

# ORIGEN DE LAS PIEDRAS MOLESTAS Y PROPUESTA DE RESTAURACIÓN NATURAL DE LA PLAYA DE ONDARRETA



**ARANZADI ZIENTZIA ELKARTEA**

*Julio de 2016*

**Jon Etxezarreta Iturriza**

*Licenciado en Biología*

**Representante de Aranzadi en el Consejo Sectorial de Medio Ambiente del  
Ayuntamiento de Donostia-San Sebastián**

## **ORIGEN DE LAS PIEDRAS MOLESTAS Y PROPUESTA DE RESTAURACIÓN NATURAL DE LA PLAYA DE ONDARRETA**

**Aranzadi Zientzia Elkarte**  
*Julio de 2016*

### **Investigación y redacción:**

Jon Etxezarreta Iturriza. Biólogo. Aranzadi Zientzia Elkarte.

### **Asesoramiento científico:**

Dr. Eneko Iriarte Avilés. Geólogo. Universidad de Burgos.

Dr. Alejandro Cearreta Bilbao. Geólogo. Facultad de Ciencia y  
Tecnología de la UPV/EHU.

Ambos miembros de Aranzadi Zientzia Elkarte y de GEO-Q, Centro Mixto de Investigación UPV/EHU-ARANZADI sobre Geología del Cuaternario. Leioa (Bizkaia).

# INDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	4
1.0. LABURPENEA .....	5
1.1. RESUMEN .....	10
1.2. ANTECEDENTES .....	16
1.3. CRONOGRAMA DE ACTUACIONES .....	22
2. METODOLOGÍA .....	31
2.1. METODOLOGÍA DE ESTUDIO .....	32
3. RESULTADOS Y DISCUSION.....	33
3.1. HISTORIA CONTEMPORANEA DE SAN SEBASTIAN.....	34
3.2. CAMPO DE MANIOBRAS DE ONDARRETA (1873).....	36
3.3. PROYECTO DE REFORMA Y AMPLIACION DE ONDARRETA (1925) .....	48
3.4. EL DERRIBO DE LA CARCEL DE ONDARRETA (1948-1949).....	52
3.5. RETIRADA CIMENTACIONES DE LA CARCEL DE ONDARRETA (2005).....	56
3.6. REGATA DEL GORGA .....	62
3.7. EXTRACCIONES EN LA PLAYA DE ONDARRETA.....	67
3.8. PILOTES DEL EXTREMO OCCIDENTAL DE ONDARRETA .....	72
3.9. AFLORAMIENTO DE ESTRUCTURAS ANTIGUAS .....	82
3.10. DINAMICA DEL LITORAL EN ONDARRETA Y LA CONCHA .....	85
3.11. PRESENCIA DE PIEDRAS MOLESTAS EN LA PLAYA .....	120
3.12. ANALISIS DE PROPUESTAS ALTERNATIVAS PLANTEADAS .....	125
3.13. INFORMES AVALAN EL DIAGNOSTICO ACERTADO DE ARANZADI .....	162
4. CONCLUSIONES .....	176
4.1. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO .....	177
4.2. MEDIDAS CORRECTORAS Y PROPUESTA DE ACTUACION.....	178
AGRADECIMIENTOS.....	181
BIBLIOGRAFIA.....	183
ANEXO I .....	189
ANEXO II .....	199
ANEXO III.....	213

# 1. INTRODUCCION



## **1.0. LABURPENA**

Ondarretako hondartzan kaltegarriak diren harrien urteroko agerpena duen fenomeno ziklikoa da. Honek biztanleen ondoeza eta itsasoratzeko ekialderuntz toki-aldaketa behartzen du, osasun-arazoak eta turismoari kalte eraginez, eta Ondarreta hondartzako ingurumen kalitatea jaitsiz. Bestalde marearteko zabalgunea edo *flysch* fenomeno geologikoa Kontxako badiaren mendebaldeko muturrean aurkitzen den erakarpen berezia delarik (Garrantzi Geologiko Gunea “GGG 89” eta Euskadiko Itsasertza Babestu eta Antolatze Lurraldearen Arloko Planean “Babes Zorrotz Berezia”-rekin izendatua).

Azken hamarkadan, Donostiako Udala eta Gipuzkoako Kostaseko Zerbitzua, donostiako hondartzen kudeatzaile nagusiak izanik, bai eta interesaturik dauden zenbait erakunde publiko edo pribatuak, Ondarretako erabilera ludikoa babesteko eta udaran zehar harrien agerrera murrizteko ikerketak burutzen dituzte.

Azken 125 urteetan, hondartzen kontserbaziorako topografia eta batimetria aztertzen saiatu dira, eta hondartzetako harearen dinamika betirako kontrolatzeko arrakasta gutxirekin proposamenak egin dira.

Ondarretako hondartzan agertzen diren harri horien jatorria eta harearen garapena nolakoa izan den jakitea ezinbestekoa da, arazoaren muina zein den ulertzeko eta kudeaketa egoki batetarako irtenbide praktikoak proposatzeko. Hala nola, Donostiako azken bi mendeetako historia, mendebaldeko muturrean itsasoratzen zen Gorga erreka, hondartzatik ateratako harea, lurra eta harriak, eta hondartzan zeuden hainbat eraikinak nolakoak ziren ezagutzea funtsezko faktoreak dira hondartzako benetako arazoak ulertzeko.

*Bigarren Karlista Guda* hasteko prest zegoenean, eta gudariak prestatzeko beharraren aurrean, 1873an maniobra zela berri bat eraiki zen Ondarretako hondartzan. Itsasora begira mugatuta zegoen prestakuntza zelaia eusteko, harrizko (harlangaitz) horma baten eraikuntza egin zen. Harea, lurra eta harriz eginiko betelana jarri zen (+5,5-6 m-ko kota), eta lorturiko lautada gaur egungo Ondarretako lorategi eta hondartzako zati

handi batetik zabaltzen zen (1,6 ha). 1888 urtea geroztik mendebaldeko zonaldean kartzela egon zen eta honen suntsiketa 1949an amaitu zen.

Ondarretako maniobra zelaiko irudi historikoen azterketan behin eta berriz errepikatzen diren suntsiketak nabarmentzen dira, eraikin harriak itsasoak berak eramaten zituen eta ondoren itsas hormaren konponketak egiten zirela ikus daiteke. Gauza berbera gertatzen da aztertutako materialetan, beheko profilan harriak 0 m eta +3 m koten artean azaleratzen dira, eta 2012ko udararen hasieratik goi profilan erdi-tamaina handieneko eta ertzetako higadura gutxieneko eraikin harriak +3 m eta +4 m (< +5 m) koten artean agertzen dira. Guztiak antzinako eraikin elementuei dagozkio, nahiz eta txikiak bere higadura dela eta kareharri tuparritsu natural baten harri-borobildu edo lauza baten itxura izan, baina kasu askotan ere masa edo morteroa erantsita mantentzen da. Antzematen den zementua Portland tankerakoa da eraikin harri batzuetan (adreibideetan), hormaren konponketarako erabiliak izan zitezkeenak, baina gehienbat kare hidraulikoaren tuparritsuak nabarmentzen dira hainbat harlangaitz materialetan. Gakoa mortero tuparritsuen presentzian legoke, zehazki naturalak diruditen harri-borobilduetan XIX. mendearen bigarren zatian erabiltzen zen kare hidraulikoaren agerpena, eta baita ere harlangaitzeko elementuetan harginek egindako taila markak aurkitzea. Itsas-horma zaharreko eta maniobra zelaiaren lautada egiteko bete lanen hartxintxarrak edo obra-hondakinak, harearen mugimenduen eraginez urtetan zehar poliki-poliki hondartzaren goialdetik itsasertzera mugitzen dira, bertan korrante eta olatuen higadura jasaten duten harri borobilduetan bihurtu arte.

Harri gogaikarriak (hondakin-harriak) agertzen diren kotak, 0 m eta +4 m arteko kotak, hondartzako legarren oinarriari dagokionari baino askoz ere handiagoa da (< -1 m), eta beraz, zaila da bertatik eratorria izatea.

Azaleko geruzetan azaltzen diren harriak, nahiz eta gutxi batzuk jatorri naturala izan, hondartzaren eraketaren ondorengoak dira, beraz, ezinezko da oinarriaren zati edo hondartzaren jatorrizko egitura izatea eta kentzeak ez luke hondatuko hondartza beraren egonkortasuna. Lurperatuak dauden harriak kentzeak, inolaz ere ez luke hondarraren arrasteari eragingo eta ondorioz eremu horretan ez luke materialaren galera ekarriko.

Lehenengo harrien agerpenarekin hondartzaren higadura prozesua esponentzialki bizkortzen da. Zenbat eta harri gehiago agertu, gero eta turbulentzia edo zurrunbilo indartsuagoak gertatzen dira, eta hondar-bolumen handiagoa arrastatu egiten da. Badiaren barnealdera olatuaren jaitsieraren eraginez korrante zehatzak eta sedimentazio joera duten uhinek prozesua itzuli egiten dute, berriro ere harriak estaliz.

Estuarioko betelan sedimentarioren presentzia baieztatua dago, eta Gorga (Konporta) erreka zehar harrien arrastea gertatu izana eta ur isurketarako hondartzaren mendebaldetik ingurune porotsua delakoaren hipotesia erabat baztertzen da, hondartzan agertzen diren harriak inolaz ere ez zutelako estuarioa zeharkatu. Ondarreta eta Benta Berri eremuko garaje solairuen hondeaketak 1 metroko lohi goigeruza baten azpitik harri gabeko harea zegoen eta.

140 urteetan zehar erasoak jasan ondoren agintariak ozta-ozta arduratu dira hondartza marjinal honetatik hondakin-harriak kentzen. XIX. mendeko bigarren erdialdean Kontxa hondartzako hego mendebaldeak antzeko arazoa izan zuen. Gaitza euste-hormak eraikiaz eta harriak milaka gurdien bitartez kentzen konpondu zen. Hondar babesgeruzaren presentziak Kantauriko ekaitzen energia desagerrarazi egiten du. Hondartzaren goi-aldetik itsasertzeko harriak estaltzeko hondarra kentzeak, lorategien pasealekuaren (+6 m-ko kota) egonkortasuna arriskuan jarri dezake, Kontxako pasealekuarekin konparatua (+13 m-ko kota) 7 m-ko behe-mailako kotan diseinatua dagoelako, eta pasealekua, kabinak, eskailera eta arrapala bezalako eraikuntza egonkorretan eragina izan dezake.

Kontxako badian harea-masaren dinamika naturala interpretatu ahal izateko, epe-luzean egin beharko litzateke jarraipena. Topografia eta batimetria, edo harearen banaketa mailen neurketen bidez aztertzen diren ikerketak, jatorriz kutsatuak dauden ondorioekin hasten dira eta, non ustezko hondar gabeziak naturaltzat hartzen den harri-geruza agerian utziko luke, "hondartzako oinarri-legarrak", eta epe motzerako hondarraren bitartez harriak estaltzea behin-behineko irtenbide neurriak proposatzen dira.

Ondorio orokorrak zehaztu ondoren, eta materialen mendi-azterketa egin ondoren, Ondarretako hondartzan agertzen diren harri gogaikarren masa kontutan harturik ia bere osotasunean jatorri antropogenikoa dutela, eta benetan, batez ere azken 140

urteotan ingurunean giza jarduerak zirela eta sortuak izan direla estimatzen da. Gainerakoa, oso hondar-frakzio txiki bat itsaslabarrak, murgildutako arroak eta marearteko zabalgunearen aurka olatuen higadurari esker modu naturalean askatu eta jaurtiriko harri txikiak izan daitezke.

Gutxi gorabehera, hondakin-harrien %90-95a jarduera jakin baten emaitza da; 1873an Ondarretan armadaren prestakuntzarako eraiki zen maniobra zelaia. Lautada hau atletismo pista, aerodromoa, hipodromoa, zelai-hipika eta futbol zelaia ere izan zen. Gainerako erasoak, %5-10a, jatorri ezberdinetakoak dira, esate baterako Badiaren mendebaldeko sarreran erdi murgilduriko kai-muturra “Korridorea” egiteko ahaleginak (1821-1917), Satrustegi Dorrearen azpiko magalean aurkitzen zen Arbizketako harrobia (<1569-1887), gaur egun Funikularraren plaza aurkitzen den Arroka-Aundiko harrobia (1881), Konportako errekararen kolektorea “Estolda” (1915), lorategietako pasealekua eta Teniseko pasealekua (1925)..., tren-bide estu bat barne (0,8 m) hondartza zeharkatzen zuen, lehendabizi Brunet botila lantegiaren lur-maila igotzeko materialak garraiatzen zituen (1876), gero Matia kaleraino, eta Ondarreta kafetegiko legez kanpoko plataformaren eraispeneren txintxor soberakinak (1994), Teniseko arrapalaren suntsiketa (2009), eta Cervantes plazako aparkalekuaren bahetu gabeko harriak (2010), eta Teniseko horma (2013) eta guardrailaren kalteen arabera sorturiko hondakin-harriak (2014).

*Udal Artxibo Historikoan* kokatzen diren lan-egite proiektuak, zuzenean eragin dute Ondarreta hondartzako egungo arazoan, hauen artean Ondarretako maniobra-kanpamentuaren eraikuntza (1873), Ondarreta hondartzako erreforma eta hedapen proiektua (1925) edo Ondarretako kartzelareen eraispenera (1948-1949) aipagarriak dira. Halaber, Ondarretako espetxearen zimendatze zaharraren erretira-sistemak interes handia du azken hamarkadan gertatu den hartxintzarretako agerpen masiboaren arazoia ulertzeko.

Hainbat txosten independenteko emaitzek, Ondarretako hondartzan, jatorri antropikoko ekintza zaharren ondorioz, lurzoru-aldatutako egoeraren diagnostikoa egiaztatzen dute, eta Ondarreta pairatzen duen arazoa behin-betiko eran konpontzeko neurri zuzentzaileak eta jarduera proposamena berresten dira.

Hondakin-harri guztiak kendu eta arazoa betirako konpontzeko aukerarik hoberena, 146.000 m<sup>3</sup> material (harea eta harriak) mugitzea suposatuko luke, bahetik pasatuz harriak atera eta hondakindegira baztertzeko edo eraikuntzan birziklatzeko, baina gaur egungo egoeran izango lukeen kostu altua inplikaturiko administrazioak jasateko eragozpenak egon daitezke.

*Proposamen Ekintza*, ingurumenarekin bat datorrena eta gaur egungo baliabideetara egokitua dena, agertzen diren harri kaltegarri guztiak pixkanaka eta denboran zehar errepikapen faseetan ateratzea proposatzen da, mekanikoa edo eskuzkoa izan daiteke, hondartzako garbiketa zerbitzuan integratua, egunero eta neguan nahiz udaran, marea-maila ahalbidetzen den arabera.

Merkatuan harriak ezabatzen dituzten baserriko ekipoak aurki daitezke, hondartzako garbiketa zerbitzuan erabiltzen diren traktoreei egokitu daitezke eta gainazaleko bahetze lan hau erraztuko lukete. Zeregin hau era trinkoan 3-5 urteko epean luzatu beharko litzateke agertzen diren hondakin-harri gehienak kendu direla ziurtatzeko. Garbiketa hau egin ondoren hondartza berriro ere profilatu egin beharko litzateke talka-makinen bidez (*bulldozer*-ak), naturala dirudien profil leuna eta xahutzaile baten bitartez, etengabeko malda leun batekin, +5 m-ko kota batetik pasealekutik gertu (+6 m-ko kota) itsasaldi ekinozioan itsasertzeko 0.00 m-ko behe-mugaraino egoteko. Sakoneko mugak iraultzearen akzio honekin harri berri gehiago (txintxorrak) agertzea gerta daiteke, berauek jarraitzen baitute estaliak hondartzako goi-eremuan, zehazki harearen goi-geruzaren azpian, eta hauek ere kentzea komeniko litzateke. Hondartzan azalera harriak kendu ondoren, hondartzako dinamika naturala aurrera jarraitzeko aukera dago. Zaharberritze honen helburu nagusia, Ondarretako hondartzan prozesu eta funtzio ekologikoa berreskuratzea izango litzateke, eta, beraz, lurraldean bere kabuz iraunkorra izan daitekeen ekosistema bat mantentzea da.

## 1.1. RESUMEN

La aparición de piedras molestas en la playa de Ondarreta es un fenómeno cíclico, principalmente estival, con reaparición periódica anual en las últimas décadas. Esta situación está generando incomodidades e incluso problemas de salud por lesiones a los usuarios de la playa, que en masa se desplazan al extremo oriental para bañarse, y está causando un perjuicio al turismo al rebajar la calidad medio ambiental de la playa de Ondarreta. Por el contrario, la rasa intermareal o formación geológica denominada *flysch* de Ondarreta, con sus acantilados y rocas naturales asociadas, es un fenómeno geológico singular de la Bahía de La Concha a conservar (Lugar de Interés Geológico “LIG 89” y dotado de “Especial Protección Estricta” en el Plan Territorial Sectorial de Protección y Ordenación del Litoral Vasco) que suma un atractivo más a esta playa.

Desde hace una década, el Ayuntamiento de Donostia-San Sebastián y el Servicio Provincial de Costas de Gipuzkoa, como principales gestores de las playas donostiarras, así como diversas entidades interesadas públicas o privadas, realizan estudios para preservar el uso lúdico de la playa de Ondarreta y reducir el problema de la aparición de las piedras durante el verano.

En los últimos 125 años, para la conservación de sus playas se ha pretendido estudiar la topografía y la batimetría, y se han lanzado propuestas con escaso acierto para controlar de manera permanente la dinámica de la arena de las playas.

El estudio del origen de las piedras molestas presentes en la playa de Ondarreta y la evolución del arenal, es imprescindible para comprender la raíz del problema y proponer soluciones prácticas dirigidas a una correcta gestión. Factores como la historia contemporánea de San Sebastián, la regata del Gorga que desembocaba en el extremo occidental, las extracciones de arena, tierra y piedras desde la playa, y las diversas construcciones que ocupaban la playa son aspectos fundamentales para comprender la verdadera problemática de la playa.

Ante el inicio inminente de la *Segunda Guerra Carlista*, y la necesidad de instrucción de las tropas, en 1873 se instaló un nuevo campo de maniobras en los arenales de

Ondarreta. Estas obras consistieron en la construcción de un muro de contención en fábrica de piedra (mampostería), delimitando, hacia el mar, la superficie del campo de maniobras que fue explanado con aporte de arena, tierra y cascotes (cota de +5,5-6 m), y se extendía por los actuales jardines y gran parte de la playa de Ondarreta (1,6 ha). A partir de 1888 en la zona occidental albergó la cárcel que se finalizó de desmantelar en 1949.

En el análisis de las series de imágenes históricas del campo de maniobras de Ondarreta, se observan los repetidos destrozos, con arrastre hacia la orilla de cascotes y posteriores reparaciones del muro de costa. Lo mismo se desprende de los materiales examinados, en la parte baja del perfil (orilla) las piedras afloran entre las cotas 0 m y +3 m, y desde principios del verano de 2012 en la parte alta del perfil los cascotes con mayor tamaño medio y con cantos menos erosionados afloran entre las cotas +3 m y +4 m (<+5 m). La práctica totalidad se corresponden con elementos de construcción antiguos, aunque los más pequeños por su erosión podrían ser confundidos con cantos rodados o lajas desgastadas de una caliza margosa de origen natural, pero que en muchos casos conservan incluso restos de masa o mortero adheridos. El cemento que se aprecia corresponde con el tipo *Portland* en algunos de los cascotes (como los ladrillos), que pudieron ser utilizados en arreglos del murallón, pero sobre todo se aprecian incrustaciones de cal hidráulica en varios materiales de mampostería. La clave estaría en la presencia de incrustaciones de mortero, en concreto de cal hidráulica empleada en construcciones en la segunda mitad del siglo XIX, en aquellas piedras con cantos rodados que se asemejan a naturales, y también de piezas de mampostería con marcas de haber sido canteadas o esculpidas por canteros. Los cascotes o escombros del antiguo muro de costa y del relleno para la explanación del campo de maniobras, arrastrados por el movimiento de la arena durante años se desplazan lentamente desde la zona alta de la playa hasta la orilla, donde sufren la erosión de las corrientes y del oleaje hasta convertirse en cantos rodados.

Las cotas en las que aparecen las piedras molestas (escombros), cotas entre 0 m y +4 m, son muy superiores a las que corresponderían a la base de gravas de la playa (cota < -1 m), por lo que difícilmente podrían provenir de su removilización.

La presencia de piedras en las capas de arena de superficie, aunque tuviesen un

origen natural, serían posteriores a la formación de la playa, por lo que no formarían parte del sustrato rocoso de la playa y su retirada no comprometería la estabilidad de la propia playa. La retirada de las piedras enterradas de ningún modo podría conllevar el arrastre de la arena con la consiguiente pérdida de material en dicha zona.

Con la aparición de las primeras piedras el proceso de erosión de la playa se acelera de manera exponencial, cuantas más piedras afloran más turbulencias o torbellinos se producen y mayor volumen de arena es arrastrado por la bajada de la ola al interior de la Bahía, hasta que las corrientes determinadas y el oleaje con tendencia a la sedimentación de la arena revierten el proceso volviendo a cubrir las piedras.

La presencia del relleno sedimentario estuarino está confirmada, y la hipótesis de que las piedras de la playa pudieran haber sido arrastradas a través de la marisma por el *Gorga* (Konporta), y que sirve a su vez como medio poroso para el desagüe de escorrentía por la parte occidental de la playa queda descartada, porque las piedras presentes en la playa nunca atravesaron el estuario. Las excavaciones de las plantas de garaje de la zona de Ondarreta y Benta Berri confirman que bajo una capa superior de fango de un metro de espesor sólo existe arena sin piedras.

Tras 140 años de agresiones las autoridades apenas se han preocupado de retirar los cascotes de esta playa marginal. Un problema similar existió en el sector suroccidental de la playa de La Concha en la segunda mitad del siglo XIX. El problema se solucionó construyendo muros de contención y retirando las piedras con miles de carretadas.

La presencia de un manto protector de arena disipa la energía de los temporales del Cantábrico. La retirada de arena de la zona alta de la playa para tapar las piedras de la orilla, rebajando la barrera de protección actual, podría comprometer la estabilidad del paseo de los jardines (cota +6 m), diseñado a cota de 7 m inferior al paseo de La Concha (cota +13 m), y afectar a las instalaciones fijas como paseo, cabinas, escaleras y rampas de acceso.

Para poder interpretar la dinámica natural de la masa de arena en la bahía de La Concha se tendría que realizar un seguimiento a largo plazo. Los estudios enfocados a analizar exclusivamente la topografía y la batimetría, así como el movimiento o distribución de la arena con medidas de los niveles, parten con conclusiones

preconcebidas, donde la supuesta falta de arena dejaría al descubierto un lecho de piedras considerado natural, “la base de gravas de la playa”, para lo que se proponen medidas provisionales como realizar aportes de arena para cubrir de manera temporal las piedras. Pero el problema no es la distribución de la arena, el problema son los escombros que antes o después siempre afloran, al ser elementos extraños que ocupan un lugar que no les corresponde en este enclave. En definitiva, la playa tiene un exceso de acumulación de escombros que por medios naturales es incapaz de asimilar.

Las conclusiones generales determinan que, tras el análisis de campo de los materiales, se estima que la casi totalidad de la masa de piedras molestas que afloran en el arenal de Ondarreta tienen un origen antrópico, y que en realidad se tratan de escombros generados por actividades humanas realizadas en el entorno sobre todo en los últimos 140 años. El resto, una ínfima fracción residual se podría corresponder con pequeñas piedras desprendidas y proyectadas de manera natural por la erosión del oleaje sobre los acantilados, las rocas sumergidas y la rasa intermareal.

Aproximadamente el 90-95% de los escombros son consecuencia de una actividad concreta; el campo de maniobras para la instrucción del ejército que se instaló en Ondarreta en 1873. La explanada también se utilizó como pista de atletismo, aeródromo, hipódromo, campo hípico y campo de fútbol. El 5-10% de las agresiones restantes es de origen diverso, como los intentos de construcción del dique semisumergido “El Pasillo” en la entrada oeste de la Bahía (1821-1917), la cantera de Arbizketa o Arrobi que ocupaba toda la ladera bajo Torre Satrustegi (<1569-1887), la cantera de Arroka-Aundi en lo que hoy es la plaza del Funicular (1881), el colector de la regata Konporta “La Alcantarilla” (1915), paseo de los jardines y paseo del Tenis (1925)..., incluso una vía férrea estrecha (0,8 m) atravesaba el arenal para trasladar materiales primero hasta la fábrica de botellas de Brunet, para elevar un poco el nivel de la parcela (1876), y más tarde hasta la c/ Matia, y en épocas más recientes los cascotes sobrantes de la demolición de la plataforma ilegal de la cafetería de Ondarreta (1994), derrumbe de la rampa del Tenis (2009), y piedras sin cribar del aparcamiento de la plaza de Cervantes (2010), y cascotes por desperfectos del muro (2013) y del pretil del Tenis (2014).

Los proyectos de ejecución de obra localizados en el *Archivo Histórico Municipal*, han incidido de manera directa en la problemática actual de la playa de Ondarreta, como el relativo a la construcción del campo de maniobras de Ondarreta (1873), el proyecto de reforma y ampliación de la playa de Ondarreta (1925) o el derribo de la cárcel de Ondarreta (1948-1949). Asimismo, el sistema de retirada de las antiguas cimentaciones de la cárcel de Ondarreta (2005), tiene gran interés para comprender el motivo de la aparición masiva de cascotes en la última década.

Los resultados de varios informes independientes confirman el diagnóstico sobre la situación con suelos alterados por antiguas actividades de origen antrópico de la playa de Ondarreta, se descartan por ineficaces otras alternativas, y se ratifican las medidas correctoras y la propuesta de actuación para solucionar de manera definitiva el problema que padece Ondarreta.

La alternativa ideal para eliminar la totalidad de los escombros y solucionar para siempre el problema, implicaría movilizar unos 146.000 m<sup>3</sup> de materiales (arena y piedras), para mediante cribado extraer y retirar todas las piedras a la escombrera o reciclarlas en la construcción, pero su elevado coste sería complicado de asimilar en la actualidad para las administraciones implicadas.

La *Propuesta de Actuación*, respetuosa con el medio ambiente y ajustada a los recursos económicos actuales, propone la retirada paulatina y repetida en el tiempo, mecánica o manual, de todas las piedras molestas que afloran integrada en el propio servicio de mantenimiento de la playa, a diario tanto en invierno como en verano, cuando el nivel de la marea lo permita.

En el mercado existe maquinaria agrícola, las despedregadoras, aperos acoplables a los tractores del servicio de limpieza de playas que podrían facilitar dicha labor superficial de cribado. La tarea habría que prolongarla de manera intensiva durante un período inicial de 3-5 años, para asegurar la retirada de la mayor parte de los escombros que afloran. Una vez realizada esta limpia se debería reperfilear la playa por empuje de la arena mediante máquinas topadoras (bulldozers), asemejando un perfil natural suave y de carácter disipativo, con suave pendiente continua desde la cota +5 m cercana al paseo (cota +6 m) hasta el límite inferior de la orilla con marea equinoccial de 0.00 m. Con esta acción de remover horizontes profundos es probable

que aparecieran nuevas piedras (cascotes), que permanecen sepultadas en la zona alta de la playa bajo la capa superior de la arena, y que por supuesto también convendría retirar. Tras eliminar las piedras que afloran en la playa, habría que permitir que la dinámica natural de la playa siguiera su curso. El objetivo principal de la restauración sería restablecer los procesos y funciones ecológicas de la playa de Ondarreta, de tal manera que permitan el mantenimiento de un ecosistema autosuficiente integrado en el territorio.

## 1.2. ANTECEDENTES

La aparición de piedras molestas en la playa de Ondarreta es un fenómeno cíclico, principalmente estival, con reaparición periódica anual en las últimas décadas. Esta situación está generando incomodidades e incluso problemas de salud por lesiones a los usuarios de la playa, que en masa se desplazan al extremo oriental para bañarse, y está causando un perjuicio al turismo al rebajar la calidad medio ambiental de la playa de Ondarreta. Por el contrario, la rasa mareal o formación geológica denominada *flysch* de Ondarreta, con sus acantilados y rocas naturales asociadas, es un fenómeno geológico singular de la Bahía de La Concha a conservar (Lugar de Interés Geológico “LIG 89” y dotado de “Especial Protección Estricta” en el Plan Territorial Sectorial de Protección y Ordenación del Litoral Vasco) que suma un atractivo más a esta playa.

Desde hace más de una década, el *Ayuntamiento de Donostia-San Sebastián* y el *Servicio Provincial de Costas en Gipuzkoa*, como principales gestores de las playas donostiaras, así como diversas entidades interesadas públicas o privadas, realizan estudios para preservar el uso lúdico de la playa de Ondarreta y reducir el problema de la aparición de las piedras durante el verano.

El régimen de la Bahía de La Concha siempre ha sido un enigma, siendo imprescindible y urgente aclararlo, no sólo desde el punto de vista científico, sino del eminentemente práctico, en una materia tan interesante para San Sebastián como es la de la conservación de las playas de su bahía (Izaguirre, 1933).

En los últimos 125 años, para la conservación de sus playas se ha pretendido estudiar la topografía y la batimetría, y se han lanzado propuestas con escaso acierto para controlar de manera permanente la dinámica de la arena de las playas.

El estudio del origen de las piedras molestas presentes en la playa de Ondarreta y la evolución del arenal, era imprescindible para comprender la raíz del problema y proponer soluciones prácticas dirigidas a una correcta gestión. Factores como la historia contemporánea de San Sebastián, la regata del Gorga que desembocaba en el extremo occidental, las extracciones de arena, tierra y piedras desde la playa, y las

diversas construcciones que ocupaban la playa son aspectos fundamentales para comprender la verdadera problemática de la playa.

El 26 de abril de 2013, la *Sociedad de Ciencias Aranzadi*, publicaba el estudio “Origen de las piedras molestas y propuesta de restauración natural de la playa de Ondarreta”. En dicho estudio, se aseguraba que la mayor parte de las piedras tienen un origen antrópico, y que casi en su totalidad, corresponden a escombros, generados por diversas actividades humanas a lo largo de los últimos 140 años.

En la *Propuesta de Actuación* se recomendaba la retirada paulatina y repetida en el tiempo, mecánica o manual, de todos los cascotes que afloren, ya que al ser elementos extraños al sistema costero, su retirada de ningún modo repercutiría en la estabilidad de la propia playa, o en el conjunto de los arenales de la Bahía de La Concha.

Aranzadi considera que la retirada de estos residuos pétreos, tanto en invierno como en verano, cuando el nivel de la marea lo permita, debería estar integrada en el propio servicio de mantenimiento de la playa. Los escombros o cascotes son una modalidad más de deshechos a retirar, para poder restablecer los procesos y funciones ecológicas de la playa, de modo que permitan el mantenimiento de un ecosistema autosuficiente integrado en el territorio.

Con la presentación del estudio, Aranzadi propuso al *Ayuntamiento de Donostia* asesorarle de manera altruista para solucionar el problema de las piedras de Ondarreta. La propuesta inicialmente se rechazó por parte de los antiguos gestores, pero con la entrada del nuevo gobierno municipal se ha replanteado la retirada de cascotes.

En reunión mantenida el 14 de diciembre de 2015 entre el equipo de técnicos de Aranzadi y el Servicio de Mantenimiento y Servicios Urbanos del Ayuntamiento de Donostia, los técnicos municipales solicitaron una propuesta para presentar un informe al Servicio de Costas que justificara la solicitud de retirada de las piedras molestas de la playa de Ondarreta.

El artículo 115.d) de la Ley 22/1988 de Costas (modificada en 2013) y el artículo 208.d) de su Reglamento (R.D. 1471/1989), indican que son competencias municipales *el mantenimiento de las playas y lugares públicos de baño en las debidas condiciones de limpieza, higiene y salubridad.*

El *Servicio de Costas de Gipuzkoa*, al amparo del artículo 44.3) de la Ley 22/1988 considera que la retirada de piedras exige la correspondiente autorización ministerial y que la solicitud, cuando el proyecto contenga la previsión de actuaciones en el mar o en la zona marítimo-terrestre, deberá comprender *un estudio básico de la dinámica litoral, referido a la unidad fisiográfica costera correspondiente y de los efectos de las actuaciones previstas.* Dicho estudio deberá estar suscrito por técnico competente, y contendrá los siguientes documentos (RD 876/2014, art. 88):

a) **Memoria justificativa y descriptiva:** con anejos en su caso, que deberá contener la declaración a que se refiere el artículo 97 de este reglamento, así como las especificaciones señaladas en el artículo 85 de este reglamento y otros datos relevantes, tales como los criterios básicos del proyecto, el programa de ejecución de los trabajos y, en su caso, el sistema de evacuación de aguas residuales.

b) **Planos:** **Situación**, a escala conveniente.

**Emplazamiento**, con representación del deslinde y de la zona a ocupar, a escala no inferior a 1/5.000 con la clasificación y usos urbanísticos del entorno.

**Topográfico del estado actual**, a escala no inferior a 1/1.000.

**Planta general**, en que se representen las instalaciones y obras proyectadas, que incluirá el deslinde y la superficie a ocupar o utilizar en el dominio público marítimo-terrestre, líneas de orilla, zonas de servidumbre de tránsito, protección y accesos y, cuando proceda, restablecimiento de las afectadas y terrenos a incorporar al dominio público marítimo-terrestre.

**Alzados y secciones características**, cuando resulten necesarios para su definición, con la geometría de las obras e instalaciones.

- c) **Información fotográfica de la zona.**
- d) **Presupuesto con la valoración de las unidades de obra y partidas más significativas.**
- e) **Determinación de la posible afección a espacios de la Red Natura 2000 o cualesquiera otros dotados de figuras de protección ambiental. En aquellos proyectos en que se pueda producir la citada afección, el proyecto incluirá el necesario estudio bionómico referido al ámbito de la actuación prevista además de una franja del entorno del mismo de al menos 500 metros de ancho.**

El estudio básico de dinámica litoral a que se refiere el artículo 91.3, se acompañará como anejo a la Memoria, y comprenderá los siguientes aspectos (art. 93):

- a) Estudio de la capacidad de transporte litoral.
- b) Balance sedimentario y evolución de la línea de costa, tanto anterior como previsible.
- c) Clima marítimo, incluyendo estadísticas de oleaje y temporales direccionales y escolares.
- d) Dinámicas resultantes de los efectos del cambio climático.
- e) Batimetría hasta zonas del fondo que no resulten modificadas, y forma de equilibrio, en planta y perfil, del tramo de costas afectado.
- f) Naturaleza geológica de los fondos.
- g) Condiciones de la biosfera submarina y efectos sobre la misma de las actuaciones previstas en la forma que señala el artículo 88 e) de este reglamento.
- h) Recursos disponibles de áridos y canteras y su idoneidad, previsión de dragados o trasvases de arenas.
- i) Plan de seguimiento de las actuaciones previstas.
- j) Propuesta para la minimización, en su caso, de la incidencia de las obras y posibles medidas correctoras y compensatorias.

En referencia al plazo de vencimiento de la autorización, recogida en el artículo 52.4) de la Ley 22/1988 de Costas (modificado por el art. 1.17 de la Ley 2/2013), se solicitará que sea establecida para cuatro años.

A petición de la Sociedad de Ciencias Aranzadi, en abril de 2016 se redactó el "Estudio de Viabilidad de Retirada de Áridos Gruesos en la Playa de Ondarreta (Donostia-San Sebastián), suscrito por D. José Cristobal Serra Peris, Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puestos, y D. José Alberto González Escriva, Ingeniero de Caminos, Canales y Puestos, ambos del Laboratorio de Puertos y Costas de la Universidad Politécnica de Valencia.

El informe concluye que es viable la retirada de los áridos gruesos que periódicamente emergen en la playa de Ondarreta, sin que ello implique procesos recesivos de la playa, cuyo origen hay que apuntarlo a la dinámica de la formación.

Si fuese necesario, aunque probablemente la dinámica litoral se encargará de la redistribución natural de la arena, requeriría una aportación de un volumen igual al de áridos retirados, afectado por un factor de sobrellenado que estimamos en 1,5, como que se ajustaría al que habitualmente suele emplearse en alimentaciones artificiales de playas para mantener superficial y volumétricamente el arenal.

La arena de aportación deberá ser de un tamaño medio igual o superior al de la arena original de Ondarreta, proponiéndose como posible fuente el entorno de la bahía de la Concha dado que el sistema compuesto por las dos playas forma una misma unidad.

También se muestra crítico con los movimientos puntuales de reperfilado que se han venido realizando en los últimos años antes de la temporada de baño, llevando arena de la zona alta a la zona baja y más próxima al muro del Tenis.

El documento apoya el estudio publicado el 23 de abril de 2013 por el biólogo Jon Etxezarreta Iturriza de la *Sociedad de Ciencias Aranzadi*, titulado "ORIGEN DE LAS PIEDRAS MOLESTAS Y PROPUESTA DE RESTAURACIÓN NATURAL DE LA PLAYA DE ONDARRETA".

[http://www.aranzadi-zientziak.org/wp-content/uploads/2013/04/ONDARRETA-INFORME-2013Definitivo\\_Web-96-ppp2.pdf](http://www.aranzadi-zientziak.org/wp-content/uploads/2013/04/ONDARRETA-INFORME-2013Definitivo_Web-96-ppp2.pdf)

Desde su divulgación hace más de tres años, se ha podido acceder a más información, informes técnicos y fotografías inéditas, interesantes testimonios gráficos que ratifican los argumentos expuestos.

De este modo, se ha consultado los proyectos de ejecución de obra localizados en el *Archivo Histórico Municipal* que han incidido de manera directa en la problemática actual de la playa de Ondarreta, como el relativo a la construcción del campo de maniobras de Ondarreta (1873), el proyecto de reforma y ampliación de la playa de Ondarreta (1925) o el derribo de la cárcel de Ondarreta (1948-1949). Asimismo, el sistema de retirada de las antiguas cimentaciones de la cárcel de Ondarreta (2005), tiene gran interés para comprender el motivo de la aparición masiva de cascotes en la última década.

En la versión actual, se incluyen nuevos capítulos referentes al análisis de las propuestas alternativas planteadas por *Azti* (2012-2015) y *Cedex-DGSCN* (2013) para paliar o intentar solucionar el problema de aparición de piedras en la playa de Ondarreta y el análisis del arenal realizado por varios estudios independientes. Los resultados de dichos informes confirman el diagnóstico acertado realizado por Aranzadi (Etxezarreta, 2013), sobre la situación con suelos alterados por antiguas actividades de origen antrópico de la playa de Ondarreta, y ratifican que la única solución posible y viable para acabar con el problema de las piedras molestas de Ondarreta sería la retirada y/o eliminación de los cascotes que no corresponden con el ecosistema.

Asimismo, se han renovado y ampliado los capítulos relativos al cronograma histórico de actuaciones de la playa de Ondarreta, a la dinámica del litoral en la playa de Ondarreta y la bahía de La Concha, a los pilotes del extremo occidental de Ondarreta, y a las medidas correctoras y propuesta de actuación para solucionar de manera definitiva el problema que padece Ondarreta.

En definitiva, el presente documento es una actualización del informe publicado en 2013 por la *Sociedad de Ciencias Aranzadi*.

### **1.3. CRONOGRAMA HISTORICO DE ACTUACIONES EN LA PLAYA DE ONDARRETA**

Este apartado recoge la información histórica disponible en Aranzadi en torno a la playa de Ondarreta.

- La **actividad de la cantera de Arbizketa**, que ocupaba toda la ladera bajo Torre Satrustegi (<1569-1887).
- Se tiene constancia de la existencia del **punto de Arbizketa en 1569**. El primer dato que existe, aunque se supone muy anterior, prueba que estaba ya emergida la playa con sus dunas en 1569, puesto que para entonces ya existía el puente de Arbizketa, lo que indica que podía transitarse por el arenal por ella formado (Izaguirre, 1933).
- Desde tiempo inmemorial se realizaban **extracciones de arena** de las playas donostiaras. En 1911, el Ayuntamiento logró sus deseos y se prohibió la extracción de arenas de la playa del Antiguo, aunque las extracciones se prolongaron hasta 1916.  
  
En la práctica, no fue hasta 1926 cuando a requerimiento del Ayuntamiento de que se le concediese la facultad de autorizar o denegar la extracción de arenas, y por orden del Excmo. Gobernador Civil de Guipúzcoa, la extracción de arenas en la expresada playa podría ser autorizada, con la previa y reglamentaria tramitación, cuando para ello hubiese acuerdo entre los pareceres del Ayuntamiento, del Ingeniero Jefe de Obras Públicas y del Comandante de Marina.
- En 1675 el ayuntamiento enajenó los **juncas a particulares**.
- El Marqués de Iranda como único propietario (1773), construyó los **canales y murallones** de la desembocadura a su costa.



- La **regata de Sanserreka (Gorgatxo)**, que desembocaba cerca de Loretopea, **se desvió hacia la regata del Gorga** en su tramo final en el siglo XVIII (1775-1788).
- En **1815** el Ayuntamiento construyó un **muro de contención y encauzó el tramo final de la regata del Gorga** (Izaguirre, 1933; Muñoz, 2006). La actividad de la cantera de Arbizketa, que ocupaba toda la ladera bajo Torre Satrustegi (<1569-1887), provocaba continuos derrumbes que obstaculizaban e incluso obstruían la salida del agua, y el consiguiente estancamiento producía problemas con episodios de paludismo en la población, aunque los deslizamientos de ladera se prolongaron durante décadas hasta incluso la actualidad.
- **Los intentos de construcción del espigón en la entrada oeste de la Bahía (1821-1917)**. El dique semisumergido del Tenis “El Pasillo” fue construido en **1821** en un intento de cerrar la bocana occidental de la bahía de La Concha y convertir en puerto la totalidad de la Bahía, ya que el municipio de Pasajes se había independizado de San Sebastián pocos años antes (1805) y un puerto se consideraba una infraestructura fundamental para la ciudad. La construcción del dique se quedó a medio camino a la isla, nunca llegó a completarse. El objetivo se abandonó por el coste y por los problemas técnicos dado que la altura del dique tendría que ser muy elevada para proteger no solo del mar sino también del viento a los barcos que entonces eran a vela.
- **La Construcción del Campo de Maniobras de Ondarreta (1873)**.
- **La construcción de una rampa** en el extremo oriental del muro delimitador del campo. En **1875**, varios vecinos del barrio de Ibaeta, que a la sazón se surtían de arena de la playa de Ondarreta para abono de sus tierras, solicitaron que se dejara en el campo de instrucción el paso necesario para la extracción de aquella. Petición que fue atendida.
- La **fábrica de botellas Brunet se construyó en 1876**, justamente al terminar la segunda carlistada. **Para elevar un poco el nivel de la fábrica** (pues siempre estaba presente en el Antiguo el temor a las inundaciones) **se trajo material de relleno de la playa de Ondarreta** (arena, tierra y piedras), en

abundancia; y con este fin **se instaló una pequeña vía férrea**, estrecha, que llegaba hasta la fábrica por encima del arenal, con un ancho de vía de 0,80 m (Alvarez Emparantza, 1993). Primero hasta la fábrica de botellas de Brunet, para elevar un poco el nivel de la parcela, y más tarde hasta la c/ Matia.

- **En 1881**, don Luis Lasquibar, solicitó de la Jefatura de Obras Públicas se le concediese **autorización para extraer piedra de una cantera de Arroka-Aundi**, donde en la actualidad está la Plaza del Funicular, y pasar por el arenal los carros con materiales extraídos. Ambas cosas le fueron concedidas, pero en relación con la primera se le prohibió tocar los cantos de piedra que estaban esparcidos por la restinga y ribera de la boca de Igueldo (Izaguirre, 1933).
- **En 1887 se restaura la rampa** de acceso a la playa de Ondarreta. Por aquel mismo tiempo, unos violentos temporales destruyeron parte del muro de la playa de Ondarreta, así como la rampa de bajada a la misma, lo que motivó, en 1885, una solicitud de arreglo elevada por los vecinos, para poder continuar la extracción de arenas, “que entonces se sacaba mucha”. Dicha restauración pedida no se llevó a cabo hasta dos años después (1887).

Pero esta rampa, cubierta a media marea, sólo podía ser utilizada en bajamar, por lo que los vecinos del Antiguo, Lugariz e Ibaeta, solicitaron una nueva rampa de bajada a la playa, a lo que se accedió.

En tanto se llevaba a la práctica este proyecto, se autorizó que las extracciones de arena, se realizaran directamente desde el pretil del muro de contención.

- **En 1887 se paralizó la segunda tentativa de reconstrucción del rompeolas** (EL Pasillo), por temor a que se confirmaran los augurios de algunos ingenieros: al parecer las obras podrían perjudicar a las playas, causando una alarmante disminución de las arenas.
- **A partir de 1888**, en la zona occidental del campo de maniobras, se **comenzaron las obras de construcción de la cárcel** del partido judicial de San Sebastián. El presidio fue inaugurado en 1890.

- **El túnel del Antiguo, junto con el Palacio de Miramar, se empieza a construir en 1888, y la obra finaliza en 1890.**
- En **1896**, el Ayuntamiento pidió al Gobernador que se prohibiera tal **extracción de arena con motivo de una autorización para extraer arenas de la playa de Ondarreta que le fue concedida por la autoridad Marina a la Sociedad Brunet y Compañía**, propietaria de los terrenos de las primeras villas de Ondarreta. La Comandancia de Marina alegó que la extracción sería beneficiosa, por la gran cantidad de arenas que se acumulaba en aquella playa, llegando a invadir y perjudicar el piso del Campo de Maniobras.
- Se instalaban **gradas y un campo hípico** de manera provisional en agosto-septiembre con motivo del *Gran Concurso Hípico de San Sebastián (1902-1911)*.
- La explanada del campo de maniobras se empleó como **campo de fútbol de la Real Sociedad “1909-1913”**.
- La explanada del campo de maniobras también se utilizó como **aeródromo (1911-1920)**.
- **El primer colector de la regata Konporta “La Alcantarilla” (1915)** desviaba la salida del agua hasta el extremo noroccidental de la bahía, donde en 1976 se colocó el Peine del Viento. La regata del Gorga (Konporta) fue piscícola y navegable hasta principios del siglo XX.
- **En 1917** arrancó, por última vez, la construcción del **dique “El Pasillo” que podemos contemplar en la actualidad**. La estructura tiene una longitud de 108 m y se eleva 1 m sobre la rasa mareal de Ondarreta. El dique tiene una sección trapezoidal con 3 m en la base y 2,5 m en la cúspide. La estructura sufrió un fuerte deterioro hace unos 15 años cuando se abrió una zanja con una mini-retroexcavadora en toda su longitud, para la colocación de canalizaciones que llegaran hasta la Isla de Santa Clara, lo que ha motivado su posterior erosión acelerada (Amiano, com. pers.).



- **En 1923**, antes de la construcción del paseo con los jardines de Ondarreta en 1925, **un fuerte temporal destrozó y arrastró parte del muro del campo de maniobras hacia el mar**, dejando los cimientos al descubierto.
  
- ***El Proyecto de Reforma y Ampliación de la playa de Ondarreta (Machimbarrena, 1925).***
  
- **Los jardines de Ondarreta se construyeron en 1925**, sobre los terrenos del campo de maniobras que no se reconvirtieron en playa.
  
- **El muro del paseo del Tenis se empezó a construir en 1925**, apoyado sobre el colector de la regata Konporta “La Alcantarilla”.
  
- ***El Derribo de la Cárcel de Ondarreta (1948-1949).***
  
- **En 1955** se construyó el **primer restaurante con bolera** en la playa de Ondarreta, al que le sustituyeron otras cafeterías similares hasta enero de 2012.
  
- La construcción del **colector de Tximistarri en 1973**. Antes “La Alcantarilla” desviaba la salida del agua del Konporta hasta el extremo noroccidental de la Bahía.
  
- **En 1994** se procedió a la **construcción de la última cafería permanente de la playa de Ondarreta**. La plataforma inicial tenía una superficie superior al que reflejaba el permiso de obra, y la estructura de hormigón tuvo que ser demolida. Los cascotes y varillas no se recogieron a tiempo, y un temporal los arrastró hacia la orilla.
  
- La primera retirada de piedras de la playa se produjo en 1998. En aquella fecha previa al informe de *AZTI Tecnalia* de 2004, se consideró conveniente por parte del Ayuntamiento retirar 750 t. La retirada obtuvo el visto bueno y ayuda presupuestaria de la *DMC* para su realización.
  
- ***Retirada de las Antiguas Cimentaciones de la Cárcel de Ondarreta (2005).***

- **En 2006 se retiraron 100 m<sup>3</sup> (unas 250 t) de piedras.**
  
- **En 2008** se realizó la **reforma del paso del pico del Loro**, siendo de nuevo *TRAGSA* la ejecutora y la *DGC* la contratante.
  
- **En 2009 se retiraron 40 t de piedras.**
  
- **En 2010 se reformó la rampa de Ondarreta**, tras su derrumbe en 2009, siendo los actores los mismos que en las anteriores obras.
  
- **En otoño de 2010 se vertieron cerca de 21.000 m<sup>3</sup> de arena** precibada proveniente de la excavación de la plaza de Cervantes. No obstante, esta arena ha pasado a incrementar aún más la cota alta de la playa y no el perfil bajo como se pretendía inicialmente.
  
- Durante los meses de mayo, previo a la temporada de playas, se realiza recurrentemente un **alisado de la zona superior de la playa** con el fin de habilitar un espacio para la ubicación de parasoles y toldos. Estas obras venían siendo sufragadas por la *DGC* hasta 2009, pero desde 2010 las obras de preparación de la zona corren cargo del propio Ayuntamiento. En 2010 se movieron cerca de 50.000 m<sup>3</sup>.
  
- **En 2010 se retiraron 122 t de piedras.**
  
- Durante el verano de **2011 también se volvieron a retirar piedras** por parte de los operarios encargados de la limpieza de playas.
  
- **En enero de 2012** comenzó la **demolición de la cafetería de Ondarreta**. La superficie en planta a demoler era de 247 m<sup>2</sup>. Se trataba de un edificio de dos plantas de estructura metálica, con una superficie en planta de 102. Se calculó que el volumen total de escombros sería de 65 m<sup>3</sup>.

En 2011, asesorado por *AZTI Tecnalia*, el anterior equipo de gobierno municipal consideraba que el uso de una playa seca de dimensiones

apropiadas para la instalación de un alto número de toldos, juegos infantiles y “cafetería” eran del todo incompatibles con la dinámica natural de la playa.

La actuación más inmediata pasaba por trasladar a otra ubicación todas esas estructuras captadoras de arena en la zona alta de la playa. En el caso de los parasoles (carpas, toldos y sombrillas), al ser de temporada, su afección era menor (no obstante, su número se consideraba excesivo). Los juegos infantiles deberían ser removibles, de forma que no permanecieran anclados durante la temporada de invierno y la cafetería debería ser trasladada cuanto antes a otro lugar.

Eliminados los obstáculos que retenían la arena en la zona alta de la playa a principios de 2012, se debería dejar pasar el invierno y ver como el mar reconfigura la playa. De tener un invierno suave, podría proponerse realizar un movimiento de arena durante la primavera de 2012, en armonía con lo que son los movimientos naturales de la playa. También se plateó bajar un metro (al menos) la cota de playa en la zona alta del perfil, moviendo arena hacia la parte baja del perfil, una vez concluida la temporada de verano, de forma que los temporales de otoño tuvieran acceso a las cotas más altas de la playa y se intensificase el movimiento de arena en esa zona.

- **En mayo de 2012 el Ayuntamiento**, asesorado por *Azti* y con la ejecución de la obra por parte de la empresa *Moyua*, **movió 15.215 m<sup>3</sup> de arena desde la zona alta hasta la orilla o zona baja para reperfilear la playa en su sector occidental**, con la intención de rebajar la cota de arena de la playa seca, y permitir así un mayor grado de exposición al oleaje y a las mareas que conforman la playa. Este movimiento no bastó para que el perfil se recompusiese de forma natural, y durante el verano de 2012 continuó la aparición de piedras en la playa. Tras el derribo de la cafetería a principios de año, según *AZTI*, no se habían registrado temporales de la suficiente intensidad para adecuar el perfil de la playa de manera que la arena tapara las piedras de la orilla.

- Durante el período **2012-2014** los operarios de FCC **retiraron sistemáticamente cascotes a mano de la zona alta de la playa** que afloraron a raíz de los movimientos de arena de 2012.
- **En enero de 2013** se produce un **derrumbe en la ladera de la antigua cantera de Arbizketa**.
- **Los temporales de principios de febrero de 2013** arrastraron mucha arena hacia el interior de la bahía, lo que **permitió que afloraran diversas estructuras** localizadas en la explanación de lo que fue el antiguo campo de maniobras.
- **En mayo de 2013 el Ayuntamiento**, asesorado por *Azti* y con la ejecución de la obra por la empresa *Moyua*, **trasladó 8.000 m<sup>3</sup> de arena desde la zona alta de la playa cercana a Loretopea hacia el muro del Tenis**. De este modo, *Azti* pretendía que la playa tuviese un depósito de arena en ese punto occidental de la playa para que las corrientes del verano, inversas a las del invierno, repartieran la arena hacia el sector oriental de la orilla en el período estival. Una situación similar a la que se produce en primavera cuando los inviernos han sido enérgicos.
- **A principios de junio de 2013, en la zona alta del sector oriental de Ondarreta (cerca de Loretopea) afloraron los cascotes del relleno del campo de maniobras, cuando se retiró una capa de arena para cubrir parte de la rasa mareal de Ondarreta**. Ante la negativa de FCC a cribar los residuos de esa zona de la playa por temor a que con los cascotes se le rompiese la malla al Limpia Playas, se optó por contratar una máquina **despedregadora** de la marca *Triginer* a la empresa *Pelokaki* de La Rioja, que demostró ser una herramienta eficaz y **retiró unos 135 m<sup>3</sup> de piedras** en siete horas de trabajo (menos de una jornada laboral), lo representa sólo el 2% de los 6.750 m<sup>3</sup> de piedras antrópicas presentes en la playa estimado por el *Servicio de Costas*. La máquina trabajó en condiciones de extrema dificultad, con la playa repleta de usuarios y sobre arena seca con ruedas estrechas aptas para labores agrícolas con un suelo más firme.

- En **octubre-noviembre de 2013**, unos desperfectos en el muro acabaron convirtiéndose en un **gran socavón en el paseo del Tenis**. El relleno interior estaba compuesto de arena y se sustituye por piedras de cantera.
- En **febrero de 2014 unos intensos temporales destrozan el pretil del paseo del Tenis** que fue reparado a las pocas semanas.
- En **mayo de 2014 el Ayuntamiento**, cuando los arenales de la Bahía todavía se recuperaban de los intensos temporales de febrero, asesorado por Azti y con la ejecución de la obra por la empresa *Moyua*, **trasladó 16.397 m<sup>3</sup> de arena desde la zona alta de la playa cercana a Loretopea hacia el muro del Tenis**.
- En **enero de 2015 el Ayuntamiento**, adelantándose a la acción invernal de la naturaleza, asesorado por *Azti* y con la ejecución de la obra por la empresa *Moyua*, **trasladó 5.200 m<sup>3</sup> de arena desde la zona alta de la playa cercana a Loretopea hacia el muro del Tenis**. En esta ocasión, se pretendía que la arena tuviera suficiente espacio de tiempo para asentarse.
- En **mayo de 2015 el Ayuntamiento**, asesorado por *Azti* y con la ejecución de la obra por la empresa *Moyua*, **trasladó 5.000 m<sup>3</sup> de arena desde la zona alta de la playa cercana a Loretopea hacia el muro del Tenis**.
- Con la entrada del nuevo gobierno municipal, en mayo de **2015**, se retoma la retirada de cascotes de la playa. **A finales de julio, se extrajeron 360 m<sup>3</sup> de cascotes de mayor tamaño mediante una máquina precibadora**. La densidad de este material era de 2,3 t/m<sup>3</sup>, con lo que **en peso total suma 828 t**. **Durante la primera quincena de agosto se retiran piezas de menor tamaño con un limpia playas, lo que sumaba otras 20 t**.

## **2. METODOLOGIA**

## **2.1. METODOLOGIA DE ESTUDIO**

Desde hace 15 años se está haciendo un seguimiento semanal de la evolución del arenal y un estudio del origen de las piedras molestas presentes, para proponer una restauración natural factible de la playa de Ondarreta. De manera altruista, se han realizado innumerables jornadas de campo para analizar los materiales que afloran, monitorizado la dinámica de la masa de arena, revisado la documentación disponible sobre la geología y la historia de la playa (incluidas fotografías antiguas), y entrevistado a personas que pudieran aportar información relevante para comprender e interpretar el problema. La cultura popular de los antiguotarras, transmitida de padres a hijos y de abuelos a nietos durante generaciones, ha confirmado lo documentado en las referencias bibliográficas, el archivo histórico o el archivo fotográfico.

Las fotografías históricas se han obtenido principalmente del archivo Kutxa Fototeka ([www.kutxateka.com](http://www.kutxateka.com)), álbum SIGLO XIX ([www.albumsiglo19mendea.net](http://www.albumsiglo19mendea.net)), archivo Gure Gipuzkoa del Departamento de Cultura, Juventud y Deportes la Diputación Foral de Gipuzkoa ([www.guregipuzkoa.net](http://www.guregipuzkoa.net)), archivo de Gregorio González Galarza del San Telmo Museoa ([www.santelmomuseoa.com](http://www.santelmomuseoa.com)), y la Web del Ayuntamiento de Donostia ([www.donostia.eus](http://www.donostia.eus)).

Los proyectos de ejecución de las obras principales que han afectado directamente al arenal, se han consultado en el Archivo Histórico Municipal de San Sebastián ([www.donostia.eus](http://www.donostia.eus)).

Los trabajos de campo se han centrado en determinar el verdadero origen del problema de la aparición de piedras molestas en la playa de Ondarreta, para proponer soluciones prácticas dirigidas a una correcta gestión.

## **3. RESULTADOS Y DISCUSION**

### **3.1. HISTORIA CONTEMPORANEA DE SAN SEBASTIAN**

La Historia Contemporánea de San Sebastián comenzó con la destrucción que sufrió a manos de las tropas anglo-portuguesas el 31 de agosto de 1813. Tras el incendio, la ciudad se reedificó casi por completo con sucesivos ensanches.

Durante la *Primera Guerra Carlista (1833-1839)*, las tropas inglesas que contra Carlos María Isidro (Carlos V) tomaron parte en la contienda, horadaron la peña de Loretopea (Pico del Loro), con el fin de poder pasar de una playa a otra sin necesidad de remontar el altozano y ponerse al descubierto ante el enemigo. En 1855, por su inminente ruina, se cerró el túnel de *Ingle-zulo* consolidando la barrera natural (Izaguirre, 1933).

El final de la Primera Guerra Carlista marca el comienzo de una época floreciente. Al desarrollo de San Sebastián como ciudad de veraneo contribuye de manera decisiva la llegada, el 1 de agosto de 1845, de la reina Isabel II para tomar baños de mar para aliviar sus dolencias dermatológicas. La presencia de la corte supone un avance de las comunicaciones de las que son un buen ejemplo la inauguración -el 1 de junio de 1847- de la nueva carretera por Andoain-Lasarte-Pasajes-Rentería en dirección a la frontera francesa que sustituía al antiguo camino de Hernani y en 1858 comienza los trabajos del ferrocarril.

En la segunda mitad del siglo XIX, el barrio del Antiguo tenía un complicado acceso desde la costa con el resto de la ciudad. Estaba constituido por caseríos dispersos, pequeñas fábricas y campos, con una industria incipiente en la zona de Benta Berri (Lizarriturry y Rezola, 1860). Se consideraba el extrarradio municipal, y el Palacio de Miramar, con su falso túnel que facilitó la conexión, se empezó a construir en 1888 (Figura 1).

Pero el momento crucial en la historia donostiarra del siglo XIX -y que condicionará de manera fundamental el desarrollo urbano y económico de la misma- es la pérdida para la ciudad de su condición de Plaza Militar en 1863, después de permanecer siete siglos fortificada y amurallada. Tras el derribo de las murallas, se abandonó el campo

de tiro de Erregesoro en el actual Alderdi-Eder, permutado por los arenales de Ondarreta.

Los avatares políticos que se suceden en el Estado tienen nuevamente repercusión en San Sebastián. Desde 1869 partidas carlistas se alzaban esporádicamente por todo el país. San Sebastián, ante el cariz que pudieran tomar los acontecimientos, decide armar a sus ciudadanos encuadrados en los llamados *Voluntarios de la Libertad* encargados de la defensa de la ciudad y de la Constitución. San Sebastián, una vez más, reafirmaba su carácter liberal jurando lealtad a Amadeo de Saboya y a la Constitución de 1869 en febrero de 1871. A pesar de ello el carlismo dirigido por el que sería conocido como Carlos VII, nieto del protagonista de la Primera Guerra Carlista, trata de emplear la vía legal para llegar al poder, pero tras el fracaso de las elecciones de 1872 volvía a la vía insurreccional, lo que dio pie al levantamiento de algunas partidas carlistas (Barruso, 2010).

