

MEJORA DE LA INFRAESTRUCTURA DE CONOCIMIENTO SOBRE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS COMO APOYO A LA GESTIÓN HIDROLÓGICA DE LA CIUDAD DE MELILLA (2018-2020) FASE 2^a.

PRUEBAS DE BOMBEO Y SONDEOS DE INVESTIGACIÓN PROPUESTOS A REALIZAR EN LAS MASb 160100 “ACUÍFERO CALIZO” Y 160300 “ACUÍFERO VOLCÁNICO” DE MELILLA

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
2. OBJETIVOS	3
3. LOCALIZACIÓN Y ESTADO DE LOS SONDEOS A ENSAYAR.....	3
4. PLANTEAMIENTO DE LOS ENSAYOS	5
4.1-Barranco de Azuggag	5
4.2.-Planta de bombeo I.....	5
4.3-Planta de bombeo II.....	5
4.4.-Pozo nº 1 Acuartelamiento	6
4.5.-Pozo nº 2 Acuartelamiento	6
4.6.-Pozo nº 4 Acuartelamiento	7
5. SONDEOS DE INVESTIGACIÓN PROPUESTOS	7
5.1.- Piezómetro del Acuífero Calizo	7
a) Localización	7
b) Características constructivas.....	8
c) Método de perforación	8
d) Acondicionamiento final	8
e) Columna litológica prevista.....	8
f) Profundidad del nivel prevista	8
5.2.- Piezómetro del Acuífero Volcánico.....	8
a) Localización	8
b) Características constructivas.....	9
c) Método de perforación	9
d) Acondicionamiento final	9
e) Columna litológica prevista.....	9
f) Profundidad del nivel prevista	9
6. VALORACIÓN ECONÓMICA	9
Ensayos de bombeo:	9
Perforación y acondicionamiento de sondeos.....	10

**AVANCE SOBRE LA NOTA TÉCNICA SOBRE LAS PRUEBAS DE BOMBEO Y SONDEOS DE
INVESTIGACIÓN PROPUESTOS A REALIZAR EN LAS MASb 160100 “ACUÍFERO CALIZO” Y
160300 “ACUÍFERO VOLCÁNICO” DE MELILLA**

1. INTRODUCCIÓN

Esta Nota Técnica, que es continuación de las redactadas con anterioridad tituladas “*CONSIDERACIONES SOBRE LAS PRUEBAS DE BOMBEO PROPUESTAS A REALIZAR EN LOS SONDEOS DE ABASTECIMIENTO AL ACUARTELAMIENTO DE MELILLA*” y “*CONSIDERACIONES SOBRE LAS PRUEBAS DE BOMBEO PROPUESTAS A REALIZAR POR LA CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR EN LOS PARAJES DE RÍO NANO, RÍO DE ORO Y BARRANCO DE LAS ADELFAZ (MELILLA)*”, se incluye en los trabajos llevados a cabo por el personal de la Unidad Territorial de Granada del Instituto Geológico y Minero (en adelante IGME) en la Ciudad Autónoma de Melilla e incorpora datos de campo obtenidos con posterioridad a la redacción de dichas notas técnicas.

Forma parte de la actividad nº 7 prevista en el Convenio de Colaboración 2015-2020.

2. OBJETIVOS

Los objetivos de los trabajos propuestos en esta Nota Técnica son los siguientes:

