

## **INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA INDUSTRIAL**

**Centro de Investigación y Desarrollo INTI – Salta  
Unidad de Extensión Bella Vista INTI - Corrientes  
INTI PTIAF – Gerencia de Proyectos Especiales**

### **CURSO EN PERFORACION MECANICA DE POZOS PARA PRODUCCION DE AGUA EN ACUIFEROS SOMEROS**



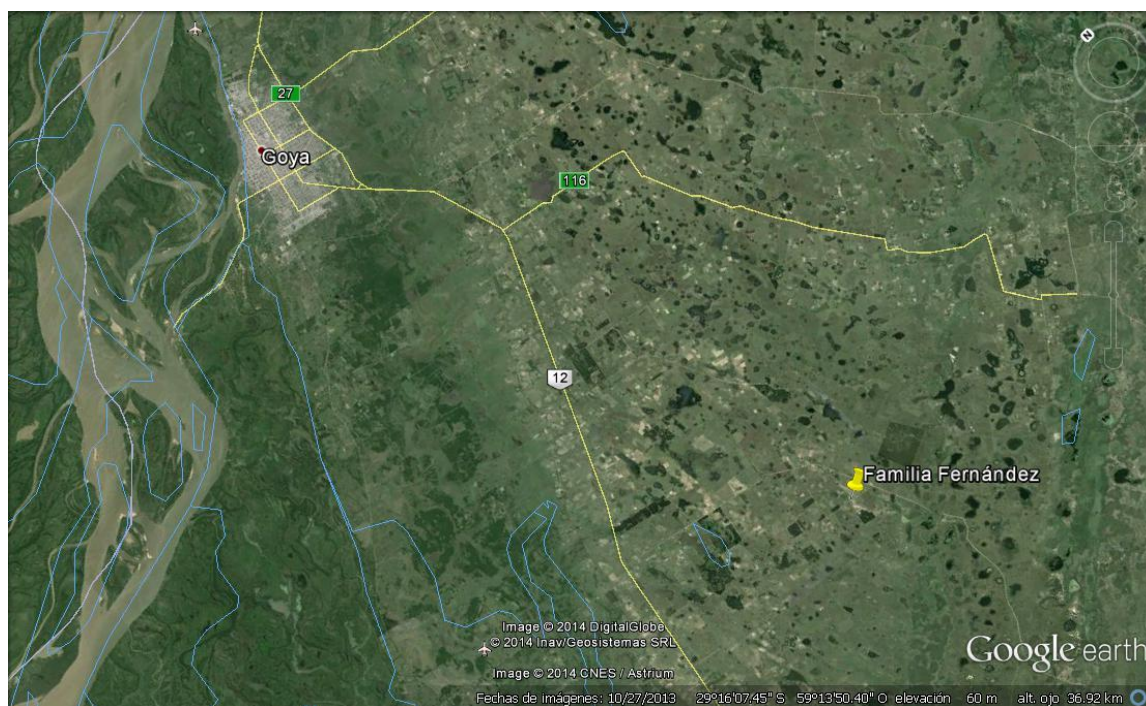
*Hugo Mery  
Carolina Almada  
Nicolás Medel*

*Noviembre 2014*

**Capacitación:** Curso práctico introductorio en técnicas de perforación mecánica rotatoria para la construcción de pozos someros destinados a la producción de agua subterránea.

**Lugar:** Casa de la familia Fernández, Paraje El Tránsito, Dto. Goya.

El paraje se encuentra ubicado a 35 km al sudeste de la localidad de Goya. Se accede al mismo a través de la Ruta Nacional 12, hasta el Km 772 (20 km al sur de la ciudad de Goya) y luego se toma la Ruta Provincia Nº 26, por la cual se recorre 15 km hacia el este, hasta la zona de estudio.



**Figura 1: Mapa de ubicación**

Familia	Coordenadas	Energía	Perf.	Prof.	Año	Extracción	Conduct.	PH	Observaciones
Fernández	S 29° 21' 48.8'' W 59° 11' 35.1''	Si	Si	21 m	2008	Bomba Manual	0.14 mS/cm	6.9	Problemas de caudal

## **Jornada de Apertura (Día 1 – 03/11/14)**

**Presentes:** Raúl Grandoli, Marina Pino, José María Aguirre Estrada, Walter Ríos y Darío Gómez de INTA, Francisco Fernández, Hernán Santajuliana y Benjamín Leiva de la Secretaría de Agricultura Familiar; Olga Malvasi, Catalino, Santiago, Ramón y Sergio de la Cooperativa Juntos Podemos; los integrantes de la familia Fernández, dueños de casa; Nicolás Medel, Hugo Mery y Carolina Almada de INTI.