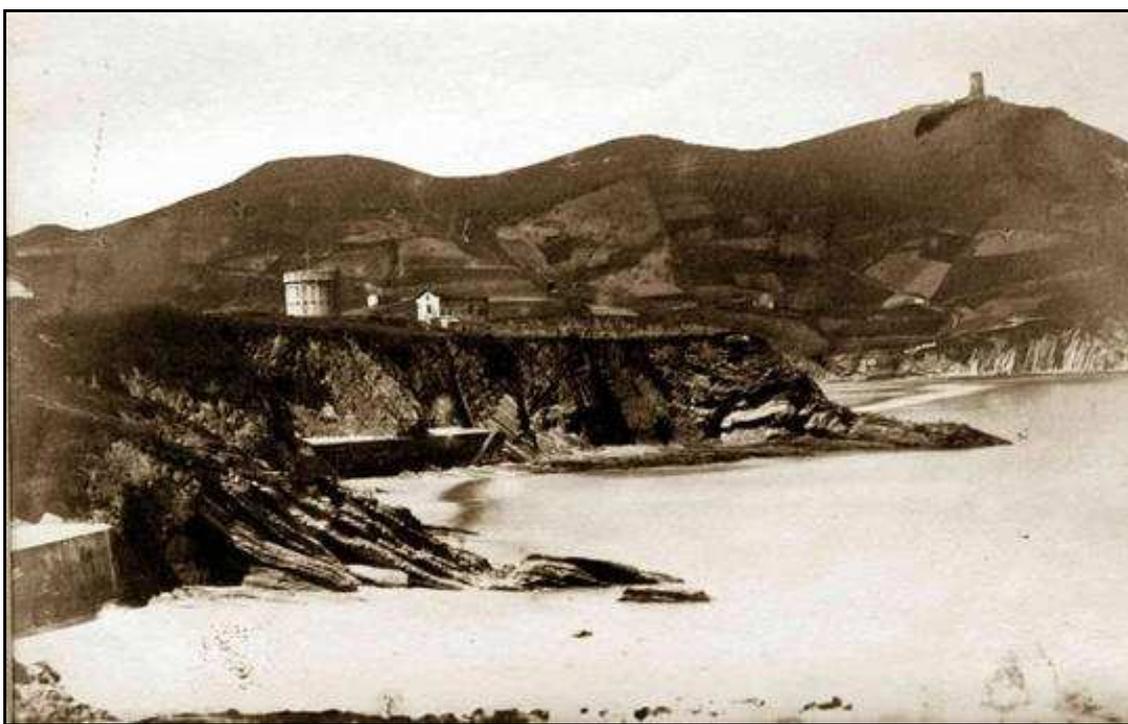


Figura 1. Peñón de Loretopea, en la actualidad atravesado por el túnel del Antiguo.

Autor: OTERO Y GOÑI, Hermenegildo. Fecha: 1874.

© de la fotografía Museo San Telmo.

[http://www.santelmomuseoa.com/index.php?option=com\\_flexicontent&view=items&id=5011&Itemid=47&lang=es](http://www.santelmomuseoa.com/index.php?option=com_flexicontent&view=items&id=5011&Itemid=47&lang=es)

### **3.2. CAMPO DE MANIOBRAS DE ONDARRETA (Barrio, 1873)**

Ante el inicio inminente de la *Segunda Guerra Carlista*, y la necesidad de instrucción de las tropas, en 1872 comenzó el proyecto de construcción del nuevo campo de maniobras en los arenales de Ondarreta (Izaguirre, 1933; Alberdi & Pérez, 2005). Estas obras consistieron en la construcción de un muro de contención en fábrica de piedra (mampostería), delimitando, hacia el mar, la superficie del campo de maniobras que fue explanado con aporte de arena, tierra y cascotes (cota de +5,5-6 m). Con posterioridad, a partir de 1888, en la zona occidental del campo de maniobras, se comenzaron las obras de construcción de la cárcel del partido judicial de San Sebastián (Figura 2). La explanada también se utilizó como pista de atletismo, aeródromo, hipódromo, campo hípico y campo de fútbol de la Real Sociedad “1909-1913”. El campo de maniobras se extendía por los actuales jardines y gran parte de la playa de Ondarreta (1,6 ha), ya que el muro de costa protegía la mayor parte de la superficie que actualmente ocupa la zona alta de toldos (Figuras 4 y 5).

El muro de contención era del tipo “a gravedad armado”, de sección trapezoidal, con una longitud de unos 550 m que atravesaba la playa de Ondarreta en dirección este-oeste (desde Loretopea hasta la desembocadura de la regata del Gorga). En la cara externa que miraba al mar era de mampostería careada, cuyos mampuestos se han labrado únicamente en la cara destinada a formar el paramento exterior, y en la cara interna, escalonada, compuesto por ripios o conjunto de piedras y demás materiales de desecho que se usan para rellenar juntas o huecos, o que se colocan entre los mampuestos para que asienten bien. El mortero empleado para la unión era una argamasa con cal hidráulica natural (Figura 3). La endeble resistencia de este tipo de cales viene dada por la combinación de sílice que se da durante el proceso de cocción de la cal. En Gipuzkoa la elaboración fabricación del cemento *Portland*, artificial y con mayor resistencia, comenzó en 1901 en la fábrica “La Esperanza” situada en Añorga-Aundi (Donostia).

Los *proyectos relativos al acondicionamiento de un campo permanente de maniobras en los arenales del Antiguo y a la construcción de un muro de contención de mareas*, con los correspondientes pliegos de condiciones y planos, fueron redactados en 1872 (explanación) y 1873 (muro de protección) por el arquitecto municipal D. Nemesio

Barrio (DUA, 1871-1875). El 23 de febrero de 1873, el contratista D. Santos Rezola se adjudicó la escritura del remate de la ejecución de la obra de explanación de los arenales. El pliego de condiciones comprendía 6.500 m<sup>3</sup> de desmonte en la explanación, 35.000 m<sup>3</sup> de terraplén que debía ejecutarse con materiales de las inmediaciones del mar, 8.500 m<sup>3</sup> de excavación, tierras arcillosas o labrantías (tierra de labor) para sujetar los materiales, 1600 m<sup>2</sup> de revestido de mampostería y 270 m<sup>3</sup> de mampostería hidráulica.

Dado inicio a las obras, a consecuencia de un temporal que se llevó material en un frente de unos 60 m, el 8 de abril de 1873 se proyectó la construcción de un nuevo muro de defensa y al efecto se presentó en pliego de condiciones con el presupuesto correspondiente. El rematante de las obras generales se ofreció hacerse cargo de la construcción de dicho muro.

El muro de mareas proyectado, según recoge el pliego de condiciones y el presupuesto redactado, debería tener una sección con al menos 2,80 m de altura, con 1,40 m en la base y 0,70 m de espesor en coronación. La cara interna sería escalonada a razón de 0,1 m de escalón por cada 0,70 m de altura, y la cara externa que miraba al mar tendría un talud con 1/8 de pendiente (Anexo III, DUA 1871-1875). La obra requería 2.180 m<sup>3</sup> de mampostería hidráulica, 50 metros m<sup>3</sup> de excavación en roca y 600 m<sup>3</sup> de excavación en arena. El 7 de enero de 1874 el contratista solicitó que se procediera a la recepción final de las obras.

De este modo, el Ayuntamiento se apropió de 49.411,573 m<sup>2</sup> de dominio público marítimo-terrestre con la explanación del arenal, de los cuales 33.630,673 m<sup>2</sup> se destinarían al campo militar de instrucción por permuta con los terrenos de Erregesoro (Alderdi-Eder), y se adjudicó una parcela de 15.780,900 m<sup>2</sup> en el extremo occidental donde con posterioridad se edificó la cárcel de Ondarreta (Anexo III, DUA 1872-1884).

El muro guardamar, al menos en su extremo oriental, tenía una zapata longitudinal de mampostería a pie de muro (con unos 3-3,5 m de anchura), para evitar o paliar eventuales descalces del muro de costa producidos por la erosión del oleaje y las corrientes marinas, cuando el agua penetra por debajo de la base o los cimientos del muro (Figuras 6 y 7). Esta zapata a pie de muro sería similar a la que se puede observar en la actualidad en el muro de costa de Alderdi-Eder (hasta 1863 campo de

tiro de Erregesoro), y que presenta también como mortero la cal hidráulica típica del siglo XIX (Figura 16). Asimismo, en el arenal de Ondarreta se montó una escollera paralela similar con bloques de piedra de la época, y de origen antrópico evidente, para reforzar la protección del muro de costa del azote marino (Figura 17). Incluso en el muro de costa de Alderdi-Eder, en la actualidad se observa que alguno de los arreglos de la zapata de mampostería se realizó con ladrillos macizos (Figura 18), tal y como sucedió de manera habitual de mano de los militares en el muro de costa del campo de maniobras de Ondarreta (Egaña, 2012).

Los materiales de mampostería eran los disponibles en la zona (Edeso, 2010), en el tramo oriental junto a Loretopea estaba compuesto por calizas o margocalizas grises y rosas (período Danés), y en el tramo occidental junto a Igeldo estaba integrado por calizas o margocalizas grises y areniscas de la Cadena Terciaria Costera (Paleoceno medio-Eoceno inferior).

El muro de costa estaba muy expuesto al oleaje y su reparación, y la del terraplenado adyacente, era continua (Figuras 8 y 9). Al poco de su construcción incluso se tuvo que reforzar en su extremo sudoriental (Izaguirre, 1933). La dinámica del arenal, con períodos de sedimentación y erosión, condicionaba la exposición del muro de costa al azote del oleaje, y la propia accesibilidad a la playa desde el campo de maniobras, con mas o menos peldaños sepultados en las escaleras de madera. Los militares del campo de maniobras mantenían el muro de contención principal que se desplazó y derrumbó en varias ocasiones (Egaña, 2012). Al ser arreglos urgentes, generalmente se reparaban con ladrillos macizos u otros materiales de construcción disponibles, cuyos cascotes hoy en día se pueden apreciar distribuidos entre los escombros del pedregal de Ondarreta (Figuras 12, 13, 14 y 15). Probablemente, los charcos y huecos que se formaban en el relleno del campo de maniobras se desecaban con aportes de escombros de demolición, principalmente ladrillos huecos. Finalmente en 1923, antes de la construcción del paseo con los jardines de Ondarreta en 1925, un fuerte temporal destruyó y arrastró parte del muro hacia el mar, dejando los cimientos al descubierto (Figuras 10 y 11). Nunca se procedió a la retirada de los cascotes barridos por la acción del oleaje, con mayor o menor efectividad, poco a poco se hundían y la arena los cubría. En el tramo de muro correspondiente a la cárcel, por acuerdo, los arreglos correspondían al Ayuntamiento por ser el propietario de la parcela y del edificio (DUA, 1872-1884).



Figura 2. Panorámica de Ondarreta con el campo de maniobras, la cárcel y el colector en construcción.

Autor: Ricardo Martín. Archivo Kutxa Fototeka.  
[http://www.kutxateka.com/index.php/Detail/Object/Show/object\\_id/47432](http://www.kutxateka.com/index.php/Detail/Object/Show/object_id/47432)



Figura 3. Muro de costa del antiguo campo de maniobras (1873), levante del muro tras construcción del túnel del Antiguo (1890) y construcción del muro de los jardines de Ondarreta (1925).

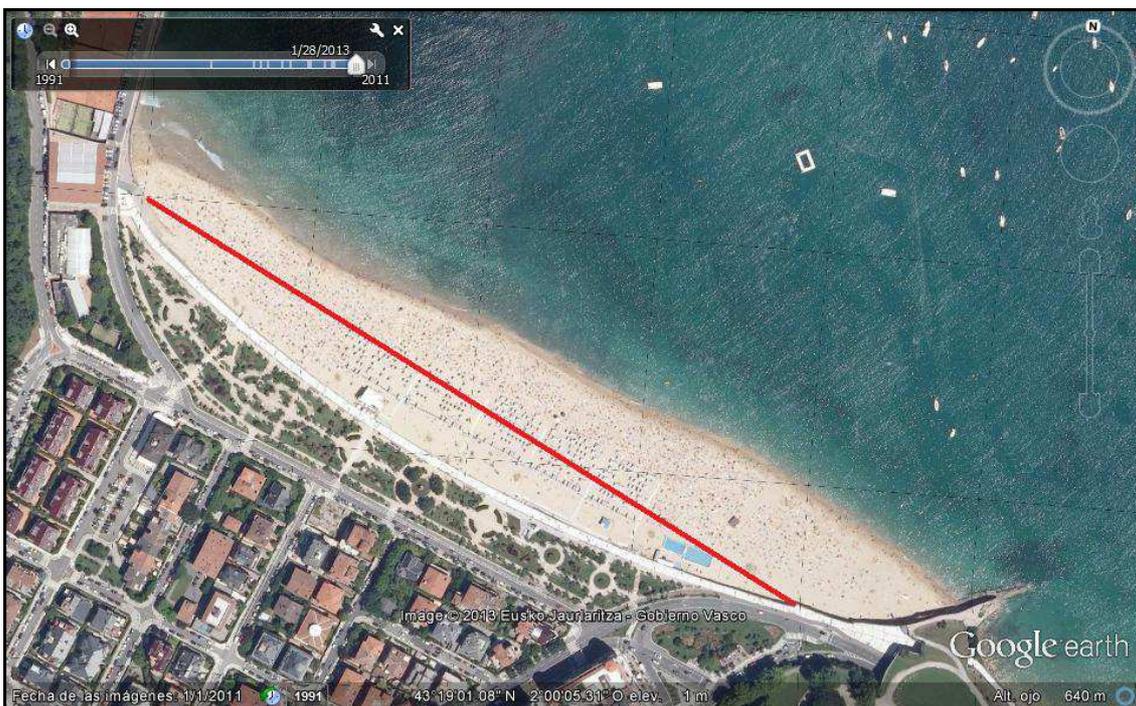


Figura 4. El trazado del antiguo muro de costa marcado en rojo (imagen de Google earth).

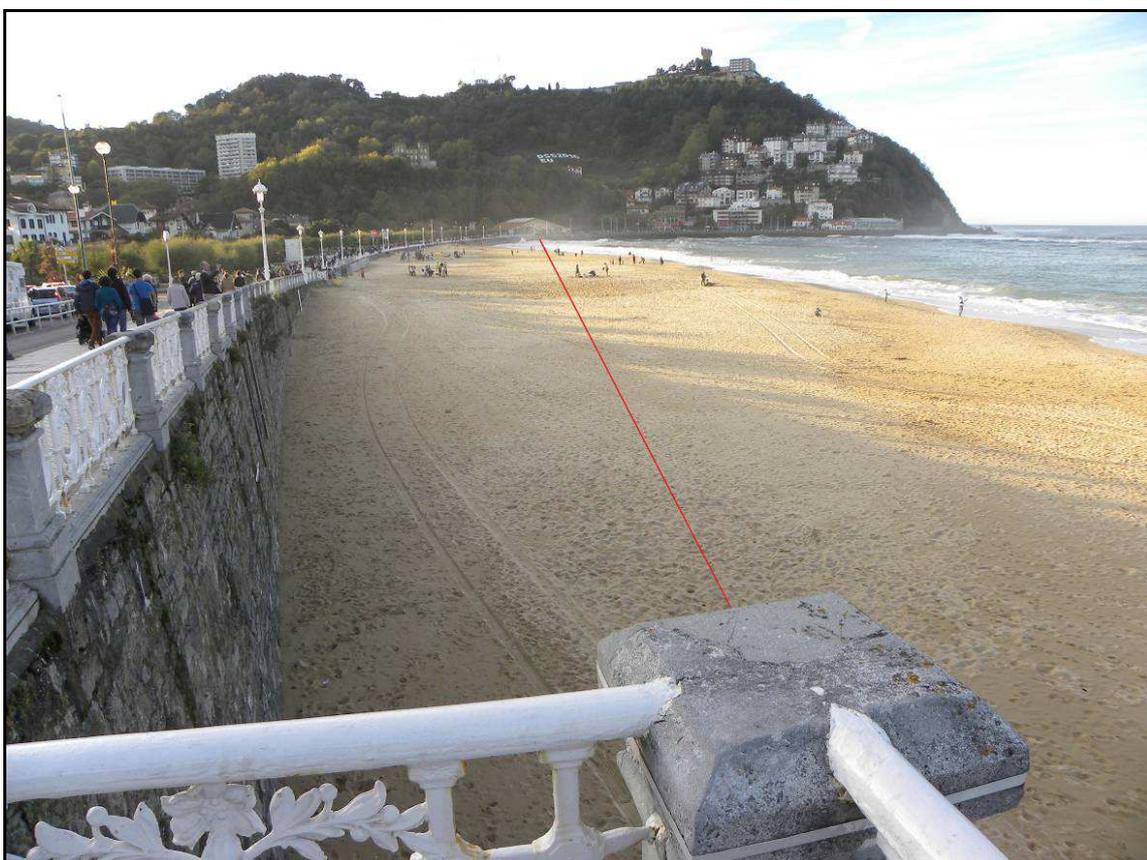


Figura 5. La línea roja marca por donde cruzaba la playa el muro guardamar.

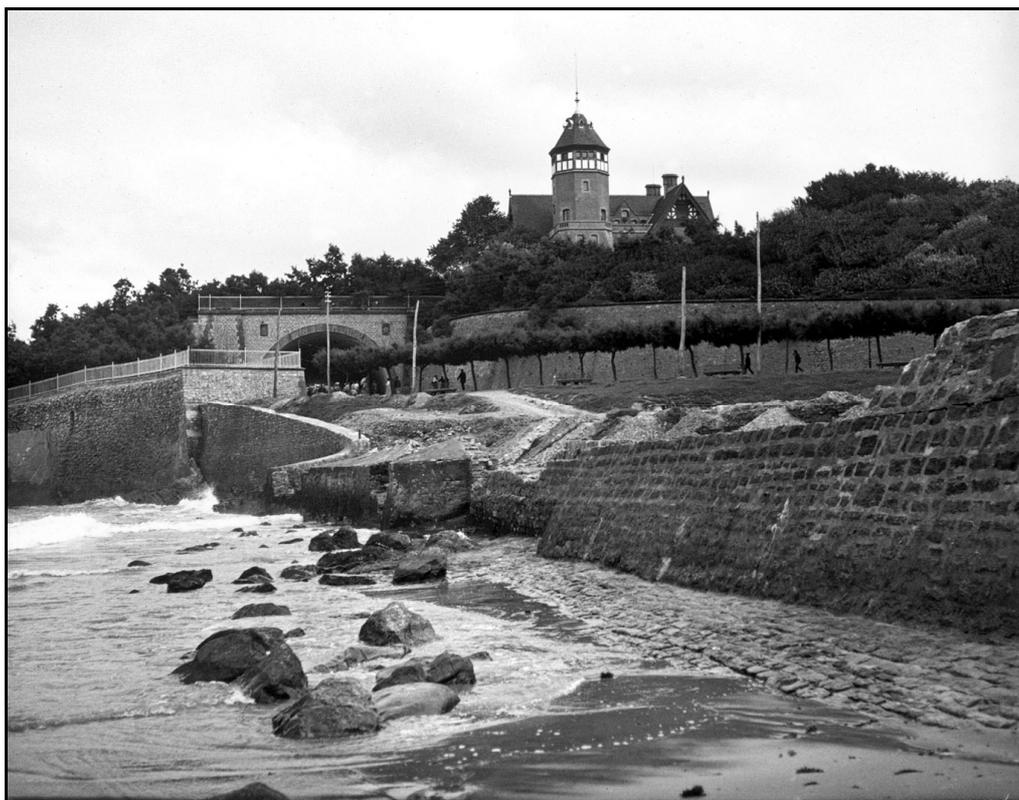


Figura 6. Vista del muro de costa desde la playa.  
Autor: Juan Chicoy Arreceigor. Fecha: 1914.  
Conservación y Digitalización: Ricardo Sanz Cortiella.  
<https://m.flickr.com/#/photos/ricardosanzcortiella/12389210763/>



Figura 7. Vista con la zapata a pie de muro y la escollera paralela. Fecha: 1910.  
RSS [www.revistasansebastian.com](http://www.revistasansebastian.com)

<https://www.facebook.com/revistasansebastian/photos/a.646890878753936.1073741828.526823127427379/672686002841090/?type=1&theater>



Figura 8. Azote del oleaje contra el muro de costa del campo de maniobras.  
Autor: Gregorio González Galarza. © de la fotografía Museo San Telmo.

[http://www.santelmomuseoa.com/index.php?option=com\\_flexicontent&view=items&id=34&Itemid=52&lang=es](http://www.santelmomuseoa.com/index.php?option=com_flexicontent&view=items&id=34&Itemid=52&lang=es)

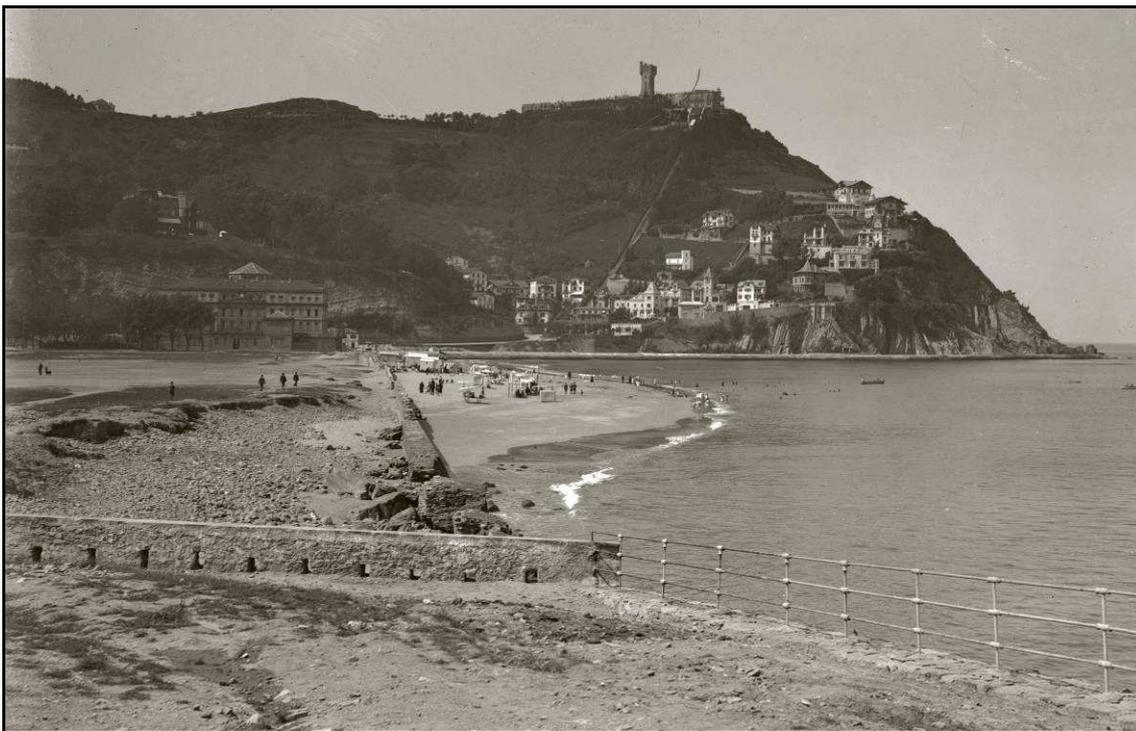


Figura 9. Destrozos visibles en el muro y el terraplenado.  
Autor: Gregorio González Galarza. © de la fotografía Museo San Telmo.  
[http://www.santelmomuseoa.com/index.php?option=com\\_flexicontent&view=items&id=34&Itemid=52&lang=es](http://www.santelmomuseoa.com/index.php?option=com_flexicontent&view=items&id=34&Itemid=52&lang=es)



Figura 10. Destrozos en el muro de costa con la reina María Cristina visitando la playa tras el temporal en 1923. Autor: Pascual Marín. Archivo Kutxa Fototeka.  
[https://www.kutxateka.com/index.php/Detail/Object/Show/object\\_id/276829](https://www.kutxateka.com/index.php/Detail/Object/Show/object_id/276829)



Figura 11. La reina Maria Cristina (de negro y con sombrilla) sobre la cimentación desplazada del muro de costa en 1923. Autor: Pascual Marín. Archivo Kutxa Fototeka.  
[https://www.kutxateka.com/index.php/Detail/Object/Show/object\\_id/276831](https://www.kutxateka.com/index.php/Detail/Object/Show/object_id/276831)



Figura 12. Reparaciones similares con ladrillos macizos en el Macho del Castillo Roquero de Urgull.



Figura 13. Restauración parcheada del Castillo de la Mota.



Figura 14. Reparaciones cerca de Portaletas en la muralla del Muelle.



Figura 15. Reparaciones en las cantoneras de sillería del Tunel de Antiguo.



Figura 16. Zapata de mampostería a pie de muro en Alderdi-Eder.

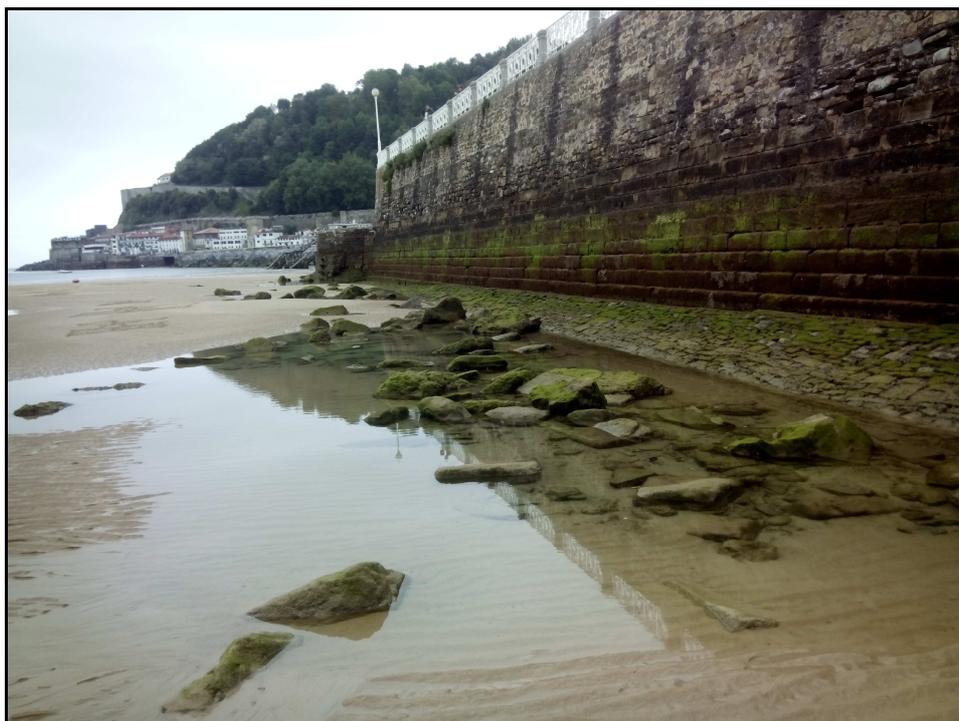


Figura 17. Afloramiento de escollera bajo Alderdi-Eder (09-05-2015).  
Los bloques de sillería de la base del muro guardamar datan de 1755.  
<http://www.ingeba.org/liburua/donostia/54ssinfr/542cos/542sscos.htm>

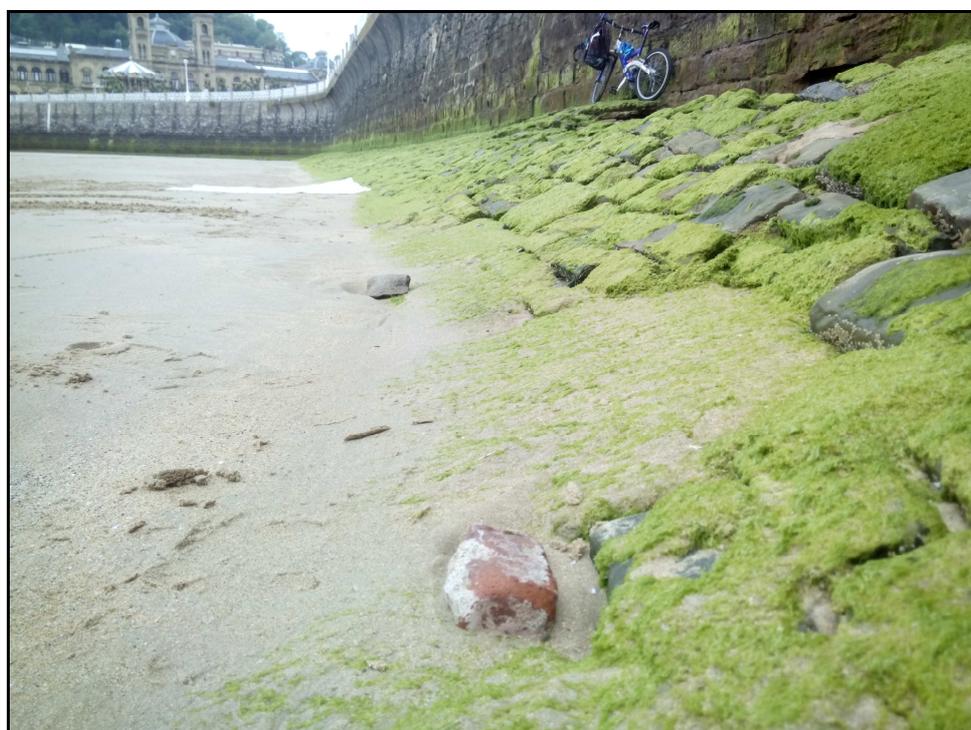


Figura 18. Arreglo de zapata con ladrillo macizo.

### **3.3. PROYECTO DE REFORMA Y AMPLIACION DE LA PLAYA DE ONDARRETA (Machimbarrena, 1925)**

En 1875 el Ayuntamiento de San Sebastián llegó a un acuerdo de permuta con el Ministerio de la Guerra, transformando en municipal la parcela ocupada por el antiguo campo maniobras de Erregesoro, actuales jardines de Arderdi-Eder, a cambio de un terreno de 33.628 m<sup>2</sup> en Los Juncales (Ondarreta).

Los militares tomaron posesión del citado territorio antiguotarra con un par de condiciones: sólo podría utilizarse como campo de maniobras y si en algún momento el Ejército decidiera abandonarlo pasaría automáticamente a ser municipal. Igualmente, si el Ayuntamiento, llegado el caso, quisiera utilizar la playa debería compensar el Ministerio de la Guerra con un terreno equivalente. Así ocurrió cuando, pasados los años e inaugurado el Palacio Miramar, el cada vez más aristocrático arenal resultaba incompatible con la actividad castrens (Figura 19).

En 1920 el Ministerio de la Guerra adquirió en Loiola 170.000 m<sup>2</sup> de terrenos, parte en permuta por el campo de maniobras de Ondarreta.

El Plan de Ensanche del Antiguo (Elizalde, 1921), contemplaba la transformación del campo de maniobras obsoleto en jardines y playa.

El *Proyecto de Reforma y Ampliación de la playa de Ondarreta*, con el correspondiente pliego de condiciones y planos, fue redactado por el Ingeniero de Caminos de Obras Municipales D. Juan Machimbarrena (DUA, 1924-1927). En 1925, se adjudicó la ejecución de la obra al contratista D. Hipólito Olaizola, pero al fallecer a los pocos días en accidente, se les concedió la subrogación de la adjudicación de las obras a su Sra. Viuda e Hijos como herederos. El plazo de ejecución de las obras sería de 6 meses.

La cimentación de los nuevos muros de costa del paseo de los jardines de Ondarreta requería la ejecución de las excavaciones necesarias a los perfiles al 60% de talud que posteriormente pasarían a terraplén (8.058,89 m<sup>3</sup>). Para el reperfilado de la playa comprendía la ejecución de terraplenes consolidados (13.597,91 m<sup>3</sup>). Antes de dar

principio a las obras, se levantaron los perfiles longitudinales y transversales del terreno, que servían para calcular la cubicación de los desmontes y terraplenes.

En el presupuesto de designación de la clase de obras, y liquidación provisional, de las obras de embellecimiento y reforma de la playa de Ondarreta, no se recoge partida alguna destinada al desescombro, transporte y depósito de cascotes por el desmantelamiento del campo de maniobras.

Los trabajos se retrasaron por un motivo justificado, se encontraron en 40 metros de longitud con un subsuelo fangoso, donde la cimentación proyectada y ejecutada en el resto del muro corría peligro de fracasar. El retraso en la construcción del muro del trozo señalado influyó en cierto modo en el relleno de arenas a sus espaldas, pues no podía avanzarse en ese relleno hasta tanto que no estuviera al abrigo de las mareas por el cierre del muro de contención.

En pleno verano, finalizado el plazo señalado en el pliego de condiciones facultativas y económicas de las obras indicadas, y no habiendo podido terminar los trabajos en el tiempo señalado, se les concedió una prórroga de 20 días. Además, al comienzo de las obras, ocurrieron grandes temporales, que con la causa apuntada, justificaron una moratoria.

Los restos del antiguo muro de costa fueron demolidos seccionados a media altura, siguiendo los perfiles necesarios para el terraplenado de la playa (Anexo III, DUA 1924-1927). De este modo, los materiales del relleno del antiguo campo de maniobras quedaron retenidos en la zona alta de la playa, entre el viejo muro derribado y en nuevo muro del paseo de los jardines.

Con un alto espíritu de generosidad y una clara visión del interés que a la Ciudad supone cuanto con las playas se relaciona, el Ayuntamiento realizó en Ondarreta obras costosas de embellecimiento y ornato, invirtiendo en la creación de un hermoso paseo frente al mar contenido por espaciosos y artísticos jardines.

Para que la playa ganara en profundidad y holgura se sacrificaron, cediéndolos al arenal, por el trazado cóncavo del muro 12.716 m<sup>2</sup> de terreno propiedad del Municipio.

Con la demolición del antiguo muro que delimitaba la zona marítimo-terrestre de dominio público, este desprendimiento supuso una cesión considerable, ya que terrenos que hubieran podido ser utilizados para la construcción a precios elevadísimos por su privilegiada situación frente al mar, reportando al Ayuntamiento saneados ingresos, se adjudicaron al común, convertidos en superficie de playa y esterilizados por consiguiente para la construcción.

En la Figura 20 se observa el foso abierto (desde cota +5,5 m hasta -1 m) para acceder al subsuelo de la zona a cimentar (cerca a la cota 0 m), con posterioridad se rellenó con arenas de la propia playa. El material de relleno extraído (cascotes o gravas), se depositó en una franja longitudinal en paralelo a la excavación hacia el mar.



Figura 19. Playa de Ondarreta poco antes de la reforma y ampliación.  
Editor: Fototipia de Hauser y Menet.

<http://www.guregipuzkoa.net/photo/1080196>

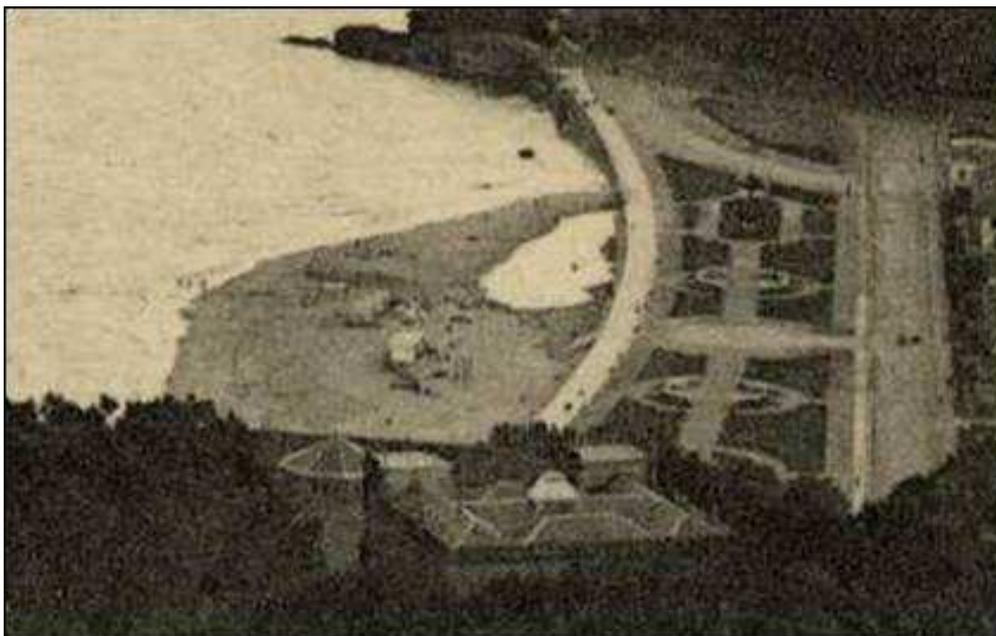


Figura 20. Ondarreta en plena construcción del nuevo muro de costa en 1925.

Fuente: Biblioteca de Koldo Mitxelena Kulturunea, DFG.

Editor: Barcelona: L. Roisin, fot.

<http://www.guregipuzkoa.net/photo/1080226>



### **3.4. DERRIBO DE LA CARCEL DE ONDARRETA (1948-1949)**

Desde antes del proyecto de ampliación y reforma de la playa de 1925, ya se debatía en los plenos municipales sobre la necesidad de retirada de la cárcel de Ondarreta.

En 1948 tras concurso se adjudicó la obra de demolición al contratista D. Antonio Grajirena (DUA, 1947-1949). En el pliego de condiciones para el derribo de la cárcel de Ondarreta (Alday, 1947), en el artículo 2º figuraba que los escombros procedentes de ese derribo, se transportarían por cuenta del contratista a los lugares situados dentro del Ensanche de Ibaeta que indicase la Sección de Obras Municipales. Asimismo, en el artículo 5º se indicaba que la parte de edificio que se encontraba sobre la playa según el plano de ensanche, se desmontaría en su totalidad, o sea, que no se dejaría en la futura playa, obra de fábrica, tubería, ni material alguno que hubiere debajo de la superficie de la playa. El plazo de ejecución de las obras sería de 6 meses, pero por el retraso de las obras por la casi nula demanda de piedra y las restricciones de electricidad que se experimentaron durante la ejecución, se acordó conceder una prórroga de 2 meses, hasta el 15 de julio de 1949.

El contratista estaba obligado a dejar el solar libre de escombros en un plazo determinado y en las condiciones indicadas en el pliego, pero en un escrito de la Comandancia Militar de Marina del 25 de noviembre de 1953, se recoge la contestación a la solicitud de autorización al Ayuntamiento, indicando que no había inconveniente en que se llevasen a cabo trabajos de extracción de los cimientos de la antigua cárcel de Ondarreta (Figuras 21 y 22).

El extremo sudoccidental de la rasa mareal o *flysch* de Ondarreta sufrió un vertido de escombros en 1949 con la retirada de la cárcel. Las piedras de sillería de arenisca del presidio se reutilizaron en nuevas edificaciones (Seminario Diocesano), pero las piedras planas del antiguo muro de costa no se retiraron, tras la demolición gran parte se dispersaron y mezclaron con las rocas naturales de la orilla occidental (Figuras 23 y 24).

Este vertido de escombros, ya fue detectado por Uriarte *et al.* (2004):

“Asimismo, grandes cantidades de piedras de tamaños y origen muy diverso (antiguas canalizaciones de la regata Compuerta, piedras de cantera y de viejas construcciones) aparecen distribuidas en la parte occidental de la playa”, (Figura 25).

La práctica de dispersar los escombros por los terrenos adyacentes es muy común incluso hoy en día, porque abarata costes de transporte y vertedero, como ejemplo se podría citar que en varias pequeñas presas de mampostería que se han demolido de los cauces de los ríos guipuzcoanos en los últimos años, no se han retirado los escombros, habitualmente los cascotes se fraccionan y dispersan por el cauce del propio río por medio de la propia retroexcavadora que ha realizado la demolición de la presa.

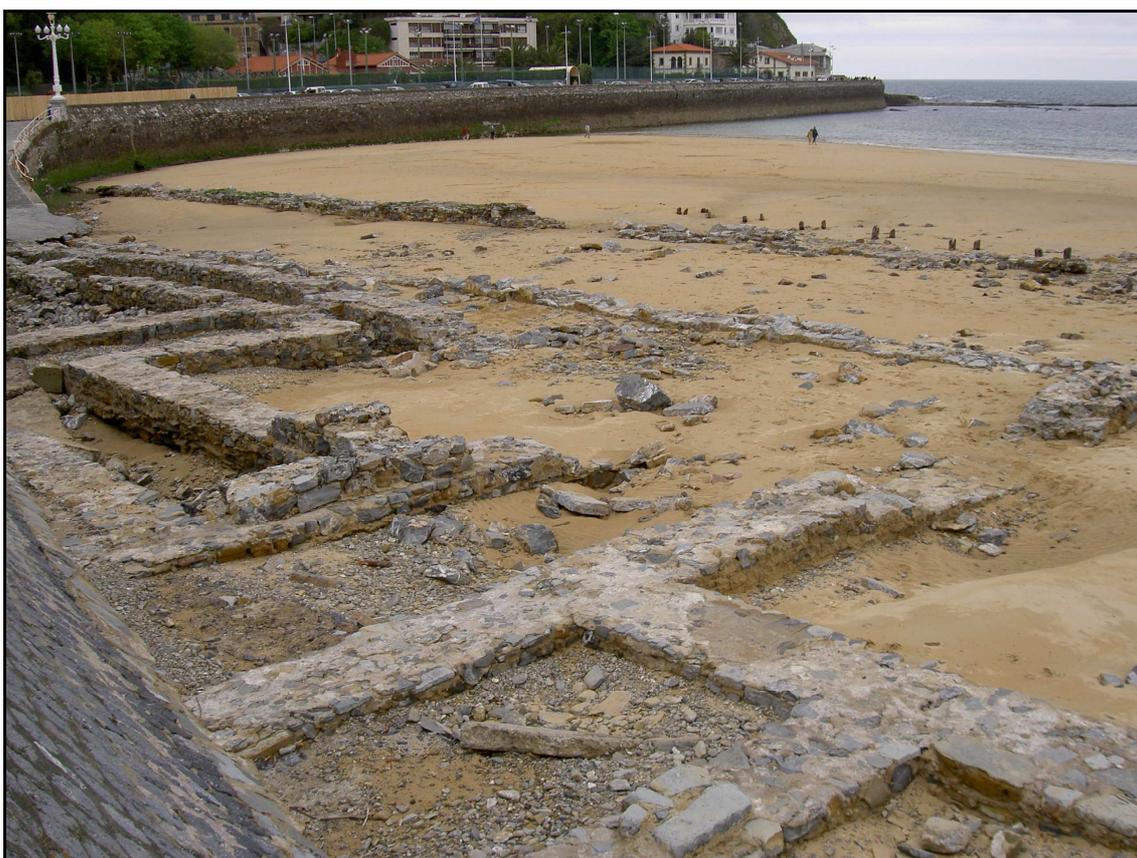


Figura 21. Detalle de las estructuras de la antigua cárcel y de los cascotes que retenía  
(Autor: Francisco Etxeberria Gabilondo).

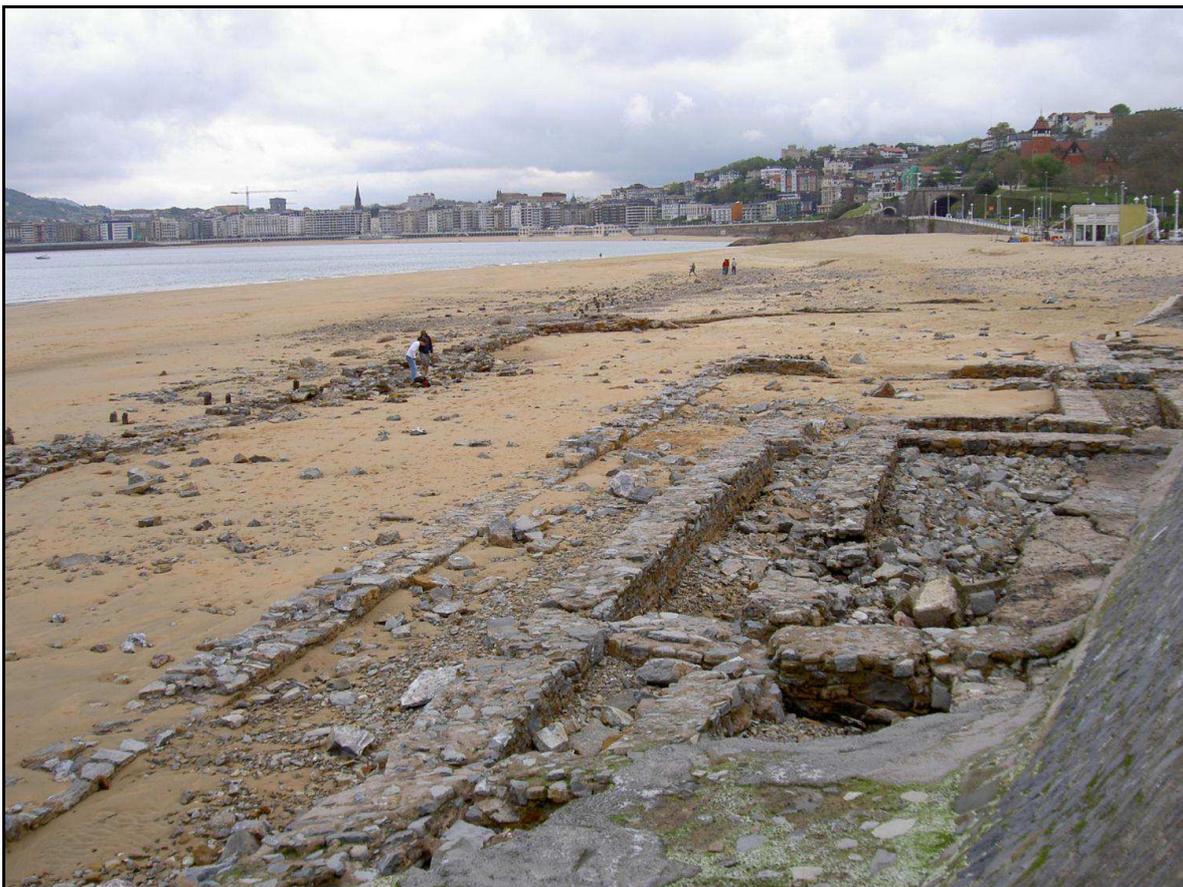


Figura 22. Detalle de las estructuras de la antigua cárcel y de los cascotes que retenía  
(Autor: Francisco Etxeberria Gabilondo).

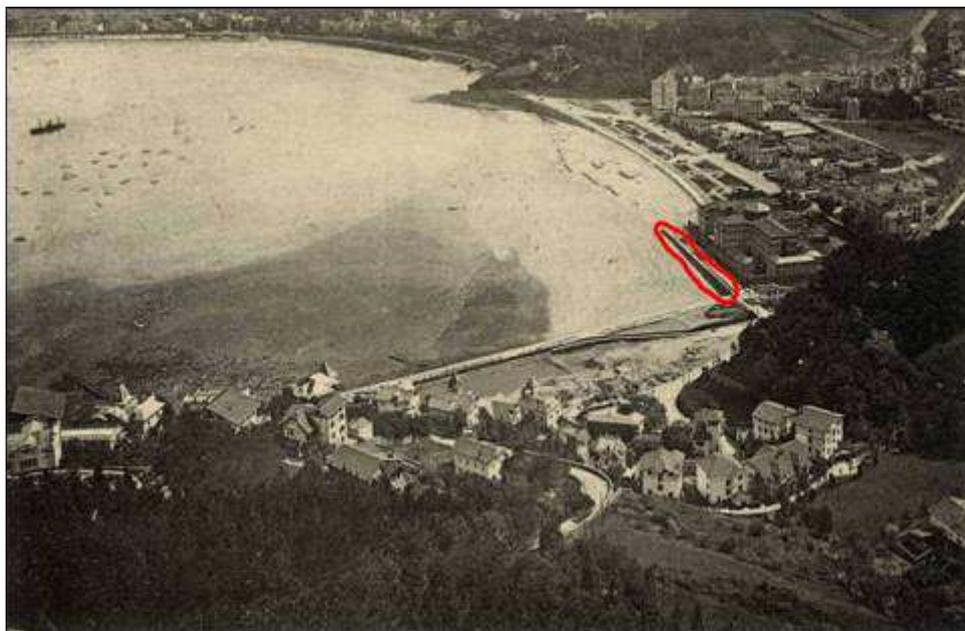


Figura 23. Playa y rasa intermareal de Ondarreta en 1925, en rojo el muro de costa  
que sustentaba el relleno sobre el que se asentaba la cárcel.  
Editor: Barcelona: L. Roisin, fot. Fuente: Biblioteca de Koldo Mitxelena Kulturunea, DFG.  
<http://www.guregipuzkoa.net/photo/1080228>

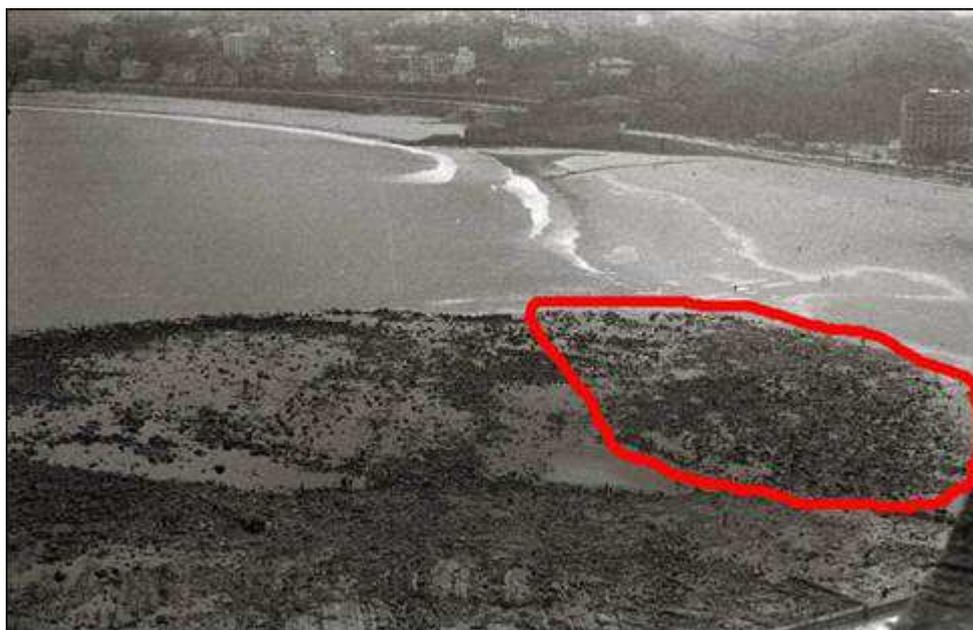


Figura 24. Playa y rasa intermareal de Ondarreta en 1955, en rojo el vertido de escombros proveniente de la demolición del muro de costa de la cárcel.

Fotógrafo: Paco Marín. Archivo: Kutxa Fototeka  
[http://www.kutxateka.com/index.php/Detail/Object/Show/object\\_id/171763](http://www.kutxateka.com/index.php/Detail/Object/Show/object_id/171763)



Figura 25. Piedras presentes en el lado oeste de la playa de Ondarreta: (a) debajo de una capa de arena en la línea de media marea; (b) en superficie y en sub-superficie en las proximidades de la línea de bajamar (AZTI)."

### **3.5. RETIRADA DE LAS ANTIGUAS CIMENTACIONES DE LA CARCEL DE ONDARRETA (2005)**

Durante ocho décadas, el proyecto de ampliación y reforma diseñado por el Ingeniero de Caminos de Obras Municipales D. Juan Machimbarrena en 1925, evitó el afloramiento masivo de cascotes en la playa de Ondarreta.

En 2005 se retiraron los cimientos de la antigua cárcel. La obra fue ejecutada por TRAGSA, siendo la Dirección General de Costas (DGC) el organismo contratante.

En el informe “**Labores de seguimiento y consultoría para el proyecto de acondicionamiento de la playa de Ondarreta en Donostia (Gyssels & Uriarte, 2005)**”, elaborado por *Azti* como consultoría técnica para el *Ayuntamiento de Donostia*, en el apartado 2.2 de Seguimiento y Sugerencias al proyecto de ejecución de obra redactado por el *Servicio de Costas de Gipuzkoa* para las labores de retirada de las antiguas cimentaciones de la cárcel de Ondarreta, según la interpretación de un único técnico que realizó una única visita a pie de obra, se afirmaba lo siguiente:

“Para la conservación del equilibrio de la playa se propone no retirar las piedras que forman el sustrato de la playa, puesto que son parte de la playa misma y permiten que la playa mantenga su perfil actual. Este sustrato se encuentra aproximadamente a una profundidad de entre 1 y 3 metros en la parte alta de la playa occidental, y se considera que no es el responsable de la aparición de las piedras en la zona intermareal de la playa durante los veranos. El sustrato rocoso sirve a su vez como medio poroso para el desagüe de escorrentía (antigua regata Añorga) por la parte occidental de la playa. El retirar este material de fondo, puede conllevar el arrastre del material arenoso con la consiguiente pérdida de material en dicha zona.”

En consecuencia y atendiendo a las indicaciones de *Azti*, el *Servicio de Costas* retiró las cimentaciones de la cárcel de Ondarreta y cribó el sector de la playa donde se localizaba la cárcel (Figuras 26 y 27), en concreto entre la rampa del Tenis y las primeras escaleras de piedra (las que sustituyeron a la rampa que existía antes de dismantelar la cárcel). Asimismo, se retiró entre las mencionadas escaleras de piedra hasta casi la altura de las cabinas colectivas la cimentación del muro de costa del

antiguo campo de maniobras, que permanecía sepultada bajo la arena desde su abandono en 1922, sin proceder al cribado del relleno que permanecía retenido por este muro a una profundidad de entre 1 y 3 metros en la parte alta de la playa (aunque en el proyecto de ejecución de obra inicial estaba previsto).

En la actualidad, es precisamente en este sector medio o central donde afloran las cascotes en la orilla, entre las escaleras de piedra y más o menos la altura de las cabinas, coincidiendo con la zona donde se retiró el muro de costa pero no se procedió al cribado en profundidad de los cascotes en la parte alta de la playa. El cribado de escombros se realizó por lo que parece de manera correcta entre el muro del Tenis y las primeras escaleras, y en la actualidad apenas afloran cascotes pese a coincidir con la zona frente a la cual está la rasa intermareal de Ondarreta, y a su vez en el extremo oriental de la orilla de Ondarreta tampoco aparecen cascotes coincidiendo con la zona donde no se llegó a retirar la cimentación del muro de costa del campo de maniobras. Evidentemente habría que recordar que en junio de 2013, en la zona alta del sector oriental afloraron los cascotes del relleno del campo de maniobras, cuando se retiró una capa de arena para cubrir “de manera inexplicable” con una capa de arena parte de la rasa intermareal o *flysch* de Ondarreta ([http://www.aranzadi.eus/wp-content/files\\_mf/13705064620406NdGOndarreta.pdf](http://www.aranzadi.eus/wp-content/files_mf/13705064620406NdGOndarreta.pdf)).

La Figura 30 realizada el 11 de mayo de 2003 es un excelente testimonio gráfico que ilustra la situación real en la que se encontraba la playa, antes de la intervención de retirada de la cimentación del muro de costa del antiguo campo de maniobras y las estructuras de la cárcel de Ondarreta (2005). El proceso erosivo marino, con retirada de la arena en el extremo occidental, dejó al descubierto la casi totalidad de las estructuras que ocupaban la playa. En primer plano se observa lo que era el muro de costa que, aunque estaban cubiertos por la arena los tramos central y oriental, tenía su prolongación hasta el muro de *Loretopea* donde se aprecia un corte bajo el túnel principal del Palacio de Miramar. Las estructuras que quedan a la derecha son las específicas de la antigua cárcel, y que tienen su continuación bajo los jardines de Ondarreta (Figuras 21 y 22). Se aprecia con nitidez como los cascotes más superficiales del relleno del antiguo campo de maniobras, con las corrientes de la acción erosiva del mar, conseguían ya entonces rebasar en parte la barrera que suponía la cimentación del antiguo muro de costa (Figuras 30 y 31). En la zona de la orilla, pese a tener una cota inferior, no se aprecia el afloramiento de piedras, por lo

que queda descartado que correspondan al sustrato rocoso de la playa. La retirada de dicha estructura, sin el correspondiente cribado y retirada de los cascotes del relleno, ha supuesto que el problema de las piedras molestas que alcanzan la orilla se agrave de manera exponencial.

La cimentación del muro de costa retirado en 2005 podría haber retenido durante décadas el desplazamiento de los cascotes del relleno del campo de maniobras hacia la orilla, bloqueando la “cinta transportadora” e impidiendo el arrastre de materiales desde la zona alta hasta la orilla (Figuras 28 y 29). En líneas generales, la erosión de la orilla en verano desplaza por deslizamiento la arena hacia la orilla, arrastrando a su vez de este modo los materiales de la zona alta, y los temporales marinos junto con los vientos del invierno vuelven a depositar arena en la playa, sepultando los materiales que poco a poco son arrastrados hacia la orilla y de donde el mar de nuevo retira o erosiona la arena, aflorando de este modo los cascotes. En definitiva, el antiguo campo de maniobras todavía se está desmoronando dentro de un proceso perpetuo de renovación de la arena, que culminará acercando finalmente la totalidad de los cascotes sepultados desde la zona alta hasta la orilla.

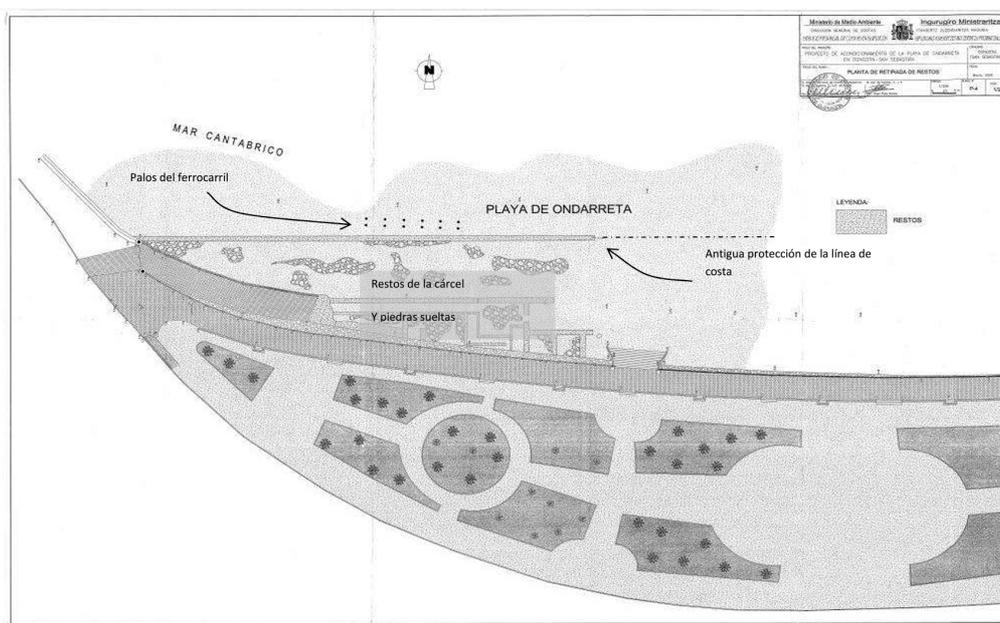


Figura 26. Planta de retirada de los restos (Servicio de Costas de Gipuzkoa).

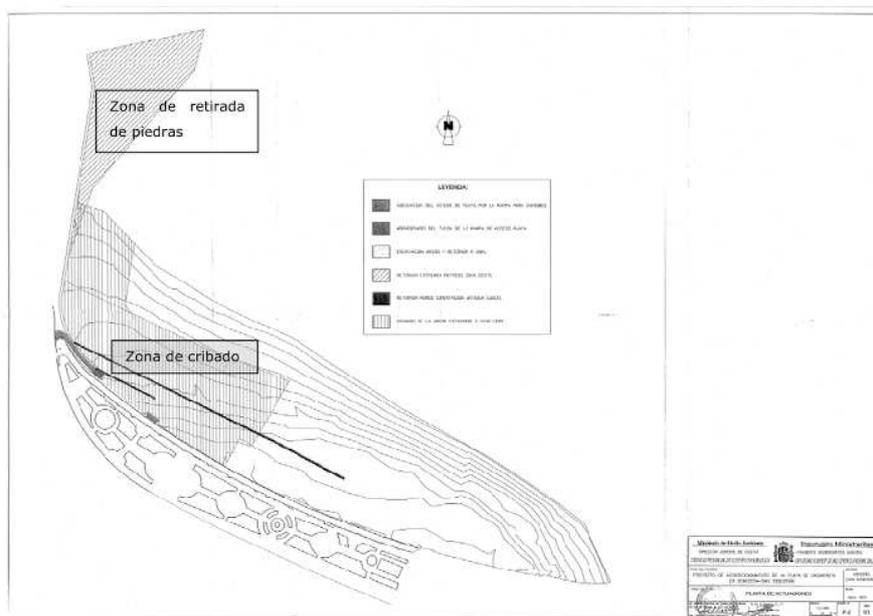


Figura 27. Planta de las actuaciones (Servicio de Costas de Gipuzkoa).



Figura 28. Relleno del campo de maniobras que se dirige lentamente hacia la orilla.



Figura 29. Relleno del campo de maniobras que se dirige lentamente hacia la orilla.



Figura 30. Detalle de las estructuras de la antigua cárcel y de los cascotes que retenía  
(Autor: Francisco Etxeberria Gabilondo).



Figura 31. Detalle de las estructuras de la antigua cárcel y de los cascotes que retenía  
(Autor: Francisco Etxeberria Gabilondo).

### **3.6. REGATA DEL GORGA**

La regata del Gorga (Konporta), piscícola y navegable hasta principios del siglo XX, desembocaba en el extremo occidental hasta la construcción del colector de Tximistarri en 1973. El primer colector de la regata Konporta “La Alcantarilla” (1915) desviaba la salida del agua hasta el extremo noroccidental de la bahía, donde en 1977 se colocó el Peine del Viento. En 1675 el ayuntamiento enajenó los juncales a particulares. El Marqués de Iranda como único propietario (1773), construyó los canales y murallones de la desembocadura a su costa. La regata de Sanserreka (Gorgatxo), que desembocaba cerca de Loretopea (Figura 32), se desvió hacia la regata del Konporta en su tramo final en el siglo XVIII (1775-1788). La actividad de la cantera de Arbizketa, que ocupaba toda la ladera bajo Torre Satrustegi (<1569-1887), provocaba continuos derrumbes que obstaculizaban e incluso obstruían la salida del agua, y el consiguiente estancamiento producía problemas con episodios de paludismo en la población (Figura 33), hasta que el ayuntamiento construyó un muro de contención (Figuras 34 y 35) y encauzó el tramo final en 1815 (Izaguirre, 1933; Muñoz, 2006), aunque los deslizamientos de ladera se prolongaron durante décadas hasta incluso la actualidad (Figura 36).

