

# **AUMENTO DE LA VELOCIDAD DE DESECACIÓN DE LA ARENA DE LA PLAYA PORTEZUELO, MEDIANTE DEPRESIÓN DE LA NAPA FREÁTICA**

---

**DOCUMENTO DESCRIPTIVO – AGOSTO 2007**

## **RESUMEN**

Ante la inconveniente situación de arenas excesivamente húmedas presente en la Playa de Portezuelo (debido al afloramiento de la napa freática), la Intendencia Municipal de Maldonado decidió explorar alternativas de solución, con el conocimiento y participación de los vecinos nucleados en la Unión Vecinal.

De diversas alternativas evaluadas y ensayadas, se optó por la construcción de un subdren de 2 metros de profundidad máxima, localizado al pie de la primer duna costera, con bombeo electromecánico para la disposición final. Este sistema tiene el cometido de interceptar el flujo subterráneo de la napa freática de 2.000 metros de playa, para disponerlo superficialmente en dos salidas al mar.

En esas circunstancias, y complementado acuerdos surgidos entre la Intendencia y la comunidad de vecinos, dirigidos a identificar el marco de una planificación territorial - ambiental y por ende determinar medidas del corto – mediano – largo plazo, se inició la construcción del referido sistema. Esta propuesta, nueva en su género, debió contar con el apoyo de la máxima dirigencia política municipal, la comunidad en la cual se implantó, así como la aprobación del Organismo de Gobierno Nacional que trata los asuntos ambientales.

Luego de la construcción se constató un muy buen desempeño ambiental y social, que permite augurar su carácter sustentable revalorizado, teniendo en cuenta su inserción en una zona de intensa actividad turística.

## **INTRODUCCION**

La zona donde se ubica la Playa Portezuelo, se localiza cercano a Punta del Este, con un desarrollo muy acentuado del turismo, con intensa presión antrópica sobre el ambiente. En particular esta playa presenta una costa muy especial dentro de las variadas zonas de Punta del Este, ya que tiene un perfil muy tendido, aguas en general muy calmas y transparentes. De forma que constituye un atractivo muy bueno como zona de recreación de niños, y un suelo arenoso muy firme, propicio para caminatas de las personas adultas.

Esta caracterización señalada, se presentaba con un afloramiento del freático sobre todo el arco de playa (ver Figura 1) con encharcamientos continuos y prolongados, que había sido identificado como factor desagradable y desestimulante para el desarrollo del balneario. Por lo que su comunidad vecinal reclamaba, desde hace muchos años, el superamiento del problema descrito. Como respuesta, se intentó lograr la solución, recargando la playa con arena de idéntica granulometría; pero sin resultados favorables.



**Figura 1 : Aspecto de la Playa Portezuelo, en noviembre de 2001, mostrando los encharcamientos producidos al aflorar la napa freática sobre sus arenas.**

Durante el año 2003, y luego de un proceso de acercamiento entre la Intendencia Municipal de Maldonado y la Unión Vecinal de Punta Ballena (que nuclea los vecinos de Portezuelo entre otros), se logró un proceso de participación comunitaria, comenzando una tarea de Ordenamiento Territorial con especial atención al Medio Ambiente.

En este sentido, se identificó, las amenazas y las virtudes que presenta la zona, persiguiendo el objetivo de lograr el desarrollo urbano y de ocupación de suelos, con sustentabilidad del ambiente como condición realzada.

En estas circunstancias, y con la sana presión de la comunidad, tendiente a resolver el encharcamiento molesto de la Playa, se realizó un planteo técnico para acelerar el desecamiento de su arena. En un primer paso, se discutió en términos más técnicos con otros colegas ingenieros e idóneos en dinámica costera, dada la singularidad que presentaba el emprendimiento para nosotros (se expuso la idea a todos los cuestionamientos que pudieran surgir en una "tormenta de ideas"). Superada esta etapa, se propuso la idea al Ejecutivo Comunal, quien la aprobó y avaló. En paralelo, se presentó a la Comunidad (en su Comisión Vecinal), para medir la reacción de los mismos, tanto a favor como en contra. Expuestas las ideas y tratados los posibles riesgos, los vecinos apoyaron y solicitaron su inmediata ejecución.

