

SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS PERFORACIONES PARA EL RIEGO DE ARROZ. PREFACTIBILIDAD DEL TRAZADO DE LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN

Romero, E.C.; Díaz E.L.; Boschetti, N.G.; Valenti, R.A. y O.C. Duarte
Facultad de Ciencias Agropecuarias – UNER

INTRODUCCION

Más del 60 % de la producción de arroz de la provincia de Entre Ríos se realiza utilizando pozos profundos como fuente de agua, presentando una alta demanda energética, donde la principal fuente de potencia son los motores diesel, de 100 a 220 CV y un consumo de combustible de 15 a 31 litros/hora.

La demanda de agua de una arrocería es de 9000 a 14000 m³/ha/año, los rendimientos de bombeo de pozos se encuentran entre los 10 a 22 m³ de agua extraída por litro de gasoil, significando un consumo de 480 a 750 litros de gasoil por hectárea y por campaña. Este gasto de combustible incide en un 35 a 45 % sobre los costos directos de la producción de arroz (campaña 2002/03).

La realización del censo arrocería realizado en Entre Ríos por la Fundación Pro-Arroz en la campaña 2000-2001 y los relevamientos satelitales y trabajo a campo efectuado por la Facultad de Agronomía de Oro Verde, marcan una importante caída en referencia a las 157000 has. del ciclo 1998-1999, siendo el sistema de riego con pozo profundo el responsable del total de la disminución del área sembrada debido a la inviabilidad de este sistema en ese contexto de precios del producto y costos de producción. La información de la fuente de agua utilizada en el riego y las superficies involucradas puede verse en la Tabla 1, Carñel et al (2003, 2004 y 2005).

Tabla 1.: Superficie regada por agua de distinta fuente en cuatro campañas agrícolas.

Campaña	Orig. Fuente Agua	Sup. (Ha)	Porcentaje
2000/01	Represa	14.722	23,4
	Superficial	3.368	5,3
	Subterránea	44.736	71,2
2001/02	Represa	11.980	29,2
	Superficial	2.431	5,9
	Subterránea	26.566	64,8
2002/03	Represa	16.287	32,7
	Superficial	4.740	9,5
	Subterránea	28.703	57,7
2003/04	Represa	19.219	32,8
	Superficial	8.171	13,9
	Subterránea	31.234	53,3
2004/05	Represa	9.708	15,8
	Superficial	13.416	21,8
	Subterránea	38.449	62,4

Otro dato preocupante es la continua disminución de productores arroceros, habiendo sido censados 243 en la campaña 2000/01, 450 en la campaña 1999/00 y aproximadamente 600 en la campaña 1998/99, lo que significa la desaparición del 60%, este proceso ha comenzado a revertirse a partir de 2001/02.

Es por ello de gran importancia, económica y social el estudio de una alternativa para la expansión del área sembrada en nuestra provincia. Por lo tanto es necesario analizar el sistema de riego utilizando otra alternativa para proponer si es factible y económico el cambio de los sistemas de extracción para el riego del arroz (Díaz et al, 2003).

Según Pozzolo et al (2001) el 8,3 % de las perforaciones utilizan motores eléctricos, sobre 121 motores encuestados, por lo que más del 90 % utiliza motores de combustión interna.

De los sistemas de bombeo a partir de perforaciones analizadas un total de 30 pozos (52%) tienen un rendimiento inferior al 45%, mientras que los 28 sistemas restantes (48%) superan el 45% de rendimiento, de ellos solo 6 sistemas presentan un rendimiento superior al 60%, Díaz et al (op cit).

Por ello puede concluirse que existe un margen de 30% al 40% para mejorar los rendimientos de sistemas, lo que implica entre un 30 y 40% de reducción de costos, que traducido en consumo de combustibles para 80 ha y 6000 m³/ha, en un planteo como el de la campaña 02-03, de bajo requerimiento de agua, y un caudal de 400 m³/hs, implica 1200 hs de bombeo.