El proceso de colmatación de este rincón donde desaguaba el Gorga, riachuelo de poquísimos caudal, es el general en las bahías cerradas y estuarios abrigados. En estos lugares, el agua penetra con lentitud en la marea creciente y se retira, también despacio en la vaciante. El resultado que este alternado movimiento ocasiona es muy diferente del que produce en las playas abiertas a los vientos y las olas, en las que la arena es limpia y homogénea. La marea arrastra los lodos reunidos en los contornos y los deposita en el momento de la inacción de la pleamar y la bajamar. Las arenas fangosas quedan relegadas en las orillas, donde progresivamente se transforman en fango en el punto más elevado de la marea. Esta colmatación se manifiesta en todas las costas, donde las arenas de densidades diferentes son removidas por las mareas, introduciendo en espacios abrigados, materiales bastante ligeros para quedar en suspensión el tiempo necesario para la realización de un depósito. Es conocido que las areniscas eocenas de Igeldo contienen capas de arcillas incluidas entre sus estratos, siendo por tanto su disgregación tan notable generadora de lodos como de arenas.

Sobre la formación del arenal de Ondarreta y su evolución puede interpretarse que apoyada en la punta rocosa de Loretopea, la sedimentación de las arenas fue formando una barra de origen marino sobre los fangos de sedimentación. Esta barra favoreció el depósito lodoso, que, detrás de ella debió acelerarse en consecuencia. El primer dato que existe, aunque se supone muy anterior, prueba que estaba ya emergida en 1569 puesto que para entonces ya existía el puente de Arbizketa, lo que indica que podía transitarse por el arenal por ella formado (Izaguirre, 1933).

En la Figura 20 se aprecia, por permanecer la excavación encharcada, el posible tramo con subsuelo fangoso de 40 m de longitud que demoró la cimentación del muro de costa del paseo de los jardines de Ondarreta en 1925, por la modificación del sistema de fundaciones en ese punto, y que podría corresponder con el paleocauce del río Gorga o de la regata Gorgatxo.

La presencia de esos fangos en profundidad pueden ser el resultado de la existencia de la desembocadura de un río en esa zona (que formó un pequeño estuario). El cauce de cualquier desembocadura/estuario es variable y a lo largo del tiempo puede situarse (natural y artificialmente) en posiciones diferentes dentro del espacio que tiene a su disposición.

El caudal del río es parámetro muy variable a lo largo del tiempo y lo que ahora es un arroyo de poco caudal pudo haber sido un río más consistente hace siglos o milenios.

Por otro lado, también es posible que el cierre de la barra arenosa de Ondarreta dejara detrás un espacio acuoso/pantanosos de baja energía en el que desaguaba el riachuelo y se depositaban fangos.

La solución al enigma sería el análisis geológico de esos fangos para ver si contienen microfósiles y en función de su naturaleza deducir la salinidad y el ambiente pretérito (Cearreta, com. pers.).



Figura 32. Mapa de los contornos de la plaza de San Sebastián. Fecha 1760.  
 Fuente: Gómez Piñeiro, Javier *et al.* Documentos Cartográficos Históricos de Gipuzkoa, I: Cartoteca Histórica del Servicio Geográfico del Ejército. Diputación Foral de Gipuzkoa, Donostia: 1994, p. 191.  
<http://www.altza.info/es/doku?z=3&p=1362435849269&o=6&n=map&h=x=1384>

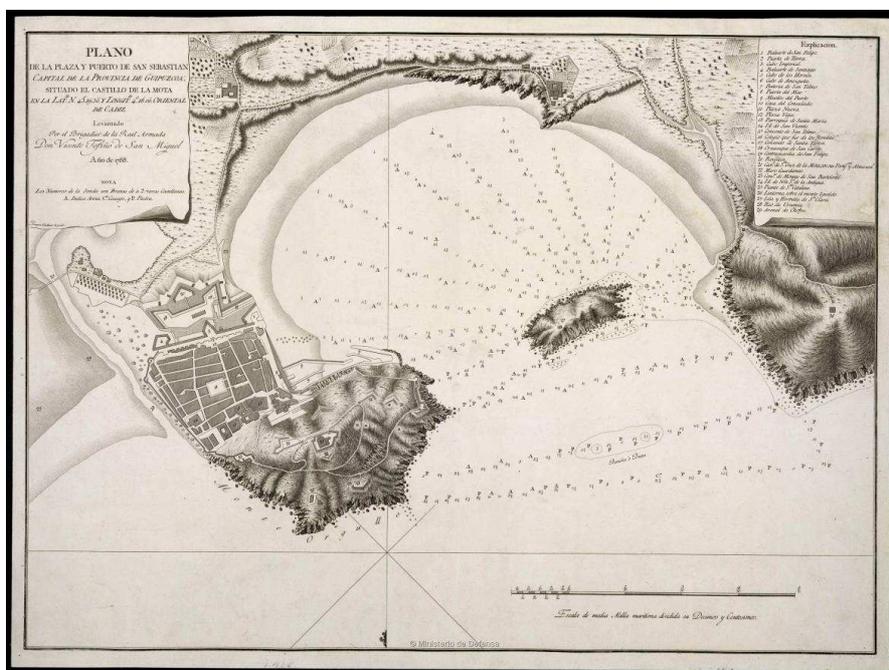


Figura 33. Bahía de La Concha. Cartas náuticas (1788). Escala 1:4800.  
 Levantado por el Brigadier de la Real Armada Don Vicente Tofiño de San Miguel.  
 Cartoteca del Centro Geográfico del Ejército  
<http://bvpb.mcu.es/es/consulta/registro.cmd?id=410042>



Figura 34. Regata de Konporta (Gorga) cerca de su desembocadura.  
Autor: Gregorio González Galarza. Fecha: 1923.  
Biblioteca de Koldo Mitxelena Kulturunea, DFG  
<http://www.guregipuzkoa.net/photo/1080948>

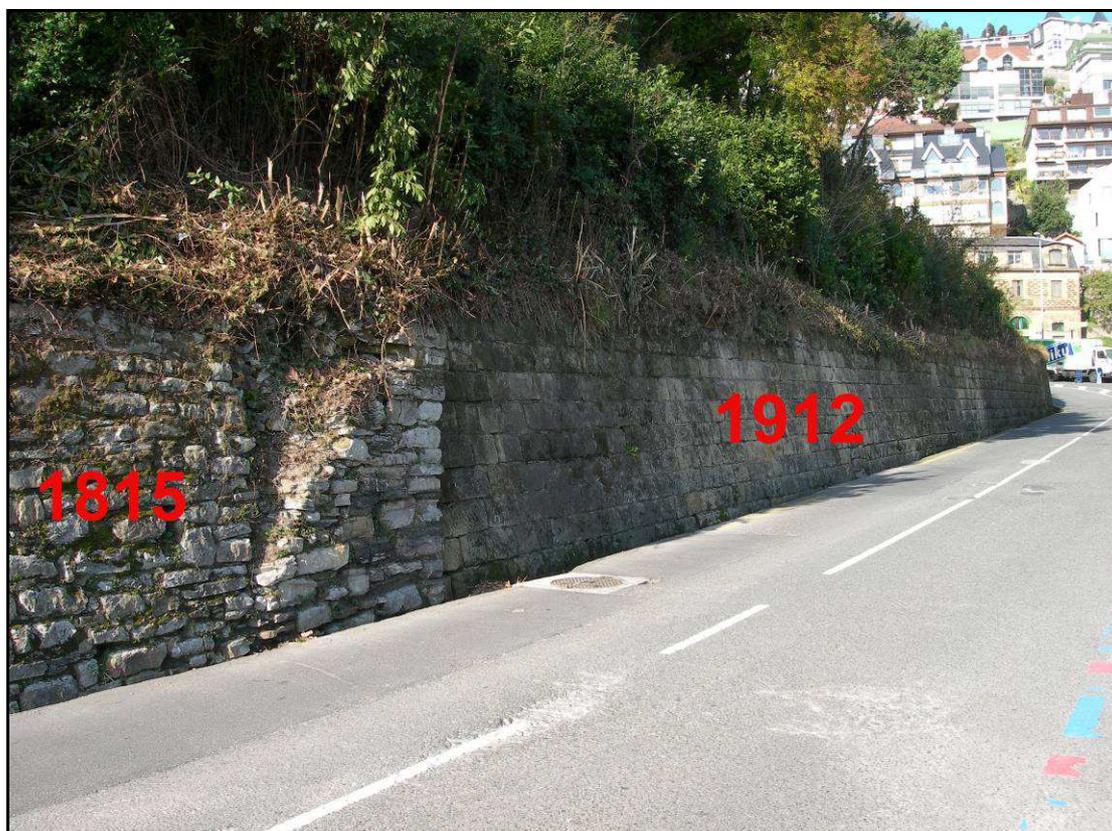


Figura 35. Muro de mampostería caliza (1815) y muro de bloques "sillares" de piedra de arenisca (1912).

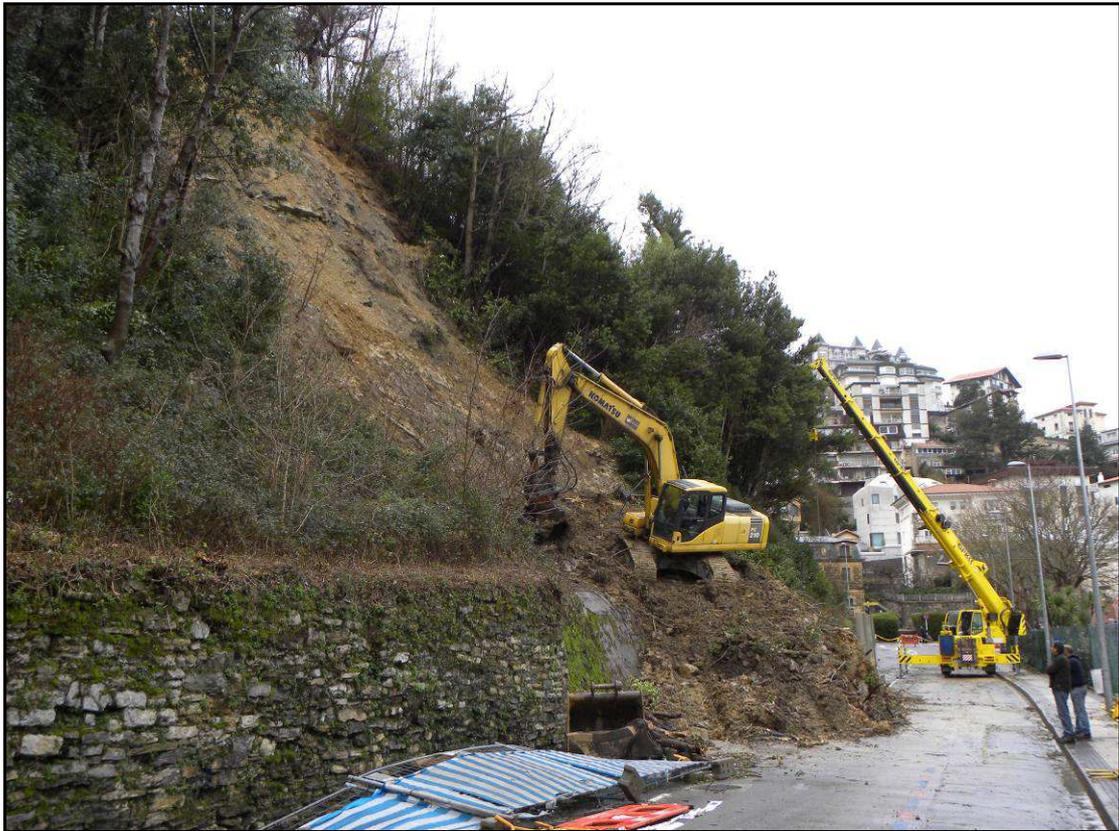


Figura 36. Desprendimiento de la ladera en la antigua cantera de Arbizketa o Arrobi en enero de 2013.

### **3.7. EXTRACCIONES EN LA PLAYA DE ONDARRETA**

Desde tiempo inmemorial se realizaban extracciones de arena de las playas donostiarras (Figura 37) para lastre de barcos, para mezclas en las obras de construcción y para destinos agrícolas, bien para beneficiar las tierras arcillosas, con el 40% de carbonato que contienen aquellas, bien para cama del ganado como sustitutivo de la argoma, que la creciente expansión de los terrenos de cultivo había ido desterrando de las cercanías de nuestra ciudad (Izaguirre, 1933).

Las extracciones de arena en grandes cantidades desde la playa de Ondarreta continuaron tras la construcción de campo de maniobras, mediante una rampa de acceso a la misma e incluso directamente desde el pretil del muro de contención.

En 1875, varios vecinos del barrio de Ibaeta, que a la sazón se surtían de arena de la playa de Ondarreta para abono de sus tierras, solicitaron que se dejara en el campo de instrucción el paso necesario para la extracción de aquella. Petición que fue atendida con la construcción de una rampa en el extremo oriental del muro delimitador del campo.

Por aquel mismo tiempo, unos violentos temporales destruyeron parte del muro de la playa de Ondarreta, así como la rampa de bajada a la misma, lo que motivó, en 1885, una solicitud de arreglo elevada por los vecinos, para poder continuar la extracción de arenas, “que entonces se sacaba mucha”. Dicha restauración pedida no se llevó a cabo hasta dos años después (1887).

Pero esta rampa, cubierta a media marea, sólo podía ser utilizada en bajamar, por lo que los vecinos del Antiguo, Lugariz e Ibaeta, solicitaron una nueva rampa de bajada a la playa, a lo que se accedió.

En tanto se llevaba a la práctica este proyecto, se autorizó que las extracciones de arena, se realizaran directamente desde el pretil del muro de contención.

En 1896, con motivo de una autorización para extraer arenas de la playa de Ondarreta que le fue concedida por la autoridad Marina a la *Sociedad Brunet y Compañía*, propietaria de los terrenos de las primeras villas de Ondarreta, el Ayuntamiento pidió al

Gobernador que se prohibiera tal extracción. La Comandancia de Marina alegó que la extracción sería beneficiosa, por la gran cantidad de arenas que se acumulaba en aquella playa, llegando a invadir y perjudicar el piso del Campo de Maniobras.

En 1911, el Ayuntamiento logró sus deseos y se prohibió la extracción de arenas de la playa del Antiguo, aunque las extracciones se prolongaron hasta 1916 (Figuras 38 y 39). Un vecino de este barrio, al protestar de esta orden decía lo siguiente:

“Cuando se ha tolerado la explotación de las canteras de Igeldo desde la playa, que enturbiaba con escombros, cuando hemos visto arrastrar peñas enteras, tierras y arena en vagonetas dejando aquello al descubierto, después de construir el elegante voladizo, las nuevas rampas salientes, el monumental establecimiento de baños, y haberse ejecutado otras obras, es pueril e inocente atribuir la causa de la probable variación de la estructura de La Concha a la arena que se llevan los caseros.

Por espacio de muchos siglos éstos han extraído arena desde el sitio de la prohibición sin que haya sufrido modificación la playa y con perdón de los técnicos, nos atrevemos a decir que por muchos años todavía acontecerá lo mismo. La ignorancia es atrevida, cierto, pero a veces el conocimiento práctico de las cosas supera a la mejor teoría.”

En la práctica, no fue hasta 1926 cuando a requerimiento del Ayuntamiento de que se le concediese la facultad de autorizar o denegar la extracción de arenas, y por orden del Excmo. Gobernador Civil de Guipúzcoa, la extracción de arenas en la expresada playa podría ser autorizada, con la previa y reglamentaria tramitación, cuando para ello hubiese acuerdo entre los pareceres del Ayuntamiento, del Ingeniero Jefe de Obras Públicas y del Comandante de Marina (DUA, 1924-1927).

La fábrica de botellas Brunet se construyó en 1876, justamente al terminar la segunda carlistada. Para elevar un poco el nivel de la fábrica (pues siempre estaba presente en el Antiguo el temor a las inundaciones) se trajo material de relleno de la playa de Ondarreta (arena, tierra y piedras), en abundancia; y con este fin se instaló una pequeña vía férrea, estrecha, que llegaba hasta la fábrica por encima del arenal, con un ancho de vía de 0,80 m (Alvarez Emparantza, 1993).

La Compañía del Tranvía de San Sebastián se constituyó en 1881, y Ramón de Brunet formaba parte del Consejo de Administración en calidad de Presidente ([www.spanishrailway.com](http://www.spanishrailway.com)). Sin duda alguna, los propulsores del tranvía tuvieron bien

presente la existencia de esta fábrica; ya que colocaron el punto cero del recorrido Antiguo-Pasajes exactamente delante de la fábrica (Alvarez Emparantza, 1993).

En 1881, don Luis Lasquibar, solicitó de la Jefatura de Obras Públicas se le concediese autorización para extraer piedra de una cantera de Arroka-Aundi, donde en la actualidad está la Plaza del Funicular (Figura 40), y pasar por el arenal los carros con materiales extraídos. Ambas cosas le fueron concedidas, pero en relación con la primera se le prohibió tocar los cantos de piedra que estaban esparcidos por la restinga y ribera de la boca de Igueldo (Izaguirre, 1933).

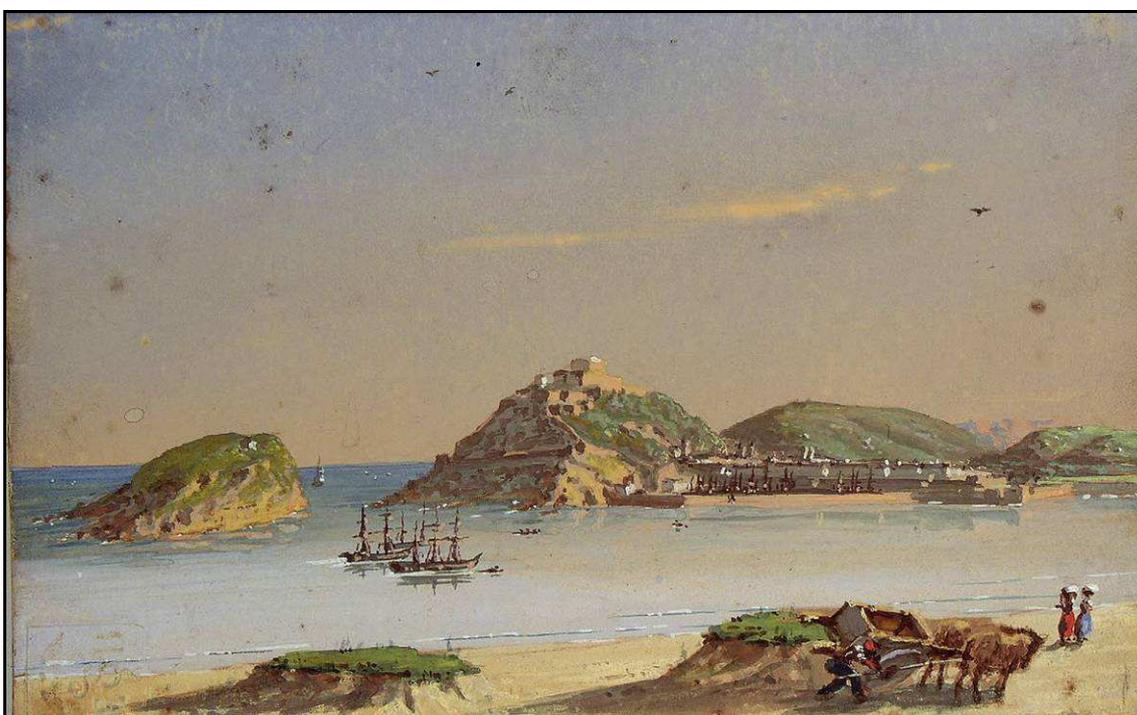


Figura 37. Extracciones de arena de la playa de Ondarreta.

Autor: Didier Petit de Meurville. Fecha: siglo XIX.

Localización: Diputación Foral de Gipuzkoa

[http://www.donostia.org/info/ciudadano/galeria\\_2013.nsf/fwFoto?ReadForm&idAlbum=MSBA-8YWABL&idSubAlbum=&idElemento=MSBA-8ZTK6K&idioma=cas&id=A397745](http://www.donostia.org/info/ciudadano/galeria_2013.nsf/fwFoto?ReadForm&idAlbum=MSBA-8YWABL&idSubAlbum=&idElemento=MSBA-8ZTK6K&idioma=cas&id=A397745)

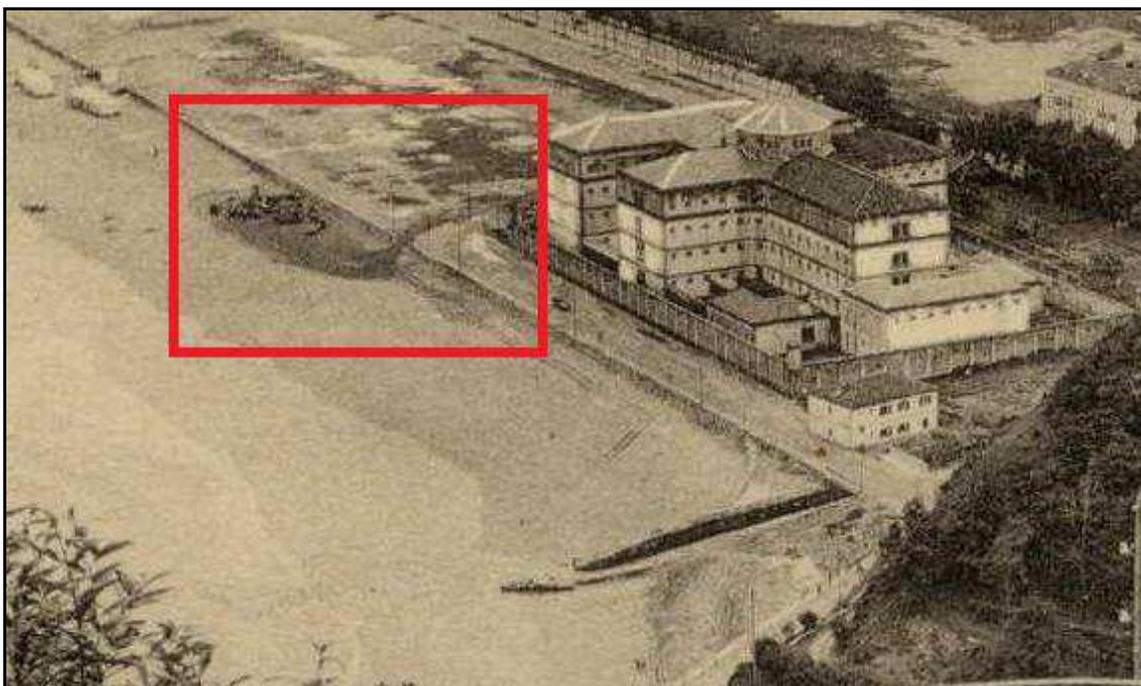


Figura 38. Punto de extracción de arena en la playa de Ondarreta.  
Fecha: 1912-1915. Localización: Biblioteca de Koldo Mitxelena Kulturunea, DFG.  
<http://www.guregipuzkoa.net/photo/1082327>

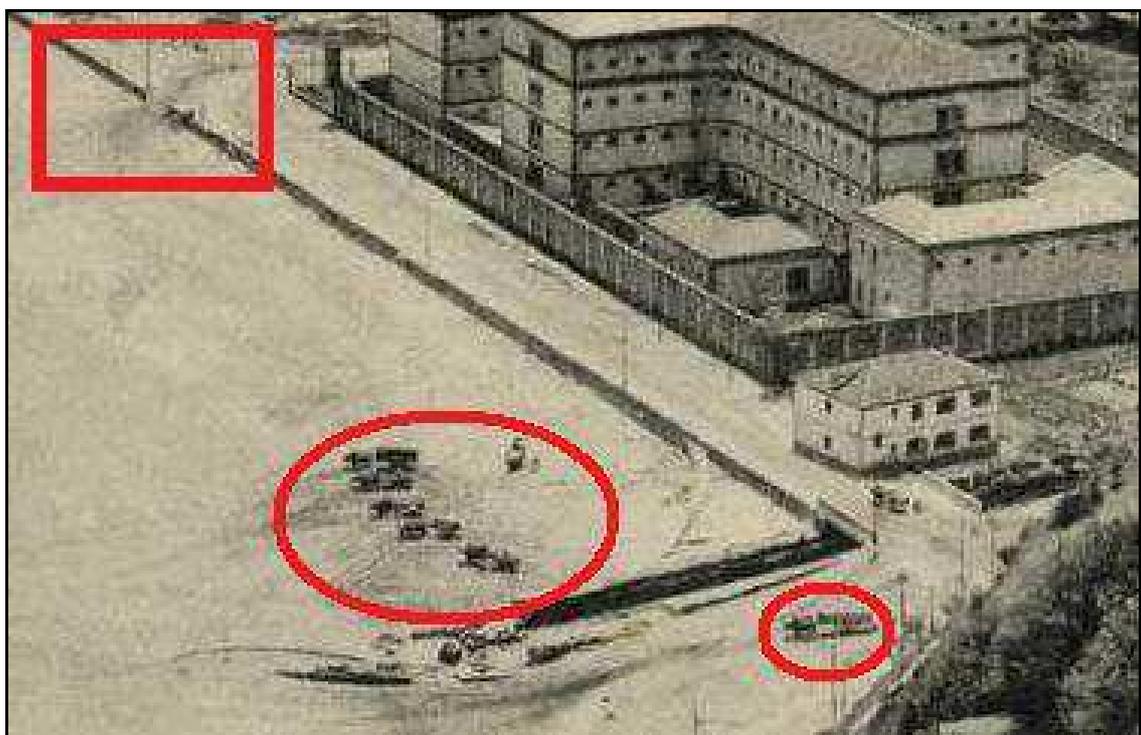


Figura 39. Punto de extracción de arena y posibles extracciones de arena con carros tirados por bueyes.  
Fecha: 1912-1915. Localización: Biblioteca de Koldo Mitxelena Kulturunea, DFG.  
[http://www.donostia.org/info/ciudadano/galeria\\_2013\\_nsf/fwFoto?ReadForm&idAlbum=MSBA-8YWA2U&idSubAlbum=&idElemento=MSBA-8ZYHAL&orden=36&idioma=cas&id=A397745](http://www.donostia.org/info/ciudadano/galeria_2013_nsf/fwFoto?ReadForm&idAlbum=MSBA-8YWA2U&idSubAlbum=&idElemento=MSBA-8ZYHAL&orden=36&idioma=cas&id=A397745)

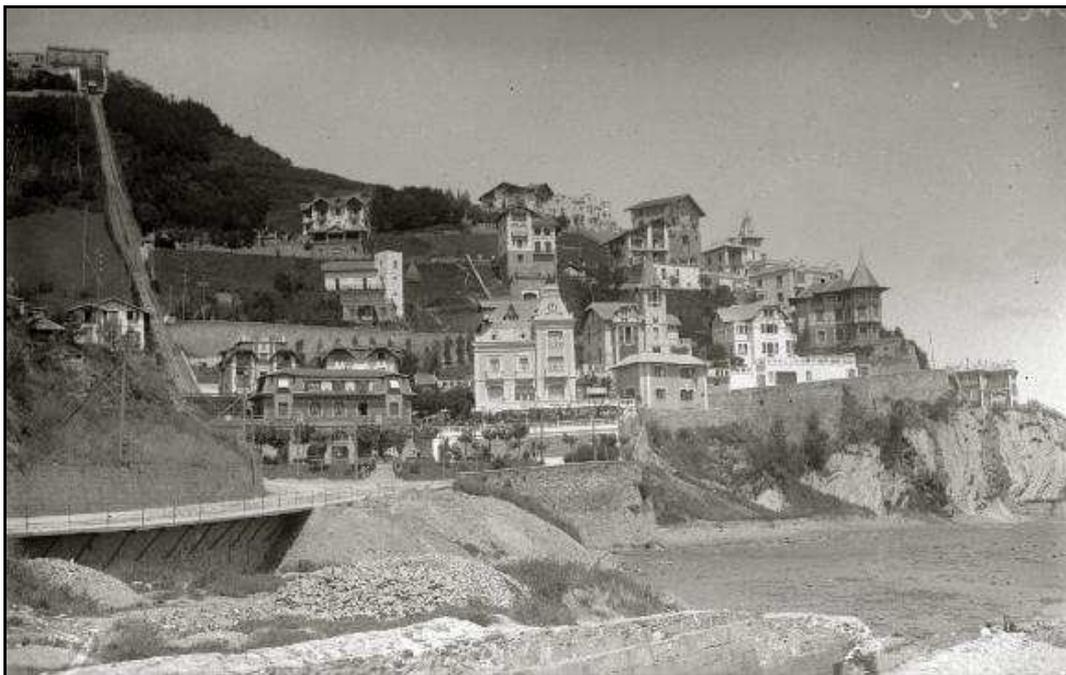


Figura 40. Plaza del Funicular en la falda del monte Igeldo. Fecha: 1920.

Fotografo: Ricardo Martín. Estudio Photo Carte.

Archivo: Kutxa Fototeka

[http://www.kutxateka.com/index.php/Detail/Object/Show/object\\_id/632](http://www.kutxateka.com/index.php/Detail/Object/Show/object_id/632)



### **3.8. PILOTES DEL EXTREMO OCCIDENTAL DE ONDARRETA**

Por otra parte, es habitual que en períodos en los que se produce una erosión del sector occidental de la playa de Ondarreta, como los sucedidos en el invierno 2012-2013, se produzca el afloramiento eventual de unos postes de madera en el extremo cercano a la Rampa del Tenis. La aparición ocasional de estas estructuras lígneas o de madera junto al lugar donde estuvieron los antiguos cimientos de la cárcel de Ondarreta, con datación radiocarbónica que estimaba la mayor probabilidad (41,5%) para la fecha de tala de la madera a la segunda mitad del siglo XVIII, se relacionó con la posible existencia de una nasa pesquera cuyo origen se retrotrae al siglo XI-XII (Alberdi, Pérez & Etxezarraga, 2005; Alberdi & Pérez, 2005).

La edad radiométrica no puede ser usada directamente como edad cronológica, porque la concentración de  $^{14}\text{C}$  en la atmósfera no es estrictamente constante. Esta concentración varía en función de los cambios producidos en la intensidad de la radiación cósmica, que, a su vez, se ve afectada por variaciones en la magnetosfera terrestre y en la actividad solar. Además, existen importantes reservas de carbono en forma de materia orgánica, disuelta en los océanos, en sedimentos oceánicos (hidratos de metano) y rocas sedimentarias. Cambios en el clima terrestre afectan a los flujos de carbono entre estas reservas y la atmósfera, alterando la concentración de  $^{14}\text{C}$  en ésta. Además de estos procesos naturales, la actividad humana también es responsable de parte de estos cambios. Desde el principio de la revolución industrial en el siglo XVIII hasta los años 50 del siglo XX, la concentración de  $^{14}\text{C}$  disminuyó como consecuencia de la emisión de grandes cantidades de  $\text{CO}_2$  derivado de la actividad industrial y la quema de grandes cantidades de carbón y petróleo. La datación radiocarbónica correcta es muy complicada porque las curvas de calibración no presentan cambios importantes y el error es más que significativo para los últimos siglos. Además, la cronología de la tala puede variar en decenas de años en función del lugar de toma de muestras del pilote, según se hayan recogido de la superficie o del interior del tronco (Iriarte, com. pers.).

En el plano de la Bahía de La Concha de 1788 (Figura 33) se puede observar que la antigua desembocadura de la regata del Gorga era contigua a la ladera que desciende del monte Igeldo, alejada en al menos 75 metros de los pilotes más occidentales y en

más de 125 m del posible vértice central de la hipotética parábola que pudieran formar los dos grupos de pilotes, por lo que la situación de la estructura no coincide con su posible funcionalidad de nasa pesquera para la captura de especies ictiológicas que penetran en los cauces fluviales desde el mar.

Los pilotes se distribuyen en dos grupos claramente diferenciados (Figura 41 y 42), que parecen corresponder a estructuras independientes. Ambas estructuras habrían sido diseñadas para salvar la diferencia de desnivel entre la playa y el campo de maniobras, siendo las relaciones estratigráficas posteriores a la construcción del antiguo muro de costa. Al tener que soportar gran peso, e impedir que se hundiera la infraestructura, en la base de los pilotes se suponía que debería existir una superficie de contacto más ancha formada por una cimentación. La posición vertical en la que en todo momento han permanecido los pilotes durante decenas de años, desde la construcción de las estructuras, y pese a la influencia intermareal con desplazamientos de arena, confirmaba la existencia de algún tipo de cimentación a modo de zapatas o que estuviesen clavados a gran profundidad. En terrenos estables los pilotes, por lo general, eran hincados a machina en el terreno (Asenjo, 2003). Una característica esencial era confirmar si existía o no una cimentación, detalle que se omite en los informes de las excavaciones realizadas (Alberdi, Pérez & Etxezarraga, 2005; Alberdi & Pérez, 2005), así como era determinante la probable presencia de cal hidráulica como material componente de dicha la cimentación, ya que la cal hidráulica fue elaborada por primera vez en Francia en 1821.

El primer grupo de pilotes (Figura 43) tiene una disposición lineal recta con dirección del noroeste al sudeste, y ligeramente en diagonal al antiguo muro de costa del campo de maniobras. En el invierno 2012-2013 estaba formado por 8 postes visibles de madera de roble (*Quercus robur*) de unos 25 cm de diámetro, distribuidos por parejas y en paralelo, separados entre sí por un espacio aproximado de un metro. La distancia entre parejas de pilotes se mantiene constante (aproximadamente 6 m).

El trazado rectilíneo se podría haber iniciado en la zona donde estuvo situado el caserío Arroka-Aundi (Izaguirre, 1933), en el extremo norte de la cantera de Arbizketa (actual plazoleta del Funicular), para finalizar quizá (con un último pilote en solitario) con la travesía montada en el mismo borde del muro de costa de campo de maniobras. La estructura parece corresponder a los vestigios de la base o cimentación de los

pilares de un puente de madera que soportaba una línea férrea ligera de vía estrecha, que alcanzaba la cota de +6 m para trasladar las piedras extraídas de la cantera mediante vagonetes, a través de la zona con influencia intermareal donde el suelo de arena era inestable, desde la cantera en explotación de Arroka-Aundi (1881) hasta la explanación a cota similar del campo de maniobras. El arenal lo atravesaría empleando únicamente traviesas como soporte, hasta las nuevas edificaciones del barrio del Antiguo. Los vanos o distancia entre parejas de pilares se corresponden con la infraestructura de otros puentes similares de madera de la segunda mitad del siglo XIX (Asenjo, 2003), a los que habría que sumar otras partes constructivas que faltan de la superestructura del puente como las vigas principales, los diafragmas, y el tablero con sus traviesas y raíles. La técnica de acarreo de piedras por la marisma de Arroka-Aundi era similar a la empleada en obras de desecación de otras zonas inundables de San Sebastián (Figura 45) y en canteras en explotación de Bizkaia (Figura 46).

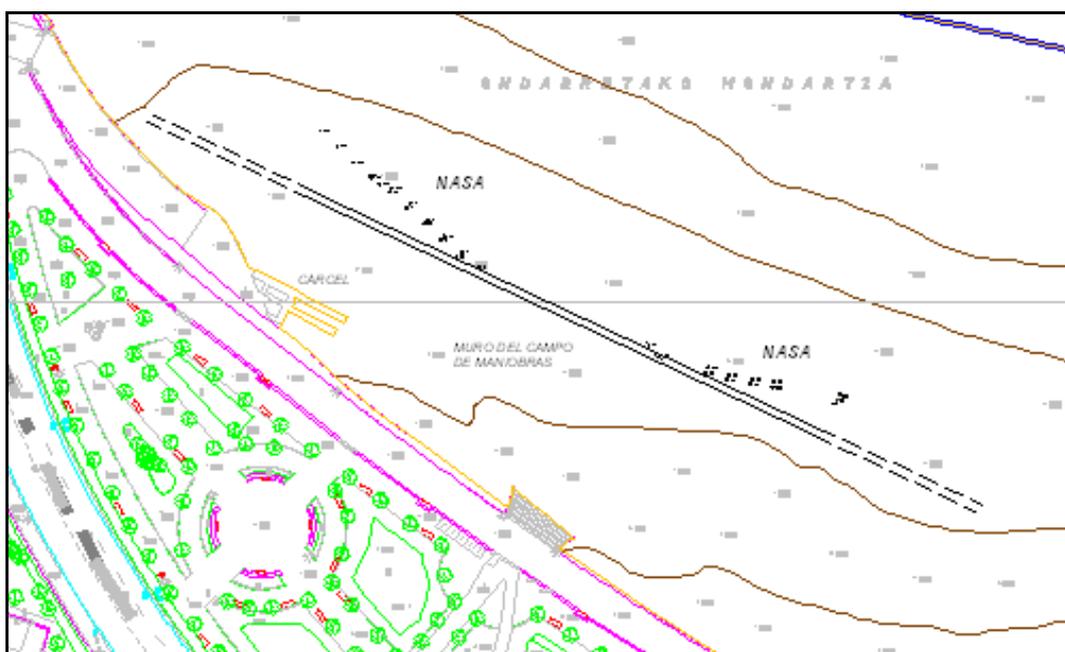


Figura 41. Planta de las estructuras (Alberdi, Pérez & Etxezarraga, 2005).



Figura 42. En rojo el trazado del muro guardamar y en azul los grupos de pilotes.

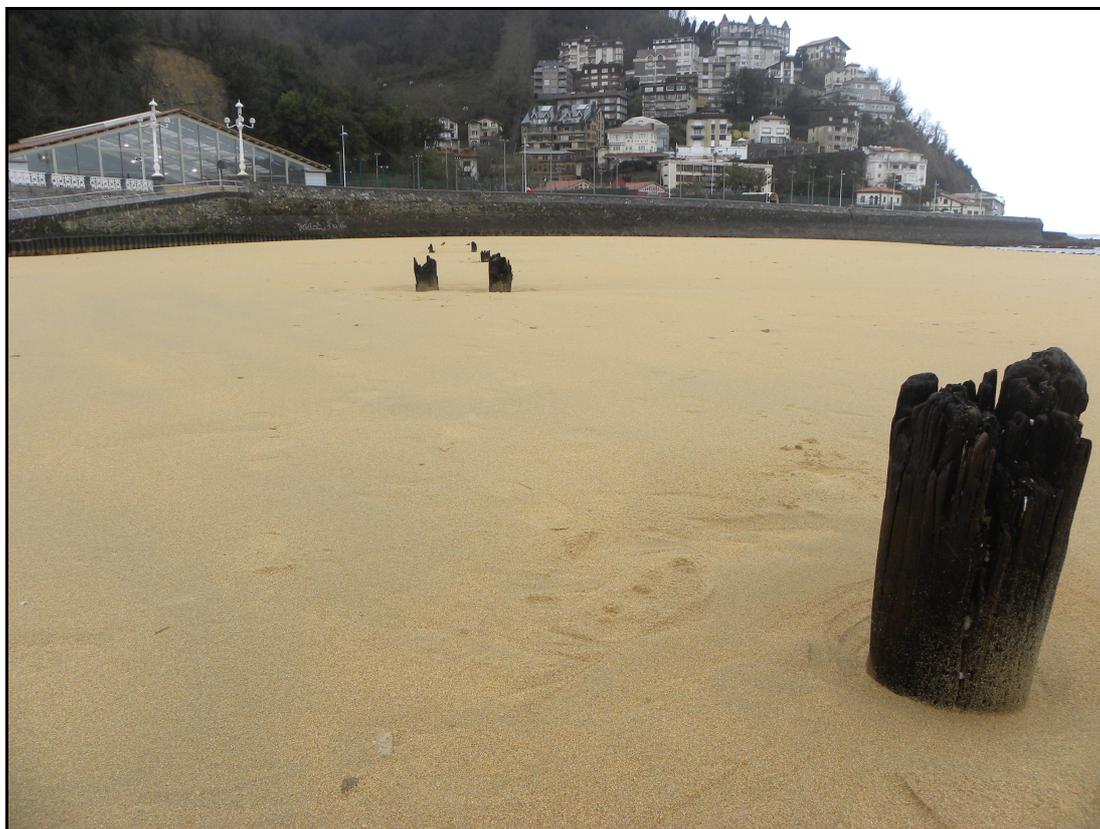


Figura 43. Grupo de pilotes occidental.

El segundo grupo de pilotes (Figura 44) tiene también una disposición lineal recta pero con dirección del noreste al sudoeste, y también ligeramente en diagonal al antiguo muro de costa del campo de maniobras. En el invierno 2012-2013 estaba formado por 10 postes visibles de madera de roble (*Quercus robur*) de unos 15 cm de diámetro, distribuidos principalmente por parejas y en paralelo, separados entre sí por un espacio de 0,8 m. La distancia entre parejas de postes ronda los 3 metros, y se observa un reforzamiento de la estructura dañada con algunos postes de reposición.

Por sus características y localización cercana al extremo nororiental de la cárcel del Ondarreta, a la altura en el que hubo una rampa cuando existía la cárcel (1925-1949) y donde en el archivo fotográfico se observan extracciones y depósitos de arena (Figuras 2, 9, 38 y 39), podría corresponder con una estructura, rampa de madera o similar con pendiente atenuada, quizá incluso dotada con raíles para el desplazamiento de vagonetas (*Sociedad Brunet y Compañía*, 1896), relacionada con la extracción y acarreo de arena, o incluso de acceso a la playa de las antiguas casetas de baño.

La presencia de más bases de pilotes dispersos está relacionada con los antiguos equipamientos y servicios para las variadas actividades de la playa.



Figura 44. Grupo de pilotes más oriental.

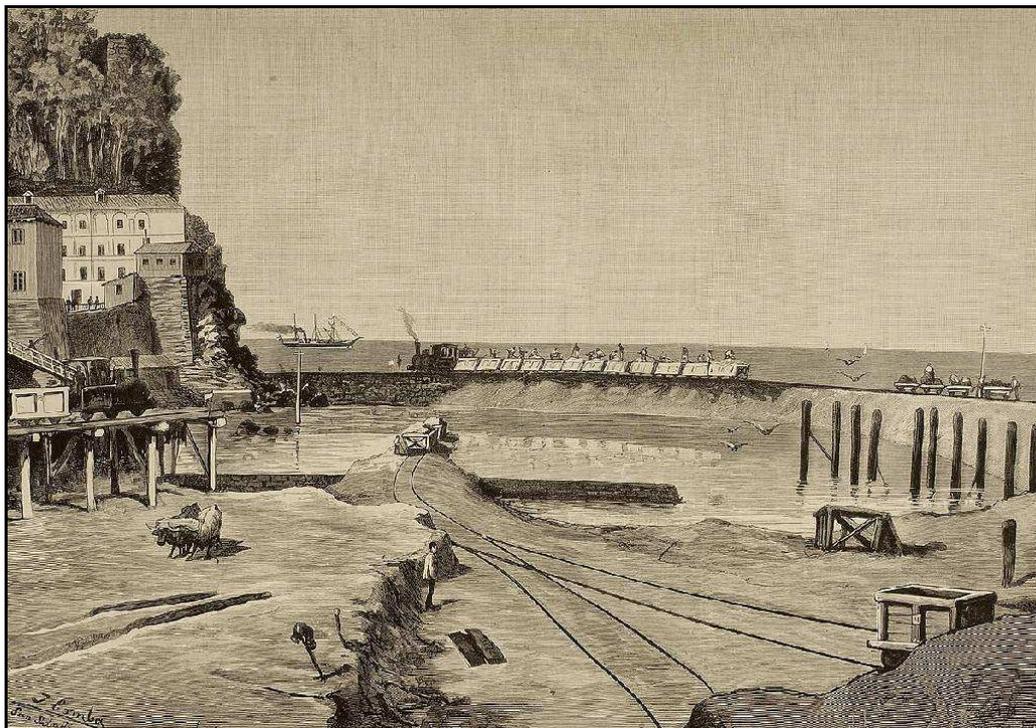


Figura 45. Obras públicas. El ensanche oriental de la ciudad. Fecha: 1884.

Autor: Juan Comba. Localización: Museo Naval.

[http://www.donostia.org/info/ciudadano/galeria\\_2013.nsf/fwFoto?ReadForm&idAlbum=MSBA-8YWA2U&idSubAlbum=&idElemento=MSBA-8Z8F8M&orden=65&idioma=cas&id=A397745](http://www.donostia.org/info/ciudadano/galeria_2013.nsf/fwFoto?ReadForm&idAlbum=MSBA-8YWA2U&idSubAlbum=&idElemento=MSBA-8Z8F8M&orden=65&idioma=cas&id=A397745)

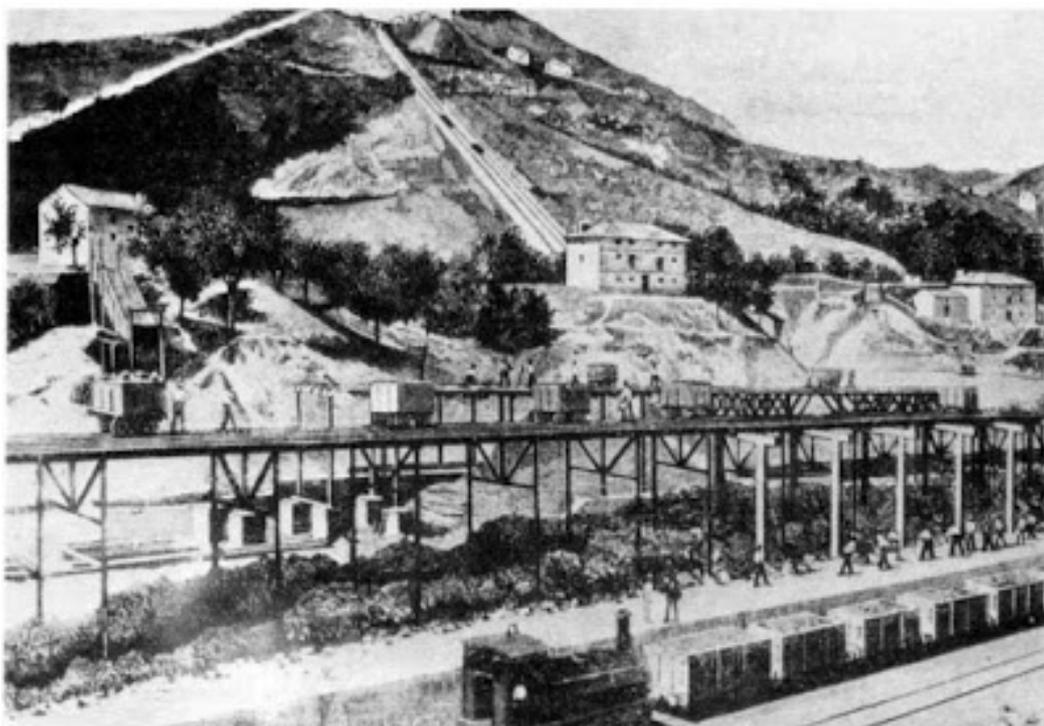


Figura 46. Funicular de La Arbolada en Salvador del Valle (Bizkaia) según grabado del s. XIX.

<http://www.euskomedia.org/aunamendi/63383#0>

Tal y como ya se ha mencionado en el apartado 3.2. CAMPO DE MANIOBRAS DE ONDARRETA (Barrio, 1873), ante el inicio inminente de la Segunda Guerra Carlista, y la necesidad de instrucción de las tropas, en 1872 dieron comienzo las obras de construcción del nuevo campo de maniobras en los arenales de Ondarreta (Izaguirre, 1933; Alberdi & Pérez, 2005). Estas obras consistieron en la construcción de un muro de contención en fábrica de piedra (mampostería), delimitando, hacia el mar, la superficie del campo de maniobras que fue explanado con aporte de arena, tierra y cascotes (cota de +5,5-6 m).

El muro de contención era del tipo “a gravedad armado”, de sección trapezoidal, con una longitud de unos 550 m que atravesaba la playa de Ondarreta en dirección este-oeste (desde Loretopea hasta la desembocadura de la regata del Gorga). En la cara externa que miraba al mar era de mampostería careada, cuyos mampuestos se han labrado únicamente en la cara destinada a formar el paramento exterior, y en la cara interna, escalonada, compuesto por ripios o conjunto de piedras y demás materiales de desecho que se usan para rellenar juntas o huecos, o que se colocan entre los mampuestos para que asienten bien. El mortero empleado para la unión era una argamasa con cal hidráulica natural (Figura 3).

Por una parte, los dos postes que se desenterraron en 2005 para su análisis, del grupo de pilotes occidentales que permanecen en el arenal, tenían una longitud total de unos 2 m y finalizaban en punta (Ceberio & Agirre, com. pers.), por lo que pudieron ser hincados a machina en el terreno (Asenjo, 2003), y aunque el diámetro de una cuarta (medida de longitud que equivale a 21 cm, que es aproximadamente la distancia que hay desde el extremo del pulgar de una mano abierta y extendida hasta el dedo meñique) habitualmente era el empleado en puentes de madera para ferrocarril en el siglo XIX, los pilotes occidentales de Ondarreta, debido a la humedad continua del agua marina, podrían estar algo hinchados respecto a su diámetro original, alcanzando un diámetro actual en torno a los 25 cm.

Por otra parte, en 2005 los dos grupos de pilotes se extendían hasta el mismo borde del muro de costa (Figuras 30 y 47), y se constata que tenía una zapata longitudinal de mampostería a pie de muro (con unos 3-3,5 m de anchura), para evitar o paliar

eventuales descalces del muro de costa producidos por la erosión del oleaje y las corrientes marinas, cuando el agua penetra por debajo de la base o los cimientos del muro (Figuras 6 y 7). Esta zapata a pie de muro sería similar a la que se puede observar en la actualidad en el muro de costa de Alderdi-Eder (hasta 1863 campo de tiro de Erregesoro), y que presenta también como mortero la cal hidráulica típica del siglo XIX (Figuras 16 y 48). Asimismo, en el arenal de Ondarreta se montó una escollera paralela similar con bloques de piedra de la época (Figuras 6 y 7), y de origen antrópico evidente, para reforzar la protección del muro de costa del azote marino (Figuras 17, 49 y 50). Incluso en el muro de costa de Alderdi-Eder, en la actualidad se observa que alguno de los arreglos de la zapata de mampostería se realizó con ladrillos macizos (Figura 18), tal y como sucedió de manera habitual de mano de los militares en el muro de costa del campo de maniobras de Ondarreta.

La imposibilidad técnica de construir el campo de maniobras, con su zapata longitudinal a pie de muro, sin retirar antes los pilotes más cercanos al muro guardamar sería determinante, y corrobora los argumentos para desmentir que los pilotes se traten de estructuras con funcionalidad de nasa pesquera, porque la colocación de los pilotes fue posterior a la construcción del campo de maniobras de Ondarreta.



Figura 47. Detalle del muro de costa y de los dos grupos de pilotes.  
(Autor: Francisco Etxeberria Gabilondo. Fecha: 11-05-2003).

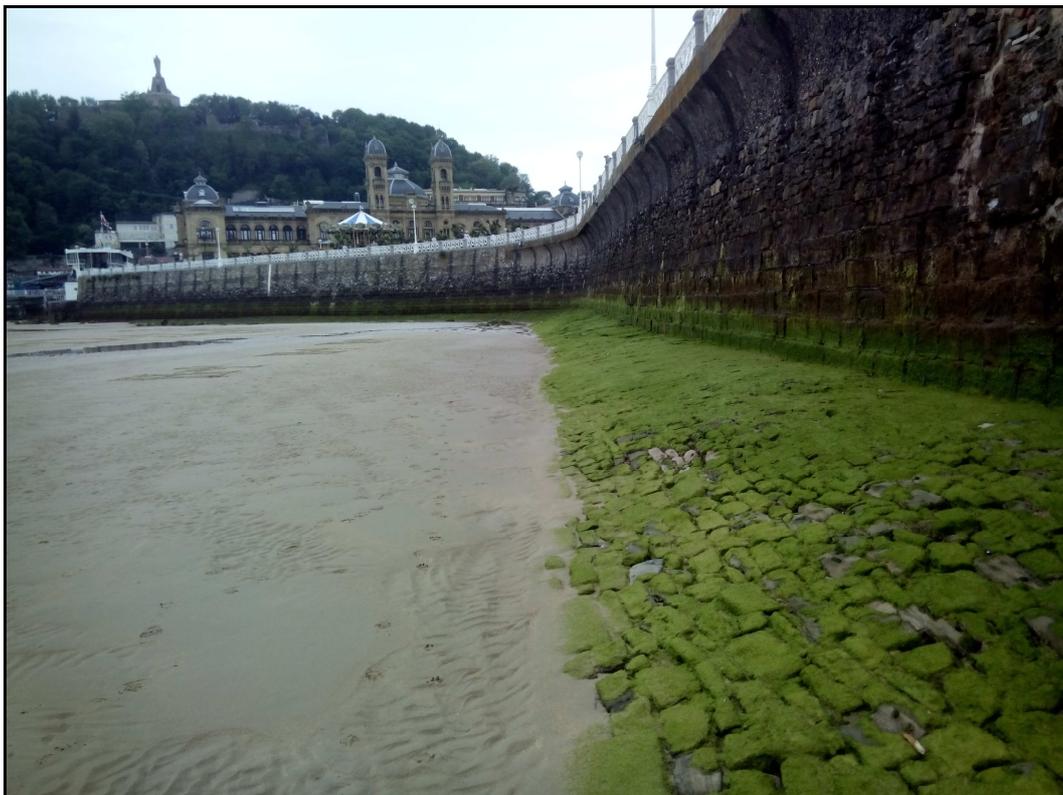


Figura 48. Panorámica de zapata de mampostería a pie de muro en Alderdi-Eder.

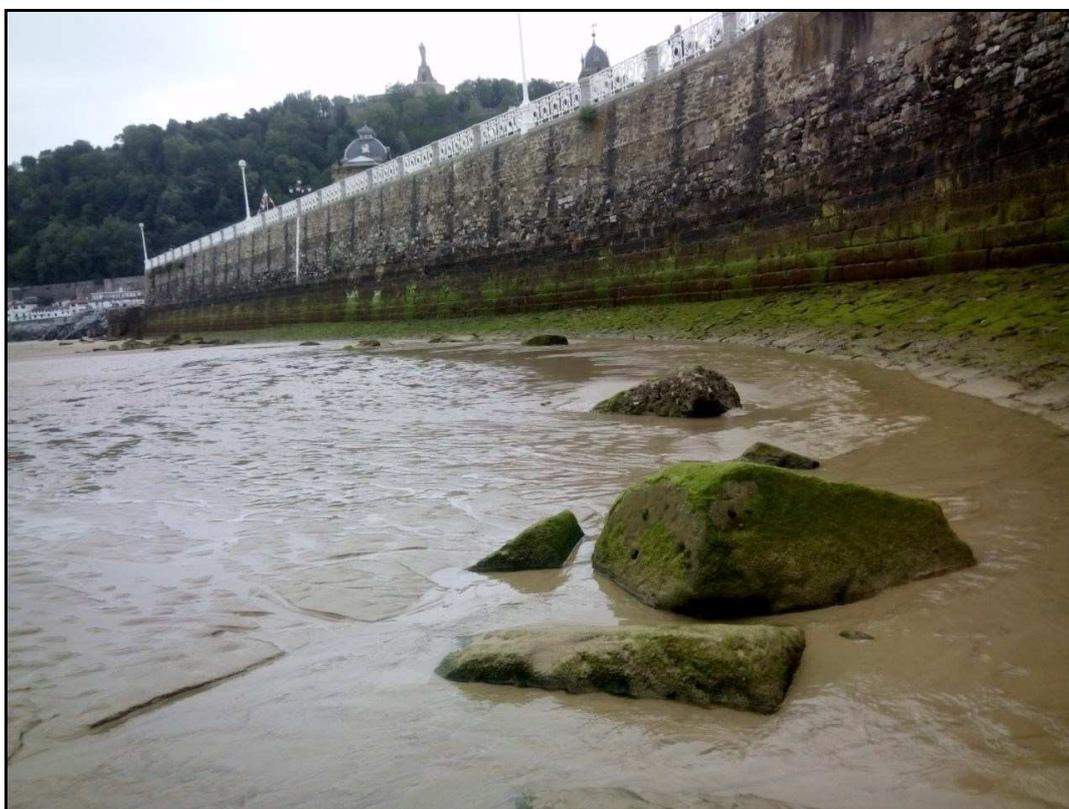


Figura 49. Zapata y escollera a pie de muro en Alderdi-Eder.



Figura 50. Detalle de los bloques de la escollera.

### **3.9. AFLORAMIENTO DE ESTRUCTURAS ANTIGUAS**

Los restos del muro de costa del campo de maniobras permanecen sin retirar bajo 3-4 metros de arena en el sector oriental de la playa, desde la altura de las cabinas hasta Loretopea.

Los temporales de principios de febrero de 2013 arrastraron mucha arena hacia el interior de la bahía, lo que permitió que afloraran diversas estructuras localizadas en la explanación de lo que fue el antiguo campo de maniobras (Figura 51). En la zona cercana al lugar donde estaba situada la cafetería derribada en enero de 2012, además de varios pedazos de la plataforma de hormigón, con placas de pequeños cantos rodados incrustados, correspondientes a la cafetería construida en los años 70 del siglo pasado, y que permaneció hasta 1994, se observaron entre otras estructuras de hormigón y ladrillo, varios bloques de hormigón con un orificio rectangular en la cara superior dispuestos en dos líneas en paralelo. La revisión de fotografías antiguas de la zona, permitió confirmar que se trataba de las zapatas donde se insertaban los postes de madera de los pilares que sustentaban la grada norte cercana al muro de costa del campo hípico (Figuras 52 y 53), que se instalaba de manera provisional en agosto-septiembre con motivo del *Gran Concurso Hípico de San Sebastián (1902-1911)*. El servicio de mantenimiento de playas retiró dicha estructura y sus elementos asociados el 21 de febrero de 2013. Asimismo, el 12 de febrero de 2013 se localizó una granada de mano sin detonar y, tras dar aviso al 112 del SOS Deiak, la Ertzaintza se encargó de retirar el artefacto (Figura 54).



Figura 51. Cimentación alineada de las columnas del graderío norte del Campo Hípico de Ondarreta.

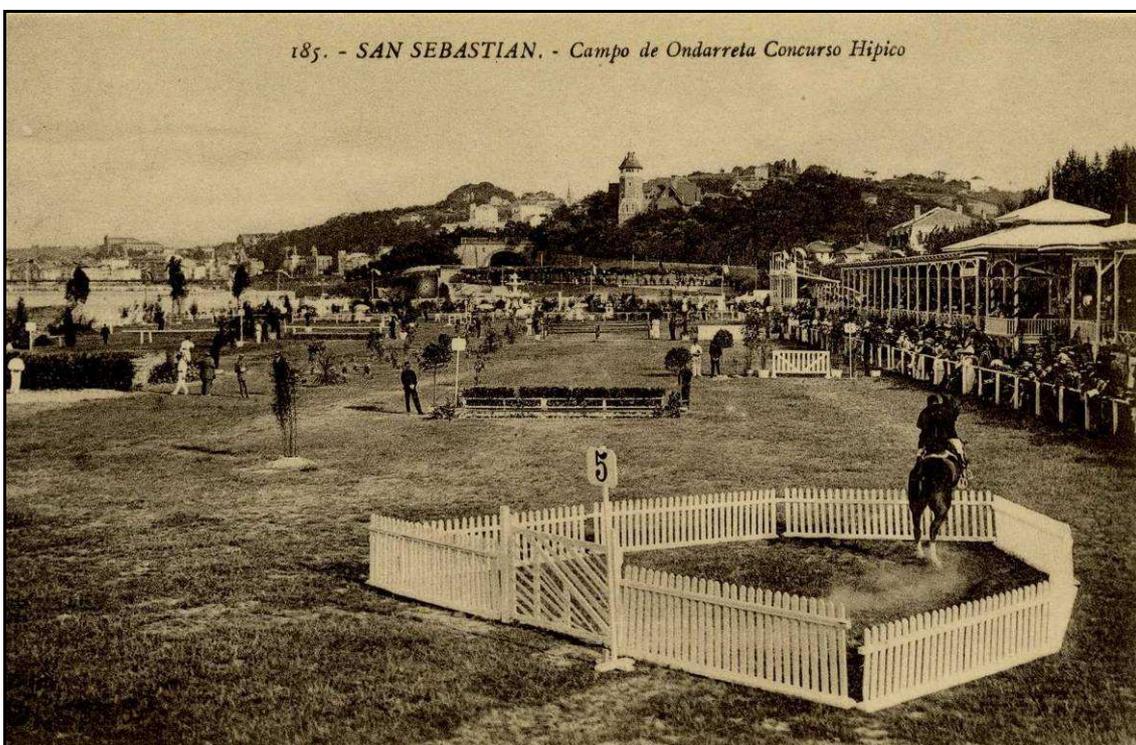


Figura 52. *Gran Concurso Hípico de San Sebastián*. Editor: Gregorio González Galarza  
Biblioteca de Koldo Mitxelena Kulturunea, DFG.

<http://www.guregipuzkoa.net/photo/1081025>

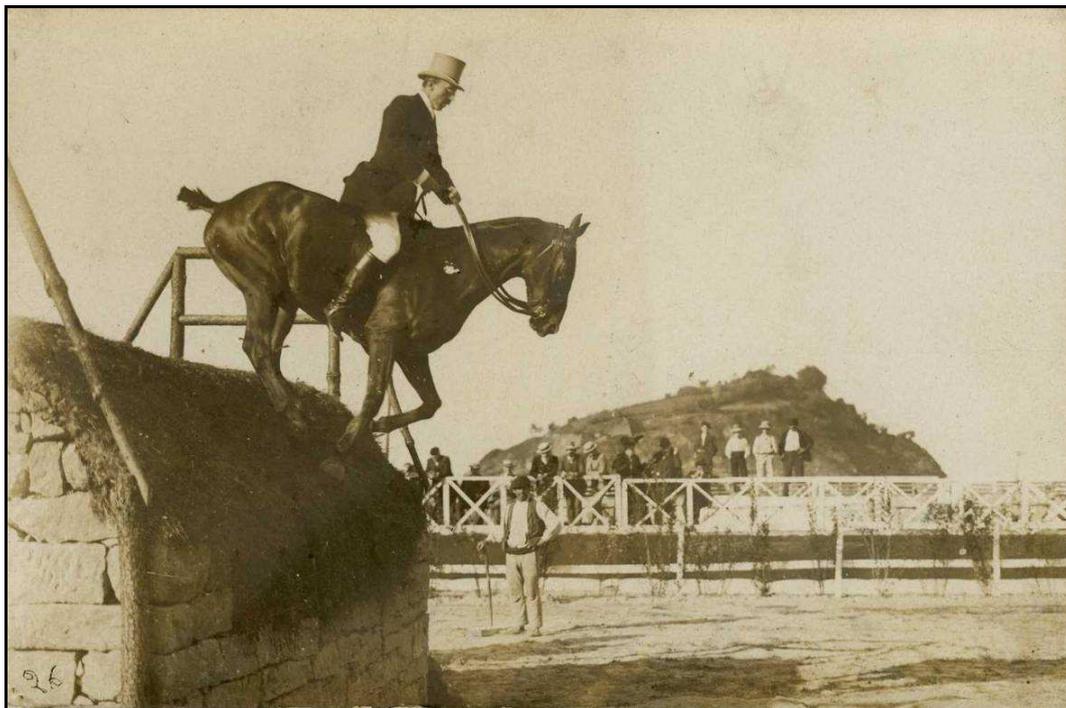


Figura 53. Salto de obstáculos en el Campo Hípico de Ondarreta, al fondo la grada norte.