### **Introducción teórica**

Mediante una breve charla introductoria, los técnicos del INTI brindaron los conceptos básicos relacionados a técnicas de perforación mecánica y metodologías que emplea regularmente el equipo INTI Salta en esta área.

Entre los contenidos abordados se describió y mostró en fotos los componentes de la máquina. Se explicó la utilidad de la bentonita y la grava. Se detallaron los tipos de filtro y prefiltro y primeras nociones de su construcción. Se explicaron las técnicas de perfilaje geofísico y litológico, el diseño de entubación, técnicas de aislación y cementación, perfil de conductividad.

Se desarrollaron algunas de las ventajas y desventajas del método rotativo:

- Se ahorra tiempo y esfuerzo generalmente.
- Se logra superar capas duras difíciles de romper con pala barreno.
- No se ve qué materiales hay metro a metro, como sí se puede observar con pala barreno.
- La imposibilidad de parar una vez que se ha comenzado con la entubación del pozo.

### **Trabajo a campo**

#### **1. Definición del lugar de perforación.**

Los jóvenes involucrados en la capacitación relataron que vienen trabajando con prácticas de rabdomancia. Así fue que utilizaron nuevamente ramas de durazno para señalar un punto en el mismo sector de los intentos fallidos anteriores, ubicación que además coincide con la preferencia del dueño de casa.

Se comentaron otras fuentes de información a tener en cuenta a la hora de buscar el agua, como datos de perforaciones existentes en las proximidades y

algunas especies vegetales que indican presencia de agua de una u otra calidad. Se indicó la existencia de estudios específicos como los sondeos eléctricos verticales.

Se observa que pese a que hay corrales cerca no habría problemas de contaminación de napa porque es un sitio elevado en relación al recorrido natural que hace el agua hacia las partes más bajas del paisaje.

## **2. Realización de circuito de inyección (canaleta, pozo de decantación y pileta de inyección de lodo).**

Utilizando palas se determinó un diseño en forma de “L”, realizando un pozo más profundo que el canal en el codo y una pileta de 1 x 1 x 0,6m aproximadamente en el extremo.

Cabe señalar que durante el segundo día de trabajo para comodidades de los operarios, se modificó el circuito replanteándose en una forma de “U” de unos 2 x 2,5 x 3m.

Además de mantener al lodo en un circuito de reutilización, el objetivo es disminuir los sedimentos y detritos que se van extrayendo a medida que se avanza en profundidad en el perfil y también de allí tomar el material para las muestras.

El ancho de la canaleta debe coincidir con el ancho de la pala utilizada, de esta manera se podrá limpiar el circuito de circulación retirando el material extraído de la perforación.

## **3. Instalación del equipo de perforación.**

- Se buscó que la máquina quede perfectamente alineada al punto señalado para realizar la perforación (*Figura 2*)
- Se ajustó la altura de las patas para dejar las ruedas libres (sin pisar) (*Figura 3*)
- Se descargaron las barras (20 unidades de 2,13m de largo).
- Se colocó la torre en posición vertical y se ajustaron los tensores (*Figura 4 y 5*)
- Se cargó el lubricante y el combustible (nafta súper).
- Se puso en marcha el motor para probarlo.
- Se dispuso la roldana y un reaseguro con alambre y se colocó la soga.



- Se utilizó un nivel para evitar una posible inclinación de la máquina.
- Se mostraron la cabeza de inyección y los trépanos. Se señaló que se utilizará un trépano grande desde el comienzo dado que la textura arenosa del suelo así lo permite.
- Se ensamblaron trépano, barra, vástago, cabeza de inyección (*Figura 6*).



**Figura 2**



**Figura 3**



**Figura 4**



**Figura 5**



**Figura 6**

#### **4. Aproveccionamiento de agua para el lodo de inyección.**

Se procedió a trasladar la bomba para succionar agua acumulada en una zona baja del terreno. Se llenaron dos tanques de 500 litros cada uno. En los días posteriores se acercó un tanque más y se resolvió traer el agua de la capilla. En total se utilizaron 5.000 litros de agua en la perforación y desarrollo del pozo.

#### **5. Impermeabilización del circuito de canaletas.**

Se mezcló agua con bentonita en un balde, agitándose continuamente. Se repitió la operación hasta que se logró llenar media pileta (figura 7).