- Mejorar el conocimiento hidrogeológico de las **MASb** recientemente definidas en el Plan Hidrológico de Cuenca “Acuífero Calizo” y Acuífero Volcánico” de Melilla, situadas al norte y sur, respectivamente, del Río de Oro en el marco del programa de medidas recogido en el plan de la Demarcación.
- Analizar igualmente las posibilidades de explotación sostenible de los **sondeos realizados por la CHG** en el paraje Río Nano/Barranco de Azuggag y junto a la pantalla del Río de Oro con caudales adecuados a sus características hidrogeológicas y constructivas.
- Analizar las posibilidades de incorporar los potenciales caudales de los sondeos existentes en el Acuartelamiento de Melilla al **abastecimiento de la Ciudad Autónoma**. Para ello se utilizaría como elemento de regulación, la pantaneta de la CHG, localizada en las proximidades, lo que no requeriría, a priori, una importante infraestructura hidráulica.
- Como sea que el Plan Hidrológico establece la necesidad de incorporar puntos a la red de control en las diferentes MASb definidas en la Demarcación, la perforación de sondeos de investigación permitiría, además de aportar una importante cantidad de conocimientos sobre la MASb, su incorporación a la **Red Nacional**.

3. LOCALIZACIÓN Y ESTADO DE LOS SONDEOS A ENSAYAR

El análisis de las posibilidades de explotación sostenible de los sondeos realizados por la CHG en el paraje Río Nano/Barranco de Azuggag y junto a la pantalla del Río de Oro, así como la incorporación de los potenciales caudales de los sondeos existentes en el Acuartelamiento de

Melilla al abastecimiento de la Ciudad Autónoma, permitiría el incremento de recursos hídricos a los actualmente disponibles.

Los sondeos a ensayar propuestos se localizan en el paraje conocido como Río Nano, en el Acuartelamiento de Melilla y en las proximidades de la estación de bombeo de la CHG junto a la pantalla del Río de Oro. La situación de los puntos se presenta en el mapa de la figura 1.

Las principales características de los sondeos en los que en un principio se planteó la realización de un ensayo de bombeo son las que se resumen en la tabla 1.

Tabla 1: Sondeos de la CHG y del Acuartelamiento de Melilla analizados para realizar ensayos de bombeo

NOMBRE	Propietario	Nº IGME	Prof. (m)	Estado	Posibilidad de ensayo
Bco. de las Adelfas	CHG	215330059	55	Sin nivel	Ninguna
Bco. de Azuggag	CHG	215330068	¿?	Tapado	Possible
Iguariacher	CHG	215330069	10	Sin nivel	Ninguna
Planta de bombeo I	CHG	215330070	¿?	Instalado	Possible
Planta de bombeo II	CHG	215330076	116	Sin instalar	Possible
Pozo nº 1 Acuartelamiento	Min. Defensa	215330013	>66	Instalado	Possible
Pozo nº 2 Acuartelamiento	Min. Defensa	215330018	¿?	Instalado	Remota
Pozo nº 3 Acuartelamiento	Min. Defensa	215330053	53	Instalado	Ninguna
Pozo nº 4 Acuartelamiento	Min. Defensa	215330058	38	Instalado	Possible

Como se puede observar, solamente existen cinco sondeos en los que existe la posibilidad real de realizar un ensayo de bombeo. Estos son los que se incluyen en la tabla nº 2 con algunos otros datos de interés.

Tabla nº 2: Profundidad del nivel estático y caudal de explotación en los sondeos a ensayar

NOMBRE	Nº IGME	Prof. (m)	Estado	Prof. N.E (m)	Q exp. (l/s)
Bco. de Azuggag	215330068	¿?	Tapado	¿?	-
Planta de bombeo I	215330070	¿?	Instalado	¿?	-
Planta de bombeo II	215330076	116	Sin instalar	14,10	-
Pozo nº 1 Acuartelamiento	215330013	>66	Instalado	0	-
Pozo nº 2 Acuartelamiento	215330018	¿?	Instalado	¿?	5,43
Pozo nº 4 Acuartelamiento	215330058	38	Instalado	¿?	3,92

A continuación se enumeran las razones que han llevado a desestimar los sondeos no incluidos en la tabla 2 para su ensayo.