Editor: Lyon: Societé Lumière  
Biblioteca de Koldo Mitxelena Kulturunea, DFG.  
<http://www.guregipuzkoa.net/photo/1081019>



Figura 54. Granada de mano sin detonar.

### **3.10. DINAMICA DEL LITORAL EN LA PLAYA DE ONDARRETA Y LA BAHIA DE LA CONCHA**

El régimen de la *Bahía de La Concha* siempre ha sido un enigma, siendo imprescindible y urgente aclararlo, no sólo desde el punto de vista científico, sino del eminentemente práctico, en una materia tan interesante para San Sebastián como es la de la conservación de las playas de su bahía. Desde hace 125 años, con escaso acierto, se han realizado estudios y lanzado propuestas para controlar de manera permanente la dinámica de la arena de las playas.

En los sistemas litorales, siempre que no se produzca una alteración externa (antrópica o natural), se tiende a una situación de equilibrio, pero ese equilibrio no es estático, es un **equilibrio dinámico**.

#### **3.10.1. DESCRIPCIÓN DE LAS PLAYAS**

Una playa es una acumulación al borde del mar de materiales de un calibre que puede ir desde arenas finas hasta gruesos guijarros (las denominadas playas de piedras).

El oleaje es el factor clave en la formación de las playas, y las mareas son la fuente de acumulación de sedimentos, es decir, se limitan a redistribuir, dispersar o concentrar la arena que ha llegado hasta la orilla del mar.

##### **3.10.1.1. La zonificación de las playas**

Generalmente, una playa comprende una parte constante sumergida, en suave pendiente, que se denomina **superficie inframareal**, **anteplaya** o **playa sumergida**. Se trata de la prolongación sumergida de la playa propiamente dicha, su límite inferior. En la playa submarina es donde se desarrollan las praderas de algas, que constituyen excelentes fijaciones de los sedimentos y evitan cualquier erosión de los fondos. Son además el lugar donde se refugian numerosos animales marinos, especialmente en estado larvario y juvenil.

Después de la playa submarina aparece una zona arenosa que sólo se descubre durante la marea baja. Es la **playa propiamente dicha, superficie intramareal** o la **playa anterior**. Sus dimensiones dependen, evidentemente, de la amplitud de la marea (cuanto más baje, más margen arenoso queda al descubierto), y de la pendiente de la playa; pero sobre todo de la geología del lugar. **Generalmente esta zona suele presentar una suave pendiente.**

Finalmente aparece la **playa alta** o **superficie supramareal**, formada por arena seca, que se extiende al pie de las dunas litorales cuando éstas existen. Esta parte arenosa está continuamente emergida (salvo durante las grandes mareas vivas o cuando hay grandes temporales y la mar aparece muy agitada). Se caracteriza por carecer de vegetación.

Sobre la playa alta se reparten los escalones paralelos a la línea de ribera. Son el testimonio de las sucesivas ampliaciones en extensión de la playa y desaparecen progresivamente en períodos de erosión. Aparecen teóricamente recubiertos de ondulaciones más o menos simétricas, debidos, en este caso, a la acción del viento, en lugar de a la acción de las olas (como ocurre en la playa submarina), aunque en la playas frecuentadas por bañistas estas estructuras están completamente destruidas y alisadas durante el verano.

### **3.10.1.2. La dinámica de la arena en las playas**

La marea y el oleaje interactúan entre ellos de una forma compleja, y principalmente su interacción se puede resumir en que el oleaje pone en suspensión el material, y las corrientes que produce cuando rompe en las cercanías de la costa son las mayores responsables del transporte de sedimentos en las playas. Las variaciones de los niveles del mar impuestas por la marea modifican la propagación del oleaje y, por lo tanto, en cada momento cambia la magnitud y la dirección del transporte debido al oleaje. Los perfiles de playas con marea significativas son muy distintos de los perfiles de playas sin marea. Las corrientes de marea interactúan con la propagación del oleaje representando una fricción añadida para el oleaje durante la fase de vaciante.

El aporte de materiales es un resultado de las derivas que se deben al carácter oblicuo de las olas con respecto a la costa en su conjunto. A ello deben añadirse las derivas

resultantes de una difracción y las que crean corrientes de marea no reversibles o estrictamente opuestas.

Las condiciones del depósito se hallan muy influenciadas por la topografía inmersa próxima a las costas, es decir, por la presencia de obstáculos como los bajíos (bancos o masas de arena o roca conformados por depósitos) o escollos (rocas poco visibles en la superficie del agua). Entonces intervienen, para frenar la capacidad de transporte y forzar el depósito, los fenómenos de refracción, de difracción o de reflexión de los oleajes.

Ante los entrantes, la refracción origina la divergencia de las ondas y su debilitamiento. El chapoteo debido a la reflexión produce el mismo efecto, del mismo modo que la amortiguación de las olas que rodean la punta de un cabo, de una isla o de una escollera. El levantamiento del fondo, en cualquier caso, al disminuir la velocidad de propagación de las olas, contribuye a la formación de depósitos que pueden verse también favorecidos por los campos de algas. También juega un papel importante, la saturación de la corriente de transporte. Así, en las calas y ensenadas se construyen, por abajo, en zonas no previamente descubiertas, superficies de acumulación. Posteriormente **las olas rompientes y el viento** colaboran a la construcción de la **parte superior de la playa**.

### **3.10.2. DESCRIPCIÓN DE LA PLAYA DE ONDARRETA**

#### **3.10.2.1. Características geomorfológicas**

En general, la costa guipuzcoana está formada por acantilados o cantiles altos; formados por las estribaciones de las cordilleras cantábrica y pirenaica en el contacto con el mar. Prácticamente toda la provincia de Gipuzkoa pertenece geológicamente a terrenos secundarios; especialmente a formaciones del Cretácico, con algunas áreas jurásicas y triásicas.

La costa donostiarra tiene una alineación general de oeste-suroeste a este-noreste y se encuentra coronada por sus tres montes de oeste a este: Igeldo, Urgull y Ulia. Entre los dos primeros se abre la bahía de La Concha, cuya entrada se encuentra dividida

en dos por la isla de Santa Clara. Entre los montes de Urgull y Uliá se sitúan la desembocadura del río Urumea y la playa de la Zurriola. El río Urumea ha ido acarreado sedimentos cuaternarios que han ido depositándose en su desembocadura: provocando la formación del tómbolo que unió tierra firme con el monte Urgull, entonces isla, donde se situó lo que hoy es la Parte Vieja y formando los arenales que conforman en la actualidad el barrio de Gros y la restaurada playa de la Zurriola. Por ello, las playas de La Concha y Ondarreta tienen un origen geológicamente reciente y muy afectado por el desarrollo urbano de la ciudad. Las playas de La Concha y Ondarreta, junto con la diminuta playa de la isla de Santa Clara, son las pertenecientes a la bahía de La Concha.

La playa de Ondarreta está situada en la mitad occidental de la bahía, limitada por Loretopea (Pico del Loro) en el lateral Este, el barrio del Antiguo al Sur y el muro del Tenis (paseo Eduardo Chillida) en el lateral Oeste (Figura 55).



Figura 55. Elementos principales de la bahía de La Concha (CEDEX, 2014).

La playa tiene una longitud de 690 m en bajamar, oscilando su anchura entre 100 y 150 m en función del estado del perfil. En pleamar, su longitud es sensiblemente inferior, variando entre 500 y 550 m, debido a que tiene una forma cóncava que limita su extensión en los dos apoyos laterales.

Ondarreta tiene una serie de características geomorfológicas que la convierten en una playa bastante singular. A continuación se describen con más detalle estos elementos y los efectos que producen en la playa.

#### *3.10.2.1.1. Apoyo en los bajos rocosos del monte Igueldo*

La playa se encuentra parcialmente apoyada en los bajos rocosos que unen el monte Igueldo con la isla de Santa Clara. Esta laja o rasa mareal se encuentra situada en la mitad occidental, en su mayor parte entre las cotas 0 y +1 m sobre la BMVE, por lo que limita el desarrollo de un perfil de playa normal.

Además, la meteorización de la laja aporta material grueso al extremo occidental de la bahía de La Concha (en la zona del *Flysch* o rasa intermareal), fundamentalmente guijarros y gravas redondeadas.

#### *3.10.2.1.2. Isla de Sta. Clara*

Otro elemento que define la forma en planta de la playa y su encaje en la bahía es la isla de Santa Clara. La isla actúa de manera semejante a como lo hace un dique exento, limitando la entrada directa de energía sobre la playa y creando una zona de difracción que tiende a formar un saliente o hemitómbolo en el centro de la playa.

Dicho saliente, no obstante, no se aprecia con suficiente claridad en la playa emergida, cuya zona central tiene una forma en planta bastante rectilínea. Esto es debido a que este hemitómbolo incipiente es “cortado” por una corriente longitudinal que se forma en bajamar en dirección E-O como consecuencia de la oblicuidad del oleaje al incidir sobre la playa.

Por el contrario, en la zona sumergida sí se aprecia una acumulación de material al abrigo de la isla de Santa Clara.

#### *3.10.2.1.3. Diferencias entre las bocanas de Ondarreta y La Concha*

A ambos lados de la isla de Santa Clara se encuentran las bocanas de Ondarreta y La Concha. Estas dos bocas de entrada del oleaje tienen una anchura similar, pero

diferente profundidad, de manera que en bajamar apenas entra energía por Ondarreta, quedando la playa expuesta principalmente al oleaje que entra por La Concha. Esto produce una incidencia oblicua del oleaje en la zona de Loretopea (Pico del Loro), que tiende a formar la corriente longitudinal en sentido E-O citada anteriormente.

En pleamar, la influencia del oleaje que entra por la boca de Ondarreta es mucho mayor. Aunque no puede despreciarse la energía que llega desde La Concha, la difracción en Ondarreta provoca una pequeña corriente longitudinal en sentido O-E, producto de la oblicuidad con la que incide el oleaje en la playa.

#### *3.10.2.1.4. Descripción general de la dinámica litoral en la Bahía de La Concha*

En las propagaciones mencionadas anteriormente, se aprecia que existen diferencias importantes en la entrada del oleaje entre los tres estados propagados, pleamar, nivel medio y bajamar, apreciándose cómo la energía de oleaje se concentra en pleamar en el lado oeste de Ondarreta, creando un transporte de sedimentos añadido que hace que la playa desaparezca y se forme una playa curvada que lo enfrente con el oleaje que incide en ella de manera oblicua, casi paralelo a la playa original, favorecido por la onda corredera que se forma apoyada en el muro oeste de esta playa (muro del Tenis).

Asimismo se observa la tendencia a la formación de hemitóbolo por el cruce de oleajes que entran por las dos bocas, mitigándose éste hasta casi desaparecer en bajamar. Esta circunstancia hace que la dinámica litoral de la propia bahía se encuentre afectada por el equilibrio energético del oleaje que pueda entrar por sus dos bocas.

La boca mayor y más importante frente a la playa de La Concha entre la isla de Santa Clara y el Monte Urgull, filtra los oleajes que inciden exteriormente, propagándolos dentro de la bahía, de tal forma que su expansión hace que la playa La Concha tenga forma prácticamente circular (Figura 56).



Figura 56. Oleajes que inciden en la playa de La Concha y Ondarreta (INTECSA-INARSA, 2013).

### 3.10.2.1.5. Transformación del entorno de la playa desde finales del siglo XIX

Finalmente, cabe destacar la transformación del entorno de la playa desde finales del siglo XIX y comienzos del S. XX, con la construcción de un campo de instrucción militar y una cárcel ocupando gran parte del actual arenal, así como con la urbanización del barrio del Antiguo y la construcción del actual muro del Tenis (1925).

En el extremo occidental de la playa de Ondarreta, se observa la existencia de un espigón semisumergido que arranca de la parte Oeste de la playa y se dirige hacia la Isla de Santa Clara, el cual responde históricamente a un deseo de cerrar la playa por medio de una obra que uniera con la Isla, proporcionando un fondeadero y acceso de embarcaciones (1821-1917).

Esta serie de construcciones modificaron la dinámica natural de la playa. En la actualidad, el espigón abandonado y el muro del Tenis son las infraestructuras que más inciden en la concentración de energía del oleaje provocada por la rigidización del contorno de la Bahía.

Esta concentración de energía genera una “onda corredera” que recorre el todo el muro del Tenis, desde el espigón de la playa, y que impide el desarrollo de un perfil normal de playa en su apoyo occidental. En este extremo, en los últimos 100 m de playa, la línea de orilla de pleamar se curva hacia tierra, retrocediendo, debido a la concentración de energía del oleaje producida por el efecto embudo del muro. De esta forma, la playa se estrecha, hasta prácticamente desaparecer en pleamar, dejando una pendiente más suave.

En resumen, todos estos elementos configuran una playa con rasgos bastante singulares. En cuanto a la forma en planta, la orilla es rectilínea en el centro de la playa, debido a las corrientes longitudinales en sentidos opuestos generadas en bajamar y pleamar, mientras que es convexa en el apoyo en el muro del Tenis en bajamar y cóncava en este mismo punto en pleamar, así como en el lado de Loretopea (en el extremo oriental de Ondarreta).

Por lo que a los perfiles respecta, la forma en que se reparte la energía del oleaje según se presente el nivel del mar, así como la presencia de los bajos rocosos en la mitad occidental, hacen que no se desarrollen perfiles de playa normales, aunque sí se observan diferencias estacionales.

Entre estos rasgos, destaca por su incomodidad la frecuente aparición en la zona intermareal de material grueso residual (en el extremo occidental) procedente en parte de la meteorización de los bajos rocosos y sobre todo de los escombros (repartidos por toda la playa) de la demolición de distintas obras que fueron ocupando la playa entre los siglos XIX y XX.

En general, este material suele aparecer en verano y cubrirse en invierno, debido a la variación estacional del perfil de playa. En efecto, durante el periodo estival la arena situada en la zona intermareal se acumula en la berma, formando un perfil de playa más reflejante, dejando al descubierto estos cascotes y escombros, tan molestos para el disfrute de la playa. En la Figura 57 se muestra un esquema de la variación del perfil de la playa de Ondarreta entre octubre de 2013 (situación después del verano) y marzo de 2014 (situación después del invierno), en la que se ha representado también una hipotética acumulación de material grueso (escombros) en el relleno de la playa, que queda al descubierto cuando la playa se encuentra en situaciones más reflejantes.

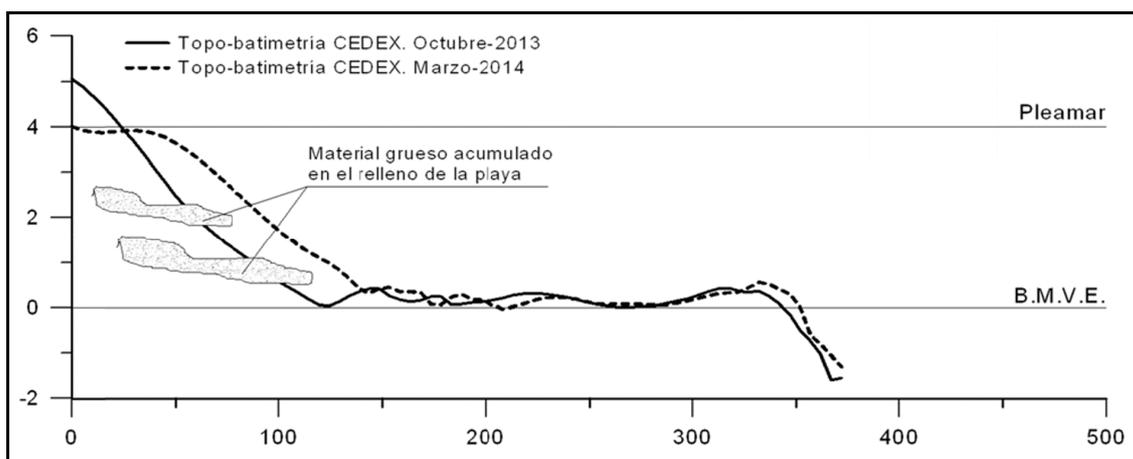


Figura 57. Variación de un perfil central de la playa de Ondarreta entre octubre del 2013 y marzo del 2014, posible explicación de la aparición de material grueso (CEDEX, 2014).

### 3.10.2.2. Características morfodinámicas

En general, la morfología de una playa en un instante dado tiende a un estado relativamente estable (estado modal), producto de las dinámicas actuantes, principalmente el oleaje, aunque también de las mareas y el viento, que han actuado y están actuando en ese instante. También depende del sedimento y de sus contornos, estos últimos descritos más arriba. A continuación se describen los principales rasgos del sedimento, nivel del mar y oleaje de la playa de Ondarreta, pero no se incluye el viento en este apartado, dada su moderada influencia en esta playa tanto en invierno como en verano.

En cuanto al sedimento que compone la playa de Ondarreta por encima del nivel de la BMVE se trata de arena de tamaño medio o fino,  $D_{50}$  entre 0,2 y 0,4 mm, siendo en general los tamaños similares a lo largo de la playa, así como entre los niveles de bajamar y la cresta del frente de playa (Figura 58). Contrariamente a lo que sucede en otras playas más normales, el tamaño va aumentando a medida que crece la profundidad, siendo el  $D_{50}$  hasta 0,7 mm a unos 2 – 3 m de profundidad. Esto es debido a la presencia de escombros que penetran hasta 150 m hacia el interior de la Bahía, cuya meteorización aporta material más grueso en la parte sumergida de la playa.

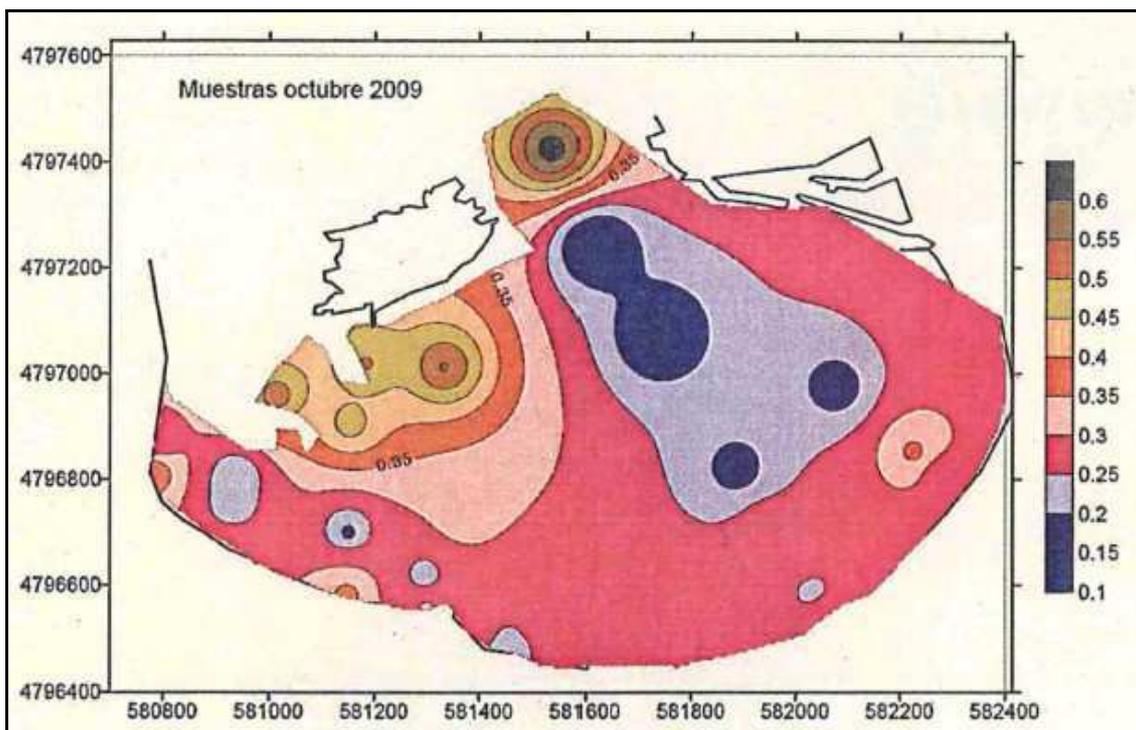


Figura 58. Caracterización de los sedimentos superficiales (mm) de la bahía de La Concha (CEDEX, 2010).

En abril de 2015 se realizó una caracterización del material sedimentario superficial (AZTI, 2015b). Las muestras de sedimento superficial submareales fueron tomadas con una draga tipo Van Veen desde embarcación neumática. Las muestras intermareales fueron tomadas por muestreo directo. En total, se tomaron 47 muestras de sedimento.

De las 47 muestras analizadas, 38 corresponden al tipo sedimentario arena levemente gravosa, cuatro al tipo sedimentario arena gravosa, tres al tipo arena, una al tipo grava y una al tipo arena limosa levemente gravosa (Figura 59).

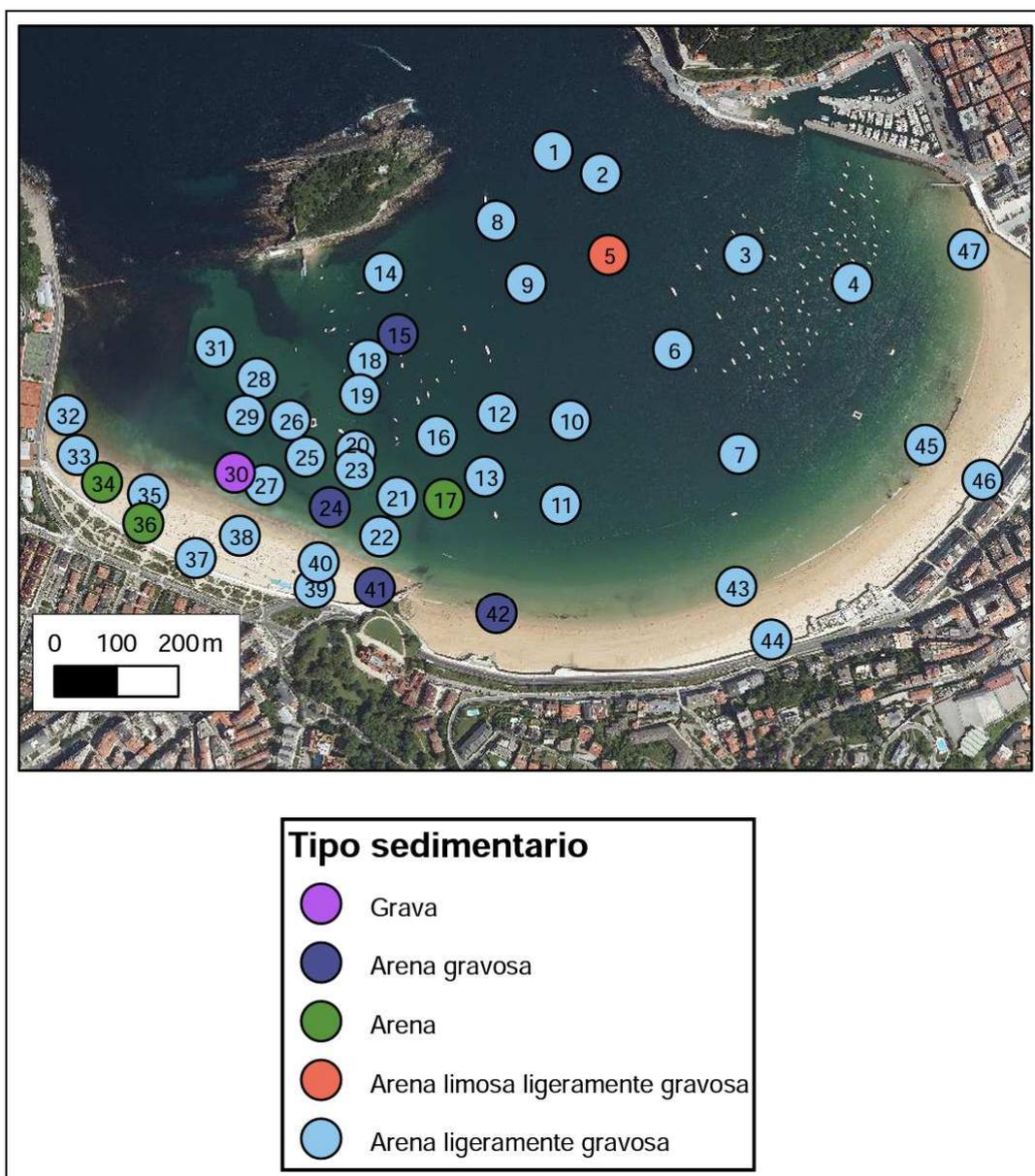


Figura 59. Localización geográfica y tipo sedimentario de las muestras de sedimento superficial (AZTI, 2015b).

El tamaño medio de grano varió entre 3,3 phi (99  $\mu\text{m}$ ) y -2,2 phi (4716  $\mu\text{m}$ ). El 77% de las muestras posee un tamaño medio de 153-666  $\mu\text{m}$ . En general, los tamaños medios correspondientes a sedimentos más finos, se observan en la zona central de la bahía (Figura 60).

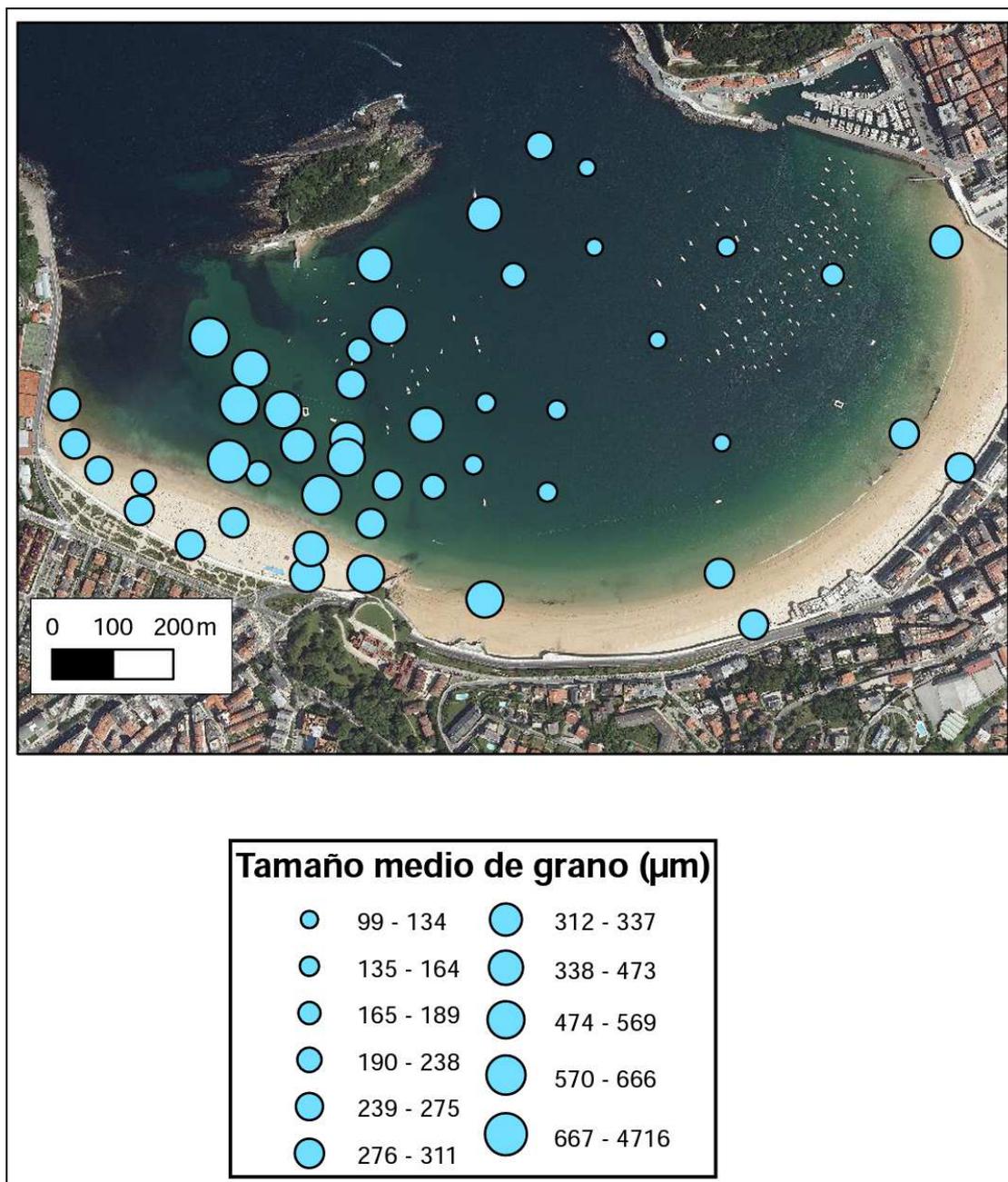


Figura 60. Tamaño medio de grano (AZTI, 2015b).

Con respecto al nivel del mar, en el Cantábrico el régimen de mareas es mesomareal (rangos de marea entre 2 y 4 m). Según los datos del mareógrafo de Bilbao, perteneciente a REDMAR – Organismo Público Puertos del Estado, las carreras de las mareas vivas medias son de unos 3,8 m y las muertas medias son de 1,6 m aproximadamente. En la Tabla 1 se muestran las estadísticas de bajamares y pleamares en dicho mareógrafo.

Este régimen de mareas hace que el flujo provocado por el oleaje actúe sobre una zona más amplia que en una playa sin marea, pero durante un espacio de tiempo más corto.

	Niveles (cm)							
	Observados				Marea astronómica			
	Máx	Mín	Med	D.E.	Máx	Mín	Med	D.E.
Pleamar	499	274	374	41	476	273	371	40
Bajamar	206	-29	95	42	200	-11	97	41
Pleamar viva	499	372	432	26	476	376	427	23
Bajamar viva	140	-29	39	28	95	-11	43	26
Pleamar muerta	393	274	314	19	346	273	312	17
Bajamar muerta	206	109	156	20	200	115	157	18

Tabla 1. Estadísticas de bajamares y pleamares en el mareógrafo de Bilbao.  
 Fuente: Puertos del Estado (CEDEX, 2014).

En relación con el oleaje, Ondarreta es una playa muy protegida en bajamar y ligeramente protegida en pleamar. Dado que este es el agente más influyente en la variación estacional de la morfodinámica de la playa, a continuación se describirán con detalle algunos de los rasgos más importantes del clima marítimo en el Cantábrico oriental. Para ello se han empleado los datos de la boya de Pasajes del año 2011, proporcionados por el Organismo Público Puertos del Estado, que por su ubicación (exposición al oleaje dominante, profundidad, proximidad a la playa, etc.), es la más apropiada para este trabajo.

Con respecto al tipo de oleaje, del análisis de la tabla *HS- TP* del año 2011 (Tabla 2) y de las tablas *HS - TP* estacionales de ese mismo año, puede concluirse que en la región se presentan oleajes tanto de fondo (*swell*) como de viento (*sea*), siendo el mar de fondo más frecuente, ya que está presente durante casi todo el año. De manera aproximada, el mar de fondo (*swell*) tiene periodos de pico comprendidos entre 8 y 18 s para alturas de ola significativa de 1 y 4,5 m respectivamente. El oleaje generado localmente es más corto, pero puede alcanzar mayores alturas de ola, con periodos de entre 10 – 14 s para alturas entre 4 – 6 m respectivamente.

Por lo que se refiere a la frecuencia de presentación de los distintos oleajes, como ya se ha mencionado la del oleaje *swell* es muy superior, como puede verse en la Tabla

2, en la que se han remarcado las combinaciones *HS- TP* más frecuentes. En total y de manera aproximada, el mar de fondo tiene una duración 10 veces superior al mar de viento, pudiendo presentarse como temporal de oleaje de intensidad media o alta en otoño o invierno y como mar de fondo de bonanza en los últimos meses de la primavera y verano.

El oleaje *sea* de mayor relevancia suele presentarse entre noviembre y febrero, siendo menos frecuente que el mar de fondo (*swell*), aunque puede alcanzar mayores alturas de ola (*HS* hasta 6,5 m en el morro del espigón en pleamar). No obstante, con carácter excepcional también pueden presentarse temporales de mar de fondo con alturas y periodos muy elevados, como ha ocurrido en el invierno de 2014 en varias ocasiones.

En la época invernal se observa que el oleaje más frecuente se encuentra comprendido entre 1,5 y 2 metros de altura de ola, con período próximo a los 14 segundos. En primavera y otoño, el oleaje más frecuente es de 1,5 metros de altura y 12 segundos de período. Mientras que, en verano, la altura y periodo del oleaje más probable se reduce a 1 metro y 10 segundos, respectivamente ([www.puertos.es](http://www.puertos.es)).

En resumen, puede considerarse que los estados más frecuentes del oleaje son de mar de fondo, bastante energético entre noviembre y febrero y suave entre mayo y septiembre. Estos serán los dos estados que mayor influencia en la forma de la playa, aunque puntualmente puede verse modificada por temporales de viento muy energéticos.

Hs (m)	Tp (s)										Total	
	≤ 2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0		> 20.0
≤ 0.5	-	0.964	0.964	1.136	3.476	1.032	0.069	0.103	-	-	-	7.743
1.0	-	0.826	6.538	6.332	12.629	4.233	1.204	0.413	0.034	-	-	32.209
1.5	-	0.138	3.269	5.058	11.528	4.714	1.032	0.413	0.034	-	-	26.187
2.0	-	-	0.757	2.615	4.921	4.921	1.927	0.172	0.034	-	-	15.348
2.5	-	-	0.172	1.583	2.271	1.858	1.549	0.688	0.069	-	-	8.190
3.0	-	-	-	1.204	0.585	0.619	1.032	0.610	-	-	-	4.061
3.5	-	-	-	0.688	0.413	0.654	0.826	0.791	<b>SWELL</b>		-	3.372
4.0	-	-	-	0.034	0.241	0.275	0.138	0.275	0.069	-	-	1.032
4.5	-	-	-	<b>SEA</b>		0.275	0.103	0.138	0.241	0.069	-	0.826
5.0	-	-	-	0.034	0.103	0.172	0.172	0.138	-	-	-	0.619
> 5.0	-	-	-	-	-	0.969	0.206	0.069	0.069	-	-	0.413
Total	-	1.927	11.700	18.685	36.442	18.651	8.293	3.923	0.379	-	-	100 %

Tabla 2. Tabla *HS - TP* de la boya de Pasajes en el año 2011.  
 Fuente: Puertos del Estado (CEDEX, 2014).

La distribución sectorial del oleaje queda caracterizada mediante las rosas de oleaje, que discretizan los datos en clases de direcciones y alturas de ola. Cada sector se representa con un brazo en la rosa. Su longitud es proporcional a la probabilidad de presentación de cada sector, calculada como la frecuencia relativa muestral. De esta forma se puede apreciar visualmente cuáles son los sectores que predominan. La discretización en alturas de ola permite determinar cuáles son los sectores más energéticos.

En cuanto a la dirección de incidencia, los oleajes en esta zona del Mar Cantábrico provienen casi exclusivamente del cuarto cuadrante, siendo los del sector comprendido entre las direcciones NNW y el WNW los oleajes reinantes y dominantes en profundidades intermedias, con una probabilidad de ocurrencia conjunta superior al 95%. Para las otras direcciones, el oleaje se puede considerar casi inexistente. Este esquema de oleajes reinantes y dominantes puede apreciarse en la Figura 61, que muestra la rosa del oleaje registrado en la boya de Pasajes en el año 2011.

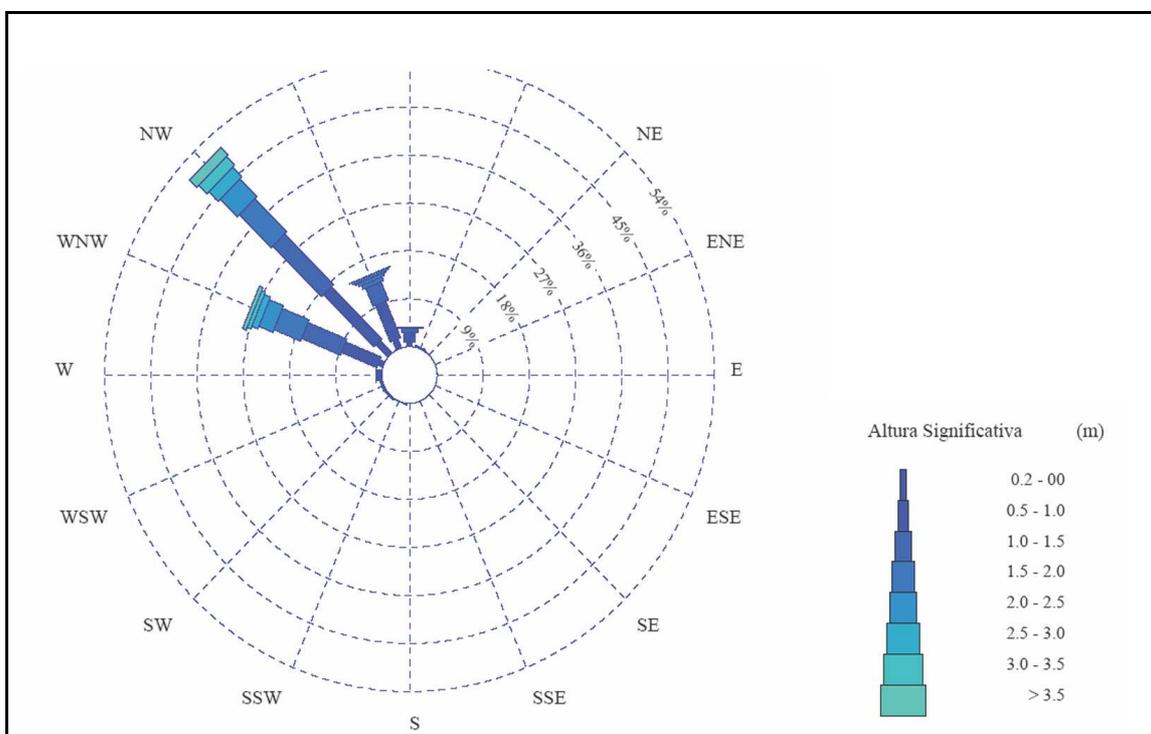


Figura 61. Rosa de oleaje de la boya de Pasajes del año 2011 (CEDEX, 2014).

Durante el período comprendido entre 1996 y 2013, de forma general, las direcciones de oleaje predominantes corresponden también al 4º cuadrante, destacando la

dirección NW, que es la más significativa. Sin embargo para las otras direcciones, el oleaje se puede considerar casi inexistente (Figura 62).

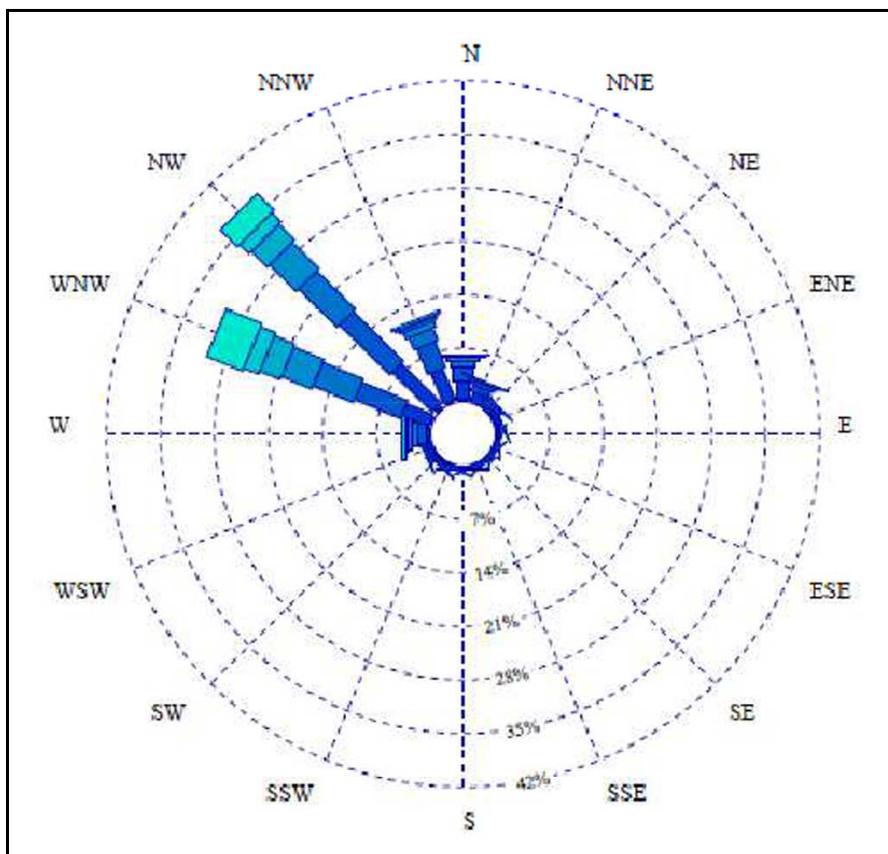


Figura 62. Rosa de oleaje anual de la Boya de la Red Exterior de G. de Vizcaya durante el periodo 1996-2013 (INTECSA-INARSA, 2013).

Al propagarse el oleaje desde aguas profundas hacia la bahía de La Concha, se producen escasos fenómenos de modificación de los frentes de onda hasta llegar a profundidades reducidas. En estudios de propagación llevados a cabo en anteriores trabajos del CEDEX sobre la playa de Ondarreta y La Concha en 2001 se observa que el oleaje del NW sufre pequeños cambios de dirección (inferiores a  $1^\circ$ ) hasta llegar a la isobata de 25 m.

A menor profundidad, la proximidad de la costa comienza a afectar más intensamente la dirección de los frentes y la altura de ola, de diferente forma en bajamar que en pleamar, como puede observarse en la Figura 63.

En pleamar, a profundidades inferiores a 25 m, los frentes giran entre  $15^\circ$  y  $20^\circ$  de media en la isobata de 15 m, pasando a tener dirección media entre N25W y N30W.

Para profundidades menores a 15 m los frentes se ven muy afectados por la costa, presentando giros diversos como producto de la refracción, la difracción en el monte Igeldo y la difracción y reflexiones en la isla de Santa Clara. En la bocana de la playa de Ondarreta, los frentes giran un poco más, de forma que a 10 m tienen una dirección N20W. Esta dirección coincide de manera aproximada con la que se observa en la bocana de La Concha.

En bajamar, los giros del oleaje por refracción son aún mayores, especialmente frente a la bocana de la playa de Ondarreta, donde el frente, muy curvado, llega a tener una dirección media aproximada N10W. Por el contrario, en la bocana de La Concha, mucho más profunda, la dirección sigue siendo N20W. Esta diferencia de ángulos de incidencia da lugar a un frente mucho más curvo y alterado cerca de la Bahía, como puede verse en la imagen de la derecha en la Figura 63.

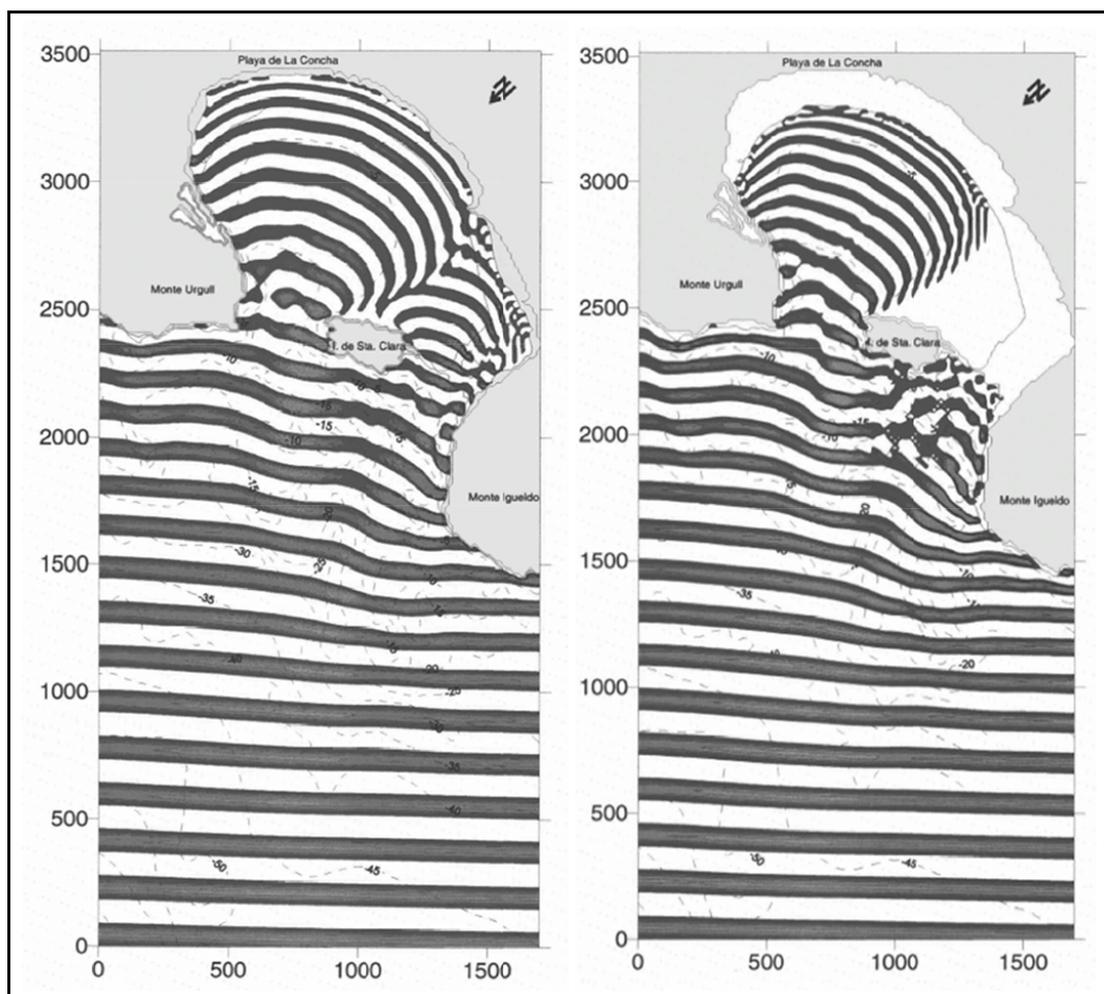


Figura 63. Propagación de un oleaje del NW con  $T_p = 11$  s hasta la bahía de La Concha (CEDEX, 2001), en PMVE (izquierda) y BMVE (derecha).

En resumen, la dirección del oleaje frente a la entrada de la playa de Ondarreta depende del nivel de marea, siendo aproximadamente N20W en pleamar y N10W en bajamar. Por ello, se ha supuesto que con niveles intermedios la dirección es aproximadamente N15W.

En definitiva, la propagación del oleaje muestra como existe un comportamiento diferente en el oleaje dentro de la bahía dependiendo del nivel de marea. En todos los casos, los oleajes que penetran por ambas bocas tienden a configurar la playa Ondarreta como un hemitómbolo, especialmente cuando la actividad de oleaje se produce en pleamar o cercano a ella. En pleamar se produce una importante agitación en el extremo occidental de la playa Ondarreta.

La presencia de acantilados de una cota muy notable y con coeficientes de reflexión prácticamente total, caso del Monte Igueldo al oeste, del monte Urgull al este y la presencia de un obstáculo natural, también reflejante, que condiciona la expansión lateral de la energía del oleaje (difracción) como es la Isla de Santa Clara configuran el medio.

De la misma manera, la playa de Ondarreta y la Bahía de la Concha es un cuerpo de agua que requiere la laminación del flujo de masa en condiciones determinadas de período ondulatorio y de nivel de marea, por lo que la sobre elevación de su nivel y la presencia de corrientes parasitarias en dirección longitudinal, hacia la zona del Puerto, también son perceptibles en su mecanismo de funcionamiento.

La realización de modelos numéricos resulta en estos casos complejos dada la existencia de múltiples fenómenos naturales en tres dimensiones que resulta muy complicado procesar, pero las conclusiones fundamentales son las siguientes:

- La concentración de energía en la zona de monte Igueldo y en la zona del monte Urgull, define a ambos promontorios como captores de la energía del oleaje en las direcciones simuladas, NW y NNW de la mayor capacitación energética.

- La formación de vórtices en las proximidades de ambos acantilados reflejantes como consecuencia de la reflexión de los mismos y la combinación de unas nuevas ondas de reflexión procedente de la Isla de Santa Clara combinándose ambos efectos y generando vórtices, claramente visibles en los planos de líneas de corrientes.
- Efecto de expansión lateral de la energía del oleaje en la sombra de la Isla de Santa Clara, perceptible en los planos de propagación de frentes y en las isolíneas de agitación interior.
- Zonas claramente de sombras al abrigo de la citada isla, con líneas de corriente amplificadas por el efecto del dique y por continuidad.
- Efecto de reflexión en la isla de Santa Clara en la dirección del NNW que afecta al rebote en el muro perimetral y a la salida de arenas longitudinales hacia el interior de la Bahía de la Concha. Esta situación es menos perceptible en la dirección del NW por el grado de incidencia de los frentes sobre el emplazamiento, más concretamente en el rebote sobre la isla.
- El campo de corrientes indica la formación de vórtices por efecto reflexión en acantilado (Urgull), reflexión en la isla (Santa Clara), y reflexión en el muro del Tenis.

El diagnóstico de la situación actual sobre la dinámica de la playa de Ondarreta realizado por el CEDEX (2012), detalla las siguientes conclusiones principales:

- El oleaje irregular que incide exteriormente a la bahía de La Concha de San Sebastián, se filtra propagándose dentro de ella como frentes perfectamente delimitados, expandiéndose la energía del oleaje uniformemente, que marcan la forma de la playa, hasta un punto de la playa de Ondarreta que esa curva que forman los frentes propagados se separa de la línea de orilla de la playa, en el extremo occidental. En este extremo occidental, otro oleaje filtrado, de menor intensidad, penetra por la abertura occidental de la bahía de La Concha, afectado por los fondos rocosos, cruzándose con los frentes que provienen de

la playa de La Concha. Esta interacción es la que conforma la forma de la playa de Ondarreta en su extremo occidental.

- Con la configuración descrita anteriormente, el sedimento en equilibrio en un instante, puede ser transferido de la playa de La Concha a Ondarreta o viceversa según se encuentre la relación de energías que penetran por ambas bocas. Por ejemplo, si en el estado de mayor intensidad de un temporal se produce en pleamar, el oleaje tenderá a enviar sedimento de Ondarreta a La Concha; pero si ocurre en bajamar se producirá al contrario. Todo ello con una tendencia con relación a un equilibrio medio.
- La entrada de los frentes de oleaje por la boca occidental de la bahía de La Concha, frente a Ondarreta viene condicionada por los bajos rocosos que se extienden desde las faldas de monte Igueldo hasta la isla de Santa Clara, así en bajamar prácticamente no penetra oleaje por ella, aumentando esa cantidad a medida que crece la marea. En pleamar, los frentes de oleaje en su avance por la bahía se encuentran dirigidos por el muro occidental de la playa de Ondarreta formándose una onda corredera a lo largo de él, rompiendo casi perpendiculares a la línea media de orilla de la playa, cuya consecuencia inmediata es el transporte de sedimentos y la desaparición de la playa para que ésta se enfrente a ese oleaje dirigido por el muro.

### **3.10.2.3. Variación estacional**

El trabajo principal de la marea es en general de acarreo y de depósito de todo lo que trae en suspensión. Las dos corrientes de la marea que penetran por las dos aberturas que bordean la isla, son las que conservando el fondo de la Bahía causan el arrastre de las arenas en la playa. Por esta razón se ve a veces una cantidad de arena recorrer la playa en uno u otro sentido, según que la corriente que penetre por uno u otro lado tenga mayor o menor intensidad.

A la vista de los resultados del seguimiento morfodinámico de la bahía de La Concha que lleva realizando el CEDEX desde 2009, las playas de La Concha y Ondarreta presentan un comportamiento cíclico anual, con dos situaciones bien diferenciadas en invierno y verano. En Ondarreta, estas dos situaciones son producto de la

combinación del transporte transversal y el longitudinal, mientras que en La Concha domina claramente el transporte en dirección transversal (perfil disipativo en invierno y reflejante en verano). A continuación se describen las principales características de la variación estacional de las dos playas de la bahía de La Concha.

La Figura 64 muestra el balance sedimentario medido en la bahía, en invierno y en dos periodos diferentes, incluyendo un esquema de las componentes principales del transporte de sedimentos deducidas a partir de los movimientos indicados. La Figura 65 muestra estos mismos movimientos y componentes en el periodo estival, también en dos periodos distintos.

En invierno, los temporales modifican el perfil de la playa de La Concha, que adopta una forma disipativa, transportándose la arena desde la berma hacia las barras situadas en la zona sumergida. Este transporte se produce casi exclusivamente en dirección transversal a la playa, en toda su extensión, salvo en el límite occidental (en la zona del Pico del Loro), donde parte del material depositado en la barra también es transportado longitudinalmente hacia Ondarreta.

En verano, la playa de La Concha recupera la berma y adopta de nuevo un perfil reflejante. El dominio del transporte transversal es casi total, con transporte longitudinal únicamente en el extremo occidental.

El comportamiento de la playa de Ondarreta en invierno es algo distinto, dadas las condiciones tan especiales de la playa, citadas anteriormente. Por un lado, la presencia de bajos rocosos en la zona occidental hace que el material erosionado de la berma se deposite por encima del nivel de bajamar, zona donde en teoría no deberían producirse apenas acumulaciones. Por otro lado, en el tercio oriental se observa una erosión generalizada, producida por la corriente longitudinal con sentido E-O que se genera en bajamar a consecuencia del gradiente de altura de ola provocado por la difracción del oleaje en la bahía de La Concha, a la que se suma la oblicuidad con que el oleaje incide sobre la playa en esa zona. La oblicuidad del oleaje puede apreciarse claramente en la propagación mostrada en la Figura 63. Dicha corriente, la misma que produce transporte longitudinal en el extremo occidental de la playa de La Concha, acarrea el material depositado en la barra como consecuencia de la variación del perfil de playa, resultando un transporte neto en sentido E-O.

En verano también coexisten las componentes longitudinal y transversal de transporte, pero en sentido opuesto a como se produce en invierno, factor determinante en el equilibrio a largo plazo de la playa. Esta variación del sentido del transporte es debida a la disminución de la intensidad de la corriente E-O en épocas de bonanza climática, que hace que en verano se produzca un transporte neto en sentido O-E, que además resulta favorecido por la presencia de material acumulado (cascotes o escombros) por encima del nivel de bajamar en el extremo occidental de Ondarreta.

En resumen, en la playa de Ondarreta, a los típicos ciclos de transporte transversal verano-invierno se une un ciclo de transporte longitudinal con direcciones opuestas en invierno y verano. A grandes rasgos, este comportamiento tiene los siguientes resultados:

- En la zona del muro del tenis, acumulación en invierno y erosión en verano.
- En la zona del Pico del Loro, erosión en invierno y acumulación en verano.

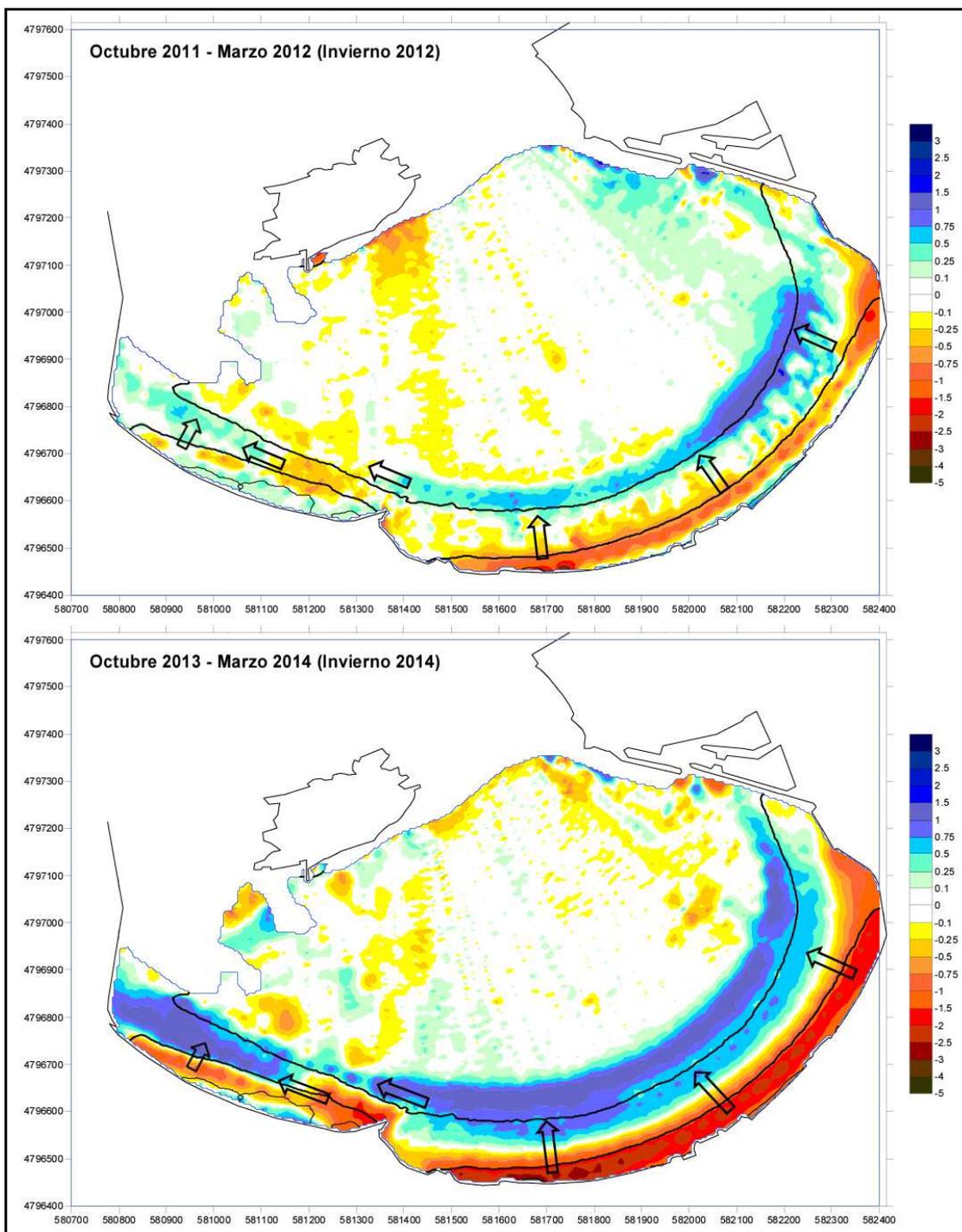


Figura 64. Movimiento sedimentario en la bahía de La Concha en invierno de 2012-2014. Diferencia de cotas (m) en el periodo considerado. Las curvas de nivel corresponden a las cotas 0, +4 y +6 m respecto de la BMVE (CEDEX, 2014).

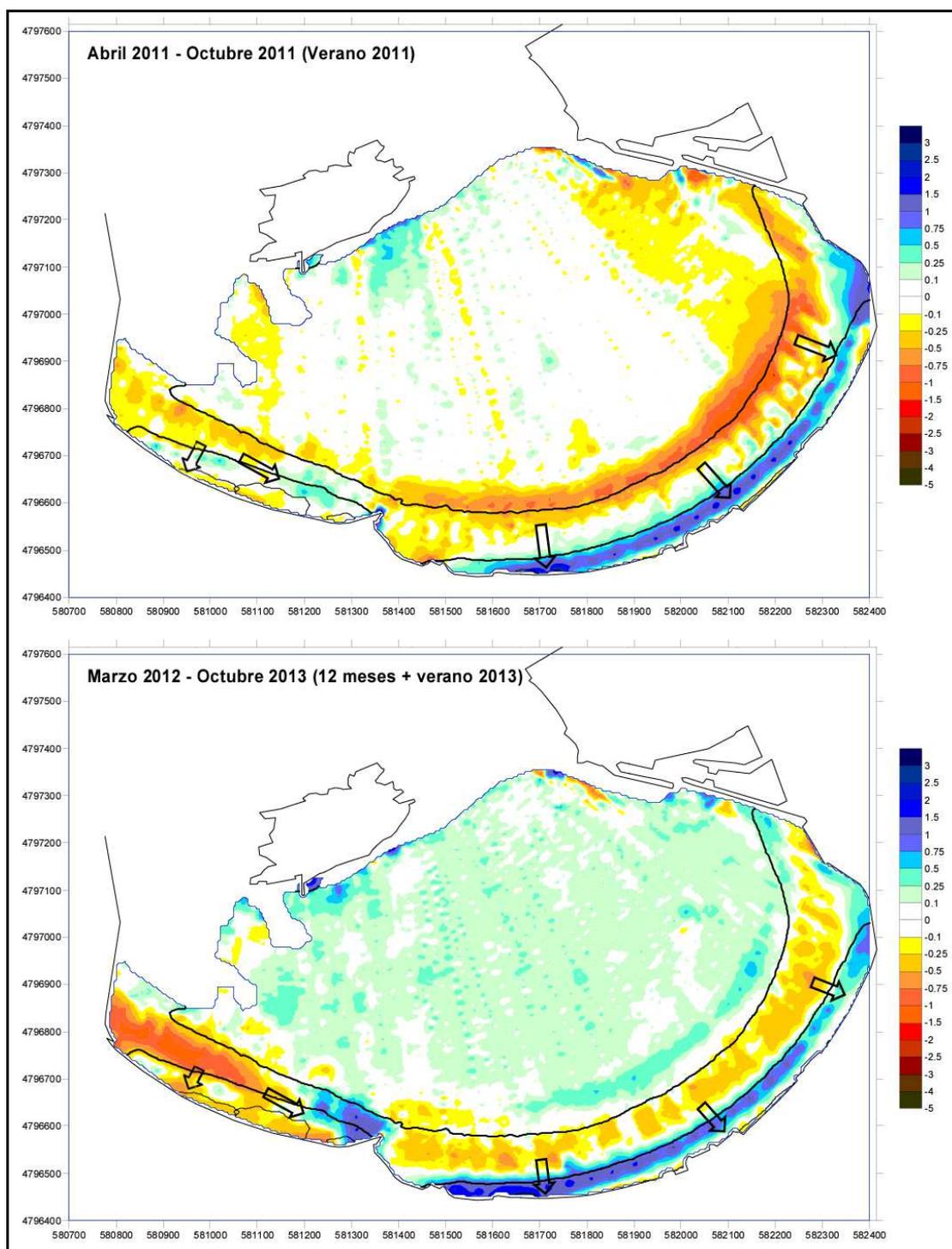


Figura 65. Movimiento sedimentario en la bahía de La Concha en verano de 2011-2013. Diferencia de cotas (m) en el periodo considerado. Las curvas de nivel corresponden a las cotas 0, +4 y +6 m respecto de la BMVE (CEDEX, 2014).

