

# **ESTUDIO SOBRE LA DISTRIBUCIÓN FÍSICA DE LA LÁMINA DE AGUA EN LAS PLAYAS DE SOPELA**

**NOVIEMBRE 2017**

**Autores:**

**Iranzu Sotés Cedrón**

**Imanol Basterrechea Iribar**

**María de las Mercedes Maruri Machado**

**Los contenidos de este estudio se pueden utilizar, citando su fuente del siguiente modo:**

**“Estudio sobre la distribución física de la lámina de agua en las playas de Sopela”**

**Escuela de Ingeniería de Bilbao (Portugalete), UPV/EHU.**

**Departamento de Ciencias y Técnicas de la Navegación, máquinas y Construcciones Navales.**

**Departamento de Matemáticas Aplicadas**

**E-mail de contacto:**

**[lrantzusotes@ehu.eus](mailto:lrantzusotes@ehu.eus)**

## ÍNDICE

1	Introducción.....	1
1.1	Planteamiento del estudio.....	1
1.2	Definiciones.....	2
1.3	Objetivos.....	5
1.4	Metodología.....	6
2	Aspectos técnicos generales.....	9
2.1	Variables.....	9
2.2	Altura de la ola.....	11
2.3	Periodo de la ola.....	12
2.4	Energía y potencia de la ola.....	12
2.5	Rotura de la ola.....	14
2.6	Modelos meteorológicos.....	17
2.7	Corrientes de la playa.....	18
2.8	Cambios morfológicos.....	21
3	Aspetos técnicos específicos de las playas de Barinatxe y Arriatera-Atxabiribil.....	23
3.1	Orientación de las playas.....	24
3.2	Zonas de rompientes.....	26
3.3	Mareas.....	41
3.4	Fondos.....	45
3.5	Corrientes.....	56
3.6	Partes meteorológicos.....	65
3.7	Oleaje.....	68
3.8	Viento.....	82
4	Análisis estadístico de los datos de ocupación.....	84
4.1	Herramientas de análisis.....	84
4.2	Datos directos y datos transformados.....	84
4.3	Criterios de análisis. Metodología.....	86
4.4	Resultados y discusión.....	88
4.5	Conclusiones.....	115

5 Estudio de la distribución física de las playas de Barinatxe y Arriatera-Atxabiribil	118
5.1 Variables.....	118
5.2 Línea de orilla y línea de ola.....	120
5.3 Línea de bañistas, de surfistas libres y de escuelas.....	122
5.4 Número de alumnos de escuelas de surf.....	124
5.5 Distribución de los alumnos de las escuelas de surf en función de la ocupación.....	126
5.6 Problemas en la distribución física.....	127



## **1 INTRODUCCIÓN**

El objetivo del presente estudio es buscar la optimización de la distribución física de la lámina de agua de las playas de Barinatxe y Arriatera-Atxabiribil entre los diferentes usuarios (bañistas, surfistas libres y escuelas de surf). La profundización se basa en el estudio de la variabilidad de esta lámina de agua al objeto de flexibilizar y adaptar su distribución.

A solicitud del Ayuntamiento de Sopela, se establece una distribución de la línea de orilla del 50-50% entre bañistas y surfistas y, a su vez, del 50-50% entre los surfistas libres y las escuelas de surf.

Las playas objeto de estudio tienen una pendiente suave y una morfología que proporciona amplias zonas donde se puede practicar el surf más allá de la línea de orilla, bien por solapamiento o por ampliación. Por tanto, el estudio no puede limitarse únicamente a la línea de orilla y debe contemplarse un nuevo parámetro: la línea de ola.

La consecuencia de la variabilidad de los diferentes condicionantes (oceanográficos, meteorológicos, morfológicos y/o ligados a la temporalidad) que afectan a la playa es una dinamización de la distribución física. Esto significa que los cambios en las condiciones de la playa influyen en cómo distribuir los bañistas, surfistas libres y alumnos de escuelas de surf, provocando una dinamización en la distribución.

Aparte de esto, es importante recalcar que la práctica del surf en nuestras playas es un medio adicional de seguridad, ya que muchos ahogamientos han sido evitados por surfistas.

### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO**

El presente estudio pretende distribuir físicamente de un modo sostenible y seguro la lámina de agua de las playas de Barinatxe y Arriatera-Atxabiribil entre los bañistas, surfistas libres y escuelas de surf. El abundante número de variables que afectan a estas playas provoca que la distribución sea dinámica y flexible.

Estas dos playas son rectas y están separadas por una barrera rocosa, y tienen la particularidad de su escasa pendiente y la existencia de un fondo rocoso donde se asienta la arena. Esto significa que el cálculo de la distribución de usuarios en estos arenales no debe centrarse únicamente en la línea de orilla, sino que debe ampliarse a la zona de rompientes alejadas de la orilla e incluso que no coincidan con la línea de orilla.

La variabilidad morfológica es también muy elevada, no sólo a largo plazo sino también a corto plazo. La consecuencia de los grandes temporales del invierno de 2014 fue la aparición del fondo rocoso en los veranos de 2014, 2015 y 2016. Un invierno benévolo previo al verano de 2017 ha influido para que los fondos rocosos estén

cubiertos por arena. No obstante, la actividad erosiva estival provoca que la arena se deposite en la orilla y que las rocas puedan aflorar a final del verano. Todo esto, junto con el tipo de arena, hace que las playas objeto de estudio sean extremadamente morfo-dinámicas.

Se realiza también un estudio de la ocupación de la playa por parte de los usuarios en función de los horarios a lo largo del día.

Tras el análisis de todos estos datos se obtienen unos resultados flexibles en cuanto a la ocupación de la lámina de agua por alumnos de las escuelas de surf, surfistas libres y bañistas.

## 1.2 DEFINICIONES

El presente estudio hace referencia a diversos términos que deben ser definidos. Teniendo en cuenta la materia en la que se centra este estudio, se han dividido los términos en dos grupos: playa, oleaje y corrientes.

### Oleaje y corrientes

El oleaje que incide sobre las playas objeto de estudio está creado por el viento. Cuando sopla viento sobre la playa se generan olas de poca altura y poca distancia entre ellas que se denominan **olas de viento**. Esto no significa que sea obligatoria la existencia de viento para que existan olas en la costa, ya que las olas que llegan a la playa pueden generarse debido a fuertes vientos que han peinado la superficie marina a varios cientos de millas marinas y varios días antes de su incidencia en la costa. Este tipo de ola se denomina **swell** en inglés y coincide con la definición de mar de fondo, mar de leva o mar tendida. En las playas de Sopela estas olas llegan siempre del noroeste (NW), e incluso del norte (N), ya que existe una vía marina de entrada para que las olas se puedan propagar. Asimismo, debe existir un amplio **fetch**, que es la superficie marina sobre la que el viento pueda incidir, y esto solamente puede ocurrir en el océano atlántico, es decir, al noroeste de estas playas. Al norte el fetch estaría limitado al brazo de mar existente entre la costa sur inglesa y la costa norte cantábrica. Al noreste la existencia de fetch está muy limitada por la costa francesa y, por tanto, aunque los vientos del noreste predominan en verano, las olas que llegan con este viento son menores.

Las características principales de las olas que influyen en el presente estudio son la altura, el periodo y la fuerza. La **altura de la ola** es la distancia vertical desde el seno hasta la cresta. El **periodo de la ola** es el intervalo de tiempo transcurrido entre el paso de dos crestas por el mismo lugar, y es directamente proporcional a la **longitud de la ola** o distancia horizontal entre dos crestas o senos, e inversamente proporcional a la velocidad de propagación de la ola. El **peralte de la ola** es la relación entre la altura y la longitud de la ola. La **energía de la ola** depende de la altura y del periodo de la ola. Es decir, cuanto mayor sea la altura de la ola y mayor su periodo, mayor será la energía acumulada por la ola. Sin embargo, la **fuerza de la ola** en su llegada a la playa depende del tipo de rotura que no sólo está en función de su energía, sino también de

la pendiente y formas del fondo de la playa. La relación entre la altura y la longitud es el peralte de la ola, y tiene su importancia en el tipo de rotura. Hay que citar que las olas de mar de fondo, tipo swell, tienen mayor energía que las olas de viento y, por tanto, su fuerza en la rotura es mayor.

Dependiendo de la rotura las olas pueden ser: **rompientes** cuando se desestabilizan y proceden a romperse, **espumas** cuando ya se han roto y **orilleras** cuando rompen violentamente en el frente de la playa.

Las olas llegan agrupadas a la playa según su tamaño, es decir, en un intervalo llegan olas pequeñas, otras intermedias y, de repente, llegan aproximadamente tres olas de una altura mayor. Este último conjunto de olas se denomina **serie** en el mundo del surf y son conocidas de un modo más global como las tres marías.

Asimismo, cuando la ola rompe, o está a punto de romper, la parte posterior de la ola se eleva y la parte anterior se deprime formando respectivamente dos zonas: el set-up y set-down. Desde el set-down la ola aparece como una **pared** cuya cresta se adelanta y se desploma, creando el 'tubo'. Una vez se consuma la rotura de la ola, existe una traslación de agua hacia la orilla que, posteriormente, se debe desalojar nuevamente hacia el mar creándose la **corriente de retorno**.

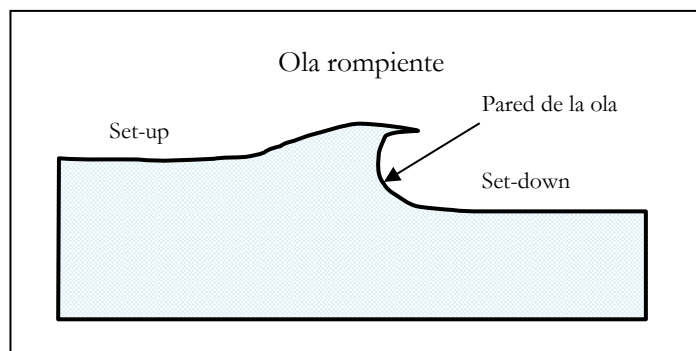


Fig. 1.1

No debe confundirse la corriente de retorno (rip current), que es una corriente establecida, con la **corriente de resaca** (undertow) que se genera únicamente en el set-down de la ola debido a la circulación de las partículas de agua en sentido contrario a la propagación de la ola. El bañista tiene la sensación de ser absorbido hacia la mar por la ola que está a punto de romper (en el set-down) y, una vez la ola ha pasado, la sensación es de ser arrastrado por ésta en sentido hacia la orilla (en el set-up).

Los **rebufos** son corrientes circulares, en forma de remolino, generadas por deformaciones u obstrucciones en el fondo marino. Las **corrientes de flujo/reflujo** están generadas por las mareas o lluvias en estuarios o ríos que desembocan en la playa.

### Playa

Las playas son sedimentos marinos acumulados en la orilla y que se encuentran en movimiento a merced del oleaje, las mareas y otros factores. La zona de la playa que no está en contacto con el agua se llama **playa seca**. La zona inter-mareal que se sumerge y emerge por efecto de las mareas se denomina **playa mojada**, y tiene la particularidad de variar su extensión cada aproximadamente siete días por el efecto de la alineación de los astros (mareas vivas y mareas muertas). La parte de la playa que está sumergida permanentemente se denomina **zona interior (in-shore)**. El límite exterior de la playa se localiza cuando la profundidad es lo suficientemente elevada para que la arena del fondo no se mueva por el efecto de las olas. Más allá de este límite se encuentra la **zona exterior (off-shore)**.

El **asomeramiento** es la disminución de la profundidad de las aguas que se produce en la costa y que tiene gran importancia en la definición de los términos anteriores. Las aguas someras son aquellas que tienen poca profundidad.

La **línea de orilla** es el límite de la playa entre la parte sumergida y la que emerge en un instante determinado. Si este momento coincide con la pleamar se denomina **línea de pleamar** y, si coincide con la bajamar, **línea de bajamar**. La parte de la playa sumergida limitará la **lámina de agua**.

Asimismo, la playa puede contener zonas con obstrucciones y piedras fijas, diferentes de cantos rodados u otros sedimentos móviles diferentes de la arena. A estas áreas se denominan en el estudio como **rocas**.

Entre la playa mojada y la seca se encuentra el **frente de playa** que tiene poca pendiente cuando la energía del oleaje es alta y, por el contrario, su pendiente aumenta con olas de poca energía. Esto provoca que, según avance el verano, la pendiente del frente de playa aumente hasta crear un **escalón**. Asimismo, en la playa seca se van acumulando durante este periodo los sedimentos arrastrados por el mar, apareciendo una especie de promontorio denominado **berma**. En invierno, esta acumulación de arena suele desplazarse hacia la zona interior formando las **barras**. También en verano pueden observarse las barras en la playa mojada, denominándose **terrazas**. A estas barras también se les denomina **bancos de arena**. Asimismo, aparecen también depresiones en la playa mojada creadas por la corriente de desagüe del agua arrastrada por la ola. Si esta corriente es longitudinal, las depresiones están direccionadas paralelamente a la línea de orilla y se denominan **canaletas** y, si se trata de corriente de retorno, la depresión es perpendicular a la línea de orilla y se le llama **canal de retorno**.

La **pendiente de la playa** es la inclinación del arenal, bien de la playa seca o aquél que pueda estar sumergido en algún instante de la marea. Lógicamente a menor pendiente, mayor es la extensión de la rompiente de la ola y mayor es la probabilidad de generar diferentes barras y canaletas. El **asomeramiento** hace referencia a la reducción de la profundidad en determinadas zonas de la playa como, por ejemplo, en las barras o bancos de arena. Este asomeramiento repentino provoca la rompiente de la ola, pudiéndose originar dos rompientes por una misma ola (una en primera línea de orilla y otra más alejada).

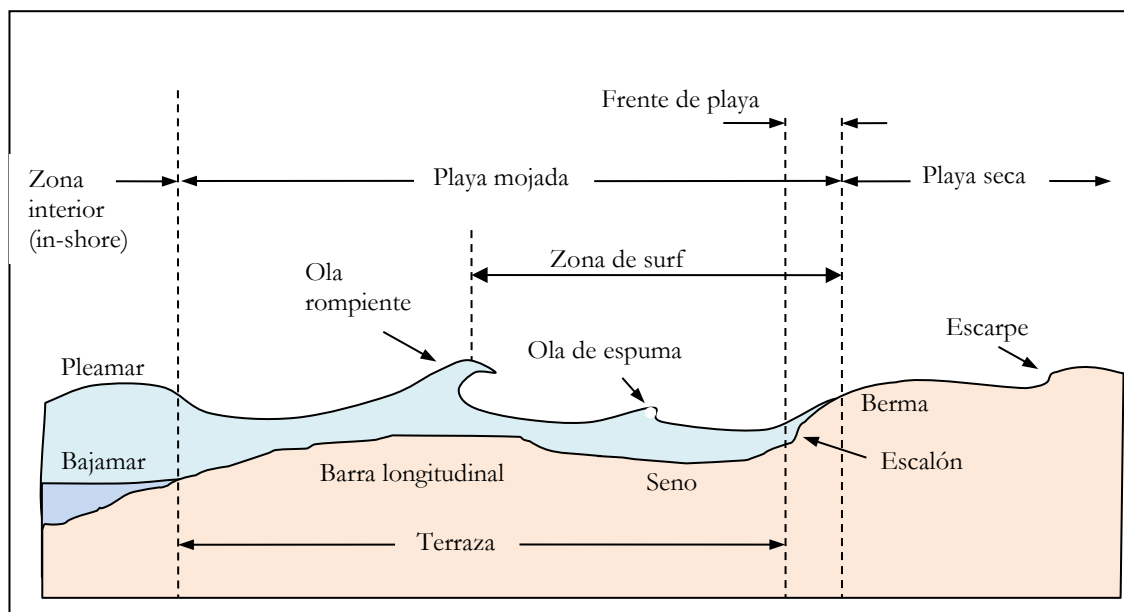


Fig. 1.2

### Mareas

El efecto de las mareas en la playa depende de la **amplitud**, es decir, de la diferencia de altura entre el nivel de una pleamar y una bajamar consecutivas. En el Golfo de Bizkaia la amplitud supera en muchos casos los cuatro metros y, en cambio, en el Mar Mediterráneo su valor es de unos pocos centímetros. También es importante conocer el tipo de marea que determina los intervalos de tiempo entre la pleamar y la bajamar consecutiva. En las playas de Sopela la marea es **semidiurna** pura que significa que el intervalo inter-mareal es de seis horas aproximadamente. Asimismo, la amplitud varía a lo largo del mes, siendo máxima en **mareas vivas** con luna llena o nueva, fenómeno astronómico que sucede regularmente cada catorce-quince días aproximadamente, y mínima en **mareas muertas** con cuarto menguante o creciente que sucede a los siete días de las mareas vivas. La diferencia de amplitud entre las mareas vivas y muertas puede llegar a los tres metros. Es usual manejar el término de **coeficiente de marea** como parámetro para identificar si son mareas vivas o muertas. Proviene del antiguo método de Laplace para el cálculo de la hora y la altura de la marea y sus valores varían aproximadamente de 0,6 a 1,2 (ó 60% a 120%), siendo un coeficiente que se multiplica por la unidad de altura para conocer cuánto se eleva o deprime el nivel del mar respecto de su **nivel medio** que coincide aproximadamente con el nivel que tendría el mar si no existiesen mareas.

### 1.3 OBJETIVOS

Las playas objeto de estudio son los principales arenales de Sopela donde se practican deportes acuáticos que utilizan las olas: Barinatxe y Arriatera-Atxabiribil. En el capítulo 2 se estudian los principales aspectos técnicos de estas dos playas.

Los objetivos finales que se desean obtener a través de este estudio son los siguientes:

- Estudio estadístico de la capacidad de las playas de Sopela durante las anualidades 2014 a 2017. Se estudia la capacidad en función de las horas del día, de las semanas, de los meses y de los años, tal como se ha comentado anteriormente.
- Distribución de la lámina de agua de la playa en zonas, una destinada a los bañistas y otra a los deportes acuáticos que utilizan las olas, de tal modo que se cumpla con el objetivo general de mantener la seguridad de los usuarios de la playa.
- Distribución de la zona de deportes acuáticos para surfistas ilibres y para alumnos de las Escuelas de Surf.
- Obtención de la capacidad de la playa, en relación con un número seguro de alumnos de escuelas de surf, por una parte de un modo flexible y dinámico y, por otra, mediante la obtención de unos valores medios.
- Propuestas relativas al modo de control de la distribución

Dentro de estos tres objetivos fundamentales, se deben integrar los siguientes sub-objetivos:

- Análisis de la variabilidad de la playa
- Análisis de las rompientes de las olas
- Análisis de la ocupación de la playa en base a la temporalidad

## 1.4 METODOLOGÍA

Todo trabajo de investigación requiere de una metodología encaminada a conseguir los objetivos propuestos, En este caso, la metodología que se ha empleado en este trabajo está basada en las siguientes fases:

### Primera fase

En la primera fase se establecen objetivos y sub-objetivos.

### Segunda fase

Se determinan las diferentes variables que influyen en los objetivos finales de distribución.

- Variables oceanográficas
- Variables climatológicas
- Variables meteorológicas
- Variables morfológicas
- Variables de temporalidad en la ocupación

### Tercera fase

Se analizan las playas en función de las variables

#### Cuarta fase

Se realiza el análisis estadístico de la ocupación de las playas en función de la temporalidad

#### Quinta fase

Se realiza el estudio final de distribución de la playa entre los tres colectivos.

#### Sexta fase

Se establece la capacidad de las playas en relación con el número de alumnos de escuelas de surf que puedan permanecer en la lámina de agua bajo unos niveles de seguridad establecidos

#### Séptima fase

Se establecen unas conclusiones relativas a la dinámica de las playas de Sopela y al modo de aumentación de la seguridad en las mismas.