Por otra parte, en los sistemas de bombeo de agua subterránea para el riego de arroz se puede decir que los consumos de combustible líquidos oscilan entre los 10.2 a 33.6 l/h, y un promedio de 23.3 l/h, mientras que los consumos de energía eléctrica fueron entre 50 y 93.2 Kw/h y un promedio 75,9 KW/h (Díaz et al, op cit).

Weinbaur et al (2004) analizaron la prefactibilidad económica de la conversión del riego de arroz utilizando energía eléctrica, restringiendo el estudio al área de la Cooperativa Eléctrica Villaguay, y evaluaron el beneficio económico en el cambio de sistema de extracción para Riego de Arroz (beneficio económico motor eléctrico vs. explosión), determinaron cuantos productores (lotes arroceros implementados) están en condiciones para llevar a cabo el cambio de sistema debido a distancias a las redes de media tensión y al costo que ello demanda, y generaron una base de datos asociando para distintas distancias a las líneas de media tensión de los lotes con perforaciones con destino al riego.

Finalmente, en la evaluación económica de la conversión de pesos gastados en combustibles en metros cúbicos de agua, el cambio de las condiciones de mercado han hecho que el uso de la energía eléctrica resulte altamente favorable a cualquier otro combustible, con conversiones superiores a los combustibles líquidos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sistema de Información Geográfica

Previo a la salida a campo se analizó en gabinete, la información existente de las campañas agrícolas 99/00 en adelante. Se generaron cartas - imágenes de apoyo al trabajo de campo utilizando las capas poligonales y las bases de datos del área ocupada por el cultivo de arroz en las cinco campañas previas a la 2004/2005, imágenes satelitales LandSat 7 ETM 225-81, 225-82, 225-83, 226-81, 226-82, que incluyen el área arrocera de la Provincia irrigada a partir de perforaciones profundas. Se determinaron diferentes circuitos de recorrida para relevar las perforaciones de pozos con destino al riego de arroz.

Relevamiento mediante GPS

El relevamiento de los pozos consistió en la determinación de su ubicación geográfica mediante GPS de precisión decamétrica, el tipo de bomba utilizada, fuente energética, tipo de motor y sistema de transmisión utilizado. En todos los casos en que los sistemas se encontraban en funcionamiento se tomó una muestra de agua a los fines de las determinaciones físico química en laboratorio (las que no forman parte de este informe).

Del análisis de la información previa se diferenciaron cuatro sectores geográficos: el primero abarcó el departamento Colón y la parte sur de los departamentos Villaguay y San Salvador, relevándose 43 pozos.

El segundo sector ocupa la zona central de los departamentos de San Salvador y Villaguay, considerados la zona núcleo arrocero a partir de perforaciones, ubicándose en el relevamiento 158 perforaciones.

El tercer sector de muestreo se circunscribe al norte de los departamentos de Villaguay y San Salvador, incluyendo el departamento de Concordia y parte de los de Federación y Federal, relevándose 182 perforaciones.

Finalmente, el último sector se ubica en la parte sur del área arrocera incluyendo los departamentos Uruguay y el área sur de Colón, midiendo y georeferenciando 72 pozos.

Elaboración de una Base de datos vinculada

Mediante los software apropiado se descargaron los puntos y rutas tomadas con un Navegador Garmin esta información se exportó a un software de SIG para obtener las capas temáticas de los puntos y rutas recolectadas, realizándose previamente una conversión al sistema de proyección Gauss Krugger faja 5.

Se confeccionó además una base de datos vinculada a la capa de puntos que representan la geolocalización de los pozos para riego de arroz, con los siguientes campos; número de orden de GPS, tipo de bomba, combustible, transmisión, marca del motor, modelo del motor, potencia, profundidad de la perforación, longitud de filtros, ocupación agrícola en la campaña (arroz, otro uso agrícola), hectáreas bajo riego, muestreo de agua con destino a análisis de laboratorio, propietario, cuenca superficial, subcuenca superficial, observaciones y fotos digitales.

RESULTADOS

Se determinaron diferentes circuitos de recorrida para relevar las perforaciones de pozos con destino al riego de arroz. Figura 1 y 2.