#### **3.10.2.4. Descripción de la evolución morfodinámica del arenal de Ondarreta**

La evolución de las diferentes superficies analizadas en base a las imágenes del sistema KOSTASystem (AZTI, 2015a) constata que el periodo de menor altura de ola, coincide plenamente con el estado en el que Ondarreta presenta una mayor superficie supramareal y menor superficie intermareal. Del mismo modo, la mayor altura de ola corresponde a la situación inversa, con la menor superficie de arena seca y la mayor extensión intermareal.

Esto es un reflejo del ciclo morfológico habitual en las playas del Cantábrico y que se puede resumir en un estado más reflejante en una situación de menor energía del oleaje incidente (verano), lo que se asocia a un perfil de playa con una mayor pendiente, y un perfil disipativo asociado a una mayor energía (invierno), con una pendiente más tendida y por lo tanto más extenso.

En el caso de Ondarreta, este balance de sedimento es el que, en función de su intensidad, así como del volumen de arena disponible, cubre o descubre una mayor superficie de piedras.

Durante el invierno de 2014 y como motivo del excepcional clima marítimo vivido, todo el arenal en la bahía basculó hacia el centro y hacia el oeste, presentando una situación de escasez de arena en la zona alta de la playa de La Concha y mayor cantidad de arena en el perfil bajo de la playa de Ondarreta. Ello contribuyó a ocultar las piedras por lo que al final del invierno esta playa presentaba una situación óptima.

La playa durante el verano de 2014 presentó una situación mucho más favorable en cuanto a la aparición de piedras, con superficies afectadas del orden de los 2.000 a 4.000 m<sup>2</sup> y una superficie máxima de 7.600 m<sup>2</sup> en la segunda quincena de julio. Estos datos contrastan con los 10.000 a 13.000 m<sup>2</sup> existentes durante los mismos meses del año 2013 con un máximo de 17.000 m<sup>2</sup> a comienzos de septiembre de dicho año.



### 3.10.2.5. Estudio morfo-sedimentario y geofísico de la bahía de La Concha

El Ayuntamiento de San Sebastián encargó un reconocimiento geofísico con sísmica de refracción en la playa de Ondarreta (OCSA, 2015), un estudio geofísico marino mediante sísmica de reflexión de alta resolución (ESGEMAR, 2015), un estudio de evolución de la playa de Ondarreta entre abril de 2014 y abril de 2015 (AZTI, 2015a) y un estudio morfo-sedimentario y geofísico de la bahía de La Concha de San Sebastián (AZTI, 2015b).

El estudio de reconocimiento geofísico con sísmica de refracción se realizó con objeto de localizar el sustrato rocoso y niveles de gravas existente bajo la capa de arena en la playa de Ondarreta; así como estado de la roca que conforma el sustrato: alterada, sana y compacta, grado de fracturación, zonas de fractura, etc. La interpretación de los perfiles sísmicos, permitió generar los planos que representan la disposición de los diferentes depósitos de material.

El objetivo del estudio geofísico marino mediante sísmica de reflexión de alta resolución fue la caracterización de la potencia sedimentaria así como la presencia de niveles con piedras frente a la zona de la playa de Ondarreta. Para ello se realizó una campaña de sísmica de reflexión continua de alta resolución (Bloomer y perfilador de sedimentos) a lo largo de toda la bahía. Como resultado de este trabajo, se obtuvo información relativa a la distribución espacial de la potencia de material no consolidado en toda la bahía.

El estudio de caracterización morfológica y sedimentaria, realizado por AZTI (2015b), supuso la caracterización morfológica de la bahía de La Concha haciendo hincapié en el análisis de la configuración (distribución y volumetría) del material no consolidado y con especial énfasis, en los materiales de la playa de Ondarreta. Dicho trabajo consistió en la realización de un levantamiento batimétrico, la caracterización del sedimento superficial y la integración de los resultados de dos campañas geofísicas mediante técnicas de sísmica de reflexión en la playa sumergida y de refracción en la playa emergida, realizadas en el mismo periodo que el presente estudio, para conocer el volumen total de arenas en la bahía, así como el volumen de cantos y bolos intercalados en los sedimentos.

En este estudio se ha realizado una caracterización detallada de la morfología superficial y sub-superficial de la bahía de La Concha a partir de la integración de datos registrados con dos técnicas geofísicas. La bahía presenta una profundidad media de 6 metros, y por tanto la morfología, así como la distribución del material sedimentario superficial, se ven afectadas principalmente por la acción del oleaje que entra en la bahía por ambos lados de la isla. La mayor parte del sedimento superficial es predominantemente arenoso, con bajo contenido en gravas, limos y arcillas. Las zonas submareal somera e intermareal de la playa de Ondarreta se caracterizan por una elevada variabilidad espacial a pequeña escala en los descriptores de la distribución de tamaño de partículas: tamaño medio, grado de selección, sesgo y curtosis. Al contrario, la zona central de la bahía presenta un sedimento con menor variabilidad espacial, caracterizándose por un menor tamaño de grano y peor grado de selección. En la zona intermareal de la playa de La Concha la variabilidad en estos descriptores es menor, exceptuando Loretopea (Pico del Loro), caracterizado por sedimentos peor seleccionados y con sesgo negativo.

En cuanto a la caracterización sub-superficial del lecho marino, se han identificado dos depósitos de material no consolidado. Uno de ellos, se trata de material diverso compuesto por arenas, gravas, piedras y cantos rodados de varios tamaños que según AZTI corresponden, probablemente, al relleno del paleocauce del río Konporta. Dicho material puede alcanzar potencias de 15 m desde el techo de roca. Por otro lado, se ha identificado otro depósito de material más fino, que alcanza potencias de hasta cuatro y cinco metros. Por encima de estos dos depósitos, se encuentra la arena de playa, cuya potencia no supera los dos metros en muchas zonas. Este material es el

más fino y el que puede estar sujeto a mayores variaciones estacionales debido a cambios naturales de los regímenes estacionales de oleaje. En el momento de la realización de las campañas de sísmica de refracción, se observó que en algunas zonas este depósito de material era prácticamente inexistente, dejando aflorar el material más grueso sub-superficial. Por otro lado, en la zona sumergida de la zona de Ondarreta, se ha identificado un depósito de gravas por encima de los depósitos de arena fina. La principal hipótesis de la presencia de este depósito es que puede ser debido al re-trabajo de los depósitos sub-superficiales por la acción del oleaje en diferentes estados de energía.

Se ha estimado que el volumen total de material no consolidado de toda la bahía es de más de 9,5 millones de metros cúbicos, mientras que el volumen de material más fino alcanza los 2,5 millones de metros cúbicos. En cuanto a la playa de Ondarreta, se ha estimado un volumen de material no consolidado de 431.000 m<sup>3</sup> en la zona intermareal y supramareal, de los cuales 146.000 m<sup>3</sup> corresponden a la arena de playa. Es necesario resaltar, una vez más, que los volúmenes de material calculados para el presente informe, deben considerarse con cautela, dada las propias limitaciones inherentes a los métodos geofísicos empleados y aproximaciones empleadas.

### **3.10.3 CONFIGURACIÓN DE LAS PLAYAS DE LA CONCHA Y ONDARRETA**

#### **3.10.3.1. Influencia de la meteorología estacional y las corrientes marinas**

La orientación en la entrada del oleaje y de las corrientes marinas en la Bahía de La Concha determinan las zonas de erosión y depósito de la arena. Este es un factor muy variable, sujeto a la climatología y a la meteorología de cada estación del año, así como a la conjunción de múltiples factores. Las direcciones de procedencias del oleaje pueden ser cíclicas o ser un proceso estocástico y las dominancias pueden variar, lo que define las zonas de erosión o sedimentación de la arena en la Bahía. El intentar predecir el comportamiento del oleaje, las corrientes y el viento, para los próximos días, semanas, meses o años resulta muy complicado, así como calcular que otros factores sinérgicos y ambientales determinan la dinámica de la arena.

El flujo de los sedimentos a lo largo de la costa debe responder a las corrientes y oleajes dominantes en la cornisa cantábrica, que en general responde a dos patrones o modelos distintos:

En primer lugar en los meses invernales, frente a la cornisa cantábrica discurre una corriente W a E que se toma S a N al llegar a la costa francesa. Esta corriente homogénea alcanza su máxima intensidad en noviembre y febrero (en función de los vientos dominantes) con velocidades de un nudo (para distancias superiores a los 100 km).

El segundo modelo de circulación se produce desde mediados de julio hasta finales de octubre con corrientes de tipo oscilatorio, siempre paralelas a la costa y con un desplazamiento hacia el W en julio y agosto como consecuencia de los vientos dominantes.

En todo caso el cómputo global de corrientes establece una dominancia de la dirección en las corrientes W-E.

Por otro lado, los vientos dominantes se producen en la dirección que "bloquea" el Levante propuesto.

El viento de componente norte es el más frecuente. Es posible que abajo en la ciudad y debido a la orientación de la bahía el viento NW, 17,6% de frecuencia en Igeldo, iguale o supere al N. El viento NW es bastante superior en fuerza al N, 20,4 km/h de velocidad media frente a 11,4 km/h. La alta proporción de vientos flojos de componente norte es debida a la brisa diurna que adopta esa dirección. Se observa que de la noche al día el W rola al NW aumentando también la frecuencia de éste. La dirección NE, la de más baja frecuencia nocturna, 2,8%, aumenta también por la brisa a un respetable 7,8% de frecuencia diurna. La brisa diurna es manifiesta también en la disminución de las situaciones de calmas: 10,9% a las 01 GMT y tan sólo 3,3% a las 13 GMT. Esta diferencia muestra por otra parte que la llamada brisa de tierra o brisa nocturna es mucho menos manifiesta. La brisa diurna tiene pues una importancia considerable, su componente principal es norte y su velocidad preponderante de fuerza 2.

Aunque el viento N sea globalmente más frecuente que el S, éste es más veloz. 22,1 km/h frente a 11,4 km/h. El viento S es muy fuerte, superior a 50 km/h, alcanza una frecuencia del 2,0% frente al 0,8% del viento NW y el 0.3% del viento N. Además, de noche, el viento más frecuente es el S, 22,1 % de frecuencia.

Los vientos menos frecuentes son los de dirección E, tan sólo 4,4% de noche y 2,0% de día, y su velocidad media es también la menor, 7,2 km/h.

### **3.10.3.2. Influencia del oleaje y la inclinación**

La influencia del oleaje en la configuración de las playas es evidente. Cuando se producen tempestades o soplan vientos fuertes del mar (Figura 66), -generalmente durante el invierno-, las aguas marinas más agitadas son capaces de desplegar mayor energía y pueden poner en movimiento una parte de los materiales de una playa, originando su "adelgazamiento". Su perfil desciende a veces hasta arrancar el sustrato, que en unas zonas puede ser rocoso y en otras fangoso. Por el contrario, un período de tiempo tranquilo y de viento de la tierra, permite un "engrosamiento" y la elevación del perfil de conjunto.

Por este motivo la mayoría de las playas del País Vasco, durante el invierno sufren una considerable pérdida de arena, que es recuperada al llegar la primavera. La misma mar que se la lleva, la devuelve posteriormente restableciendo en nivel de arena en pocos meses.

Pero los oleajes intervienen de forma más importante y con mayor frecuencia para justificar la orientación de las playas. Es muy importante observar que las playas tienden a orientarse perpendicularmente al oleaje dominante. Es posible, en cualquier caso, observar que esta formulación es ligeramente ambigua. En efecto, no siempre es fácil definir y "orientar" el oleaje dominante en función de las discordancias entre efectos de los oleajes lejanos y circulación atmosférica local, y los fenómenos de refracción, etc.



Figura 66. Ondarreta durante el temporal de febrero de 2014 (02-02-2014).

Cuando el oleaje alcanza la costa forma distintos tipos de olas que dependen de la pendiente de la ola y de las condiciones de inclinación del fondo cerca de la playa. **Si la inclinación es relativamente suave, de menos de tres grados, la ola romperá y formará una rompiente en derrame, es decir, una ola muy pendiente que empieza a romper en la cresta y sigue rompiendo mientras se dirige a la playa.** Este tipo de rompientes son las más comunes y además, proporcionan buenas olas para hacer surf.

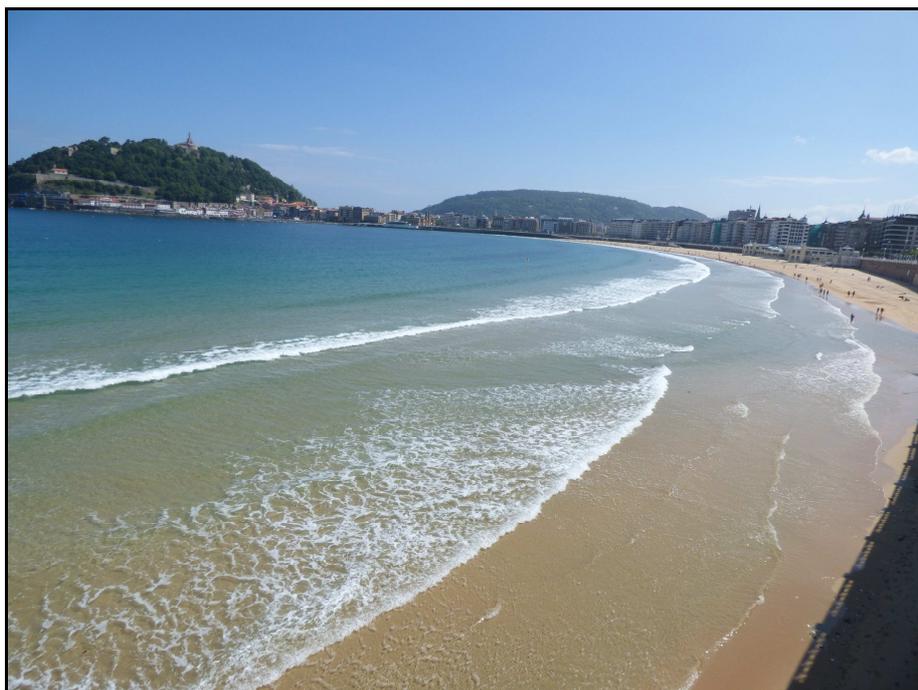


Figura 67. Rompiente en derrame en la playa de La Concha (27-05-2015).

Otra manera que tienen las olas de romper en la playa es la denominada "**rompiente sumergida**". Se produce **cuando la inclinación del suelo de la playa oscila entre 3 y 11 grados y la cresta de la ola se riza formando un tubo de agua. Al romper ésta, este tubo se precipita hacia el fondo por debajo de ella removiendo los sedimentos**. Estas olas son las más peligrosas y las que causan más daños porque su energía se concentra donde rompe.

La playa de La Concha tiene unas orillas tendidas en verano, con una inclinación relativamente suave, de menos de tres grados, por lo que se formará la denominada "rompiente en derrame". Desde donde revienta la ola hasta el punto máximo que alcanza en la playa (donde muere finalmente la ola) se produce una franja que supera los 40 m de anchura (Figura 67). En inviernos suaves esta rompiente se mantendrá en el sector oriental de la playa, mientras que en el sector occidental el oleaje invernal impacta contra el muro de contención de la ladera bajo *Miraconcha* (entre *La Perla* y *Loretopea*), lo que provoca turbulencias que levantan la arena y corrientes reflejantes que arrastran la arena hacia el interior de la Bahía, produciéndose de este modo una erosión invernal del tramo occidental de la playa (Figuras 68 y 69). En inviernos con oleajes energéticos, este proceso erosivo alcanza también de manera similar el sector oriental (zona de voladizos) erosionando la playa en su conjunto, originando su adelgazamiento y restando playa seca en pleamares.



Figura 68. En febrero de 2014 la cota de arena de la playa de La Concha descendió unos 3 m (16-02-2015).



Figura 69. Quedaron al descubierto los cimientos del muro de costa del sector occidental (16-02-2015).

Por el contrario, la playa de Ondarreta tiene unas orillas con talud pronunciado en verano, con una inclinación del suelo que oscila entre 3 y 11 grados, por lo que se

formará la denominada "rompiente sumergida". Desde donde revienta la ola hasta el punto máximo que alcanza en la playa (donde muere finalmente la ola) se produce una franja que apenas supera los 12-15 m de anchura (Figura 70). La cresta de la ola se riza formando un tubo de agua. Al romper ésta, este tubo se precipita hacia el fondo por debajo de ella removiendo los sedimentos. Este proceso se acentúa en pleamar, con olas inferiores a 1 m de altura, tanto con mareas vivas como poco activas. Las marejadas estivales acercan de nuevo la arena desde el interior de la Bahía hasta la orilla de Ondarreta, engrosando significativamente su perfil. En invierno, el oleaje es capaz de desplegar mayor energía y puede poner en movimiento los materiales de la zona alta de la playa que son arrastrados hacia la orilla, originando el adelgazamiento de la zona alta, lo que genera un talud más tendido y una inclinación del suelo inferior del conjunto de la playa.



Figura 70. Rompiente sumergida en la playa de Ondarreta (27-05-2015).

De este modo, **en invierno el perfil de playa de Ondarreta tiende a ser suave y de carácter disipativo, mientras que en verano la pendiente tiende a aumentar confiriendo a la playa un carácter reflejante.**

### 3.10.3.3. Influencia de la fase lunar

Desde hace décadas se conoce que la fase lunar tiene gran importancia en la dinámica de la arena (Goenaga, com. pers.). En verano, con mareas vivas y marejada la arena se desplaza del centro de la Bahía hacia la orilla de Ondarreta (tapando los cascotes), mientras que con mareas muertas y marejada la orilla de Ondarreta se erosiona (aflorando los cascotes), y la arena se desplaza hacia el interior de la Bahía y hacia el extremo occidental de La Concha. La explicación es sencilla, con mareas vivas y marejada en verano, en marea alta la fuerza del mar tiene la suficiente energía como para alcanzar la zona alta de la playa más cercana a la orilla (la franja de arena seca entre la primera línea de parasoles y la arena húmeda), disipando su energía de impacto y arrastrando en la bajada de la ola la arena, del borde de la zona alta hacia la orilla. Con la entrada de la ola también se arrastra arena desde el centro de la Bahía hacia la orilla. Por el contrario, con mareas muertas y marejada en verano, en marea alta la fuerza del mar rebota con toda su energía en la ladera o talud pronunciado (carácter reflejante), formando la denominada "rompiente sumergida" y erosionando la orilla. Por eso que se produce en verano ese talud pronunciado en el límite superior de las mareas en Ondarreta. Este es un proceso de dinámica natural de la arena, que también afecta al extremo más occidental de la zona de la orilla de la rasa mareal o *flysch* de Ondarreta, tapando o destapando con arena parte de la zona de rocas y escombros cercana al muro del Tenis.

### **3.11. PRESENCIA DE PIEDRAS MOLESTAS EN LA PLAYA**

En el análisis de las series de imágenes históricas del campo de maniobras de Ondarreta, se observan los repetidos destrozos, con arrastre hacia la orilla de cascotes y posteriores reparaciones del muro de costa (Etxezarreta, 2013).

Lo mismo se desprende de los materiales examinados, en la parte baja del perfil (orilla o zona intermareal) las piedras afloran entre las cotas 0 m y +3 m, y desde principios del verano de 2012 en la parte alta del perfil los cascotes con mayor tamaño medio y con cantos menos erosionados afloran entre las cotas +3 m y +4 m (incluso pueden aparecer en la cota +5 m, Figura 72). La práctica totalidad se corresponden con elementos de construcción antiguos, aunque los más pequeños por su erosión podrían ser confundidos con cantos rodados o lajas desgastadas de una caliza margosa de origen natural, pero que en muchos casos conservan incluso restos de masa o mortero adheridos. El cemento que se aprecia corresponde con el tipo *Portland* en algunos de los cascotes (como los ladrillos), que pudieron ser utilizados en arreglos del murallón, pero sobre todo se aprecian incrustaciones de cal hidráulica en varios materiales de mampostería. La clave estaría en la presencia de incrustaciones de mortero, en concreto de cal hidráulica empleada en construcciones en la segunda mitad del siglo XIX, en aquellas piedras con cantos rodados que se asemejan a naturales, y también de piezas de mampostería con marcas de haber sido canteadas o esculpidas por canteros.

Las cotas en las que aparecen las piedras molestas (escombros), cotas entre 0 m y +4 m, son muy superiores a las que corresponderían a la base de gravas de la playa (cota < -1 m), por lo que difícilmente podrían provenir de su removilización.

La presencia de piedras en las capas de arena de superficie, aunque tuviesen un origen natural, serían posteriores a la formación de la playa, por lo que no formarían parte del sustrato rocoso de la playa y su retirada no comprometería la estabilidad de la propia playa. La retirada de las piedras enterradas de ningún modo podría conllevar el arrastre de la arena con la consiguiente pérdida de material en dicha zona.

Con la aparición de las primeras piedras el proceso de erosión de la playa se acelera de manera exponencial, cuantas más piedras afloran más turbulencias o torbellinos se producen (vorticidad) y mayor volumen de arena es arrastrado por la bajada de la ola al interior de la Bahía, hasta que las corrientes determinadas y el oleaje con tendencia a la sedimentación de la arena revierten el proceso volviendo a cubrir las piedras (Figura 71).



Figura 71. Cubeta anular por retirada de arena alrededor de los postes.

La presencia del relleno sedimentario estuarino está confirmada, y la hipótesis de que las piedras de la playa pudieran haber sido arrastradas a través de la marisma por el *Gorga* (Konporta), y que sirve a su vez como medio poroso para el desagüe de escorrentía por la parte occidental de la playa queda descartada, porque las piedras presentes en la playa nunca atravesaron el estuario. En las excavaciones de urbanización de Osinalde en Ondarreta (*Ondarreta S.L.*) y Benta Berri (*Antiguo Berri S.L.*) en ningún momento aparecían piedras sueltas en el sedimento. La configuración de los estratos siempre mostraba el mismo patrón, por debajo de 3-4 m de rellenos del último siglo aparecía una capa de fango muy denso y oscuro de en torno a 1 m de

espesor y luego arena y más arena, entre 6-45< m de profundidad (cimientos) en Ondarreta, hasta alcanzar los estratos de roca que descendían desde la ladera de Igeldo, y alcanzar hasta los 40 m de profundidad de arena en Benta Berri. La única diferencia entre ambas zonas era la presencia de antiguas cimentaciones de las fábricas situadas en Benta Berri (Etxezarreta, 2013). Se demuestra que la disposición sedimentaria es similar al del resto de los estuarios de la cornisa cantábrica (Leorri, Cearreta & Milne, 2012; Iriarte, com. pers.).

En el supuesto hipotético de que en algún momento se haya podido producir una transferencia de materiales entre los horizontes superiores, donde se acumulan escombros, y los horizontes inferiores más profundos donde se encuentra la grava, y que parte de las piedras que afloran formaran parte de la base natural de la playa, se podría deducir que el intercambio habrá sido recíproco entre ambos estratos. La retirada de cascotes de ningún modo podría hacer peligrar la estabilidad de la playa (Gyssels & Uriarte, 2005), porque sería lógico pensar que el intercambio de materiales entre horizontes estaría compensado, ocupando los escombros los huecos liberados con el desplazamiento de las piedras naturales.

La cimentación del muro de costa retirado en 2005 podría haber retenido durante décadas el desplazamiento de los cascotes del relleno del campo de maniobras hacia la orilla, bloqueando la “cinta transportadora” e impidiendo el arrastre de materiales desde la zona alta hasta la orilla (Figuras 28 y 29). En líneas generales, la erosión de la orilla en verano desplaza por deslizamiento la arena hacia la orilla, arrastrando a su vez de este modo los materiales de la zona alta, y los temporales marinos junto con los vientos del invierno vuelven a depositar arena en la playa, sepultando los materiales que poco a poco son arrastrados hacia la orilla y de donde el mar de nuevo retira o erosiona la arena, aflorando de este modo los cascotes. En definitiva, el antiguo campo de maniobras todavía se está desmoronando dentro de un proceso perpetuo de renovación de la arena, que culminará acercando finalmente la totalidad de los cascotes sepultados desde la zona alta hasta la orilla.

Tras 140 años de agresiones las autoridades apenas se han preocupado de retirar los cascotes de esta playa marginal. Un problema similar existió en el sector suroccidental de la playa de La Concha en la segunda mitad el siglo XIX. Las obras de construcción de la carretera de Andoain a Ventas de Irún (1847) y sobre todo la actividad de la

cantera (1859) de la fábrica de cal hidráulica “La Fé”, situada en el paseo que hoy en día tiene el mismo nombre (Múgica, 1918), generaron escombros y provocaron desprendimientos en los acantilados costeros alterados. El problema se solucionó construyendo muros de contención y retirando las piedras con miles de carretadas (Izaguirre, 1933).

Asimismo, en 1910-1915 los temporales erosionaron la playa de La Concha, con puntos en los que el nivel de la arena bajó más de 3 m, y pusieron al descubierto pedruscos largos años escondidos. En total se retiraron unas 400 carretadas de piedras y dos de mineral de hierro, proveniente de Bizkaia, porque desde tiempo inmemorial las gabarras llamadas pleiteros o chanuqueros varaban en la playa, y al bajar la marea lo descargaban y lo transportaban fuera del arenal (Izaguirre, 1933).

En la playa de La Concha, donde hasta mediados del siglo XIX penetraban los estratos rocosos que descendían desde Miraconcha, y con cotas de nivel de arena inferiores a las de la playa de Ondarreta, ni siquiera en las mareas más bajas equinocciales de 0.00 m, en ninguna zona aparecen piedras en la orilla.

La retirada de arena de la zona alta de la playa para tapar las piedras de la orilla, rebajando la barrera de protección actual, podría comprometer la estabilidad del paseo de los jardines (cota +6 m), diseñado a cota de 7 m inferior al paseo de La Concha (cota +13 m), y afectar a las instalaciones fijas como paseo, cabinas, escaleras y rampas de acceso (Figura 73).

En los sistemas litorales, siempre que no se produzca una alteración externa (antrópica o natural), se tiende a una situación de equilibrio, pero ese equilibrio no es estático, es un **equilibrio dinámico**.

El problema de Ondarreta no viene de La Mar, viene de Tierra. El problema no es la falta de arena, es la existencia de escombros que antes o después siempre afloran, al ser elementos extraños que ocupan un lugar que no les corresponde en este enclave. En definitiva, la playa tiene un exceso de acumulación de escombros que por medios naturales es incapaz de asimilar.



Figura 72. Situación de la playa de Ondarreta en el invierno de 2012-2013.



Figura 73. Cimentación de las escaleras occidentales al descubierto.

### **3.12. ANALISIS DE LAS PROPUESTAS ALTERNATIVAS PLANTEADAS POR AZTI (2012-2015) Y CEDEX-DGSCM (2013) PARA PALIAR O SOLUCIONAR EL PROBLEMA DE APARICION DE PIEDRAS EN LA PLAYA DE ONDARRETA**

Desde hace una década, el *Ayuntamiento de Donostia-San Sebastián* y el *Servicio Provincial de Costas en Gipuzkoa*, como principales gestores de las playas donostiarras, han realizado diversos estudios y planteado alternativas para preservar el uso lúdico de la playa de Ondarreta y reducir el problema de la aparición de las piedras durante el verano.

El Ayuntamiento de San Sebastián encargó un reconocimiento geofísico con sismica de refracción en la playa de Ondarreta (OCSA, 2015), un estudio geofísico marino mediante sismica de reflexión de alta resolución (ESGEMAR, 2015), un estudio de evolución de la playa de Ondarreta entre abril de 2014 y abril de 2015 (AZTI, 2015a) y un estudio morfo-sedimentario y geofísico de la bahía de La Concha de San Sebastián (AZTI, 2015b).

Por su parte, la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y el Mar del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, mediante el Centro de Estudios de Obras Públicas, ha realizado el seguimiento de las playas de Ondarreta y La Concha (CEDEX, 2010, 2012a, 2012b, 2013).

Las alternativas planteadas por Azti Tecnalia (2012-2015) y CEDEX- Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar (INTECSA-INARSA, 2013) para paliar o solucionar el problema de aparición de piedras durante el verano, se someten a un análisis técnico por parte de la *Sociedad de Ciencias Aranzadi*.

## **PROPUESTA ALTERNATIVA DE AZTI Tecnalía- AYUNTAMIENTO DE SAN SEBASTIAN (2012-2015):**

En julio de 2011, vista la situación que presentaba la playa de Ondarreta, con la presencia de innumerables cantos y bolos en la zona intermareal, y en respuesta a la preocupación social que ello suscitaba, Adolfo Uriarte de *AZTI Tecnalía*, contactó con Nora Galparsoro (Concejala Delegada de Infraestructuras y Servicios), con la intención de poner la organización AZTI Tecnalía al servicio del Ayuntamiento para informar de la situación desde un punto de vista científico y asesorar a la antigua corporación sobre las medidas convenientes a tomar con objeto de evitar situaciones como las que se estaban viviendo esos últimos años, en relación a la abundante presencia de piedras en el perfil medio y bajo de la playa de Ondarreta (Uriarte *et al.*, 2004).

En respuesta al primer contacto, Gorka Goiatxe de la dirección de Proyectos y Obras, contactó con AZTI Tecnalía para solicitar la elaboración de un informe que recogiera las actuaciones llevadas a cabo en la playa de Ondarreta desde la emisión del informe “Estudio de la evolución a corto, medio y largo de la playa de Ondarreta (Donostia-San Sebastián) y diseño óptimo de conservación” realizado por AZTI Tecnalía para el Ayuntamiento de Donostia-San Sebastián en 2004 (Uriarte, 2011).

En el apartado de **Introducción** de este informe de AZTI Tecnalía (Uriarte, 2011) se consideraba lo siguiente:

“La playa de Ondarreta es parte de un arenal más extenso que comprende también la playa de La Concha y su origen es, principalmente, de tipo aluvial debido a los aportes del Urumea, y del antiguo curso de la regata Konporta que desembocaba en el extremo más occidental de la Bahía.

El sedimento de la playa tiene una gradación positiva normal, es decir arena media en superficie, pasando progresivamente a arena más gruesa, gravas y bolos, a medida que profundizamos en la sección. Bajo la capa sedimentaria se encuentra la roca compacta propia de la geología del entorno.

Las condiciones océano-meteorológicas concretas de cada estación del año confieren un perfil específico a la playa. Así, en invierno el perfil de playa tiende a ser suave y de carácter disipativo, mientras que en verano la pendiente tiende a aumentar confiriendo a la playa un carácter reflejante.

Años con inviernos muy energéticos (alta frecuencia de temporales) tienden a acumular arena en el perfil bajo de la playa (siempre y cuando el oleaje pueda acceder a la parte alta de la playa). Años energéticamente débiles (baja frecuencia de temporales) resultan en perfiles menos tendidos y por lo tanto menor traslado de arena de la parte alta de la playa a la zona intermareal.

Hay que aclarar que la playa, en este caso es toda la bahía de La Concha, y que los movimientos de arena naturales (y en algunos casos inducidos por la acción humana), junto con algunas actuaciones concretas, han llevado a que en ciertas zonas, como es el caso del arenal de Ondarreta, la arena se acumule en la zona alta de la playa, próxima al muro, dejando la zona intermareal con muy poco espesor de arena. Ello confiere una inclinación considerable a la playa sobre todo en su zona media donde existe una berma de considerables proporciones.

Al contrario de la opinión que circula habitualmente en los medios de prensa y de algunas opiniones “a nivel político”, estos movimientos de la arena, no significan que la playa haya perdido arena. Al menos desde 1984, año en el que comenzaron a realizarse los primeros perfiles de control de la misma por parte de la Dirección General de Costas, puede afirmarse que el volumen de arena en la playa ha permanecido constante.”

En el apartado de **Conclusiones** de este informe de AZTI Tecnalia (Uriarte, 2011) se consideraba lo siguiente:

“Se hace necesario revisar los protocolos de actuación en las playas donostiarras y especialmente los de la playa de Ondarreta, desaconsejándose firmemente la retirada de piedras de este arenal. Por un lado el coste de esta actuación es muy elevado, y por otro, su retirada no hace más que agravar el problema.

El uso de una playa seca de dimensiones apropiadas para la instalación de un alto número de toldos, juegos infantiles y “cafetería” son del todo incompatibles con la dinámica natural de la playa. Si lo que se quiere es eso, tendremos que acostumbrarnos a las piedras en la parte media y baja, corriendo el riesgo de perder arena, que transportada por el viento habrá que retirar constantemente de los jardines de Ondarreta.

La actuación más inmediata pasa por trasladar a otra ubicación todas esas estructuras captadoras de arena en la zona alta de la playa. En el caso de los parasoles y toldos, al ser de temporada, su afección es menor (no obstante, el número actual se considera excesivo). Los juegos infantiles deberán ser removibles, de forma que no permanezcan anclados durante la temporada de invierno y la cafetería debería ser trasladada cuanto antes a otro lugar.

Eliminados los obstáculos debemos dejar pasar el próximo invierno y ver como el mar reconfigura la playa. De tener un invierno suave, podría proponerse realizar un movimiento de arena durante la próxima primavera, en armonía con lo que son los movimientos naturales de la playa. También podría plantearse bajar un metro (al menos) la cota de playa en la zona alta del perfil, moviendo arena hacia la parte baja del perfil, una vez concluida la temporada de verano, de forma que los temporales de otoño tengan acceso a las cotas más altas de la playa y se intensifique el movimiento de arena en esa zona.

Es previsible que los actuales accesos a las cabinas de Ondarreta deban de ser modificados, ya que cuando se construyeron se diseñaron con la cota de arena “secuestrada” en la parte alta del perfil.

Una vez acometidos estos cambios se hace necesario establecer cuanto antes un protocolo de seguimiento de la playa, para cuantificar exactamente los movimientos de arena y comprobar la efectividad de las medidas de cara a restablecer los perfiles propios de la playa.”

En otoño de 2010 se realizó un aporte de arena sobrante de la obra del aparcamiento subterráneo de la plaza Cervantes. En total se vertieron cerca de 21.000 m<sup>3</sup> de arena

de buena calidad en la playa. No obstante, esta arena pasó a incrementar aún más la cota alta de la playa y no el perfil bajo como se pretendía inicialmente.

Durante los meses de mayo, previo a la temporada de playas se realiza recurrentemente un alisado de la zona superior de la playa con el fin de habilitar un espacio para la ubicación de parasoles y toldos. Estas obras venían siendo sufragadas por la *DGC* hasta 2009, pero desde 2010 las obras de preparación de la zona corren cargo del propio Ayuntamiento. En 2010 se movieron cerca de 50.000 m<sup>3</sup>.

Aunque existieron cafeterías similares en el mismo lugar desde 1955 (Figura 74), y por lo que se deduce que según Azti la playa se encuentra por lo menos desde entonces con la cota de arena “secuestrada” en la parte alta del perfil, en 1994 se procedió a la construcción de la última cafería permanente de la playa de Ondarreta. La plataforma inicial tenía una superficie superior al que reflejaba el permiso de obra, y la estructura de hormigón tuvo que ser demolida. Los cascotes y varillas no se recogieron a tiempo, y un temporal los arrastró hacia la orilla.

En enero de 2012 comenzó la demolición de la cafetería de Ondarreta. La superficie en planta a demoler era de 247 m<sup>2</sup>. Se trataba de un edificio de dos plantas de estructura metálica, con una superficie en planta de 102. Se calculó que el volumen total de escombros sería de 65 m<sup>3</sup>.

Eliminados los obstáculos que retenían la arena en la zona alta de la playa a principios de 2012, se debería dejar pasar el invierno y ver como el mar reconfigura la playa. De tener un invierno suave, podría proponerse realizar un movimiento de arena durante la primavera de 2012, en armonía con lo que son los movimientos naturales de la playa. También se plateó bajar un metro (al menos) la cota de playa en la zona alta del perfil, moviendo arena hacia la parte baja del perfil, una vez concluida la temporada de verano, de forma que los temporales de otoño tuvieran acceso a las cotas más altas de la playa y se intensificase el movimiento de arena en esa zona.

De este modo, en mayo de 2012 el Ayuntamiento, asesorado por Azti y con la ejecución de la obra por parte de la empresa *Moyua*, movió 15.215 m<sup>3</sup> de arena desde la zona alta hasta la orilla o zona baja para reperfilear la playa en su sector occidental, con la intención de rebajar la cota de arena de la playa seca, y permitir así un mayor

grado de exposición al oleaje y a las mareas que conforman la playa. Este movimiento no bastó para que el perfil se recompusiese de forma natural, y durante el verano de 2012 continuó la aparición de piedras en la playa. Tras el derribo de la cafetería a principios de año, según AZTI, no se habían registrado temporales de la suficiente intensidad para adecuar el perfil de la playa de manera que la arena tapara las piedras de la orilla.

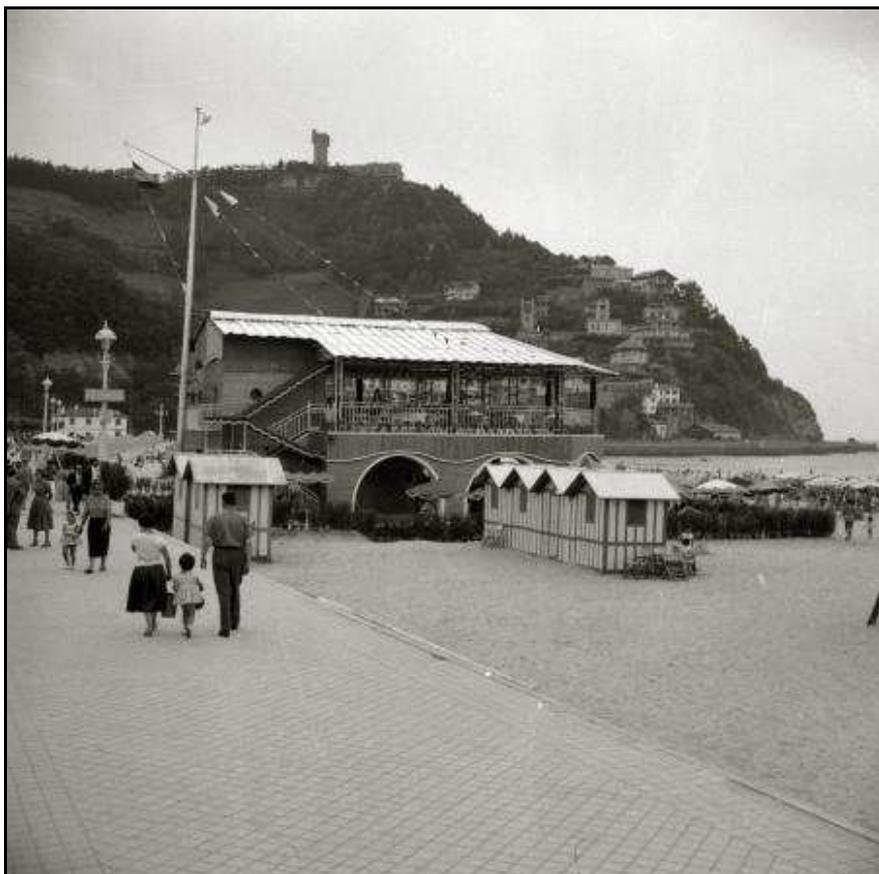


Figura 74. Restaurante con bolera en la playa de Ondarreta en 1955.  
[http://www.kutxateka.com/index.php/Detail/Object/Show/object\\_id/676](http://www.kutxateka.com/index.php/Detail/Object/Show/object_id/676)

En mayo de 2013 el Ayuntamiento, asesorado por Azti y con la ejecución de la obra por la empresa *Moyua*, trasladó 8.000 m<sup>3</sup> de arena desde la zona alta de la playa cercana a Loretopea hacia el muro del Tenis. De este modo, Azti pretendía que la playa tuviese un depósito de arena en ese punto occidental de la playa para que las corrientes del verano (Figura 76), inversas a las del invierno (Figura 77), repartieran la arena hacia el sector oriental de la orilla en el período estival. Una situación similar a la que se produce en primavera cuando los inviernos han sido enérgicos.

Está comprobado por los técnicos de Aranzadi que la arena no se desplaza ni en paralelo a la orilla ni sobre la superficie de la zona intermareal en marea alta. La arena que proveniente de las zonas erosionadas, primero recorre la zona central de la Bahía de La Concha y posteriormente, esa misma arena u otra, se va sedimentando en las zonas de depósito (Figura 75). Además, las corrientes marinas por el interior de la Bahía son rotativas (INTECSA-INARSA, 2013), radicalmente distintas a las corrientes rectilíneas de las figuras representadas por Azti (2015a). Asimismo, se considera complicado que esa arena erosionada con la dinámica natural del sector occidental de la playa, se vaya a sedimentar de manera caprichosa y a requerimiento de las necesidades antrópicas veraniegas.



Figura 75. Panorámica de Ondarreta con la arena desplazándose el 04-02-2016.

Esta actuación de traslado de arena tuvo su impacto en el arenal, porque a principios de junio de 2013, en la zona alta del sector oriental de Ondarreta (cerca de Loretopea) afloraron los cascotes del relleno del campo de maniobras, cuando se retiró una capa de arena para cubrir parte de la rasa mareal de Ondarreta. Ante la negativa de FCC a cribar los residuos de esa zona de la playa por temor a que con los cascotes se le rompiera la malla al Limpia Playas, se optó por contratar una máquina despedregadora de la marca *Triginer* a la empresa *Pelokaki* de La Rioja, que demostró ser una herramienta eficaz y retiró unos 135 m<sup>3</sup> de piedras en siete horas de trabajo (menos de una jornada laboral), lo representa sólo el 2% de los 6.750 m<sup>3</sup> de piedras antrópicas presentes en la playa estimado por el *Servicio de Costas*. La máquina trabajó en condiciones de extrema dificultad, con la playa repleta de usuarios y sobre arena seca con ruedas estrechas aptas para labores agrícolas con un suelo más firme.

En mayo de 2014 el Ayuntamiento, cuando los arenales de la Bahía todavía se recuperaban de los intensos temporales de febrero, asesorado por Azti y con la ejecución de la obra por la empresa *Moyua*, trasladó 16.397 m<sup>3</sup> de arena desde la zona alta de la playa cercana a Loretopea hacia el muro del Tenis.

En enero de 2015 el Ayuntamiento, adelantándose a la acción invernal de la naturaleza, asesorado por Azti y con la ejecución de la obra por la empresa *Moyua*, trasladó 5.200 m<sup>3</sup> de arena desde la zona alta de la playa cercana a Loretopea hacia el muro del Tenis. En esta ocasión, se pretendía que la arena tuviera suficiente espacio de tiempo para asentarse.

En mayo de 2015 el Ayuntamiento, asesorado por Azti y con la ejecución de la obra por la empresa *Moyua*, trasladó 5.000 m<sup>3</sup> de arena desde la zona alta de la playa cercana a Loretopea hacia el muro del Tenis (Figuras 78, 79 y 80).

La rasa intermareal o formación geológica denominada *flysch* de Ondarreeta, con sus acantilados y rocas naturales asociadas, es un fenómeno geológico singular de la Bahía de La Concha a conservar (Lugar de Interés Geológico “LIG 89” y dotado de “Especial Protección Estricta” en el Plan Territorial Sectorial de Protección y Ordenación del Litoral Vasco) que suma un atractivo más a esta playa.

La biodiversidad de este enclave es notoria, con especies variadas de algas, peces, cangrejos, pulpos, quisquillas, anémonas, ofiuras, holoturias, etc. Las publicaciones científicas resaltan la importancia de este lugar desde hace décadas (Altuna, 1982).

Con la reaparición una vez más de cascotes durante el verano de 2015, el nuevo gobierno municipal se ha replanteado la retirada de cascotes.

En los sistemas litorales, siempre que no se produzca una alteración externa (antrópica o natural), se tiende a una situación de equilibrio, pero ese equilibrio no es estático, es un **equilibrio dinámico**.

Los estudios enfocados a analizar exclusivamente la topografía y la batimetría, así como el movimiento o distribución de la arena con medidas de los niveles, a juicio de Aranzadi parten con un planteamiento inicial incorrecto y con conclusiones preconcebidas, limitándose a una investigación teórica sin posibles aplicaciones prácticas, donde la supuesta falta de arena dejaría al descubierto un lecho de piedras considerado natural, “la base de gravas de la playa”, para lo que se proponen medidas

provisionales como realizar aportes de arena o infraestructuras permanentes e irreversibles para frenar la entrada del oleaje e intentar cubrir las piedras.

El intentar vaticinar de qué manera se van a comportar el oleaje y las corrientes marinas desde primavera hasta finales de verano resulta precipitado, y como en predicciones de años anteriores (2012-2015) condenado al fracaso (Figura 84), en todo caso habría que consultar a "las témporas", porque más importante que las marejadas que se hayan producido o no durante el invierno es conocer el estado de la mar para los meses estivales, lo que provocará que afloren más o menos escombros.

Eso es un efecto inevitable, por mucho que se viertan capas de arena en la orilla, antes o después, y generalmente en pocos días o semanas, la acción del mar retira esa capa de arena sobrante de la orilla y la playa adquiere el perfil que de manera natural le corresponde.

En la Figura 81 se parecían las "calvas" entre piedras (en cotas entre 0 y +3 m), sobre todo en la zona entre la estatua de la reina Maria Cristina y las cabinas colectivas, que denotan depósitos de piedras intercalados entre la arena de la zona intermareal cercana a la orilla, un efecto visual similar a cuando se depositan las algas varadas en la orilla. Por lo que el sedimento de la playa de Ondarreta no tiene una "gradación positiva normal" como afirma Azti, es decir que los estratos no se disponen con arena media en superficie, pasando progresivamente a arena más gruesa, gravas y bolos, a medida que profundizamos en la sección. En la Figura 19 se observa que este mismo efecto de "piedras varadas", ya se producía antes de la reforma y ampliación de Ondarreta en 1925.

Para poder interpretar la dinámica natural de la masa de arena en la bahía de La Concha se tendría que realizar un seguimiento a largo plazo, mejor que durante unos pocos años o incluso meses, y no realizar modificaciones antrópicas constantes del medio que falsean los resultados, con aportes o movimientos arbitrarios de arena, que además alteran de manera artificial el equilibrio dinámico natural de la playa. Pero incluso realizando un monitoreo correcto, se considera que las conclusiones reflejarían que la arena va y viene de manera impredecible, y cambia brutalmente la fisionomía de la playa, con ciclos indeterminados, al ritmo de las olas y los temporales.

La retirada de arena de la zona alta de la playa para tapar las piedras de la orilla, rebajando la barrera de protección actual, podría comprometer la estabilidad del paseo de los jardines (cota +6 m), diseñado a cota de 7 m inferior al paseo de La Concha (cota +13 m), y afectar a las instalaciones fijas como paseo, cabinas, escaleras y rampas de acceso (Figura 73).

La posible coincidencia en los últimos años con un periodo erosivo en el sector occidental de la bahía de La Concha, dentro del equilibrio dinámico natural de las corrientes marinas sobre el que evidentemente no se debería actuar, es una teoría que podría explicar en parte el aumento del afloramiento de escombros en la orilla.

Entre las teorías que se han planteado, una posible explicación se podría buscar en las alteraciones que ha sufrido la Bahía de La Concha en los últimos años, en concreto el reforzamiento de la escollera del *Aquarium* (hacia el año 1998) o de la escollera de *Mollaberry* en el Puerto (2011), así como los cientos de fondeos clandestinos repartidos por la Bahía, que podrían haber producido una acumulación de arena en el extremo oriental derivando en una disminución de arena para el resto de la Bahía de La Concha.

Asimismo, el dique semisumergido o “El Pasillo” de Ondarreta, construido en 1821, sufrió un fuerte deterioro hace unos 15 años cuando se abrió una zanja con una mini-retroexcavadora en toda su longitud, para la colocación de canalizaciones que llegaran hasta la Isla de Santa Clara, lo que ha motivado su posterior erosión acelerada.

Pero las alteraciones no coinciden en el tiempo con las posibles consecuencias (Cedex, 2010), y en la Bahía de La Concha, y en concreto en la playa de Ondarreta hay arena más que suficiente, por lo que rotundamente hay que afirmar que **la falta de arena no es el problema** (aunque la arena ocasionalmente pueda ocultar el verdadero problema).

El problema de Ondarreta no viene de La Mar, viene de Tierra. El problema son los escombros que antes o después siempre afloran, al ser elementos extraños que ocupan un lugar que no les corresponde en este enclave. En definitiva, la playa tiene un exceso de acumulación de escombros que por medios naturales es incapaz de asimilar.

La alternativa planteada por Azti (2012-2015) con movimientos anuales de arena, disminuye parcialmente y durante unas pocas semanas la aparición de cascotes, pero en el transcurso del verano, siempre los depósitos de arena retornan al lugar que les corresponde (Figura 82 y 83), dentro de la dinámica natural de la propia playa.

La propuesta de actuaciones del sistema KOSTASystem recomienda recoger todo el material claramente identificado como escombro que vaya apareciendo en la playa, mediante medios manuales o máquinas cribadoras en el caso de que el volumen que aparezca sea importante (AZTI, 2015a), algo similar a lo que propone la *Sociedad de Ciencias Aranzadi*.

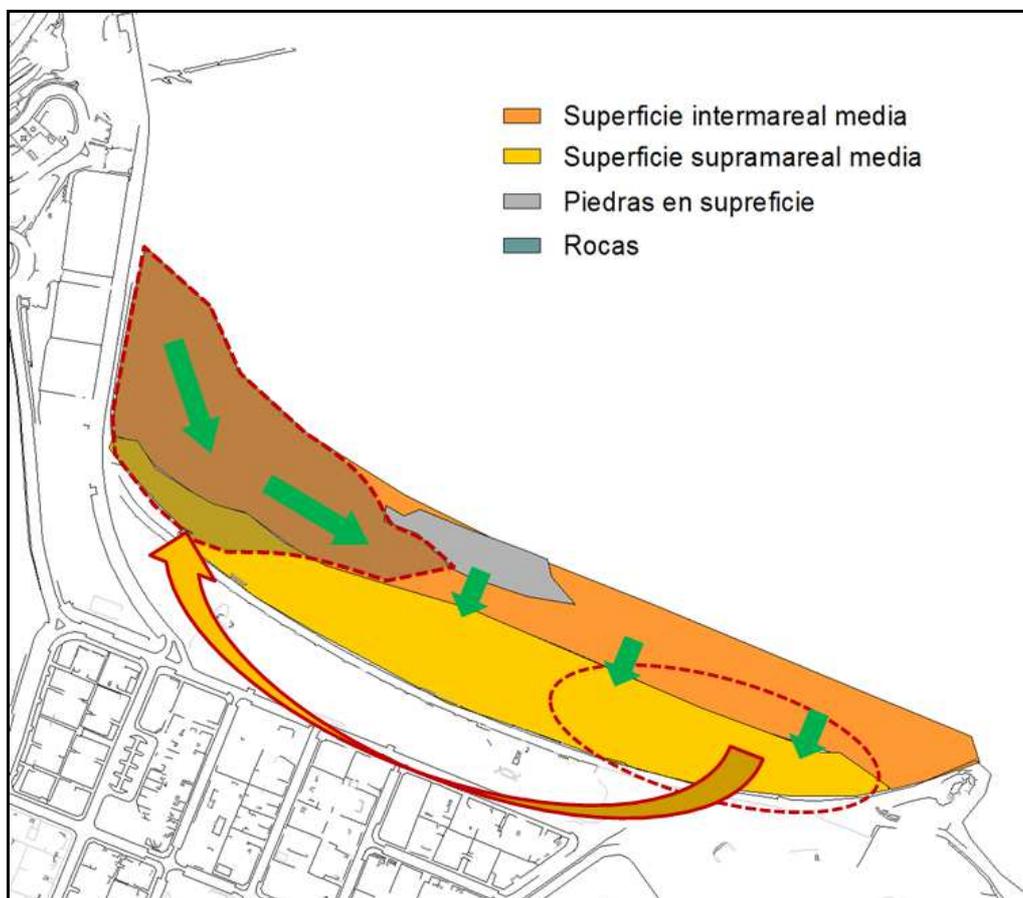


Figura 76. Situación de la playa en la primera quincena de junio de 2014 (Azti, 2015a), tras el trasvase de arena realizado (sombreado gris).

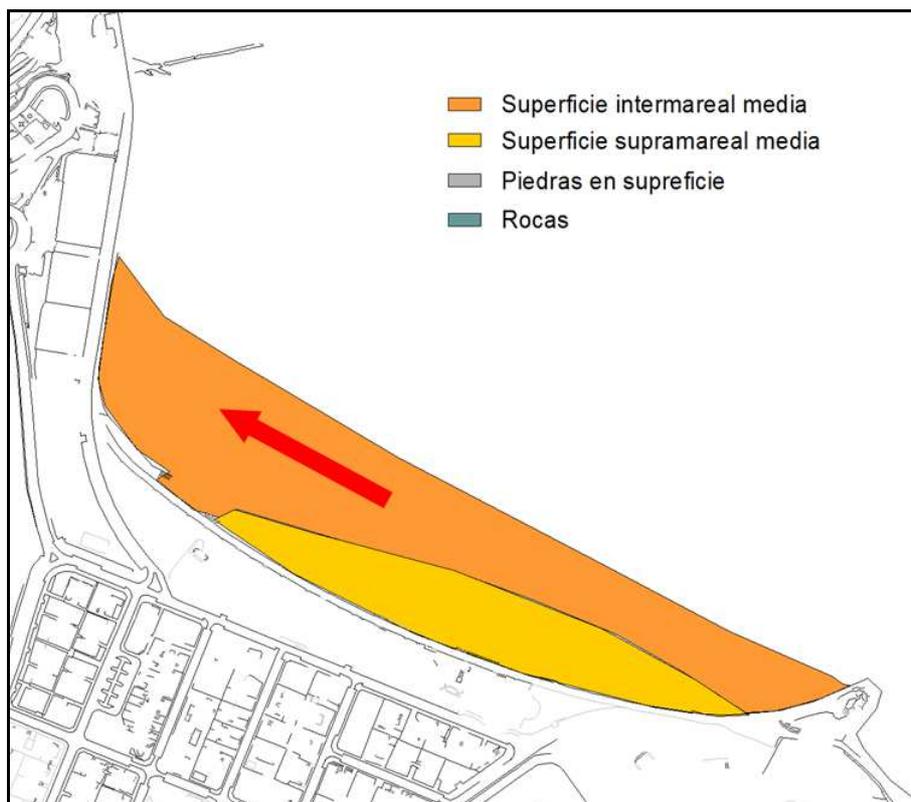


Figura 77. Situación de la playa entre enero y marzo de 2014 (Aztu, 2015a).

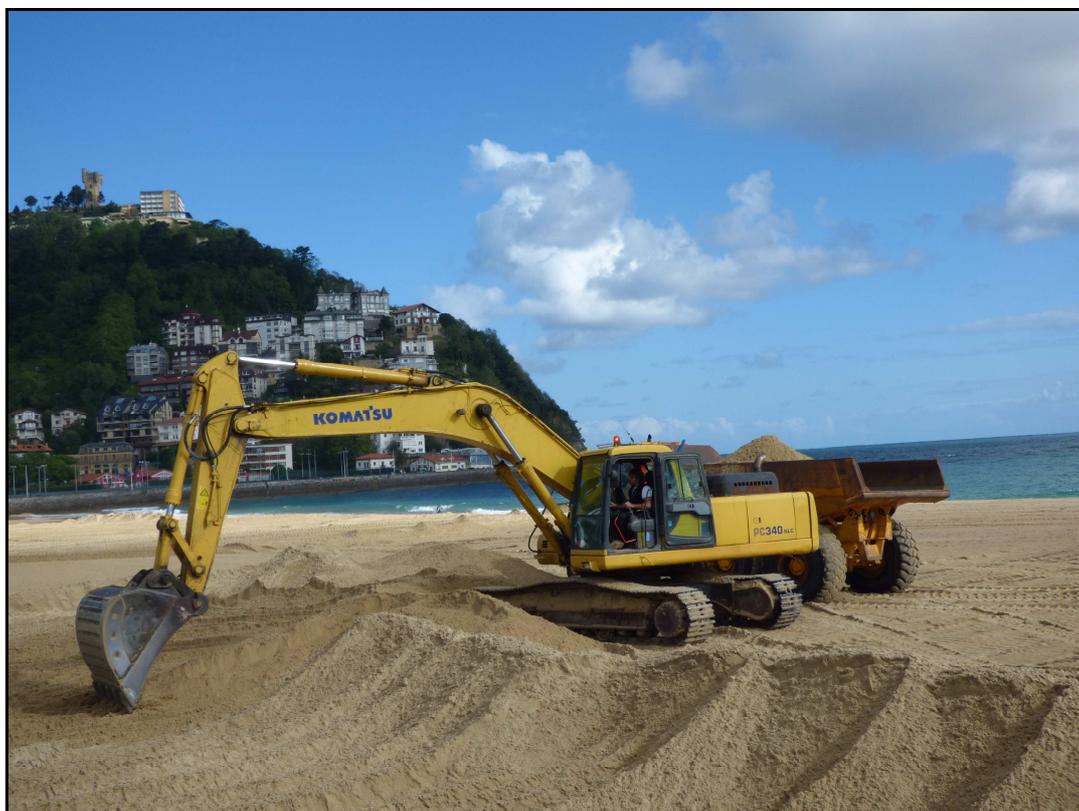


Figura 78. Extracción de arena en la zona alta oriental el 21-05-2016.



Figura 79. Traslado de arena desde la zona alta oriental el 21-05-2016.

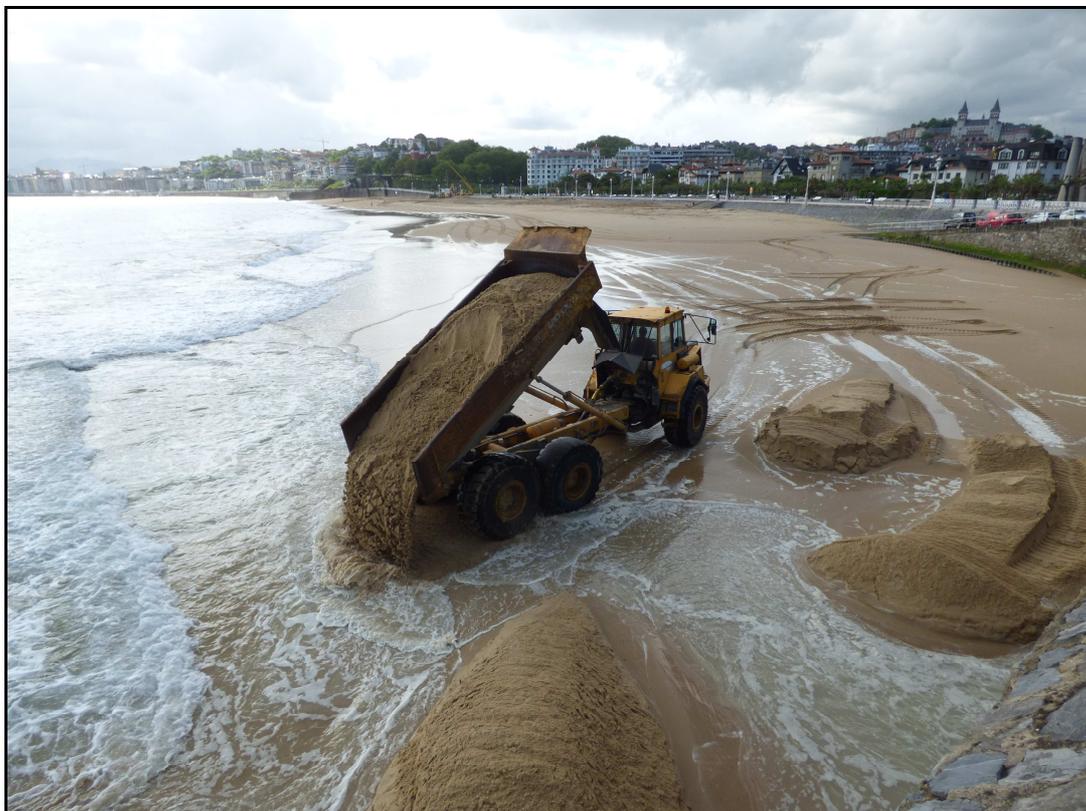


Figura 80. Depósito de arena en la orilla occidental el 21-05-2016.

