



Relleno de playa en Honu Beach (Mar del Plata, Argentina)

Beach fill experience in Honu Beach (Mar del Plata, Argentina)

Bértola, Germán R.^{1,2} ✉ - del Río, J. Luis¹ - Farenga, Marcelo¹

Recibido: 01 de octubre de 2016 • Aceptado: 02 de diciembre de 2016

Resumen

En la provincia de Buenos Aires se verifican procesos puntuales de erosión de playas de origen multicausal. Entre ellos, sobresalen la insuficiente cantidad de arena aportada naturalmente por los agentes de sedimentación o el impacto de tormentas, a los que se suman fenómenos de origen antrópico como desarrollos urbanos, instalación de espigones, forestaciones y eliminación de dunas.

Las costas de la ciudad de Mar del Plata se encuentran bajo un continuo proceso erosivo desde los '80. En vista a ello, se han ensayado una variedad de soluciones duras y blandas, con resultados diversos. Una de las soluciones fue la recuperación de playas mediante relleno, pero la fuente del material de préstamo debe cumplir con condiciones específicas para ser considerado apto. Estudios realizados en la zona de la plataforma evidenciaron que no existen fuentes cercanas de arenas en la cantidad y calidad necesarias.

El objetivo del presente trabajo fue el análisis evolutivo de la geomorfología y sedimentología de la playa del Balneario Honu Beach (38°05'21,60"S-57°32'30,94"O), antes, durante y después del relleno, empleando arenas de trituración cuarcíticas producidas en canteras de áridos de la región. Para ello se realizó un monitoreo periódico mediante relevamientos topoaltimétricos y muestreos de arena superficial. Los resultados permitieron apreciar que la playa producida con arena de trituración presentó una mayor firmeza y estabilidad relativa que la playa de arena natural que no fuera objeto de alimentación. El 98% de la arena de relleno se perdió a lo largo del año que duró el monitoreo y tras diecinueve meses, ya se había perdido el 100% de la arena oportunamente rellenada.

Palabras Clave: Relleno - Playas - Costas - Argentina.

Abstract

In the province of Buenos Aires there are specific processes of erosion of beaches by multicausal origin. Among them, the insufficient amount of sand naturally contributed by sedimentation agents or the impact of storms, to which are added phenomena of anthropic origin such as urban development, installation of breakwaters, forestation and dune removal.

1. Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario (UNMdP - CIC)
C.C. 722 - Correo Central - (7600) Mar del Plata

✉ gbertola@mdp.edu.ar

2. IIMyC (CONICET)

The coast of the city of Mar del Plata is under a continuous erosion process since the '80s. In view of this, a variety of hard and soft solutions have been tested, with varying results. One of the solutions was the recovery of beaches through padding, but the source of the loan material must meet very specific conditions to be considered. Studies carried out in the area of the platform showed that there are no nearby sources of sand in the quantity and quality required.

The objective of the present work was the evolutionary analysis of the geomorphology and sedimentology of the Beach of Honu Beach ($38^{\circ}05'21.60''S-57^{\circ}32'30.94''W$), before, during and after the filling, using sands from triturated quartzite produced in arid quarries of the region. For this purpose, a periodic monitoring was carried out through topoaltimetric surveys and surface sand sampling. The results enable to appreciate that the beach produced with crushing sand presented a greater firmness and relative stability than the beach of natural sand, that was not object of feeding. The 98% of the filling sand was lost during the monitoring year and after nineteen months, the 100% of the sand had been lost.

Keywords: Refill - Beaches - Costs - Argentina.

INTRODUCCIÓN

El Balneario Honu Beach (Figura 1), inició sus actividades en el verano 2005/2006 con una orientación hacia un turismo estable que garantiza la excelencia y sostenibilidad de su servicio. El emprendimiento turístico se basa en el alquiler de carpas, palapas y guarums, servicio de estacionamiento, vestuarios, gimnasio, pileta y gastronomía. Dadas las características peculiares de las olas del sector, se han desarrollado también actividades deportivas náuticas asociadas a olas (surf, paddle surf, kayak) y una colonia de vacaciones orientada al surf como deporte principal.

Las playas del sector donde se encuentra emplazado el Balneario Honu Beach, en los últimos años han verificado un agudo proceso erosivo que afectaron principalmente la playa frontal, generando escarpas de casi un metro de altura debido a fenómenos de tormenta episódicos. La fijación de las dunas costeras que se desarrollaban en la zona del Faro Mar del Plata (y que hoy forman parte del complejo Mar del Plata Aquarium, al sur del Balneario objeto del estudio), generó una disminución de las arenas de transporte eólico y posteriormente forzó a la protección del resto de las dunas, mediante un rompeolas o pedraplén en la base de las mismas, con la consiguiente disminución de la arena transportable por la deriva. Donde en el año 2009 hubo sombrillas, en el 2012 ya existía una estructura de piedra para contener la erosión. Este proceso erosivo se evidenciaba en la playa, como se aprecia en la Figura 2.

Tomando en consideración estas limitaciones, se propuso la realización de un proyecto a escala piloto de alimentación de playas con arenas de trituración cuarcíticas producidas en canteras de áridos, ubicadas a unos 10 km del balneario.

ANTECEDENTES

Como se comentó previamente, Mar del Plata se encuentra bajo un proceso erosivo desde la década de 1920. *Schnack y colaboradores (1983)*, verificaron en el lapso 1970-1983, un retroceso general de la línea de costa con valores máximos de hasta 5 m/año. *Ferrante y Alvarez (1999)* registraron una media anual de retroceso de 0,25 m/año entre 1988 y 1992 que se incrementó a 0,75 m/año entre 1992 y 1998, en tanto que *Isla y colaboradores (2011)* registraron una erosión de entre 0,25 a 4 m/año.

Para enfrentar el problema erosivo, se han ensayado a lo largo del tiempo múltiples y variadas tecnologías a lo largo de la costa de Mar del Plata. Los sistemas de control de erosión suelen dividirse en estructurales (obras duras) y no estructurales

(obras blandas). Los primeros incluyen construcciones paralelas a la línea de costa (paredones, rompeolas sumergidos y semisumergidos) o perpendiculares a ella (espigones y escolleras). Los segundos se basan en la provisión artificial de material sedimentario adicional al aportado por los agentes naturales a la costa.

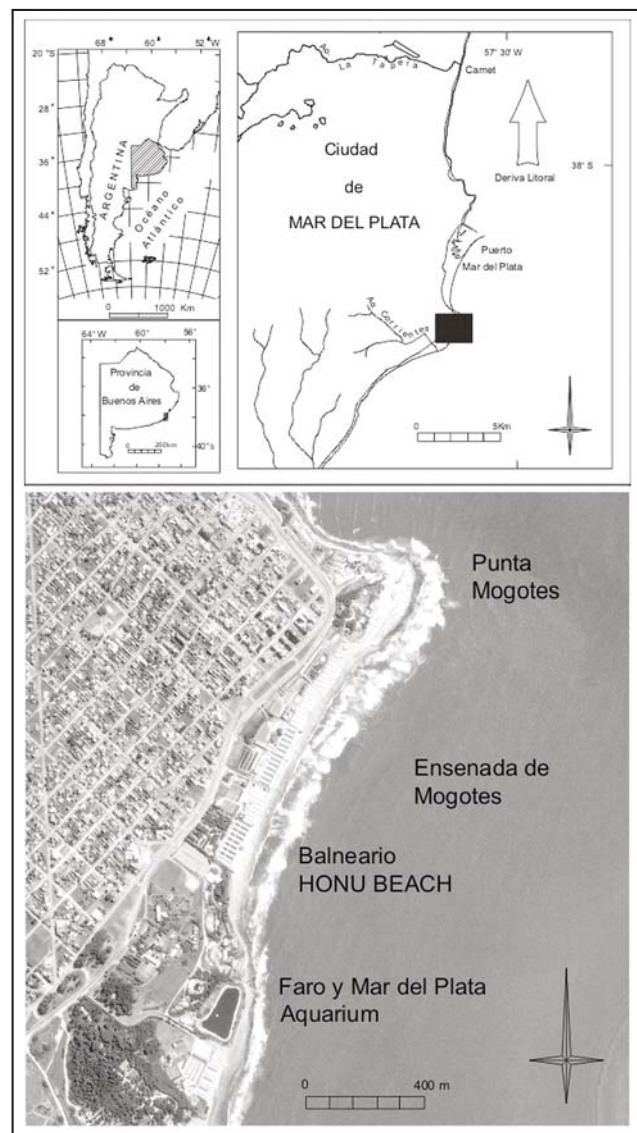


Figura 1. Ubicación del Balneario Honu Beach.

