

SIMULADOR MOODY PARA LA DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO DEL CONJUNTO MOTOR - BOMBA EN POZOS DE RIEGO AGRÍCOLA PARA UNA MEJOR APLICACIÓN DEL SUBSIDIO DEL ESTADO PROVINCIAL

Roberto Gómez Girini, Graciela René López, Miguel Ángel Polizzi,
Luis Rogelio Álvarez, Jorge Félix Fernández

Instituto Regional de Estudio Sobre Energía – IRESE, Facultad Regional Mendoza
Universidad Tecnológica Nacional, Rodríguez 273, 5500 Ciudad, Argentina
gomezgirini@speedy.com.ar ; energia.irese@frm.utn.edu.ar , ingpolizzi@yahoo.com.ar , alvarez.irese@frm.utn.edu.ar ,
fernandez.irese@frm.utn.edu.ar

Resumen. El trabajo presenta un desarrollo informático que permite estudiar el comportamiento del conjunto motor-bomba, para establecer la eficiencia del sistema electromecánico y la evaluación del ahorro de potencia en los pozos de riego agrícola, cuando los sistemas de bombeo no son eficientes, para una mejor aplicación del subsidio al riego agrícola por parte del estado provincial.

Muestra también la repercusión económica por las pérdidas técnicas en los sistemas ineficientes. La metodología empleada es el desarrollo de un software, que se llama Simulador Moody, versión 7, que determina el rendimiento del sistema de bombeo en funcionamiento y lo compara con información de rendimientos normalizados. Analiza, además, el aprovechamiento del subsidio del estado provincial y arroja índices temporales del comportamiento del acuífero donde se ubica el bombeo de agua subterránea, mediante turbinas de eje vertical y electrobombas sumergidas. El IRESE, a través del Simulador Moody, establece los ahorros en energía y potencia eléctrica en pozos de riego agrícola con la evolución en el tiempo de su comportamiento y permite implementar una política de subsidio más eficaz.

Palabras clave: Simulador - Sistema de Bombeo - Rendimiento - Subsidio

INTRODUCCIÓN

El Simulador Moody que se presenta, desarrollado por el IRESE, establece pérdidas de potencia eléctrica evitable y corregible. La importancia de este programa, evidencia cuantos fondos públicos eroga el estado por potencia y energía eléctrica improductiva.

Un sistema de bombeo para riego agrícola, demanda una potencia eléctrica superior a la potencia hidráulica que se tiene a la salida de la bomba. Se sabe que el cociente entre estas potencias nos da el rendimiento del conjunto motor-bomba, valor que en la mayoría de los casos no se ajusta a los valores normalizados [1]. Resultando una erogación no útil para los productores agrícolas, que pagan por energía eléctrica improductiva que recaen sobre el erario público, dado que parte de la energía y la totalidad de la potencia es subsidiada por el estado.

El Simulador Moody calcula el rendimiento del conjunto electromecánico motor-bomba, computando la entrada de energía eléctrica y la energía hidráulica útil que absorbe el fluido. La diferencia serán pérdidas de energías que acusa el integrador de energía y que paga el productor y el estado provincial sin beneficio para el riego agrícola y con mayores costos para la producción.

Estudiado en conjunto con el Instituto Nacional del Agua [2], la eficiencia en los pozos de riego agrícola fue que la extracción de agua subterránea no tiene el rendimiento óptimo mínimo.

Las investigaciones realizadas por el IRESE de las pérdidas en los sistemas de bombeo son conocidos por todos los organismos oficiales, y es de interés una reconversión a modelos más eficientes [3], [4], [5], [6].

Por ello, el desarrollo informático evalúa en forma técnica y económica el balance energético del sistema de electrobombeo en pozos para riego agrícola, además, valora sus pérdidas, su rendimiento y el comportamiento del acuífero mostrando la depresión o abatimiento del acuífero.