## **2 ASPECTOS TÉCNICOS GENERALES**

Las playas se crean en ubicaciones de la costa que morfológicamente permiten la aglomeración de sedimentos no consolidados. Sin embargo, el mar actúa sobre la playa de dos modos diferentes: por una parte, permite la aglomeración de sedimentos arrastrándolos desde el mar y, por otro, actúa de un modo erosivo arrastrándolos hacia el mar. En este sentido, es necesario que el poder de aglomeración sea mayor que el de la erosión a fin de que la playa pueda existir. No obstante, estas dos propiedades opuestas hacen de la playa un lugar morfo-dinámico. Además, no sólo influye la fuerza de las olas del mar que llegan a la costa, sino que también la acción de la marea, las lluvias, el viento y otra serie de variables que se estudiarán en este capítulo. Aunque no se cita en el estudio, una variable también muy importante es la acción del hombre.

La arena de las playas de Barinatxe y Arriatera-Atxabiribil está constituida por sedimentos biogénicos y mixtos, es decir, por restos biológicos marinos (restos de crustáceos, ...) y por partículas de rocas que han sido erosionadas por la acción del oleaje. Asimismo, estas playas esconden restos de escoria solidificados provenientes de las industrias siderúrgicas de la ría de Bilbao, que velan en épocas de alto poder erosivo.

Mención especial requieren los temporales del invierno de 2013 y 2014 que, debido a su alto poder erosivo, redujeron la cantidad de arena y favorecieron la aparición de rocas.

Pero no solamente la morfología de la arena varía sino también las corrientes y el oleaje de la playa. En realidad, están íntimamente ligados y existe una interacción entre estas condiciones (causa-efecto). Así, por ejemplo, el oleaje hace variar el fondo de la lámina de agua de la playa y, al mismo tiempo, el fondo influye en la fuerza del oleaje.

En relación con la fuerza de la ola tiene gran importancia el tipo de rotura que se estudiará a continuación. Este factor es importante porque limita el espacio de la playa para la práctica del surf.

Las corrientes son de gran importancia no sólo para la seguridad de los bañistas, sino también para la práctica del surf, ya que son aprovechadas por el surfista para regresar a la rompiente una vez ha surfeado la ola.

### **2.1 VARIABLES**

La morfología de la playa está sometida al efecto de diferentes variables y, consecuentemente, cualquier distribución física de sus usuarios en la lámina de agua debe ser flexible y está sujeta a estas variables. El presente estudio pretende proporcionar los datos de distribución en base a estas variables o, al menos, en

función de las variables más influyentes. Se debe tener en cuenta que algunas variables afectan del mismo modo que otras y, por tanto, se pueden obviar.

#### Variables oceanográficas

- Marea: es una de las variables más importantes cuando la amplitud de marea o la variación entre los niveles de pleamar y bajamar es elevada. Las diferencias en la profundidad del agua provocan variaciones en el oleaje y las corrientes y, por ende, variaciones morfológicas.
- Altura de la ola: es otra variable fundamental ya que es una característica de la ola que determina su energía.
- Periodo de la ola: sirve para determinar el tipo de olas que están rompiendo en la playa y, por tanto, su fuerza e idoneidad para la práctica del surf. Si el periodo es corto se trata de mar de viento que no es ideal para el surf y si, por el contrario, es largo se trata de mar de fondo o swell cuyas olas son las mejores para el surf.
- Longitud de ola: está ligada al periodo de la ola. Cuanto mayor es el periodo, mayor la longitud.
- Peralte de la ola: es la relación entre la altura de la ola y su longitud. Es una característica de la ola muy importante ya que influye en el tipo de rotura de la ola.
- Corriente de retorno: la corriente de retorno establece una zona de la playa donde está prohibido el baño, por tanto limita el área útil de la playa.
- Corriente de resaca: representa un peligro para el baño por la sensación de arrastre que provoca al bañista y porque, por lo general, la resaca está asociada a condiciones de oleaje fuerte.
- Temperatura del agua: el bañista frecuenta la entrada en el agua con temperatura alta, mientras que evita el baño con el agua fría.

#### Variables morfológicas

- Pendiente de la playa: determina el tipo de rotura y, por tanto, influye en el tipo de ola idónea para la práctica del surf.
- Rocas y obstrucciones: limitan la zona de baño y afectan a las corrientes.
- Barras y canaletas: puedan afectar a la rotura de la ola y a las corrientes. En realidad, existe una interacción entre las formas del fondo y las olas y corrientes.

#### Variables meteorológicas

- Temperatura del aire: del mismo modo que actúa la temperatura del agua, el bañista accede al agua con altas temperaturas del aire y rehúsa hacerlo con temperaturas bajas.
- Precipitación: limita la afluencia de personas a la playa y su ocupación.
- Viento: afecta a la morfología de la playa seca y al oleaje.

#### Variables temporales de ocupación

Los horarios y temporadas determinan la ocupación de la playa que tiene importancia a la hora de distribuir a los surfistas libres, las escuelas y los bañistas.

- **Horario diario:** a primera hora del día es el mejor horario para la práctica del surf ya que apenas hay bañistas y el viento predominante es el terral. De lunes a viernes la afluencia de bañistas suele ser mayor a la tarde que a la mañana.
- **Horario semanal:** la afluencia de bañistas a las playas suele ser mayor durante el fin de semana. Sin embargo, las escuelas de Sopela tienen el mayor número de alumnos de surf de lunes a viernes.
- **Horario mensual:** la actividad de las escuelas suele ser mayor el mes de julio en playas semiurbanas como las de Sopela. Sin embargo, en playas de localidades de veraneo como Bakio, la actividad de las escuelas es mayor el mes de agosto.

## 2.2 ALTURA DE LA OLA

La altura de la ola es una de sus características más importantes, a partir de la cual se pueden conocer más profundamente sus parámetros más importantes como puede ser su energía. Los datos de altura son registrados por las boyas meteorológicas y son distribuidos públicamente mediante los organismos pertinentes. También es una de los datos básicos dentro de la prognosis proporcionada por los modelos meteorológicos.

Sin embargo, la altura de la ola es variable en intervalos de tiempo relativamente pequeños. Esto significa que dos olas consecutivas pueden tener alturas muy diferentes. Por tanto, a fin de analizar este dato es necesario echar mano de la estadística y obtener datos medios de altura de ola. De este modo, las alturas de ola características pueden ser, entre otras:

- **Altura de ola significativa ( $H_s$ ):** es el dato más utilizado para el análisis del oleaje porque se define como la altura que percibe un observador habituado al mar. Matemáticamente representa la media aritmética del tercio de mayor altura del registro. Por ejemplo, si en un registro de olas se detectan las siguientes alturas: 8, 7, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 4, 4, 5 y 5 metros; el tercio de mayor altura corresponde a 8, 7, 8 y 7; siendo la media aritmética de estos cuatro valores, o altura significativa, 7,5 metros.

$$H_s = \frac{8 + 7 + 8 + 7}{4} = 7,5 \text{ m.}$$

La fórmula para un registro ordenado de N datos ordenados de mayor a menor puede expresarse como sigue:

$$H_s = \sum_{i=1}^{N/3} \frac{H_i}{N/3}$$

- **Altura de ola media cuadrática ( $H_{rms}$ ):** es otro dato también muy utilizado para el análisis del oleaje y se representa por la siguiente fórmula:

$$H_{rms} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N H_i^2}$$

Si aplicamos esta fórmula al caso anterior de un registro de olas de las siguientes alturas: 8, 7, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 4, 4, 5 y 5 metros; obtenemos:

$$H_{rms} = \sqrt{\frac{1}{12} (8^2 + 7^2 + 8^2 + 7^2 + 6^2 + 5^2 + 4^2 + 3^2 + 4^2 + 4^2 + 5^2 + 5^2)} = 5,73 \text{ m.}$$

- **Altura de ola media ( $H_m$ ):** es la media de las alturas simples.

$$H_m = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N H_i$$

- **Altura de ola máxima ( $H_{max}$ ):** es la mayor altura de las olas registradas.

### 2.3 PERIODO DE LA OLA

Se trata, junto con la altura, de la característica más representativa del oleaje. Pueden utilizarse estadísticamente diferentes tipos de periodo característico:

- **Periodo de ola significativa ( $T_s$ ):** es la media aritmética de los periodos del tercio de olas de mayor altura del registro. También es definido por algunos científicos como la media aritmética de los periodos del tercio de olas de mayor periodo del registro.
- **Periodo de ola medio ( $T_m$ ):** es la media aritméticas de los periodos de ola del registro.
- **Periodo de ola máximo ( $T_{max}$ ):** es el mayor periodo de ola registrado.

### 2.4 ENERGÍA Y POTENCIA DE LA OLA

Hoy en día, las olas se estudian desde el punto de vista ecológico como una nueva fuente de energía sostenible transformable en electricidad. No obstante, el presente trabajo, que estudia cómo distribuir a los usuarios de la playa en el espacio de la lámina de agua, tiene en cuenta también este parámetro ya que los surfistas necesitan un espacio especial donde la fuerza de la ola sea lo suficientemente intensa para que pueda arrastrar la tabla. La **fuerza** está relacionada con el trabajo cuando se altera el estado de movimiento de un cuerpo, tal como puede ser una tabla de surf. La **potencia** es el trabajo realizado por unidad de tiempo y la **energía** es la capacidad para producir un trabajo. En este sentido, el parámetro de la energía y de la potencia de la ola es muy importante. Cuanto mayor sea la energía, mayor será la posibilidad de que la ola sea idónea para la práctica del surf.

La energía de una ola regular es la suma de su energía potencial y su energía cinética, y se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$E = \frac{\rho \cdot g^2 \cdot b \cdot T^2 \cdot H^2}{32 \cdot \pi} = 979,2 \cdot b \cdot T^2 \cdot H^2$$

T es el periodo de la ola, H es la altura y b es la anchura de la cresta. E es la energía que se expresa en watios por segundo (W·s).

La energía es directamente proporcional al cuadrado del periodo y de la altura de la ola, esto significa que la energía es mayor cuanto mayor es la altura y el periodo de la ola.

La potencia de una ola puede definirse como sigue:

$$P = \frac{\rho \cdot g^2 \cdot T \cdot H^2}{32 \cdot \pi}$$

La potencia de una ola es directamente proporcional al periodo de la ola y al cuadrado de la altura de la ola.

En definitiva, se puede concluir que la fuerza de la ola será mayor cuanto mayor sea su altura y su periodo.

No obstante, la ola cuando llega a la costa se encuentra con el asomeramiento, es decir, se encuentra con aguas poco profundas que van disipando su energía, de modo que cuando rompe ya ha perdido parte de su energía. Por ello, en la práctica del surf las mejores olas aparecen en zonas donde el fondo se eleva violentamente formando las barras. Por ejemplo, El Frontón en la isla de Gran Canaria es una roca submarina que se eleva verticalmente y provoca que las olas se eleven también rápidamente y rompan con fuerza. Esto significa que rompen con toda su energía porque ésta no se ha disipado en aguas someras. Es considerada una de las mejores olas para la práctica de *bodysurf*.



Fig. 2.1. "El Frontón" (Fuente: <http://www.salitremag.com>)

## 2.5 ROTURA DE LA OLA

La rotura de la ola se produce cuando, debido al asomeramiento, la ola aumenta su altura hasta que se desestabiliza y se rompe. En ese preciso momento la ola disipa toda la energía que, en parte, se traslada a la tabla de surf. No obstante, la forma de rotura no es siempre la misma e influye directamente en que la fuerza de la ola sea válida para la práctica del surf. Hay varios tipos de rotura que dependerán de un parámetro, denominado número de Iribarren ( $I_r$ ), que es una relación entre la pendiente de la playa ( $\beta$ ) y el peralte de la ola.

$$I_r = \frac{\tan\beta}{\sqrt{\text{Peralte}}}$$

Si  $H$  es la altura de la ola y  $L$  la longitud de la ola, el número de Iribarren puede expresarse del siguiente modo:

$$I_r = \frac{\tan\beta}{\sqrt{\frac{H}{L}}}$$

### Tipos de rotura de ola

Los tipos de rotura pueden ser de cuatro tipos:

- *Spilling*: la ola, cuando se eleva por acción del asomeramiento, se desestabiliza y se deprime transformándose en un rollo de espuma en el frente de la ola. Ocurre cuando el número de Iribarren es menor de 0,5 ( $I_r < 0,5$ ). Típica de playas con pendiente muy suave y olas de viento de corto periodo.

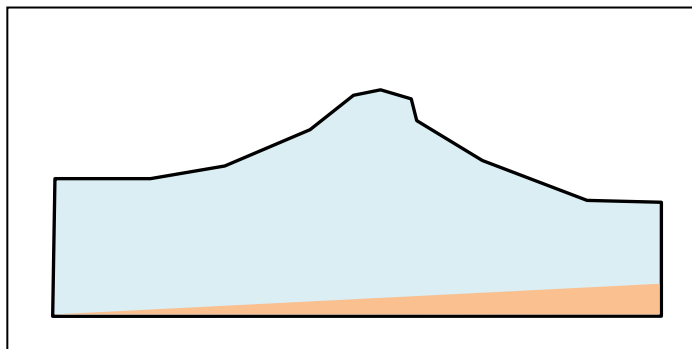


Fig. 2.2

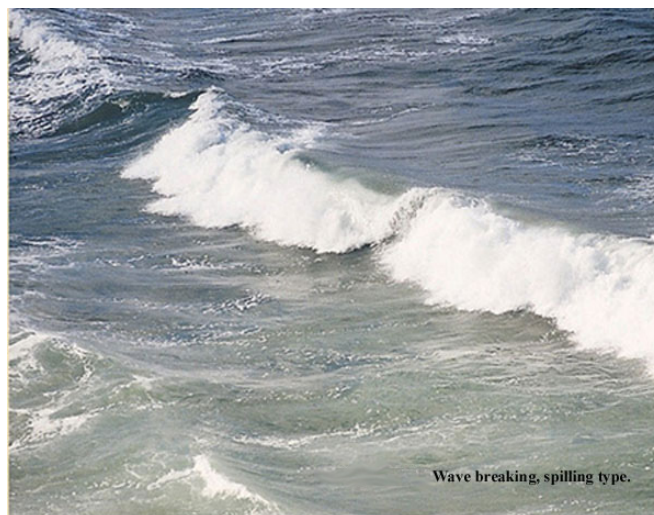


Fig. 2.3

- **Plunging:** la cresta de la ola al elevarse y desestabilizarse, se desploma hacia su pie (zona de *set-down*) de modo violento. Ocurre cuando el número de Iribarren está comprendido entre 0,5 y 3,3 ( $0,5 < I_r < 3,3$ ). Se produce en playas de pendiente algo pronunciada. Asimismo, es típica en olas de *swell* o mar tendida con periodo largo.

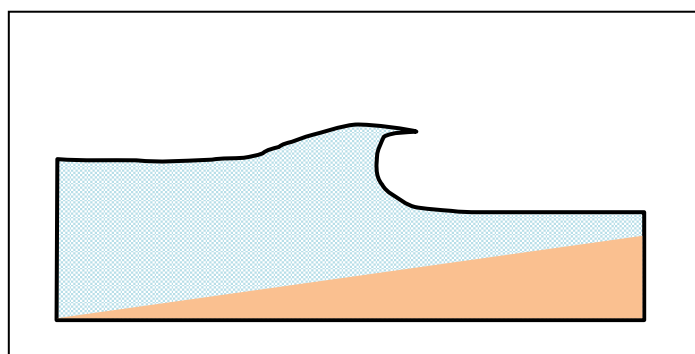


Fig. 2.4



Fig. 2.5

- **Surging:** en este caso la ola no se rompe al coger elevación sino que se deforma y cae suavemente hacia su pie alisándose. Ocurre cuando el número de Iribarren es

mayor de 3,3 ( $Ir > 3,3$ ). Típica de playas con gran pendiente. Suele ocurrir a menudo con olas de poca altura y periodo largo que rompen en pleamar en el escalón del frente de orilla que aparece a finales del verano.

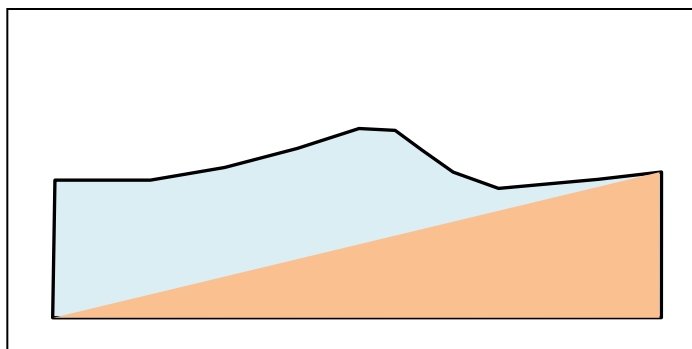


Fig. 2.6

- ***Collapsing***: es un tipo de rotura intermedia entre el plunging y el surging. La ola se eleva y se derrumba sin rotura.

El fondo de las playas suele variar en cuanto a su pendiente, ya que las olas y las corrientes crean barras y canaletas que provocan aumentos repentinos en la pendiente y disminuciones con valores negativos. En consecuencia, las olas rompen de diferente modo en distintas zonas de la playa.

La rotura *plunging* es la idónea para la práctica del surf ya que la transferencia de energía de la ola a la tabla es inmediata. Sin embargo, la rotura *spilling* no es tan eficiente y, aunque la ola tenga suficiente energía, no se transfiere del mismo modo a la tabla.

Las playas de Barinatxe y Arrietara-Atxabiribil son playas con pendiente muy suave pero tienen barras establecidas donde la ola rompe con fuerza. Sin embargo, el morfo-dinamismo de las playas hace que se produzcan modificaciones en las zonas donde se practica el surf.

#### Influencia del viento en el oleaje

El viento es un punto importante en la práctica del surf. Normalmente, el viento que proviene de tierra, denominado *terral*, es el idóneo. Si el viento proviniese de la mar, estaría generando una mar de viento con olas desordenadas y con periodo corto. Por tanto, si el viento es de tierra tiende a ordenar la llegada de las olas y también ralentizar la rotura al afectar sobre la pared de una ola. No obstante, siempre es preferible que el viento *terral* sea flojo y que no cree velos en la rotura de las olas.

#### Efecto del asomeramiento en el oleaje

Cuando la ola llega a la costa, la circulación de partículas en profundidad choca contra el fondo y las características de la ola sufren variaciones: su periodo disminuye y su altura puede aumentar. Asimismo, tal como se ha mencionado anteriormente, su



energía se va disipando, bien lentamente o rápidamente, generando roturas suaves o violentas.

## 2.6 MODELOS METEOROLÓGICOS

Los modelos numéricos de la atmósfera son modelos matemáticos que utilizan las ecuaciones diferenciales que rigen la física de la atmósfera y las condiciones iniciales para analizar la situación presente y predecir la situación futura. La meteorología y la oceanografía interactúan y, por tanto, lo que ocurre en la atmósfera influye sobre la superficie del mar, y lo que ocurre en el mar influye en la atmósfera. Utilizando como entrada los datos de las observaciones meteorológicas obtenidos a partir de radiosondas, satélites meteorológicos y otros sistemas de observación, así como datos oceanográficos provenientes, por ejemplo, de boyas y radares de costa, se calculan un número de modelos de predicción globales y regionales. Los modelos matemáticos basados en los mismos principios físicos pueden ser utilizados para generar predicciones a corto plazo.

Los modelos meteorológicos utilizan sistemas de ecuaciones diferenciales basadas en las leyes de la física, la dinámica de fluidos y la química y utilizan un sistema de coordenadas tridimensionales que divide el planeta por medio de una malla 3D formada por nodos y elementos. Los vientos, la transferencia de calor, la radiación solar, la humedad relativa y la hidrología de la superficie se calculan para cada elemento de la malla, y las interacciones en los nodos entre los elementos circundantes son empleadas para calcular las propiedades atmosféricas en el futuro.

Debido a la naturaleza caótica de las ecuaciones de la dinámica de fluidos resulta prácticamente imposible predecir con certeza absoluta el estado de la atmósfera. Además, las redes de predicción meteorológica tienen una resolución espacio-temporal limitada, especialmente sobre grandes masas de agua como es el océano Pacífico, el cual introduce incertidumbre sobre el estado atmosférico inicial.