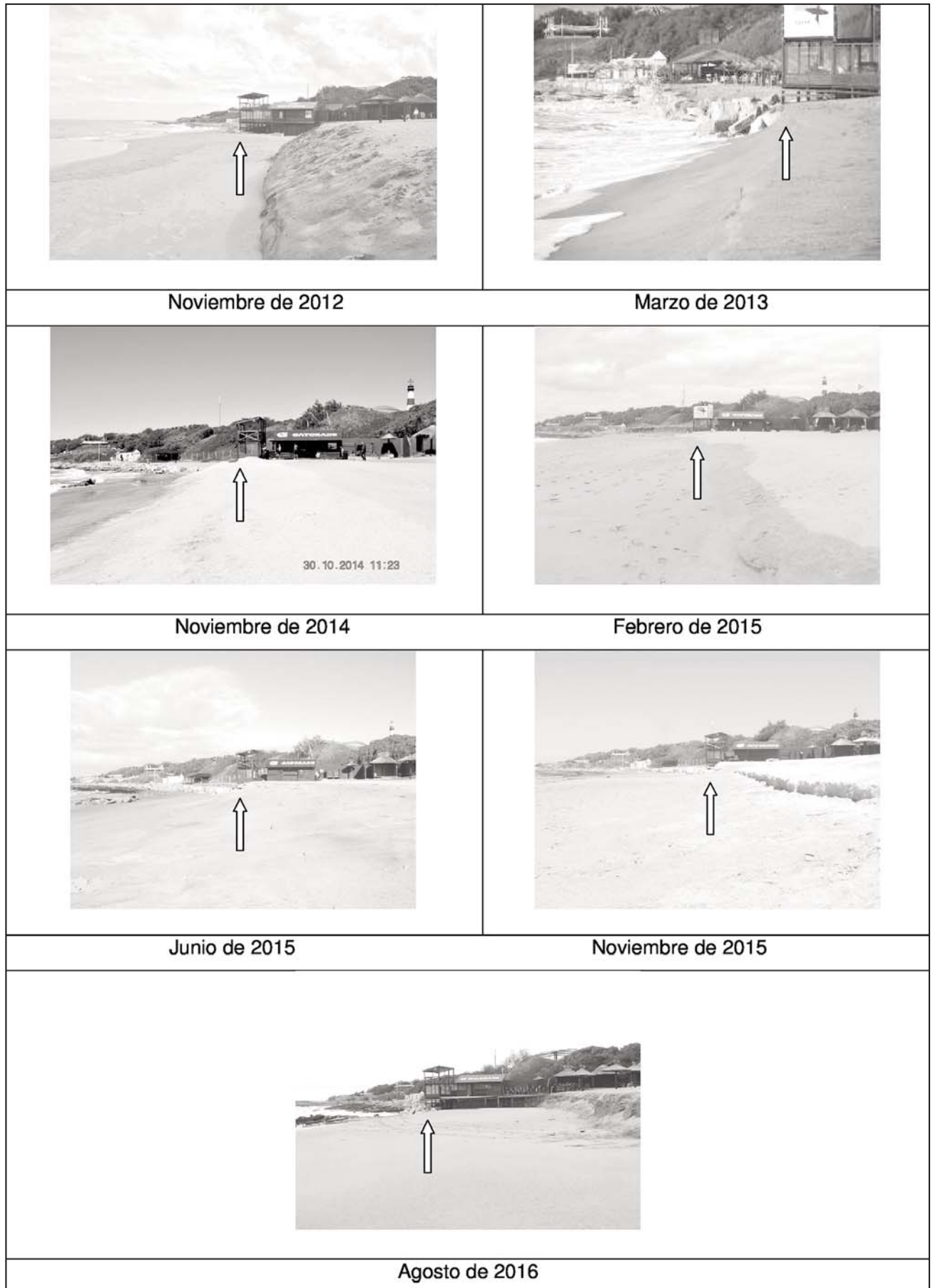


Figura 2. Fotos de la playa frontal de Honu Beach. Se indica un punto fijo sobre el balneario, a modo comparativo de la evolución de la playa. El relleno se realizó en noviembre del 2014.

Este método se ha destacado por su flexibilidad, armonía con la naturaleza y menores costos relativos que los sistemas estructurales (*Delft Hydraulics Laboratory, 1987*). Para los métodos no estructurales, generalmente se utilizan arenas de fuentes marinas o continentales próximas para la alimentación de playas. Pero el uso de las fuentes naturales se encuentra con la limitación de su existencia o abundancia cuya explotación pueden agudizar la erosión regional, y como se comentara, estudios realizados en la zona de la plataforma cercana a Mar del Plata (*Isla, 2003; Isla et al., 2009*) evidencian que no existen fuentes de arenas en cantidad y calidad necesarias.

Por estas causas se han ensayado en la costa marplatense distintos dispositivos de control de erosión como sistemas de espigones (rectos, oblicuos, en "T" y en "J"), repoblamiento de playas céntricas a partir del dragado del banco del acceso al Puerto Mar del Plata (*Bértola, 2001*), pedraplenes, y más recientemente, rompeolas paralelos desvinculados (Figura 3).

A nivel mundial, son abundantes los trabajos sobre rellenos artificiales, pero cabe mencionar el realizado por *Leonard y colaboradores (1990)*, ya que analizaron más de 40 playas en EEUU y llegaron a la conclusión que el régimen de temporales es el factor más importante para la durabilidad de la playa, y que la densidad inicial del relleno ejerce una influencia significativa en el porcentaje del material que queda al cabo del primer año.

Honu Beach es una playa disipativa, con rango micro-mareal y olas de volteo, con una altura significativa media de 0,91 m, un máximo de 2,3 m y un período de ola de 9,5 s (*Bértola, 2006*). *Isla (1992)* concluyó que entre verano y otoño hay fenómenos acumulativos, mientras que durante invierno y primavera son erosivos.

Estudios realizados por *Isla (2003)* en la zona de la plataforma cercana a la costa de Mar del Plata y Miramar revelaron una escasez de arenas con condiciones aptas para el repoblamiento de playas. Este autor concluye que las arenas son demasiado finas en el sector de playa sumergida -hasta los 15 m de profundidad- y consecuentemente las descarta, ya que no resultarían económicamente aptas para repoblar las playas del sector analizado.

METODOLOGÍA

En noviembre del 2014, y en respuesta al proyecto a escala piloto de alimentación de la playa del Balneario Honu Beach, se procedió al vertido de arenas de trituración de rocas cuarcíticas. La misma provino de un proceso de trituración selectivo, lavado y extracción de finos (limos y arcillas) de ortocuarcitas de la Formación Balcarce (*Dalla Salda e Iñiguez, 1979*) de la zona minera de Batán-Chapdmalal. Estos autores caracterizan las rocas, indicando que son arenas líticas de cuarzo dominante (superior al 95%), con alta uniformidad en calidad petrográfica y mineralógica, clastos angulosos a subangulosos y una granulometría correspondiente a arenas gruesas a sábulo, de tipo polimodal con pobre selección.

