

# **BALANCE DE LA OFERTA Y DEMANDA DE AGUA EN LA BASE NAVAL PUERTO BELGRANO, SUDOESTE DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES**

**Oscar Coriale<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Instituto Nacional del Agua (INA), Dirección de Servicios Hidrológicos (DSH).  
Aut. Ezeiza Cañuelas, tramo J. Newbery Km 1,620. Ezeiza. Buenos Aires. Email: ocoriale@ina.gob.ar.  
Tel/FAX: (+54 1144800862).

## **RESUMEN**

La Base naval de Puerto Belgrano (BNPB) se encuentra ubicada en el Sudoeste semiárido de la provincia de Buenos Aires y su principal provisión de agua proviene de perforaciones al acuífero artesiano denominado Sistema Hidrotermal Profundo de Bahía Blanca (SHP). En el año 2011, a raíz de una disminución del caudal surgente en los pozos de captación, la BNPB solicitó al Instituto Nacional del Agua (INA) un estudio de la oferta y la demanda de agua para determinar si los problemas de suministro se debían a una limitante en la oferta del recurso u obedecían a cuestiones de orden técnico.

Utilizando información de archivo, estudios geofísicos y geoquímicos, censos de pozos con ensayos de bombeo y una evaluación económica se determinó que los problemas de suministro eran ocasionados por falta de mantenimiento en las captaciones y pérdidas en la red de distribución.

El balance demostró que por su estabilidad química, gran volumen y surgencia natural el SHP representa un recurso estratégico ya que puede abastecer a una ciudad de 100.000 habitantes con solo un porcentaje de su recarga anual generando importantes beneficios económicos.

**Palabras Clave:** balance de agua; pozos surgentes; abastecimiento; Bahía Blanca.

## INTRODUCCION

La cuenca bahiense de 10.000 Km<sup>2</sup> de extensión aproximada, es muy importante dada la presencia de aguas termales surgentes en todos los casos conocidos, cuya temperatura oscila entre los 55 y 72° C. Se ha comprobado que el acuífero de interés presentaría una extensión de 2.000 Km<sup>2</sup> con un espesor de 300 a 400 m., sin considerar posibles áreas improductivas por razones tectónicas y de sedimentación.

Los estudios se llevan adelante en una zona situada al sur de la Provincia de Buenos Aires, limitada por los cordones australes de la misma al NNE y por el océano Atlántico al SSE (Figura 1)



Figura 1. Localización del área de estudio en el marco provincial.

## OBJETIVOS

La información analizada es la generada por el abastecimiento durante los últimos 50 años de agua potable en la Base Naval de Puerto Belgrano.

El objetivo de este trabajo es poner en evidencia la importancia del acuífero de Bahía Blanca en función de su reserva y estabilidad físico – química.

Las condiciones de surgencia nos permiten hacer un cálculo económico donde se visualiza la amortización de la inversión de cada obra en función a su costo – beneficio.

## CARACTERIZACION HIDROLOGEOLOGICA

La cantidad de agua en cada punto de la cuenca depende de las características estructurales del basamento y la pila sedimentaria, resultando independientes del régimen pluviométrico local, dado que los acuíferos aquí presentes a excepción de la capa libre, son alimentados desde zonas lejanas. En el cuadro de secuencia Hidroestratigrafía (Figura 2), podemos observar la hidrogeología de las distintas formaciones; las formaciones del terciario almacenan las aguas artesianas de la cuenca bahiense, correspondiendo al Mioceno superior-Plioceno inferior las importantes aguas

surgentes termales y potables y al Plioceno superior las aguas artesianas surgentes salinizadas y aptas para riego e industria.

Las capas de agua del Plioceno, son en todos los casos acuíferos confinados, con niveles piezométricos negativos o positivos según cota de sondeos; las áreas de surgencia son aquellas cuya altura sobre el nivel del mar se encuentra por debajo de los 30 m.

Las aguas del Plioceno son cloruradas y sulfatadas sódicas, excesivamente mineralizadas.

Las capas de agua del Mioceno superior, presentan acuíferos de profundidad variable que aumentan hacia la zona austral, y depende de las intercalaciones arenosas del sedimento portador.