Para tener en cuenta esta incertidumbre, se aplica la estocástica en las predicciones mediante los denominados "conjuntos" (*ensembles*), que tienen en cuenta múltiples pronósticos creados a partir de diferentes modelos numéricos, diferentes parámetros físicos o distintas variables iniciales. Por lo general, el pronóstico del conjunto se evalúa mediante el promedio de los miembros individuales del conjunto para una variable pronosticada y la dispersión del conjunto, que representa el grado de acuerdo entre los distintos pronósticos del sistema de predicción, que se conocen como miembros del conjunto.

Entre los modelos es especialmente renombrado el modelo global **GFS** (*Global Forecast System*) de la **NOAA** (*National Oceanic and Atmospheric Administration*). El modelo **NOGAPS** (*Navy Operational Global Atmospheric Prediction System*) creado por la *US Navy* es comparable al **GFS** de la **NOAA**. El **UM** (*Unified Model*) es el modelo numérico de la atmósfera de *Mett Office* utilizado para aplicaciones meteorológicas y climáticas. El **ECMWF** (*European Centre for Medium-Range Weather Forecasts*) es un organismo intergubernamental independiente financiado por la mayoría de naciones

europeas. Dispone de uno de los mayores complejos de superordenadores de Europa, además del mayor archivo de información de predicción meteorológica numérica del mundo. El modelo de pronóstico operacional que utiliza es el **IFS** (*Integrated Forecast System*), conocido en los EEUU también como el modelo europeo. El **GEM** (*Global Environmental Multiscale Model*) es un Sistema integrado de pronóstico y asimilación de datos desarrollado en el **RPN** (*Recherche en Prévision Numérique*), el **MRB** (*Meteorological Research Branch*), y el **CMC** (*Canadian Meteorological Centre*). Otros modelos conocidos son el modelo global **ARPÉGE** (*Action de Recherche Petite Échelle Grande Échelle*) y el modelo regional **AROME** (*Application de la Recherche à l'Opérationnel à Méso-Échelle*) desarrollados por el servicio meteorológico francés. Los modelos **NAM** (*North America Mesoscale Forecast System*) y **HRW** (*High Resolution Window*) son modelos regionales norteamericanos apoyados por el NOAA. El modelo **WRF** (*Weather Research and Forecasting*) es un modelo que abarca Europa incluida las Islas Canarias, el Mediterráneo, en norte del Mar Rojo, Sudáfrica, Argentina y zonas del este de Asia. La mayor resolución del modelo WRF se concentra en las zonas marítimas del Estrecho y en la República Checa (3 km).

Entre los modelos oceanográficos de la NOAA destacan los modelos globales **HYCOM** (*Hybrid Coordinate Ocean Model*) y su predecesor **NCOM** (*Navy Ocean Coastal Model*), este último también es un modelo regional al igual que **RTOFS** (*Real Time Ocean Forecast System*) que abarca el océano Atlántico

Las páginas web utilizadas por los usuarios para conocer el estado del tiempo meteorológico y el estado de la mar utilizan estos modelos. Así, por ejemplo, **windguru** utiliza los siguientes modelos: GFS, NAM, WRF y HRW, entre otros.

## 2.7 CORRIENTES DE LA PLAYA

Las corrientes que aparecen en la playa son causadas por el oleaje y/o por las mareas. Pueden ser:

- **Corriente de retorno:** el oleaje que llega a la playa produce un traslado de agua hacia la orilla cuando la ola rompe. Lógicamente este aumento de agua en la orilla requiere que sea desalojada nuevamente hacia el mar a través de las corrientes de retorno. Estas corrientes suelen crear surcos en el arenal que son aprovechados para que la corriente se establezca en lugares concretos. Estos surcos pueden ser perpendiculares a la línea de orilla (canales de retorno) o paralelos (canaletas). Normalmente, la corriente de retorno suele buscar los extremos de la playa o lugares rocosos para establecerse. La evidencia de la existencia de una corriente de este tipo es la falta de oleaje.

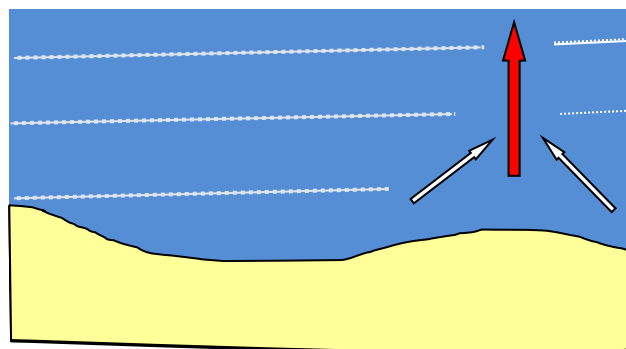


Fig. 2.8 Corriente de retorno (en rojo) y de afluencia (en blanco)

- **Corrientes de afluencia:** suelen estar generadas por la propia corriente de retorno que se ve alimentada por estas corrientes que desalojan el agua de la orilla cercana al canal de retorno. Su dirección suele ser oblicua a la playa buscando el canal de retorno.
- **Corrientes de litoral:** actúan paralelamente a la playa y están generadas por la llegada de trenes de olas en dirección oblicua a la orilla. Son típicas de playas rectas y de costas rectilíneas y pueden mover sedimentos en playas de pendiente suave.

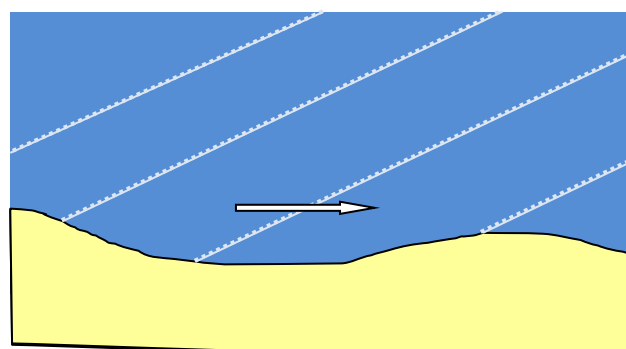


Fig. 2.8 Corriente longitudinal creada por trenes de olas oblicuos

- **Corriente de lavado/retrolavado (swash):** ocurre en playa con pendiente pronunciada. Cuando la ola rompe genera una corriente de lavado ascendente con arrastre de sedimento y, posteriormente, otra de retrolavado descendente. Son típicas en la zona del frente de la playa, donde se genera el escalón en pleamar.

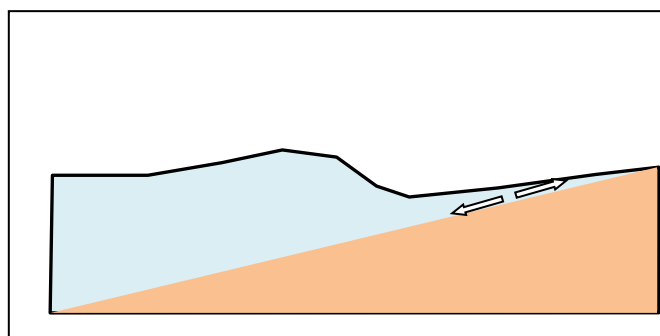


Fig. 2.6 Corriente de lavado/retrolavado (swash)

- **Corriente de resaca:** es una corriente de vaivén causada por las olas. La ola está generada por una circulación de partículas de agua que tienen una velocidad lineal en el sentido de la propagación en la cresta y en sentido contrario en el seno. Cuando existe poco fondo y las olas se rompen, existe un traslado de agua en dirección hacia el mar en el seno del pie de la ola, es decir, en el set-down. Asimismo, en la cresta de la ola y en el set-up existirá una corriente que arrastra hacia la orilla. Es decir, la resaca es una corriente que absorbe al bañista hacia la ola y que cesa cuando la ola pasa.

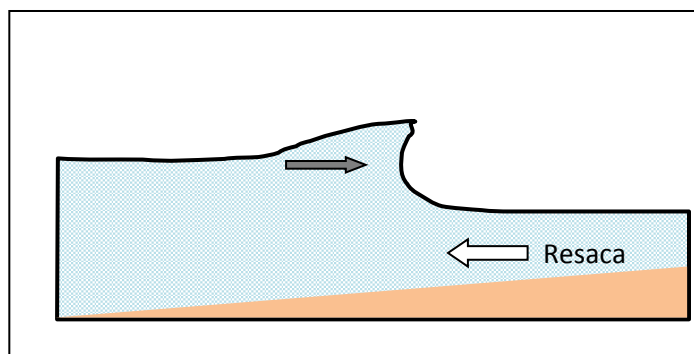


Fig. 2.9 Corriente de resaca

- **Corriente de flujo/reflujo:** si hay estuarios en la playa, las corrientes de mareas de la desembocadura pueden afectar a la playa.



Fig. 2.10 Corriente de flujo/reflujo

## 2.8 CAMBIOS MORFOLÓGICOS

La arena y otros sedimentos que componen la playa no están fijos y pueden moverse por efecto de las olas. También el viento y las mareas pueden afectarlos. La consecuencia es un cambio de la morfología de la playa. Estos cambios pueden suceder durante largos periodos o, incluso, en periodos cortos de días u horas. Obviamente, los cambios drásticos suceden en casos de fuertes temporales.

La formación de las barras está generada por la circulación de las partículas de agua de la ola en aguas someras. En la figura 2.11 se muestra la circulación de las partículas de una ola que está a punto de romper. Vemos que la trayectoria se va abombando tomando forma elíptica. Se aprecia también que al llegar al fondo arenoso la circulación se convierte en una doble corriente de vaivén en dirección hacia la playa y hacia la mar.

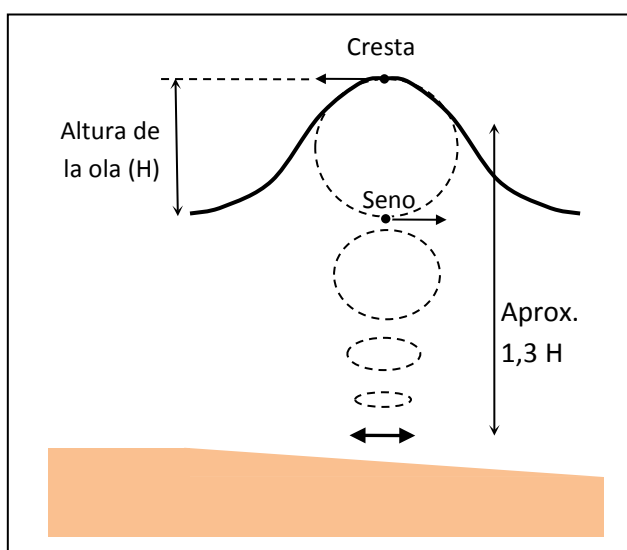


Fig. 2.11

La intensidad de la fuerza de esta corriente en ambos sentidos es la misma pero, sin embargo, el tiempo que está fuerza incide en dirección a la playa es mayor que en sentido hacia la mar. Esto provoca que se produzca un arrastre de arena en dirección hacia la playa y que se acumule formando una barra. Teniendo en cuenta que las olas rompen cuando la profundidad es 1,3 veces la altura de la ola y que en invierno son de mayor altura que en verano, estas acumulaciones de arena que forman la barra se alejan de la orilla en invierno y se acercan en verano. Así, cuando comienza el verano la barra está alejada de la orilla y cuando está finalizando, la barra se ha trasladado a la playa seca formando el escalón en el frente de playa y la berma.

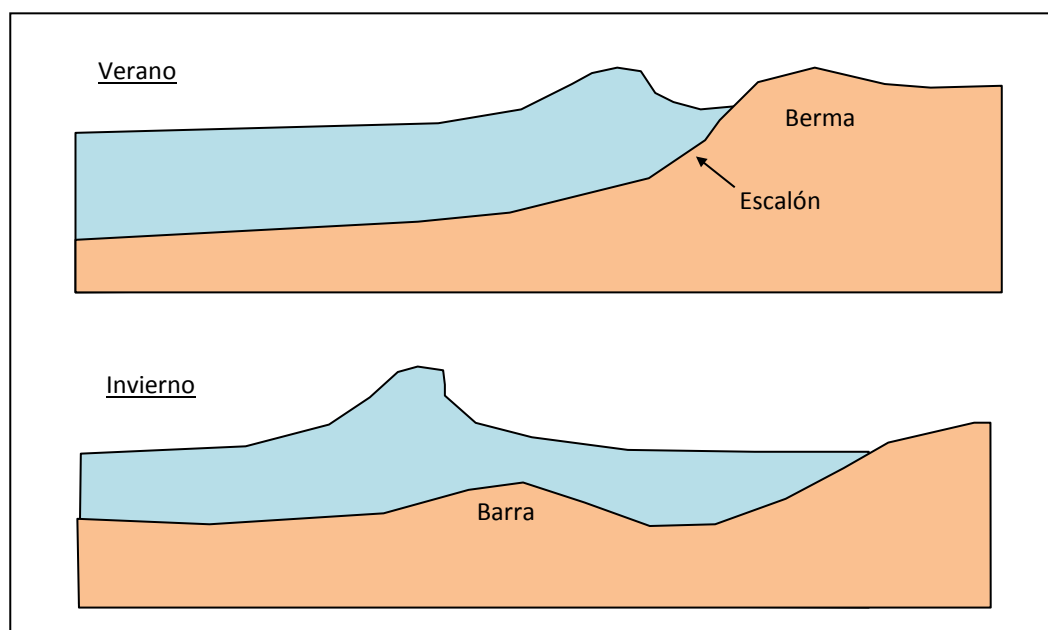


Fig. 2.12

Estas variaciones en los sedimentos también dependen de la morfología fija de la playa, que está compuesta por rocas y estructuras fijas. Estas formas de la playa fija también afectan, por tanto, al modo en que la arena y los sedimentos se mueven. Así, puede ocurrir que algunas barras no se muevan ya que la acumulación de arena está encajonada en rocas fijas (fig. 2.13). O incluso la barra no es arenosa sino que está formada por rocas fijas.

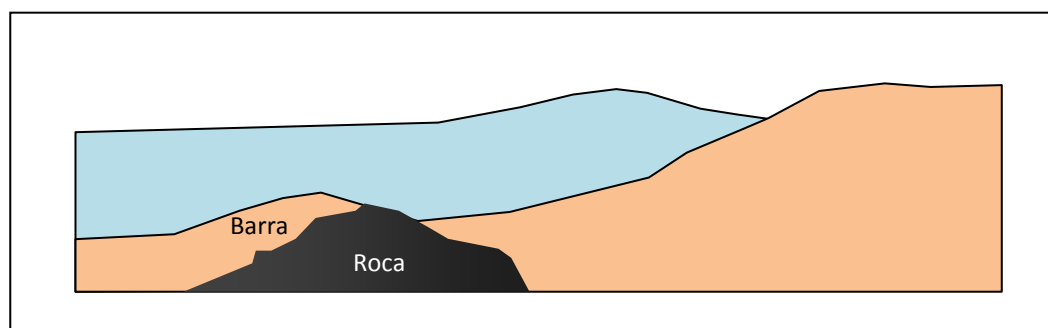


Fig. 2.13

En las zonas de estuarios la barra está muy influenciada por las corrientes de marea y suele establecerse justo en la desembocadura, tal como ocurre en Mundaka donde desemboca el río Oka.

**La existencia de la barra en el fondo de la playa establece las zonas donde la práctica del surf es idónea debido a que aumenta la pendiente de la playa y, en consecuencia, provoca que el tipo de rotura de la ola en la superficie sea *plunging*.**

Además de este movimiento de las barras en dirección perpendicular a la orilla, también pueden producirse movimiento de sedimentos paralelamente a la orilla producido por la acción de la corriente de litoral y las de lavado/retrolavado.

### 3 ASPECTOS TÉCNICOS ESPECIFICOS DE LAS PLAYAS DE BARINATXE Y ARRIATERA-ATXABIRIBIL

Las playas de Arriatera-Atxabiribil y Barinatxe pertenecen al municipio de Sopela, sin embargo esta última comparte el arenal con el municipio de Getxo. No obstante, los accesos a la playa aptos para vehículos pertenecen al municipio de Sopela. En la figura 3.1 se muestra la localización aproximada de las dos playas que están separadas por un pequeño promontorio.



Fig. 3.1 Ubicación de las playas de Sopela

Este capítulo comienza con un aspecto inalterable de las playas como es su orientación, que es idónea para recibir los oleajes predominantes. Posteriormente se exponen las zonas de rompientes que nos ayudarán a entender y estudiar la morfología de cada playa. A continuación se tratan las mareas y su influencia en el oleaje y el arenal. El siguiente punto a analizar son los fondos cuya forma puede variar tanto en periodos cortos como en intervalos de tiempo más prolongados. Los fondos harán variar las zonas de rompientes provocando variaciones en la rotura de los diferentes picos de las dos playas. Del mismo modo, los fondos interaccionan con las corrientes y generan un establecimiento cuasi-permanente de estas, siendo algunas más estacionarias que otras. Y por último la meteorología que provoca que las playas cambien drásticamente o más lentamente. Por un lado tendremos el oleaje y el viento que afectarán a las olas y, por otro lado, la lluvia y el sol que afectarán sobre la ocupación de las playas y más concretamente sobre el número de bañistas. Este dato es uno de los que más interesa a la hora de realizar la distribución de la lámina de agua.

En las figuras 3.2 y 3.3 se presentan respectivamente dos vistas panorámicas de las playas de Barinatxe y Arriatera-Atxabiribil.





Fig. 3.2



Fig. 3.3

### 3.1 ORIENTACIÓN DE LAS PLAYAS

La playa de Barinatxe y Arriatera-Atxabiribil son playas muy abiertas y están orientadas al NW que gozan de oleaje casi todos los días del año debido a que la mar predominante viene de esa dirección. En las fotos de las figuras 3.4 y 3.5 se representan ambas playas de acuerdo con los carteles de acceso a las playas (Fuente: Diputación Foral de Bizkaia. [www.bizkaia.eus](http://www.bizkaia.eus)).





Fig. 3.4.



Fig. 3.5

### 3.2 ZONAS DE ROMPIENTES

La morfología de cada playa las diferencia en cuanto a la distribución de las diferentes zonas para surfear, así como de playa seca o sus accesos.

#### Barinatxe

Es una playa cuyos accesos tienen mucha pendiente que provoca que las personas tengan que realizar un gran esfuerzo para entrar y salir de la misma, condicionando el perfil de usuario que accede a la playa.

Es una playa que está encastrada en un gran acantilado y está protegida por dunas naturales que han ido perdiendo espacio frente al mar y ganando altura por la falta de vegetación que contenga la arena. Hoy en día las dunas son zonas protegidas.

La fuente de la foto de la fig. 3.6 procede de la web de la Diputación Foral de Bizkaia consultada en el año 2015 ([www.bizkaia.eus](http://www.bizkaia.eus)).