**Figura 7**

#### **6. Puesta en marcha de la bomba.**

Se produjeron repetidas fallas y purgas de la bomba hasta que se descubrió un defecto en una soldadura, la cual estaba provocando la entrada de aire. Se solucionó sellando con goma. (Figura 8)



**Figura 8**

## **7. Puesta en marcha del equipo.**

Se encendió el motor y se introdujo el vástago con la primer barra dos veces seguidas. Se aclaró que cada operación debe repetirse dos o tres veces con cada tramo. (Figura 9)

A medida que la profundidad de la perforación avanza el lodo se va consumiendo y se debe ir agregando lodo o agua (según el material que se perfore) a la pileta de inyección. (Figura 10)

Para anexar una barra adicional hay que, en primer lugar, cerrar la llave de la bomba. Luego se desenrosca la cabeza de inyección, posteriormente se eleva el mismo utilizando la roldana y se enrosca la nueva barra entre el cabeza de inyección y la barra sujeta por el vástago (Figura 11)

Al llegar a los 2,5m-3m de profundidad se encontraron las primeras muestras de arcilla. La máquina perforadora comenzó a incrementar el nivel de ruido, al mismo tiempo que empezó a perforar más lentamente.

Datos de los motores: 10HP SHIMURA163 SH160, 15HP SHIMURA389 SH390.





**Figura 9**



**Figura 10**



**Figura 11**

## **Día 2 – 04/11/14: Trabajo a campo**

Al iniciar la segunda jornada se procedió a “limpiar” el circuito de inyección, paleando las canaletas y retirando el material proveniente de la perforación el cual se fue decantando por gravedad a lo largo del circuito. (Figura 12).

El lodo en el pozo de decantación mostraba una conductividad de 155 mS/cm, mientras que el lodo expulsado de la perforación mostraba una conductividad de 140 mS/cm. El agua de la perforación utilizada para el consumo familiar mostró una conductividad de 0,13 mS/cm.

Luego se fueron agregando barras mediante el procedimiento anteriormente mencionado. Al alcanzar los 17 metros de profundidad (ocho barras) la conductividad del lodo extraído bajó a 0,93 mS/cm (Figura 13)

A partir de la novena barra comenzó a alumbrar arena de mayor granulometría. Se avanzó hasta introducir 12 barras (25,5m). En ese momento se sufrió un taponado en las barras de perforación, por lo cual fue necesario desenroscarlas hasta encontrar la barra tapada. Se desarmaron 7 barras, se destaparon y fueron nuevamente introducidas en la perforación, de manera suave evitando desmoronamientos (Figura 14)





**Figura 12**



**Figura 13**



**Figura 14**

### **Día 3 – 05/11/14: Trabajo a campo**

La tercera jornada se inició al igual que la segunda con la limpieza del circuito de inyección.

A los 26m aproximadamente se encontró presencia de greda (arcilla). Además del análisis de las muestras de suelo esto se determinó por el aumento en la vibración y el ruido producido por la mesa de rotación.

Se introdujeron 13 barras en total, llegando a los 27,5m.

Se evaluó los antecedentes de la zona y se determinó que dicha profundidad es la conveniente para entubar.

## 8. Confección del filtro.

Se explica nuevamente que el filtro a utilizarse será el conjunto de caño ranurado más grava utilizada con prefiltro.

Para ello, sobre el tubo de PVC (denominado pocero) marca AMANCO de 115mm de diámetro y 6m de longitud, se plantea dejar 1m ciego y luego se diseñan 3 hileras de ranuras de 6cm de ancho cada una, separadas a 5cm entre sí. Las ranuras de cada hilera se realizan de forma intercalada aprovechando de esa manera mayor superficie.



Figura 15



Figura 16



Figura 17



Figura 18

## 9. Retiro de las barras.

Se procedió a retirar las trece barras de sondeos introducidas en total.



**Figura 19**

### **10. Medición Potencial Espontáneo con tester.**

Se midió el potencial espontáneo metro a metro y sobre el perfil elaborado se evaluó donde habría presencia de arcillas y mayor saturación de agua (Figura 20)

Metros (m)	Mili volts
2	295
3	313
4	319
5	317
6	317
7	326
8	326
9	327
10	329
11	329
12	330
13	329
14	330

Metros (m)	Mili volts
15	330
16	331
17	325
18	325
19	326
20	328
21	329
22	329
23	332
24	334
25	335
26	337
27	340

A partir del séptimo metro de profundidad se evidencia un cambio brusco en las mediciones realizadas, por lo que se presume que a esa profundidad es factible encontrar agua.



**Figura 20**

### **11. Cierre de la perforación.**

Se utiliza un tapón confeccionado con una botella de plástico con arena para cerrar el caño ranurado. Se comprueba que es de la medida justa y no se mueve.