Se realizó un análisis granulométrico y morfométrico de las arenas naturales de esta playa, de las empleadas en el relleno (arenas de trituración lavadas y procesadas) y de la playa, a cuatro y siete meses de haber realizado la obra. En todos los casos las muestras fueron ubicadas con GPS (+ 3 m), cuarteadas, tamizadas y analizadas (*Carver, 1971*). Finalmente fueron procesadas con el software Gradistat® (*Blott y Pye, 2001*). De las muestras empleadas de relleno, se realizó además, un

relevamiento de 50 individuos por fracción, de donde se extrajeron valores máximos y promedios mediante lupa binocular. La forma se obtuvo según *Zingg (1935)*, la redondez según la cartilla de *Powers (1982)*, y la esfericidad mediante cálculo de *Sneed y Folk (1958)*.

El relleno fue realizado en noviembre del 2014, ubicando la arena de trituración procesada directamente sobre el sector de playa donde el material era necesario. Estas actividades consistieron en el transporte terrestre de 1.200 toneladas de arena triturada desde el yacimiento hasta la playa Honu Beach. Dado el carácter experimental de la presente aplicación, se seleccionó una zona acotada en su sector sur (Figura 4).

Para estimar el tiempo de residencia de la arena de relleno y la factibilidad de la misma, se aplicó la metodología propuesta por *James (1975)* usando los valores de media y desvío estándar de la distribución granulométrica del ambiente de playa distal y frontal, en relación con el material de aporte. Los valores obtenidos fueron compatibles con una baja pérdida y baja tasa de reposición (*Leggiero et al., 2014*).

El área rellenada se ubicó en la playa frontal, entre la línea de alta marea de sicigias, hasta la orilla en bajamar. Lateralmente se extendió desde el Bar de Playa hasta la Escuela de Surf (Figura 4). El material fue dispuesto mediante pala frontal y ubicado en un frente de 80 m. Posteriormente fue alisada y rastrillada, mezclándose los primeros 10 cm superiores con parte de la arena natural.

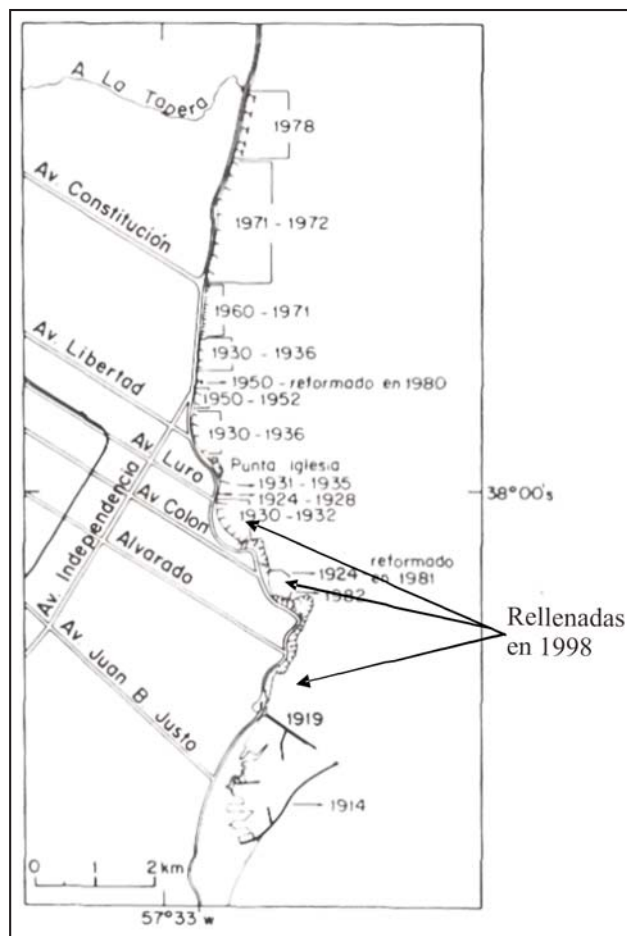


Figura 3. Fechas de construcción de las principales defensas costeras en Mar del Plata y relleno con arenas del banco del Puerto (modificado de Schnack et al., 1983).

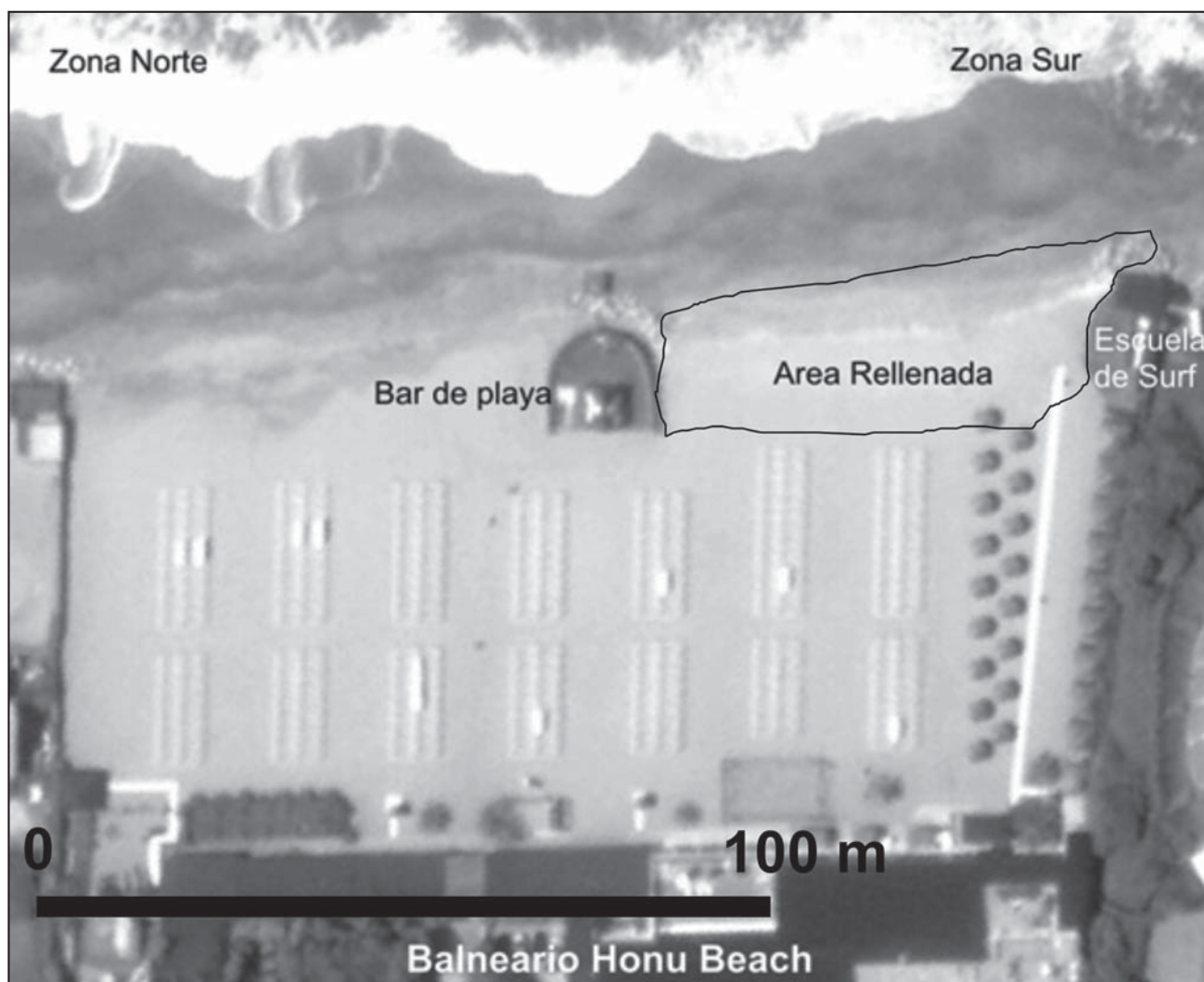


Figura 4. Balneario Honu Beach. Instalaciones y área de relleno.