- Barranco de las Adelfas: La testificación geofísica llevada a cabo en septiembre de 2016 puso de manifiesto que el sondeo no alcanza el nivel piezométrico encontrándose seco en esa fecha. Su profundidad es de 55 metros.
- Iguariacher: Al igual que en sondeo Barranco de las Adelfas, la testificación geofísica llevada a cabo en septiembre de 2016 puso de manifiesto que el sondeo no alcanza el nivel piezométrico encontrándose seco en esa fecha. Su profundidad es de 10 metros.
- Pozo nº 3 Acuartelamiento: La disposición del sondeo en un búnker que no tiene acceso vertical a la superficie, hace prácticamente imposible introducir un equipo de bombeo convencional para el ensayo.

Los ensayos que se podrían llevar a cabo, aunque con ciertas dificultades, se describen en el epígrafe siguiente.

4. PLANTEAMIENTO DE LOS ENSAYOS

4.1-Barranco de Azuggag

Este sondeo se encuentra aparentemente instalado con bomba y tubería de impulsión (ver Anexo Fotográfico). Lógicamente, para realizar un ensayo de bombeo sería preciso extraer la instalación.

- Profundidad de situación de la bomba (rejilla): A determinar una vez que se desinstale el sondeo y se proceda a su medición.
- Caudal máximo del equipo de ensayo: Aunque no se conoce la columna litológica ni la disposición de los filtros en el sondeo, los materiales captados y los caudales de los sondeos de las proximidades hacen pensar en que el caudal máximo exigible al equipo de bombeo para el ensayo no tendría que superar los 20 l/s.
- Duración del ensayo: 48 horas y 24 de recuperación.
- Secuencia de operaciones: ensayo de bombeo escalonado-recuperación-ensayo a caudal constante-recuperación. La duración y caudales se determinaran “in situ” por el técnico responsable del ensayo.
- Control de la evolución del nivel de agua: Además de en el pozo de bombeo, en, al menos, dos de los pozos del Acuartelamiento.

4.2.-Planta de bombeo I

El sondeo está instalado con un equipo de bombeo (ver Anexo Fotográfico). Al igual que en el caso anterior, para realizar un ensayo de bombeo sería preciso extraer la instalación.

- Profundidad de situación de la bomba (rejilla): A determinar una vez que se desinstale el sondeo y se proceda a su medición. No obstante, puesto que existe otro sondeo en sus proximidades (Planta de bombeo II) con una profundidad de 116 m, se podría aventurar una profundidad para la aspiración en este ensayo próxima a 90 m.
- Profundidad del nivel estático esperada: 15 metros.
- Caudal máximo del equipo de ensayo: Aunque no se conoce la columna litológica ni la disposición de los filtros en el sondeo, los materiales captados y el posible espesor de la lámina de agua hacen pensar en que el caudal máximo exigible al equipo de bombeo para el ensayo no tendría que superar los 20 l/s.
- Duración del ensayo: 48 horas y 24 de recuperación.
- Secuencia de operaciones: ensayo de bombeo escalonado-recuperación-ensayo a caudal constante-recuperación. La duración y caudales se determinaran “in situ” por el técnico responsable del ensayo.
- Control de la evolución del nivel de agua: Además de en el pozo de bombeo, en el sondeo Planta de bombeo II.

4.3-Planta de bombeo II

El sondeo no tiene instalación por lo que se puede proceder a ensayar.

- Profundidad de situación de la bomba (rejilla): 90 metros.
- Profundidad del nivel estático esperada: 14 metros
- Caudal máximo del equipo de ensayo: Aunque no se conoce la columna litológica ni la disposición de los filtros en el sondeo, los materiales captados y el posible espesor de la lámina de agua hacen pensar en que el caudal máximo exigible al equipo de bombeo para el ensayo no tendría que superar los 20 l/s.
- Duración del ensayo: 48 horas y 24 de recuperación.
- Secuencia de operaciones: ensayo de bombeo escalonado-recuperación-ensayo a caudal constante-recuperación. La duración y caudales se determinaran “in situ” por el técnico responsable del ensayo.
- Control de la evolución del nivel de agua: Además de en el pozo de bombeo, en el sondeo Planta de bombeo I.