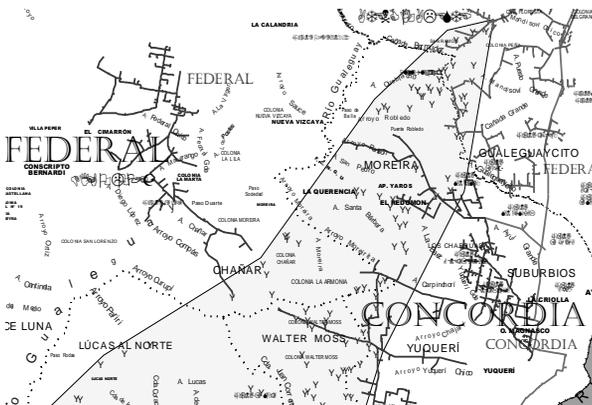


Figura 1. Perforaciones relevadas y LMT Area Concordia – Federal



Figura 2. Perforaciones relevadas y LMT Area Villaguay – San Salvador

Elaboración de una Base de datos vinculada

Se confeccionó además una base de datos vinculada a la capa de puntos que representan la geolocalización de los pozos para riego de arroz, con los siguientes campos; número de orden de GPS, tipo de bomba, combustible, transmisión, marca del motor, modelo del motor, potencia, profundidad de la perforación, longitud de filtros, ocupación agrícola en la campaña (arroz, otro uso agrícola), hectáreas bajo riego, muestreo de agua con destino a análisis de laboratorio, propietario, cuenca superficial, subcuenca superficial, observaciones, fotos digitales, pH y Conductividad Eléctrica.

Sistemas de bombeo.

Sobre 455 pozos registrados, 419 contaban con sistemas de bombas comerciales, o sin marcas confeccionadas en talleres de la zona. 36 no contaban con bombas, Figura 3. El 45% de las bombas corresponde a equipos sin marca comercial.

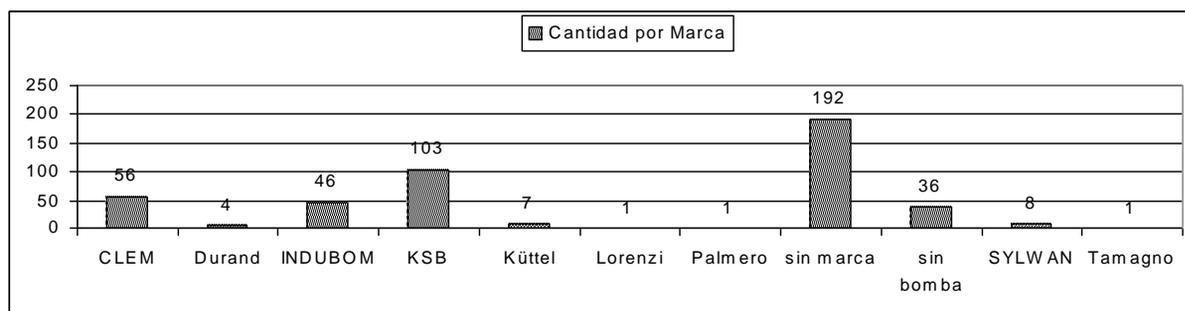


Figura 3. Síntesis de las bombas relevadas y sus marcas.

La Figura 4 presenta el origen de los combustibles utilizados y la Figura 5 el tipo de transmisión. Había 304 perforaciones con motor y 151 sin motor, en la Figura 6 se detallan la marca y cantidad de los motores eléctricos. En la Figura 7 se muestran la cantidad y marca de los motores a explosión.

Caracterización de la calidad química:

Se extrajeron 229 muestras de agua, las cuales se llevaron a laboratorio donde se les determinó pH y Conductividad Eléctrica, dado que no se presupuestaron fondos para el análisis físico químico completo. Los parámetros medidos sirven de indicadores de la calidad de las aguas analizadas, en las Figuras 8 a 11 se presentan las frecuencias de distribución de las CE y el pH, y las frecuencias acumuladas respectivamente. Finalmente se presenta un plano de isoconductividad eléctrica de las aguas subterráneas del área en estudio, Figura 12.