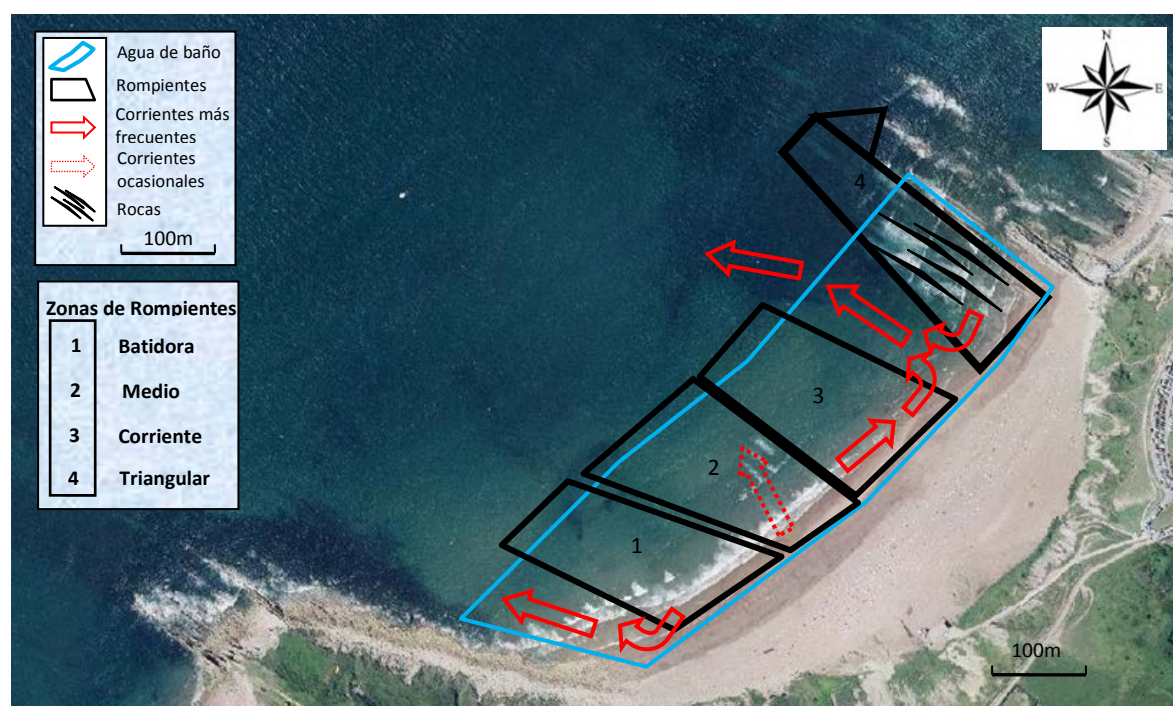


Fig. 3.6

En las figuras 3.6, 3.7 y 3.8 se muestran las diferentes zonas de rompientes de la playa de Barinatxe con su denominación. La línea azul limita la zona de baño que está vigilada por los socorristas y que se adentra hasta los 200 metros. En cuanto a la calidad de las olas se puede decir que es muy variable. Es una playa que contiene varias zonas de rompientes donde se pueden practicar actividades acuáticas de deslizamiento con todas las mareas. Sin embargo, un día cualquiera la rompiente puede ser apta para realizar surf sólo en marea baja y al día siguiente sólo en marea alta. Definir las rompientes para surfear se hace muy difícil debido a los cambios que sufren los fondos. La playa se divide en cuatro zonas de surf: la Batidora, el Medio, la Corriente y la Triangular (fig. 3.6). No obstante, puede haber otras rompientes para la



práctica de actividades acuáticas de deslizamiento en otras zonas de la playa, ya que varía según la morfología del fondo, de la marea, el oleaje y el viento.



Fig. 3.7



Fig. 3.8

A continuación se examinan cada una de las zonas de surf:

**Zona 1 “La Batidora”** (fig. 3.9 y 3.10): está en la zona izquierda de la playa. Es una rompiente muy condicionada a las mareas, fondos y oleaje. La ola de la Batidora se encuentra en la parte oeste de la playa. El nombre hace referencia a las olas que rompen pegadas a la parte izquierda de la playa y junto al acantilado. Si la corriente de la izquierda es muy pronunciada no deja que la ola rompa o hace que el pico se desplace hacia el centro. Hay en temporadas en la que la ola empieza a romper desplazada hacia la parte izquierda de la playa. Es una zona muy variable que hace que la definición de una sola rompiente sea complicado. Normalmente es una zona en la que siempre se puede realizar surf. La existencia de una barra mudable hace que la rompiente no esté muy localizada y la zona donde se practica surf puede ser muy amplia, permitiendo surfear tanto de izquierdas como de derechas.



Fig. 3.9 “La Batidora”



Fig. 3.10 “La Batidora”



**Zona 2 “El Medio”:** es la zona central de la playa (fig. 3.11). La rompiente está muy condicionada a las mareas, fondos y oleaje. Su denominación se debe al hecho de que se encuentra en medio entre la Batidora y la Corriente. Normalmente no suele ser una zona de corrientes pero, sin embargo, durante un periodo largo de la temporada estival del año 2016 una corriente cruzaba toda esta zona restando intensidad a la corriente predominante que apenas llegaba a apreciarse. Es una zona muy variable que hace que la definición de una sola rompiente sea imposible. Normalmente es un área en la que siempre se pueden realizar actividades acuáticas con deslizamiento. Cabe la posibilidad de tener una rompiente muy definida o una barra no tan definida que permita surfear tanto de izquierdas como de derechas en una zona muy amplia.



Fig. 3.11 “El Medio”



Fig. 3.12 “La Corriente”

**Zona 3 “La Corriente”:** es la zona del medio hacia la derecha de la playa (fig. 3.12). Su nombre deriva de la presencia de la corriente de retorno predominante de la playa. Es una corriente muy fuerte de salida de agua que equilibra la llegada de agua a la orilla debido al oleaje. El movimiento de agua hace que se genere con mayor frecuencia una ola de izquierdas. Sin embargo, hay en ocasiones en la ola de derechas puede ser hasta de mejor calidad que la de izquierdas. Es una rompiente muy variable y muy condicionada a los fondos. El punto de marea también condiciona y normalmente no permite practicar surf de calidad en marea alta.



Fig. 3.13 “La Batidora”, “El Medio” y “La Corriente”

**Zona 4 “La Triangular”:** es la zona derecha de la playa. Su nombre deriva del triángulo que forma a la hora de romper. El fondo rocoso que hace que sea más estable. Aún así, también es una zona que varía según la cantidad de arena que se acumule sobre las rocas. Durante la marea baja puede romper una izquierda muy corta sobre las rocas, que la hace exclusiva de surfistas expertos debido a que rompe sobre rocas sumergidas. Cuando sube la marea rompe una derecha muy larga en la parte de atrás, que incluso puede aguantar mucho mar (hasta 3 metros). En la orilla, una vez se han tapado las rocas, se pueden surfear olas de derechas y de izquierdas en marea alta, según las condiciones.



Fig. 3.14 "La Triangular"



Fig. 3.15 "La Corriente" y "La Triangular"



### Arriatera-Atxabiribil

Es una playa con dos accesos por carretera. Uno se encuentra en la parte izquierda de la playa y da acceso a la parte de Arriatera. Se llega desde un extenso aparcamiento que se une con la playa a través de una carretera de acceso restringido que no tiene mucha pendiente y dispone de una acera. En la parte derecha de la playa hay un parking más pequeño del cual se accede fácilmente a la parte de Atxabiribil. Los usuarios, por tanto, llegan a la misma de forma muy cómoda y sin grandes esfuerzos.

En cuanto al oleaje, es más constante que en Barinatxe aunque también tiene variaciones. Es un arenal con fondos rocosos establecidos a lo largo de toda la playa. No dispone de dunas ya que los acantilados y las construcciones no permiten que la playa pueda extenderse.

En la figura 3.16 se muestran las zonas de rompientes de la playa Arriatera-Atxabiribil y la zona de baño vigilada (línea azul). La fuente de la foto procede de la web de la Diputación Foral de Bizkaia consultada en el año 2015 ([www.bizkaia.eus](http://www.bizkaia.eus)).

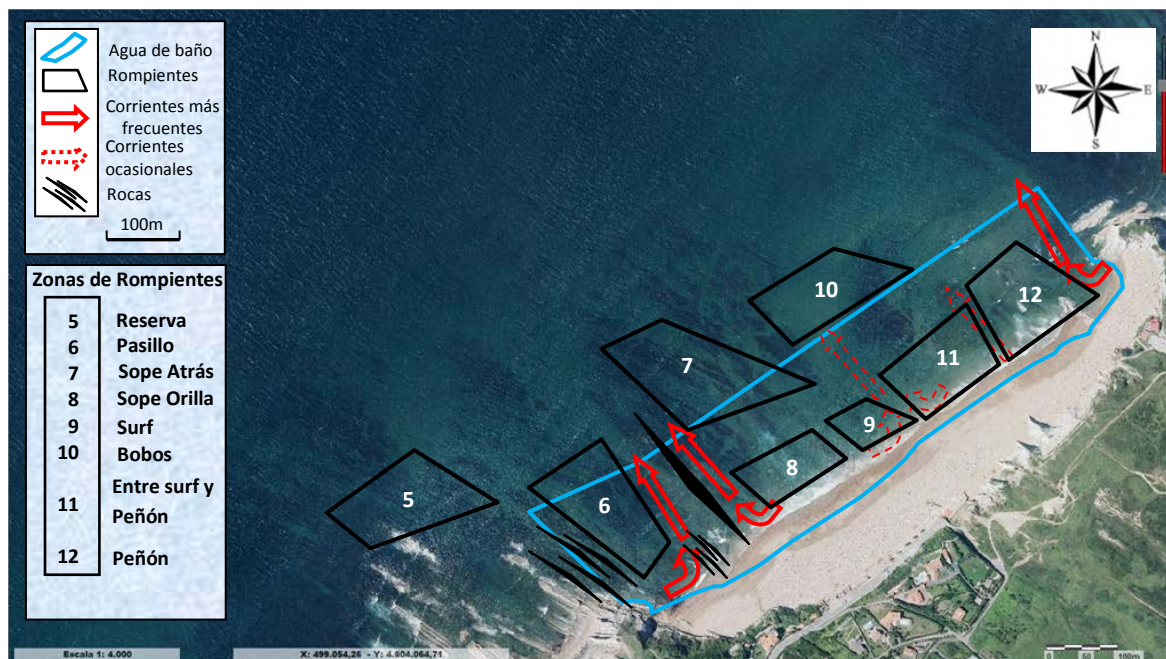


Fig. 3.16

La playa de Arriatera-Atxabiribil consta de varias rompientes y se puede afirmar que es una en la que se pueden practicar actividades acuáticas con deslizamiento en cualquier tipo de marea. No obstante, la calidad de las olas varía temporalmente. Las rompientes de la playa están bastante definidos debido a los fondos rocosos de la playa. Entre las rompientes más conocidos podemos destacar de izquierda a derecha de la playa los siguientes: La Reserva, El Pasillo, Sope Atrás, Sope la Orilla, El pico los Bobos, El Surf y El Peñón. En la fig. 3.17 se detallan todas estas zonas excepto La Reserva.



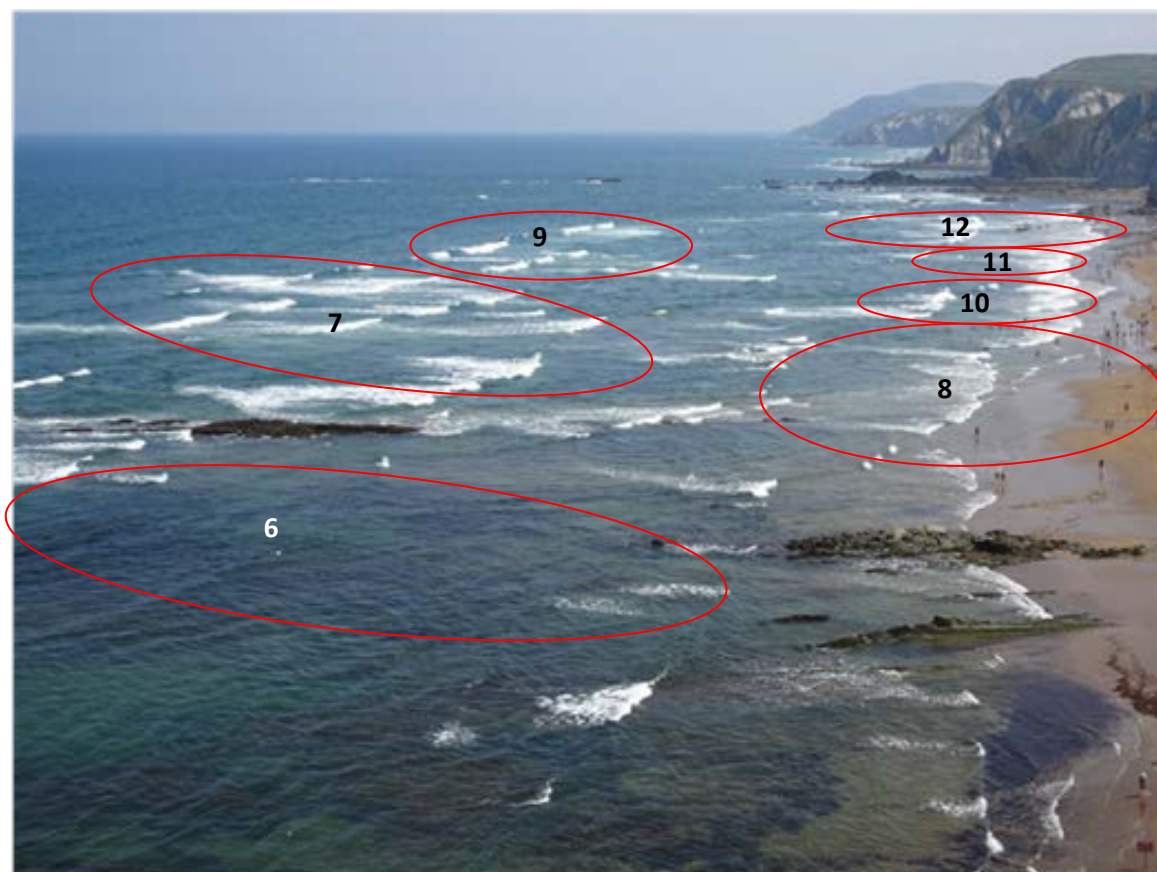


Fig. 3.17

Estas zonas son las siguientes:

**Zona 5 "La Reserva":** a esta zona pertenece la ola que rompe entre la playa de Barinatxe y Arriatera-Atxabiribil (fig. 3.18). El acceso se hace remando desde la segunda playa. Es una ola que rompe cuando se deposita un banco de arena sobre las rocas. Es una izquierda que requiere bastante conocimiento de la zona, debido a todas las rocas que la rodean. Es una ola que rompe en marea baja y no siempre se puede surfear debido a que las condiciones para que rompa son muy específicas.



Fig. 3.18 "La Reserva"



Fig. 3.19 "El Pasillo"

**Zona 6 "El Pasillo":** es una rompiente que se sitúa entre dos hileras de rocas y de ahí viene su nombre de El Pasillo (fig. 3.19). La mejor marea para surfearla es media subiendo, una vez que se tapan las rocas. Es una ola que se puede surfear de izquierdas y de derechas.



**Zona 7 "Sope atrás":** es una rompiente que se sitúa en el lado derecho de la hilera que se encuentra en la izquierda de la playa. Para surfearla se entra normalmente por una corriente que se genera en el lado derecho de dicha hilera. Es una ola que rompe de izquierdas y de derechas en la parte de atrás de la playa, quedando muy lejos de la orilla. Una vez que la playa se empieza a llenar de agua, puede que se generen olas también más cerca de la orilla que se pueden surfear y que son adecuadas para principiantes, ya que es una espuma con fuerza que permite practicar la puesta en pie y el deslizamiento hacia la orilla.



Fig. 3.20 "Sope Atrás"



Fig. 3.21 "Sope la Orilla"

**Zona 8 “Sope la Orilla”:** ola que se sitúa en la parte de la orilla de la parte izquierda de la playa, debajo de Sope Atrás. Suele romper cuando sube la marea y puede llegar a ser muy orillera y con tubo. Es una ola muy rápida y que requiere de habilidad para surfearla. Es un fondo de arena que hace que la ola varíe mucho a la hora de romper. Es una zona donde la línea de rompiente es muy pequeña y, al carecer de corriente, es una zona que suele ser más idónea para bañistas, generando por tanto una zona de conflictos entre bañistas y surfistas.

Entre las zonas de Sope Atrás y Sope la Orilla se pueden surfear espumas muy idóneas para iniciación, siempre que la ola disponga de suficiente energía (fig. 3.22).



Fig. 3.22



Fig. 3.23 “El Surf”





Fig. 3.24 "Pico los Bobos"

**Zona 9 "El surf":** es una ola que rompe enfrente del puesto de socorro de Arriatera, lugar donde antiguamente se localizaba el bar El Surf (construcción que se demolió) y donde actualmente un poco más arriba se sitúa la pista de skate (fig. 3.24). Es una zona de olas variables que rompen según dónde se deposite la arena, y que pueden ser de izquierdas y de derechas. Esta zona suele concentrar corrientes, lo que provoca que no sea segura para los bañistas. Normalmente la ola suele ser de menor calidad que la que rompe en Sope la Orilla y, por ello, no suele ser tan demandada.

**Zona 10 "Pico los Bobos":** es una rompiente que se ha creado recientemente y que se genera por un banco de arena que se ha depositado en la parte de atrás del medio de la playa (fig. 3.23). Es una rompiente que, aunque es visible la espuma y la rompiente, no siempre tiene la energía suficiente para poder surfear.

**Zona 11 entre "El Surf" y "El Peñón":** es una zona de rompientes variables y no tienen un nombre definido (fig. 3.24). Es una zona que en marea alta se queda sin arena por llegar el agua hasta el acantilado. Un saliente de roca divide la playa en dos lados: uno Arriatera y el otro Atxabiribil.



Fig. 3.24 zona entre El Surf y El Peñón

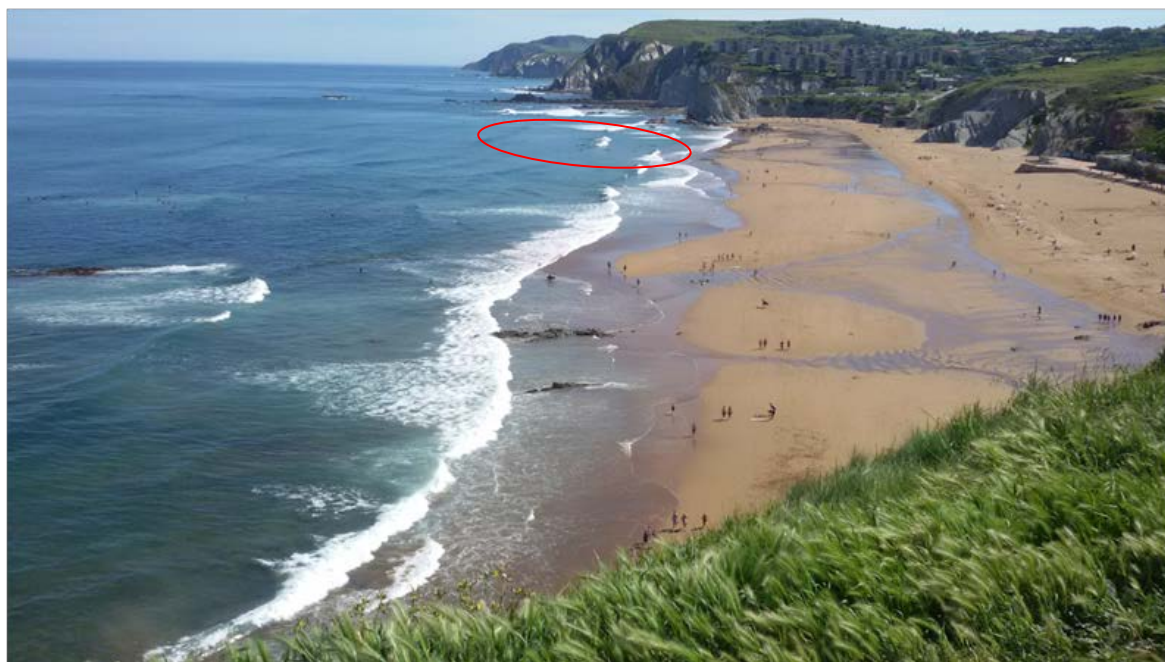


Fig. 3.25 zona entre El Surf y El Peñón

**Zona 12 “El Peñón”:** ola que rompe de derechas y de izquierdas en media marea subiendo. Se localiza en el lado izquierdo del Peñón (figuras 3.26 a 3.30). Es una rompiente que varía horizontalmente según el fondo. Es una zona en la que se pueden generar conflictos entre los surfistas libres y las escuelas de surf cuando la línea de rompiente no es muy profunda y se acerca a la orilla.