Las siguientes pantallas del software muestran el ingreso de información para el funcionamiento y resultados en la Fig. 1 y Fig. 2.

```
Moody v.7 I.R.E.S.E. Marzo 2010 Argentina 1810 - 2010
***Mediciones de campo efectuadas***
Ingrese la temperatura ambiental [°C] : 21
Ingrese la temperatura del agua [°C] : 20
Ingrese altura nivel est tico en [m] : 16.61
Ingrese altura nivel din mico en [m] : 30.6
Ingrese caudal medido de la bomba [m3/h] : 201.6
Ingrese potencia activa medida [kW] : 49
Ingrese la presión manométrica en la descarga en [m.c.a.]
Si no ha sido medida Moody aplicar el Principio de Torricelli.
Ingrese 0 si la presión manométrica no fue medida : 0
***Características de la cañería***
Material de la cañería - Ingrese su opción :
....1 para hierro fundido
....2 para hierro galvanizado
....3 para hierro forjado o acero comercial
....4 para tuberías lisas de PUC
Ingrese 1, 2, 3 o 4 según sea el material de la cañería : 3
Ingrese di metro externo de cañería [mm] : 210
Ingrese espesor de la cañería en [mm] : 6
Ingrese altura cañería s/nivel suelo [m] : 5
Ingrese longitud tramo horizontal [m] : 3

Pulse una tecla para continuar o <S> para salir._
```

Fig.1. Moody v.7 IRESE. Entrada de datos

```

Moody v.7 I.R.E.S.E. Marzo 2010 Argentina 1810 - 2010
***Resultados técnicos obtenidos***
Viscosidad cinemática (0.0101 a 20 C) [stockes] : 0.01009
Peso específico del agua de pozo [tn/m3] : 1.00000
Velocidad media de impulsión en [m/s] (2.5 a 3 m/seg) : 1.819
Número de Reynolds (> 350.000) (adimensional) : 356892
*****Escurrecimiento turbulento
Coeficiente de fricción (< 0.030) (adimensional) : 0.0162
Aspereza absoluta (< 0.005) [cm] : 0.0046
Aspereza relativa (< 0.0004) [cm/cm] : 0.0002
Pérdida de carga unitaria en [m/m] : 0.0138
Pérdida de carga por energía cinética en [m] : 0.1686
Pérdida de carga por fricción en [m] : 0.5329
Pérdida de carga por accesorios en [m] : 0.0000
Carga total de bombeo (< Hdin x 1.10) [m] : 36.47
Rendimiento total porcentual del conjunto (mín 60 a 75) : 40.875
*****Rendimiento muy bajo - Revise sus lecturas.

Error relativo porcentual Moody (< 1) : 0.338
*****Alta precisión

Porcentaje de pérdidas de potencias : 59.125

Pulse una tecla para continuar o <S> para salir._

```

Fig. 2. Moody v.7 IRESE. Rendimiento y pérdidas de potencia

METODOLOGÍA

Para la evaluación del rendimiento del sistema de bombeo, se consideró el siguiente balance energético. Tabla 1.

Tabla 1. Balance Energético.

Potencia útil de entrada
Potencia de pérdida del cable trifásico por efecto Joule
Potencia disponible en bornes del motor eléctrico
Potencia de pérdidas en el cobre en el estator del motor
Potencia de pérdidas en el hierro del estator del motor
Potencia de pérdidas en el cobre/aluminio en el rotor
Potencia de pérdidas en el hierro del rotor
Potencia de pérdidas por roce y ventilación del motor

Potencia disponible en el eje de transmisión
Potencia de pérdidas en la transmisión
Potencia disponible en la entrada a la bomba
Potencia de pérdidas volumétrica ¹
Potencia de pérdidas hidráulica ²
Potencia de pérdida mecánica ³
Potencia disponible útil que se lleva el fluido
Potencia de pérdida por abatimiento hidráulico ⁴
Potencia de pérdida por la cota estática ⁵
Potencia de pérdida por altura de la cañería de impulsión ⁶
Potencia de pérdida por aceleración del fluido
Potencia de pérdida por fricción
Potencia de pérdida por accesorios

Los cálculos son llevados a cabo por el programa, aplicando el siguiente algoritmo (mostrando solo una parte del mismo para el cómputo numérico de pérdidas por fricción) para realizar el cálculo técnico - económico y ver su impacto que tiene en el subsidio estatal:

```

/* BLOQUE 4.7 - Coeficiente de Fricción según Moody */
if ((mat==1) + (mat==2) + (mat==3))
{
co = 0;
f = 0.007;
do
{
co++;
f = f + 0.0000005;
Apr = 1/(pow(f,0.5));
Bpr = 1.74 - 2 * log10 (2 * Ar + 18.7 / (Re * pow(f,0.5)));
Dif = (Apr-Bpr);
if (co>32760)
{

salida();
}
}
}

```

¹ Es el resultado de la diferencia entre el caudal teórico de la bomba y el caudal real.