Los estudios planialtimétricos fueron realizados mediante Estación Total Leica TC403L desde un punto georeferenciado y perfiles equidistantes, permitiendo reconocer áreas de estabilidad y áreas de mayor movilidad sedimentaria.

RESULTADOS

Mediante comparación de fotos y visitas al balneario que cubren un lapso de tres años, en Honu Beach se viene registrando un importante proceso de erosión costera. Esto implica una merma ostensible y tendencial de la cantidad de arena depositada en el sector de playa (tanto en la frontal como en la distal). Es el resultado directo de cambios negativos (o disminución) en el aporte y estabilidad de los sedimentos disponibles ante los agentes sedimentarios dominantes. Lo que no se registró en ese lapso, es retroceso de la línea de costa.

La morfología de esta playa presentaba originalmente un amplio desarrollo de la playa distal de más de 80 m de arenas gruesas a medianas, y una playa frontal con una pendiente de 10% y extensión del orden de los 25 a 30 m. Existían bermas bien desarrolladas a expensas de la acreción de barras intermareales movilizadas en los meses de verano por las olas de la contraderiva del Noreste y el desarrollo de cuspidos (o cuspbach) con una longitud de onda de entre 15 y 30 m.

Muestras de arena naturales de la playa Honu Beach.

De las arenas naturales del Balneario Honu Beach se extrajeron 2 muestras el 19/04/2014 (Tabla 1). Ambas eran unimodales, con predominio de la fracción arena mediana (en la playa frontal) y gruesa (en la playa distal). La de Playa Distal (coincidente con S1) poseía una media situada en 1,1 phi y desvío estándar en 1,01 -pobre selección-. Con respecto a su asimetría y curtosis, la distribución fue casi simétrica y leptocúrtica. Aproximadamente un 3,5% correspondió a sedimentos gruesos (-1,5 phi), en su mayor parte formados por restos angulosos de conchillas. La de Playa Frontal (coincidente con S5) estaba ubicada por debajo de una pequeña escarpa de erosión (Figura 2), sus arenas eran mucho más finas, con una media en 3 phi, buena selección (0,37), asimetría negativa y muy leptocúrticas.

Muestreo de arena de trituración empleada como relleno.

Se obtuvieron dos muestras el 18/11/2014. La RM1 de la pila de acopio de la Cantera La Florida, perteneciente a Canteras Yaraví S.A. (la arena que se empleó en la experiencia), y la RM2 de la playa, una vez que el camión arrojó la arena en el balneario y fue distribuida mediante pala frontal (Figura 6). Se observó que se incorporaron a la playa aproximadamente un

65% de psamitas, 33% de psefitas y un 1% de pelitas. El material era bimodal, con sus modas principales en arena muy gruesa y arena mediana (Tabla 1).

Los análisis de forma, esfericidad y redondez, permitieron evidenciar lo siguiente, según la fracción:

-1 Phi (2 mm): Clastos de ortocuarcita de hasta 9 mm en su eje A, 4 mm en su eje B y 2 mm en su eje C. (promedio A= 3 mm, B= 3 mm y C= 1 mm). Los mayores son laminares y los promedio son oblados. Los clastos son subangulares a angulares. La esfericidad máxima de proyección es 0,47. Presencia de un 98% de ortocuarcita y un 2% de cuarzo transparente. La ortocuarcita posee cemento silíceo blanco (80%), amarillento (8%) y rojizo (12%).

0 Phi (1 mm): Clastos de ortocuarcita de hasta 4 mm en su eje A, 2 mm en su eje B y 1 mm en su eje C (promedio A= 2 mm, B= 1 mm y C= 0,5 mm). Los mayores y promedio son laminares. Los clastos son subangulares a subredondeados. La esfericidad máxima de proyección es 0,5. Presencia de un 99% de ortocuarcita y un 1% de cuarzo transparente. La ortocuarcita posee cemento silíceo blanco (80%), amarillento (4%) y rojizo (16%).

1 Phi: Clastos de ortocuarcita de arena gruesa (aprox. 0,5 mm). Presencia de un 20% de ortocuarcita y un 80% de cuarzo transparente. La ortocuarcita posee cemento silíceo blanco (90%), amarillento (6%) y rojizo (4%). Los clastos son subangulares a redondeados.

2 Phi: Clastos de ortocuarcita de arena mediana (aprox. 0,25 mm). Presencia de un 98% de cuarzo transparente, 1% de ortocuarcita y 1% de arcillas. El cuarzo y la ortocuarcita son blanquecinos, con tonos amarillentos. Los clastos son subangulares.

3 Phi: Clastos de arena fina (aprox. 0,125 mm). Presencia de un 99% de cuarzo y un 1% de otros clastos oscuros. Los clastos son blancos (80%) a transparentes, y subangulares.

4 Phi: Clastos de arena muy fina (hasta 0,062 mm). Presencia de un 99% de cuarzo blanco a transparente, subangulares a subredondeados, y un 1% de otros clastos oscuros.

Muestreo diacrónico de arena de la playa: 4 y 7 meses después de la alimentación con la arena de trituración.

Se obtuvieron 4 muestras el 31/03/2015 (Figura 5). Las mismas fueron extraídas en orden consecutivo desde la playa distal media (1) hasta la playa frontal inferior (4).

Las muestras 1 y 2 tenían una selección pobre. Si bien predominaba la arena mediana y fina, también había porcentajes significativos de arena gruesa y muy gruesa. La media de ambas muestras fue de 0,519 mm. Las muestras 3 y 4 presentaban una selección moderada, perteneciendo los mayores porcentajes a la arena mediana y fina. La media de ambas muestras fue de 0,253 mm (Tabla 1).

El análisis comparativo cuatro meses después de la alimentación, y con respecto a la playa distal, se aprecia una mayor cantidad de sedimentos gruesos, por lo que se deduce que se produjo mezcla de arena natural con arena de relleno. En relación a la playa frontal, también existieron modificaciones: si bien siguen siendo arenas finas las predominantes, hay presencia de sedimentos de mayor diámetro. Se deduce que también aquí se produjo el aporte de la arena artificial en la playa frontal. Se observó que las pelitas se lavaron entre un 40 a 60%, y que la arena artificial se integró de una manera aceptable al ambiente.

Durante el 18/06/2015, se obtuvieron 8 muestras (Figura 5). La Norte, Centro y Sur sobre la playa frontal superior, y la S1 a S5 consecutivamente desde la playa frontal superior hasta la playa distal inferior.

Las muestras del Sur, Centro y Norte evidenciaron un tamaño de sedimento que aumenta hacia el sector norte de la playa. Todas poseían una selección moderadamente buena y eran mesocúrticas. La asimetría fue negativa en la Sur y Centro (indicando una mezcla de arenas naturales y de relleno), y casi simétrica en la Norte (Tabla 1).

Tabla 1. Valores estadísticos de las muestras recolectadas. Para su ubicación, ver Figura 5.