4.4.-Pozo nº 1 Acuartelamiento

El sondeo está instalado y situado en el interior de un búnker con un acceso lateral por escaleras y vertical solamente para extraer/introducir el equipo de bombeo. Esta situación implica una mayor dotación de personal para la manipulación del equipo tanto definitivo como del propio ensayo (ver Anexo Fotográfico).

- Profundidad de situación de la bomba (rejilla): A determinar una vez que se desinstale el sondeo y se proceda a su medición. La información suministrada por el personal del acuartelamiento (> 66 m) hace pensar que la profundidad de situación de la bomba estará en torno a los 60 m a contar desde la boca del sondeo en el búnker. A esta profundidad habrá que sumarle la distancia hasta la superficie del terreno, que es donde se debería instalar el equipo de ensayo.
- Profundidad del nivel estático esperada: Boca del sondeo en el búnker.
- Caudal máximo del equipo de ensayo: Aunque no se conoce la columna litológica ni la disposición de los filtros en el sondeo, los materiales captados y los caudales de los sondeos de las proximidades hacen pensar en que el caudal máximo exigible al equipo de bombeo para el ensayo no tendría que superar los 10 l/s.
- Duración del ensayo: 48 horas y 24 de recuperación.
- Secuencia de operaciones: ensayo de bombeo escalonado-recuperación-ensayo a caudal constante-recuperación. La duración y caudales se determinaran “in situ” por el técnico responsable del ensayo.
- Control de la evolución del nivel de agua: Además de en el pozo de bombeo, en el sondeo Barranco de Azuggag y algún otro de los sondeos del Acuartelamiento.

4.5.-Pozo nº 2 Acuartelamiento

El sondeo está instalado por lo que esta deberá retirarse con antelación. Además, se deberá tener en cuenta el deterioro de la instalación por cuestiones de seguridad (ver Anexo Fotográfico).

- Profundidad de situación de la bomba (rejilla): A determinar una vez que se desinstale el sondeo y se proceda a su medición.
- Profundidad del nivel estático esperada: Se desconoce.

- Caudal máximo del equipo de ensayo: Aunque no se conoce la columna litológica ni la disposición de los filtros en el sondeo, los materiales captados y los caudales de los sondeos de las proximidades hacen pensar en que el caudal máximo exigible al equipo de bombeo para el ensayo no tendría que superar los 10 l/s.
- Duración del ensayo: 48 horas y 24 de recuperación.
- Secuencia de operaciones: ensayo de bombeo escalonado-recuperación-ensayo a caudal constante-recuperación. La duración y caudales se determinaran “in situ” por el técnico responsable del ensayo.
- Control de la evolución del nivel de agua: Además de en el pozo de bombeo, en el sondeo Barranco de Azuggag y algún otro de los sondeos del Acuartelamiento.

4.6.-Pozo nº 4 Acuartelamiento

El sondeo está instalado por lo que esta deberá retirarse con antelación (ver Anexo Fotográfico). Además, se recomienda confirmar la profundidad del sondeo de 38 metros.

- Profundidad de situación de la bomba (rejilla): 33 metros.
- Profundidad del nivel estático esperada: Se desconoce.
- Caudal máximo del equipo de ensayo: Aunque no se conoce la columna litológica ni la disposición de los filtros en el sondeo, los materiales captados y los caudales de los sondeos de las proximidades hacen pensar en que el caudal máximo exigible al equipo de bombeo para el ensayo no tendría que superar los 10 l/s.
- Duración del ensayo: 48 horas y 24 de recuperación.
- Secuencia de operaciones: ensayo de bombeo escalonado-recuperación-ensayo a caudal constante-recuperación. La duración y caudales se determinaran “in situ” por el técnico responsable del ensayo.
- Control de la evolución del nivel de agua: Además de en el pozo de bombeo, en el sondeo Barranco de Azuggag y algún otro de los sondeos del Acuartelamiento.