² Está dada por la diferencia entre la presión real y la presión teórica de la bomba. A los efectos de los cálculos la pérdida volumétrica y la pérdida hidráulica se toman con igual valor. Porque se desconoce la situación mecánica interna de la bomba en relación a las fugas de fluido. Lo cual no implica un error en el cálculo del rendimiento del conjunto motor – bomba. Considerando todos los fenómenos físicos que ocurren en el funcionamiento.

³ Son las pérdidas originadas en los rozamientos internos como cojinetes, sellos, etc.

⁴ Se llama abatimiento hidráulico a la diferencia entre la cota dinámica y la cota estática, cuando está en funcionamiento la bomba.

⁵ Se llama cota estática a la altura entre el nivel de boca de pozo y el nivel del agua cuando la bomba está sin funcionar.

⁶ Es la altura entre la boca de pozo y el eje horizontal de la tubería de descarga.

```

while (Dif > 0.00001);
}
/* BLOQUE 4.8 - Coeficiente de fricción según Karman-
Prandtl */
if (mat==4)
{
co = 0;
f = 0.001;
do
{
co++;
f = f + 0.0000005;
Apr = 1/(pow(f,0.5));
Bpr = 2 * log10 (Re * pow (f,0.5)) - 0.8;
Dif = (Apr-Bpr);
if (co>32760)
{
salida();
}
}
while (Dif > 0.00001);
}
/* BLOQUE 4.9 - Perdida de carga por fricción-Régimen
Laminar */
{
/* Fórmula de Hagen-Poiseuille (1840) */
if (Re<2320)
{
f = 64 / Re;
di = di / 100;
Ju = (f/di) * (pow (V,2) / (2 * g));
Lto = Zd + hca + Lho;
}
}
/* BLOQUE 4.10 - Perdida de carga por fricción-Regimen
Turbulento */
{
/* Fórmula de Darcy-Weisbach (1850) */

if (Re>2320)
{
di = di / 100;
Ju = (f/di) * ( pow (V,2) / (2 * g));
Lto = Zd + hca + Lho;
hfc = Ju * Lto;
}
}

```

}

Una vez realizados los cálculos, el programa emite un informe presentado a continuación, sobre la evaluación técnica - económica del sistema de bombeo estudiado:

Moody v.7 - I.R.E.S.E. Marzo 2010 Argentina 1810 - 2010

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL MENDOZA
I.R.E.S.E. EN EL BICENTENARIO DE LA PATRIA

Bienvenida a Simulador Moody Versión 7
Última revisión: 14 de Marzo de 2011 17:30 hs.
Estudio eficiencia energética en explotación de acuíferos
Adaptación y ampliación: I.R.E.S.E.
Director: PROF. ING. JORGE FERNANDEZ
Autores del programa: Miembros de I.R.E.S.E.

***Alcance del Simulador Moody Versión 7
*Determinación del rendimiento del conjunto electrobomba
con formula fundamental $R\% = 9,8067 * Ht * Q / P * 100$
*Estudio de índices temporales del comportamiento del pozo.
*Balance energético y económico.
*Recomendaciones por anomalías.
*Análisis de sensibilidad.

***Datos de inicio

Nombre y apellido del propietario: x
Empresa distribuidora de energía : x
Referencia GPS : x
Calle : x
Distrito : x
Departamento : x
Ruta : x
Folio/NIC : x
Fecha de lecturas dd/mm/aaaa : x
Fecha de proceso Moody dd/mm/aaaa : x

***Datos técnicos medidos

Temperatura ambiente	[C°]	:	21.00
Temperatura del agua	[C°]	:	20.00
Altura nivel estático	[m]	:	16.61
Altura nivel dinámico	[m]	:	30.60
Caudal medido de la bomba	[m3/h]	:	201.60
Potencia activa medida	[kW]	:	49.00
Presión manométrica en la descarga	[m.c.a.]	:	0.17
Diámetro externo de la cañería	[mm]	:	210.00
Espesor de la cañería	[mm]	:	6.00
Altura de la cañería sobre nivel de suelo	[m]	:	5.00
Longitud del tramo horizontal	[m]	:	3.00