Muestra	P. Distal	P. Frontal	RM1	RM2	1	2	3	4	Norte	Centro	Sur	S1	S2	S3	S4	S5
Fecha de extracción	12/09/2014	18/11/2014	31/03/2015				18/06/2015									
Media (Phi)	1,10	3,00	0,15	0,18	1,10	0,80	0,99	2,03	1,84	1,96	1,99	1,62	0,51	0,73	1,79	1,45
Mediana (Phi)	1,00	2,87	0,10	0,25	1,20	1,20	1,90	2,10	1,87	2,03	2,07	1,72	0,79	1,05	1,76	1,51
Desvío Estándar	1,01	0,37	1,77	1,72	1,30	1,56	0,52	0,54	0,58	0,58	0,68	1,01	1,67	1,65	0,805	0,93
Asimetría	-0,02	-0,21	0,06	-0,03	-0,23	-0,32	0,11	-0,15	-0,06	-0,13	-0,22	-0,33	-0,20	-0,25	-0,03	-0,14
Curtois	1,40	2,50	0,64	0,63	1,101	0,913	0,937	0,729	0,96	0,98	1,07	1,66	0,75	0,87	1,05	1,11
% Psefitas	3,50	0,00	33,85	33,30	9,90	16,33	0,74	0,00	0,20	0,00	0,10	6,60	24,70	19,20	2,80	2,70
% Psamitas	96,50	100,00	65,06	65,96	89,94	83,26	99,23	99,97	99,80	100,00	99,90	93,10	74,70	79,80	96,60	97,10
% Pelitas	0,00	0,00	1,09	0,74	0,16	0,41	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	0,30	0,60	1,00	0,60	0,20
% Arena Muy Gruesa	22,02	0,00	18,71	16,84	11,18	12,69	0,90	0,16	0,50	0,50	1,10	3,60	11,70	12,60	1,10	5,40
% Arena Gruesa	24,31	3,10	13,31	10,72	19,16	15,12	1,39	2,85	5,10	4,50	6,70	7,70	17,30	16,50	9,80	18,20
% Arena Mediana	35,06	43,10	17,98	21,86	37,00	31,03	51,64	42,98	51,90	43,10	37,00	47,40	26,70	28,20	46,70	44,50
% Arena Fina	10,80	51,00	11,77	13,85	21,10	21,73	44,38	51,03	41,40	50,10	53,00	32,80	16,20	18,80	34,50	27,40
% Arena Muy Fina	4,31	2,80	3,29	2,69	1,50	2,69	0,92	2,95	0,90	1,80	2,10	1,60	2,80	3,70	4,50	1,60

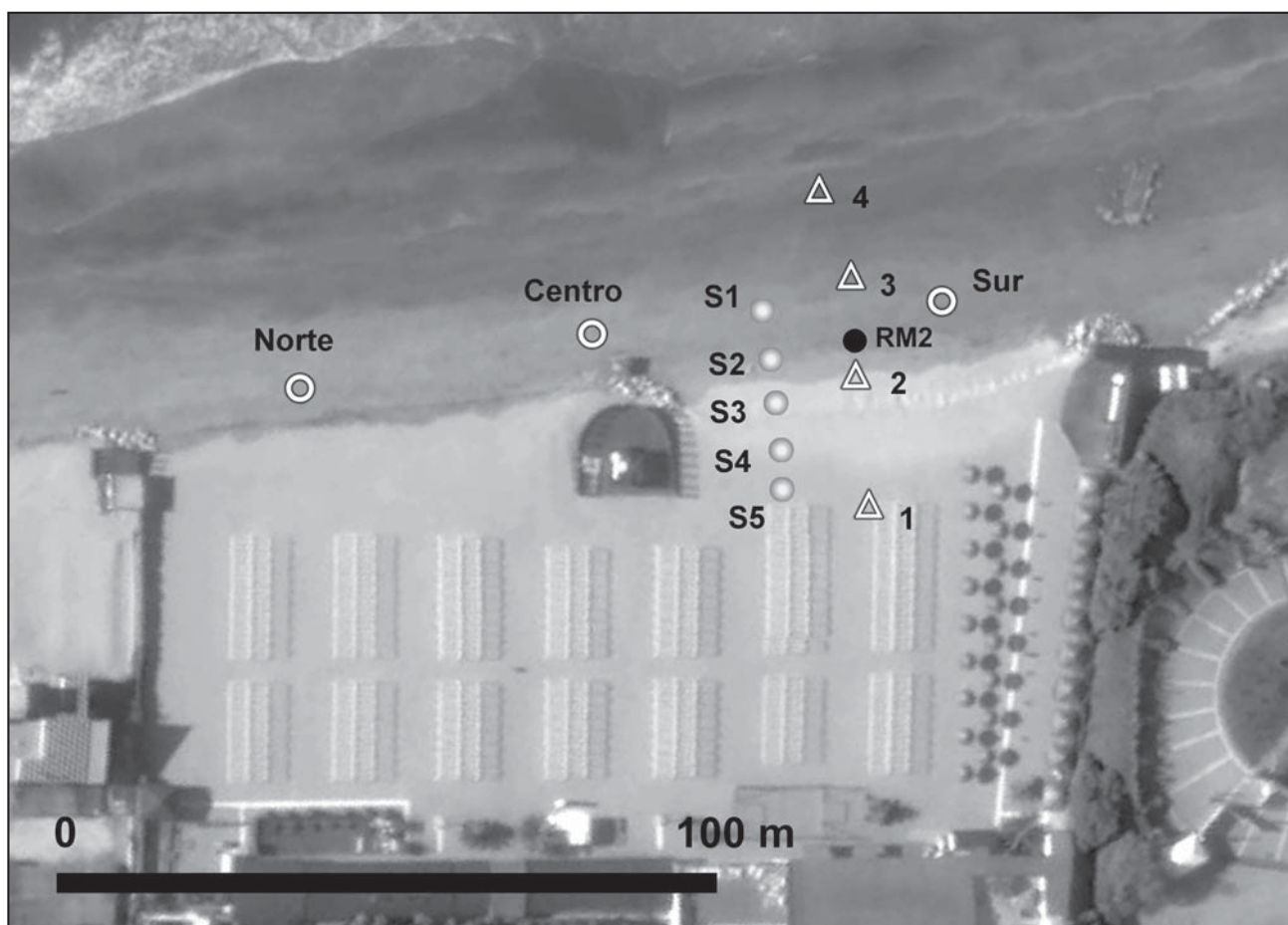


Figura 5. Ubicación de las muestras RM2, 1, 2, 3 y 4, Norte, Centro, Sur y S1, S2, S3, S4 y S5.

Se observó, en concordancia con cambios en la morfología de playa, que se perdió casi un 20% de la arena gruesa original, que presumiblemente fue transportada hacia el norte. Por otro lado se ha incorporado un 3% de arena gruesa natural, hasta un 10% de arena mediana desde la playa distal natural y un 5% de arena fina. La arena muy fina permaneció en una proporción casi igual a la original.

Las muestras S (1 a 5) evidenciaron un aumento del tamaño de grano hacia la S2 y S3 (que coinciden con la escarpa de playa), y fueron más finas hacia la playa distal y hacia la orilla. Las S5 y S4 (de la playa distal) arrojaron una mejor selección que las restantes, que es pobre. Finalmente la asimetría va aumentando desde la playa distal hacia el mar, pasando de negativa a muy negativa en la playa frontal.

El análisis comparativo siete meses después de la alimentación, evidencia dos hechos concretos: la arena de relleno que se fue erosionando de la zona sur, ha ido migrando siguiendo la deriva litoral hacia la zona norte, área que no fue rellenada anteriormente, y modificando parcialmente su naturaleza granulométrica. Con respecto al eje transversal playa distal a playa frontal, se apreció la formación de un núcleo de sedimentos gruesos, estable, que conformó una escarpa de playa, y una migración de las partículas que se erosionaron, hacia los niveles topográficamente inferiores, con mezcla de arena natural/alimentación. La arena de relleno formó un núcleo más resistente

que la arena natural, debido principalmente a su textura y formato subanguloso, que permite un empaquetamiento mecánicamente más estable de las partículas.