Fig. 3.26 “El Peñón”





Fig. 3.27 “El Peñón”

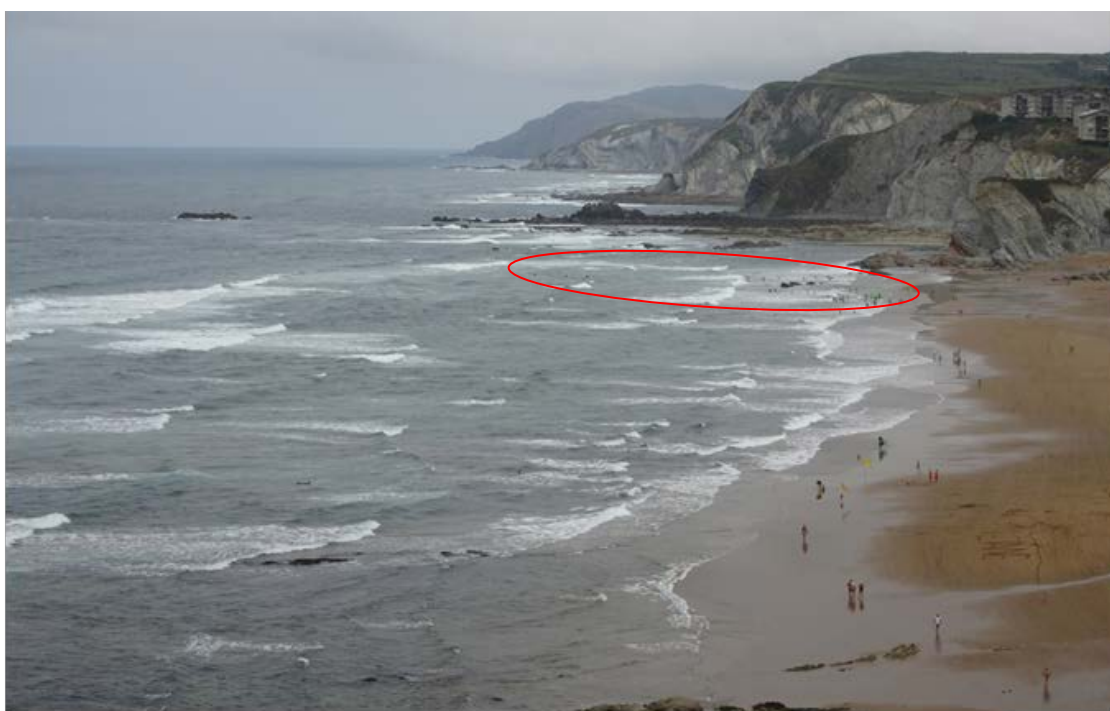


Fig. 3.28 “El Peñón”

En el lado derecho de El Peñón puede romper una izquierda en marea alta o una derecha que empieza a romper desde el lado derecho de la playita.



Fig. 3.29 "El Peñón"



Fig. 3.30 "El Peñón"



### 3.3 MAREAS

De los coeficientes de mareas, etc hablaría en el apartado 2 Aspectos técnicos generales dentro de las variables o en un apartado para ello.

Las mareas hacen que las playas varíen su aspecto de una manera global y este hecho puede ser aprovechado por los surfistas para averiguar dónde se puede producir una buena rompiente para practicar el surf. Así, por ejemplo, durante una bajamar de sicigias equinocciales con superluna, las playas muestran todo la morfología de sus fondos que hará que los intérpretes más minuciosos puedan intuir las zonas o posibles picos más apropiados para surfear. Se muestran las zonas de bancos de arena y de canales de corrientes que harán que el surfista pueda remontar al pico más rápido. También se podrán apreciar mejor las rocas que pueden ser peligrosas para el surfista. Durante las pleamares habrá que tener muchísimo cuidado con el escalón de arena que suelen formarse por la falta de grandes marejadas durante la época estival y que provocan accidentes de graves consecuencias tanto a los surfistas como a los bañistas al usar las olas orilleras sin precaución. Estas olas rompen casi contra el fondo y las personas que se deslizan en ellas, o incluso que las saltan, pueden sufrir lesiones de médula. Las orilleras sobre todo aparecen en la playa de Arriatera-Atxabiribil donde la línea de surf en marea alta disminuye notoriamente y el escalón provoca que rompan contra la orilla de una forma muy violenta. En la playa de Barinatxe también hay en ocasiones donde se forma el escalón en la línea de orilla de pleamar.

Las mareas son un factor a tener muy en cuenta a la hora de surfear practicar actividades acuáticas con deslizamiento en estas playas. Ahora bien, según los fondos habrá veces que sea mejor surfear en bajamar y otras veces en pleamar o en media marea.

#### Barinatxe

Los fondos de la parte derecha de la playa son constantes al tener una base de roca. Así, en marea baja se podrá surfear la ola izquierda de la Triangular y en alta en la derecha de la Triangular y la orilla.

Por otro lado, en el resto de la playa se podrá surfear en diferentes mareas dependiendo de la morfología de los fondos que, en este caso, es más variable.

La línea de rompiente se mantiene bastante constante con la variación de las mareas.

En la figura 3.31 se muestran varias instantáneas de la playa de Barinatxe en diferentes mareas que se han obtenido durante el verano de 2017.

Marea baja



Media marea



Marea alta



Fig. 3.31

### Arriatera-Atxabiribil

En marea baja rompen por lo general las olas que se encuentran más adentro y en marea alta las más cercanas a la orilla.

La línea de rompiente varía totalmente según nos encontremos en marea baja o alta. En marea baja la línea de rompiente es bastante más amplia que en marea alta.

En la figura 3.32 se muestran seis instantáneas de la Playa de Arriatera-Atxabiribil en 2017, dependiendo del estado de la marea.

Marea baja



Media marea



Marea alta



Fig. 3.32



### 3.4 FONDOS

La arena de las playas de Sopela está sedimentada sobre una faja de rocas que aparecen o quedan veladas dependiendo de la fuerza de la mar. Las variaciones no tienen por qué ser estacionales y las rocas pueden aparecer o desaparecer de un día para otro.

En la figura 3.33 se muestra la base rocosa que, como se ha comentado anteriormente, puede estar oculta por la arena o no. Por ejemplo, durante el verano de 2016 las rocas podían apreciarse en marea baja pero, sin embargo, en la época estival de 2017 la mayoría de las rocas quedaron veladas por la arena.



Fig. 3.33

#### Barinatxe

Casi toda la playa está cubierta de arena excepto la parte derecha donde aparecen algunas rocas. Los sedimentos de arena crean un fondo móvil y hace que las rompientes varíen. Por tanto, las rompientes cambian, se mueven o incluso desaparecen. La variación de los fondos se debe a grandes marejadas o a la acumulación de arena que se produce a finales de la época estival durante periodos de poco oleaje.

En las figuras 3.34 a 3.38 se muestran las ortofotos capturadas para la Diputación Foral de Bizkaia que nos permiten ver la evolución y dinamismo de los arenales desde el año 1965. Se trata de imágenes obtenidas durante la bajamar a fin de que permita ver los fondos y, sobre todo, las rocas que dificultan el acceso al agua a los bañistas y surfistas noveles. También se observa en algunos casos la situación de

las corrientes más marcadas de las playas. En las figuras 3.39 y 3.40 se muestran las consecuencias de los grandes temporales invernales y el detalle de algunas rocas que pocas veces quedan descubiertas.



Fig. 3.34 Barinatxe año 1965. En la foto se aprecia la corriente perfectamente y la zona de la triangular con bastante arena, al igual que el resto del arenal.

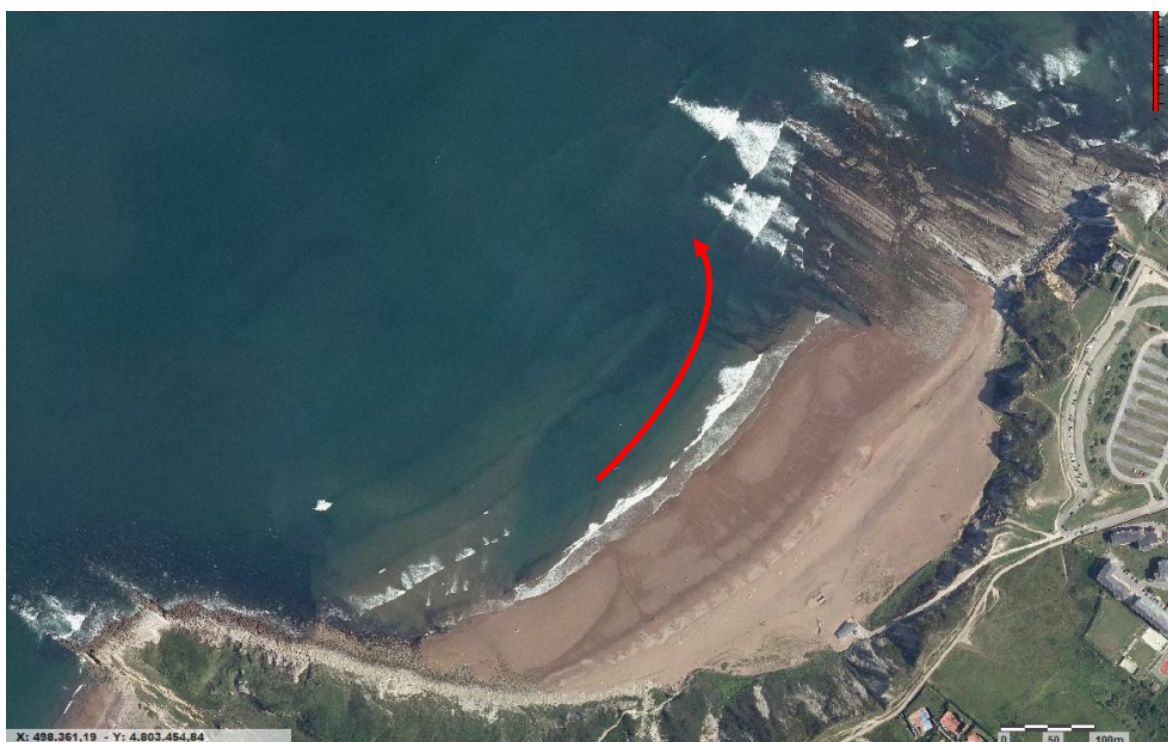


Fig. 3.35 Barinatxe 2010. Se muestran las hileras y piedritas de la zona de la triangular y el resto de la playa con arena. También la zona de corriente de retorno.





Fig. 3.36 Barinatxe 2012. Parte de la izquierda de la playa y orilla de la triangular con piedras pequeñas.

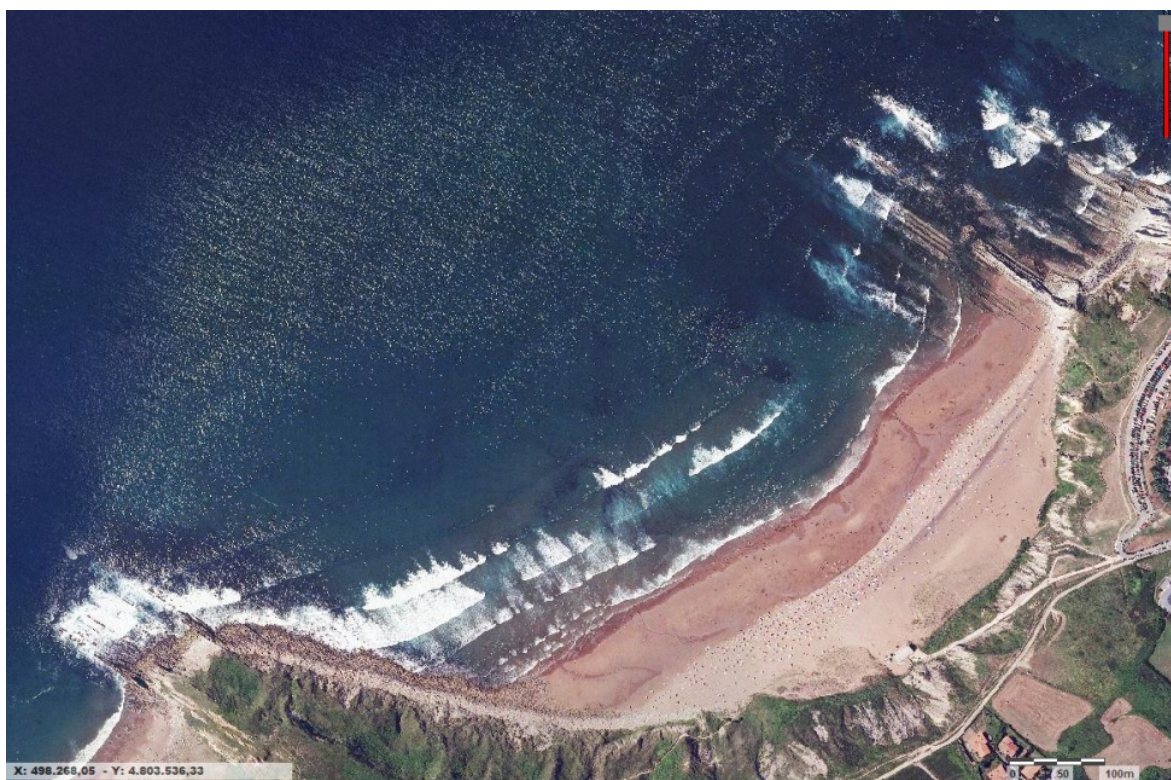


Fig. 3.37 Barinatxe 2013. Las hileras de la parte de la triangular bastante tapadas de arena.





Fig. 3.38 Barinatxe 2014. Foto de una buena bajamar en la que se aprecian: por un lado, las hileras y piedritas de la orilla de la triangular; y por el otro, se aprecian las lajas en la línea de orilla de la pleamar. También se observa en la parte izquierda de la playa el corte de la duna de los temporales del invierno del 2013-14.



Fig. 3.39 Barinatxe febrero 2014. Corte de la duna por las fuertes marejadas de ese invierno. La mar se llevó una gran cantidad de arena dejando al descubierto lajas, hileras y piedras que estaban bien tapadas por la arena.





Fig. 3.40 Barinatxe febrero 2014. Lajas situadas en la orilla de la Batidora que muy pocas veces son visibles. No tardaron en ser tapadas por arena que se volvió a depositar encima de ellas.



Fig. 3.41 Barinatxe junio 2017. Se muestran los canales de vaciado y las rocas de la triangular.

### Arriatera-Atxabiribil

Es una playa donde la arena se asienta sobre hileras de roca que se adentran hacia la mar. Esto hace que los fondos sean un poco más estables. Siempre ha sido una playa con una calidad de olas muy buenas, pero las fuertes marejadas del invierno del 2013 y 2014 hicieron que los fondos variasen por completo y, aunque se mantuvieron las rompientes, no tenían la misma calidad para practicar actividades acuáticas. Poco a poco los fondos se han asentado y las rompientes han vuelto a recuperar su calidad. Así, durante la temporada estival del 2017, todos los picos han funcionado con una buena calidad de rompiente.



Fig. 3.42 Arriatera-Atxabiribil 1965. Foto de una buena bajamar en blanco y negro donde se aprecia que la playa está cubierta de arena en su totalidad, excepto la roca del Peñón que es visible siempre.



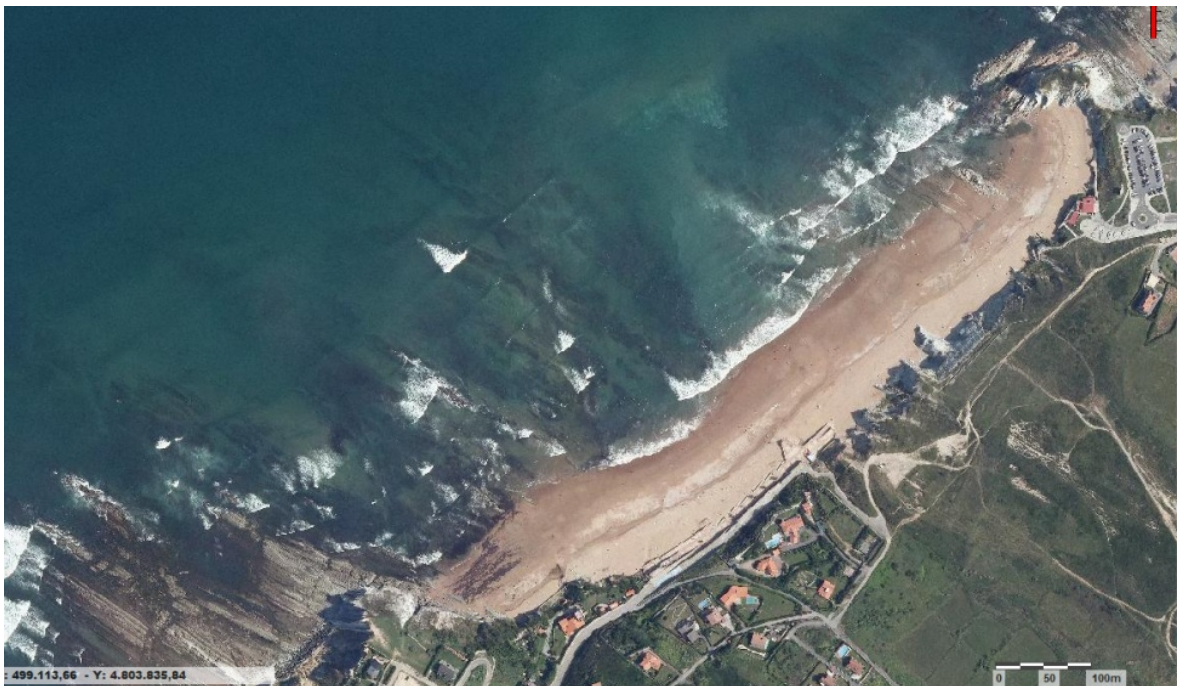


Fig. 3.43 Arriatera-Atxabiribil 2010. Las sombras de las piedras se reflejan a través del agua y se puede apreciar su ubicación. Toda la playa está cubierta de arena excepto la zona de El Peñón (Atxabiribil) en la que se aprecian las rocas de la zona.



Fig. 3.44 Arriatera-Atxabiribil 2012. Se pueden apreciar las hileras de piedra en la orilla y la arena.



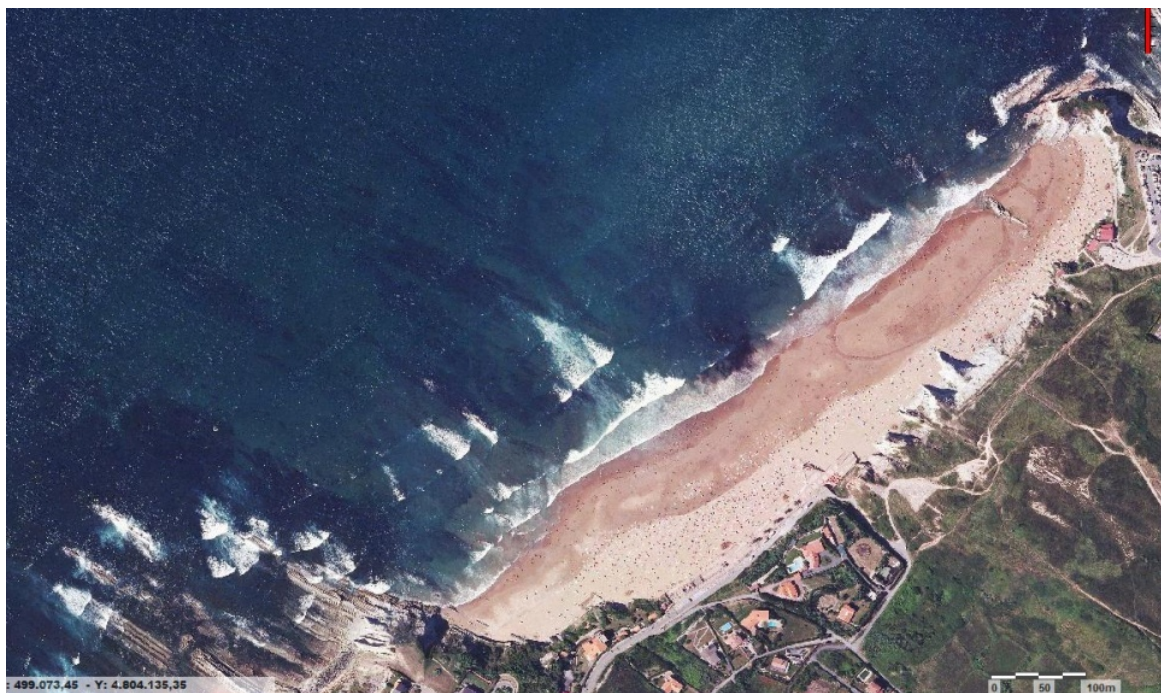


Fig. 3.45 Arriatera-Atxabiribil 2013. La playa está cubierta de arena casi en su totalidad.