### ***HIPÓTESIS Y OBJETIVO***

La hipótesis adoptada consistió en que el área de Playa de Portezuelo, que presenta un nivel de napa freática muy cercano a la superficie de arenas, es alimentado alternativamente desde el territorio y desde el mar. Y es esta característica de napa cercana a la superficie, conjuntamente con la dinámica de su alimentación y la granulometría de su arena, la que provoca los encharcamientos molestos. En general estos fenómenos, son acompañados con la formación de coágulos producidos al oxidarse el hierro, que viene arrastrado disuelto por la napa freática que aflora sobre la arena.

En función de estos supuestos se estableció como objetivo: deprimir la napa freática, aflorante en las arenas de la Playa Portezuelo, y evaluar su impacto.

### ***METODOLOGÍA EMPLEADA***

Con la hipótesis y objetivo establecidos, y luego de haber tenido el acuerdo

- técnico por parte de Organismos Nacionales, de idóneos en la materia y vecinos conocedores de la playa
- político por parte del Intendente Municipal
- comunitario por parte de los vecinos involucrados

se propuso como método de aplicación, la realización de una prueba en un arco de la misma playa en una extensión de 500 metros.

Al presentarse muchas incertidumbres sobre los resultados que se podían lograr, se entendió conveniente la realización de esta prueba, a efectos de evaluar, los impactos de la misma en la dimensión de una zona de alta dinámica, como es la costa marítima en tratamiento.

Los temas con incertidumbre identificados fueron:

- lograr el efectivo aceleramiento en la desecación de la arena
- el impacto negativo que podía presentar la presencia de un desagüe permanente en un área de intensa actividad recreativa de playa, ya sea teniendo en cuenta el aspecto sanitario, así como el erosivo que pudiese producirse en la playa
- impacto en la zona urbanizada del balneario, con posibilidad de ingreso de cuña salina
- costos de implantación y operación
- posible disminución de la capacidad de captación de la freática, transcurrido un cierto tiempo de funcionamiento del sistema.

### **DESCRIPCION DEL PROYECTO Y ACTIVIDADES DESARROLLADAS**

La propuesta técnica consistió en implantar un dren horizontal (de 500 metros de largo), paralelo a la costa y a unos 100 metros de la rompiente de la ola (para el nivel normal del mar), construido al pié del médano a una profundidad de 2 metros aproximadamente. El perfil de la superficie de arena, transversal a la línea de costa, presenta una pendiente media del 2,5%. El escurrimiento de agua del freático (que desagua en el mar aflorando en la superficie de la playa) es interceptado y captado por este dren, siendo conducido hasta un pozo de bombeo (ubicado aproximadamente en el centro de los 500 metros de dren), que a su vez lo impulsará hacia la superficie de la playa en un punto de salida pre-existente de escurrimiento de pluviales, y por este atravesará la playa y llegará finalmente al mar. Todas las instalaciones del sistema no avanzan sobre la zona de actividad del oleaje y se encuentran debidamente protegidas del mismo. De esta forma se concibe una solución modulada, capaz de ser repetida (eventualmente con mejoras) en otras zonas con características similares.

El dren propiamente dicho está constituido por una tubería ranurada de PVC de 300mm de diámetro, rodeada por canto rodado (de tamaño medio 5 centímetros) y envuelto todo el paquete con geotextil de 200 gr/m<sup>2</sup> y espesor 2 milímetros. Las ranuras del tubo son de 1 centímetro por 15 centímetros y espaciadas cada 5 centímetros. La tubería del dren no tiene pendiente, sino que es horizontal.

Para la colocación del dren debió recurrirse a un sistema depresor de napa, complementado con blindajes o tablaestacado, de forma de controlar adecuadamente impactos negativos de la construcción hacia el médano, evitando excesivos desmoronamientos y consecuente pérdida del tapiz vegetal, producido con zanjeo a cielo abierto.