El contenido salino del agua es abundante, aumentando su concentración en dirección S, y los iones más frecuentes son sodio, cloruro y sulfato.

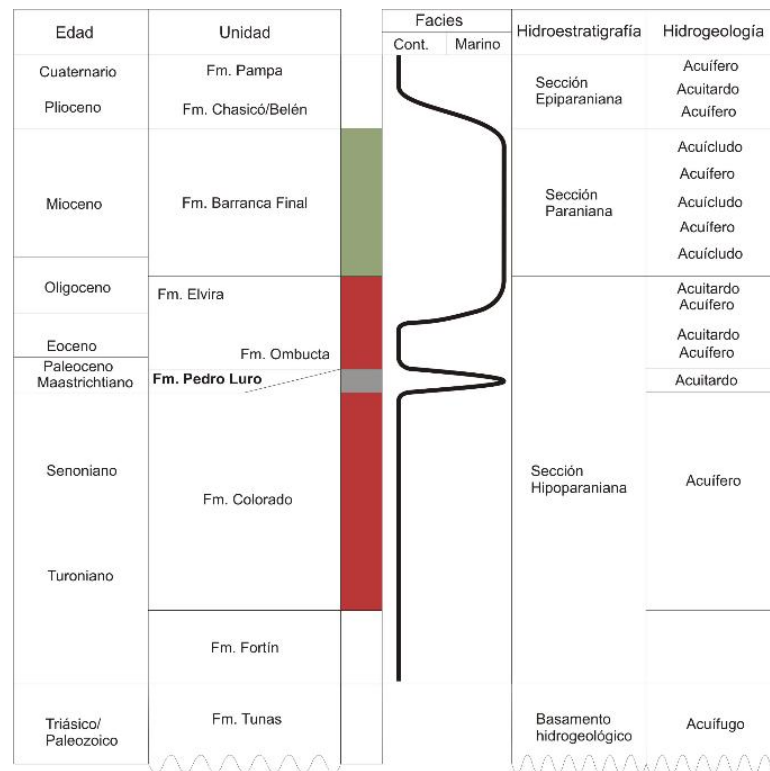


Figura 2. Esquema hidrogeológico típico de la cuenca de Bahía Blanca..

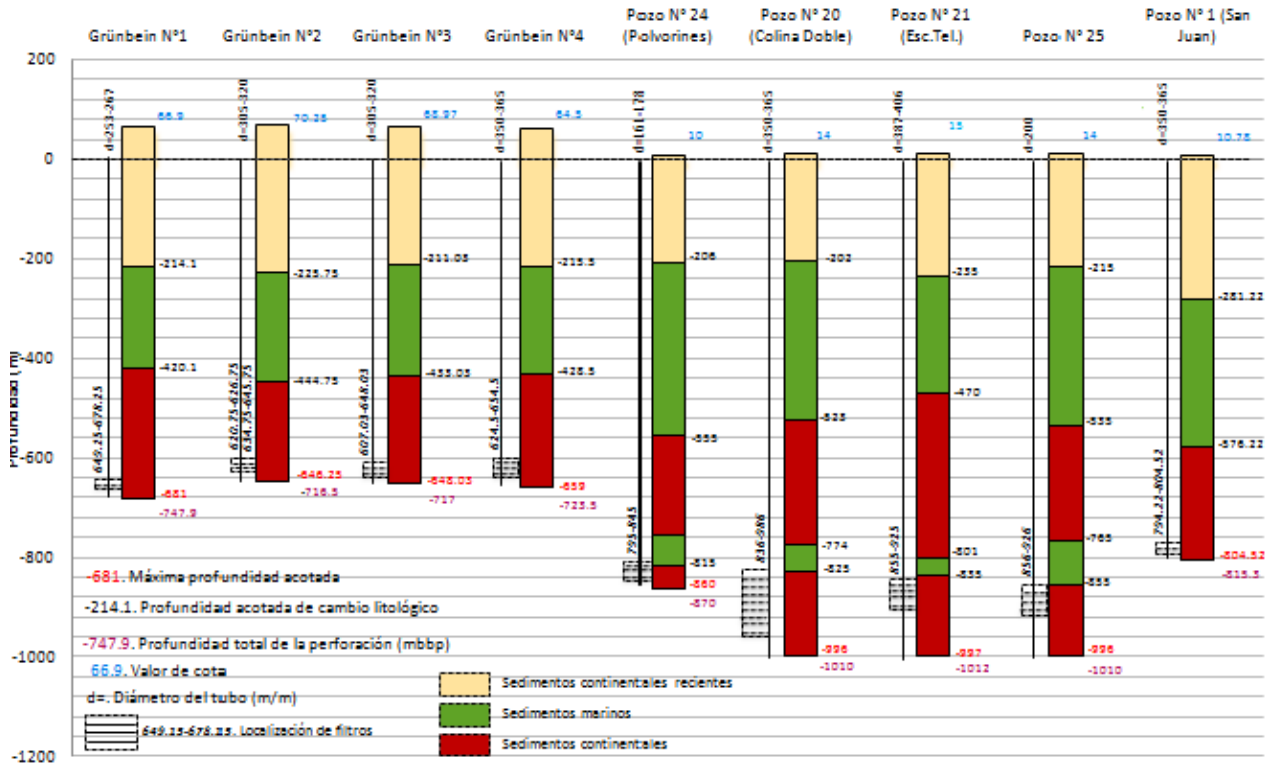
## OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo es poner en evidencia la importancia del acuífero de Bahía Blanca en función de su reserva y estabilidad físico – química.