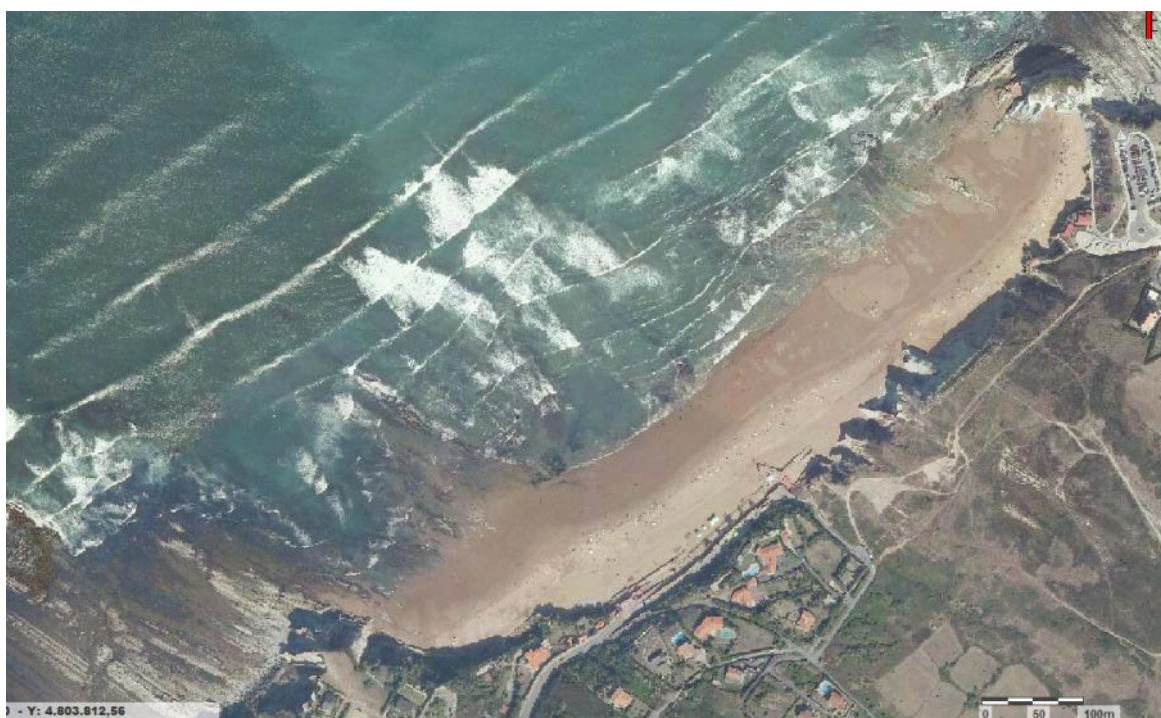


Fig. 3.46 Arriatera-Atxabiribil 2014. La playa tiene muy poca arena y se aprecian perfectamente todas las zonas de hileras y rocas de la playa. Es una situación muy parecida a la del verano del 2016.





Fig. 3.47 Arriatera-Atxabiribil junio 2017. Se aprecia la playa cubierta de arena con los bancos de arena y canales de vaciado formados por las corrientes.



Fig. 3.48 Arriatera-Atxabiribil junio 2017. Se aprecian los bancos de arena y los canales de vaciado.



Fig. 3.49 Arriatera-Atxabiribil (El Peñón) junio 2017. Se muestra el canal de vaciado de corriente

Barras o bancos de arena:

Los bancos de arena suelen estar en constante movimiento, se desplazan a lo largo de la playa y pueden aparecer y desaparecer. Un ejemplo claro de formación de un nuevo banco de arena lo tenemos en la arena que se deposita entre las dos grandes hileras de roca en la parte izquierda de la playa de Arriatera-Atxabiribil. En las figuras 3.50 y 3.51 se muestra cómo se va formando el banco.





Fig. 3.50 El banco de arena se empieza a formar y se observa cómo hace que las olas rompan sobre él.



Fig. 3.51 El banco de arena ha aumentado notoriamente y ha creado una pequeña playa en marea baja. En la foto se aprecia cómo se puede llegar a un banco de arena, depositado entre las hileras que se adentran hacia la mar, y que se alcanza tras pasar una zona de rocas situadas en la orilla.

### 3.5 CORRIENTES

Las corrientes son variables pero algunas suelen ser más o menos constantes en cuanto a su ubicación e intensidad. La morfología del fondo puede desplazarlas lateralmente y su intensidad también aunque hay que tener en cuenta que no siempre está supeditada al oleaje. Asimismo, también hay corrientes que simplemente desaparecen para aparecer en otra ubicación totalmente distinta. Este tipo de corrientes es difícil de predecirlas aunque, en este sentido, AZTI está estudiando el movimiento e intensidad de las corrientes a fin de poder predecirlas.

Las dos playas a estudiar en relación a las corrientes tienen comportamientos bien distintos. La playa de Barinatxe suele mantener un comportamiento más estable, mientras que la playa de Arriatera-Atxabiribil, a pesar de tener corrientes de carácter constante, dispone de corrientes de desplazamiento lateral en toda la zona del centro.

Aunque las corrientes de Barinatxe son más localizadas, esto no significa que se mantengan siempre en el mismo lugar. Hay dos corrientes más o menos estables: la principal que se encuentra en el lado derecho de la playa entre la Triangular y el pico de la Corriente, y una segunda pegada al acantilado de la parte izquierda en la zona de la Batidora.

Por otro lado, Arriatera-Atxabiribil tiene dos corrientes más o menos constantes: una situada en el lado izquierdo de la playa en ambos lados de la hilera que divide Sope Atrás y El Pasillo, y la otra en la cala de El Peñón. En el centro de la playa las corrientes son más variables en dirección e intensidad debido a que no hay unas hileras de rocas que direccionen la salida del agua.

#### Barinatxe

Entre las figuras 3.52 y 3.54 se muestran las diferentes corrientes de la Playa de Barinatxe. En la figura 3.55 se muestra una corriente que apareció durante la época estival del 2016 entre la zona de la Batidora y la zona de la Corriente y que en 2017 ha desaparecido. Esto nos demuestra el estado cambiante de la playa.





Fig. 3.52 Barinatxe 2017. Corriente en la izquierda de las hileras de la triangular.



Fig. 3.51 Barinatxe 2017. Canal de vaciado generado por la corriente lateral que cruza la playa hacia la corriente que se sitúa normalmente a la derecha de la playa.



Fig. 3.52 Barinatxe 2017. Corriente situada pegada al lado izquierdo del acantilado en la zona de la Batidora.





Fig. 3.53 Barinatxe 2017. Corrientes en la izquierda de la Batidora y entre la Corriente y la Triangular.



Fig. 3.54 Barinatxe 2017. Foto clarificadora de la ausencia de rompientes en las zonas de corrientes. Lamentablemente estas zonas son elegidas por los bañistas al carecer de oleaje, sin embargo la corrientes les arrastra mar adentro.



Fig. 3.55 Barinatxe 2016 (16 de julio de 2016 a las 10:20)



### Arriatera-Atxabiribil



Fig. 3.56 Arriatera-Atxabiribil 2017. Situación de las corrientes.



Fig. 3.57 Atxabiribil 2017. Corriente de remolino por cambios drásticos en el fondo.



Fig. 3.58 Arriatera-Atxabiribil 2017. En la primera foto se aprecia cómo se arrastra la arena al vaciar el agua, creando pequeños canales entre los bancos de arena que se distinguen más claramente en la segunda foto.





Fig. 3.59 Arriatera-Atxabiribil 2017. Movimientos de la arena según donde se sitúe la corriente.



Fig. 3.60 Arriatera-Atxabiribil 2017. Canaletas y canales de vaciado de agua.



Fig. 3.61 Arriatera-Atxabiribil 2017. Zona de corrientes no seguras para bañistas.

3.6 PARTES METEOROLÓGICOS

Los partes meteorológicos cada vez son más precisos pero aún no se ha conseguido una predicción exacta. Esto significa que existen días con discrepancias entre el oleaje de la predicción y el real.

Ya se han estudiado los modelos meteorológicos utilizados por los servicios públicos de predicción meteorológica en el apartado 2.6. Así, por ejemplo, algunas conocidas páginas web, como Windguru, utilizan varios modelos a fin de conseguir un mayor ajuste en la predicción. Asimismo, también utilizan sistemas propios de aumentación de la precisión. Sin embargo, no siempre aciertan.



Fig. 3.62 Predicción de Windguru para los días 23, 24 y 25 de junio.

Por ejemplo, la predicción de windguru relativa al oleaje para el 23 de junio de 2017 era de casi un metro de ola con dirección del NW y un periodo de 12 segundos (fig. 3.62). Esto significaba que en la playa se podrían esperar olas de al menos medio metro y la realidad fue que la mar amaneció en calma (fig. 3.63). En cambio, el día siguiente la predicción estaba más acorde con la realidad (fig. 3.64).





Fig. 3.63 Barinatxe y Arriatera- Atxabiribil, 23 de junio de 2017





Fig. 3.64 Barinatxe y Arriatera-Atxabiribil, 24 de junio de 2017

### 3.7 OLEAJE

Los registros de oleaje se obtienen a través de boyas situadas estratégicamente. La boya de Bilbao está situada en una zona de aguas profundas y registra la dirección y la altura significativa como datos principales del oleaje. La altura significativa podría coincidir la altura de las olas correspondientes a la serie que se espera en las playas de Sopela.

Estos registros se presentan de diferentes modos: en forma de rosa, como una gráfica cronológica o un histograma, entre otras maneras.

A continuación mostramos la información de la boya de Bilbao

#### Rosa de oleaje

En la figura 3.65 se muestra la rosa de oleaje de los años 2014-17 de los meses estivales de junio, julio y agosto de la Boya Bilbao Vizcaya. Nos proporciona la altura significativa y la dirección del oleaje, que tiene un claro predominio de la mar del noroeste (NW), coincidente con la orientación de las playas.

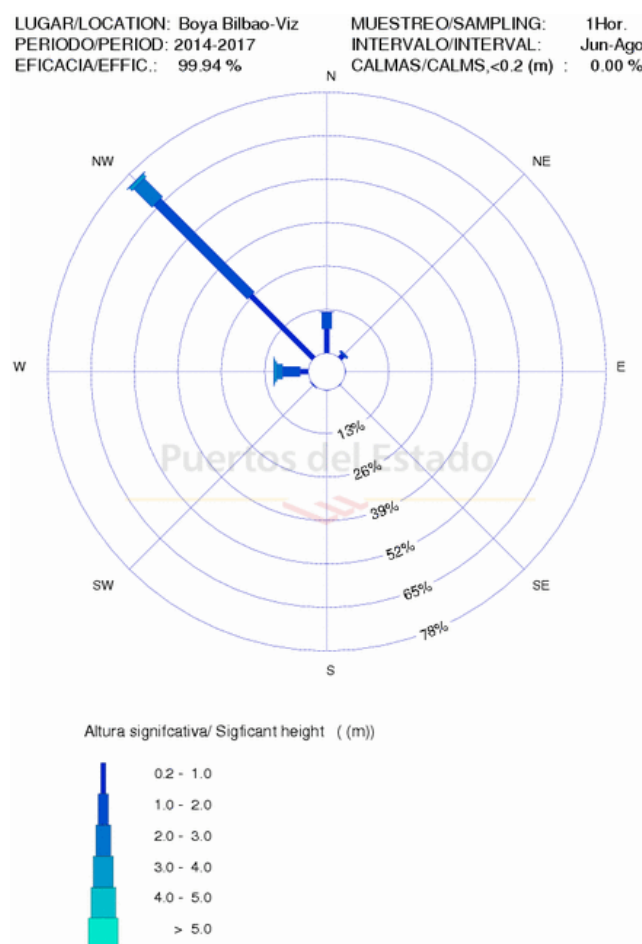


Fig. 3.65 (Fuente: <http://www.puertos.es/es-es/oceanografia/Paginas/portus.aspx>.)

### Gráfica cronológica

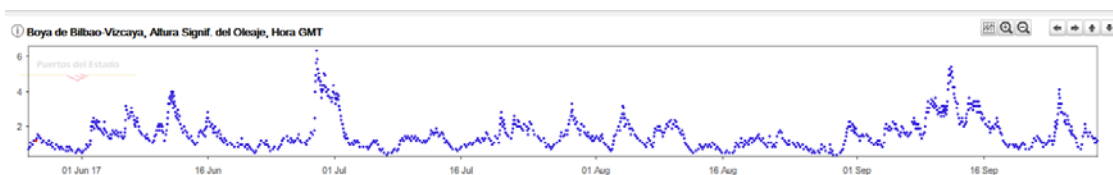


Fig. 3.66 Boya de Bilbao 2017. Temporada estival.

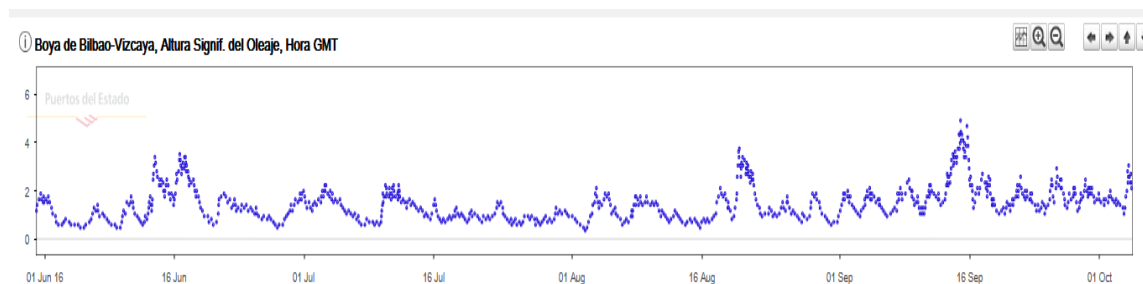


Fig. 3.67 Boya de Bilbao 2016. Temporada estival.

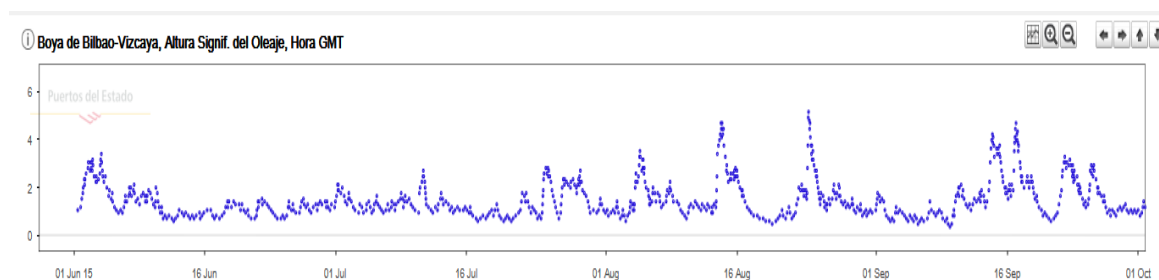


Fig. 3.68 Boya de Bilbao 2015. Temporada estival.

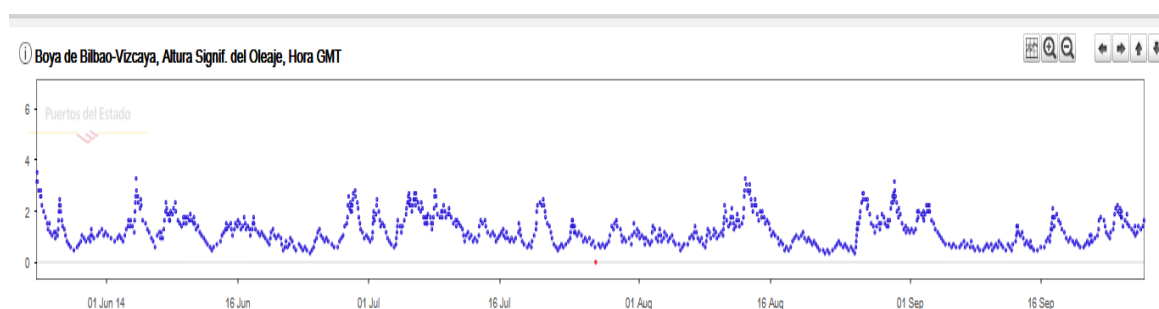


Fig. 3.69 Boya de Bilbao 2014. Temporada estival.

Como se puede observar en las gráficas de las cuatro temporadas estudiadas, la altura significativa del oleaje no sigue un patrón y, por tanto, no se puede realizar una prognosis más o menos exacta.

## Histogramas de oleaje

### Altura significativa

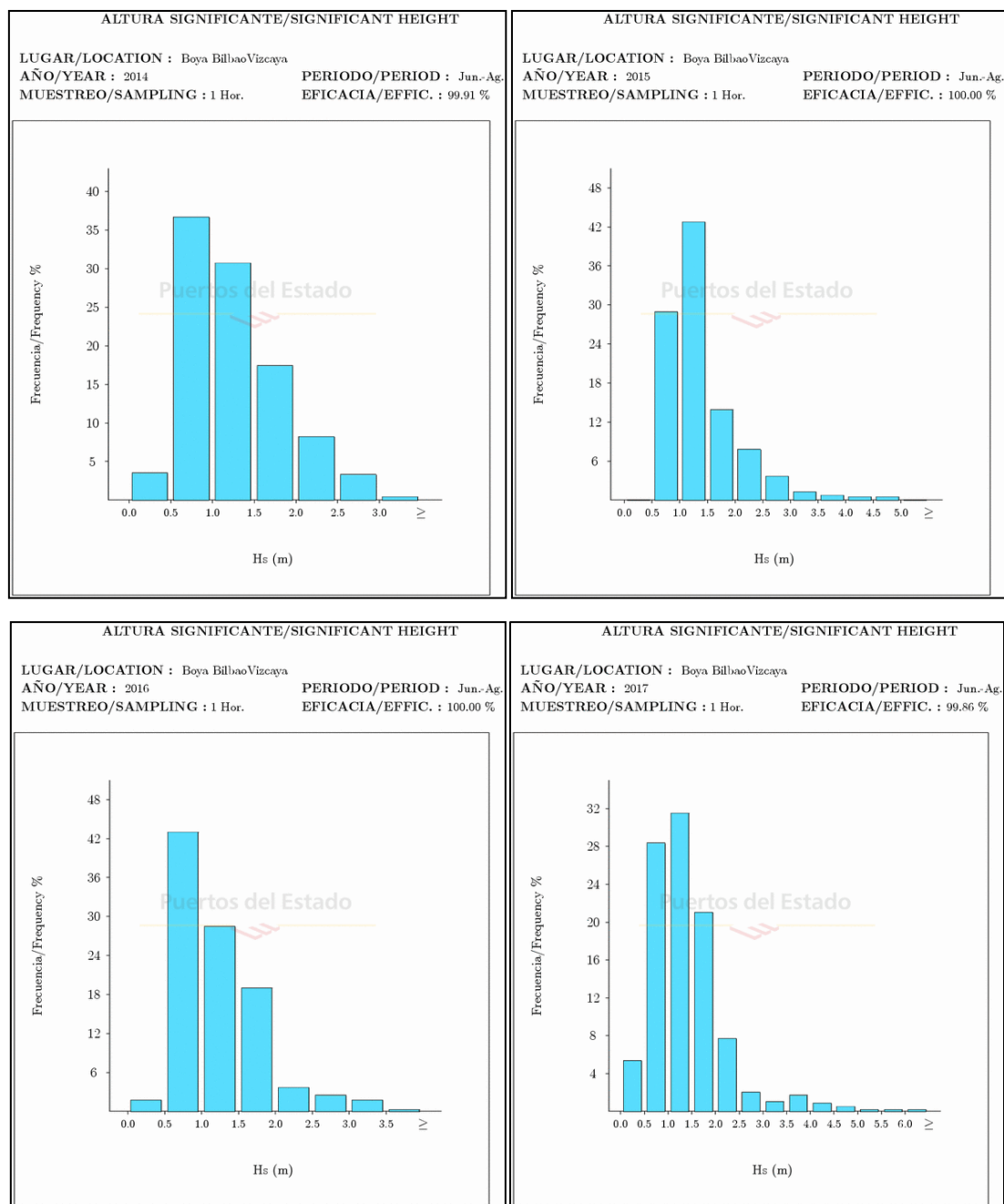


Fig. 70 Altura significativa de ola de los años 2014-17 de los meses estivales de junio, julio y agosto de la Boya Bilbao Vizcaya. Fuente: <http://www.puertos.es/es-es/oceanografia/Paginas/portus.aspx>.