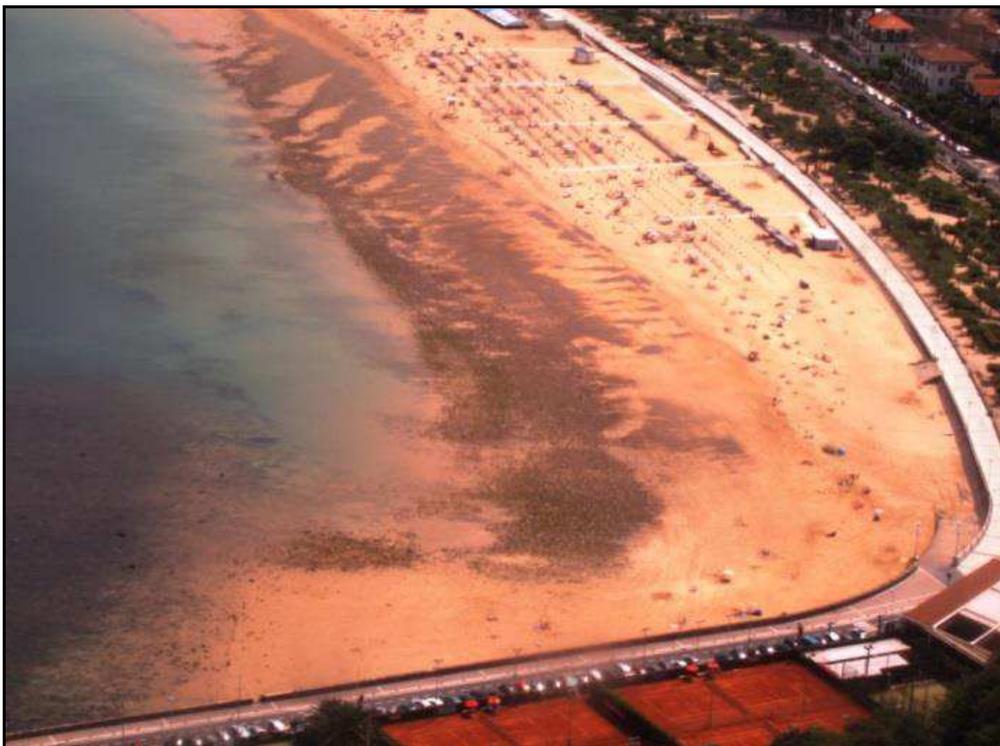


Figura 81. Situación de la playa en agosto de 2013 (Aztí, 2015a).

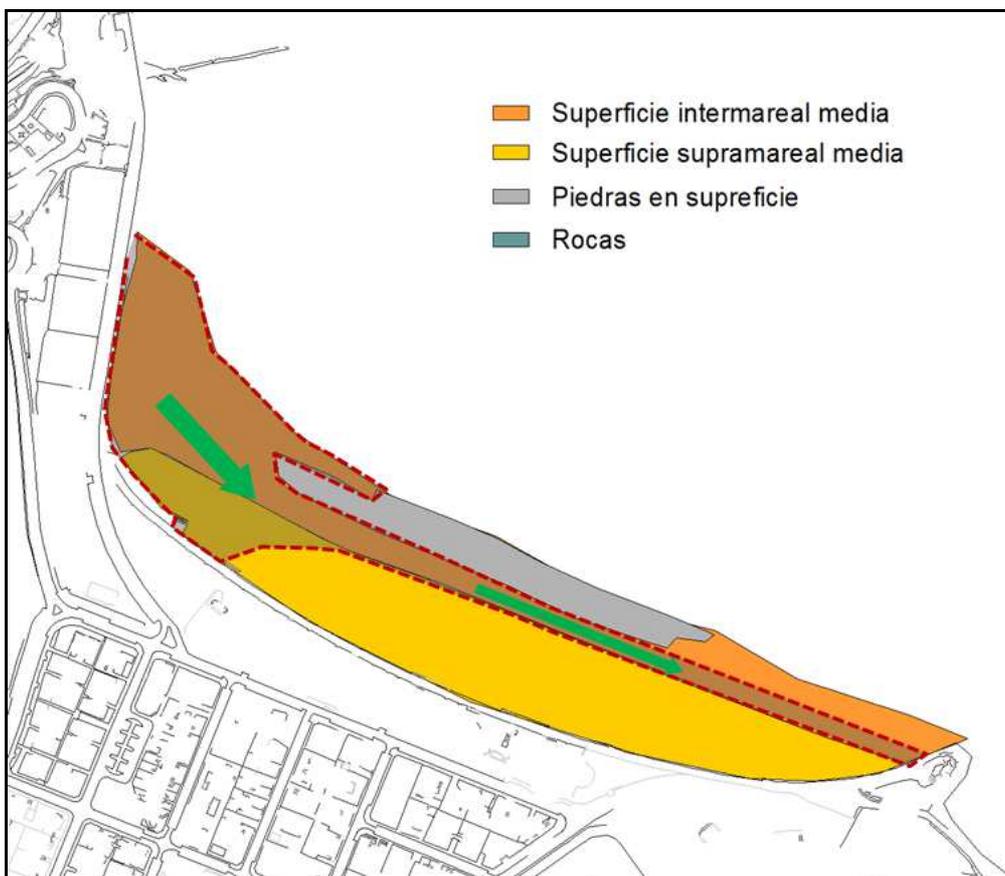


Figura 82. Situación de la playa durante la segunda quincena de julio de 2014 (Aztí, 2015a).

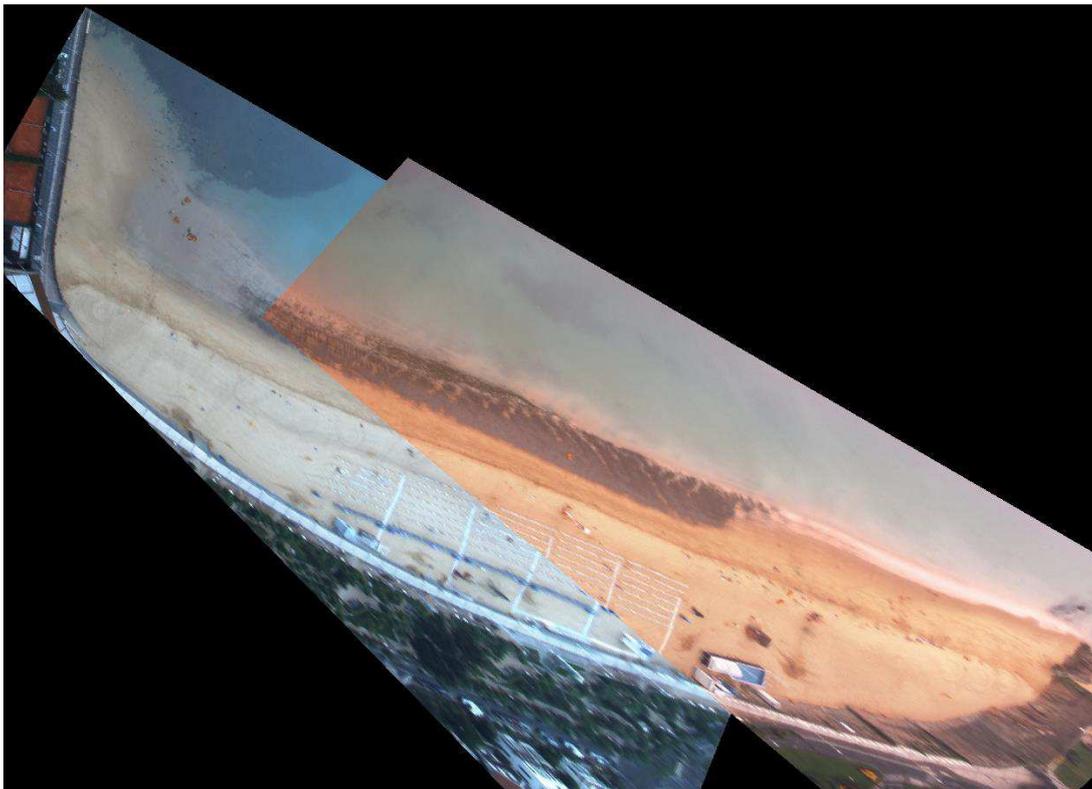


Figura 83. Situación de la playa durante la segunda quincena de julio de 2014 (Azzi, 2015a).



Figura 84. Perfil anormal de la playa de Ondarreta, posterior a los traslados de arena de mayo de 2014.  
Fecha: 14-07-2014.

## **PROPUESTA ALTERNATIVA DE CEDEX-DIRECCIÓN GENERAL DE SOSTENIBILIDAD DE LA COSTA Y DEL MAR (INTECSA-INARSA, 2013):**

En los últimos años, la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y el Mar del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, mediante el Centro de Estudios de Obras Públicas, ha realizado el *Seguimiento de las playas de Ondarreta y La Concha*, basado en campañas de toma de datos topográficos y batimétricos, así como análisis granulométricos de muestras de arena (CEDEX, 2010, 2012a, 2013).

Con los resultados de estos estudios el *CEDEX* interpreta que globalmente la zona de estudio presenta un balance positivo de árido en los cuatro últimos años, aunque el incremento de volumen es ligeramente inferior al aportado a ambas playas en 2010 y 2011. Esta situación, unida al hecho de que las dos playas presentaban mejores parámetros en 2010 y 2011, apunta a un potencial proceso erosivo.

Sin embargo, este proceso no afecta por igual a ambas playas ya que Ondarreta sufre un claro cuadro erosivo, en el que la mayor parte de árido que pierde recalca en la playa de La Concha.

Con este diagnóstico, ha elaborado un *Estudio de la dinámica litoral, defensa y propuesta de mejora en las playas con problemas: Estudio del comportamiento y mejora de la playa de Ondarreta-San Sebastián* (CEDEX, 2012b).

Como consecuencia de estos estudios, el *CEDEX* (Centro de Estudios de Experimentación de Obras Públicas) ha propuesto y la *Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y el Mar Dirección de Costas* ha planteado un *Proyecto de mejora de la estabilidad de la playa de Ondarreta* (INTECSA-INARSA, 2013).

Las actuaciones principales que el presente proyecto plantea son las siguientes:

- Dificultar la creación de la onda corredera que se produce en el lado oeste de la playa de Ondarreta, por medio de la creación de un refuerzo longitudinal de escollera.

- Reparar el espigón que se dirige hacia la Isla de Santa Clara
- Redistribuir la arena existente en la playa, reperfilando la misma.

En el apartado 5º, donde se realiza un diagnóstico de la situación actual, las figuras 3, 4, 5 y 6 de INTECSA-INARSA (2013) reflejan una situación del arenal alejado del periodo estival. Asimismo, la toma de datos topográficos y batimétricos, para la comparativa de la variación anual, se realizaron semestralmente en los meses de marzo-abril y octubre (CEDEX, 2010, 2012a, 2013), por lo que evidencian la playa de Ondarreta con un perfil tendido o disipativo, en lugar del típico con pendiente inclinada o perfil reflejante del verano. Las únicas piedras en superficie (rocas, según interpreta Azti) que aparecen en abril de 2014 están confinadas en el extremo occidental cercano a la orilla (Figura 85), mientras que la situación estival (segunda quincena de julio de 2014) difiere de manera muy considerable en el volumen de superficie de cascotes que afloran y su distribución en la zona central de la orilla (zona intermareal) de la playa, alejados tanto del extremo oriental como occidental del arenal (Figura 82).



Figura 85. Situación de la playa de Ondarreta en abril (izda.) y octubre (dcha.) de 2014 (Azti, 2015a).

En la actualidad, Aranzadi ha detectado que es precisamente en este sector medio o central donde afloran las cascotes en la orilla, entre las escaleras de piedra y más o menos la altura de las cabinas, coincidiendo con la zona donde se retiró el muro de costa pero no se procedió al cribado en profundidad de los cascotes en la parte alta de la playa (Gyssels & Uriarte, 2005).

La superficie marcada con la clasificación de “rocas” (Aztu, 2015a), a juicio de Aranzadi se podría considerar de rocas mezcladas con abundantes cascotes de origen antrópico (Figura 86). Las piedras de arenisca del presidio se reutilizaron en nuevas edificaciones, pero las piedras planas del antiguo muro de costa no se retiraron, tras la demolición (1948-1949) gran parte se vertieron, dispersaron y mezclaron con las rocas naturales de la orilla occidental (Etxezarreta, 2013). Este vertido de escombros, ya fue detectado por Uriarte *et al.* (2004).



Figura 86. Textura del sustrato en las proximidades del muro del Tenis, cerca de la zona de aparición de piedra y escombros en periodo estival (Figura 17, en CEDEX, 2014).

Los estudios de *Seguimiento de las playas de Ondarreta y La Concha* (CEDEX, 2010, 2012a, 2013) y el *Proyecto de mejora de la estabilidad de la playa de Ondarreta* (INTECSA-INARSA, 2013), parten de la base que el afloramiento de piedras (cascotes) se produce principalmente en el extremo occidental de la orilla, cuando los problemas estivales del arenal son muy distintos a los primaverales u otoñales. Por este motivo, el proyecto de estabilidad de la playa de Ondarreta está enfocado exclusivamente en paliar la aparición de piedras en el extremo occidental de la orilla de la playa, lo que en absoluto aliviaría la situación de aparición de piedras durante el verano.

En la segunda quincena de julio de 2014, del total de superficie intermareal (33.043 m<sup>2</sup>), la superficie afectada por el afloramiento de cascotes era de 7.598 m<sup>2</sup>, por 25.445 m<sup>2</sup> de superficie cubierta por arena, lo que representa que en el momento más extremo las piedras ocupaban un 22,99% de la superficie intermareal y un 12,14% del total del arenal (Aztí, 2015a).

Para poder interpretar la dinámica natural de la masa de arena en la bahía de La Concha se tendría que realizar un seguimiento a largo plazo, mejor que durante unos pocos años o incluso meses, y no realizar modificaciones antrópicas constantes del medio que falsean los resultados, con aportes o movimientos arbitrarios de arena, que además alteran de manera artificial el equilibrio dinámico natural de la playa. Pero incluso realizando un monitoreo correcto, se considera que las conclusiones reflejarían que la arena va y viene de manera impredecible, y cambia brutalmente la fisonomía de la playa, con ciclos indeterminados, al ritmo de las olas y los temporales.

En los sistemas litorales, siempre que no se produzca una alteración externa (antrópica o natural), se tiende a una situación de equilibrio, pero ese equilibrio no es estático, es un **equilibrio dinámico**.

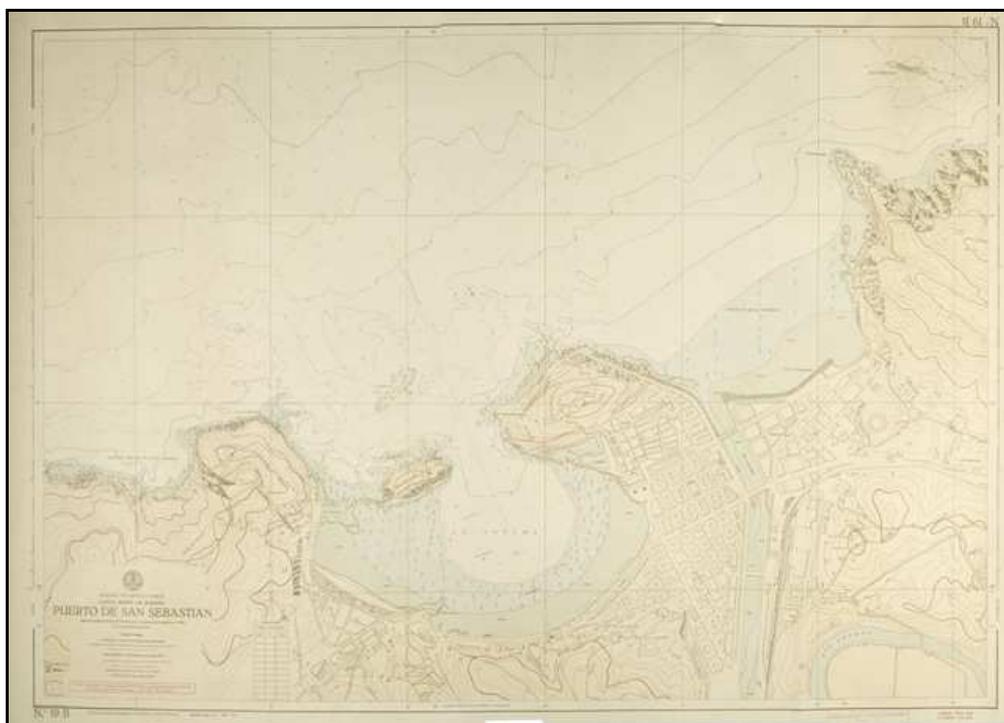


Figura 87. Carta náutica de 1960 en la que se basa tal afirmación.

<http://untzimuseoa.eus/fr/collections/uvres-voyageuses/401-san-sebastian-cartas-nauticas-1960-1973>

Asimismo, al final del mismo apartado 5º, se comete una imprecisión histórica al afirmar que en la cartas náuticas más antiguas (1787 y 1882), según aprecia el CEDEX (INTECSA-INARSA, 2013), la playa de Ondarreta finalizaba en el extremo occidental en un gran arenal en el que desembocaba un regato, dando la sensación que los bajos que unían la isla Santa Clara y monte Igueldo eran menos profundos, lo que permitía, junto a los aportes del regato, mantener la playa señalada. Esta configuración desaparece en la carta náutica de 1899 que refleja una situación muy similar a la actual, ya urbanizada la playa y construido el muro occidental (Figura 87). Se hace referencia a la situación de 1899 interpretando una carta náutica de 1960. En realidad, se ha realizado según los levantamientos efectuados por la Comisión Hidrográfica en 1899, con correcciones hasta 1972.

Las cartas náuticas están diseñadas para facilitar la navegación y advertir a las naves sobre las irregularidades de la costa, resaltando los obstáculos o puntos peligrosos donde por el escaso calado podrían encallar. Las cartas náuticas actuales son mucho más precisas y reales que las antiguas, con topografía, batimetría y posicionamiento por GPS.



Figura 88. Colector de la regata Konporta “La Alcantarilla” (inicio construcción 1915)  
<http://www.guregipuzkoa.net/photo/1080199>

El colector de la regata Konporta “La Alcantarilla”, con su desagüe al mar donde se sitúa El Peine del Viento (1976), se comenzó a construir en 1915, y apoyado sobre esta estructura se inició la construcción del muro occidental del paseo del Tenis en 1925.

En la Figura 88 se aprecia la onda en corredera que recorre las paredes de hormigón del colector, pero por pura lógica probablemente ya existiría la misma ola recorriendo los acantilados de la ladera oriental de Igeldo antes de la intervención humana.

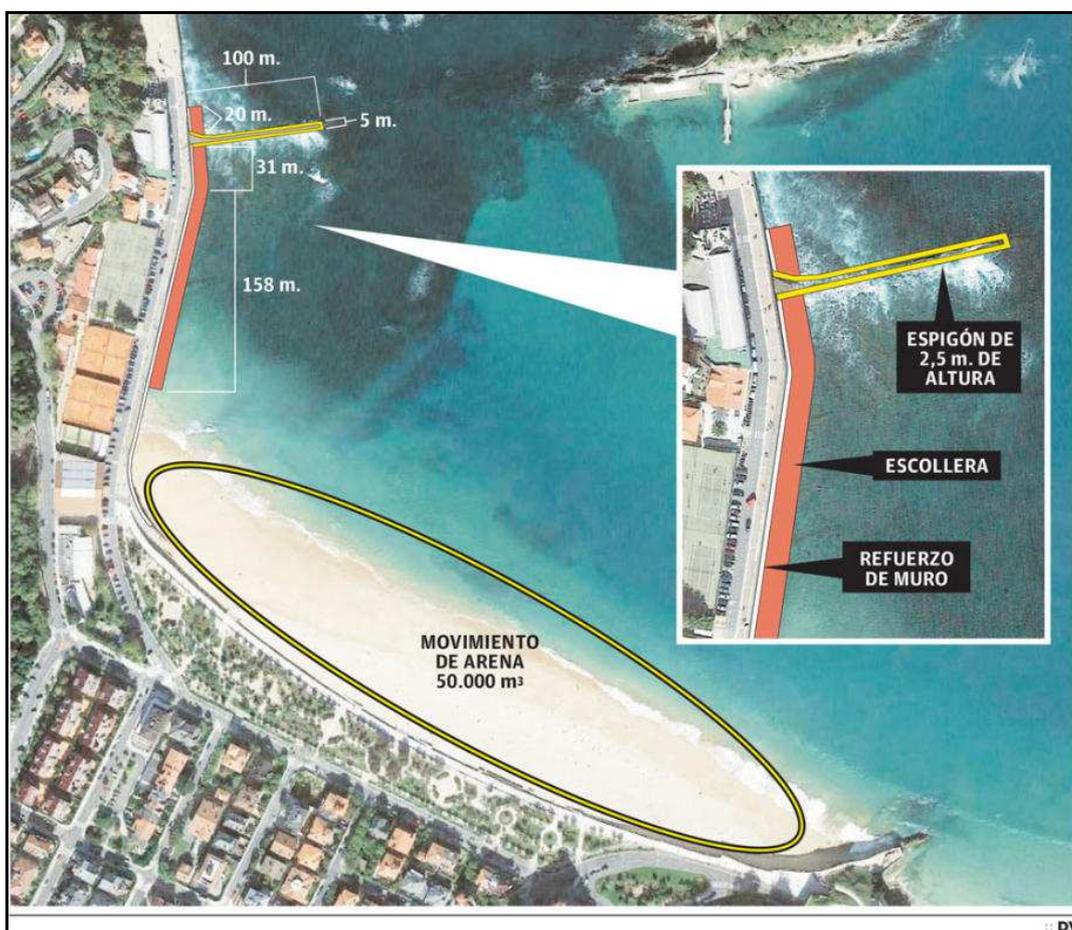


Figura 89. Proyecto de mejora para la estabilidad de la playa de Ondarreta ([Diario Vasco, 05-09-2015](#)).

El *Proyecto de mejora de la estabilidad de la playa de Ondarreta* (INTECSA-INARSA, 2013) tiene por objeto evitar la aparición de piedras y otros escombros antropogénicos (cascotes y otros fragmentos de ladrillo y mampostería) que se produce en verano a lo largo de toda la playa, especialmente en su extremo occidental, donde la playa se apoya en el muro del paseo Eduardo Chillida, también denominado “muro del Tenis”. En este extremo, en los últimos 100 m de playa, la línea de orilla de pleamar se curva

hacia tierra, retrocediendo, debido a la concentración de energía del oleaje producida por el efecto embudo del muro. De esta forma, la playa se estrecha, hasta prácticamente desaparecer en pleamar, dejando una pendiente más suave y favoreciendo la aparición de los escombros en la zona intermareal y de bajamar.

A grandes rasgos, el proyecto comprende la construcción sobre el muro del Tenis de un talud de bloques de roca natural de peso mayor o igual a 18 t, con talud 3H/2V, coronado por encima de la Pleamar Marina Viva Equinoccial. Este es el elemento fundamental de la obra, que tiene por objeto atenuar la onda corredera que se produce en el lado oeste de la playa, de manera que se favorezca el avance de la línea de la orilla en la zona (Figura 89).

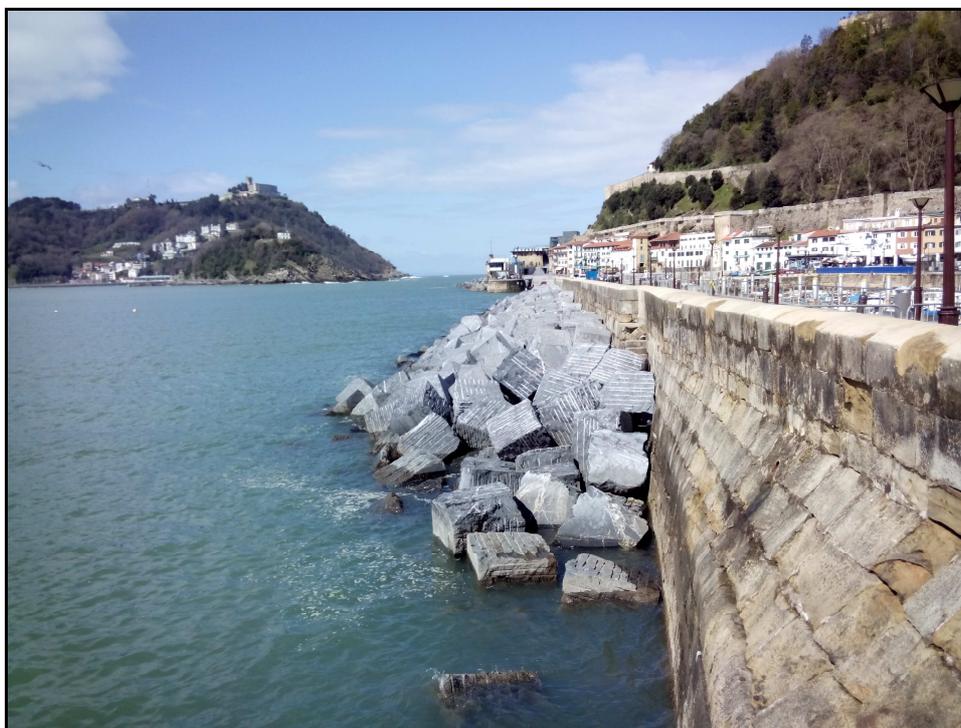


Figura 90. Escollera de Mollaberri (2011). Foto: 27-03-2014.

La actuación sería similar a la que se llevó a cabo en 2011 en el dique exterior (Mollaberri) del Puerto donostiarra (Figura 90) y que según parece ha provocado un "preocupante" aumento de arena en la zona del Náutico en el último cuatrienio, ya que se le quita mucha energía a la ola y todo el sistema que es la Bahía bascula hacia allí (Galparsoro & Beldarrain, com. pers.). Aunque la dinámica de la arena es impredecible, y las corrientes marinas han desenterrado en primavera de 2015 la pequeña escollera y la zapata de mampostería a pie del muro de costa de Alderdi Eder

(Figura 17). Cualquier intervención en un punto de la bahía de La Concha afecta a lo que ocurre en el conjunto. Los técnicos municipales y los de *Azti* sospechan que esta escollera del Puerto ha podido restar energía a las corrientes que en invierno trasladan arena desde Loretopea (Pico del Loro) hacia el Tenis.

Esta infraestructura espectacular, requeriría la disposición de una escollera de bloques de piedra junto al muro de costa en una longitud de 209 metros. Estos bloques de 18 toneladas se colocarían en la misma rasa intermareal hasta una altura de 5,5 metros de altura (el pretil del paseo Eduardo Chillida está a cota 7,5 metros).

El refuerzo del muro del Tenis mediante la construcción de una escollera tendría la finalidad principal de protección del muro de costa, para evitar episodios como los acontecidos en octubre-noviembre de 2013, cuando unos desperfectos en el muro acabaron convirtiéndose en un gran socavón en el paseo del Tenis (Figuras 91 y 92), porque el relleno interior era de arena, y los destrozos en el pretil del muro del Tenis durante los temporales de febrero de 2014.

La celeridad en las actuaciones de reparación de los muros de costa es fundamental, para que el agua no continúe horadando las estructuras y acabe por derribarlas. De este modo, los militares del campo de maniobras mantenían el muro de contención principal que se desplazó y derrumbó en varias ocasiones (Egaña, 2012). Al ser arreglos urgentes, generalmente se reparaban con ladrillos macizos u otros materiales de construcción disponibles, cuyos cascotes hoy en día se pueden apreciar distribuidos entre los escombros del pedregal de Ondarreta.

La segunda intervención consistiría en un recrecimiento o elevación (hasta 2,5 m de altura y 5 m de anchura) del espigón, dique semisumergido o "El Pasillo" actual de Ondarreta (Figura 93), que sufrió un fuerte deterioro hace unos 15 años cuando se abrió una zanja con una mini-retroexcavadora en toda su longitud, para la colocación de canalizaciones que llegaran hasta la Isla de Santa Clara, lo que ha motivado su posterior erosión acelerada (Amiano, com. pers.).

Para ello se utilizará hormigón ciclópeo, dejando una estructura de 3 m de anchura en coronación a cota +2.50 m con respecto de la Bajamar Máxima Viva Equinoccial (B.M.V.E.) y con taludes 1H/2V.



Figura 91. Técnicos municipales inspeccionando los destrozos del muro del Tenis (24-10-2013).

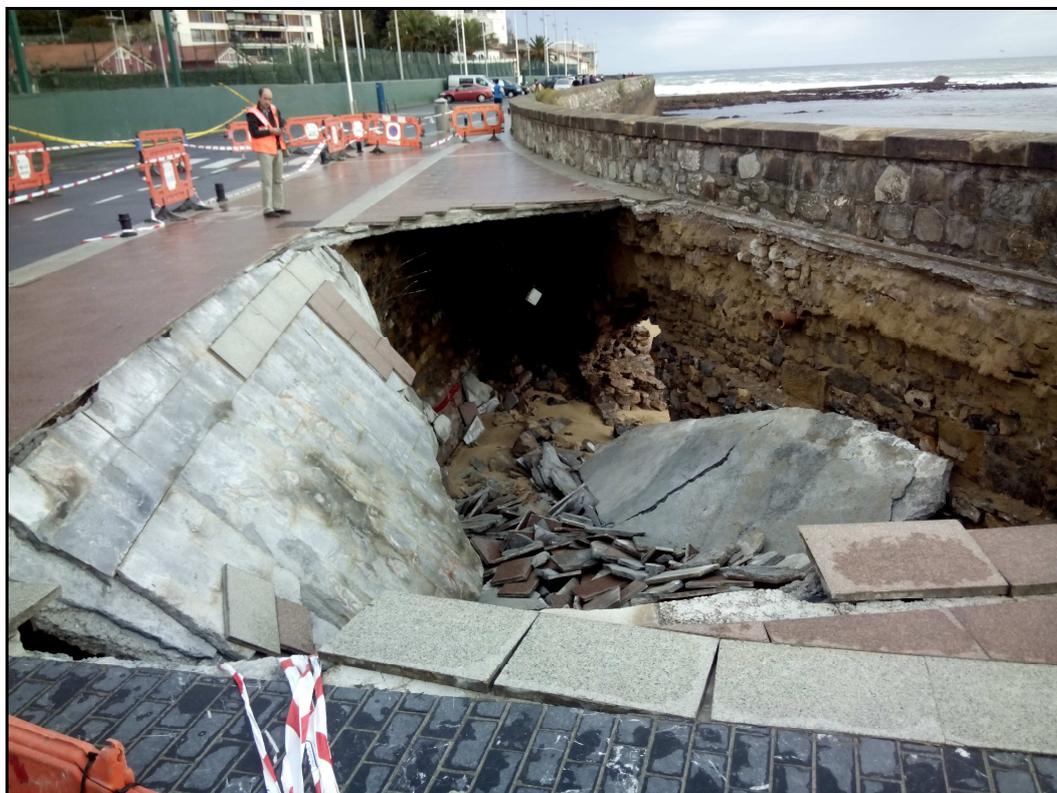


Figura 92. El desperfecto del muro de costa convertido en gran socavón (02-11-2013).

Esta estructura tiene actualmente una anchura media de 2,5 m y una cota media en coronación de 2,25 m sobre la BMVE, por lo que puede suponerse que el recrecimiento no reducirá significativamente la entrada de energía en la bahía de La Concha.

El dique semisumergido del Tenis “El Pasillo” fue construido en 1821 en un intento de cerrar la bocana occidental de la bahía de La Concha y convertir en puerto la totalidad de la Bahía, ya que el municipio de Pasajes se había independizado de San Sebastián pocos años antes (1805) y un puerto se consideraba una infraestructura fundamental para la ciudad. La construcción del dique se quedó a medio camino a la isla, nunca llegó a completarse. El objetivo se abandonó por el coste y por los problemas técnicos dado que la altura del dique tendría que ser muy elevada para proteger no solo del mar sino también del viento a los barcos que entonces eran a vela. La estructura tiene una longitud de 108 m y se eleva 1 m sobre la rasa mareal de Ondarreta. El dique tiene una sección trapezoidal con 3 m en la base y 2,5 m en la cúspide.

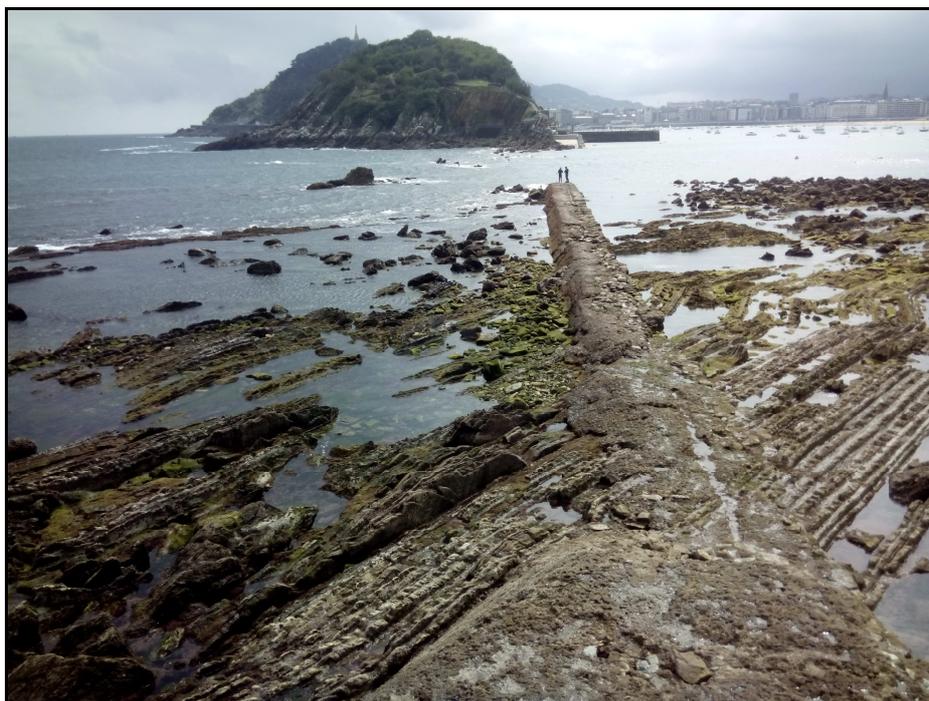


Figura 93. Espigón entre el Tenis y la Isla de Santa Clara (18-06-2015).

En 1887 se paralizó la segunda tentativa de reconstrucción de este rompeolas por temor a que se confirmaran los augurios de algunos ingenieros: al parecer las obras podrían perjudicar a las playas, causando una alarmante disminución de las arenas.

<http://www.diariovasco.com/20080302/san-sebastian/rompeolas-nadie-queria-20080302.html>

El debate estaba planteado: ¿Superpuerto o playa? Ganó lo segundo y a ello contribuyó la reina María Cristina que no quería ver convertido el San Sebastián de sus amores en una bestia naviera similar a la que habitaba en los alrededores de Bilbao.

En 1917 arrancó, por última vez, la construcción del dique que podemos contemplar en la actualidad, para ser paralizado, poco después, por las mismas razones que en épocas anteriores: los donostiarros querían demasiado a su playa.

Hoy en día, el espigón es fácilmente accesible gracias a una escala metálica, tal y como pueden dar fe aquellos que descienden a las rocas en pos de frutos marinos. Un paseo por él –con la mera baja, claro- regala al transeúnte una panorámica insólita de San Sebastián: Santa Clara y las laderas del monte Igeldo, sin necesidad de mojarse o navegar. Esa es, actualmente, la única forma de amortizar las miles de pesetas, de épocas pasadas, que el Ayuntamiento de la ciudad apoquinó para realizar una obra maldita.

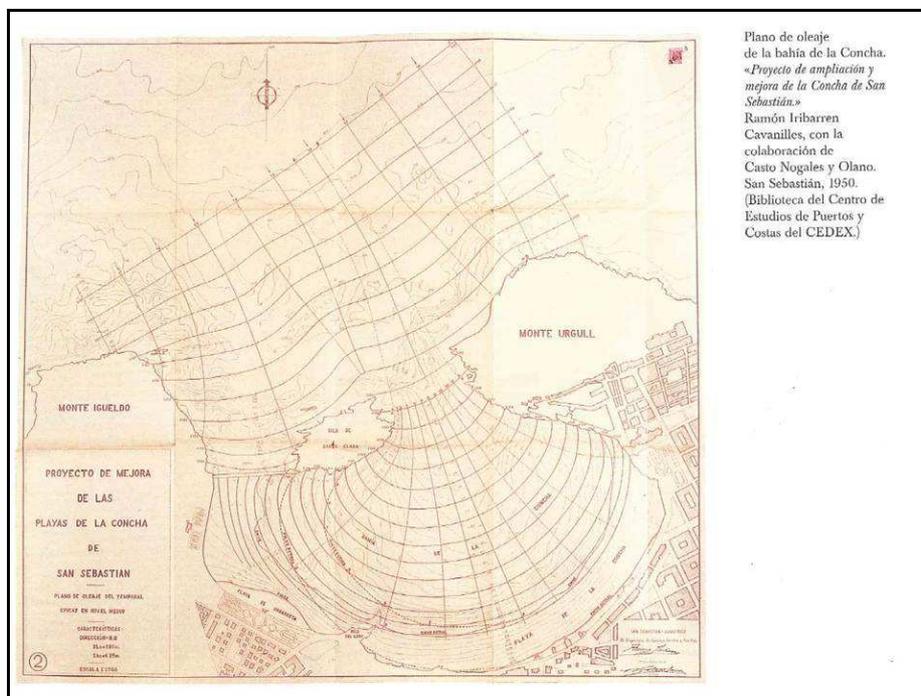


Figura 94. Proyecto de mejora de las playas de la Concha de San Sebastián (1950).

La propuesta de elevación del espigón (INTECSA-INARSA, 2013) se basa en un proyecto anterior redactado por Ramón Iribarren Cavanilles del *CEDEX*, titulado "Proyecto de ampliación y mejora de las playas de la Concha de San Sebastián" de 1950 (Figura 94).

La preocupación por la falta de espacio en las playas llevó a estudiar el problema. La solución que veía Iribarren, una figura de prestigio mundial en la técnica de puertos y playas, consistía en unir Ondarreta con la isla de Santa Clara por medio de una pequeña escollera asentada sobre la que en el siglo XIX comenzó a hacerse en esta zona. La idea del fallecido ingeniero, apenas esbozada, levantó airadas protestas, y el problema, que no era tan acuciante en aquel entonces, quedó relegado. Hoy día las soluciones de ganar playas en las bahías cerrando alguno de sus lados están técnicamente descartadas por razones de salubridad ([ABC, 16-08-1969](#)).

En tercer lugar se consideró realizar un refuerzo de la base del muro, porque se considera bastante deteriorado en algunos puntos, con hormigón ciclópeo y sección de 1 x 1 m<sup>2</sup> achaflanado, a lo largo de 290 metros.

Finalmente, el proyecto contempla la redistribución y reperfilado de la arena existente en la playa de Ondarreta, movilizándolo un volumen de unos 50.000 m<sup>3</sup>. Este proyecto, no obstante, no precisa cómo se va a realizar dicha redistribución, ni tampoco cómo serán los perfiles a ejecutar.

En todo caso, el Ayuntamiento anterior quería estar muy seguro antes de dar el visto bueno a una actuación de este tipo. Tanto el anterior Gobierno Municipal como *Azti* creían que lo ideal sería "modelizar" la Bahía (comprobar los efectos de una determinada actuación mediante la reproducción de las condiciones en maquetas a escala) un trabajo que solicitaron que realizara el *CEDEX* para el Ministerio de Medio Ambiente.

Una vez en la oposición, la coalición *EH Bildu* califica como "una barbaridad" el proyecto e informa que cuenta también con el rechazo de *Azti*, porque en su opinión estas medidas provocarían un efecto bañera en la bahía, tendrían un impacto visual en el paisaje y no hay garantías de que acaben con las piedras.

<http://m.noticiasdegipuzkoa.com/2015/09/10/vecinos/donostia/un-dique-en-ondarreta-seria-una-barbaridad>

El gobierno municipal vigente se abre a la posibilidad de colocar una escollera en el muro del tenis como solución para eliminar las piedras de Ondarreta. La novedad es que los actuales responsables municipales se muestran dispuestos a estudiarlo, frente a las reticencias que mostró el anterior ejecutivo local.

<http://www.diariovasco.com/san-sebastian/201509/04/ayuntamiento-abre-posibilidad-colocar-20150904000954-v.html>

En este sentido, Olaia Duarte López, concejala del grupo municipal EH BILDU en San Sebastián, al amparo del artículo 98 del Reglamento Orgánico del Pleno, con fecha 18 de septiembre de 2015, presentó una moción para su tratamiento en Pleno, que fue aprobada (24-09-2016) por unanimidad en el siguiente punto:

**El Ayuntamiento Pleno insta al Gobierno Municipal a no llevar a cabo ningún proyecto que pueda alterar sustancialmente tanto la morfología natural como el paisaje de Ondarreta y del conjunto de la Bahía.**

[http://www.donostia.eus/secretaria/asuntospleno.nsf/vListadold/077BBFDA297FA647C1257EC10043E8B4/\\$file/ac20150924-4.pdf](http://www.donostia.eus/secretaria/asuntospleno.nsf/vListadold/077BBFDA297FA647C1257EC10043E8B4/$file/ac20150924-4.pdf)

El *Estudio en modelo físico 3D de fondo móvil del proyecto de mejora de la playa de Ondarreta-Donostia/San Sebastián (CEDEX, 2014)*, fue solicitado en enero de 2014 para comprobar los efectos del “Proyecto de mejora de la estabilidad de la playa de Ondarreta (REF.: 20-0178)”, elaborado por la DGSCM en diciembre de 2013 con objeto de habilitar la playa para su uso en condiciones de seguridad y comodidad.

“El buen funcionamiento del proyecto se verificará si la transformación de la playa se limita al extremo occidental, cerca del apoyo en el muro del Tenis, ya que de lo contrario se podría estar afectando negativamente al resto de la bahía de La Concha. Precisamente, el objetivo secundario del trabajo es recabar información sobre los posibles efectos negativos del proyecto, en concreto sobre la playa de La Concha,

para lo cual se ha comprobado cuál es la extensión de la zona afectada por el proyecto y si esta zona sobrepasa el pico del Loro.”

El trabajo se ha dividido en tres fases, en las que se han realizado tres ensayos, según se muestra a continuación (CEDEX, 2014):

### ***Ensayo 1. Estudio de los efectos de escala del modelo físico***

El Ensayo 1 reproduce un modelo de Ondarreta sin ningún tipo de actuación y la playa en su configuración de octubre de 2013. Este modelo ha sido sometido a un programa reducido de oleajes representativo del clima marítimo más influyente en el estado final de la playa en marzo de 2014, detallado en el apartado 4.3, con objeto de estudiar sus posibles efectos de escala.

El ensayo muestra un comportamiento del modelo contrario a la realidad en lo que a transporte transversal de sedimentos se refiere. Así, en el modelo se formó un perfil reflejante en casi toda la playa, en contraste con los perfiles medidos en marzo de 2014, que muestran una playa típicamente disipativa.

Por lo que a las líneas de orilla se refiere, puede admitirse que son correctamente reproducidas en este ensayo: en el modelo las isobatas discurren casi paralelas en la zona central de la playa (entre sí y con respecto a la situación real), mientras que en la zona occidental tienden a separarse, al igual que lo hacen en la realidad; también puede verse cómo la línea de pleamar (cota +4 m con respecto a la BMVE) termina entre la rampa y la escalera de la zona occidental.

En conclusión, al analizar el resto de resultados de este modelo deberá tenerse en cuenta que los efectos de escala tienden a producir perfiles de playa reflejantes en todas las situaciones de ensayo. Por tanto, sólo podrán ser consideradas válidas las formas de orilla, y exclusivamente desde un punto de vista cualitativo, dada la dependencia recíproca perfil – línea de orilla.

Por ello, el comportamiento de la obra proyectada ha sido analizado por comparación entre los modelos al final de los Ensayos 1 y 2, evaluando las diferencias entre las acumulaciones de arena y forma de orilla en el extremo occidental.

### ***Ensayo 2. Efectos del Proyecto de mejora de la playa de Ondarreta***

El Ensayo 2 reproduce un modelo de Ondarreta con el proyecto de la DGSCM y la playa en su configuración de octubre de 2013. Este modelo es sometido al mismo programa reducido de oleajes del ensayo anterior, de modo que el funcionamiento de la obra se ha estudiado comparando los resultados de los Ensayos 1 y 2.

El ensayo muestra que, con respecto a la situación original de la playa, se produce una acumulación significativa de arena en el extremo occidental, mientras que en las zonas central y oriental no se produce variación significativa.

Sin embargo, la onda corredera del muro del tenis no desaparece totalmente, y sigue siendo responsable de que las líneas de orilla de bajamar y pleamar tiendan a separarse al acercarse al muro, dándole a la playa unas formas de orillas en bajamar y pleamar similares a las que tiene actualmente.

En conclusión, la posición y volumen del material acumulado en el extremo occidental del modelo de Ondarreta apuntan a que el proyecto sí tendrá los efectos deseados en Ondarreta.

No obstante, a la vista de los resultados, es posible que la transformación de la playa no tenga suficiente longitud, por lo que cabría pensar en una solución alternativa al proyecto de la DGSCM consistente en aumentar la capacidad de abrigo del espigón de Ondarreta. Esta alternativa ha sido estudiada en el Ensayo 3.

Con respecto a las posibles alteraciones en la playa de La Concha, a la vista de los resultados observados, se considera que el proyecto no tendrá en principio un alcance significativo, aunque es necesario verter un volumen de arena suficiente como para compensar los nuevos depósitos de arena de la zona occidental.

### ***Ensayo 3: Estudio de posibles alternativas al proyecto***

Teniendo en cuenta las conclusiones del Ensayo 2, esta variante consiste en limitar aún más la energía del oleaje que entra por la bocana de Ondarreta, para lo cual se ha recrecido el espigón, que pasa a tener 150 m de longitud y cota de coronación +3 m sobre la BMVE. Con esta variación se persigue mitigar más energía de la “onda corredera” del muro del tenis y aumentar la intensidad de la difracción en el sector

occidental de la playa. Como contrapartida, podría suponer una alteración del balance sedimentario en la bahía de La Concha, si la acumulación de arena en el extremo occidental es excesiva.

El Ensayo 3 ha comenzado con el modelo tal como quedó al final del Ensayo 2, por lo que debe tenerse en cuenta que las conclusiones resumidas a continuación no se han obtenido simplemente por comparación entre los resultados de los Ensayos 2 y 3, que no tienen la misma situación de partida.

Con respecto a la forma en planta de la playa, en la zona occidental la línea de pleamar continuó retrocediendo durante las primeras fases del Ensayo 3, lo cual muestra que con esta alternativa tampoco se elimina por completo el efecto erosivo de la onda corredera del muro del Tenis.

Sin embargo, en la parte baja del perfil se generó a lo largo del ensayo un saliente en forma de lengua de arena. Esta es una acumulación pequeña, confinada entre las cotas 0 y +1 m, pero nítida, y presenta un comportamiento diferente al de los Ensayos 1 y 2, en los que se producía un retroceso paulatino del relleno.

Por tanto, puede concluirse que un recrecimiento adicional del espigón modificaría la propagación del oleaje durante las fases de la marea con niveles medios y bajos, favoreciendo la acumulación de arena en la parte más baja del perfil.

En las **Recomendaciones** del estudio (CEDEX, 2014), se indica que debe tenerse en cuenta que el principal objetivo del proyecto es reducir el transporte longitudinal neto en sentido O – E que se produce en verano en el sector occidental de Ondarreta. Por tanto, cualquier actuación que se realice para mejorar la playa de Ondarreta producirá un déficit sedimentario en el sector oriental (Loretopea o Pico del Loro), que comenzará a manifestarse el verano siguiente a la realización de la obra. En conclusión, es recomendable que la obra incluya no sólo un trasvase de arena dentro de la playa, sino que debería incluir un aporte extra de árido para compensar el citado déficit.

El volumen de aporte necesario se estima entre 15.000 y 20.000 m<sup>3</sup>, valor obtenido suponiendo que la línea de bajamar avanza 50 m y que el material queda retenido entre las cotas 0 y 5 m, en los últimos 150 m del sector occidental.

De esta manera, la playa de Ondarreta podría alcanzar una nueva configuración de equilibrio a largo plazo, sin afectar a La Concha más de lo que lo hace actualmente. Con configuración futura, el transporte neto longitudinal en sentido E - O seguiría erosionando el Pico del Loro en invierno, ya que en esta zona la obra apenas alteraría las condiciones hidrodinámicas, quedando depositada una mayor parte de arena en la zona central de la playa, pero sin llegar hasta el muro del tenis, que en principio, estaría saturado o próximo a la saturación.

Los técnicos de Aranzadi consideran imprescindible que, para comprobar los efectos de proyecto, se hubiese iniciado la simulación con la situación ancestral, sin la rasa mareal o *flysch* intervenido (**Ensayo 0**). La retirada del espigón de Ondarreta “El Pasillo” y la regeneración a su estado natural de la rasa mareal, probablemente aumentaría la fuerza de la entrada del oleaje en el extremo occidental de la Bahía y repercutiría en la dinámica de la arena (esta mayor fuerza de entrada del oleaje que movilice la arena de la zona alta de la playa es lo que propone *Azti*). Esta alternativa (Ensayo 0) que no se ha estudiado en los ensayos, debería ser el primer paso para intentar restaurar los procesos naturales de la dinámica de la arena en la bahía de La Concha.

Los resultados del **Ensayo 2. Efectos del Proyecto de mejora de la playa de Ondarreta** son concluyentes:

“Como puede observarse, en la zona señalada se produce una acumulación de arena significativa, que comienza a unos 40 m al este de las escaleras de acceso a la playa y cubre unos 175 m de longitud, hasta llegar al inicio del muro del Tenis. Este depósito afecta únicamente la parte del perfil situada entre las cotas +2 y +7 m respecto de la BMVE (Bajamar Máxima Viva Equinoccial) y tiene un volumen total de unos 11.500 m<sup>3</sup>, presentando un incremento de cota máximo de unos 3,5 m cerca del perfil 17 (ver comentarios más adelante).”

El CEDEX reconoce que la escollera únicamente acumularía arena en la zona alta de la playa cerca de la rampa del Tenis (Figura 95), produciendo un efecto similar al de la Figura 96. De ningún modo cubriría los cascotes de la orilla, ni siquiera la zona intermareal entre el muro del Tenis y las primeras escaleras de piedra más cercanas a la rampa (CEDEX, 2014). Asimismo, haría el efecto contrario al deseado, porque provocaría una mayor erosión del extremo occidental de la orilla (en amarillo) y aflorarían en época estival los mismos cascotes que aparecen ahora en la zona intermareal del sector central de la playa, entre las escaleras de piedra y las cabinas colectivas (Figura 82).

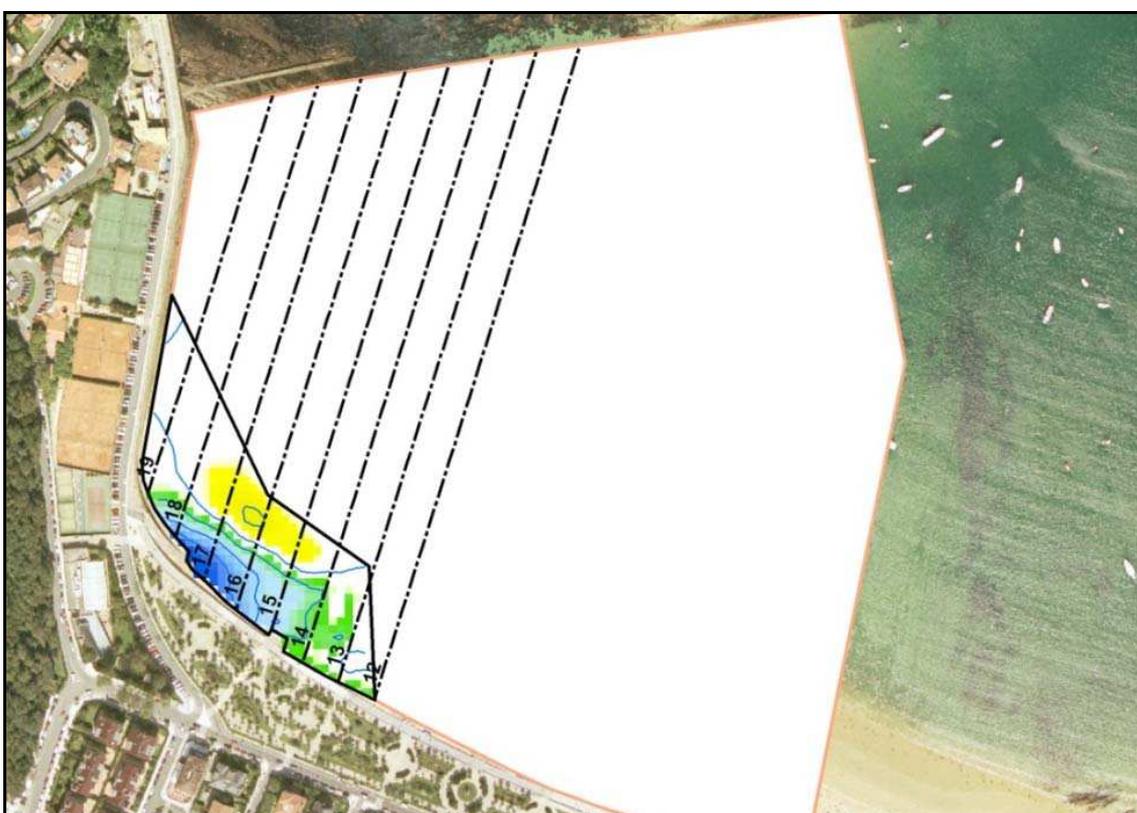


Figura 95. Posición de los perfiles 12 al 19, representados en la Figura 36 (Figura 35 de CEDEX, 2014)

En el **Ensayo 2** y el **Ensayo 3** queda de manifiesto que con respecto a la forma en planta de la playa, en la zona occidental la línea de pleamar continuó retrocediendo durante las primeras fases del Ensayo 3, lo cual muestra que con esta alternativa tampoco se elimina por completo el efecto erosivo de la onda corredera del muro del Tenis.

La acumulación de arena pequeña del **Ensayo 3**, un saliente en forma de lengua de arena, confinada entre las cotas 0 y +1 m, diferente al de los **Ensayos 1 y 2**, en los

que se produciría un retroceso paulatino del relleno, de ningún modo justificaría a juicio de Aranzadi una intervención tan agresiva sobre el medio.



Figura 96. Perfil de la playa de Ondarreta (02-10-2014).

En tercer lugar se consideró realizar un refuerzo de la base del muro, porque se considera bastante deteriorado en algunos puntos, con hormigón ciclópeo y sección de  $1 \times 1 \text{ m}^2$  achaflanado, a lo largo de 290 metros.

El refuerzo del muro del Tenis mediante un refuerzo de la base del muro, continuación a la realizada en 2010 (Figura 97), partiendo del inicio de la rampa del Tenis hasta la base del muro donde la zapata a pie de muro se encuentra en correcto estado de conservación (Figura 99), en un tramo de unos 50 m (Figura 98), sería a juicio de los técnicos de Aranzadi la única actuación apropiada y recomendada.

En definitiva, la alternativa que propone el CEDEX-DGSCM (INTECSA-INARSA, 2013), con una escollera pegada al muro occidental que atenúe el efecto de la ola en corredera, y la reconstrucción del espigón del Tenis, además de su impacto medioambiental, supondría una **actuación irreversible** pero de ningún modo una solución definitiva para acabar con el afloramiento de piedras. La actuación tendría

una afección directa a la rasa intermareal o *flysch* de Ondarreta, con un impacto ambiental y paisajístico irreparables.



Figura 97. Refuerzo a pie de muro (2010) deteriorado y con descalce (13-02-2016).

El estudio de ensayo en modelo físico 3D de fondo móvil indica que las infraestructuras provocarían un depósito de arena considerable en la extremo occidental de la zona alta de la playa de Ondarreta (en el área de la rampa del Tenis), aumentando la erosión en el extremo occidental de la orilla cercana al muro del Tenis, dificultando de este modo el depósito de arena que se produce durante el invierno, una mayor erosión de la zona de Loretopea (Pico del Loro) en invierno y alterando de manera artificial el equilibrio natural de la playa.

Los técnicos de Aranzadi consideran que la rasa mareal o formación geológica denominada *flysch* de Ondarreta, con sus acantilados y rocas naturales asociadas, es un fenómeno geológico singular de la Bahía de La Concha a conservar (Lugar de Interés Geológico “LIG 89” y dotado de “Especial Protección Estricta” en el *Plan Territorial Sectorial de Protección y Ordenación del Litoral Vasco*) que suma un atractivo más a esta playa.

La biodiversidad de este enclave es notoria, con especies variadas de algas, peces, cangrejos, pulpos, quisquillas, anémonas, ofiuras, holoturias, etc. Las publicaciones científicas resaltan la importancia de este lugar desde hace décadas (Altuna, 1982).



Figura 98. Tramo de 50-60 m donde se podría reforzar el pie de muro (13-02-2016).

El recrecido espigón propuesto como alternativa en el Ensayo 3, que pasaría a tener 150 m de longitud y cota de coronación +3 m, impediría la navegación para todo tipo de embarcaciones (incluso para las de escaso calado) por el canal que atraviesa en la actualidad en el arrecife de la bocana occidental de la bahía de La Concha.

Asimismo, las infraestructuras proyectadas causarían un perjuicio a las actividades deportivas que se desarrollan en este entorno en la actualidad, como el surf, el buceo, la pesca deportiva desde el muro del Tenis o el propio marisqueo. El recrecimiento del dique entre el Tenis y la Isla hasta la cota 2,5 o 3 m haría este elemento visible incluso en marea media-alta y, sobre todo, se considera que estas medidas no solucionarían el problema de las piedras, que se deben quitar sin más porque tienen un origen no natural, dado que la acumulación de arena se produciría en el *flysch* y no en el centro de la orilla, que es donde están los cascotes.

En este sentido, el propio CEDEX (2014) reconoce que estas infraestructuras serían incapaces de solucionar el problema de las piedras molestas de Ondarreta, por lo que además de plantear esta escollera, *Costas* solicitó al *Ayuntamiento* que llevase a cabo una importante actuación de retirada de las piedras en Ondarreta (Maíllo, 2011), algo parecido a lo que propone la *Sociedad de Ciencias Aranzadi*.



Figura 99. Zapata a pie de muro intacta y en buen estado de conservación (13-02-2016).



### **3.13. VARIOS INFORMES AVALAN EL DIAGNOSTICO ACERTADO DE ARANZADI**

**El CEDEX (2001) realizó un informe sobre el estado evolutivo de las playas de La Concha y de Ondarreta.** Para ello estudió la evolución de las playas utilizando desde la cartografía más antigua conocida de éstas hasta los seguimientos que periódicamente realizaba y realiza la Jefatura de Costas de Guipúzcoa de las líneas de orilla.

Los resultados demuestran que en la evolución a medio plazo de las playas de la Bahía de La Concha no ha habido variaciones significativas de los fondos de la Bahía, salvo en dos zonas: en torno a la profundidad -10 m y frente a la playa de Ondarreta donde parece que ha habido acumulación de material y un pequeño avance de la línea de orilla correspondiente a pleamar. La evolución a corto plazo indica que en los últimos cien años la playa de La Concha no ha tenido variaciones importantes comportándose de una forma estable, mientras que los fondos de la playa de Ondarreta se han ido rellenando disminuyendo su calado en torno a 1 m. Este dato coincide con los análisis realizados por ESGEMAR (2015).

En definitiva, Aranzadi considera que el antiguo campo de maniobras todavía se está desmoronando dentro de un proceso perpetuo de renovación de la arena, que culminará acercando finalmente la totalidad de los cascotes sepultados desde la zona alta hasta la orilla, para luego ser arrastrados por las corrientes y el oleaje hacia el interior de la Bahía.

**En 2003, el ayuntamiento de San Sebastián solicitó a la AZTI Tecnalia un estudio de la dinámica sedimentaria en el interior de la Bahía de La Concha. El estudio de la evolución a corto, medio y largo plazo de la playa de Ondarreta pretendía describir la hidrodinámica en la zona en examen (Uriarte et al., 2004).**

Los resultados de la única cata que se describe son concluyentes: “Asimismo, grandes cantidades de piedras de tamaños y origen muy diverso (antiguas canalizaciones de la

regata Compuerta, piedras de cantera y de viejas construcciones) aparecen distribuidas en la parte occidental de la playa”, (Figura 25).

Las piedras de arenisca del presidio se reutilizaron en nuevas edificaciones, pero las piedras planas del antiguo muro de costa no se retiraron, tras la demolición (1948-1949) gran parte se vertieron, dispersaron y mezclaron con las rocas naturales de la orilla occidental (Etxezarreta, 2013).

En los últimos años, el *Ayuntamiento de Donostia* y el *Servicio de Costas de Gipuzkoa* han realizado diversos estudios y alternativas, en torno a Ondarreta.

El Ayuntamiento de San Sebastián encargó un reconocimiento geofísico con sísmica de refracción en la playa de Ondarreta (OCSA, 2015), un estudio geofísico marino mediante sísmica de reflexión de alta resolución (ESGEMAR, 2015), y un estudio de evolución de la playa de Ondarreta entre abril de 2014 y abril de 2015 (AZTI, 2015a) y un estudio morfo-sedimentario y geofísico de la bahía de La Concha de San Sebastián (AZTI, 2015b).

Por su parte, la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y el Mar del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, mediante el Centro de Estudios de Obras Públicas, han realizado el seguimiento de las playas de Ondarreta y la Concha (CEDEX, 2010, 2012a, 2012b, 2013, 2014).

**El Servicio de Costas de Gipuzkoa realizó en noviembre de 2011 un informe en el que recomendaba la retirada de escombros del arenal donostiarra (Maíllo, 2011).** Se llegó a esta conclusión tras realizar en agosto del mismo año 23 catas de 120 centímetros de profundidad. De estos trabajos se pudo derivar que en la playa hay un volumen de entre 5.600 y 6.750 m<sup>3</sup> de cascotes de origen antrópico que se han de retirar.

**En el estudio de OCSA (2015), la planificación inicial era la realización de los 1625 metros de perfil sísmico que aparecen representados en la siguiente imagen de satélite (Figura 100):**



Figura 100. Representación de los perfiles sísmicos planificados (OCSA, 2015).

Debido a que las mareas bajas no dejaban la posición de los extendimientos PS2 a PS-5 libre de agua, o al menos con la mínima cantidad posible que permitiera su realización, los extendimientos PS-3 a PS-5 no pudieron registrarse y el PS-2, para registrarse, se tuvo que situar desplazado del PS-1 algunos metros (los trabajos de toma de datos de campo de sismica de refracción terrestre no pueden realizarse cuando la lámina de agua en superficie supera unos mínimos).

Por la razón expresada en el párrafo anterior, se realizaron, denominados PS-1, PS-2 y PS-6 a PS-14, de 120 m de longitud, lo que supone un total de 1320 m de perfil sísmico investigado. Los extendimientos realizados se representan en la Figura 101.

Se desconocen los motivos técnicos por los que no se han realizado extendimientos en la zona media y oriental de la playa alta, que a juicio de Aranzadi hubiesen aportado una valiosa información de los estratos presentes en el conjunto de la playa y la disposición de los materiales de relleno.