Sistema de captación: Electrobomba sumergida
Cantidad de accesorio : 0.00

*****Resultados del Simulador Moody**

Viscosidad cinemática (0.0101 a 20 C) [stockes] : 0.01009
Peso específico del agua de pozo [tn/m3] : 1.00000
Velocidad media de impulsión en [m/s] (2,5 a 3 m/seg): 1.819
Número de Reynolds (>350.000) (adimensional): 356892

*******Escurrecimiento turbulento**

Coefficiente de fricción (0.008 a 0.1) (adimensional): 0.0162
Aspereza absoluta (< 0.005) [cm] : 0.0046
Aspereza relativa (< 0.0004) [cm/c] : 0.0002
Pérdida de carga unitaria en [m/m] : 0.0138
Pérdida de carga por energía cinética en [m] : 0.1686
Pérdida de carga por fricción en [m] : 0.5329
Pérdida de Carga por Accesorios en [m] : 0.0000
Carga total de bombeo (< H_{din} * 1.10) [m] : 36.470
Rendimiento total porcentual del conjunto (min 65 a 75) : 40.875

*******Rendimiento muy bajo - Revise sus lecturas.**

Error relativo porcentual de Moody (< 1) : 0.338

*******Alta precisión**

Porcentaje de pérdidas de potencias : 59.125

*****Balance de rendimientos y comportamiento del pozo**

Rendimiento Porcentual térmico del cable (97 a 99.8) : 98.296
Rendimiento Porcentual del motor eléctrico (85 a 95 ETV): 81.171
Índice de carga del motor eléctrico (80 a 97) : 89.091
Rendimiento Porcentual transmisión (96 a 98 o 100 ES) : 100.000
Rendimiento Porcentual de la bomba (60 a 80 modernas) : 51.229
Rendimiento volumétrico porcentual (> 92) : 73.050
Rendimiento hidráulico porcentual (> 92) : 73.050
Rendimiento mecánico porcentual (88 a 95) : 96.000
Rendimiento total porcentual del conjunto (min 65 a 75) : 40.875

ETV: Electrobomba de eje vertical.

ES: Electrobomba sumergida.

*****Índices temporales del comportamiento del pozo**

Abatimiento Hidráulico [m] : 13.990
Capacidad específica por abatimiento [Lts/s/m] : 4.003
Potencia específica por abatimiento [kWatt] : 7.683
Potencia específica del pozo [kWatt/m3/h]: 0.243
Costo específico al Regante cada 100 hs [\$/m3/h] : 0.000

****Compare siempre** estos consumos específicos en el tiempo.**

*****Potencias útiles que se lleva el fluido en kWatt**

Potencia útil entregada por abatimiento : 7.683
Porcentaje sobre la potencia activa medida : 15.680

Potencia útil entregada por A. estática acuífero	: 9.122
Porcentaje sobre la potencia activa medida	: 18.616
Potencia útil entregada por cota s/nivel Suelo	: 2.746
Porcentaje sobre la potencia activa medida	: 5.604
Potencia útil entregada por aceleración	: 0.093
Porcentaje sobre la potencia activa medida	: 0.189
Potencia útil entregada por fricción	: 0.293
Porcentaje sobre la potencia activa medida	: 0.597
Potencia útil entregada por accesorios	: 0.000
Porcentaje sobre la potencia activa medida	: 0.000
Potencia útil entregada en la descarga	: 0.093
Porcentaje sobre la potencia activa medida	: 0.189
Potencia útil entregada total al fluido	: 20.029
Porcentaje sobre la potencia activa medida	: 40.875
Potencia de pérdida cable-motor-transmisión-bomba	: 28.971
Porcentaje sobre la potencia activa medida	: 59.125
Potencia medida absorbida total	: 49.000

*****Balance de potencias en kWatt**

Potencia absorbida	: 49.000
Perdidas en el cable de energía	: 0.835
Potencia en bornes del motor	: 48.165
Perdidas en el motor eléctrico	: 9.069
Potencia en el eje del motor eléctrico	: 39.096
Perdidas en la transmisión motor-bomba	: 0.000
Potencia en la entrada a la bomba	: 39.096
Perdidas en la bomba	: 19.067
Potencia que se lleva el fluido	: 20.029