Planos de Líneas de Media Tensión.

Se obtuvieron planos en formato papel de las siguientes Cooperativas y Empresas eléctricas, como la de Villaguay, Urquiza, Concordia, Chajarí, Santa Anita, Ruta "J" y de ENERSA, los cuales fueron convertidos a formato digital y luego georreferenciados. En todas las perforaciones se determinó la distancia a la LMT más cercana. La Tabla 2 presenta un análisis estadístico de dichas determinaciones.

Tabla 2. Frecuencia de distancia de las perforaciones a la líneas de media tensión

Clase	Limite		Frecuencia		
	Inferior (m)	Superior (m)	Absoluta	Relativa (%)	Acumulada (%)
1	0	500	85	20.48	20.48
2	500	1000	38	9.16	29.64
3	1000	1500	32	7.71	37.35
4	1500	2000	34	8.19	45.54
5	2000	2500	28	6.75	52.29
6	2500	3000	25	6.02	58.31
7	3000	3500	21	5.06	63.37
8	3500	4000	19	4.58	67.95
9	4000	4500	18	4.34	72.29
10	4500	5000	11	2.65	74.94
11	5000	5500	9	2.17	77.11
12	5500	6000	9	2.17	79.28
13	6000	6500	7	1.69	80.96
14	6500	7000	7	1.69	82.65
15	7000	7500	9	2.17	84.82
16	7500	8000	3	0.72	85.54
17	8000	8500	5	1.20	86.75
18	8500	9000	4	0.96	87.71
19	9000	9500	2	0.48	88.19
20	9500	10000	6	1.45	89.64
21	10000	10500	5	1.20	90.84
22	10500	11000	2	0.48	91.33
23	11000	11500	5	1.20	92.53
24	11500	12000	5	1.20	93.73
25	12000	12500	2	0.48	94.22
26	12500	13000	3	0.72	94.94
27	13000	13500	2	0.48	95.42
28	13500	14000	3	0.72	96.14
29	14000	14500	1	0.24	96.39
30	14500	15000	6	1.45	97.83
31	15000	15500	2	0.48	98.31
32	15500	16000	1	0.24	98.55
33	16000	16500	4	0.96	99.52
34	16500	17000	1	0.24	99.76
35	17000	17500	0	0.00	99.76
36	17500	18000	0	0.00	99.76
37	18000	18500	0	0.00	99.76
38	18500	19000	1	0.24	100.00

Un total de 85 perforaciones (20.48%) se encuentran a una distancia inferior a los 500 metros de una línea de media tensión cercana, 189 perforaciones (45.54 %) se encuentran hasta una distancia máximas de 2000 metros y 311 perforaciones (74.94%) se encuentran hasta una distancia de 5000 metros de las líneas existentes. Weinbaur et al (op cit) determinaron para las condiciones económicas de la campaña 2003/04 que hasta distancias de 500 metros en casi una campaña, para 2000 metros, la inversión del productor se recuperaba en 2 campañas, y para 5000 metros en 3 campañas arroceras. Dichos valores

deberán ser actualizados en función de la nueva matriz de precios de energía eléctrica y de combustible.

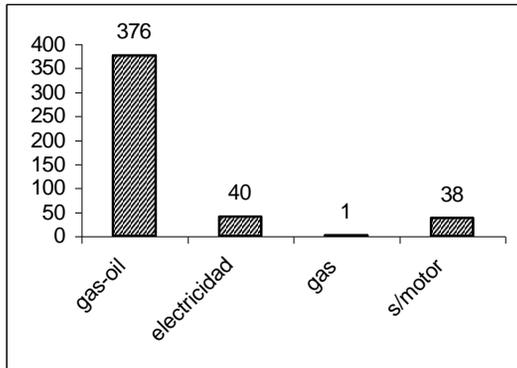


Figura 4. Fuentes energéticas.