En cuanto al pozo de bombeo, se colocaron tres electrobombas sumergibles, de funcionamiento rotativo. Las bombas son accionadas de acuerdo al nivel alcanzado por el agua dentro del pozo de bombeo. De esta forma, el posicionamiento del flotador de arranque y corte de los equipos, establecerá el nivel de depresión del freático, sobre el que se está actuando.

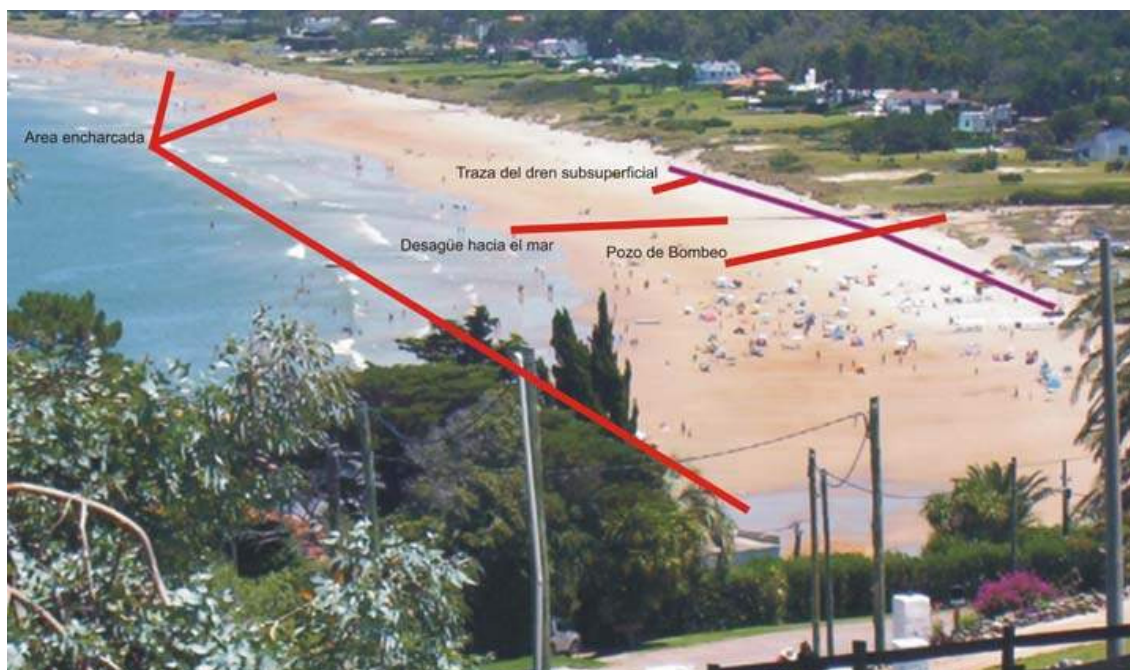
Durante los meses de noviembre y diciembre de 2003 (previo a nuestra temporada de verano) se construyó el sistema arriba descrito, conjuntamente con la implantación de 12 freáticos convenientemente distribuidos en la zona de influencia.

El sistema quedó operativo a partir del 19 de diciembre de 2003.

La operación, que en un principio se planteó con funcionamiento continuo durante las 24 horas del día y extendido exclusivamente a los meses de alta temporada veraniega (diciembre a marzo), debió ser ajustada con los resultados obtenidos. Así el horario se ajustó a las horas de poca presencia de usuarios en la playa (fundamentalmente en la noche), y ha sido extendido a los demás meses del año (para evitar la posible obstrucción con zooglea sobre el geotextil instalado).

## RESULTADOS OBTENIDOS

En general, se obtuvieron los resultados buscados. Se alcanzó el nivel deseado de velocidad de desecación y eliminación de la formación de coágulos amarillentos (Óxido de hierro), con una opinión muy favorable de parte de la Comunidad. En la Figura 2, se aprecia la desecación de arenas en la zona del dren, así como la persistencia del encharcamiento hacia los laterales.