La tercera capa detectada bajo el extendimiento PS-1 con una velocidad de 2870 m/s se localiza a profundidades comprendidas entre 4,2 y 11,8 m y prácticamente constituye el substrato de extendimiento. Esta capa debe hundirse a profundidades

superiores a los 20-25 m ya que bajo el extendimiento PS-2 no se detecta. Su naturaleza debe corresponder a areniscas/calizas.

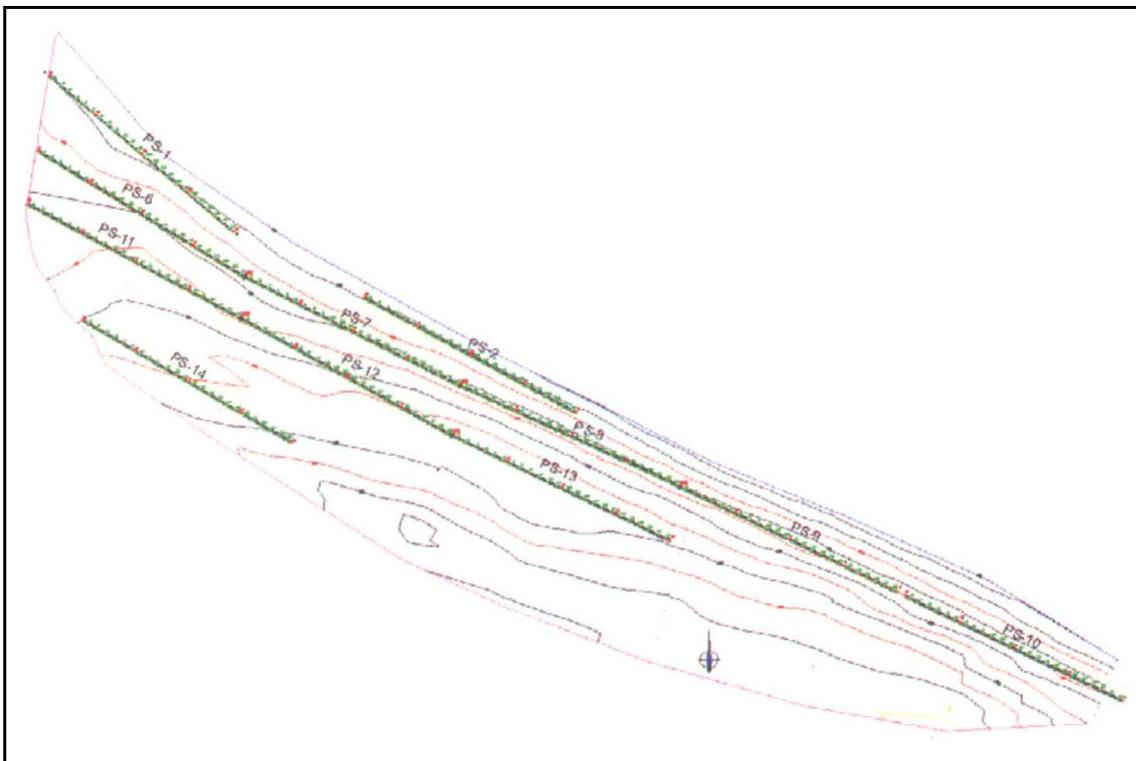


Figura 101. Representación de los perfiles sísmicos realizados (OCSA, 2015).

Esta capa detectada, en opinión de Aranzadi, se podría corresponder con los estratos que descienden desde la ladera del monte Igeldo, detectados en la excavación de garajes y pilotaje en la zona de Osinalde en Ondarreta (Etxezarreta, 2013).

En el extendimiento PS-6, en el techo de la segunda capa, se detectan cuatro intercalaciones de materiales más compactos que el entorno, su naturaleza puede corresponder con tramos de gravas de gran tamaño (bolos) o, incluso, algún resto constructivo; de ellos solo se podía dar como dato su anchura sin proporcionar información sobre su alcance en profundidad (la tomografía sísmica no proporciona información sobre ellos); no parecen presentar continuidad lateral o esta es reducida, ya que bajo los extendimientos PS-1 y PS-11 no se detectan. Estos comentarios son válidos para idénticas intercalaciones detectadas en el techo de esta capa en otros extendimientos.

Este vertido de escombros, ya fue detectado por Uriarte *et al.* (2004). El extremo sudoccidental de la rasa intermareal o *flysch* de Ondarreta sufrió un vertido de escombros en 1949 con la retirada de la cárcel (Figura 102).



Figura 102. Estas piedras no corresponden a rocas sueltas de la rasa mareal o *flysch* de Ondarreta. En realidad, son cascotes del derribo de la cárcel de Ondarreta.

Son de destacar las intercalaciones de baja velocidad detectadas con Tomografía Sísmica bajo los extendimientos PS-8 y PS-9, dichas intercalaciones deberían corresponder con tramos más arenosos y con menos proporción de gravas; de estas zonas, las dos detectadas bajo el PS-8 podrían tener continuidad bajo el PS-13 pero algo más profundas y constituyendo una intercalación.

Aranzadi considera que estas intercalaciones podrían corresponder al material de relleno del antiguo campo de maniobras que todavía se está desmoronando dentro de un proceso perpetuo de renovación de la arena, que culminará acercando finalmente la totalidad de los cascotes sepultados desde la zona alta hasta la orilla. Se considera destacable que los que pudieran ser cascotes agrupados en intercalaciones se desplacen sobre un estrato de arena, lo que sugiere que su depósito ha sido posterior

a la sedimentación natural de la arena del estrato inferior, con una disposición invertida de los horizontes.

La segunda capa, que se detecta bajo los tres extendimientos salvo en el extremo NO del PS-11, presenta velocidades comprendidas entre los 1495 y 1645 m/s, presenta un espesor que varía entre cero y un valor máximo de unos 21 metros. Su naturaleza debe de corresponder con unas gravas con algo de arenas, saturadas en agua, con una mayor proporción de arenas en los tramos con menor velocidad. Con las tomografías sísmicas realizadas se detectan varias zonas de inversión de velocidades en los extendimientos PS-12 y PS-13, con velocidades inferiores a 1500 m/s, que deben corresponder con tramos que presentan una menor proporción de gravas (más proporción de arenas) y han sido representadas en los cortes sísmicos correspondientes.

En la actualidad, Aranzadi ha detectado que es precisamente en este sector medio o central donde afloran las cascotes en la orilla, entre las escaleras de piedra y más o menos la altura de las cabinas, coincidiendo con la zona donde se retiró el muro de costa pero no se procedió al cribado en profundidad de los cascotes en la parte alta de la playa.

El extendimiento PS-14 es el que se realiza más alejado de la orilla y presenta la misma estructura que se detecta bajo el extendimiento PS-11 del perfil comentado anteriormente, con la salvedad de que entre la primera y segunda capa, entre los geófonos 9 y 24 se detecta una subcapa con velocidades 825 a 915 m/s, alcanza un espesor máximo de unos 5 m y debe corresponder con una formación de arenas y gravas de pequeña granulometría; esta capa no presenta continuidad bajo los restantes extendimientos.

En opinión de Aranzadi el cribado de escombros se realizó por lo que parece de manera correcta entre el muro del Tenis y las primeras escaleras (extendimiento PS-14), y en la actualidad apenas afloran cascotes pese a coincidir con la zona frente a la cual está la rasa mareal de Ondarreta.

**En el informe de ESGEMAR (2015), se realizó un estudio mediante sísmica de reflexión de alta resolución (Boomer y 3.5 kHz) con objeto de caracterizar la potencia sedimentaria de la bahía de La Concha, así como para determinar la presencia de niveles con piedras de antiguos vertidos acumulados frente a la zona de la playa de Ondarreta.**

En el resumen de las observaciones de campo, los rasgos generales observados durante la campaña de prospección geofísica se describen de la siguiente manera (Figura 103):

- Se han identificado 2 reflectores principales R1 y R2, que limitan las unidades sedimentarias definidas.
- Estas unidades, A1 y A2 se interpretan como unidad superficial de sedimento móvil y unidad inferior de sedimento de relleno respectivamente, separadas entre sí por la superficie definida por el reflector R1.
- El techo del basamento rocoso observado definido por el reflector R2 es continuidad de los macizos rocosos circundantes (monte Urgull e isla de Santa Clara). Es muy irregular y marca un paleocauce que discurre con orientación WSW-ENE desde la playa sumergida de Ondarreta hacia la playa de la Concha y que continuaría por el actual istmo del monte Urgull.
- Se ha calculado la distribución de espesor de sedimento para la unidad A1 (espesor de sedimento móvil) y la suma de las unidades A1 y A2 (espesor de sedimento total). El espesor de la unidad A1 alcanza 5 m, con un espesor medio entorno a 3 m. El espesor de sedimento total alcanza más de 15 m en el sector oriental de la playa de la Concha.
- En la zona de playa sumergida de Ondarreta se han identificado depósitos superficiales de bolos y gravas. Estos depósitos tienen forma lenticular con espesores máximos entorno a los 2 m.

El reflector R1 es el más somero de los dos. Separa materiales interpretados como arenas móviles superficiales de sedimento algo más compacto y/o cementado. Es subparalelo al fondo. Las diferencias entre los dos niveles que separa este reflector no están en general bien marcadas, no pudiendo establecerse en ocasiones un límite neto entre ambos niveles, más bien es gradacional.

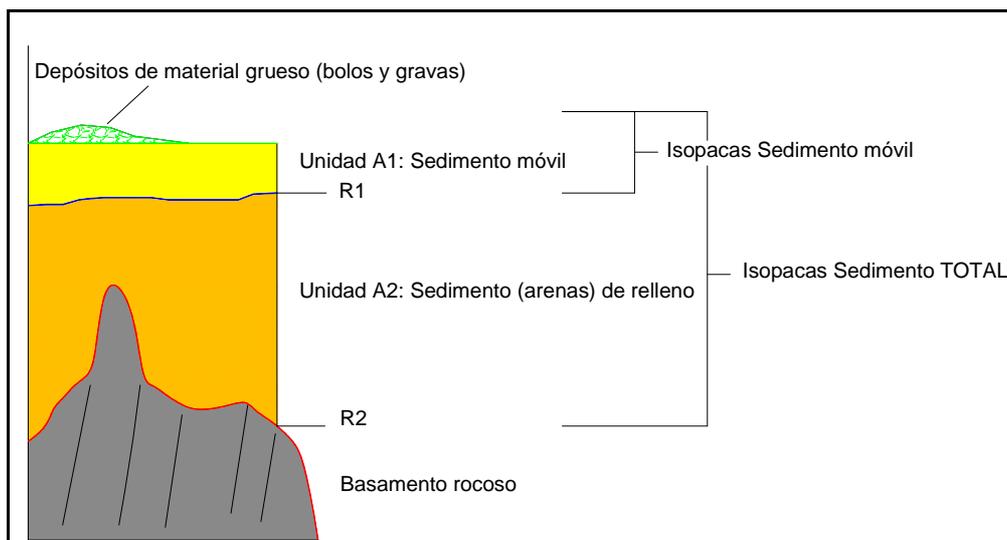


Figura 103. Columna sedimentaria tipo de la zona de estudio.

La unidad A es sedimento superficial. Se interpreta como unidad principalmente formada por arenas de playa. Dentro de esta unidad se diferencian dos subunidades, separadas por el reflector R1: A1, sedimento superficial móvil, y A2, sedimento (arenas) algo compactas que puntualmente pudieran estar cementadas. La unidad A2 reposa sobre la superficie R2.

La unidad A1 presenta en general una reflectividad relativamente alta, propia de arenas medias a gruesas.

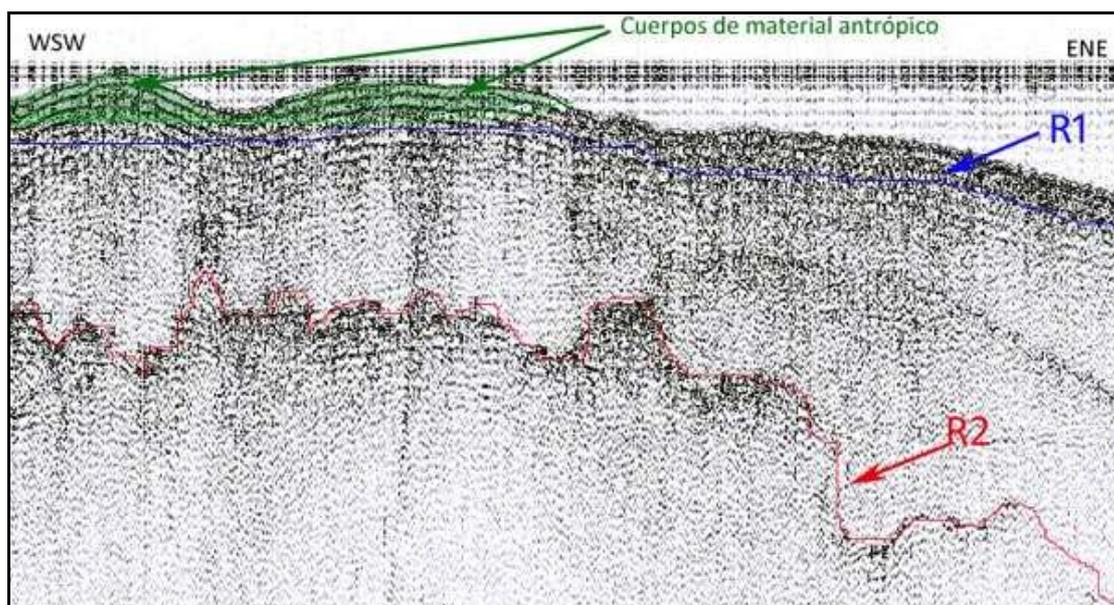


Figura 104. Reflectores y depósitos de gravas o material antrópico (verde).  
 Imagen extraída del perfil 022\_1134.

En la zona de la playa de Ondarreta, dentro de esta unidad, en superficie, se han definido cuerpos de morfología lenticular (muro plano y techo convexo), de alta impedancia (sedimento grueso), interpretados como niveles de gravas mezcladas con arena. Estos cuerpos se identifican como acumulaciones de bolos y gravas (Figura 104), lo que se podría interpretar como cuerpos de material antrópico (Maílló, 2011). Se ha calculado la distribución del espesor de este nivel: ISOPACAS GRAVAS.

La unidad A2 es poco reflectiva en general, aunque puntualmente, la impedancia de estos materiales aumenta hacia techo, bien debido a cambios texturales (sedimento más grueso) o por fenómenos de cementación parcial del sedimento; se observan algunas hipérbolas de reflexión en el techo de esta unidad, que podrían corresponden a materiales duros, tamaño bolos, en una matriz de sedimento fino (Figura 105).

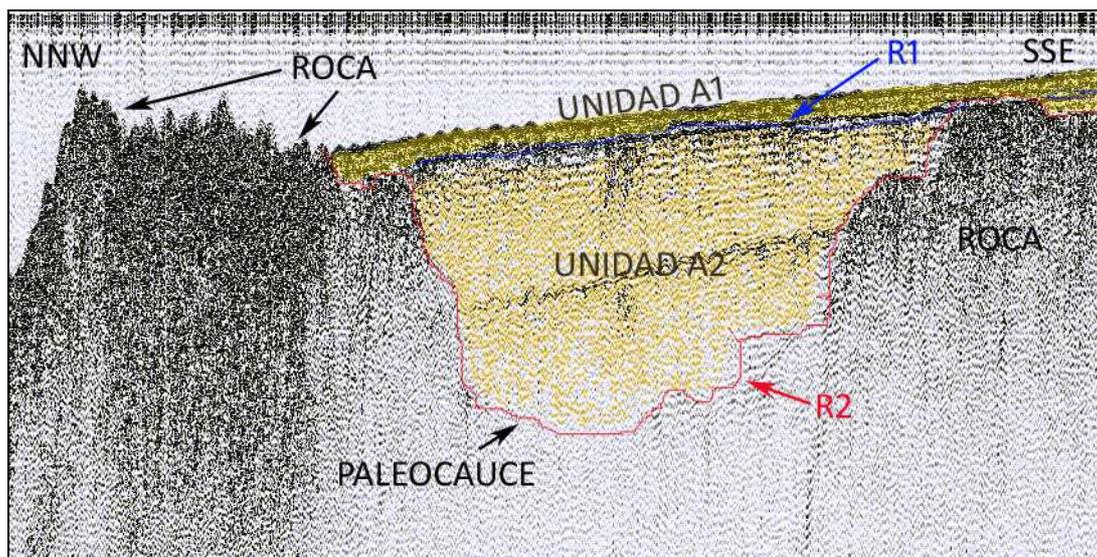


Figura 105. Reflectores y unidades diferenciadas. Imagen extraída del perfil 012\_1235.

El espesor de sedimento total (unidad A+B) se distribuye rellenando un paleocauce de orientación WSW-ENE cuya cabecera se divide en dos ramales hacia el extremo occidental y que se ensancha hacia el este, alcanzando valores de espesor de hasta más de 15 m hacia el extremo oriental de la playa de La Concha. Este paleocauce se encuentra encajado entre varias masas rocosas que siguen la misma alineación, WSW-ENE, y que están cubiertas por una capa de sedimento con espesores que varían de algo más de 5 m hasta desaparecer, dejando el fondo con roca aflorante

hacia los contornos de los macizos rocosos que limitan la zona de estudio (monte Urgull e isla de Santa Clara).

En cuanto a la distribución del nivel de material grueso, resulta difícil establecer unos límites de localización, pues según la interpretación de los datos obtenidos en el estudio y observaciones de campo, la concentración de bolos y gravas frente a la matriz de arena es variable. No obstante, se ha establecido estos límites resultando en un área ocupada por este nivel de entorno a 18 ha en la playa sumergida de Ondarreta, aunque solo alrededor de 5 ha presenta valores de espesor de este nivel mayor a 1 m (Figura 106).

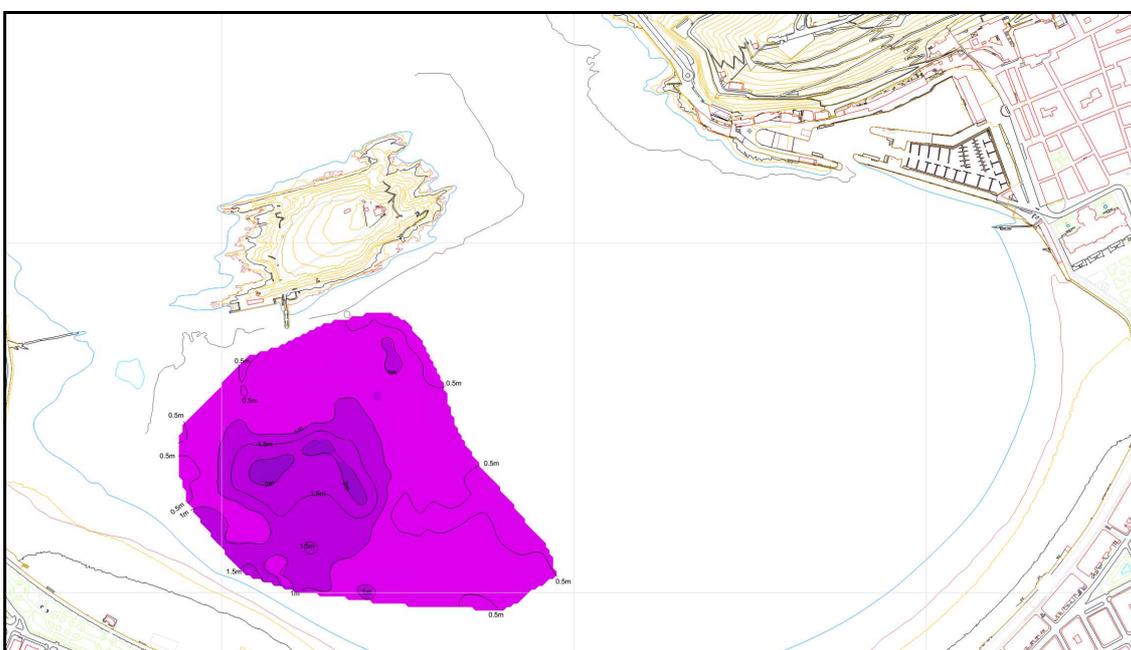


Figura 106. Plano de espesor de nivel de gravas (cuerpos de material antrópico).

**En el estudio de seguimiento estación KOSTASystem de Igeldo (AZTI, 2015a)**, se reconoce que en épocas estivales, en las que la pendiente del perfil se agudiza, provoca la aparición de cantos rodados y escombros localizados en las capas más profundas del sustrato sedimentario.

En la segunda mitad de julio de 2014, la zona intermareal se redujo significativamente adoptando una pendiente muy elevada, en toda la zona media y este de la playa.

El motivo por el que en el sector oriental de la playa no aparezcan cascotes, pese a que se produce una erosión en la orilla, en opinión de Aranzadi se podría relacionar

con que los cascotes se encuentran en la zona alta de la playa, bajo una capa de arena y retenidos por el muro subterráneo del antiguo campo de maniobras, sin tener opción de desplazarse con la arena hacia la orilla donde aflorarían causando problemas.

En la propuesta de actuaciones y seguimiento de la playa durante el próximo año 2016 (AZTI, 2015a), se recomendaba recoger durante la época estival todo el material claramente identificado como escombros que vaya apareciendo en la playa, mediante medios manuales o máquinas cribadoras en el caso de que el volumen que aparezca sea importante.

**En el estudio morfo-sedimentario y geofísico de la bahía de La Concha (AZTI, 2015b)**, se ha realizado una caracterización detallada de la morfología superficial y sub-superficial de la bahía de La Concha a partir de la integración de datos registrados con dos técnicas geofísicas.

Se estima que el volumen total de material no consolidado para toda la bahía podría alcanzar más de 9,5 millones de metros cúbicos. En cuanto al volumen de material más fino; esto es, el volumen de arenas finas que se localiza por encima del depósito de gravas y cantos, alcanzaría los 2,5 millones de metros cúbicos para toda la bahía.

Por otro lado, en la zona sumergida de la zona de Ondarreta, se ha identificado un depósito de gravas por encima de los depósitos de arena fina, lo que a juicio de Aranzadi podría corresponder con materiales de origen antrópico que originarios de la zona alta de la playa, una vez alcanzada la orilla siguen su desplazamiento hacia el interior de la Bahía.

La Figura 107 muestra un esquema de la capa más superficial de un corte transversal de la playa de Ondarreta, desde el paseo hasta un punto situado en la zona sumergida entre la playa y la isla, a unos 150 m de la orilla. En este perfil se muestra el techo del estrato de gravas situado sobre la roca sana de forma homogénea y que en esta zona alcanza espesores de más de 10 m. Se aprecia cómo, durante la campaña de campo llevada a cabo, el sustrato arenoso del intermareal cubría las gravas en el frente de playa con espesores inferiores a 1 m.

Durante la campaña se realizaron unos transectos con el perfilador en la zona baja del frente de playa observándose que las gravas que se encontraban en superficie en la zona sumergida (pie del frente de playa) y que se aprecian en la batimetría, tenían una potencia de en torno a 1 m. Bajo ésta capa de gravas se encuentra material arenoso, y más abajo el techo del estrato de gravas detectado en la sismica de reflexión. Hay que decir además que en toda la zona sumergida del frente de playa, de forma habitual, afloran gravas (ver fotografía aérea). Una explicación esquemática a esta disposición es la que se muestra en la Figura 107 y que se puede entender como el resultado de un proceso en el que al aflorar el estrato de gravas en la zona intermareal (entre los 0 y 3 m), éstas son trabajadas por el oleaje hacia arriba y hacia abajo cayendo por el talud y mezclándose con el perfil de arena subyacente. Algo similar ocurre en la zona emergida del arenal y explicaría las bolsas de gravas que aparecen de forma intermitente en la zona de arena seca.

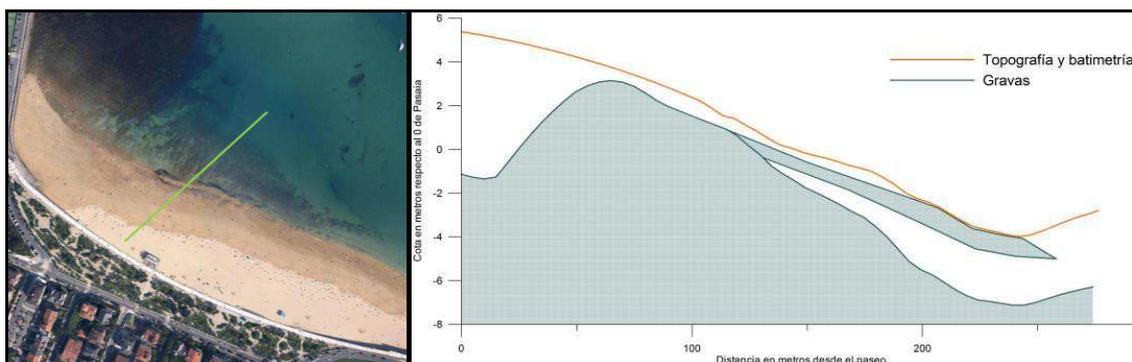


Figura 107. Izquierda: imagen aérea de la zona de Ondarreta extraída de Google Earth; derecha: representación de un perfil tipo en la que se representa la superficie del fondo y el techo de gravas. Este perfil tipo, representa el afloramiento de material de gravas y piedras que se observa en la zona submareal somera (cota - 2 m) y que puede identificarse en la imagen aérea adyacente.

En definitiva, el diagnóstico de Aranzadi coincide con la representación de este perfil tipo realizado por AZTI (Figura 107), porque considera que el antiguo campo de maniobras todavía se está desmoronando dentro de un proceso perpetuo de renovación de la arena, que culminará acercando finalmente la totalidad de los cascotes sepultados desde la zona alta hasta la orilla, para luego ser arrastrados por el oleaje hacia el interior de la Bahía.

**En el Proyecto de Reforma y Ampliación de la playa de Ondarreta (Machimbarrena, 1925),** la cimentación de los nuevos muros de costa del paseo de

los jardines de Ondarreta requería la ejecución de las excavaciones necesarias a los perfiles 60% de talud, que posteriormente pasarían a talud.

El foso abierto (desde cota +5,5 m hasta -1 m) para acceder al subsuelo de la zona a cimentar (cercana a la cota 0 m), con posterioridad se rellenó con arenas de la propia playa y por eso se percibe una franja longitudinal paralela al paseo en la que no se detectan gravas en superficie. El material de relleno extraído (cascotes o gravas), se depositó en una franja longitudinal en paralelo a la excavación hacia el mar, lo que a juicio de Aranzadi explica la forma anómala del perfil tipo representado en la Figura 107.

### **Estudio en modelo físico 3D de fondo móvil del proyecto de mejora de la playa de Ondarreta (Donostia/San Sebastián), CEDEX (2014):**

El trabajo fue solicitado en enero de 2014 con objeto de comprobar los efectos del “Proyecto de mejora de la estabilidad de la playa de Ondarreta (REF.: 20-0178)”, elaborado por la DGSCM en diciembre de 2013 con objeto de habilitar la playa para su uso en condiciones de seguridad y comodidad.

Este proyecto tiene por objeto evitar la aparición de piedras y otros escombros antropogénicos (cascotes y otros fragmentos de ladrillo y mampostería) que se produce en verano a lo largo de toda la playa.

En estos rasgos, destaca por su incomodidad la frecuente aparición en la zona intermareal de material grueso procedente de la meteorización de los bajos rocosos y de los escombros de la demolición de las distintas obras que fueron ocupando la playa entre los siglos XIX y XX.

En general, este material suele aparecer en verano y cubrirse en invierno, debido a la variación estacional del perfil de la playa. En efecto, durante el periodo estival la arena situada en la zona intermareal se acumula en la berma, formando un perfil de playa más reflejante, dejando al descubierto estos cascotes y escombros, tan molestos para el disfrute de la playa. En la Figura 57 se demuestra un esquema de la variación de un perfil de la playa de Ondarreta entre octubre de 2013 (situación después del verano) y

marzo de 2014 (situación después del invierno), en la que se ha representado también una hipotética acumulación de material grueso en el relleno de la playa, que queda al descubierto cuando la playa se encuentre en condiciones más reflejantes.

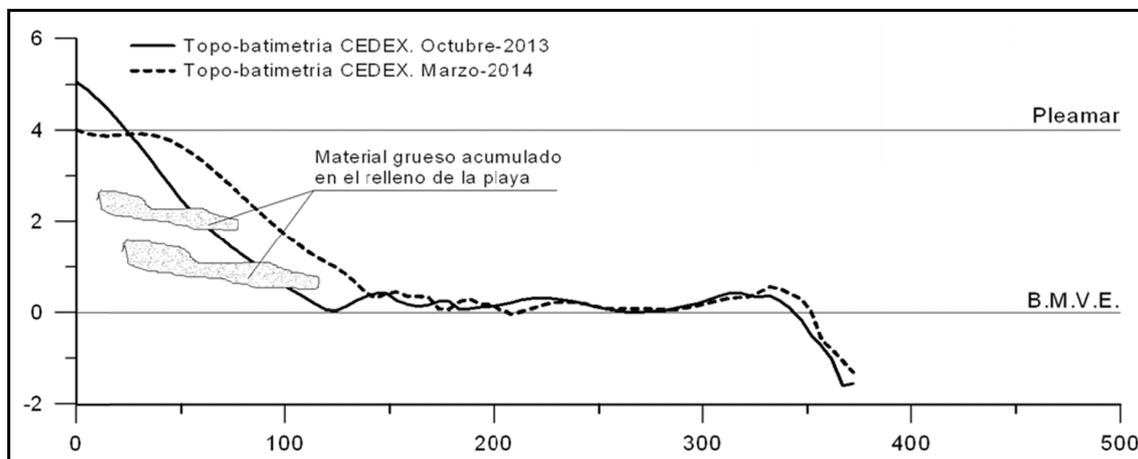


Figura 57. Variación de un perfil central de la playa de Ondarreta entre octubre del 2013 y marzo del 2014, posible explicación de la aparición de material grueso (CEDEX, 2014).

A juicio de Aranzadi, esta figura realizada por el CEDEX (2014) es una acertada representación esquemática que refleja la situación real de la playa de Ondarreta, con unas acumulaciones de material antrópico que se desplaza de la zona alta a la orilla, dentro del proceso de desmoronamiento del antiguo campo de maniobras.

Los resultados de dichos estudios independientes confirman el diagnóstico de la situación con suelos alterados por antiguas actividades de origen antrópico de la playa de Ondarreta, realizado por Aranzadi (Etxezarreta, 2013), y ratifican que la única solución posible y viable para acabar con el problema de las piedras molestas de Ondarreta sería la retirada y/o eliminación de los cascotes que no corresponden con el ecosistema.

## **4. CONCLUSIONES**

#### **4.1. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO**

Tras el análisis de campo de los materiales (Etxezarreta, 2013), se estima que la casi totalidad de la masa de piedras molestas que afloran en el arenal de Ondarreta tienen un origen antrópico, y que en realidad se tratan de escombros generados por actividades humanas realizadas en el entorno sobre todo en los últimos 140 años. El resto, una ínfima fracción residual se podría corresponder con pequeñas piedras desprendidas y proyectadas de manera natural por la erosión del oleaje sobre los acantilados, las rocas sumergidas y la rasa intermareal.

Aproximadamente el 90-95% de los escombros son consecuencia de una actividad concreta; el campo de maniobras para la instrucción del ejército que se instaló en Ondarreta. El 5-10% de las agresiones restantes es de origen diverso, como los intentos de construcción del dique semisumergido “El Pasillo” en la entrada oeste de la Bahía (1821-1917), la cantera de Arbizketa o Arrobi que ocupaba toda la ladera bajo Torre Satrustegi (<1569-1887), la cantera de Arroka-Aundi en lo que hoy es la plaza del Funicular (1881), el colector de la regata Konporta “La Alcantarilla” (1915), el paseo de los jardines y paseo del Tenis (1925)..., incluso una vía férrea estrecha (0,8 m) atravesaba el arenal para trasladar materiales primero hasta la fábrica de botellas de Brunet, para elevar un poco el nivel de la parcela (1876), y más tarde hasta la c/ Matia, y en épocas más recientes los cascotes sobrantes de la demolición de la plataforma ilegal de la cafetería de Ondarreta (1994), derrumbe de la rampa del Tenis (2009), piedras sin cribar del aparcamiento de la plaza de Cervantes (2010), y cascotes por desperfectos del muro (2013) y del pretil (2014) del Tenis.

En las medidas que recomienda la *Sociedad de Ciencias Aranzadi*, se parte de la premisa de que los escombros son residuos pétreos (cascotes) que hay que retirar para recuperar el equilibrio y la dinámica natural de la playa, sin alterar artificialmente el equilibrio natural de la playa como hasta ahora (2012-2015), realizando movimientos de arena anuales, para tapar los residuos y retrasar su afloramiento en superficie.

## **4.2. MEDIDAS CORRECTORAS Y PROPUESTA DE ACTUACION**

La aparición de piedras molestas en la playa de Ondarreta es un fenómeno cíclico, principalmente estival, con reaparición periódica anual en las últimas décadas. Esta situación está generando incomodidades e incluso problemas de salud por lesiones a los usuarios de la playa, que en masa se desplazan al extremo oriental para bañarse, y está causando un perjuicio al turismo al rebajar la calidad medio ambiental de la playa de Ondarreta. Por el contrario, la rasa mareal o formación geológica denominada flysch de Ondarreta, con sus acantilados y rocas naturales asociadas, es un fenómeno geológico singular de la Bahía de La Concha a conservar (Lugar de Interés Geológico “LIG 89” y dotado de “Especial Protección Estricta” en el Plan Territorial Sectorial de Protección y Ordenación del Litoral Vasco) que suma un atractivo más a esta playa.

Los resultados del estudio sobre el origen de las piedras molestas son concluyentes, se considera que la práctica totalidad de las piedras son en realidad antiguos escombros. La alternativa ideal para eliminar la totalidad de los escombros y solucionar para siempre el problema, implicaría movilizar unos 146.000 m<sup>3</sup> de materiales (arena y piedras), para mediante cribado extraer y retirar todas las piedras a la escombrera o reciclarlas en la construcción, pero su elevado coste sería complicado de asimilar en la actualidad para las administraciones implicadas. Además, para su ejecución requeriría la elaboración de un estudio previo con declaración de impacto ambiental.

La **Propuesta de Actuación**, respetuosa con el medio ambiente y ajustada a los recursos económicos actuales, propone la **retirada paulatina y repetida en el tiempo, mecánica o manual, de todas las piedras molestas que afloren integrada en el propio servicio de mantenimiento de la playa, a diario tanto en invierno como en verano, cuando el nivel de la marea lo permita.**

De ningún modo se pretende que se retiren la totalidad de los cascotes, exclusivamente aquellos que sean de origen antrópico y que generen molestias, por su alto coste, y porque algunos ya han sido arrastrados por las corrientes y están sumergidos de manera permanente, por lo que su eliminación resulta complicada.

La solución definitiva para acabar con la aparición de cascotes pasa por retirar todos los escombros que afloren, desde la cota inferior de -0,5 m hasta la cota superior de +5 m en la playa intermareal y supramareal, y hasta la cota inferior -2 m en la playa submareal (Figura 107), respetando en todo caso las rocas de la rasa intermareal o *flysch* de Ondarreta. Entre estas cotas se encontrarían los horizontes de suelos alterados, con materiales de origen antrópico que no corresponden al sustrato natural de bolos y gravas detectadas a mayor profundidad. El material únicamente debería ser retirado en caso de que aparezca en superficie, o que sea previsible que vaya a aflorar en un breve espacio de tiempo con la dinámica natural de la arena.

En el mercado existe maquinaria agrícola, las despedregadoras (Figura 108), aperos acoplables a los tractores del servicio de limpieza de playas que podrían facilitar dicha labor superficial de cribado. La tarea habría que prolongarla de manera intensiva durante un período inicial de 3-5 años, para asegurar la retirada de la mayor parte de los escombros que afloran.

Con una despedregadora adecuada y con un solo operario, se podrían recoger un gran volumen de piedras (hasta 200 m<sup>3</sup>/día), cuya tolva se volcaría directamente al camión o a un contenedor ubicado fuera de la playa. Se retirarían todos los cascotes entre 2 y 100 cm de diámetro hasta una profundidad de 40 cm, por lo que incluso se podría adelantar su afloramiento y retirar los cascotes antes de que se produzca su aparición masiva en superficie.

Una vez realizada esta limpia se debería reperfilear la playa por empuje de la arena mediante máquinas topadoras (bulldozers), **asemejando un perfil natural suave y de carácter disipativo**, con suave pendiente continua desde la cota +5 m cercana al paseo (cota +6 m) hasta el límite inferior de la orilla con marea equinoccial de 0.00 m. Se pretende que la playa anterior u orilla con influencia intermareal de Ondarreta tenga una inclinación relativamente más suave, una pendiente de menos de tres grados, para que la ola cuando rompa forme una "**rompiente en derrame**", para que la rompiente de la ola, desde donde revienta la ola hasta el punto máximo que alcanza en la playa (donde muere finalmente la ola), tenga una franja con una anchura mayor que disipe la energía y en verano erosione menos la orilla de Ondarreta, con un efecto similar al tipo de rompiente que se produce en la playa de La Concha.

Con esta acción de remover horizontes profundos es probable que aparecieran nuevas piedras (cascotes), que permanecen sepultadas en la zona alta de la playa bajo la capa superior de la arena, y que por supuesto también convendría retirar. Tras eliminar las piedras que afloren en la playa, habría que permitir que la dinámica natural de la playa siguiera su curso. El objetivo principal de la restauración sería restablecer los procesos y funciones ecológicas de la playa de Ondarreta, de tal manera que permitan el mantenimiento de un ecosistema autosuficiente integrado en el territorio.



Figura 108. Despedregadora adecuada para la limpieza de cascotes de las playas.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco al geólogo Dr. Eneko Iriarte Avilés del Departamento Ciencias Históricas y Geografía de la Universidad de Burgos por sus revisiones y consejos, y al profesor Dr. Alejandro Cearreta Bilbao del Departamento de Estratigrafía y Paleontología de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la UPV/EHU su revisión crítica del manuscrito.

También quiero agradecer a todas aquellas personas e instituciones que me han ayudado y motivado en la realización de este estudio, por las aportaciones, datos, sugerencias, ideas, etc.

A Ana Juaristi del Servicio de Calidad Medioambiental y Sostenibilidad, y Ion Landa, Juan Ortiz De Zarate y Carlos Sánchez del Servicio de Mantenimiento y Servicios Urbanos del Ayuntamiento de Donostia-San Sebastián, Cristina Maíllo y Teresa Ruiz del Servicio Provincial de Costas en Gipuzkoa, Carlos Olaetxea del Departamento de Cultura, Juventud y Deporte de la Diputación Foral de Gipuzkoa, Francisco José Conde del Departamento de Documentación del San Telmo Museoa, José Luis Taules del Donostiako Udal Artxiboa, Adolfo Uriarte y Raúl Castro de Azti Tecnalía, Juan Mari Beldarrain de Eguzki, Juantxo Agirre, Tito Agirre, Mikel Balerdi, Manu Ceberio, Eider Conde, Juantxo Egaña, Francisco Etxeberria, Fermín Leizaola, Anais Rodriguez, Marko Sierra y Rafael Zubiria de Aranzadi Zientzia Elkartea, Pedro García de Ondarreta S.L., Manuel Goicoechea de Antiguo Berri S.L., Jesús Manuel Pérez Centeno de Zehazten Zerbitzu Kulturalak S.L., José María Elósegui, Miguel Amiano, Angel Goenaga, Hermenegildo Otero y Goñi, Ricardo Martín, Gregorio González Galarza, Pascual Marín (Marín Funtsa), Didier Petit de Meurville, Vicente Tofiño de San Miguel, Juan Comba, Juan Chicoy Arreceigor, Ricardo Sanz Cortiella, Societé Lumière (Lyon), Archivo Kutxa Fototeka, Biblioteca de Koldo Mitxelena Kulturunea, álbum SIGLO XIX de la Diputación Foral de Gipuzkoa, Cartoteca Histórica del Servicio Geográfico del Ejército, Galería de la Biblioteca Nacional de España, Untzi Museoa-Museo Naval de Donostia-San Sebastián, [www.revistasansebastian.com](http://www.revistasansebastian.com) y Fondo Araxes de Aranzadi Zientzia Elkartea.

A mi ama Marina y a mi esposa Izaskun Berakoetxea, por la atención que prestaron a nuestras hijas durante la redacción de este informe y su comprensión. A mi hermana Marina que siempre me apoyó con todos los medios disponibles.

Con un emotivo recuerdo a mi aita Juan, quien me desveló las claves para interpretar el origen antrópico de las piedras molestas, dedico este estudio a mis hijas Irene y Maitane, para que disfruten de un arenal en condiciones cuando el Ayuntamiento de Donostia-San Sebastián y el Servicio Provincial de Costas en Gipuzkoa se rindan a las evidencias y se decidan por fin a retirar los escombros de la playa de Ondarreta.

## **BIBLIOGRAFIA**

ALBERDI, X. & PÉREZ, J.M. 2005. *Memoria arqueológica. Nasa de Ondarreta. (Donostia-San Sebastián). ONA-05*. Donostia-San Sebastián: Sociedad de Ciencias Aranzadi. (inédito). Gipuzkoako Foru Aldundiko Arkeologi Artxibategia/Archivo Arqueológico de la Diputación Foral de Gipuzkoa.

ALTUNA, A. 1982. *Sistemática y ecología del intermareal de Ondarreta (San Sebastián)* Tesis de licenciatura. Universidad de Navarra. 464 pp.

ÁLVAREZ ENPARANTZA, J. L. 1992. *Antigua 1900*. Argitalpen eta Publikapenen Gipuzkoar Erakundea. Gipuzkoa Donostia Kutxaren Kultur Ekintza. Kutxa Fundazio Sozial eta Kulturala. Donostia, 1992.

AZTI. 2015a. *Evolución de la playa de Ondarreta entre abril de 2014 y abril de 2015*. Autores: Pedro Liria, Irati Epelde Pagola y Adolfo Uriarte. Informe técnico para el Ayuntamiento de Donostia-San Sebastián. Concejalía de Infraestructuras y Servicios Urbanos. Pasaia, 20 de mayo de 2015.

AZTI. 2015b. Estudio morfo-sedimentario y geofísico de la bahía de La Concha de San Sebastián. Autores: Pedro Liria, J. Germán Rodríguez, Jon Berregi, Luis Cuesta, Miguel Santesteban, Carlos Erauskin, Maite Cuesta, Ekaitz Erauskin, Goretti García e Iker Urtizbera. Informe técnico para el Ayuntamiento de Donostia-San Sebastián. Pasaia, 9 de julio de 2015.

BARRIOS, A. 1985. Estudio de los suelos de la llanura aluvial del río Oria (1983-1985). Instituto Geográfico Vasco (Ingeba).

(<http://www.ingeba.org/ikerketa/suelos/suelo42.htm>)

BARRUSO, P. 2010. *San Sebastián en los siglos XIX y XX. Geografía e historia de Donostia-San Sebastián*. Instituto Geográfico Vasco (Ingeba). Edición electrónica: octubre 2010. Donostia-San Sebastián. 2010.

(<http://www.ingeba.org/liburua/donostia/46contem/46contem.htm>)

BORJA, A. & COLLINS, M. (Eds.). 2004. *Oceanography and Marine Environment of the Basque Country*. Elsevier *Oceanographic Series*. Amsterdam.

CEDEX. 2001. Estudio evolutivo y situación actual de las playas de La Concha y Ondarreta de San Sebastián (Guipúzcoa). Autores: José Manuel de la Peña Olivas y Francisco Javier Sánchez Palomar. Centro de Estudios de Puertos y Costas del CEDEX (clave nº: 22-401-5-102, para la Dirección General de Costas).

CEDEX. 2010. *Seguimiento de las playas de La Concha y de Ondarreta (San Sebastián) 1994-2009*. Centro de Estudios de Puertos y Costas. Informe Técnico para el Ministerio de Medio Ambiente y Rural y Marino. Secretaría General del Mar. Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar. Madrid, 2010.

CEDEX. 2012a. *Seguimiento de las playas de La Concha y de Ondarreta (San Sebastián) octubre 2010-2011*. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas. Informe Técnico para el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Secretaría de Estado de Medio Ambiente. Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar. Madrid, marzo de 2012.

CEDEX. 2012b. *Estudio de la dinámica litoral, defensa y propuesta de mejora en las playas con problemas: Estudio del comportamiento y mejora de la playa de Ondarreta (San Sebastián)*. Informe Técnico para el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Secretaría de Estado de Medio Ambiente. Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar. Madrid, noviembre de 2012.

CEDEX. 2013. *Seguimiento de las playas de La Concha y de Ondarreta (San Sebastián) octubre 2010-2011*. Centro de Estudios de Puertos y Costas. Informe Técnico para el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Secretaría de Estado de Medio Ambiente. Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar. Madrid, diciembre de 2013.

CEDEX. 2014. *Estudio en modelo físico 3D de fondo móvil del proyecto de mejora de la playa de Ondarreta (Donostia/San Sebastián)*. Informe Final. Tomo Único. Centro de Estudios de Puertos y Costas. Informe Técnico para el Ministerio de Agricultura,

Alimentación y Medio Ambiente. Secretaría de Estado de Medio Ambiente. Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar. Madrid, octubre de 2014.

C.G.S. 1991. *Geomorfología y Edafología de Gipuzkoa*. Diputación Foral de Gipuzkoa (Ed.). Dpto. de Urbanismo, Arquitectura y Medio Ambiente, Donostia.

DONOSTIAKO UDAL ARTXIBOA (DUA). 1871-1875. Expediente: Relativo al acondicionamiento de un campo permanente de maniobras en los arenales del Antiguo y la construcción de un muro de contención de mareas. Autor del proyecto: Nemesio Barrio (1872). Nota: Contiene 2 planos. Tema: Relaciones con las autoridades militares – Campos y terrenos militares. Sección E. Negociado 5. Serie VII, Nº Libro. 2154. Expediente. 3.

DONOSTIAKO UDAL ARTXIBOA (DUA). 1872-1884. Expediente: Relativo al campo permanente de instrucción del Antiguo: necesidad de su establecimiento y acondicionamiento, recepción definitivo de las obras, daños causados por los temporales, permuta de terrenos, etc. Nota: Contiene 2 planos. Tema: Relaciones con las autoridades militares – Campos y terrenos militares. Sección E. Negociado 5. Serie VII, Nº Libro. 2154. Expediente. 5.

DONOSTIAKO UDAL ARTXIBOA (DUA). 1924-1927. Expediente: Relativo a reformas en Ondarreta: ejecución de jardines en el antiguo campo de maniobras, ampliación de la playa y desviación de la carretera general para unirla con la avenida de Eustasio Amilibia (posteriormente Av/ Zumalakarregi). Autor del proyecto: Juan Machimbarrena (1925). Nota: Contiene 5 planos y 1 croquis. Tema: Ensanches de la Ciudad – Barrio del Antiguo. Sección D. Negociado 3. Serie VIII, Nº Libro. 1799. Expediente. 3.

DONOSTIAKO UDAL ARTXIBOA (DUA). 1947-1949. Expediente: Documentación referente al derribo de la cárcel de Ondarreta. Nota: Contiene 1 plano. Tema: Cárceles. Signatura: 3285/3. Código: D/10/3.

EDES, J.M. 2010. *Geología y geomorfología. Geografía e historia de Donostia-San Sebastián*. Instituto Geográfico Vasco (Ingeba). Edición electrónica: octubre 2010. Donostia-San Sebastián. 2010.

<http://www.ingeba.org/liburua/donostia/3g fisica/32geolo.htm>

EGAÑA, I. 2012. *Ondarreta la cárcel del salitre*. Sociedad de Ciencias Aranzadi. Ayuntamiento de San Sebastián. Donostia, 2012.

ESGEMAR. 2015. *Estudio geofísico marino mediante sísmica de reflexión de alta resolución en la bahía de La Concha, Donostia*. Informe técnico para el Ayuntamiento de San Sebastián. Málaga, abril de 2015.

ETXEZARRETA, J. 2013. *Origen de las piedras molestas y propuesta de restauración natural de la playa de Ondarreta*. Informe de la Sociedad de Ciencias Aranzadi. Donostia, abril de 2013.

([http://www.aranzadi-zientziak.org/wp-content/uploads/2013/04/ONDARRETA-INFORME-2013Definitivo\\_Web-96-ppp2.pdf](http://www.aranzadi-zientziak.org/wp-content/uploads/2013/04/ONDARRETA-INFORME-2013Definitivo_Web-96-ppp2.pdf))

GYSSSELS, P. & URIARTE, A. 2005. *Labores de seguimiento y consultoría para el proyecto de acondicionamiento de la playa de Ondarreta en Donostia*. AZTI Tecnalia para Ayuntamiento de Donostia-San Sebastián. Pasaia, 2005.

GÓMEZ PIÑEIRO, J. & SÁEZ GARCÍA. 2010. *Geografía e historia de Donostia-San Sebastián*. Instituto Geográfico Vasco (Ingeba). Edición electrónica: octubre 2010. Donostia-San Sebastián. 2010. (<http://www.ingeba.org/liburua/donostia/index.htm>)

IBAÑEZ, M. 1985. *Oceanografía del Golfo de Vizcaya (en especial referida a la Costa Vasca)*. Eusko Ikaskuntza. Cuadernos de Sección. Historia-Geografía, Nº 5; pp. 177-222.

INTECSA-INARSA. 2013. *Proyecto de mejora de la estabilidad de la playa de Ondarreta*. Ref.: 20-0178. Tomo I de I. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Secretaría de Estado de Medio Ambiente. Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar. Diciembre 2013.

IZAGUIRRE, R. 1933. *Apuntes de historia donostiarra. Estudios acerca de la bahía de San Sebastián (Transformaciones, reformas y proyectos)*. Publicaciones de la Sociedad Oceanográfica de Guipúzcoa. Editorial Vasconia. Pasajes de San Pedro, 1933.

LEORRI, E.; CEARRETA, A. & MILNE, G. 2012. Field observations and modelling of Holocene sea-level changes in the southern Bay of Biscay: implication for understanding current rates of relative sea-level change and vertical land motion along the Atlantic coast of SW Europe. *Quaternary Science Reviews*, 42, 59-73.

MAILLO, C. 2011. *Informe sobre la aparición de piedras en la playa de Ondarreta. T. M. Donostia-San Sebastián*. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Servicio Provincial de Costas en Gipuzkoa. Donostia-San Sebastián, 11 de noviembre de 2011.

MUGICA, S. 1918. *Minas. Geografía de Guipúzcoa (vol. 5). Geografía General del País Vasco-navarro (Autor: Francesc Carreras i Candi). (1915-1921)*. Editorial: Alberto Martín. (<http://www.ingebera.org/klasikoa/geografi/mug101/m111132.htm>)

MUÑOZ, F. 2006. *La vida cotidiana en San Sebastián después de la destrucción de la ciudad 1813-1816*. Kutxa Fundazioa. Donostia.

OCSA. 2015. *Reconocimiento Geofísico con sísmica de refracción en la playa de Ondarreta (San Sebastián)*. Autores: Francisco Merchán Álvarez, Manuel Blanco Rodríguez y Daniel Bustillo Cancelas. Informe técnico para el Ayuntamiento de San Sebastián. Madrid, abril de 2015.

PEREZ, F. P. 2004. *Playas del País Vasco*. ADEVE (Cristina Ruiz Urionabarrenetxea). Editor Petronor, 293 pp.

URIARTE, A. (1983): "Frecuencias del viento en Igueldo (San Sebastián) según su dirección y fuerza", *Lurralde*, 6, pp. 81- 92.

URIARTE, A.; GALPARSORO, I.; GONZÁLEZ, M.; GYSSELS, P.; LIRIA, P.; CASTRO, R. & SANTIAGO, Z. 2004. *Estudio de la evolución a corto, medio y largo plazo de la playa de Ondarreta (Donostia-San Sebastián) y diseño óptimo de conservación*. Fundación Azti para Ayuntamiento de Donostia-San Sebastián. Pasaia, 2004.

URIARTE, A. 2011. *Informe de actuaciones en la playa de Ondarreta desde 2004 hasta la fecha*. AZTI Tecnalia para Ayuntamiento de Donostia-San Sebastián, Concejalía de Infraestructuras y Servicios Urbanos. Pasaia, 2011.

## ANEXO I

 <p>           Ermita de la Virgen del Loreto y torre sobre Loretopea desde Ondarreta            Fecha: 19 Centuria            Archivo: Kutxa Fototeka  <a href="http://www.kutxateka.com/index.php/Detail/Object/Show/object_id/177128">http://www.kutxateka.com/index.php/Detail/Object/Show/object_id/177128</a> </p>	 <p>           Vista de la ermita de la Virgen de Loreto y "Loreto-pea", actualmente palacio Miramar y el "Pico del Loro". Al lado de la ermita el "torreón de la antigua", fortificación de la segunda guerra Carlista.            Fecha: 19 Centuria (podría ser alrededor de 1874)            Fotógrafo: Martín Ricardo            Archivo: Kutxa Fototeka  <a href="http://www.kutxateka.com/index.php/Detail/Object/Show/object_id/222">http://www.kutxateka.com/index.php/Detail/Object/Show/object_id/222</a> </p>
 <p>           25 - SAN-SEBASTIAN - Campo de Ondarreta M. D.            San Sebastián: Campo de Ondarreta            Fotógrafo: Marcel Delboy            Fuente: Biblioteca del Koldo Mitxelena Kulturunea  <a href="http://www.guregipuzkoa.net/photo/1080233">http://www.guregipuzkoa.net/photo/1080233</a> </p>	 <p>           Perspectiva de la playa de Ondarreta con el monte Igeldo al fondo            Autor: Gregorio González Galarza            Fecha: Siglo XX (1912)  <a href="http://www.santelmomuseoa.com/index.php?option=com_flexicontent&amp;view=items&amp;id=34&amp;Itemid=52&amp;lang=es">http://www.santelmomuseoa.com/index.php?option=com_flexicontent&amp;view=items&amp;id=34&amp;Itemid=52&amp;lang=es</a> </p>
 <p>           La playa de Ondarreta con el monte Igeldo al fondo            Autor: Gregorio González Galarza            Fecha: Siglo XX (1912-1919)            © de la fotografía Museo San Telmo.  <a href="http://www.santelmomuseoa.com/index.php?option=com_flexicontent&amp;view=items&amp;id=34&amp;Itemid=52&amp;lang=es">http://www.santelmomuseoa.com/index.php?option=com_flexicontent&amp;view=items&amp;id=34&amp;Itemid=52&amp;lang=es</a> </p>	 <p>           Playa de Ondarreta, en donde se ve el edificio que albergó la cárcel, y falda del monte Igeldo.            Autor: Martín Ricardo            Fecha: 1916            Fuente: Biblioteca del Koldo Mitxelena Kulturunea  <a href="http://www.guregipuzkoa.net/photo/1022624">http://www.guregipuzkoa.net/photo/1022624</a> </p>



Playa de Ondarreta  
 Autor: Gregorio González Galarza  
<http://www.el-trastero.eu/caddie/san-sebastian026-p-20656.html>



Vista del monte Igeldo y la playa de Ondarreta con la cárcel al fondo.  
 Playa de Ondarreta, en donde se ve el edificio que alberga la cárcel, y falda del monte Igeldo.  
 Autor: Martín Ricardo  
 Fecha: 1920  
 Fuente: Biblioteca del Koldo Mitxelena Kulturunea  
<http://www.guregipuzkoa.net/photo/1022529>



Vista general de la playa de Ondarreta con dos guardias civiles en primer término  
 Autor: Gregorio González Galarza  
 Fecha: Siglo XX (1921-1928)  
 © de la fotografía Museo San Telmo.  
[http://www.santelmomuseoa.com/index.php?option=com\\_flexicontent&view=items&id=34&Itemid=52&lang=es](http://www.santelmomuseoa.com/index.php?option=com_flexicontent&view=items&id=34&Itemid=52&lang=es)



Perspectiva de la playa de Ondarreta con el monte Igeldo al fondo  
 Autor: Gregorio González Galarza  
 Fecha: Siglo XX (1922-1928)  
 © de la fotografía Museo San Telmo.  
[http://www.santelmomuseoa.com/index.php?option=com\\_flexicontent&view=items&id=34&Itemid=52&lang=es](http://www.santelmomuseoa.com/index.php?option=com_flexicontent&view=items&id=34&Itemid=52&lang=es)



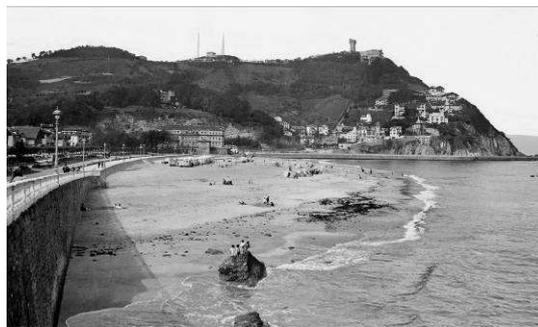
Perspectiva de la playa de Ondarreta con el monte Igeldo al fondo  
 Autor: Gregorio González Galarza  
 Fecha: Siglo XX (1922-1928)  
 © de la fotografía Museo San Telmo.  
[http://www.santelmomuseoa.com/index.php?option=com\\_flexicontent&view=items&id=34&Itemid=52&lang=es](http://www.santelmomuseoa.com/index.php?option=com_flexicontent&view=items&id=34&Itemid=52&lang=es)



San Sebastián: playa de Ondarreta y monte Igeldo  
 Editor: Fototipia de Hauser y Menet  
<http://www.guregipuzkoa.net/photo/1080196>



Vista general de la playa de Ondarreta y monte Igeldo  
 Autor: Gregorio González Galarza  
 Fecha: Siglo XX (1921-1928)  
 © de la fotografía Museo San Telmo.  
[http://www.santelmomuseoa.com/index.php?option=com\\_flexicontent&view=items&id=34&Itemid=52&lang=es](http://www.santelmomuseoa.com/index.php?option=com_flexicontent&view=items&id=34&Itemid=52&lang=es)



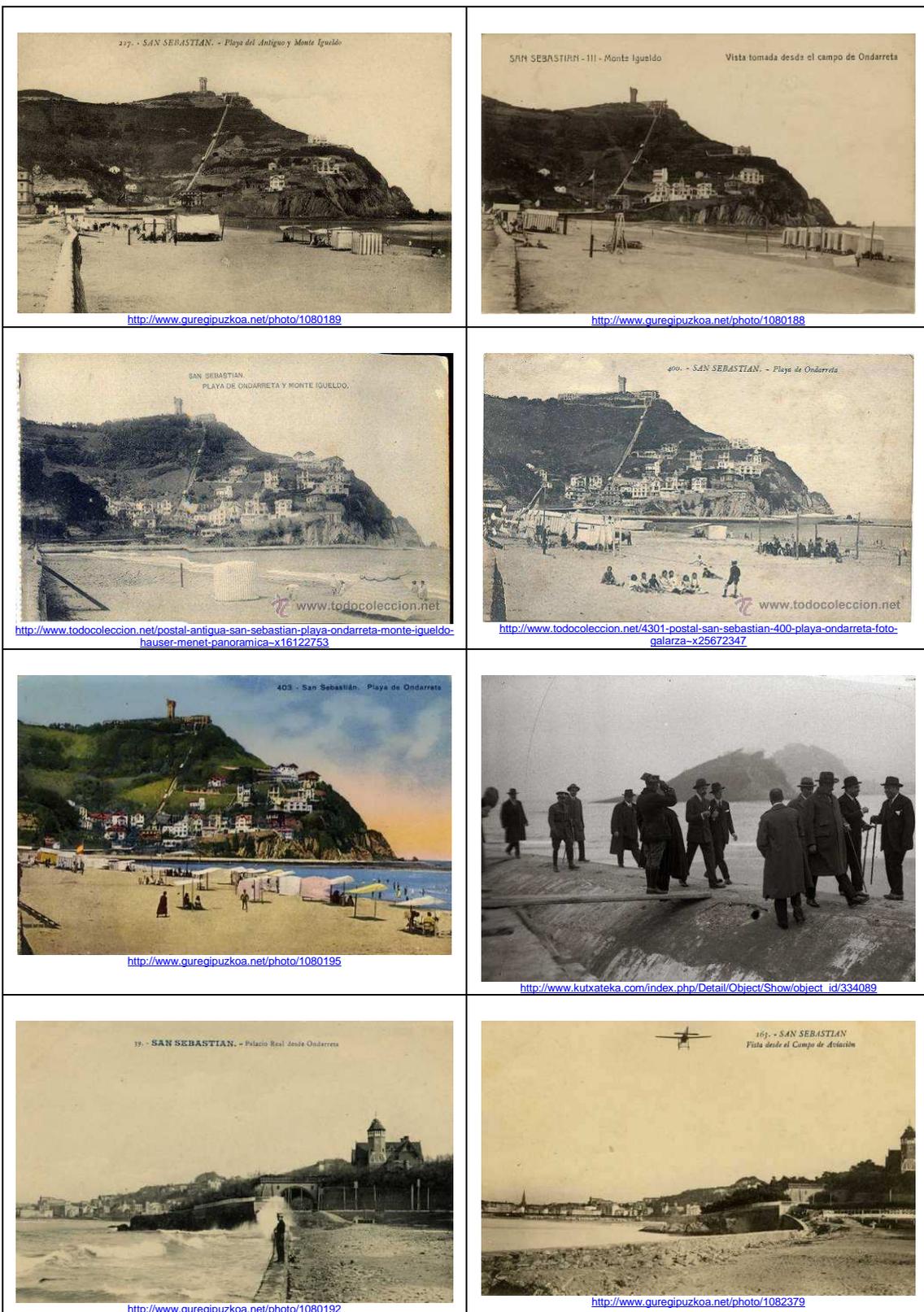
Playa de Ondarreta  
 Autor: Desconocido.  
 Fuente: Biblioteca del Koldo Mitxelena Kulturunea  
<http://www.guregipuzkoa.net/photo/1027780>



San Sebastián : playa de Ondarreta e Igeldo  
 Autor: Desconocido.  
 Fuente: Biblioteca del Koldo Mitxelena Kulturunea  
<http://www.guregipuzkoa.net/photo/1080217>