5. SONDEOS DE INVESTIGACIÓN PROPUESTOS

El Plan Hidrológico establece, como se indica en los objetivos de esta Nota Técnica, la necesidad de incorporar puntos a la red de control en las diferentes MASb definidas en la Demarcación. Es por ello que la perforación de sondeos de investigación permitiría, además de aportar una importante cantidad de conocimientos sobre la MASb, su incorporación a la Red Nacional, la cual precisa de piezómetros de columna litológica conocida.

Los sondeos de investigación propuestos son dos de los que uno pretende atravesar los materiales carbonatados que conforman el Acuífero Calizo y el otro el Volcánico.

5.1.- Piezómetro del Acuífero Calizo

a) Localización

El piezómetro se localizará en el paraje de Tres Estrellas y sus coordenadas en el sistema ETRS89 son las siguientes:

- X: 503643

- Y: 3907678

La cota aproximada de la boca del piezómetro, obtenida de Google Earth, es de 125 m s.n.m..

b) Características constructivas

- Profundidad: 230 metros
- Diámetro de perforación: 200 mm
- Diámetro de entubación: 110 mm
- Tipo de entubación: Policloruro de vinilo (PVC) ranurado de fábrica

c) Método de perforación

RotoperCUSión con martillo de fondo.

d) Acondicionamiento final

El piezómetro quedará acondicionado con cierre anti-vandálico y arqueta de obra con tapadera metálica.

e) Columna litológica prevista

La columna litológica prevista, según se deduce del modelo geológico 3D elaborado dentro de los trabajos que el IGME está llevando a cabo en territorio melillense, es la siguiente:

- De 0 a 82 m: Unidad Carbonática Superior (UCS). Se trata de facies de plataforma carbonatada (arenas, calcarenitas, lomos blancos y grises, calizas oolíticas, calcarenitas con niveles de estromatolitos y arenas y limos grises o amarillentos)
- De 82 a 112 m: Unidad Detritica Intermedia (UDI). Formada por facies deltaicas (areniscas, arenas y limos de color amarillo)
- De 112 a 223 m: Unidad Carbonática Inferior (UCI). Colonias de corales, calizas de moluscos y algas, calcarenitas y calcirruditas.
- De 223 a 230 m: Margas grises.

La edad de todo el conjunto es Messiniense (Mioceno superior).

f) Profundidad del nivel prevista

El nivel piezométrico en el sondeo se prevé que esté a una profundidad de 115 m (10 m s.n.m.), aproximadamente.

5.2.- Piezómetro del Acuífero Volcánico

a) Localización

El piezómetro se localizará en el paraje de Barrio Chino y sus coordenadas en el sistema ETRS89 son las siguientes:

- X: 504560
- Y: 3902665

La cota aproximada de la boca del piezómetro, obtenida de Google Earth, es de 48 m s.n.m..

b) Características constructivas

- Profundidad: 310 metros
- Diámetro de perforación: 200 mm
- Diámetro de entubación: 110 mm
- Tipo de entubación: Policloruro de vinilo (PVC) ranurado de fábrica

c) Método de perforación

Rotopercusión con martillo de fondo.

d) Acondicionamiento final

El piezómetro quedar acondicionado con cierre anti-vandálico y arqueta de obra con tapadera metálica.

e) Columna litológica prevista

La columna litológica prevista, según se deduce del modelo geológico 3D elaborado dentro de los trabajos que el IGME está llevando a cabo en territorio melillense, es la siguiente:

- De 0 a 6 m: Rocas volcánicas (VOLC-4)
- De 6 a 50 m: Tobas volcánicas (VOLC-3)
- De 50 a 116 m: Rocas volcánicas (VOLC-2)
- De 116 a 156 m: Margas amarillentas
- De 156 a 300 m: Rocas volcánicas (VOLC-1)
- De 300 a 310 m: Margas grises

La edad de todo el conjunto es Messiniense-Plioceno.

f) Profundidad del nivel prevista

El nivel piezométrico en el sondeo se prevé que esté a una profundidad de 100 m (-52 m s.n.m.), aproximadamente.