*****Detalle de las pérdidas en kWatt**

Perdidas en el cable de energía	: 0.835
Perdidas en el cobre primario del motor	: 4.114
Perdidas en el hierro primario del motor	: 0.593
Perdidas en el cobre secundario del motor	: 3.846
Perdidas en el hierro secundario del motor	: 0.128
Perdidas por roce y ventilación del motor	: 0.388
Perdidas en la transmisión mecánica motor-bomba	: 0.000
Perdidas volumétricas en la bomba	: 10.536
Perdidas hidráulicas en la bomba	: 10.536
Perdidas mecánicas en la bomba	: 1.564
Potencia de pérdidas que no se lleva el fluido	: 28.971

*****Balance de potencias en porcentaje**

Potencia absorbida	: 100.000
Perdidas en el cable de energía	: 1.704
Potencia en bornes del motor	: 98.296
Perdidas en el motor eléctrico	: 18.508
Potencia en el eje del motor eléctrico	: 79.788
Perdidas en la transmisión motor-bomba	: 0.000
Potencia en la entrada a la bomba	: 79.788
Perdidas en la bomba	: 38.913
Potencia que se lleva el fluido	: 40.875

*****Detalle de las pérdidas en porcentaje**

Perdidas en el cable de energía	: 1.704
Perdidas en el cobre primario del motor	: 8.395

Perdidas en el hierro primario del motor	:	1.210
Perdidas en el cobre secundario del motor	:	7.849
Perdidas en el hierro secundario del motor	:	0.261
Perdidas por roce y ventilación del motor	:	0.792
Perdidas en la transmisión mecánica motor-bomba	:	0.000
Perdidas volumétricas en la bomba	:	21.502
Perdidas hidráulicas en la bomba	:	21.502
Perdidas mecánicas en la bomba	:	3.192
Potencia de pérdidas que no se lleva el fluido	:	59.125

*****Recomendaciones Moody por anomalías**

1. Caudal insuficiente: Hmanométrica alta. filtro, impulsor o conductos obstruidos.
Desgaste interior. Válvula de compuerta poco abierta.
Entrada de aire por mayor cota de abatimiento.
2. Presión de descarga insuficiente: impulsor dañado, aros desgastados.
También entrada de aire por cota de abatimiento.
3. Sobrecarga del motor: defectos mecánicos, rozamientos altos.
También rodamientos averiados, desalineación, prensaestopas muy ajustados.
4. La bomba se desceba en marcha: aumento cota abatimiento.
5. La bomba vibra: desalineación, impulsor desbalanceado, obstruido. También rodamientos desgastados, partes giratorias agarrotadas.
6. Recuerde que el conjunto comprende cable, motor, transmisión y bomba.

Por lo tanto analice los rendimientos parciales.

A continuación Moody informa:

Eficiencia mínima bomba sumergible porcentual	:	77.000
Eficiencia mínima motor sumergible porcentual	:	87.000
Eficiencia mínima esperada del conjunto porcentual	:	66.990
Eficiencia del conjunto	:	40.875
Diferencia relativa porcentual sobre el valor esperado	:	-39.02
Nueva potencia eficiente en kW	:	29.81
Antes el Estado Provincial subsidia (Uso de red) por año \$:	5093.44
Ahora el Estado Provincial subsidia (Uso de red) por año \$:	3095.62
Ahorro económico por año por pozo eficiente \$:	1997.82

Atención! : Moody ha recorrido todos sus trayectos de programación.

_____Fin Simulador Moody Versión 7_____

Firma autorizada I.R.E.S.E.:.....

Fecha del presente reporte Moody:..../..../.....

CONCLUSIONES

1. Disponer de una herramienta que en forma automática, produce una amplia información de los sistemas electromecánicos de bombeo de agua subterránea, facilita poderosamente los estudios en dicho ámbito.
2. Los resultados encontrados en los estudios realizados, en distintas campañas de medición en sistemas electromecánicos de bombeo, resultan ineficientes en su mayoría.
3. El ahorro económico que se observa cuando se aplica la corrección necesaria al sistema de bombeo ineficiente, resulta muy importante no solamente en potencia eléctrica, por disminución del Uso de Red, sino también en la demanda de energía eléctrica cuando se tienen en cuenta las horas de funcionamiento para la extracción de agua subterránea.
4. El estudio de los conjuntos motor – bomba en pozos de riego agrícola, en particular la determinación del rendimiento y las conclusiones que se obtienen por aplicación del Simulador Moody v7, tienen alto impacto en la aplicación del subsidio al riego agrícola, dado que se podría mejorar altamente su eficacia, dirigiéndolo exclusivamente a los sistemas de bombeo con funcionamiento eficiente.