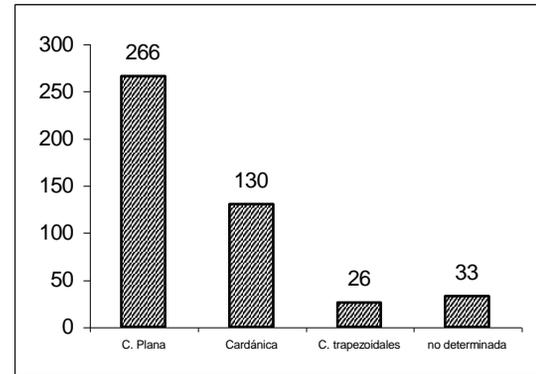


Figura 5. Tipo de transmisiones

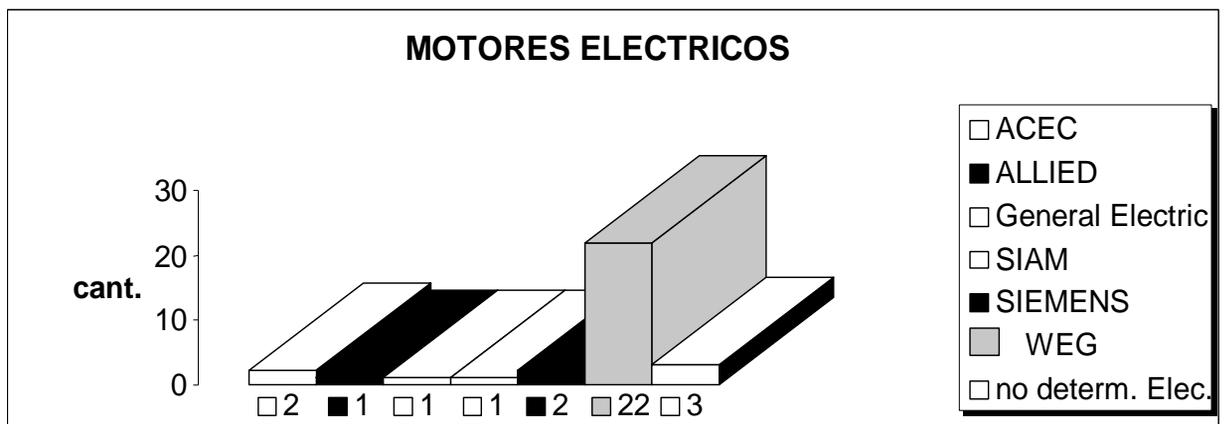


Figura 6. Marca de Motores Eléctricos

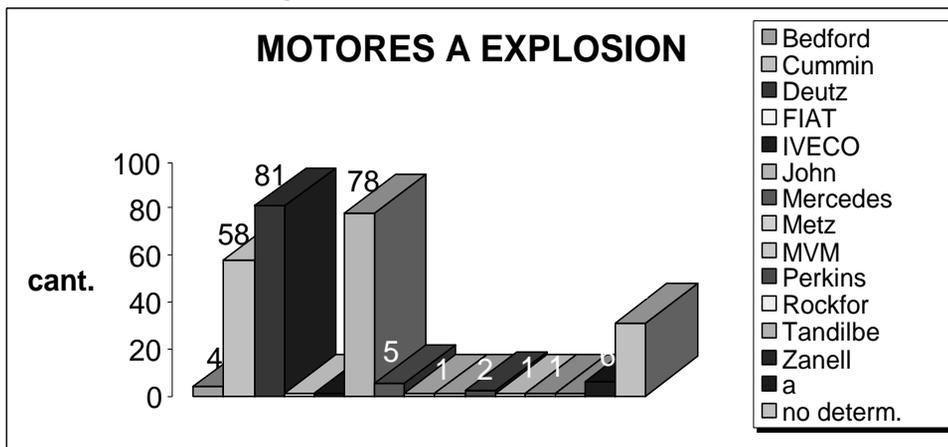


Figura 7. Marca de Motores a Explosión.