**Figura 2 :** En la zona de la traza del dren subsuperficial (línea violeta) la arena presenta un color más claro. Hacia los laterales aparecen los encharcamientos y el color ocre ocasionado por la oxidación del hierro que es arrastrado por la napa freática.

Además, se ha recogido información como para evaluar, aspectos tales como:

- granulometría de la arena de la zona
- precipitaciones registradas en la zona
- horas de bombeo y consecuentemente los caudales extraídos en forma diaria
- niveles de la napa freática en la zona urbanizada del balneario
- coliformía y salinidad del agua captada por el dren
- niveles topográficos de la superficie de la playa, en el arco de 500 metros de playa donde se construyó el dren
- reacción de los usuarios de la playa ante la presencia del desagüe concentrado de la escorrentía captada
- percepción de los usuarios de la playa de la mejora producida, y posible dinamización de procesos ulteriores con la Comunidad.

Esta evaluación se complementa con los costos de instalación y costos de operación, del módulo construido, pudiendo determinarse el costo de inversión por metro de playa con el sistema instaurado.

**Granulometría de la arena de la playa.** – De acuerdo a la Curva Granulométrica realizada a una muestra de la arena del lugar, se obtiene que el Tamaño Efectivo es de 0,15 milímetros con un Coeficiente de Uniformidad de 1,4. Complementando esta información, se agrega que el tamaño de grano se sitúa en más de un 90% de su peso entre el Tamiz 100 (con abertura 0,149 milímetros) y el 50 (abertura 0,300 milímetros).

**Precipitaciones Pluviales.** – Durante el período de análisis desde diciembre/2003 a febrero/2004, se registraron 200 milímetros de precipitación pluvial, lo cual representa un período seco. La media anual se encuentra en 1.100 milímetros, no existiendo una diferenciación importante para las distintas épocas del año.

**Caudales de agua efectivamente bombeados.** – Desde el comienzo del funcionamiento del sistema construido, se registraron los horarios de operación de bombeo, por cada día. Las electrobombas instaladas tienen la capacidad de impulsar cada una un caudal de 30 lts/seg,

por lo cual el caudal horario es de 108 m<sup>3</sup>/hora. El promedio de funcionamiento diario puede estimarse en 5,5 horas (de acuerdo al registro detallado en Tabla 1), por lo que el caudal diario bombeado asciende a 594 m<sup>3</sup>. Y como este caudal resulta de interceptar y captar el freático en 500 metros, se obtiene que para las condiciones registradas en el presente caso, el caudal unitario efectivamente medido es de 1,20 m<sup>3</sup>/día y por metro lineal de playa cuya velocidad de desecación se ha aumentado.

**Niveles de napa freática en el balneario.** – Luego de puesto en funcionamiento se logró un abatimiento de 0,30 a 0,40 metros en el freático ubicado debajo de la urbanización. Se han realizado registros (detallados en Tabla 1) de los niveles de la napa freática en freatímetros ubicados hasta 450 metros alejados del dren y en la dirección transversal a la costa. Esto ha representado la eliminación de posibles afloramientos de la freática en esta zona urbana, lo cual constituye otro beneficio para los habitantes del lugar. Seguidamente Tabla 1 que muestra el detalle de los niveles en freatímetros 1 al 6, cuya ubicación se describe en Tabla 2.