Las condiciones de surgencia nos permiten hacer un cálculo económico donde se visualiza la amortización de la inversión de cada obra en función a su costo – beneficio.

## CORTE HIDROGEOLOGICO

El corte hidrogeológico (Figura 3) nos permite ver que hay dos áreas de captación en este acuífero, uno superior de (-450,-700) m y una profunda de (-800, -1000) m se detalla cada captación en la Tabla 1.



**Figura 3. Perforación de explotación en el ámbito del servicio sanitario de la Base Naval de Puerto Belgrano, República Argentina.**

**Tabla 1 – Datos de Perforaciones de abastecimiento a la Base Naval de Puerto Belgrano.**

Perforación	Fecha de ejecución	Cota (m)	Profundidad (m)	Filtros (mbdp)	Q <sub>i</sub> (m <sup>3</sup> /h)	T <sub>i</sub> (°C)
Grünbein n°1	1949	66,9	749	716,35-745,05	150	60
Grünbein n°2	1950	70,25	716	681-687; 705-716	200	57
Grünbein n°3	1950	65,57	717	676-717	200	59
Grünbein n°4	1953	62,05	723	679-719	130	55
Pozo n° 24	1967	10	890	805-855	34	-
Pozo n° 20 CD	1957	14	1008	850-1000	60	-
Pozo n° 25	1999	14	1010	870-930	3	-
Pozo San Juan	1926	10,77	816	800-815	40	60
Pozo n° 21 Edetel	1960	15	1012	805-860; 900-935	120	-
Pozo n° 23 Doufurd	1966	15	985	810-860; 905-977	12	-

Percusión  
Rotación

## EVALUACIÓN DE LA OFERTA DE AGUA

### Aporte de agua subterránea artesiana del acuífero de Bahía Blanca

Se realizaron como tareas de campo, pruebas de ensayos de bombeo, utilizando el método de tanque aforador y ensayándose cada uno de los pozos de producción; además se procedió a realizar la toma de muestras de agua para su posterior análisis físico-químico.

Se preparó una documentación sobre antecedentes de las perforaciones de provisión y se elaboraron planillas comparativas de caudales históricos, así como también una interesante planilla de volumen producido-beneficio que nos permite visualizar la bondad económica del acuífero de Bahía Blanca, al ser su caudal de producción por surgencia natural.

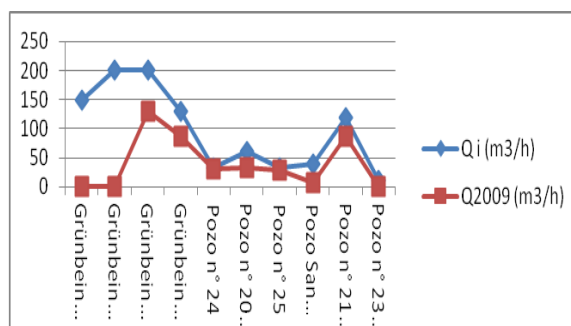
Se realizaron planillas comparativas de análisis físico-químicos de cada perforación y se elaboraron gráficos con la tendencia evolutiva de la calidad.