### **12. Entubado.**

Con el objetivo de introducir los caños en la perforación:

- Se trasladó la máquina apenas 0,5m.
- Se limpiaron los caños de arena y residuos de de PVC de las ranuras.
- Se introdujo el primer caño de filtro (Figura 21 y 22)
- Se ató el caño con soga para evitar que se deslice hacia el fondo y se trabajó sujetando con abrazadera (Figura 23)
- Se limpió el extremo y se lijó para facilitar el pegado con adhesivo para PVC.
- Hubo dificultades para pegar los caños. Probablemente una falla de fábrica.





**Figura 21**



**Figura 22**



**Figura 23**

**Interrupción del trabajo y revisión de los pasos a seguir en la siguiente jornada.**

#### **Día 4 – 06/11/14: Trabajo a campo**

##### **13. Puesta en marcha del equipo y repaso de la perforación**

Se volvieron a introducir la totalidad de las barras (13) a fin de dejar a punto para entubar y asegurarse que no haya ningún tipo de impedimentos.

Una vez completa la operación se retiró nuevamente las barras.

##### **14. Observaciones sobre el equipo**

Hubo retrasos por problemas con las llaves de paso de la bomba, las cuales se debieron reemplazar. Será conveniente contar a futuro con llaves de bronce.

Otra modificación propuesta sobre la máquina perforadora fue soldar la palanca y hierro donde se ata la soga del otro lado, para disminuir las molestias del ruido del motor al operario que se encuentre en ese puesto.

##### **15. Cierre y entubado**

- Se colocó un tapón de madera en el tubo ranurado. También se puede cerrar con tapón de PVC o una bolsa de cemento y/o piedra. Si es piedra sola la ventaja es que se podría profundizar el pozo a futuro.
- Se limpiaron los tubos de arena y residuos de de PVC de las ranuras.
- Se introdujo el primer tubo (caño filtro). Se lo bajó presionando y cargándolo con agua.
- Se ató el tubo con soga y se trabajó sujetando con abrazadera.
- Se unieron los tubos utilizando soplete y pegamento para PVC por fuera.
- Se repitieron los pasos con otros 3 tubos de 6m y finalmente uno cortado de aproximadamente 3m de longitud (Figura 24 y 25)



**Figura 24**



**Figura 25**

## **16. Engravado**

Se drenó el circuito del lodo y pileta de inyección para que la grava pueda bajar y distribuirse correctamente. Se volvió a llenar la pileta con agua.

El engravado se realiza envolviendo el caño ranurado.

### Cálculo de la cantidad de grava:

Para este caso tenemos un tubo con 4,5m de ranuras, con lo cual la grava debería llegar a cubrir 6m. El cálculo de la cantidad de grava a utilizar por metro, se realiza determinando el espacio anular entre las paredes del pozo y la cañería de entubación.

Fórmula: Volumen del pozo menos volumen de la cañería, multiplicadas por la cantidad de metros hasta cubrir todo el filtro.

Cantidad necesaria: 17 litros por metro.

### **Día 5 – 07/11/14: Trabajo a campo**

Al comenzar el último día de trabajo se dejó instalada la bomba sumergible.

Una vez que la grava se asentó se realiza el desarrollo de pozo, para que salga la arena y suciedad. Sale agua por afuera y por adentro del caño, se hace con presión (Figura 26)

Durante el resto de la jornada se puso en producción al pozo, accionando y deteniendo la bomba sumergible a medida que fuera necesaria la recarga natural de la perforación.

Con el transcurso de las horas el agua afloraba con menos turbiedad. Se calcula que la perforación tendrá un caudal de producción cercano a los 1600 litro/hora.



**Figura 26**



### **Recomendaciones:**

1. El diseño de entubación debe realizarse sobre la base de las interpretaciones del perfil litológico, perfilaje de SP y los antecedentes de la zona.
2. El engravado debe cubrir la totalidad de los filtros y unos 0,50 metros por encima de los mismos.
3. Realizar la limpieza y desarrollo del pozo, mediante el bombeo intermitente, hasta que el agua salga clara.
4. Instalar una bomba de 75 mm de diámetro y 0,5 a 0,75 HP.
5. Se recomienda cerrar con una mezcla de barro y cemento la parte superior del espacio anular entre el pozo y la cañería, construir un piso de cemento alrededor del pozo.
6. Debido a los antecedentes de la zona y el taller realizado, se recomienda la utilización en todas las perforaciones en la zona: el método de perforación mecánica rotativa. Con filtros ranurados, prefiltros de gravas y lodo de inyección (mezcla de agua con bentonita).
7. En el pozo se puso en producción un acuífero ubicado entre los 21,5 metros a 26 metros m b.b.p.
8. Se deja el pozo en producción, entubado con caños de PVC en 115 (filtros y ciego) y con un caudal de 1.600 L/h. Un nivel estático de 1,40 metros m b.b.p.