla de Resultados, se trazaron los siguientes Gráficos, en donde en: abscisas va indicado las distintas pruebas (11) que se realizaron, ordenadas se indican:

- Altura de elevación del agua,
- Presión de aire comprimido,
- Caudal de agua por hora,
- Energía de extracción por litro de agua,
- Tiempo de extracción por ciclo.-

Fig. N°3: Gráficos de los resultados de la Tabla N°1.



## CONCLUSIONES

La primera y principal conclusión de estos ensayos, es que el dispositivo en general y en particular, las válvulas de control de ingreso y egreso de aire, funcionan correctamente, de acuerdo a lo previsto.-

Los valores de energía consumida por litro de extracción de agua a distintas alturas de elevación son muy superiores a los calculados con el modelo teórico, lo cual se debe a las siguientes causas:

a)-El modelo usado, supone un proceso infinitamente lento, (una sucesión de infinitos estados de equilibrio estático), el cual no tiene en cuenta la energía cinética, ni las pérdidas de energía; en el proceso real las pérdidas son importantes y, para el caso de poca profundidad, son mayores que la energía útil; debemos suponer que son muy importantes las pérdidas locales en las válvulas de retención en la tubería de agua.-

b)-Por otra parte, el uso de una presión de trabajo bastante mayor que la máxima, implica un aumento en las pérdidas, lo cual se refleja en la tabla de resultados.-

c)-Un aumento de la presión de trabajo, produce un aumento de caudal, como surge en la tabla.

Todos estos resultados obtenidos, tanto de caudal como de energía consumida por litro de agua extraída, y de tiempo de extracción, son útiles y necesarios para poder diseñar nuestra fuente de generación de aire comprimido ya sea a través de energía solar como así también de energía eólica.-

Lo importante de este dispositivo o Bomba de Extracción de Agua es la factibilidad de contar con distintas formas de generación de aire comprimido para poder extraer agua, a través de energía solar, eólica, aire comprimido envasado en cilindros, anhídrido carbónico envasado en cilindros, energía eléctrica convencional, y motores de combustión interna, es decir que siempre vamos a contar con algún medio de estos nombrados, para generar aire comprimido y a través de este poder extraer agua.-

Se construyó el prototipo para que pudiera funcionar en un tambor común de PVC de 200 litros con un nivel de agua por encima de la válvula de expulsión de agua de  $\frac{3}{4}$ " de 350 mm de altura, de tal modo que siempre se mantenga el nivel estático de la fuente de agua.-

Nuestro próximo objetivo es trabajar con un prototipo de mayores dimensiones tanto en el diámetro como en altura para poder tener mayor volumen de extracción por ciclo, además poder aumentar el nivel de profundidad entre la válvula de retención de expulsión y el nivel estático del agua.-

Se hizo una prueba a 13 metros con caño de expulsión de 12.5 mm de diámetro ( $\frac{1}{2}$ " para comprobar si había diferencia de caudal y de consumo de energía a la misma presión de aire, con el caño de expulsión de 19mm ( $\frac{3}{4}$ " ), no encontrándose ninguna diferencia, llegando a la conclusión de que las mayores pérdidas o mejor dicho las pérdidas más importantes se deben a las válvulas de retención. Para ello está previsto diseñar una válvula de retención en donde el pasaje de agua no sufra pérdidas considerables.-

Existe una íntima relación entre el dispositivo de extracción de agua y la energía solar, ya que el trabajo de investigación nace como trabajo de investigación titulado "Extracción de agua a profundidad mediante energías alternativas" (proyecto N°T-59703), es por ello que dentro del mismo equipo de trabajo una parte se ha dedicado al estudio de la energía solar en Villa Mercedes (Determinación de la radiación solar difusa a partir de la global para Villa Mercedes, pag. 217 volumen I N°1 año 1997 ASADES 97) y la otra al estudio del dispositivo de extracción de agua, a fin de encontrar cual es el consumo de energía para la extracción de agua para distintas profundidades y caudal, y así poder diseñar o seleccionar el panel solar correspondiente.