### Aporte de agua superficial. Acueducto APSA

El Departamento Instalaciones Fijas facilitó las planillas de facturación y caudales anuales del agua superficial provistas por el acueducto APSA, y se tomaron para los cálculos el valor promedio de los últimos 4 años de provisión a los destinos de Polvorines y Colina Doble. (Tabla 2).

Tabla 2 - Variaciones de caudal en las perforaciones de abastecimiento a la Base Naval de puerto Belgrano.

Perforación	Q <sub>i</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Q <sub>2009</sub> (m <sup>3</sup> /h)
Grünbein n°1	150	-
Grünbein n°2	200	-
Grünbein n°3	200	130
Grünbein n°4	130	87,4
Pozo n° 24	34	30,4
Pozo n° 20 CD	60	32,5
Pozo n° 25	34	28,5
Pozo San Juan	40	7,2
Pozo n° 21 Edetel	120	86
Pozo n° 23 Doufurd	12	-



## ANÁLISIS QUÍMICOS DE PERFORACIONES DE ABASTECIMIENTO A LA BASE NAVAL DE PUERTO BELGRANO

Los registros de antecedentes físico químicos, nos permiten confirmar la estabilidad química de las aguas luego de 50 años de surgencia (Tablas 3.1-3.2-3.3)

### Tablas comparativas

**Tabla 3.1: 1926 -1950 DNGYM**

<i>Perforación</i>	<i>CO<sub>3</sub>H<sup>-</sup></i> (mg/l)	<i>Cl<sup>-</sup></i> (mg/l)	<i>SO<sub>4</sub><sup>-</sup></i> (mg/l)	<i>Ca<sup>++</sup></i> (mg/l)	<i>Mg<sup>++</sup></i> (mg/l)	<i>Na<sup>+</sup></i> (mg/l)	<i>F<sup>-</sup></i> (mg/l)	<i>As</i> (mg/l)	<i>K<sup>+</sup></i> (mg/l)	<i>NO<sub>3</sub><sup>-</sup></i> (mg/l)
Grünbein n°1	-	58	41	12	5	-	1	-	-	-
Grünbein n°2	-	346	182	16	3	-	0,8	-	-	7
Grünbein n°3	-	131	128	14	5	-	1,1	-	-	2
Grünbein n°4	-	60	68	20	7	-	0,75	-	-	-
<b>Valor límite</b>	<b>-</b>	<b>350</b>	<b>400</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0,7-1,7</b>	<b>0,01</b>	<b>-</b>	<b>45</b>

**Tabla 3.2 : 1964 DNGYM**

<i>Perforación</i>	<i>CO<sub>3</sub>H<sup>-</sup></i> (mg/l)	<i>Cl<sup>-</sup></i> (mg/l)	<i>SO<sub>4</sub><sup>=</sup></i> (mg/l)	<i>Ca<sup>++</sup></i> (mg/l)	<i>Mg<sup>++</sup></i> (mg/l)	<i>Na<sup>+</sup></i> (mg/l)	<i>F<sup>-</sup></i> (mg/l)	<i>As</i> (mg/l)
Grünbein n°1	184	58	41	12	5	105	-	-
Grünbein n°2	244	346	227	8	1	417	1,25	0
Grünbein n°3	220	131	128	14	5	205	1,1	0
Grünbein n°4	207	67	140	24	10	140	0,75	0
Pozo n° 20	249	166	130	27	7	219	1,25	0,008
<b>Valor límite</b>	<b>-</b>	<b>350</b>	<b>400</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0,7-1,7</b>	<b>0,01</b>