Morfología de la playa

Los estudios planialtimétricos permitieron reconocer áreas de estabilidad y áreas de mayor movilidad sedimentaria (Figura 6). El sector sur de Honu Beach está ubicado a pocos metros de afloramientos de ortocuarzitas de Punta Canteras y las dunas fijadas en la zona del Faro, por lo que su configuración estará ligada a ese accidente geográfico y la acción antrópica. Analizando las variaciones en la playa, se apreció que desde que la misma fue rellenada, alcanzó su máximo desarrollo al fin del verano (marzo del 2015), con un volumen 10% mayor de arena que antes de la alimentación.

Un hecho a considerar, muy importante, es que mediante el relleno se ha logrado modificar el perfil original (y natural) de la playa, pero no así el clima de olas que sigue su incesante ataque sobre la costa. Efectivamente, luego de marzo del 2015, el volumen de arena de la playa empieza nuevamente a perderse, alcanzando los niveles más críticos a fin del invierno, en septiembre del 2015. Aun así, para el último relevamiento (noviembre del 2015) aún quedaba un 2% más de arena que antes del relleno. Ya para el 2016 (19 meses del relleno) había desaparecido toda la arena artificialmente aportada.

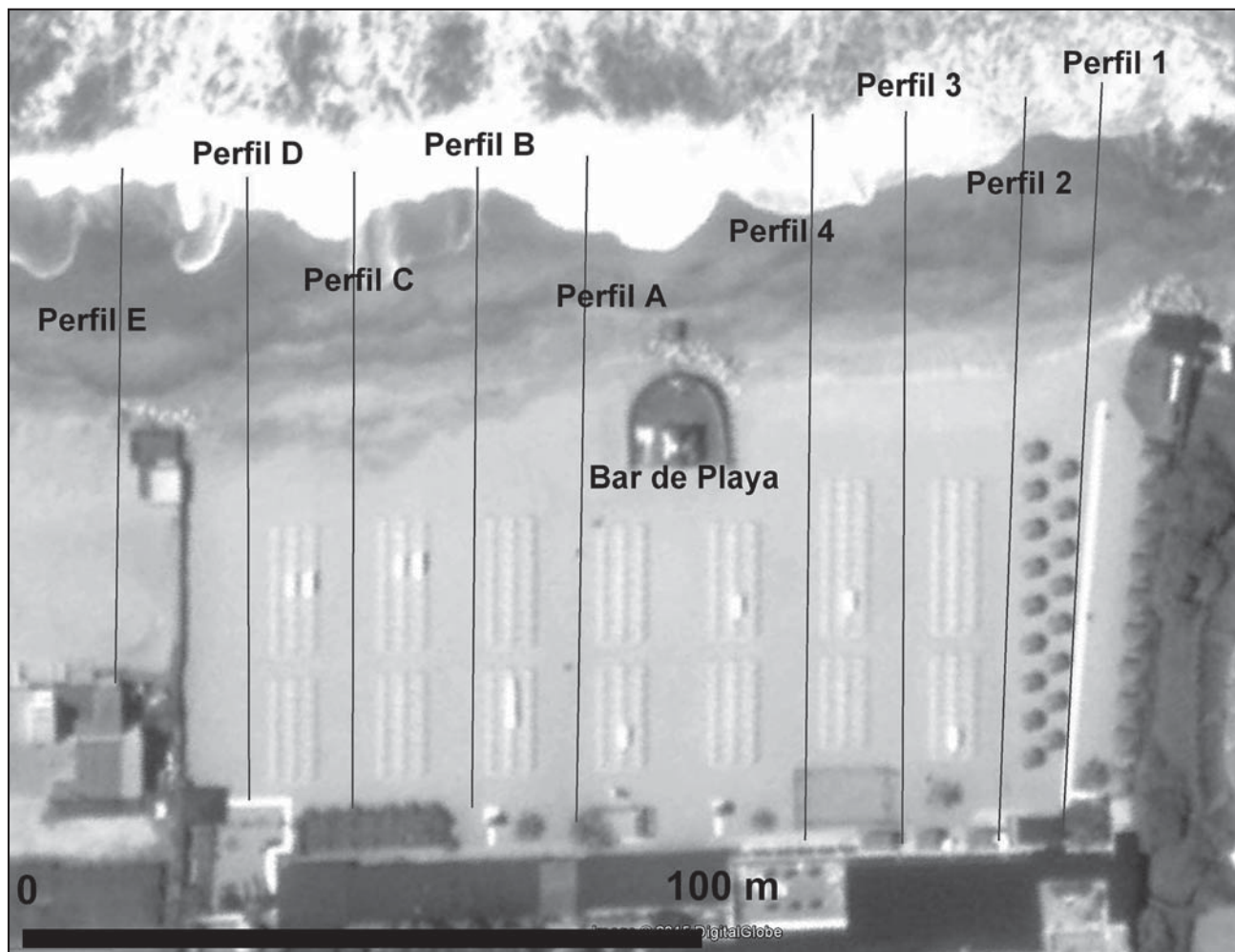


Figura 6. Ubicación de los perfiles confeccionados para evaluar balances.

La playa frontal y la cresta de berma fueron las morfologías que más se modificaron a lo largo de los relevamientos. En el total de longitud de playa, un 70% pertenece a playa distal y un 30% a frontal, porcentajes que han ido variando a lo largo del tiempo.

Si tomamos como punto de partida las construcciones balnearias (Figura 7), las mayores variabilidades se dieron a partir de los 74 m del comienzo de los perfiles para los perfiles analizados en el sector rellenado. Pero en las zonas que no fueron alcanzadas por la obra de alimentación (sector norte de Honu Beach, perfiles A hasta el E) estos cambios se evidenciaron a 62 m del comienzo de los perfiles.

En promedio, el balneario posee un área de arena utilizable (sin considerar construcciones o estructuras fijas) de aproximadamente 1,6 hectáreas. Antes del relleno era de 1,53 has, llegó a tener 1,8 has (2 meses después), 1,7 has (7 meses después) y 1,5 has (agosto del 2016).

Antes del relleno, la pendiente de la playa total (desde las construcciones balnearias hasta el mar), era de aproximadamente un 6,1% para todos los perfiles. Específicamente la playa frontal poseía una pendiente de un 10,5% (perfiles 1 a 4) y 8,2% (perfiles A a E). Posteriormente al relleno, la pendiente total disminuyó en los perfiles 1 a 4, a un 5,5%, y la pendiente de la playa frontal disminuyó a 9,5%, en esos mismos perfiles. No se registraron cambios en la pendiente de los perfiles A al E después del relleno.

Entre la playa frontal y distal hay, para agosto del 2016, una escarpa de erosión de casi 1,8 m, morfología que empezó a aparecer en julio del 2015 y continuó creciendo hasta su máxima expresión actual.

CONSIDERACIONES FINALES Y RECOMENDACIONES

El Shore Protection Manual enuncia que "...la distribución de tamaños naturalmente presentes en una playa estable, representa el estado de equilibrio dinámico entre el aporte y pérdida de materiales de cada tamaño. Las partículas más gruesas generalmente tienen un bajo aporte y una baja relación de pérdida; las partículas finas son usualmente más abundantes pero son rápidamente movidas a lo largo de la costa y a la zona offshore..." (*Coastal Engineering Research Center, 1984*). Esto significa que el material de préstamo deseable es aquel del mismo tamaño que el de la playa natural, con la salvedad que ese grano, que hoy puede estar presente en la playa puede ser erosionado y por ello, el depósito no ser estable. En consecuencia, algunos tamaños de grano presentes en el material de préstamo podrían no ser estables o deseables en el ambiente de playa.