6. VALORACIÓN ECONÓMICA

Si bien no es objetivo de esta Nota Técnica presupuestar las obras necesarias para la consecución del objetivo científico-técnico perseguido, se ha procedido a la valoración económica de las mismas para facilitar en lo posible trabajos futuros de gestión y contratación. Las cifras se han consultado con empresas del sector y en ningún caso se pueden considerar como un presupuesto en firme.

Ensayos de bombeo:

Traslado del equipo a Melilla: Esta partida puede oscilar entre 4000 y 6.000 €, si bien alguna de las empresas consultadas no la contemplan.

Traslado entre pozos: 100-200 €. Alguna empresa consultada lo incluye en el montaje.

Montaje y desmontaje bomba: 1.300-1.800 €

Hora de bombeo: 95-119 €

Hora de control de recuperación: 65-88 €

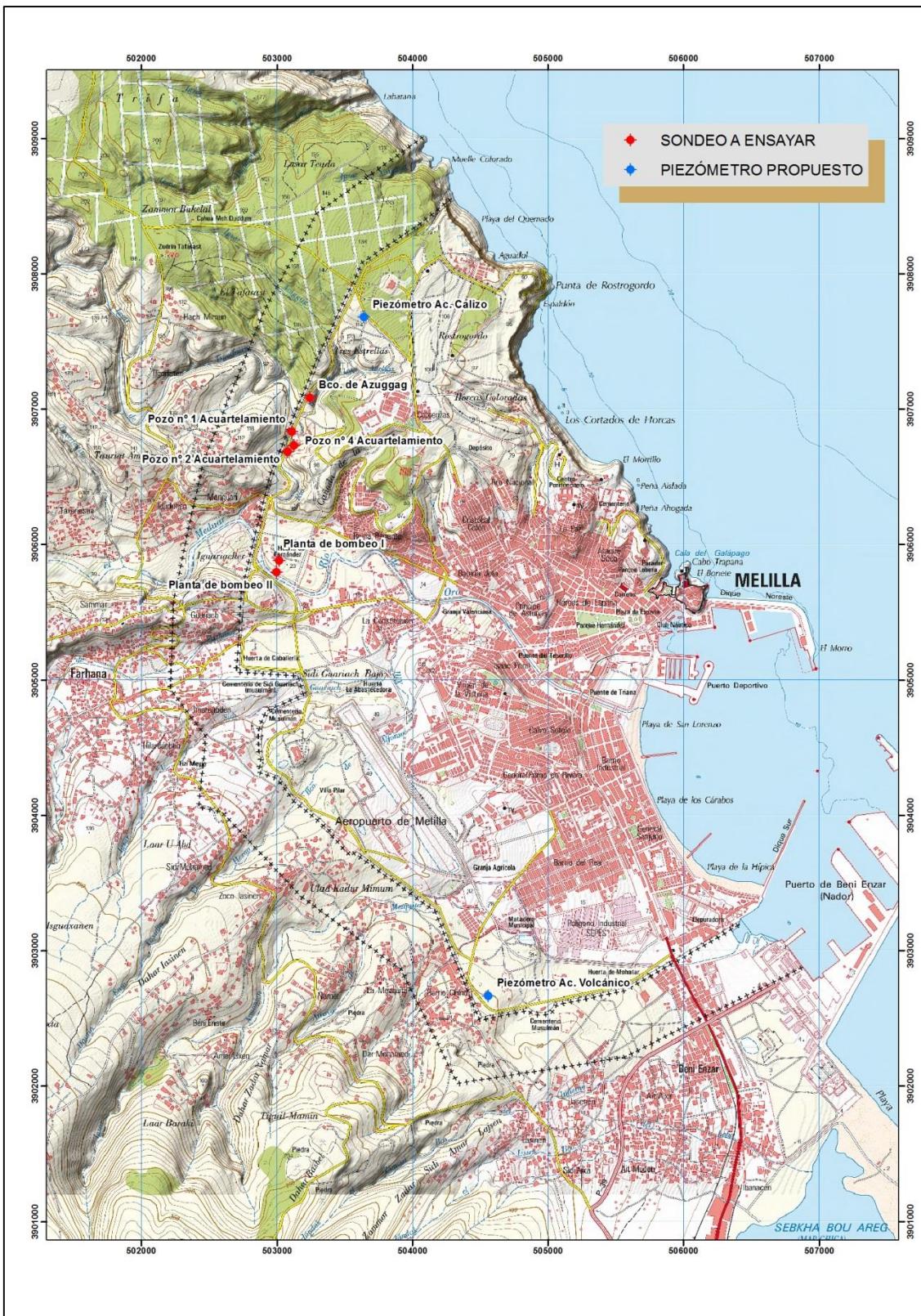
Con los presupuestos consultados, se puede estimar el importe de los 6 ensayos de bombeo en una cifra orientativa entre **44.000 y 57.000 euros**, impuestos no incluidos.