## Periodo de pico

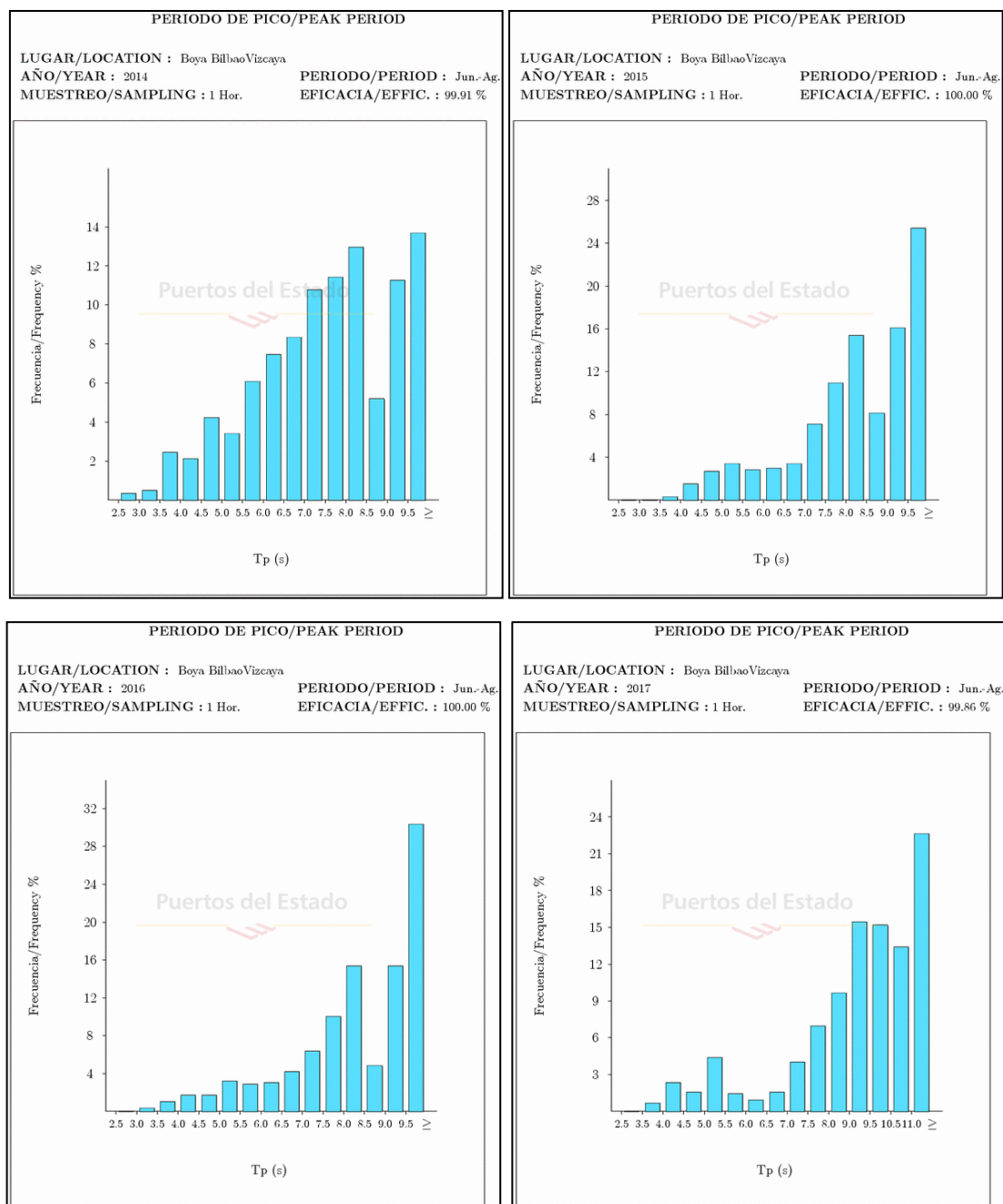


Fig. 3.71 Periodo de pico de ola de los años 2014-17 de los meses estivales de junio, julio y agosto de la Boya Bilbao Vizcaya. Fuente: <http://www.puertos.es/es-es/oceanografia/Paginas/portus.aspx>.

Análisis de los años 2014-17 de forma conjunta tanto de la altura significativa como del periodo de pico.

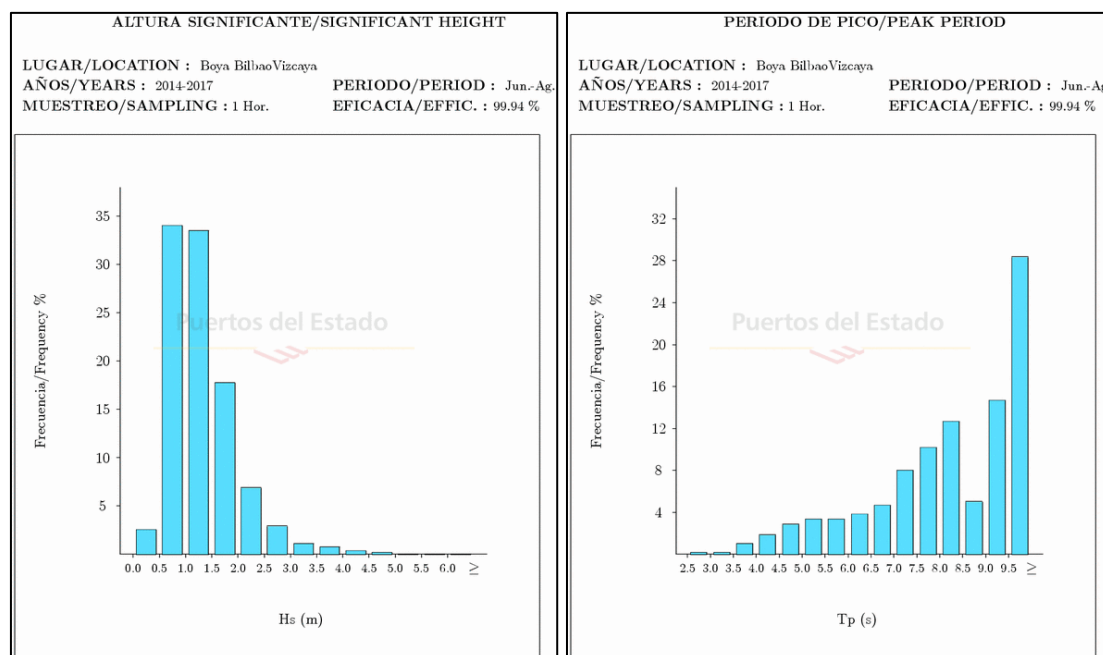


Fig. 3.72 Altura significativa y periodo de pico de ola de los años 2014-17 analizados conjuntamente de los meses estivales de junio, julio y agosto de la Boya Bilbao Vizcaya. Fuente: <http://www.puertos.es/es-es/oceanografia/Paginas/portus.aspx>.

Las gráficas y tablas mostradas hasta el momento corresponden a la altura del oleaje en mar abierto. La altura significativa de la ola medida no representa directamente la altura de las olas que llegarán a la playa. Las olas que llegan a la playa dependen de la morfología de los fondos.

Las alturas y periodo de las olas que se registran en las boyas no tienen el mismo impacto en tierra en verano o en invierno y es debido a la energía de la ola, normalmente en invierno la energía es mayor a la de verano y es por eso que el registro de una ola de un metro no tiene la misma fuerza en verano que en invierno en la playa

Cuando en las playas tenemos más de un metro se aprecia claramente como la línea de rompiente aumenta. Podemos decir entonces que con menos de 1 metro las condiciones de las playas serán de olas que rompen en la orilla y cuando hay más de un metro la línea de rompiente aumenta.

A la hora de medir un metro de ola se tiene en cuenta la ola medida por detrás y no por delante como miden algunos surfistas. Hemos tenido en cuenta las predicciones y la altura de la ola recogida en la Boya de Bilbao. Según el análisis de los años 2014-17 vemos como durante los meses de junio-julio y agosto la probabilidad es de más o menos:

- Para hacernos una idea de cómo se ven nuestras playas con ese oleaje hemos tomado las fotografías de tres días diferentes en los que se recogen las instantáneas de marea baja, media y alta en las tres situaciones más frecuentes en las playas estudiadas. En las fotos que mostramos a continuación vemos un mar de menos de un metro (Fig. 3.73), mar de entre un metro y metro y medio (Fig. 3.76) y por último un mar de más de un metro y medio (Fig. 3.79).

**MAREA**

DÍA			MAREAS DE BILBAO			
			1ª MAREA	2ª MAREA	3ª MAREA	4ª MAREA
23 V			4:21 h ▲ 1,8 m	10:24 h ▼ -2,9 m	16:44 h ▲ 1,9 m	22:54 h ▼ -2,1 m

23 de junio de 2017

**PREVISIÓN**

The screenshot shows a web interface with a search bar at the top. Below it are tabs for 'Archivo', 'Estadísticas', 'Spots destacados', and 'GFS 27 km'. The main section displays a timeline from 02h to 23h for June 23rd, 2017. It includes data for wind speed (Velocidad viento), wind direction (Dirección viento), wave height (Olas (m)), wave direction (Dirección olas), wave period (Período olas (seg)), and temperature (Temperatura (°C)). A red box highlights the wave height data for the 11h to 20h range.

73



## Barinatxe

Marea baja



Media marea



Marea alta



Fig. 3.74 6 instantáneas playa Barinatxe oleaje menor a un metro.

## Arriatera-Atxabiribil

Marea baja



Media marea



Marea Alta



Fig. 3.75 6 instantáneas playa Arriatera-Atxabiribil oleaje menor a un metro

Oleaje entre un metro y metro y medio

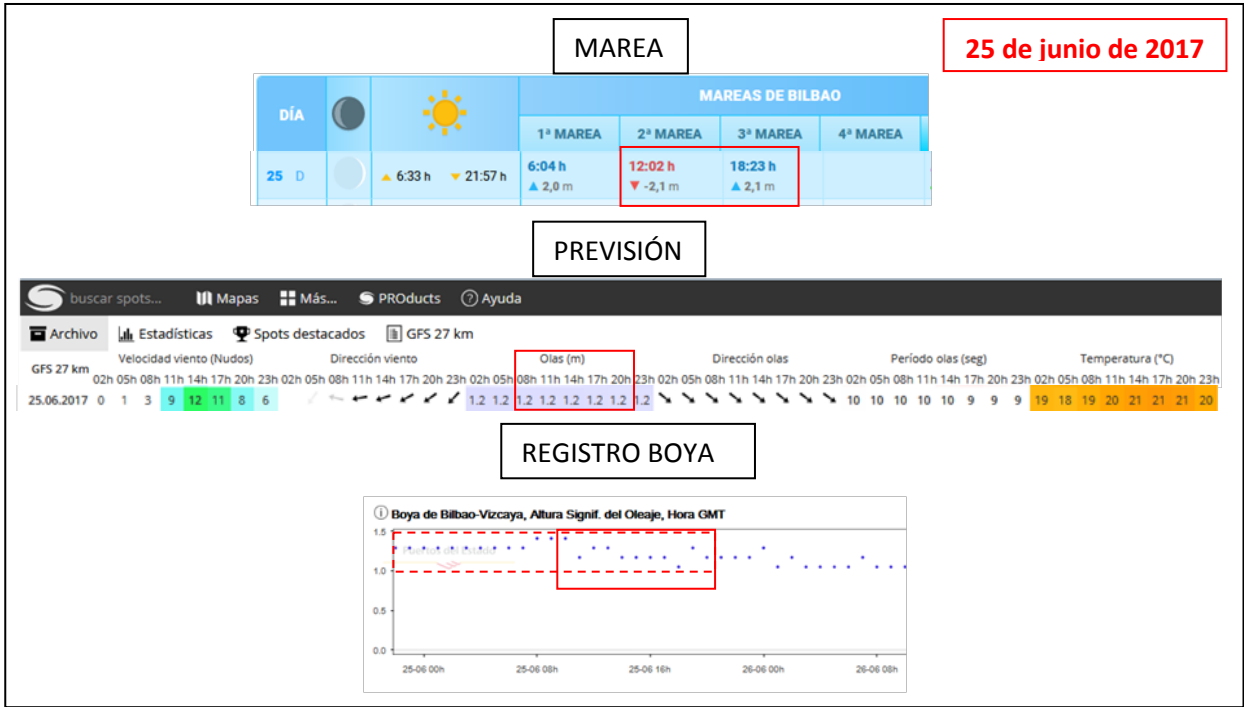


Fig. 3.76



## Barinatxe

Marea baja



Media marea



Marea alta



Fig. 3.77 6 instantáneas playa Barinatxe oleaje mayor a un metro

### Arriatera-Atxabiribil

Marea baja



Media marea



Marea alta



Fig. 3.78 5 instantáneas playa Arriatera-Atxabiribil oleaje mayor a un metro

Oleaje mayor a metro y medio

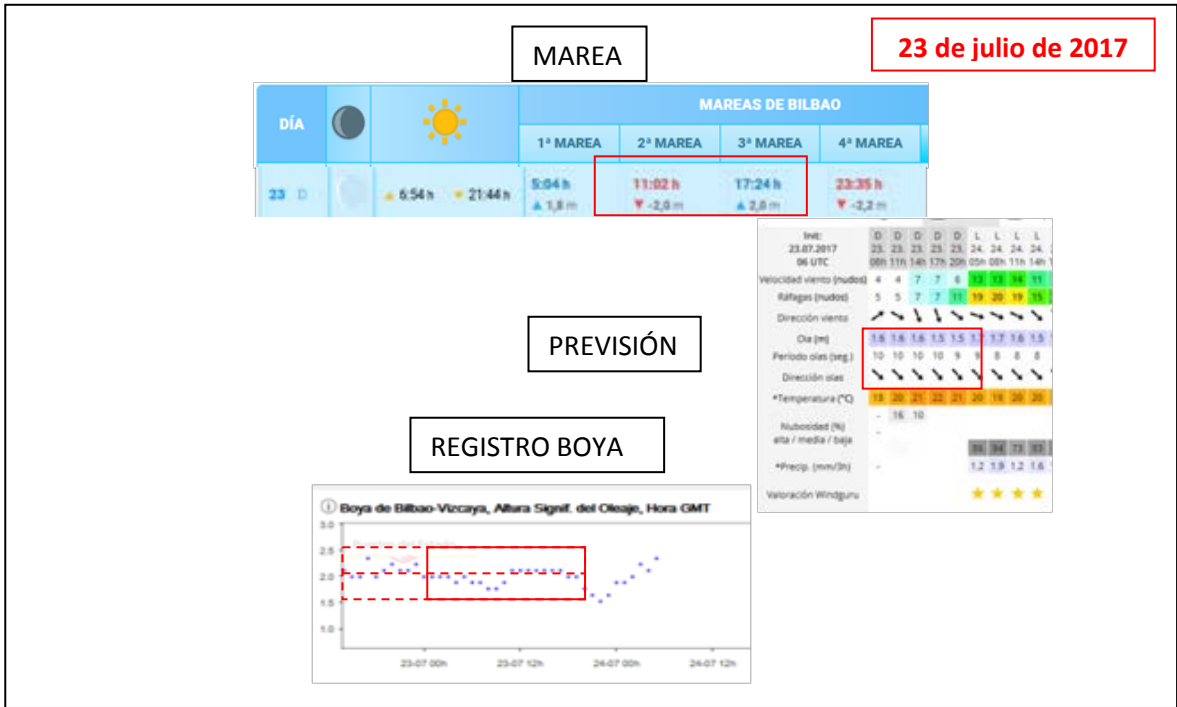


Fig. 3.79



## Barinatxe

### Media marea



### Marea baja



### Marea alta



**Fig. 3.80**



## Arriatera-Atxabiribil

### Media marea



### Marea baja



### Marea alta



Fig. 3.81

### 3.8 VIENTO

A diferencia del oleaje que prevalece del NW en el caso del viento vemos en la rosa como no hay un viento predominante.

Para hacer surf el viento idóneo debe ser procedente de tierra. En el caso de las playas objeto de estudio este viento tiene que ser de componente sur y, de acuerdo con la rosa de la fig. 3.82, estos vientos no son predominantes. No obstante, a primera hora de la mañana de días despejados y cálidos existe un viento de componente térmico, llamado terral, que tiene componente Sur.

Asimismo, a mediodía aparece un viento térmico de componente norte, denominado brisa, que puede alcanzar mucha fuerza en días muy cálidos, y que afecta a las olas generadas por la mar de fondo.

#### Rosa de viento

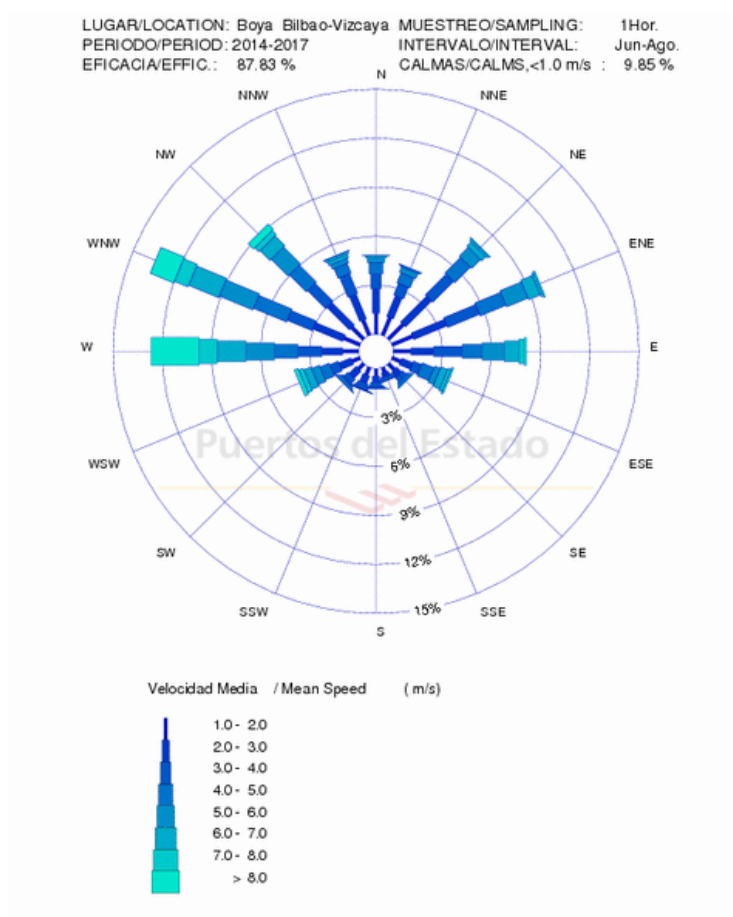


Fig. 3.82





## 4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS DE OCUPACIÓN

### 4.1 HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS

#### Diagrama de caja.

El diagrama de cajas es una representación gráfica que muestra los cinco estadísticos descriptivos que definen como es la distribución de la población. Los estadísticos descriptivos que se representan son, percentiles (según configuración), cuartiles, valores máximos y mínimos, mediana y valores atípicos. En el eje de las X aparecen ordenadamente las variables analizadas de las playas de estudio (ocupación total u horaria de las playas) y en el eje de las Y la distribución de esa variable (valores de ocupación de cada una de las playas totales o según franja horaria).