La experiencia, si bien se ha realizado en una escala mínima en relación con el potencial de transporte y depositación del medio, permitiría abrir un espectro de posibilidades de actuación ante la erosión de playas, sustantivamente diferentes de las aplicadas hasta el momento en la región. Es un material novedoso y ambientalmente adecuado toda vez que, al cesar el

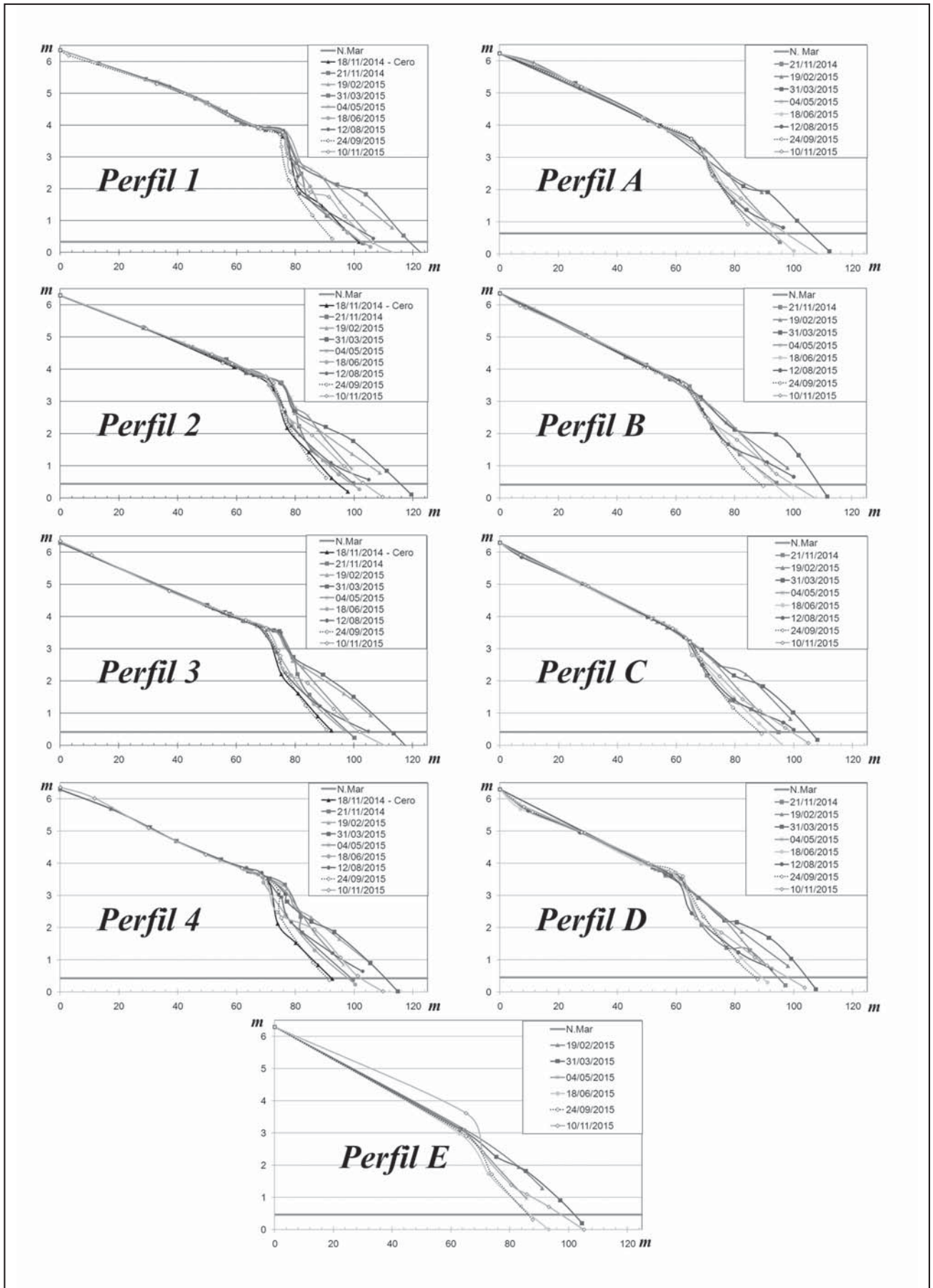


Figura 7. Perfiles de Playa en Honu Beach. La línea gris horizontal en cada uno de ellos, indica el nivel del mar promedio para cada perfil de todos los relevamientos.

aporte o alimentación, se incorpora sutilmente al ambiente costero sin generar efectos indeseables en las playas y por ende, compatible con la composición de las mismas.

El uso de arenas de trituración para la alimentación de playas fuertemente degradadas puede ser una solución o un importante paliativo del proceso de erosión. Además, es un aporte a la sustentabilidad ambiental, al dar utilidad pública a un recurso obtenido en el marco de la legislación minera y ambiental vigentes, cuya existencia y uso no implican la apertura de nuevos escenarios de explotación minera continental o submarina, y por ello, no genera nuevos impactos ambientales sobre los ambientes naturales provinciales. Esta aproximación metodológica no implica la transferencia o inducción de procesos erosivos aguas abajo de la deriva litoral.

De este modo, y como conclusiones del presente trabajo, surgen que:

1. Durante el año de monitoreo, se perdió un 98% de la arena rellenada. El material no se comportó en forma estable, como habría surgido del esquema de James (Leggiero et al., 2014).
2. El repoblamiento de playas es una alternativa aplicable en función a la disponibilidad y compatibilidad del material sedimentario del área de préstamo y de la playa natural a recuperar. Mediante el relleno se logra modificar el perfil original (y natural) de la playa, pero no así el clima de olas. La erosión no se detendrá, sólo es contenida por un tiempo.
3. En Mar del Plata, el material que puede ser empleado, existe en volúmenes importantes en canteras debidamente habilitadas y rigurosamente controladas en materia ambiental. De modo que la utilización de éstas arenas de trituración no incrementan los impactos ambientales ya declarados y aprobados por los órganos pertinentes. Incluso, su utilización puede en algunos casos disminuir estos stocks de arenas de trituración, disminuyendo los impactos visuales que los mismos generan en los paisajes periurbanos.
4. La calidad y aceptación del material puede ser mejorada en caso de efectuarse una mejor selección granulométrica en la cantera, más compatible con las arenas de playa natural. El material es susceptible de ser tamizado adecuadamente, desarrollándose una selección de arenas unimodales y con rangos acotados de tamaño.
5. Se espera que la utilización de las arenas de trituración generen playas de uso público estables, con bajas tasas de realimentación y con alto grado de amenidad. Es posible mejorar sustantivamente la apreciación por parte del público utilizando estas arenas de trituración mezcladas con arenas naturales, tal lo expresado por los usuarios y los propietarios de Honu Beach a mediados y fin del verano cuando el material dispuesto había incorporado parte de la arena natural.
6. Es posible mejorar el método de vertido, utilizando las arenas de trituración como un núcleo de material que sirva de base a una cobertura de arenas naturales. Quizás esta aplicación pueda realizarse con una geometría o diseños especial, que favorezcan incluso la retención de arenas transportadas naturalmente, retrasando así las pérdidas. Se recomienda en el caso de Honu Beach repetir el relleno en un lapso de dos años, ya que ese es el lapso en que la playa volvería a tener holgadamente las condiciones iniciales (pre-relleno) de volúmenes de arena sobre ella. Asimismo se recomienda realizar experiencias de relleno en volúmenes más compatibles con la dinámica costera local.