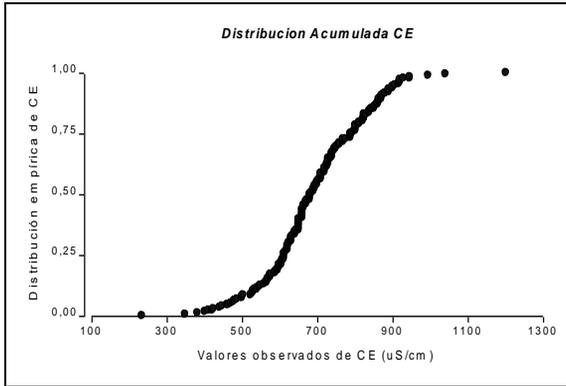


Figura 8. Frec. de distribución C.E. (mS/cm)

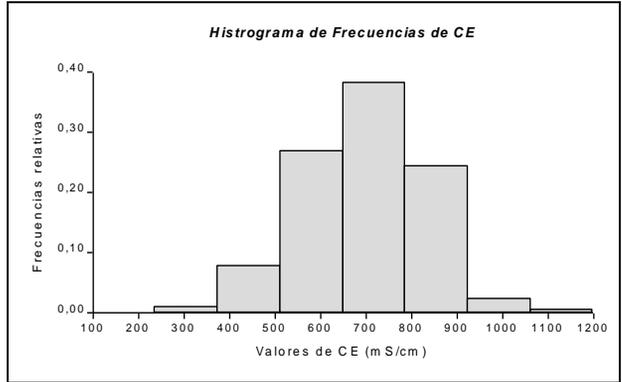


Figura 9. Frec. Acumuladas de C.E. (mS/cm)