Perforación y acondicionamiento de sondeos

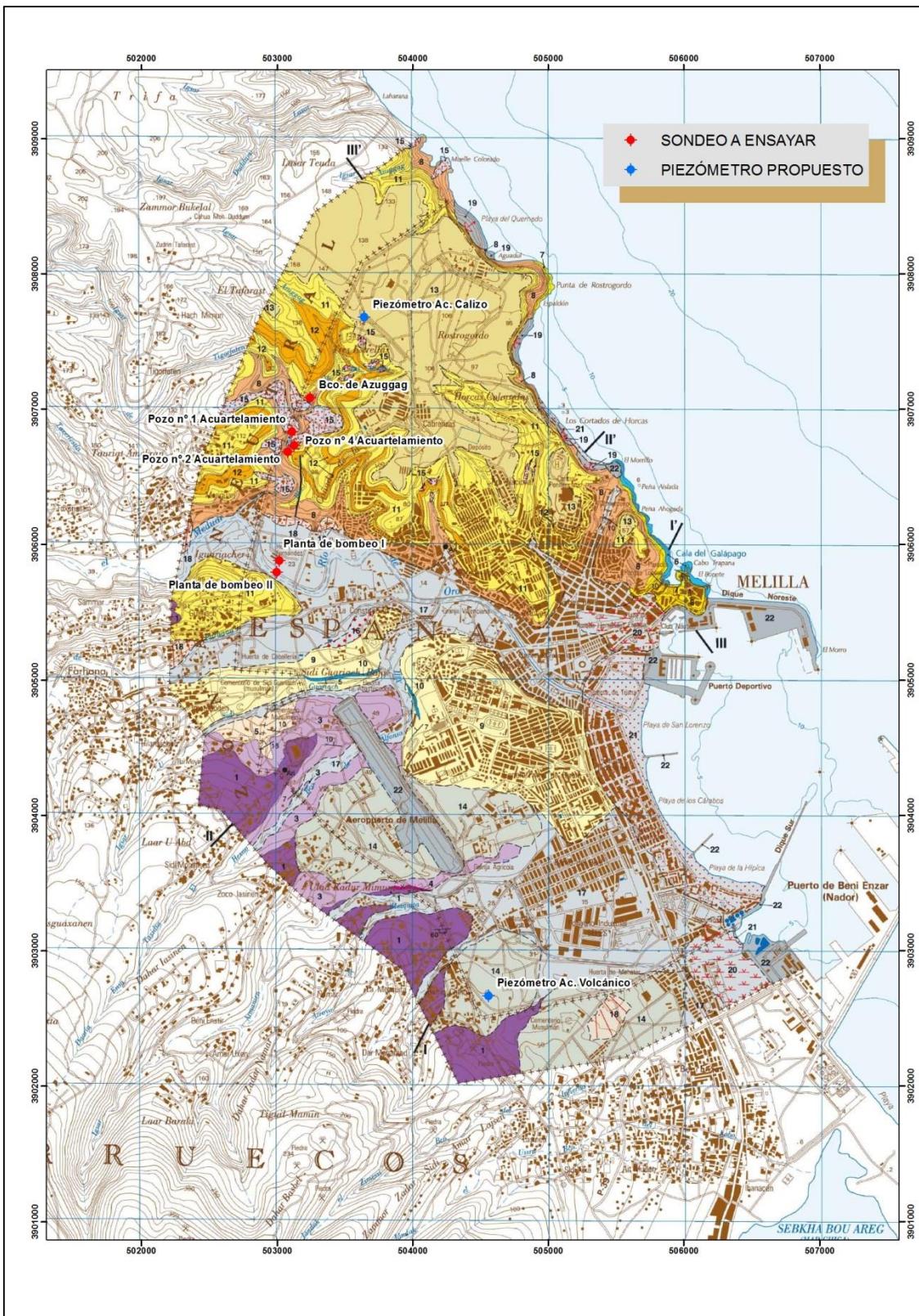
Traslado del equipo a Melilla: 6.000-7.000 €