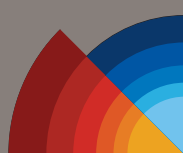
AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Empresa Canteras Yaraví S.A. y al Balneario Honu Beach por su apoyo económico y logístico. Al Arq. Javier Leggiero y al Sr. Gustavo Mondo por sus opiniones, sugerencias y críticas. Este trabajo está dedicado en memoria del Dr. "Eni" J. Schnack, de dos de sus discípulos y amigos.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- BÉRTOLA G., 2001.
21 years of morphological modifications in an urbanized beach (Playa Grande, Mar del Plata), Argentina.
Revista Thalassas (España) Vol. 17(2):21-36.
- BÉRTOLA G., 2006.
Morfodinámica de playas del sudeste de la provincia de Buenos Aires.
Latin American Journal on Sedimentology and Basin Analysis. Vol. 13(1):31-57.
- BLOTT S. Y PYE K., 2001.
GRADISTAT: a grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments.
Earth Surface Processes and Landforms 26, 1237-1248.
- CARVER R., 1971.
Procedures in Sedimentary Petrology.
John Wiley, New York, 653 pp.
- CIONCHI J., ALVAREZ J., DEL RÍO J. Y FERRANTE A., 1993.
El efecto antrópico en el retroceso de la línea de costa del Partido de General Pueyrredon (Provincia de Buenos Aires).
XII Congreso Geológico Argentino. Actas, Tomo VI:318-322.
- COASTAL ENGINEERING RESEARCH CENTER (CERC), 1984.
Shore Protection Manual. III edition. U. S.
Government Printing Office, Vol. 1 a 4. 2000 pp. Washington DC, USA.

- DALLA SALDA L. E IÑIGUEZ E., 1979.
"La Tinta", Precámbrico y Paleozoico de Buenos Aires.
VII Congreso Geológico Argentino. Actas I: 539-550.
- DELFT HIDRAULICS LABORATORY, 1987.
Manual on Artificial Beach Nourishment.
DHL, Delft, The Netherlands. 266 pp.
- DEL RÍO J., LEGGIERO J., BÉRTOLA G., MONDO G. Y FARENGA M., 2015.
Alimentación de playas con arenas de trituración cuarcíticas. Percepción de los usuarios (Honu Beach, Mar del Plata - Argentina).
Actas de la VII Conferencia Internacional de Manejo Integrado de Zonas Costeras. CARICOSTAS 2015, Santiago de Cuba. 12 pp.
- FERRANTE A. Y ALVAREZ J., 1999.
Quantification of the coastal marine erosion, between 1970-1998 on General Pueyrredon, Buenos Aires Province.
IVth Open Science Meeting, Loicz, Bahía Blanca, Argentina. Actas.
- ISLA F., 1992.
Balance Sedimentario y estacionalidad en 8 playas de Mar del Plata.
Revista Thalassas (España) Vol. 11:11-21.
- ISLA F., 2003.
Disponibilidad de arena para el refulado de las playas de Miramar y Chapadmalal, Argentina.
Revista de la Asociación Geológica Argentina Vol. 58(3):56-78.
- ISLA F., BÉRTOLA G., MERLOTTO A., FERRANTE A. Y CORTIZO L., 2009.
Requerimientos y disponibilidad de arenas para la defensa costera de las playas de Necochea y Lobería.
Revista de la Asociación Geológica Argentina Vol. 65(3):446-456.
- ISLA F., BERTOLA G., CORTIZO L., 2011.
Diseño de una estrategia para tratar el problema de la erosión en la costa bonaerense. Plan Estratégico.
Unidad de coordinación con organismos multilaterales de crédito. Ministerio de Economía de la Provincia de Buenos Aires. Informe Inédito. 125 pp.
- JAMES R., 1975.
Manual on Artificial Beach Nourishment.
Delft Hydraulics Laboratory (1987). Rijkwaterstaate Delft Hydraulics Laboratory. Centre for Civil Engineering. Research Codes and Specifications. Report 130.195 pp.
- LEGGIERO J., DEL RÍO J. Y MONDO G., 2014.
Primera experiencia de recuperación de playas turísticas erosionadas mediante alimentación con arenas cuarcíticas: Proyecto Honu Beach-Canteras Yaraví S.A.
Actas II Congreso Argentino de Áridos, Argentina:575-584.
- LEONARD, L., CLAYTON, T. Y PILKEY, O., 1990.
An analysis of replenished beach design parameters on U.S. east coast barrier islands.
Journal of Coastal Research, 6(1), 15-36.
- POWERS M., 1982.
Comparison chart for estimating roundness and sphericity.
AGI data Sheet 18. American Geological Institute.
- SCHNACK E., ÁLVAREZ J. Y CIONCHI J., 1983.
El carácter erosivo de la línea de costa entre Mar Chiquita y Miramar, Provincia de Buenos Aires.
Simposio Oscilaciones del Nivel del Mar durante el último ciclo deglacial en la Argentina. Actas:118-130. Mar del Plata (IUGS-UNESCO).
- SNEED E. Y FOLK R., 1958.
Pebbles in the lower Colorado River, Texas, a study of particle morphogenesis.
Journal of Geology Vol. 66(2): 114-150
- ZINGG T., 1935
Beitrag zur schotteranalyse, Schweizer Mineralogie und Petrografie Mitting,
Vol. 15:39-140.



ASAGAI

ASOCIACIÓN ARGENTINA
DE GEOLOGÍA APLICADA
A LA INGENIERÍA

Relleno de playa en Honu Beach (Mar del Plata, Argentina)

Bértola, Germán R. - del Río, J. Luis - Farenga, Marcelo

Ensayo de un sistema de indicadores sincrónico y diacrónico para la determinación de calidad ambiental en playas turísticas de la costa atlántica bonaerense

del Río, J. L. - Patat, L. - Lucero, M. - Zamora, A. - Moschione, E. - Bó, M.J. - Camino, M. - López de Armentia, A. - Farenga, M.

Características morfométricas y morfodinámicas de una cuenca hidrográfica de llanura

Calvi, Carolina - Dapeña, Cristina - Massone, Héctor - Martínez, Daniel

Identificación y cuantificación de la carga contaminante al acuífero freático en la localidad de Monte Hermoso

Lexow, Claudio - Di Martino, Claudina - Lafont, Daniela - Albouy, René - Marcos, Angel

Propuesta para el estudio comparativo del recurso hídrico subterráneo. Ejemplo de caso: cuencas de los arroyos Langueyú y Del Azul

*Barranquero, Rosario Soledad - Varni, Marcelo Raúl - Pardo, Rafael - Vega, Marisol - Zabala, María Emilia
Ruiz de Galarreta, Víctor Alejandro*

Riesgo hídrico poblacional a la contaminación por efluentes urbanos en Misiones

Páez Campos, Hugo Ramiro - Dornes, Pablo Fernando

Dispersión de hidrocarburos disueltos en el acuífero freático a partir de la fase libre no acuosa

Lexow, Claudio - Pera Vallejos, Guillermo - Tonelli, Stella - Carrica, Jorge

Caracterización geoelectrica, hidrodinámica e hidroquímica del acuífero pampeano y su relación con el arroyo Pergamino, provincia de Buenos Aires

Ruiz, María Soledad - Perdomo, Santiago - Patricia Calahorra, Fuertes - Jerónimo Ainchil - Villarreal, Julio

Portada: Desarrollo de playas en la Reserva Ecológica Costanera Sur. Fotografía Rubén A. López y Silvia C. Marcomini.

**Revista de Geología
Aplicada a la Ingeniería
y al Ambiente**