Playa de Ondarreta y monte Igeldo  
 Autor: Pascual Marín  
 Archivo: Kutxa Fototeka  
[http://www.kutxateka.com/index.php/Detail/Object/Show/object\\_id/630](http://www.kutxateka.com/index.php/Detail/Object/Show/object_id/630)





[http://www.kutxateka.com/index.php/Detail/Object/Show/object\\_id/78498](http://www.kutxateka.com/index.php/Detail/Object/Show/object_id/78498)



<http://www.guregipuzkoa.net/photo/1081018>



<http://www.guregipuzkoa.net/photo/1027814>



<http://www.guregipuzkoa.net/photo/1022625>



[http://www.kutxateka.com/index.php/Detail/Object/Show/object\\_id/47431](http://www.kutxateka.com/index.php/Detail/Object/Show/object_id/47431)



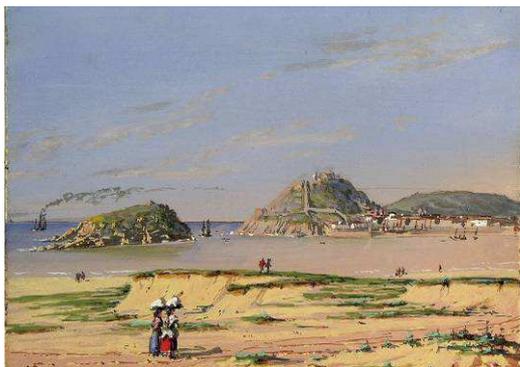
[http://www.kutxateka.com/index.php/Detail/Object/Show/object\\_id/47433](http://www.kutxateka.com/index.php/Detail/Object/Show/object_id/47433)



[http://www.kutxateka.com/index.php/Detail/Object/Show/object\\_id/47434](http://www.kutxateka.com/index.php/Detail/Object/Show/object_id/47434)



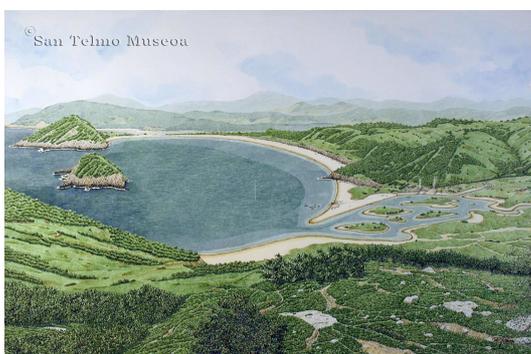
<http://www.guregipuzkoa.net/photo/1080845>



<http://www.albumsiglo19mendea.net/cas/fichadescriptiva.php?foto=002956&codigo=2956&pag=5&texto=Paisaie%20natural-Playas>



<http://www.albumsiglo19mendea.net/cas/fichadescriptiva.php?foto=002891&codigo=2891&pag=2&texto=Paisaie%20natural-Playas>



<http://www.santelmomuseoa.com/uploads/Colecciones/Ciudad-en-la-coleccion/muralla-urgull-1g.jpg>



[http://media.guregipuzkoa.net/photo/1080210/1080210\\_o.jpg](http://media.guregipuzkoa.net/photo/1080210/1080210_o.jpg)



<http://www.santelmomuseoa.com/200urtekoheria/es/>



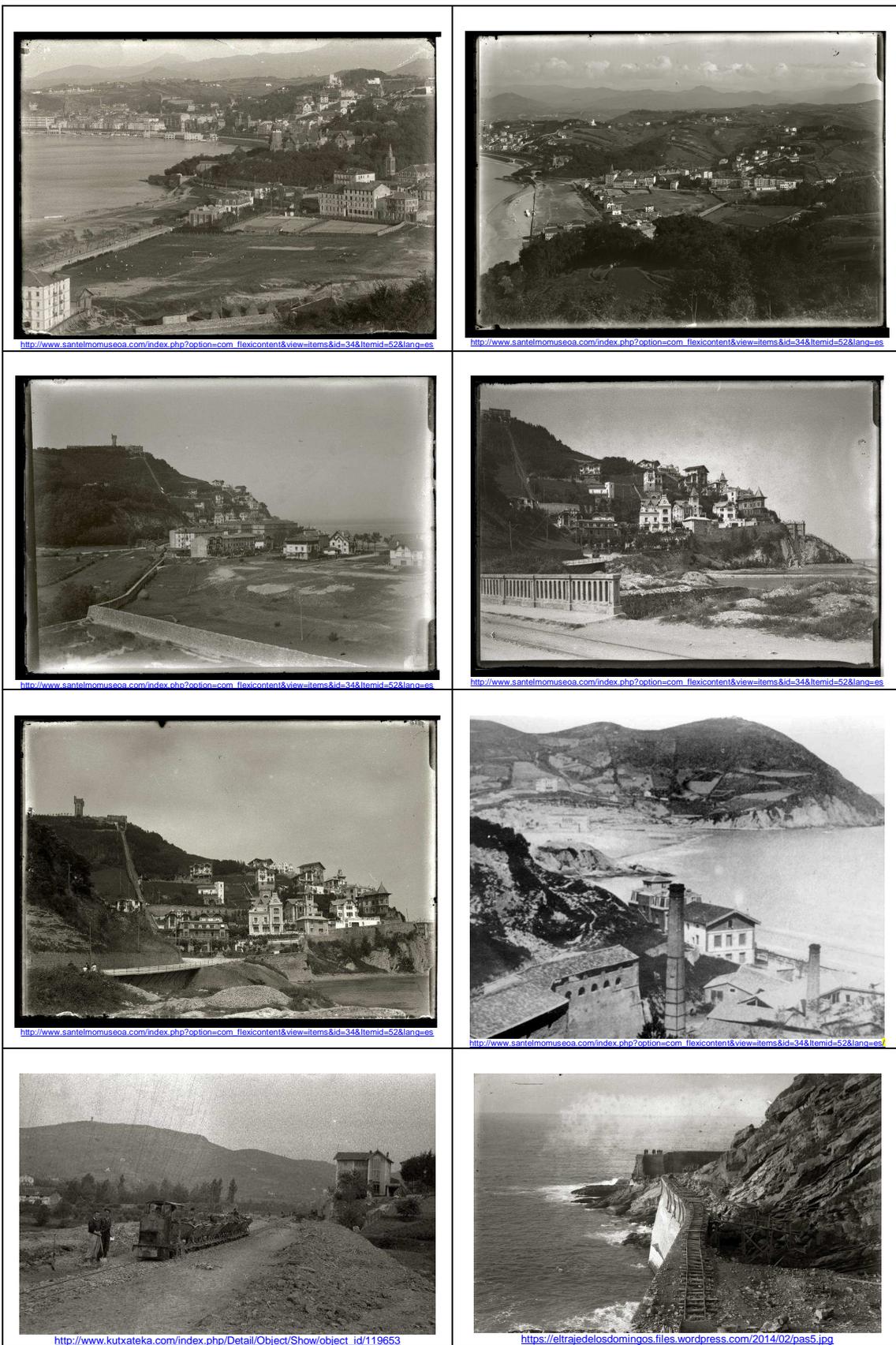
<http://www.santelmomuseoa.com/200urtekoheria/es/>

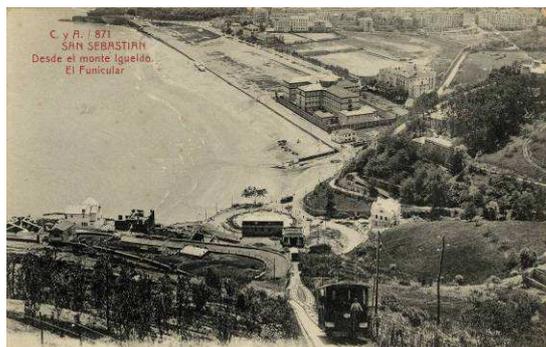


<http://www.guregipuzkoa.net/photo/1080259>



<http://www.guregipuzkoa.net/photo/1082332>

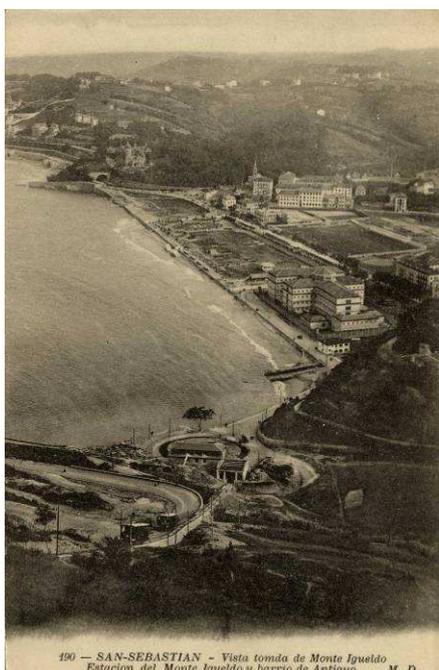




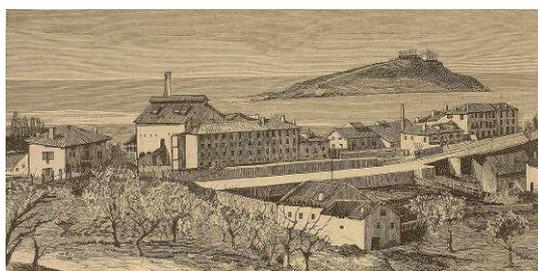
C. y R. 1871  
 SAN SEBASTIAN  
 Desde el monte Igueldo.  
 El Funicular.  
[http://www.donostia.org/info/ciudadano/galeria\\_2013.nsf/fwFoto?ReadForm&idAlbum=MSBA-8YWA2U&idSubAlbum=&idElemento=MSBA-8ZYHAL&orden=36&idioma=cas&id=A397745](http://www.donostia.org/info/ciudadano/galeria_2013.nsf/fwFoto?ReadForm&idAlbum=MSBA-8YWA2U&idSubAlbum=&idElemento=MSBA-8ZYHAL&orden=36&idioma=cas&id=A397745)



SAN SEBASTIAN - 24 - Barrio del Antiguo. Ascensión del Funicular al Monte Igueldo  
<http://www.guregipuzkoa.net/photo/1082327>



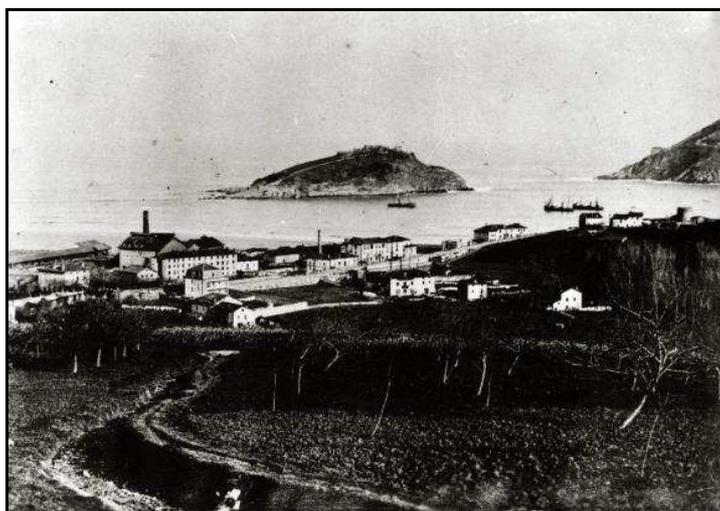
190 — SAN-SEBASTIAN - Vista tomada de Monte Igueldo  
 Estacion del Monte Igueldo y barrio de Antiguo. M. D.  
<http://www.guregipuzkoa.net/photo/1082354>



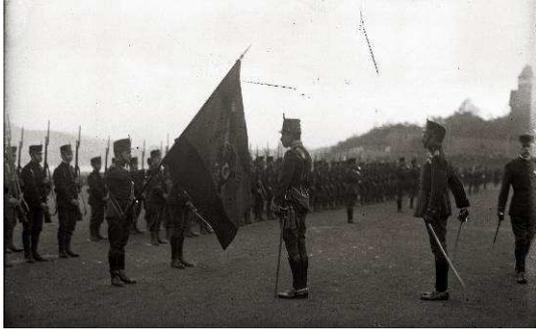
[http://www.albumsiglo19mendea.net/cas/lugaresfichadescriptiva.php?foto=001471&codigo=1471&pag=1&texto=Antiquo%20\(Donostia\)%20-%20Gipuzkoa](http://www.albumsiglo19mendea.net/cas/lugaresfichadescriptiva.php?foto=001471&codigo=1471&pag=1&texto=Antiquo%20(Donostia)%20-%20Gipuzkoa)



[http://www.kutxateka.com/index.php/Detail/Object/Show/object\\_id/2819](http://www.kutxateka.com/index.php/Detail/Object/Show/object_id/2819)



[http://www.kutxateka.com/index.php/Detail/Object/Show/object\\_id/223](http://www.kutxateka.com/index.php/Detail/Object/Show/object_id/223)



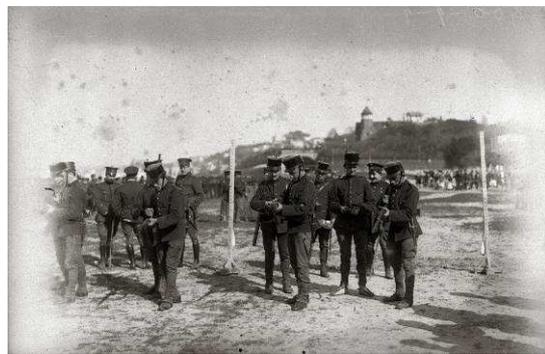
<http://www.guregipuzkoa.net/photo/1022393?lang=es>



<http://www.guregipuzkoa.net/photo/1022335?lang=es>



<http://www.guregipuzkoa.net/photo/1081578>



<http://www.guregipuzkoa.net/photo/1022729>



<http://www.guregipuzkoa.net/photo/1081023?lang=es>



<http://www.guregipuzkoa.net/photo/1022713?lang=es>



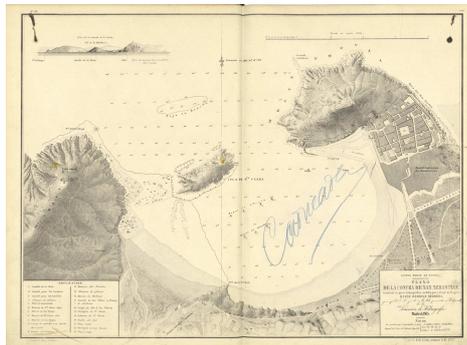
[http://www.kutzateka.com/index.php/Detail/Object/Show/object\\_id/106059](http://www.kutzateka.com/index.php/Detail/Object/Show/object_id/106059)



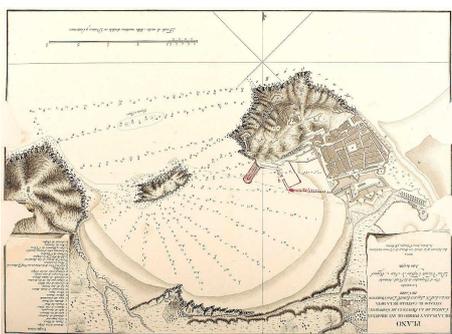
[http://www.kutzateka.com/index.php/Detail/Object/Show/object\\_id/106061](http://www.kutzateka.com/index.php/Detail/Object/Show/object_id/106061)



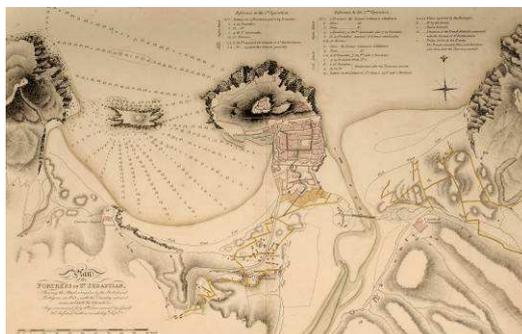
<http://bertan.gipuzkoakultura.net/18/es/10.php>



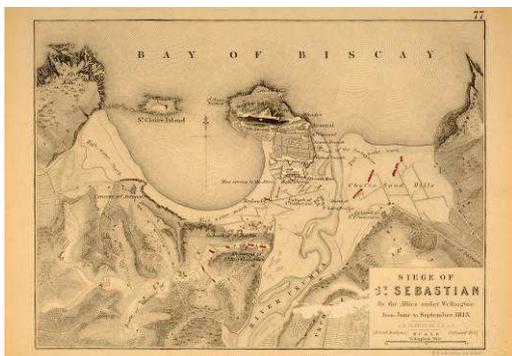
<http://www.albumsiglo19mendea.net/cas/fichadescriptiva.php?foto=002891&codigo=2891&pag=2&texto=Paisaje%20natural-Playas>



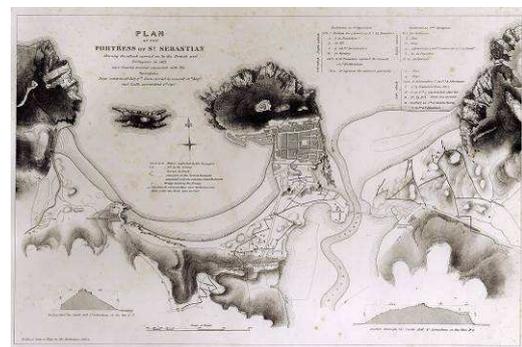
<http://www.albumsiglo19mendea.net/cas/lugaresfichadescriptiva.php?foto=003816&codigo=3816&pag=32&texto=Donostia-S.Sebastian%20-%20Gipuzkoa>



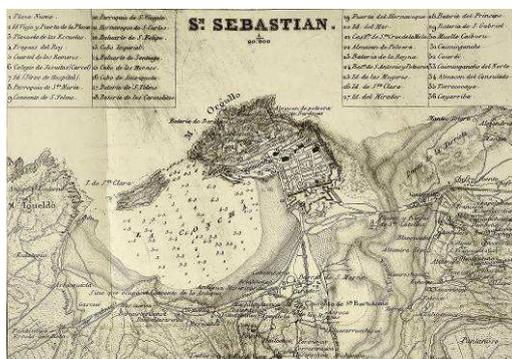
<http://www.albumsiglo19mendea.net/cas/fichadescriptiva.php?foto=003762&codigo=3762&pag=2&texto=Paisaje%20natural-Arenales>



<http://www.albumsiglo19mendea.net/cas/lugaresfichadescriptiva.php?foto=003437&codigo=3437&pag=28&texto=Donostia-S.Sebastian%20-%20Gipuzkoa>



<http://www.albumsiglo19mendea.net/cas/lugaresfichadescriptiva.php?foto=000051&codigo=51&pag=1&texto=Donostia-S.Sebastian%20-%20Gipuzkoa>



<http://www.albumsiglo19mendea.net/cas/lugaresfichadescriptiva.php?foto=001535&codigo=1535&pag=88&texto=Donostia-S.Sebastian%20-%20Gipuzkoa>

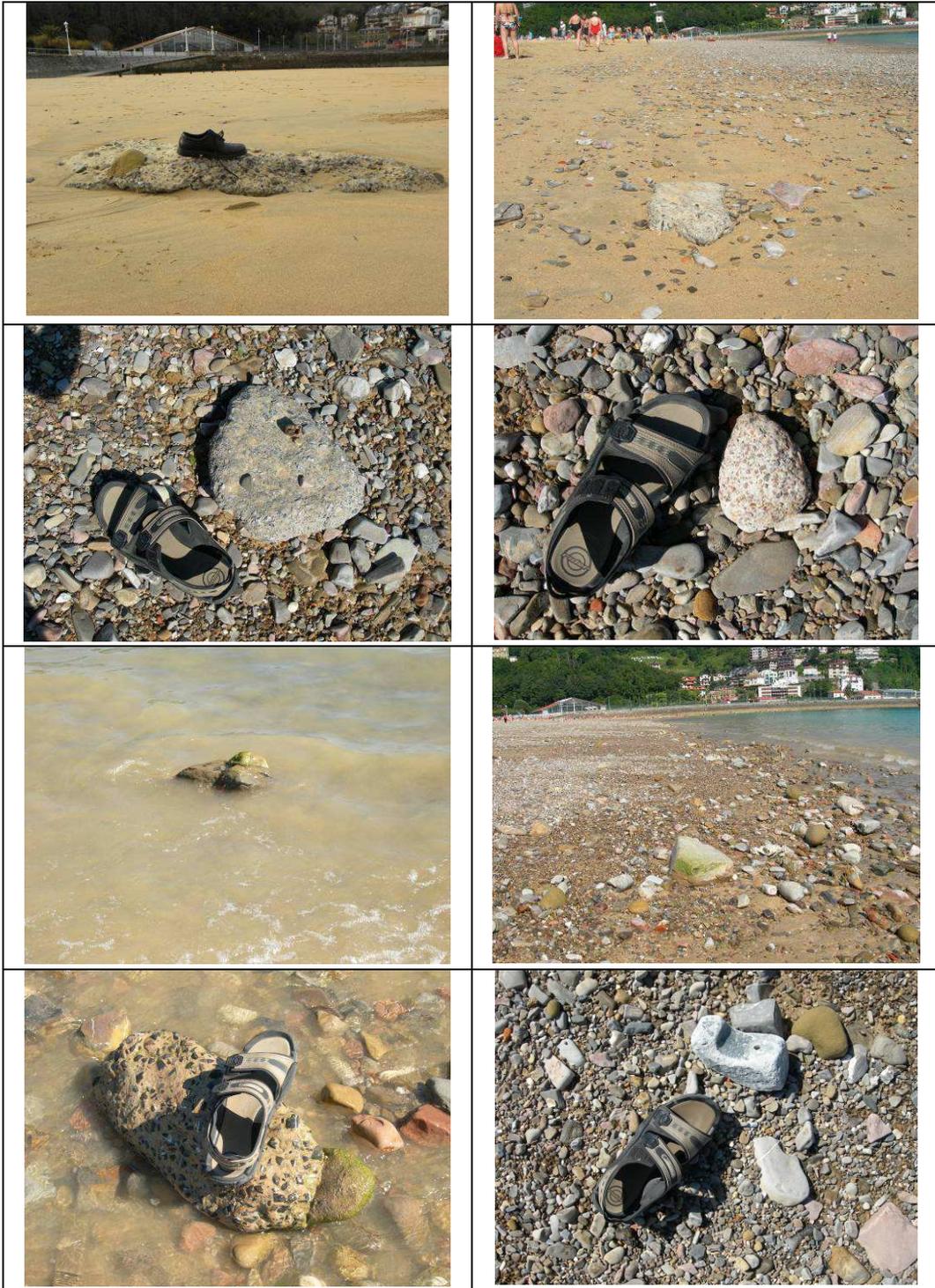


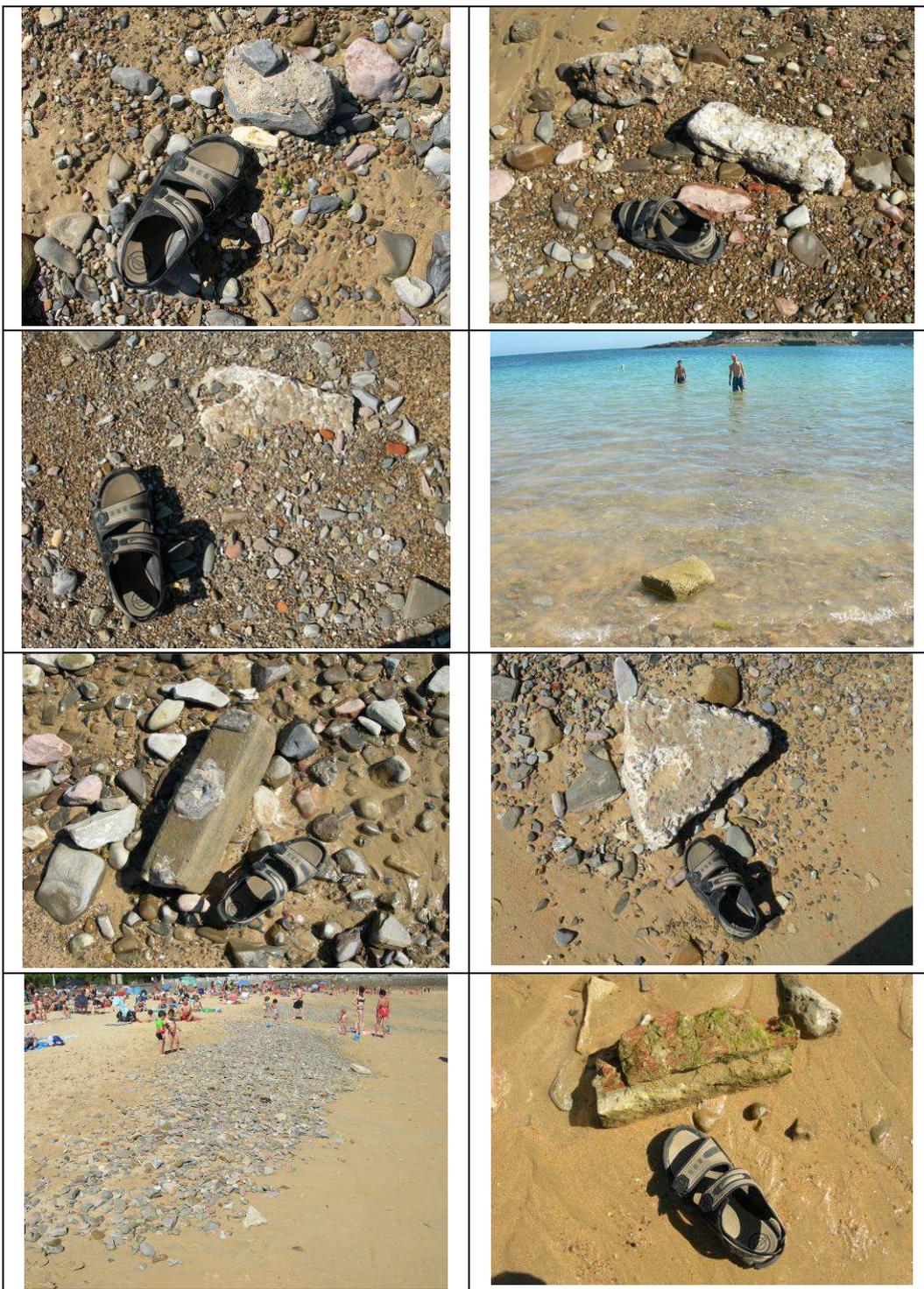
<http://www.albumsiglo19mendea.net/cas/lugaresfichadescriptiva.php?foto=003777&codigo=3777&pag=31&texto=Donostia-S.Sebastian%20-%20Gipuzkoa>

## ANEXO II

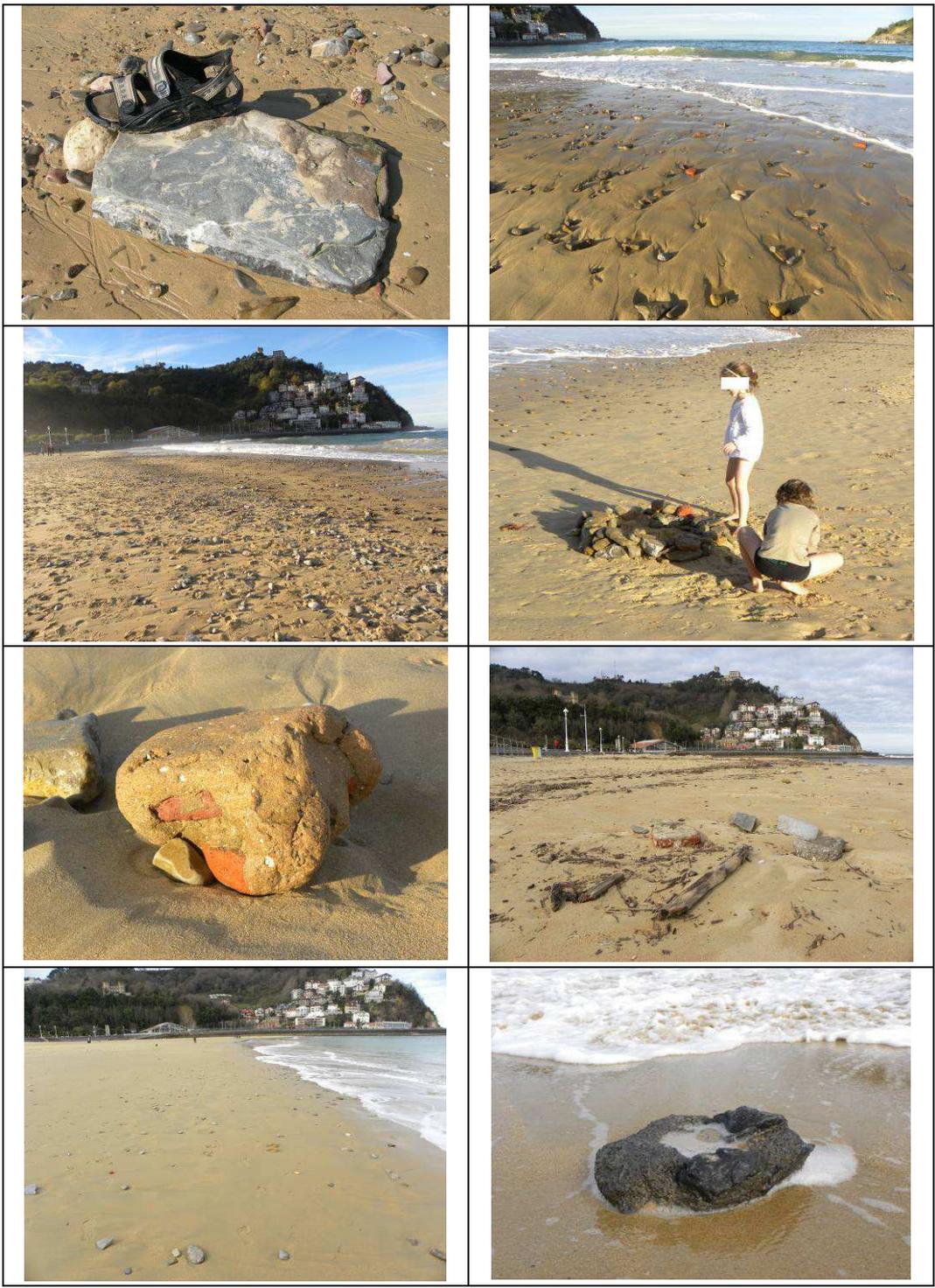
### SITUACIÓN DE LA PLAYA DE ONDARRETA EN 2012-2013

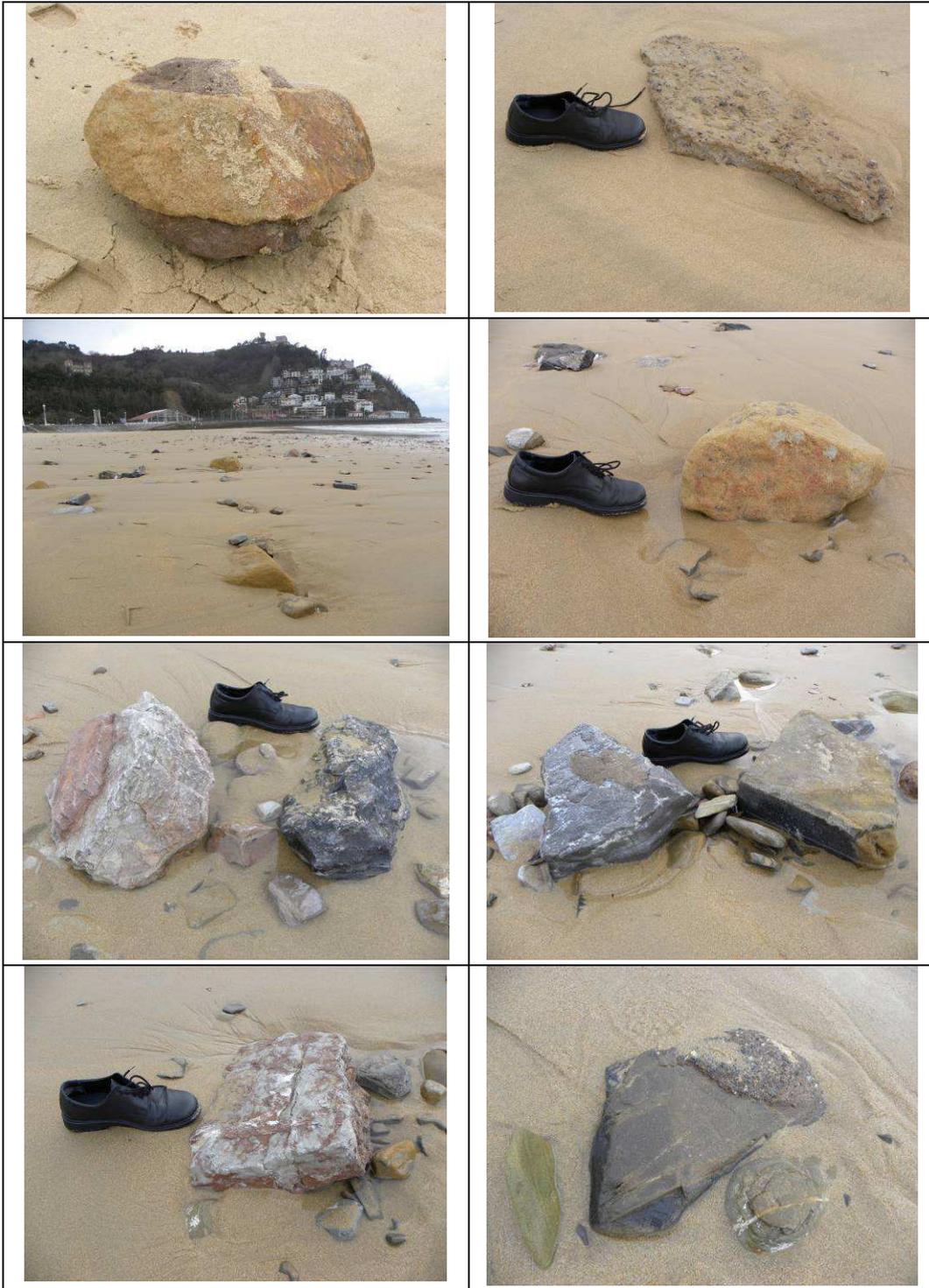


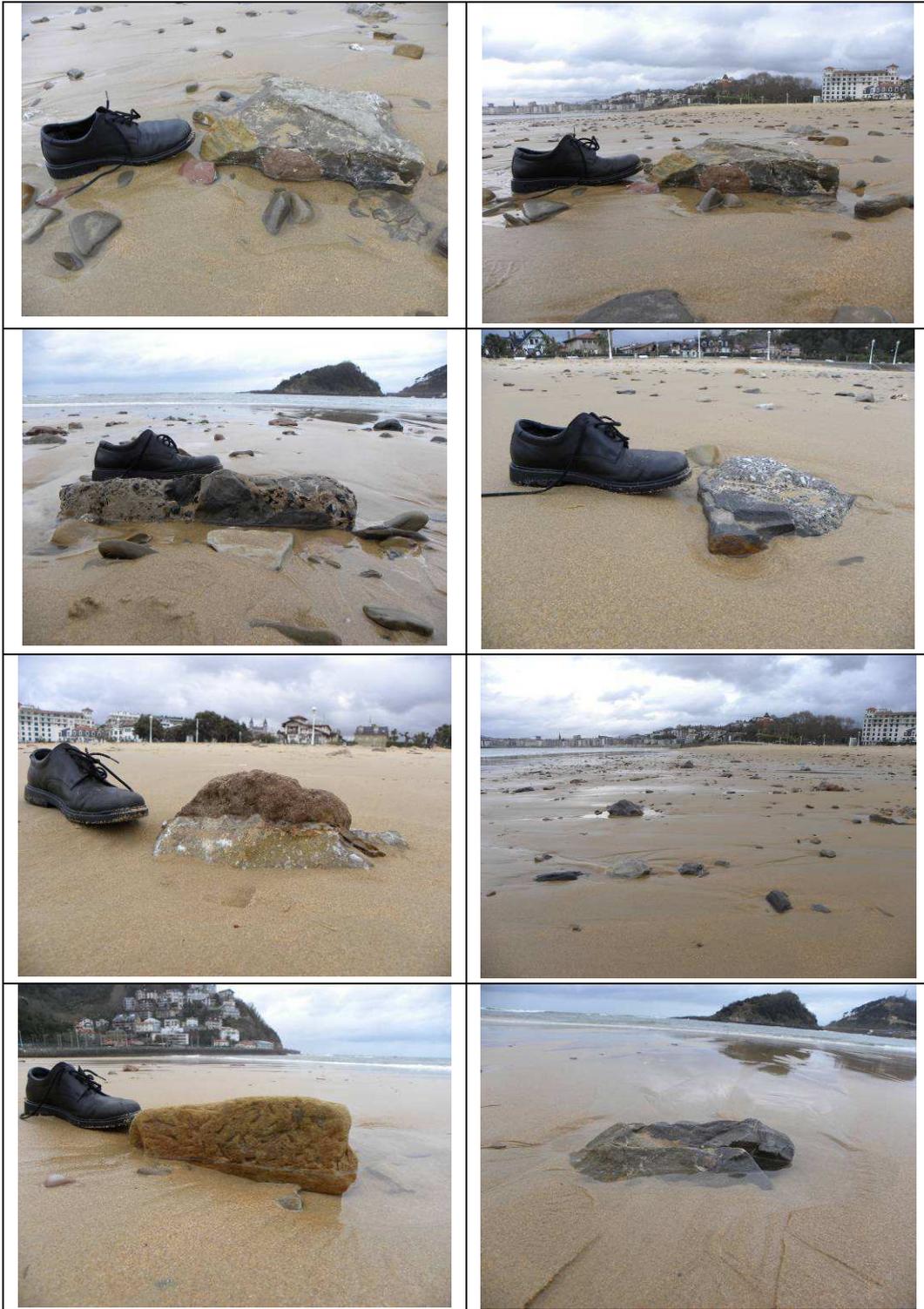


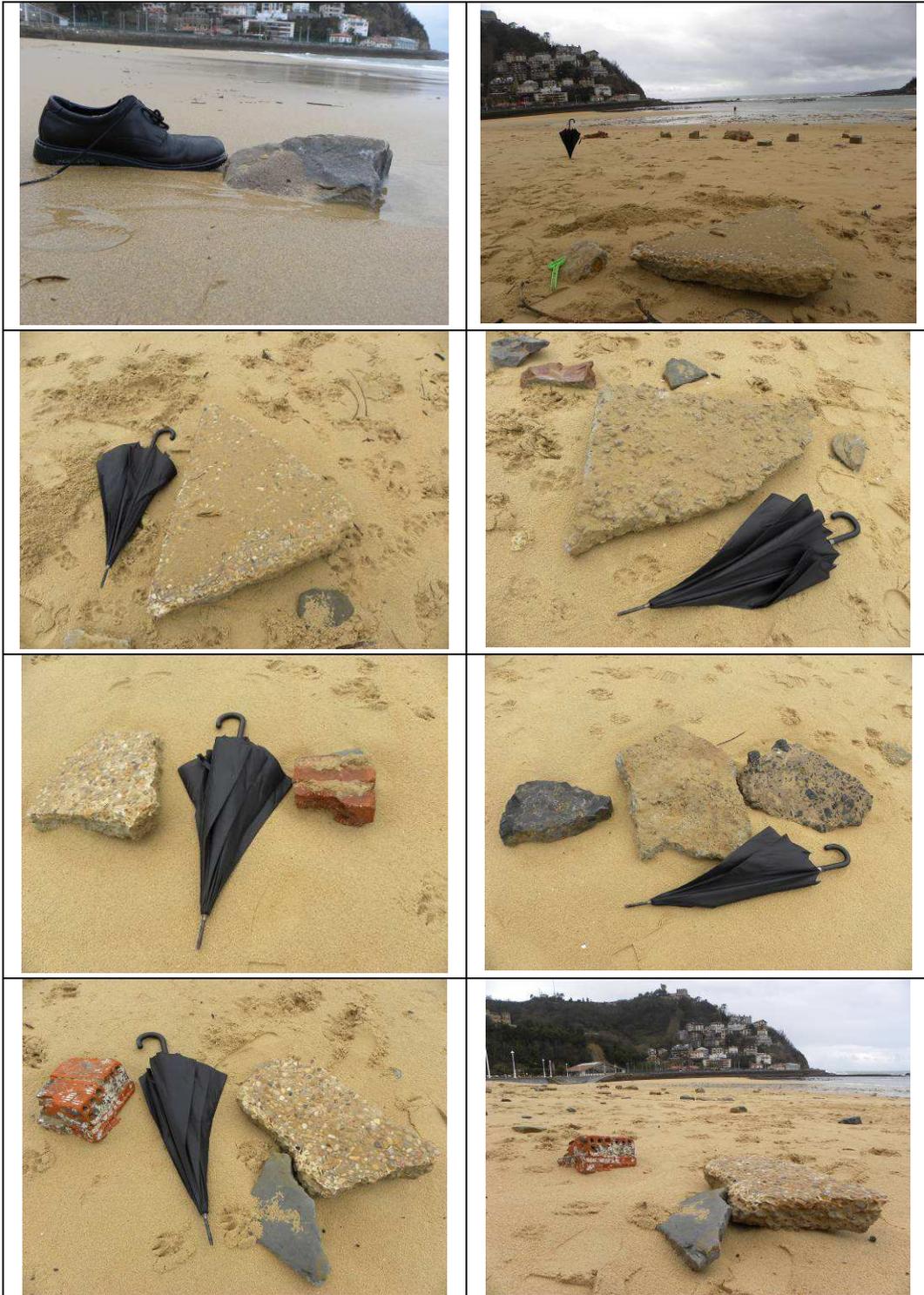




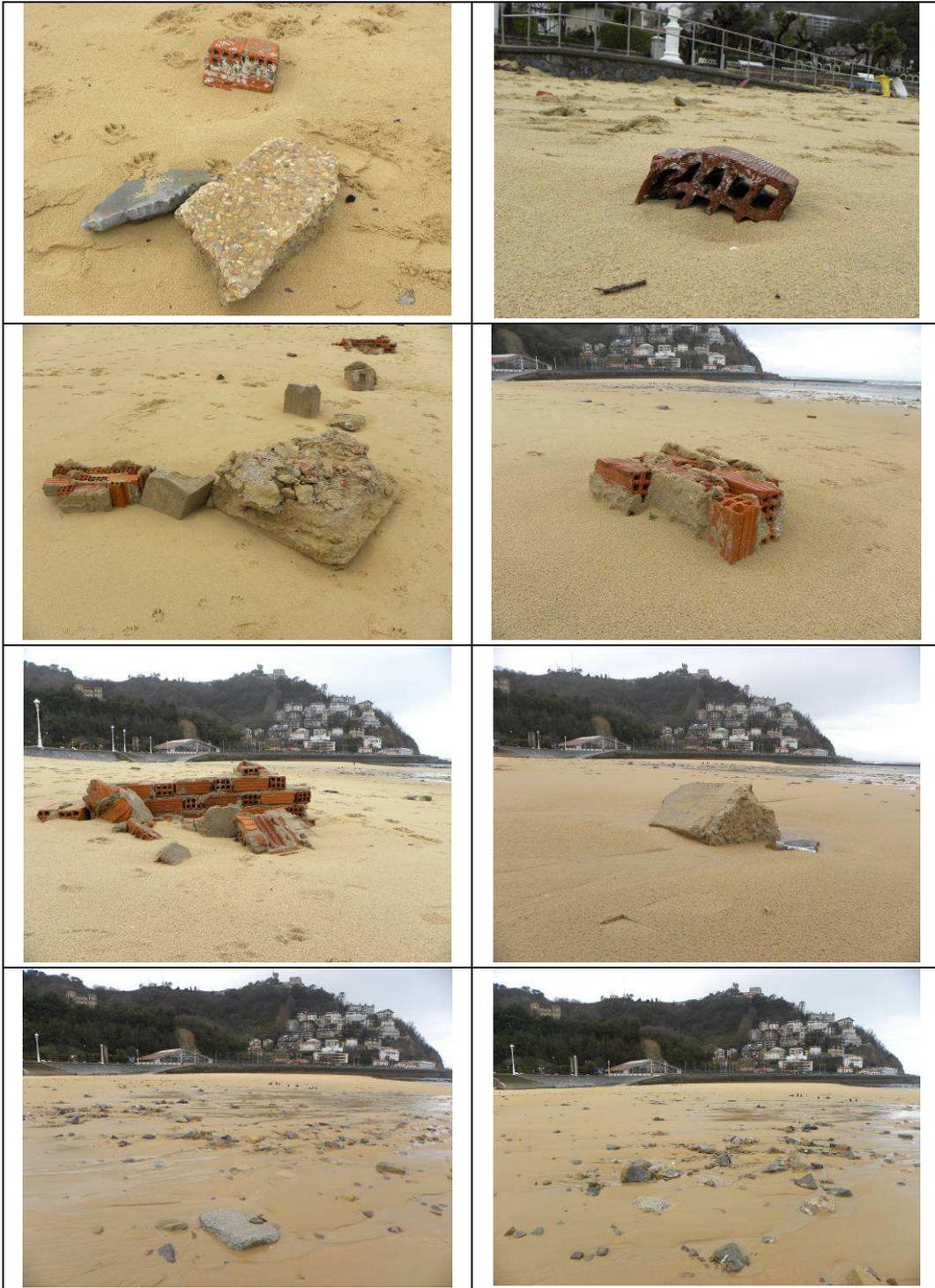








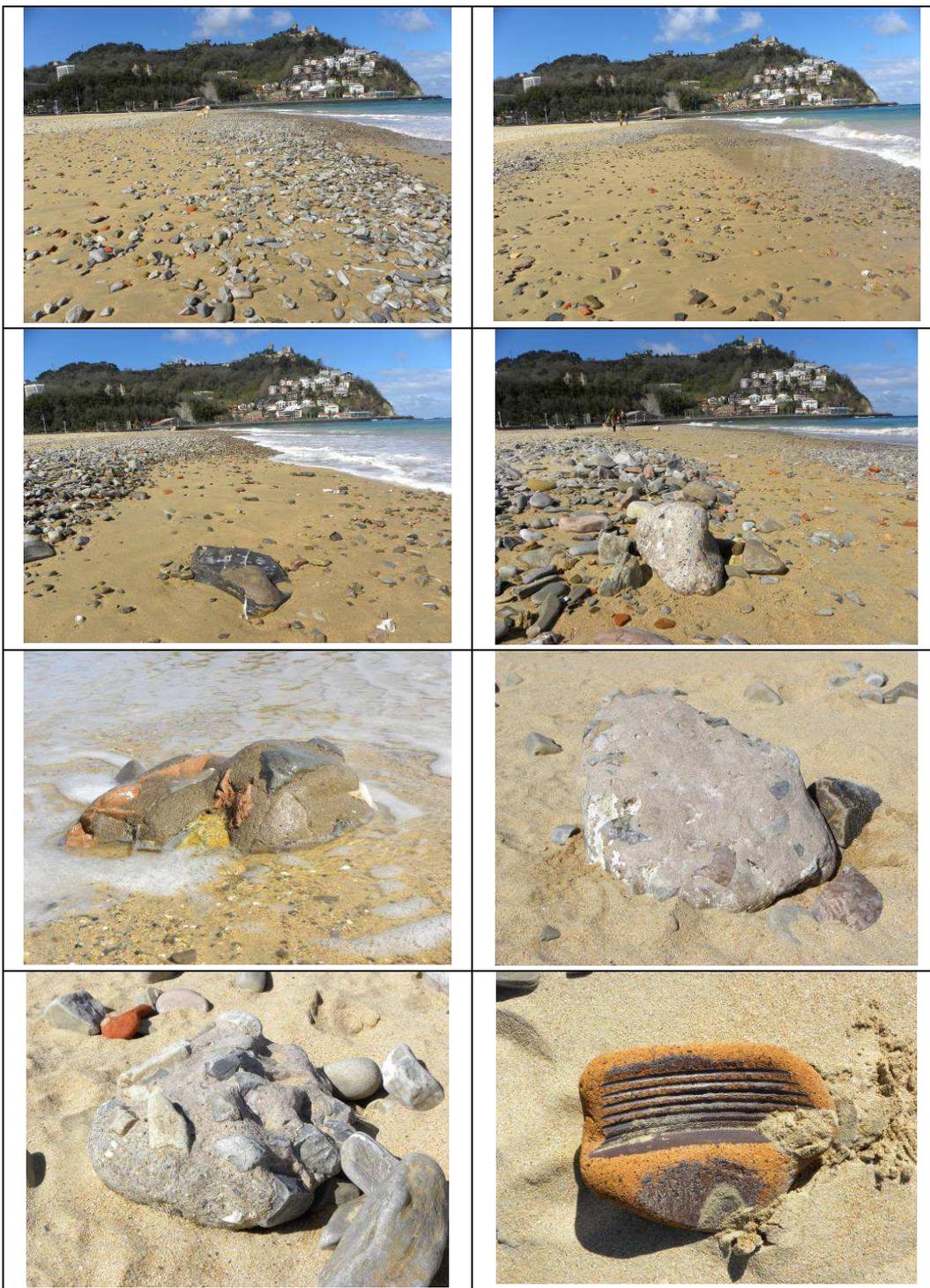






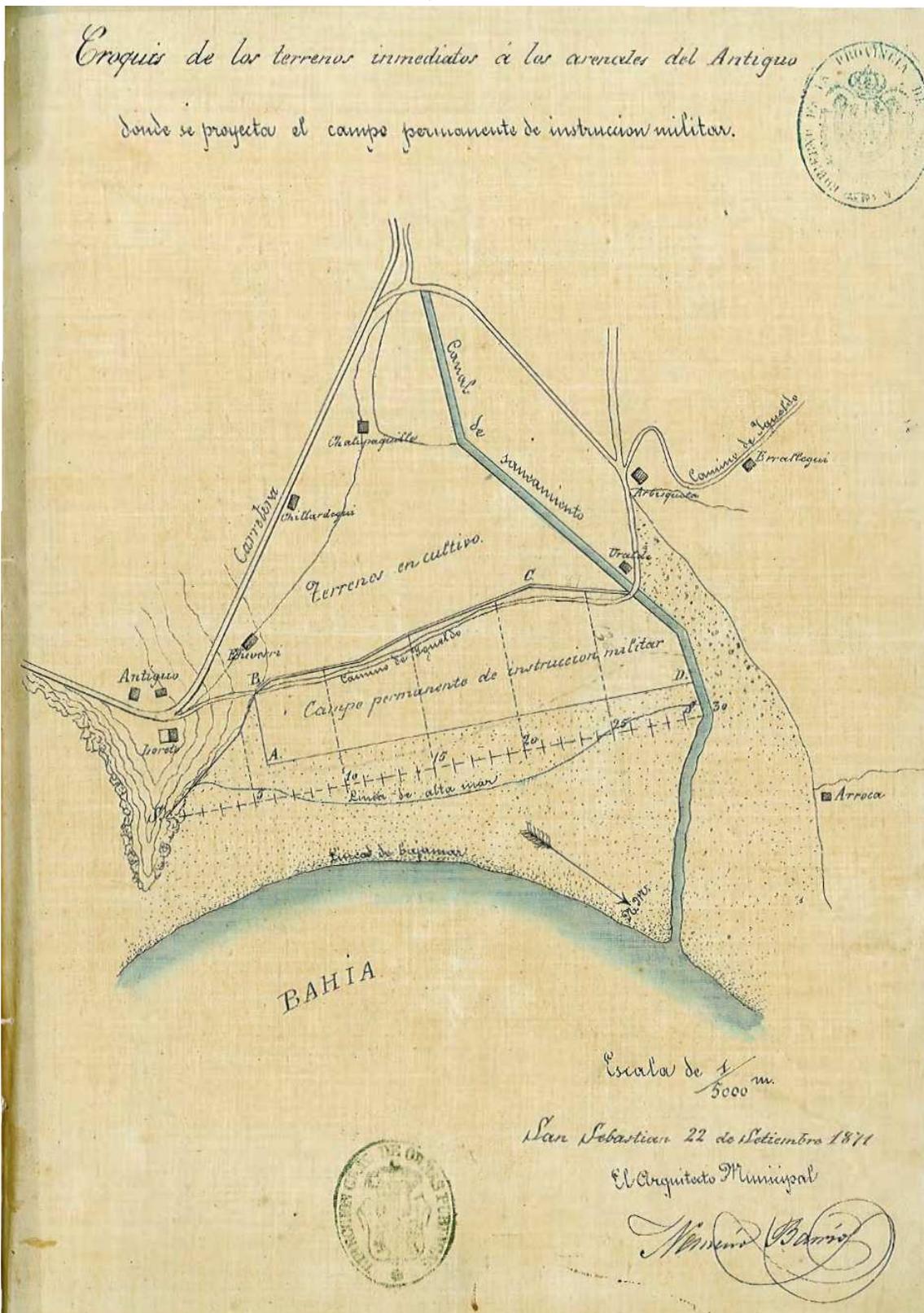






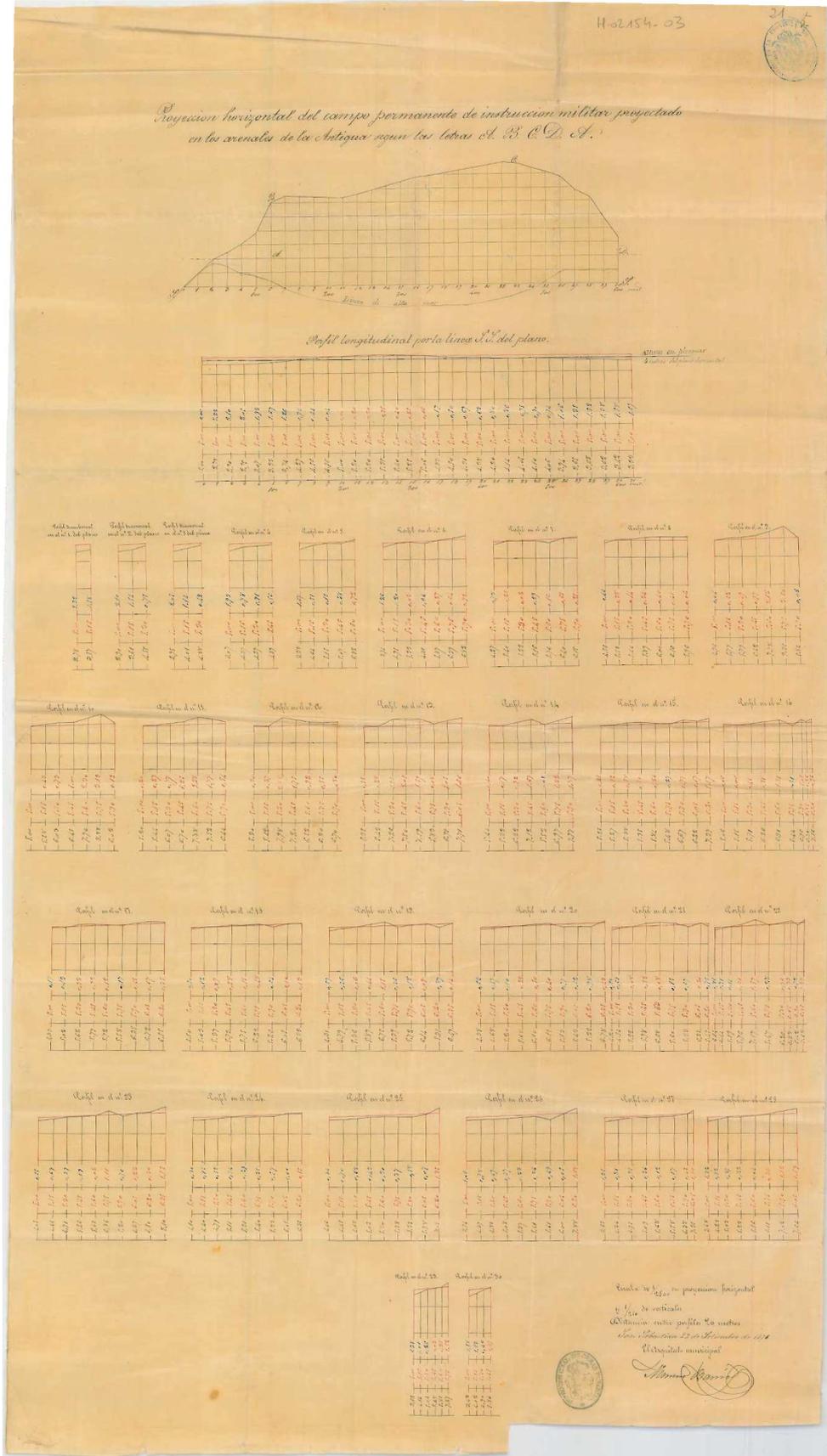
**ANEXO III**

DUA, 1871-1875





DUA, 1871-1875

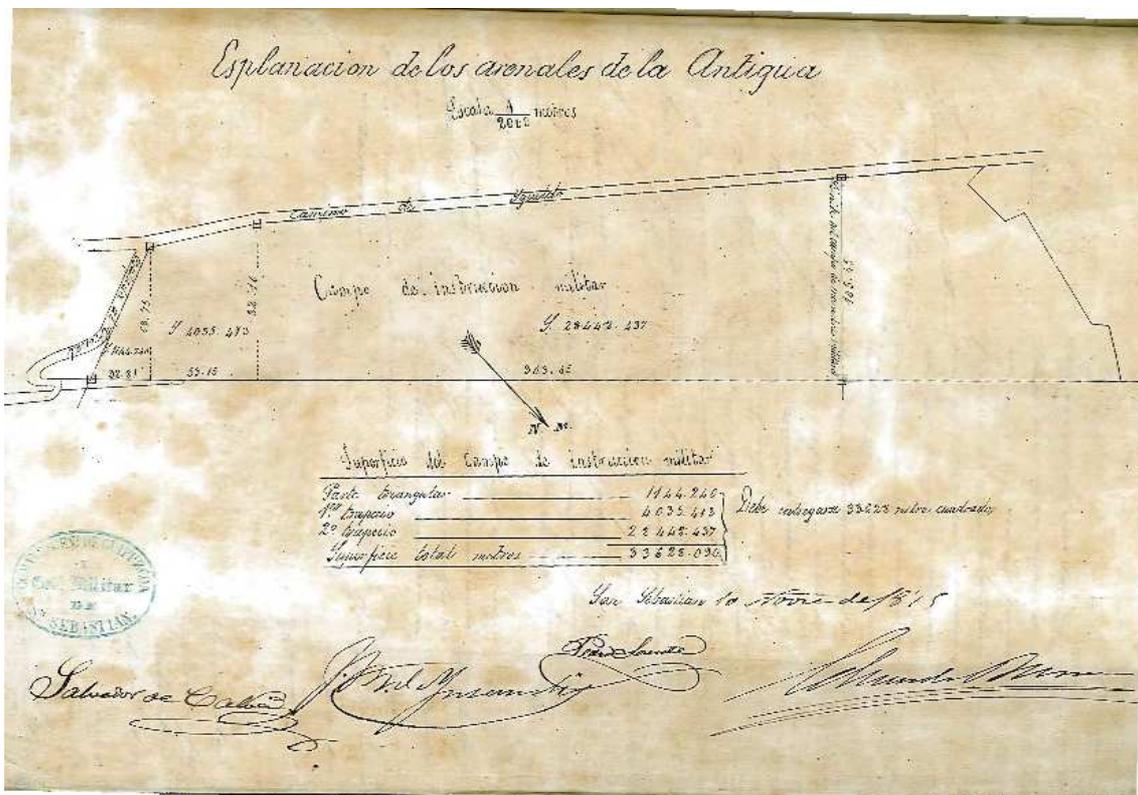
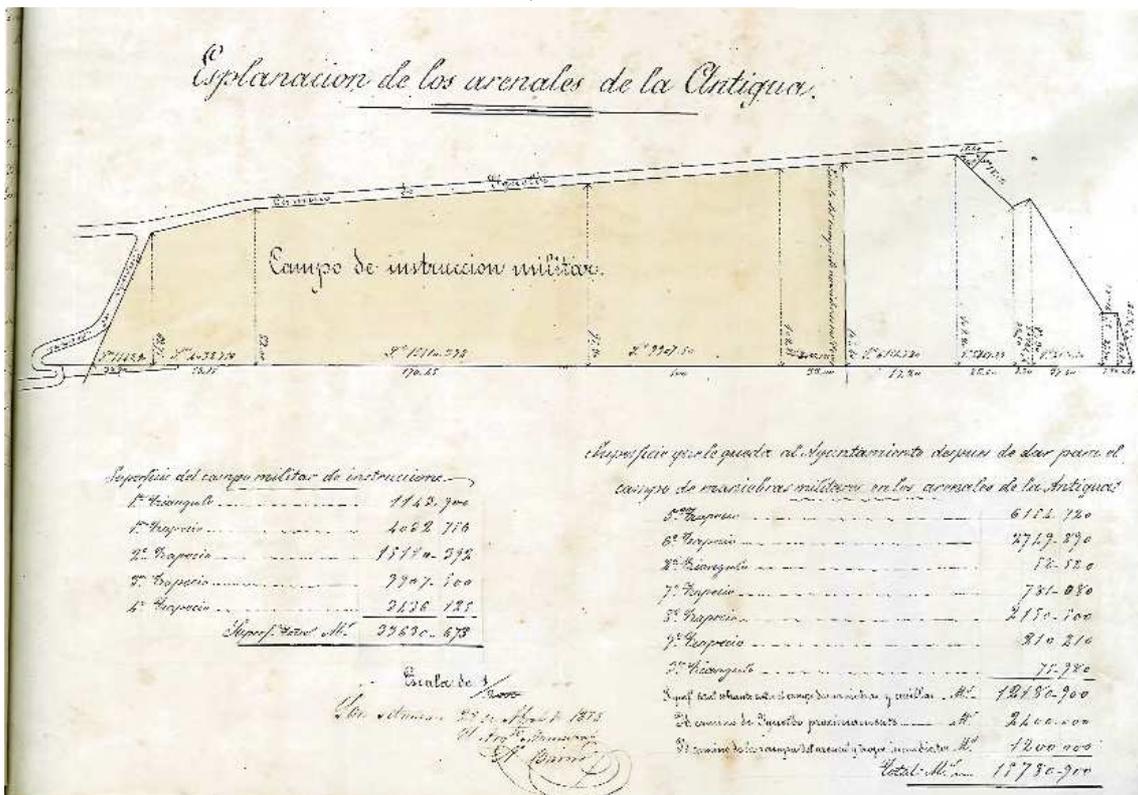


DUA, 1871-1875





DUA, 1872-1884





DUA, 1924-1927