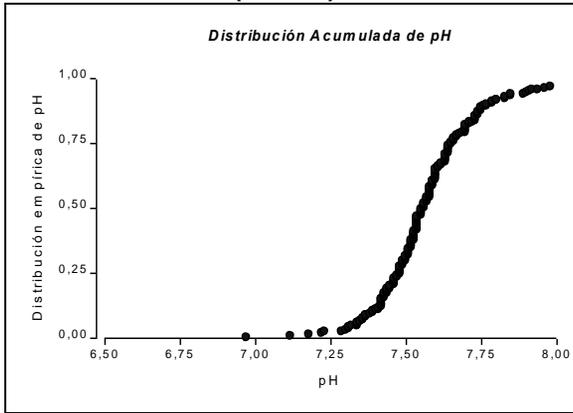


Figura 10. Frec. de distribución de pH

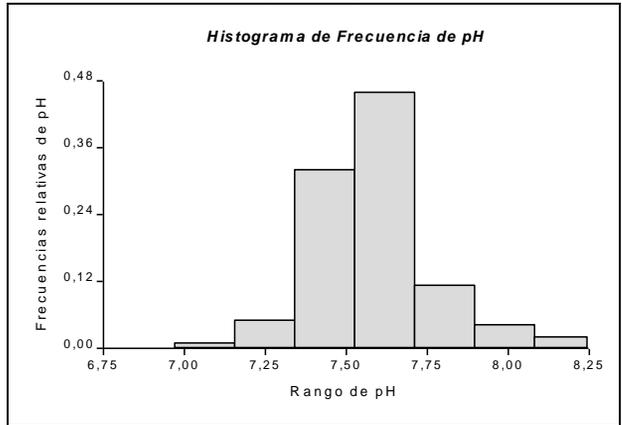


Figura 11. Frec. Acumuladas de pH

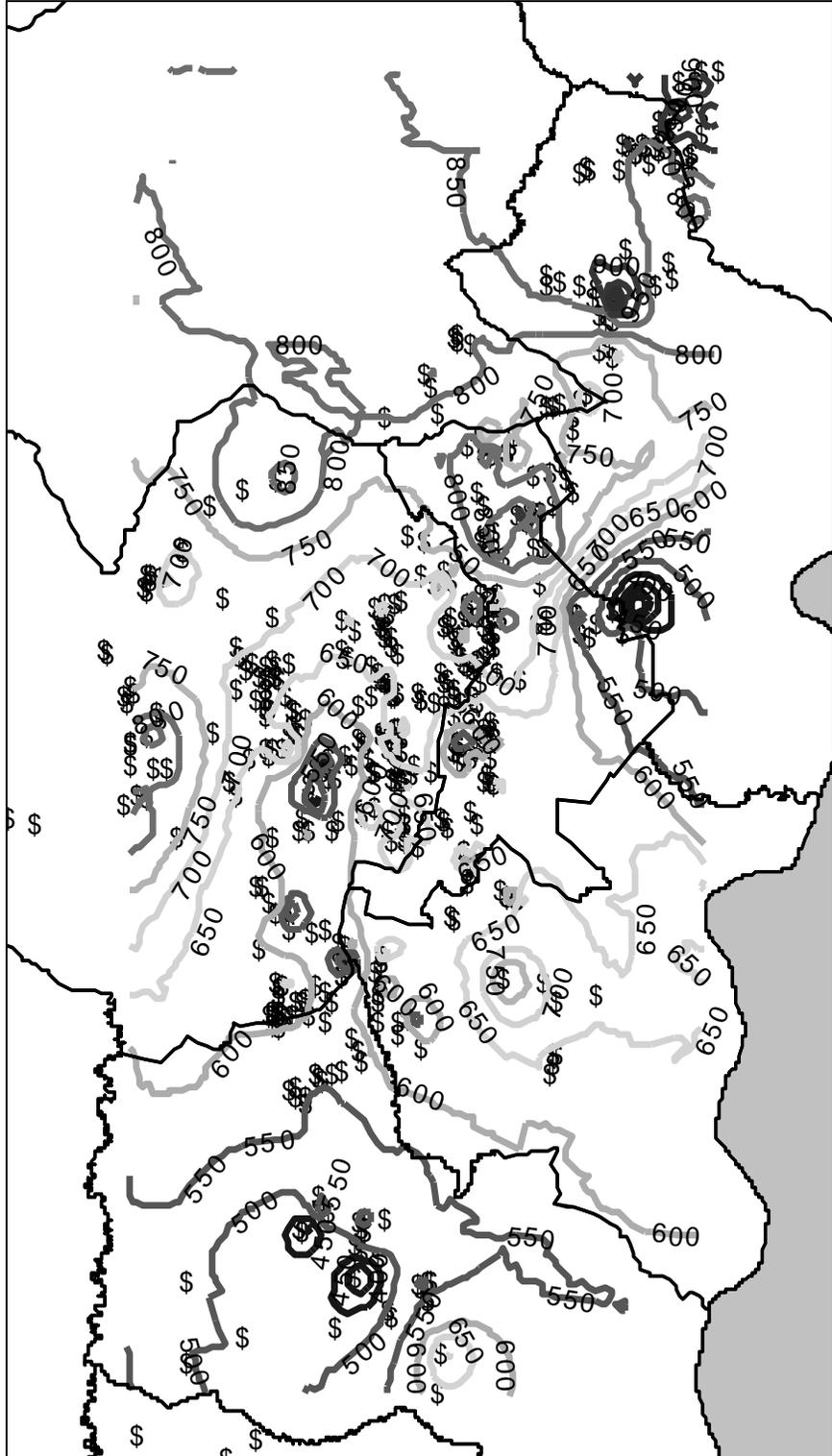


Figura 12. Plano de las Isolíneas de Conductividad Eléctrica de las aguas subterráneas.

CONCLUSIONES

En Entre Ríos la fuente de agua para riego de arroz proviene principalmente de pozos profundos. Contar con información sobre las características de los sistemas de bombeo a partir de las perforaciones existentes resulta imprescindible para la toma de decisiones futuras.

Se relevó, que la relación entre motores diesel y eléctricos era de 9 a 1 a favor de los primeros, a pesar de esto, se notó la preferencia por los sistemas eléctricos. Se determinó que más de un tercio de las perforaciones relevadas se encontraba en desuso, mientras que en el caso de los equipos eléctricos el 80 % estaba en funcionamiento.