Piezómetro	Descripción	€/m	TOTAL
Acuífero Calizo (230 m)	Metro lineal de perforación con roto-percusión neumática en diámetro de 200 mm. Entubado PVC 6", arqueta y cierre anti-vandálico	200	46.000
Acuífero Volcánico (310 m)	Metro lineal de perforación con roto-percusión neumática en diámetro de 200 mm. Entubado PVC 6", arqueta y cierre anti-vandálico	215	66.650

Con los presupuestos consultados, se puede estimar que el coste de la perforación y acondicionamiento de los sondeos puede oscilar en torno a los **112.000 euros**, impuestos no incluidos.



Situación de los sondeos a ensayar y sondeos de investigación/piezómetros propuestos



Localización geológica de los sondeos a ensayar y sondeos de investigación/piezómetros propuestos

ANEXO FOTOGRÁFICO

 <p>SONDEO</p>	
Localización del sondeo Barranco de Azuggag	Instalación actual del sondeo Barranco de Azuggag
	
Sondeo Planta de Bombeo I: Protección exterior.	Planta de Bombeo I: Instalación.
	
Sondeo Planta de bombeo II	Sondeo Planta de bombeo II
	
Pozo nº 1 Acuartelamiento: En primer término, acceso al subnivel. Al fondo, caseta del pozo.	Pozo nº 1 Acuartelamiento: Estado actual en superficie.

	
<p>Pozo nº 1 Acuartelamiento: Subnivel; El nivel de agua está muy próximo (se observa a simple vista).</p>	<p>Pozo nº 1 Acuartelamiento: Vista de la superficie desde el subnivel. El punto de luz es el acceso que se observa en la foto superior.</p>
	
<p>Pozo nº 2 Acuartelamiento: Casetta del pozo; se observa el puente-grúa.</p>	<p>Pozo nº 2 Acuartelamiento: Emboquille del pozo y tubería instalada.</p>
	
<p>Pozo nº 2 Acuartelamiento: Escalera de acceso al subnivel.</p>	<p>Pozo nº 2 Acuartelamiento: Detalle de la escalera de acceso al subnivel.</p>
	
<p>Pozo nº 4 Acuartelamiento: Casetta con puente-grúa.</p>	<p>Pozo nº 4 Acuartelamiento: Boca del sondeo.</p>