REFERENCIAS

- [1]. Norma Oficial Mexicana NOM-006-ENER-1995, Eficiencia Energética electromecánica en sistemas de bombeo para pozo profundo en operación – Límites y métodos de prueba. Secretaría de Energía. Estados Unidos Mexicanos.
- [2]. Gómez Girini, R; Fernández, JF; López, GR: Informe Estudio del Rendimiento de los sistemas de Bombeo de Agua Subterránea en Pozos de Riego Agrícola de la Provincia de Mendoza y su Evaluación Económica. Convenio GTZ – Instituto Regional de Estudios Sobre Energía, Facultad Regional Mendoza, Universidad Tecnológica Nacional (2004)
- [3]. Gómez Girini, R; Fernández, JF; López, GR: Atlas Rural Agrícola de la Provincia de Mendoza. Optimización Energética y Posicionamiento Satelital de los Sistemas Electromecánicos de Bombeo de Agua Subterránea en Pozos destinados al Riego Agrícola. Instituto Regional de Estudios Sobre Energía, Facultad Regional Mendoza, Universidad Tecnológica Nacional (2008).
- [4]. Fernández, JF; Lauricella, FN; López, GR; Álvarez, LR; Gómez Girini, R; Viegas Bordeira, C; Castillo, J; López, MR; Severino, S; Tolosa, M: Matriz Energética Integral de la Provincia de Mendoza. Instituto Regional de Estudios Sobre Energía, Facultad Regional Mendoza, Universidad Tecnológica Nacional (2007).
- [5]. Gómez Girini, R; López, GR; Fernández, JF; Álvarez, LR: Informe Convenio para el Desarrollo de Acciones de Eficiencia Energética y Uso de Recursos Renovables de Energía entre la Secretaría de Energía de la Nación y el Gobierno de la provincia de San Juan.
- [6]. Gómez Girini, R; López, GR; Fernández, JF: Optimización Energética en los Sistemas Electromecánicos de Bombeo de Agua Subterránea en Pozos destinados al Riego Agrícola en la Provincia de Mendoza. Revista Avances en Energías Renovable y Medio Ambiente – AVERMA- CD Volumen 14 Año 2010 ISSN 0329-5184 – ASADES 2010.

5 BIBLIOGRAFÍA

1. Merino Azcarraga J. (1991) Manual de Eficiencia Energética en Instalaciones de Bombeo, CADEM Bilbao.
2. Mc. Naughton K. (2000), Bombas selección, usos y mantenimiento, M. Graw-Hill, New York.
3. Molina Igartua, L. A y Molina Igartua, G. (1993) Manual de Eficiencia Energética en la Industria. CADEM (Grupo Eve) Bilbao.
4. Fernández, JF, López GR, Gómez Girini, R.: Optimización de la administración de subsidios económicos al sector productivo agrícola mediante el uso racional de la energía eléctrica que consumen. Congreso Nacional de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. Buenos Aires 24 y 25 de Agosto de 2006.
5. Fernández, JF, López GR, Gómez Girini R.: Metodologías para el Desarrollo Regional de Empresas Agrícolas a través del Uso Eficiente de la Energía Demandada en el Proceso Productivo. V Congreso Argentino de la Enseñanza de la Ingeniería 2006. Mendoza - Argentina
6. Fernández, JF; López, GR; Gómez Girini, R.: Ahorro de Energía en los Sistemas Electromecánicos de Bombeo de Agua Profunda para el Desarrollo de Empresas Agrícolas. IV Conferencia Científica Internacional de Ingeniería Mecánica. COMEC 2006. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas Santa Clara. Cuba, 7 de Noviembre del 2006.
7. Fernández, JF; López, GR; Gómez Girini, R.: Eficiencia energética en sistemas de bombeo de agua subterránea y optimización de la administración del subsidio eléctrico para el riego agrícola. Jornadas de Investigación en Recursos Hídricos. ICA UNCuyo - INA - IANIGLA CONICET - UTN – INTA. Mendoza 27 de Septiembre del 2007.
8. Fernández, JF; López, GR; Gómez Girini, R; Martinis, N: Extracción de agua subterránea mediante sistemas de bombeo energéticamente eficientes. XX Congreso Nacional del Agua y III Simposio de Recursos Hídricos del Cono Sur – CONAGUA 2005. Mendoza, 13 de Mayo del 2005.