**Tabla 1 : Niveles de Napa Freática, Caudal de Bombeo y Precipitaciones Pluviales**

Fecha	Freat 1	Freat 2	Freat 3	Freat 4	Freat 5	Freat 6	Bombeo Horas/día	Precipitaciones Mm/día
02/01/04	1.94	2.47	3.12	4.11	4.57	5.69	5.00	
08/01/04	1.71	2.45	3.11	4.08	4.52	5.66	5.50	
11/01/04	1.78	2.43	3.07	4.18	4.74	5.73	5.30	
12/01/04								14.0
21/01/04	1.67	2.39	3.01	4.04	4.48	5.59	5.20	
22/01/04								00.2
23/01/01								03.0
24/01/04								15.0
28/01/04	1.76	2.55	3.17	4.20	4.68	5.79	6.30	
01/02/04								05.0
04/02/04								10.0
05/02/04	1.63	2.41	3.00	4.08	4.54	5.61	5.30	
11/02/02	1.65	2.35	2.98	4.00	4.42	5.51	5.50	
14/02/04								06.0
19/02/04	1.66	2.37	2.99	4.00	4.45	5.53	5.50	
21/02/04								13.0
22/02/04								06.0
23/02/04								03.0
26/02/04	1.62	2.29	2.85	3.88	4.22	5.36	5.33	
02/03/04								00.2
03/03/04								01.0
04/03/04	1.98	2.24	2.80	3.83	4.25	5.30	4.90	
07/03/04								0.20
11/03/04	1.57	2.22	2.80	3.79	4.19	5.20	4.78	

**Nota:** Los niveles topográficos detallados para los freatímetros 1 a 6 están expresados en metros y referidos al Cero Oficial.

**Tabla 2 : Distancia de Freatímetros respecto del Subdren**

Freatímetro Número	1	2	3	4	5	6
Distancia al Dren Subsuperficial	10.00	61.74	120.63	229.73	274.76	454.16

**Coliformía y Salinidad.** – La calidad del agua captada y bombeada por el sistema descrito, fue seguida semanalmente, debido al posible perjuicio que pudiere haber ocasionado en la calidad ambiental de la playa, puesto que el desagüe final hacia el mar, se realiza escurriendo sobre la zona de playa de uso recreativo. Además el balneario próximo a esta playa, no posee sistema colectivo de saneamiento con captación, alejamiento y tratamiento de líquidos residuales. Y a pesar de que la reglamentación existente, no permite la infiltración de dichos líquidos residuales, en los hechos esta se efectúa contraviniendo la norma municipal. Por lo tanto, la napa freática que es interceptada por el sistema descrito de subdren y bombeo, podría estar haciendo aflorar una contaminación del subsuelo inmediato y conducirla sobre la zona de playas de intenso uso recreativo turístico. El parámetro elegido para evaluar este

fenómeno fue Coliformes Fecales, en el líquido bombeado por el sistema, y presentó valores que promedian las 10 UFC/100ml (Unidades Formadoras de Colonias por cada 100 mililitros), que representa un valor de excelencia para aguas de uso recreativo. Por su lado, la salinidad tuvo un máximo de 19,3 mg/lit, para un solo día; estando en la mayoría de los casos ubicado en 1 mg/lit. Este valor complementado, con el hecho de no haberse evidenciado impacto negativo alguno en el balneario, indica que no se produjo ingreso de cuña salina en el agua del subsuelo inmediato (freático).

**Niveles Topográficos de la superficie de arena de la Playa.** – Previo a la construcción del sistema, en marzo/2003 fueron realizados 17 perfiles topográficos transversales a la costa y dos paralelos a la misma (utilizando equipamiento de topógrafo de Estación Total), repitiéndose dichas observaciones en el mes de marzo/2004. De ambas registros surge una ganancia (elevación) general de la zona de playas de 3500 m<sup>3</sup>, que distribuidos en los 500 metros de longitud del dren y en un ancho de 50 metros (transversal a la costa) ya que los mayores desniveles se ubican en la mitad de la playa más alejada del agua, representan una elevación media de 14 centímetros. Este resultado, no era esperado, ignorándose si puede ser atribuido al funcionamiento del subdren y bombeo, o a un fenómeno estacional.