**Tabla 3.3: 2010 INA**

<i>Perforación</i>	<i>CO<sub>3</sub>H<sup>-</sup></i> (mg/l)	<i>Cl<sup>-</sup></i> (mg/l)	<i>SO<sub>4</sub><sup>-</sup></i> (mg/l)	<i>Ca<sup>++</sup></i> (mg/l)	<i>Mg<sup>++</sup></i> (mg/l)	<i>Na<sup>+</sup></i> (mg/l)	<i>F<sup>-</sup></i> (mg/l)	<i>As</i> (mg/l)	<i>K<sup>+</sup></i> (mg/l)	<i>NO<sub>3</sub><sup>-</sup></i> (mg/l)
Grünbein n°1	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Grünbein n°2	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Grünbein n°3	233	83	76	17	4,7	155	0,9	0,009	5,1	8,4
Grünbein n°4	205	83	92	15	5	150	0,9	0,006	4,7	8,4
Pozo n° 24	235	434	185	17	16	400	0,9	0,012	804	6,2
Pozo n° 20	219	89	65	11	8,4	145	0,9	0,007	5	8
Pozo n° 21	253	134	86	12	3,8	200	0,9	0,008	5,2	7,1
Pozo n° 25	242	110	78	11	2,9	180	0,9	0,003	5	8
Pozo n°1	269	480	276	6,2	1,9	540	0,8	0,007	7,9	11
<b>Valor límite</b>	<b>-</b>	<b>350</b>	<b>400</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0,7-1,7</b>	<b>0,01</b>	<b>-</b>	<b>45</b>

## OFERTA DE AGUA SUBTERRÁNEA DE PERFORACIONES 2011

La producción propia de agua subterránea se produce mediante la explotación actual del acuífero de Bahía Blanca en dos áreas de provisión, desde Grünbein a 16 Km con acueducto (pozo 3 y 4) y desde la Base Naval propiamente dicho. (Tablas 4-5-6)

Además se provee de agua superficial del acueducto de APSA.

**Tabla 4: Producción global de agua subterránea.**

Acueducto Propio	Pozo N° 4	Pozo N° 3	Pozo N° 24	Q Global
Q (m3/hora)	130	87,4	30,4	247,8
Q (m3/día)	3.120	2097,6	729,6	5.947,20
Q (m3/año)	1.138.800	765.624	266.304	2.170.728

Colina Doble	Pozo N° 20	Pozo N° 25	Q global
Q (m3/hora)	32,5	28,5	61
Q (m3/día)	780	684	1.464
Q (m3/año)	284.700	249.660	534.360

Torre de señales	Pozo San Juan	Pozo N° 21	Q global
Q (m3/hora)	7,2	86	93,2
Q (m3/día)	172,8	2.064	2236,8
Q (m3/año)	63.072	753.360	816.432

**Tabla 5: Detalle de producción por áreas.**

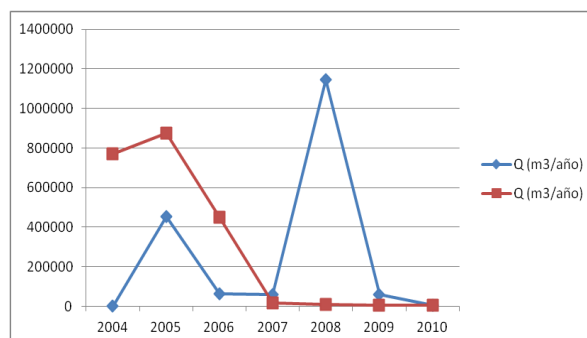
Acueducto Propio	Pozo N° 4	Pozo N°3
Q (m3/hora)	130	87,4
Q (m3/día)	3.120	2097,6
Q (m3/año)	1.138.800	765.624

Polvorines	Pozo N° 24	Q Global
Q (m3/hora)	30,4	30,4
Q (m3/día)	729,6	729,6
Q (m3/año)	266.304	266.304

Fuente: INA

**Tabla 6: Oferta de agua superficial (APSA).**

Polvorines		Colina Doble	
Año	Q (m <sup>3</sup> /año)	Año	Q (m <sup>3</sup> /año)
2004	0	2004	770982
2005	454348	2005	876609
2006	61894	2006	448131
2007	57901	2007	15312
2008	1145063	2008	7450
2009	58903	2009	5128
2010	3511	2010	5496



## EVALUACION DE LA DEMANDA DE AGUA

### Demanda interna

El procedimiento para calcular la demanda en la Base Naval Puerto Belgrano, se basa en un censo de personal temporario y permanente en cada destino. (Tabla 7)

Evaluando la capacidad de alojamiento hotelero y viviendas, se pudo arribar a los globales divididos en función del área de abastecimiento:

- **Colina Doble: 14302 agentes.**
- **Pozo 4: 2498 agentes.**

A su vez con dos grados de permanencia:

- **Temporarios: 8925 agentes.**
- **Permanentes: 7875 agentes.**

Se estimó una dotación diferencial en lts/día en:

- **Personal temporario: 80 lts/día.**
- **Personal permanente: 250 lts/día.**

### Demanda externa

Desde la zona de Colina Doble se provee a dos clientes externos a la Base Naval; Puerto Bonaerense y Empresa Ebytem. Los volúmenes provistos, fueron informados por el Departamento Instalaciones Fijas de la Base Naval Puerto Belgrano.

- **Este minucioso censo fue realizado por el Departamento Instalaciones Fijas, Cap. De Fragata Edgardo Quintana.**

**Tabla 7. Demanda total para consumo humano. Base Naval Puerto Belgrano**

Área de abastecimiento	Personal temporario (10h/d)	Personal permanente	Dotaciones	
			80 l/d	250 l/d
Colina Doble	8566	5736	685280	1434000
Pozo 4	359	2139	28720	534750
Subtotal	8925	7875	714000	1968750
<b>Global</b>	<b>16800</b>		<b>2682750 l/d=2684 m<sup>3</sup>/d</b>	

Fuente: INA



## BALANCE OFERTA-DEMANDA BNPB

Este balance se planteó correlacionando las planillas resultantes de los antecedentes y mediciones efectuadas para cuantificar tanto la oferta como la demanda.(Tabla 8 y 9)

Como síntesis de ello visualizamos que:

- **Demanda global = 1Hm<sup>3</sup>/año**
- **Oferta global = 3.8 Hm<sup>3</sup>/año**

Los valores de demanda corresponden a la máxima demanda teórica de la BNPB y los valores de oferta corresponden a la máxima oferta medida

La máxima demanda teórica es la tercera parte de la oferta disponible, evidentemente hay factores de pérdidas en el sistema de abastecimiento que podemos desagregarlos como:

- ✓ **Pérdidas de la red de impulsión.**
- ✓ **Pérdidas en los tanques de almacenamiento.**
- ✓ **Pérdidas en la red de distribución.**
- ✓ **Pérdidas domiciliarias.**

Se considerarán para un ensayo teórico de balance oferta-demanda, las pérdidas de la red de impulsión y de la red de distribución.

Este último análisis nos tiene que hacer reflexionar sobre criterios de mantenimiento (medida estructural) y criterios de consumo (medidas de capacitación de los usuarios).

**Tabla 8: Demanda actual Base Naval Puerto Belgrano 2011**

		Demanda	
		diario m <sup>3</sup> /d	anual m <sup>3</sup> /a
Colina Doble	Interna	2120	773800
	Externa	110	40150
	<b>Subtotal</b>	<b>2230</b>	<b>813950</b>
Pozo 4	Interna	564	205860
	<b>Subtotal</b>	<b>564</b>	<b>205860</b>
<b>Demanda global Base Naval Puerto Belgrano</b>		<b>1019810 (aprox. 1 Hm<sup>3</sup>/año)</b>	

**Tabla 9: Oferta actual Base Naval Puerto Belgrano 2011**

		<b>Oferta</b>	
		diario m3/d	anual m3/a
<b>Acueducto</b>	<b>Grünbein</b>	5217,6	1904424
	<b>Pozo n° 24</b>	729,6	266304
	<b>Subtotal</b>	<b>5947,2</b>	<b>2170728</b>
<b>Colina Doble</b>	<b>In situ</b>	1464	534360
	<b>Subtotal</b>	<b>1464</b>	<b>534360</b>
	<b>Externa APSA</b>	<b>Colina Doble</b>	20
		<b>Polvorines</b>	863
	<b>Subtotal</b>	<b>883</b>	<b>323500</b>
<b>Pozo 4 (Torre de señales)</b>	<b>Interna</b>	2236,8	816432
	<b>Subtotal</b>	<b>2236,8</b>	<b>816432</b>
<b>OFERTA GLOBAL BASE NAVAL PUERTO BELGRANO.</b>		<b>10531 m3/d</b>	<b>3845020 m3/año</b>
	<b>Oferta</b>	<b>Demanda</b>	<b>Excedente</b>
	<b>3845020</b>	<b>1019810</b>	<b>2825210</b>

El excedente de agua...Dónde está?