En todos los equipamientos se verificó gran variación de marcas, el 70% de los motores diesel correspondieron a tres, mientras que en los eléctricos el 50% pertenecían a una sola, en cambio, en lo que se refiere a los equipos de bombeo existía una gran diversidad de marcas de bombas sumergibles.

En muchos casos, se observó falta de información sobre características técnicas, principalmente en equipos no comerciales de fabricación local.

La superficie irrigada en la campaña 2004/05 a partir de agua subterránea es de 38.449 has (inédito Equipo de Teledetección y SIG de la FCA), implicando extracciones anuales de 460 Hm³, equivalente a un caudal continuo de 55 m³/seg, a lo largo de 100 días continuos de bombeo.

Se elaboró una Base de Datos de: cantidad de perforaciones en el área de influencia de las líneas eléctricas ya existentes, más la distancia a las mismas, número y ubicación de pozos relevados que no tienen cercanía a las líneas eléctricas y propuesta del tendido de las redes de media y alta tensión en dicha región, calidad físico – química del las perforaciones en operación.

Las nuevas líneas de media y alta tensión deberán diseñarse en función de las zonas actualmente no cubiertas y en las que se encuentran perforaciones profundas.

Se prevé el análisis físico químico completo, de las 229 muestras de aguas obtenidas en la campaña 2004/05.

BIBLIOGRAFÍA

Brizuela, A. y Carñel, G. (2001). "Relevamiento del área sembrada con arroz campaña 2000-2001 en la Provincia de Entre Ríos". Resultados experimentales 2000-2001 INTA PROARROZ. Volumen X. Pág. 84-92

Carñel, G.; Brizuela, A.; Romero, C. (2002). "Estimación de área de siembra de arroz 2001-2002 en la provincia de Entre Ríos mediante Teledetección y SIG". Resultados experimentales 2001-2002 INTA PROARROZ. Volumen XI. Pág. 39-44.

Carñel, G.; Brizuela, A.; Romero, C. (2003). "Estimación de área de siembra con arroz en Entre Ríos campaña 2002-2003 mediante Teledetección y SIG". Resultados experimentales 2002-2003 INTA PROARROZ. Volumen XII. Pág. 55-60.

Carñel, G. (2004). Estimación del área de siembra con arroz en Entre Ríos, Campaña 2003-04, mediante teledetección y SIG. Comparación con campañas anteriores. Resultados experimentales 2003-2004 INTA PROARROZ. Volumen XIII. pp 9-14.

Carñel, G. (2005). "Estimación de área de siembra con arroz en la Provincia de Entre Ríos". Jornada Técnica del Proarroz. EEA-INTA Uruguay. 27 de Mayo de 2005. Inédito

Díaz, E.; Mendieta, M. y Barral, G. (2003). "Evaluación de los sistemas de bombeo de agua subterránea para el riego del cultivo de arroz en Entre Ríos". Resultados experimentales 2002-2003 INTA PROARROZ. Concordia.

Reggiardo, E. (1999). "Sistemas arroceros de la provincia de Entre Ríos". Fundación Proarroz. Inédito.

Pozzolo, O.; Grancelli, R.; Roskoff, R. y R. González (2002). "Análisis del Sector arrocero de la Provincia de Entre Ríos. Informe Preliminar". 11 páginas. INTA. Inédito.

Silvero, J.A. (2004). "Plan Piloto para reconversión del riego arrocero a energía eléctrica. Evaluación del impacto en la economía entrerriana". FEDENAR. 14 páginas. 2 planos. Inédito.

Weinbaur, G.; Díaz, E.; Romero, C. y G. Villanova (2004). Prefactibilidad económica de la conversión del riego de arroz utilizando energía eléctrica. Area Cooperativa Eléctrica. Villaguay. Resultados experimentales 2003-2004 INTA PROARROZ. Volumen XIII. pp113-121