**Reacción de los usuarios de la Playa ante el desagüe concentrado al mar.** – La intercepción, captación y bombeo del sistema descrito, significó modificar el comportamiento final de la freática en su desagüe hacia el mar. Mientras no funcionó el sistema subdren y bombeo, la freática afloraba sobre la superficie de playa y desaguaba toda distribuida a lo largo de la misma. Al funcionar el nuevo sistema, se concentró este desagüe en un único punto (central en los 500 metros), constituyendo un cañadón que de pronto irrumpía en la zona de playa y recreación. Este hecho fue percibido como una barrera ante las caminatas a lo largo de la costa, por lo cual debió ser modificado el horario de funcionamiento del bombeo, concentrándolo en aquellos momentos de menor uso recreativo de la playa, fundamentalmente en el horario nocturno. Luego de esta determinación, se evaluaron los resultados en la velocidad de desecación de la arena de la playa, los cuales se mantuvieron en los niveles esperados; pudiendo cumplir con los requerimientos hidráulicos buscados sin impactar negativamente en el uso del recurso recreativo costero.

**Percepción de los usuarios de la Playa.** – A los efectos de evaluar la percepción económica y social de la calidad de la Playa de Portezuelo, luego de puesto en funcionamiento el subdren y bombeo, se efectuaron una serie de encuestas y se aplicaron técnicas específicas para determinar la valoración económica de la preservación y/o conservación de la playa, en tanto constituye un bien y servicio ambiental (Gorfinkiel y Sención, 2004). De dicho trabajo se puede inferir, que la mejora de la calidad de la playa es una decisión bien vista por los usuarios, y que además genera un mayor disfrute de la playa y un beneficio de la zona posiblemente a partir de una mayor afluencia en la época de verano.

**Dinamización de la Participación Comunitaria.** – Los resultados arriba expuestos, han reforzado la confianza hacia el proceso de trabajo conjunto de la Administración Pública (Intendencia) con la Comunidad (Unión Vecinal):

**Costos de inversión y operación.** – El sistema descrito de subdren con bombeo, incluyendo el suministro de equipos, su colocación y puesta en funcionamiento, fue contratado por Licitación Pública, con un precio para la Intendencia de U\$S 60.000 aproximadamente. Por lo que el valor unitario de inversión inicial es de U\$S 120 por metro de playa atendida. Para la determinación del costo de operación en un año, se informa que el consumo de energía eléctrica es de 500 KWh/mes = 6.000 kwh/año, que representan un costo de U\$S 840/año.

## **CONCLUSIONES DE LA PRIMERA EXPERIENCIA – 500 metros de dren**

**Desecación de arenas.** – Como primera conclusión obtenida debe mencionarse que el sistema ha respondido con éxito a nuestras expectativas, eliminando claramente los encharcamientos molestos, la formación de coágulos amarrados, y promoviendo un aumento

en la desecación de arenas. Adicionalmente se ha mejorado la calidad ambiental del balneario contiguo, evitando el esporádico afloramiento de la napa freática en dicha zona urbana.

**Desarrollo Sustentable y Planificación Ambiental.** – Como segunda conclusión, ha quedado de manifiesto la importancia del trabajo conjunto entre los sectores político – comunitario – técnico, para la adecuada concepción de soluciones sustentables tanto desde el punto de vista ambiental como social. La potenciación de la participación comunitaria, con un acuerdo sobre el pago de la mejora ambiental obtenida y su reutilización en la planificación estratégica del desarrollo de la zona, constituye un logro adicional nada despreciable.

### **RESULTADO FINAL**

Luego de los buenos resultados ya descriptos, la Intendencia decidió extender la construcción del dren subsuperficial costero en otros 1.500 metros, que se encuentran actualmente en operación. Los resultados favorables se volvieron a constatar.

En la actualidad, nos proponemos realizar una tercera etapa, con la construcción de otros 500 metros de dren.

### **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

Gorfinkiel D., Sención G.(2004) Informe Preliminar; *Percepción Económica y Social de la Calidad de la Playa de Portezuelo*, Ecoplata – Intendencia Municipal de Maldonado.

**Ing. Jorge Hourcade**  
**Director de División Ingeniería Sanitaria y Ambiental**  
**Intendencia Municipal de Maldonado**

Teléfono : 042 23 22 11

Correo Electrónico: [imsanita@gmail.com](mailto:imsanita@gmail.com)