<b>Balance Anual</b>	<b>Oferta</b>	<b>Pérdidas en impulsión</b>	<b>Saldo disponible</b>	<b>Pérdidas en distribución</b>	<b>Saldo disponible</b>	<b>Demanda</b>	<b>Excedente</b>
(m3/año)	3845020	1247114	2597906	1298953	1298953	1019810	<b>279143</b>

<b>Balance Diario</b>	<b>Oferta</b>	<b>Pérdidas en impulsión</b>	<b>Saldo disponible</b>	<b>Pérdidas en distribución</b>	<b>Saldo disponible</b>	<b>Demanda</b>	<b>Excedente</b>
(m3/día)	10531	3417	7114	3557	3557	2794	<b>763</b>

## BALANCE HISTÓRICO DE LA PRODUCCIÓN DEL ACUÍFERO SURGENTE EN LA BASE NAVAL PUERTO BELGRANO

Se planteo el balance de producción y la amortización de cada uno de los pozos (U\$\$ 1.000.000) de costo, así como el beneficio, considerando las variables de análisis, el volumen producido (Tabla 10) y el costo – beneficio de la producción durante 50 años con un índice de 0.30 U\$\$/ m<sup>3</sup> (Tabla 11).

**Tabla 10 : Evaluación volumétrica. Año 2011**

Perforación	Fecha de ejecución	Años de producción	Q promedio (m <sup>3</sup> /h)	Volumen		
				Global (m <sup>3</sup> x años prod.)	Amortización (m <sup>3</sup> x 10 años prod.)	Beneficio (m <sup>3</sup> x años prod.)
Grünbein n°1	1949	62	-	-	-	-
Grünbein n°2	1950	61	60	32.061.600	5.256.000	26.805.600
Grünbein n°3	1950	61	150	80.154.000	13.140.000	67.014.000
Grünbein n°4	1953	58	100	50.808.000	8.760.000	42.048.000
Pozo n° 24	1967	44	32	12.334.080	2.803.200	9.530.880
Pozo n° 20 CD	1957	54	40	18.921.600	3.504.000	15.417.600
Pozo n° 25	1999	12	30	3.153.600	2.628.000	525.600
Pozo San Juan	1926	85	15	11.169.000	1.314.000	9.855.000
Pozo n° 21 Edetel	1960	51	90	40.208.400	7.884.000	32.324.400
Pozo n° 23 Doufurd	1966	-	-	-	-	-
<b>Evaluación Volumétrica (m<sup>3</sup> x años prod.)</b>				<b>280.810.280</b>	<b>45.289.200</b>	<b>203.521.080</b>

**Tabla 11 : Evaluación económica. Año 2011**

Perforación	Fecha de ejecución	Años de producción	Q promedio (m <sup>3</sup> /h)	Global (U\$\$ 0,3/m <sup>3</sup> )	Amortización (U\$\$ 0,3/10 años prod.)	Beneficio/ pozo
						Costo (U\$\$ 0,3/m <sup>3</sup> )
Grünbein n°1	1949	62	-	-	-	-
Grünbein n°2	1950	61	60	9.618.480	1.576.800	8.041.680
Grünbein n°3	1950	61	150	24.046.200	3.942.000	20.104.200
Grünbein n°4	1953	58	100	15.242.400	2.628.000	12.614.400
Pozo n° 24	1967	44	32	3.700.224	840.960	2.859.264
Pozo n° 20 CD	1957	54	40	5.676.480	1.051.200	4.625.280
Pozo n° 25	1999	12	30	946.080	788.400	157.680
Pozo San Juan	1926	85	15	3.350.700	394.200	2.956.500
Pozo n° 21 Edetel	1960	51	90	12.062.520	2.365.200	9.697.320
Pozo n° 23 Doufurd	1966	-	-	-	-	-
<b>Evaluación Económica U\$\$ 0,3/ m<sup>3</sup></b>				<b>74.643.084</b>	<b>13.586.760</b>	<b>61.056.324</b>

**Observación:** Si el beneficio promedio en 50 años es de 1.1221.126, 40 U\$\$/año; a la fecha año 2014 el beneficio total del Servicio de Agua Potable es de aproximadamente 65.000.000 U\$\$.

## CONCLUSIONES

- En la actualidad, en la Base Naval de Puerto Belgrano, el único servicio de agua potable que se sustenta es con la explotación del acuífero artesiano de Bahía Blanca.
- Del análisis del corte hidrogeológico, se observa que en Grümbein, pozos 1, 2, 3 y 4, se colocaron los filtros en la parte superior del acuífero de Bahía Blanca; el mismo diseño pero con exiguo caudal, se ejecutó en el pozo San Juan dentro de la Base Naval Puerto Belgrano.
- Evaluados en función del tiempo, los caudales de surgencia han disminuido y se han recuperado parcialmente con la instalación de equipos de bombeo (pozos 21 y 24).
- La Hidroquímica a través del tiempo, en los análisis efectuados en cada uno de los pozos, habla por sí misma de la calidad fisicoquímica del acuífero y su estabilidad iónica en dicho período.
- La temperatura se ha mantenido a través del tiempo.
- Adoptando un costo de U\$/m<sup>3</sup> de 0,30, el beneficio global estimado es 75.000.000 U\$/50 años.
- Cada perforación de 1.000 m al acuífero de Bahía Blanca tiene un costo aproximado de U\$ 1.000.000; por lo que la inversión total en 8 perforaciones (Doufurd no funciona) es de U\$ 10.000.000.
- El volumen extraído para el servicio de provisión a la Base Naval de Puerto Belgrano es de 250 Hm<sup>3</sup>/50 años con 8 perforaciones y un beneficio de U\$ 75.000.000.
- El volumen anual extraído es de 5 Hm<sup>3</sup>/año.
- La reserva oportunamente estimada de agua explotable es de 102.000 Hm<sup>3</sup> para el acuífero artesiano de Bahía Blanca.
- La recarga anual estimada en un 10 % de la pp. media anual de la región es de 138 Hm<sup>3</sup>/año.
- La explotación del servicio en la Base Naval de Puerto Belgrano es 250 Hm<sup>3</sup>/ 50 años de equivalente a 2 años de recarga anual.

## BIBLIOGRAFIA

**Dr. SALSO, J.H y GARCIA, J**, Estado actual del conocimiento hidrogeológico de la cuenca artesiana de Bahía Blanca, Buenos Aires, Boletín N° 9, 1958.

**LERMAN, J.C** Agua subterránea en Bahía Blanca: Investigación con isótopos, Buenos Aires, Ciencia e investigación, tomo 24 página 282, 1968.

**MARAGGI, E.S**, Bahía Blanca: su agua artesiana termal y el dique y acueducto Paso Piedra, Buenos Aires, Revista de minería N°7, 1969.

**GARCIA, J y DE GARCIA, O.M.E**, Hidrogeología de la región de Bahía Blanca, Dirección Nacional de Geología y Minería, Buenos Aires, Boletín N° 96, 1964.

**SCHOFF, S.L, SALSO, J.H and GARCIA, J**, Source of a heat in a deep artesian aquifer, Bahía Blanca, Argentina.. U.S. Geological survey prof. Paper 501-d, pages d153-d157, 1964

**Lic. GIANNI, R.N. y Lic CORIALE, O.A.**, Relevamiento geoelectrico en las inmediaciones de la Base Naval Puerto Belgrano, Provincia de Buenos Aires.. Instituto Nacional del Agua; Centro Regional de Agua Subterránea, I.T –296, San Juan, 2011.

**Captación y provisión de agua subterránea**, Base Naval Puerto Belgrano, diagnóstico y recomendaciones. Instituto Nacional de Ciencia y Técnica Hídricas, Buenos Aires, 1992.

**Estudio hidrogeológico en ambiente de dunas costeras. Etapa I: Evaluación del funcionamiento actual.** Instituto Nacional de Ciencia y Técnica Hídricas, Buenos Aires, 1994.

**Estudio de fuentes de agua subterránea para proveer de agua potable a la Base Naval de Infantería de marina “Baterías”.** Instituto Nacional del agua, Dirección de Servicios Hidrológicos, Buenos Aires, 2009.