Además el gráfico permite representar más de una variable y por tanto el análisis comparativo de los descriptivos. Este gráfico es especialmente interesante para el estudio de valores extremos. El presente estudio presta especial atención a la situación de alta ocupación por tanto interesa conocer la frecuencia, rangos en que se encuentran y cuando se dan los máximos. Las situaciones de máxima ocupación son las que se consideran más críticas.

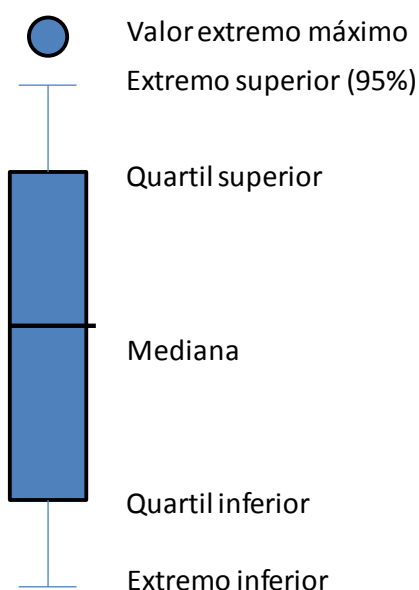


Fig 4.1 Descripción de la barra de cajas, elemento del diagrama de cajas.  
Herramienta gráfica para analizar las variables de ocupación.

### 4.2 DATOS DIRECTOS Y DATOS TRANSFORMADOS.

Las series temporales (variables que se van a analizar) suministradas corresponden a la ocupación de usuarios de las playas, Barinatxe y Arriatera-Atxabiribil, a las 12:00 y 17:00, conteo de personas que se encuentran en los arenales. El estudio se puede ver

afectado por el perfil de usuario que se asocia a la playa (dato de ocupación del arenal-suministrado) y su interacción con el medio acuático (dato de ocupación en el agua-no existe). Teniendo en cuenta las conclusiones de otros trabajos (Dwight et al 2007)i, las playas con más ocupantes son las playas con más bañistas, por tanto los días con más ocupación se espera que sean días con más bañistas, si las condiciones del mar y la playa son favorables al baño. (REF DFB)

#### Datos de entrada

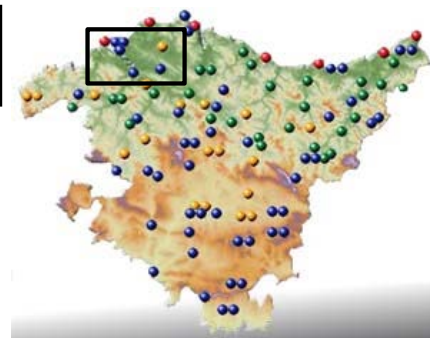
Ocupación de Barinatxe: 12:00 y 17:00  
Ocupación de Arriatera-Atxabiribil: 12:00 y 17:00

#### Datos calculados

Ocupación diaria total Barinatxe  
Ocupación diaria total Arriatera-Atxabiribil  
Día de fiesta 0=no fiesta, 1=fiesta  
Nº de semana de la época estival 1-18

#### Datos meteorológicos

Datos de las estaciones meteorológicas de superficie de la zona de Euskalmet



<http://www.euskalmet.euskadi.eus/>

Fig 4.2 Datos utilizados para el estudio.

Las series temporales que se derivan para el estudio, se han definido como indicadores que pueden afectar el valor de ocupación, series temporales asociadas a la fecha, número de semana, variable dicotómica o binaria (festivo ó no festivo), ocupación total. El mes contiene información climática y del perfil de usuario, dado que los meses extremos Junio y Septiembre no son meses de vacaciones escolares, entre otros factores. Al estudio se ha incorporado otra fuente de datos suministrada por Euskalmet que son variables meteorológicas de estaciones de superficie cercanas a las playas estudiadas y la información disponible en la base de datos de la boya de Donosti, como referencia aproximada de las condiciones de la mar en las playas en la época estival. Las estaciones y variables meteorológicas estudiadas se han seleccionado siguiendo unos criterios acordes al perfil de usuario de la playa predominante.

La selección de las estaciones sigue un criterio de cercanía a la playa y facilidad de transporte que tiene en cuenta estaciones con núcleos de población que pueden ser considerados como potenciales usuarios. No solo interesa saber el grado de bienestar en la playa sino evaluar la situación meteorológica de los usuarios que deciden desplazarse a la playa.

Las variables meteorológicas que registran las estaciones de superficie depende del tipo de estación (meteorológica, aforo, calidad) y de la configuración que le ha dado el gestor de la red hidrometeorológica, dado que el número de variables meteorológicas e interacción entre ellas es complejo, se ha hecho una selección de las variables que pueden tener más peso en los usuarios, precipitación total, temperatura (media y máxima) e irradiación total. El manejo de estas variables se ha realizado de



forma independiente dado que las propias series presentan rangos y unidades de medida muy distintos. Aunque la interpretación busca identificar patrones meteorológicos o lo que es lo mismo definir condiciones meteorológicas favorables para alcanzar una máxima ocupación. También se ha trabajado con las variables de altura de ola máxima y altura de ola significativa de la boya de Donosti.

Se busca alcanzar la definición de un “threshold” o valor crítico de ocupación. Es un valor a partir del cual se requiere una actuación mas controlada con actuaciones extras para mantener la seguridad y bienestar de los usuarios. Para medir la insatisfacción de los usuarios se podría utilizar, en un estudio posterior, las quejas que se han registrado durante el periodo de estudio, pero esta información complementaria no ha sido contemplada en este estudio. La información de las quejas puede resaltar algunas situaciones críticas no afectadas por las variables de estudio, aunque es una información muy sesgada y dependiente del perfil del afectado.

#### **4.3 CRITERIOS DE ANÁLISIS. METODOLOGÍA**

La herramienta estadística para el análisis es el SPSS, con licencia corporativa de la UPV/EHU.

El análisis tiene dos secciones, la primera sección es el estudio de las series de ocupación de ambas playas y la segunda sección busca las condiciones meteorológicas en las que se han dado esos máximos.

##### Series de ocupación de las playas.

Los pasos que se han considerado son los siguientes:

1. Estudio de descriptivos. Se presentan en forma de tablas.
2. Estudio de valores atípicos (máxima ocupación). Este estudio se hace gráficamente a través del boxplot. Una vez definido el comportamiento se identifica numéricamente dentro de la serie donde se encuentran esos casos de máxima ocupación.
3. Estudio de correlaciones (relaciones entre las playas). Se utiliza como herramienta el gráfico de dispersión que representa los valores de máxima ocupación enfrentados.

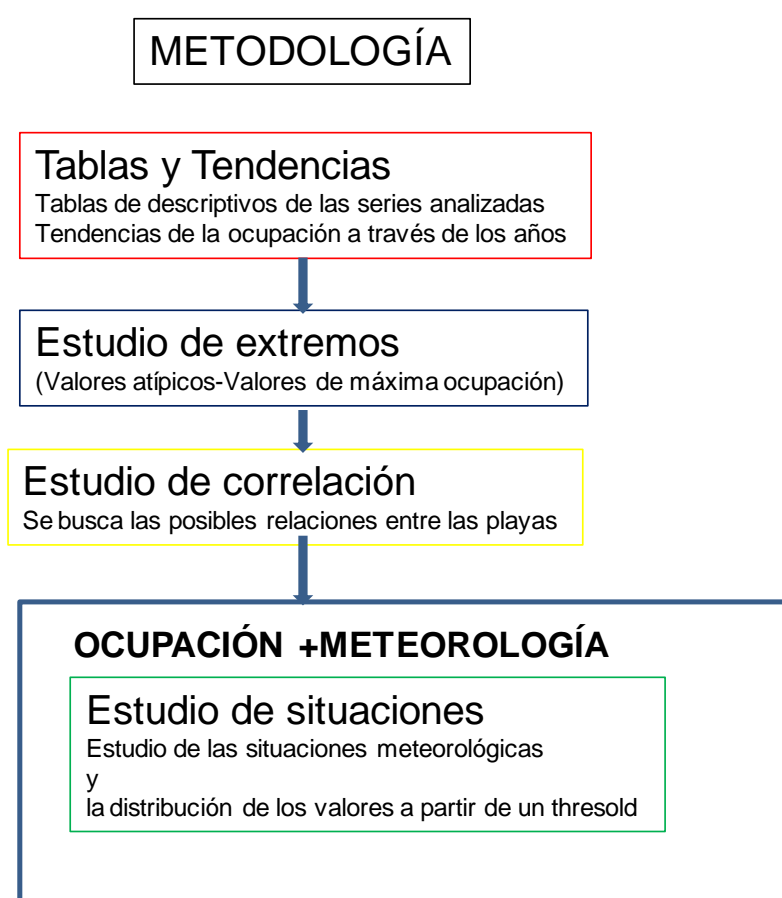
Se va a tener en cuenta la influencia que tiene:

- Comparación global entre las playas de estudio.
- Comparación global entre años y estudio de la tendencia.
- Día de la semana.
- Día festivo/no festivo.
- Nº de Semana en la temporada de baño.
- Hora de registro de la ocupación de la playa 12:00, 17:00.
- Mes.

### Estudio meteorológico.

Una herramienta sencilla es calcular los valores que hacen que la ocupación de la playa supere los valores medios. Se buscará si existe una variable meteorológica determinante para ir y para no ir.

En general se quiere hacer mención que el comportamiento del usuario y los criterios que siguen para ir o no a la playa, que dependen un poco de todos los factores expuestos arriba con un mayor o menor peso. Es muy complicado relacionar todas las variables a la vez en un primer estudio, por tanto se van a considerar cada una de forma independiente para analizar su influencia. Un estudio más detallado y conjunto de todas ellas, solo se justifica, para una predicción de la ocupación y la toma de decisiones "a priori", en el plan de gestión de playas.



**Fig 4.3 Esquema de la metodología.**

#### 4.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

##### Tabla global de estadísticos descriptivos de la base de datos de estudio.

Tabla 1. Tabla de estadísticos descriptivos de la serie de estudio (periodo analizado del 2014 al 2017)

##### Estadísticos descriptivos

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Suma	Media	Desviación estándar	Varianza
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Error estándar	Estadístico	Estadístico
Barinatxe (Ocupación total diaria)	484	9874	1	9875	555070	1146,84	67,927	1494,384
Arriatera- Atxabiribil (Ocupación total diaria)	484	17224	3	17227	1151451	2379,03	137,095	3016,089
B_12:00:00	484	3759	1	3760	192129	396,96	24,124	530,723
B_17:00:00	484	6115	0	6115	362941	749,88	47,270	1039,931
A_12:00:00	484	7475	0	7475	455763	941,66	59,192	1302,215
A_17:00:00	484	9752	0	9752	695688	1437,37	82,906	1823,930
N válido (por lista)	484							

La tabla que se presenta arriba son los estadísticos descriptivos de la base de datos ocupacional existente entre los años 2014-2017 en la época estival que comprende los meses, de junio a septiembre. Ambas playas se podrían considerar como semi-urbanas, dado que no pertenecen a un entorno urbano como podría ser la playa de la Concha (Donosti), ni tampoco son playas naturales, son playas afectadas y alteradas por el uso antropogénico y no se encuentran asociadas a núcleos rurales. Inicialmente cuando las comunicaciones eran escasas, estas playas pertenecían, a una zona de veraneo y el entorno era rural. Pero actualmente las buenas comunicaciones con el Gran Bilbao hacen que el lugar sea considerado como una zona residencial dormitorio del Gran Bilbao, transformándose a un entorno urbano residencial.

Si se comparan algunos rasgos de las playas de estudio, se observa que aunque el rango ocupacional no llega a alcanzar el doble de una playa respecto a la otra, el



número total de usuarios (estadístico suma de todos los conteos) en la época estival si alcanza el doble y el estadístico descriptivo media diaria también.

La diferencia ocupacional entre ambas playas no se justifica por el tamaño de la playa, se piensa que tanto los accesos (Barinatxe tiene peores accesos que Arriatera) como el perfil de usuario (Barinatxe-nudista versus Arriatera-no nudista), pueden ser algunas de las razones que estén afectando a este valor. En las referencias encontradas los accesos son un valor determinante para la ocupación Morgan and Smith 2013<sup>ii</sup>.

Otro factor a tener en cuenta es la influencia de la hora del día en la ocupación de la playa, siendo la mañana 12:00, antes de comer con menor afluencia que las 17:00 (después de comer).

Por otra parte la diferencia entre la ocupación entre ambas horas, en ambas playas, en rango y media se duplica en Barinatxe, mientras que en Arriatera aumenta aunque no llega a duplicarse. En general la diferencia horaria suele estar relacionada con el perfil de usuario, cercanía a la playa, mes estival Balouin et al 2014<sup>iii</sup>.

### Tendencia global a través de los años.

Tabla 2. Tabla de estadísticos descriptivos de la serie de estudio año 2104.

#### Estadísticos descriptivos<sup>a</sup>

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Suma	Media		Desviación estándar	Varianza
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Error estándar	Estadístico	Estadístico
Barinatxe	121	9870	5	<b>9875</b>	<b>171911</b>	1420,75	161,801	1779,806	3167710,405
Arriatera- Atxabiribil	121	9641	12	<b>9653</b>	<b>227050</b>	1876,45	182,008	2002,087	4008352,466
B_12:00:00	121	3758	2	<b>3760</b>	<b>52499</b>	433,88	49,287	542,159	293936,393
B_17:00:00	121	6112	3	<b>6115</b>	<b>119412</b>	986,88	121,295	1334,247	1780215,160
A_12:00:00	121	5017	2	<b>5019</b>	<b>91371</b>	755,13	86,360	949,965	902433,749
A_17:00:00	121	4892	5	<b>4897</b>	<b>135679</b>	1121,31	104,012	1144,135	1309044,167
N válido (por lista)	121								

a. Año = 2014

Tabla 3. Tabla de estadísticos descriptivos de la serie de estudio año 2105.

Estadísticos descriptivos<sup>a</sup>

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Suma	Media		Desviación estándar	Varianza
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Error estándar	Estadístico	Estadístico
Barinatxe	121	4954	16	<b>4970</b>	<b>104883</b>	866,80	87,915	967,063	935210,694
Arriatera- Atxabiribil	121	12958	8	<b>12966</b>	<b>325698</b>	2691,72	319,601	3515,611	12359520,400
B_12:00:00	121	1537	5	<b>1542</b>	<b>35010</b>	289,34	28,191	310,097	96160,359
B_17:00:00	121	4216	4	<b>4220</b>	<b>69873</b>	577,46	64,199	706,187	498699,717
A_12:00:00	121	6218	5	<b>6223</b>	<b>123589</b>	1021,40	135,521	1490,728	2222268,808
A_17:00:00	121	7119	2	<b>7121</b>	<b>202109</b>	1670,32	199,668	2196,349	4823946,787
N válido (por lista)	121								

a. Año = 2015

Tabla 4. Tabla de estadísticos descriptivos de la serie de estudio año 2106.

Estadísticos descriptivos<sup>a</sup>

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Suma	Media		Desviación estándar	Varianza
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Error estándar	Estadístico	Estadístico
Barinatxe	121	7000	24	<b>7024</b>	<b>176778</b>	1460,98	164,015	1804,160	3254993,558
Arriatera- Atxabiribil	121	17215	12	<b>17227</b>	<b>386487</b>	3194,11	342,973	3772,707	14233321,050
B_12:00:00	121	3512	9	<b>3521</b>	<b>64658</b>	534,36	66,487	731,356	534881,483
B_17:00:00	121	4587	1	<b>4588</b>	<b>112120</b>	926,61	103,597	1139,564	1298605,140
A_12:00:00	121	7463	12	<b>7475</b>	<b>158874</b>	1313,01	149,831	1648,145	2716381,842
A_17:00:00	121	9752	0	<b>9752</b>	<b>227613</b>	1881,10	201,929	2221,223	4933832,340
N válido (por lista)	121								

a. Año = 2016

Tabla 5. Tabla de estadísticos descriptivos de la serie de estudio año 2107.

Estadísticos descriptivos<sup>a</sup>

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Suma	Media	Desviación estándar	Varianza
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Error estándar	Estadístico	Estadístico
Barinatxe	121	5817	1	<b>5818</b>	<b>101498</b>	838,83	102,882	1131,706
Arriatera- Atxabiribil	121	8977	3	<b>8980</b>	<b>212216</b>	1753,85	194,896	2143,854
B_12:00:00	121	2647	1	<b>2648</b>	<b>39962</b>	330,26	37,720	414,916
B_17:00:00	121	4237	0	<b>4237</b>	<b>61536</b>	508,56	70,331	598516,482
A_12:00:00	121	3858	0	<b>3858</b>	<b>81929</b>	677,10	77,845	733243,957
A_17:00:00	121	6142	2	<b>6144</b>	<b>130287</b>	1076,75	123,252	1838118,621
N válido (por lista)	121							

a. Año = 2017

La tendencia de la ocupación diaria máxima no es clara en ninguna de las playas y esta influenciada por la meteorología del año de estudio. Mientras que Arriatera-Atxabiribil presenta un crecimiento a través de los años y un nivel de ocupación asociado a la meteorología, Barinatxe no tiene una tendencia clara. Lo que si se observa, en ambas playas es que existe un incremento ocupacional entre las 12:00 y 17:00, siendo más los usuarios que acuden por la tarde que durante la mañana.

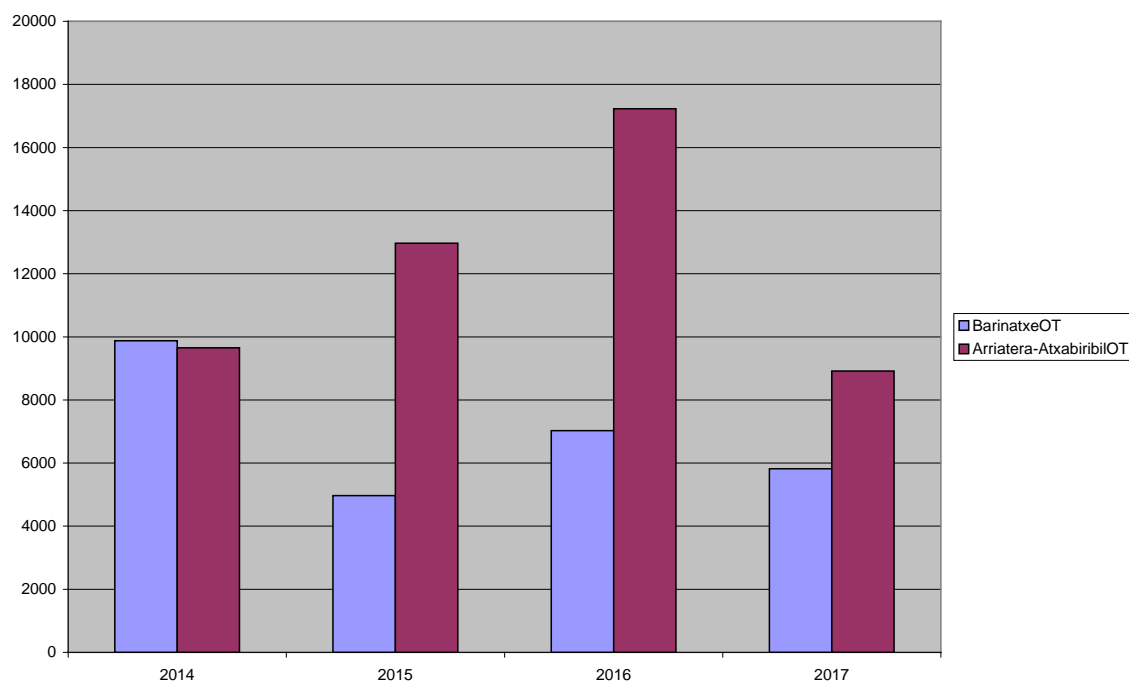


Fig. 4.1 Tendencia a través de los años de la ocupación diaria máxima de ambas playas.

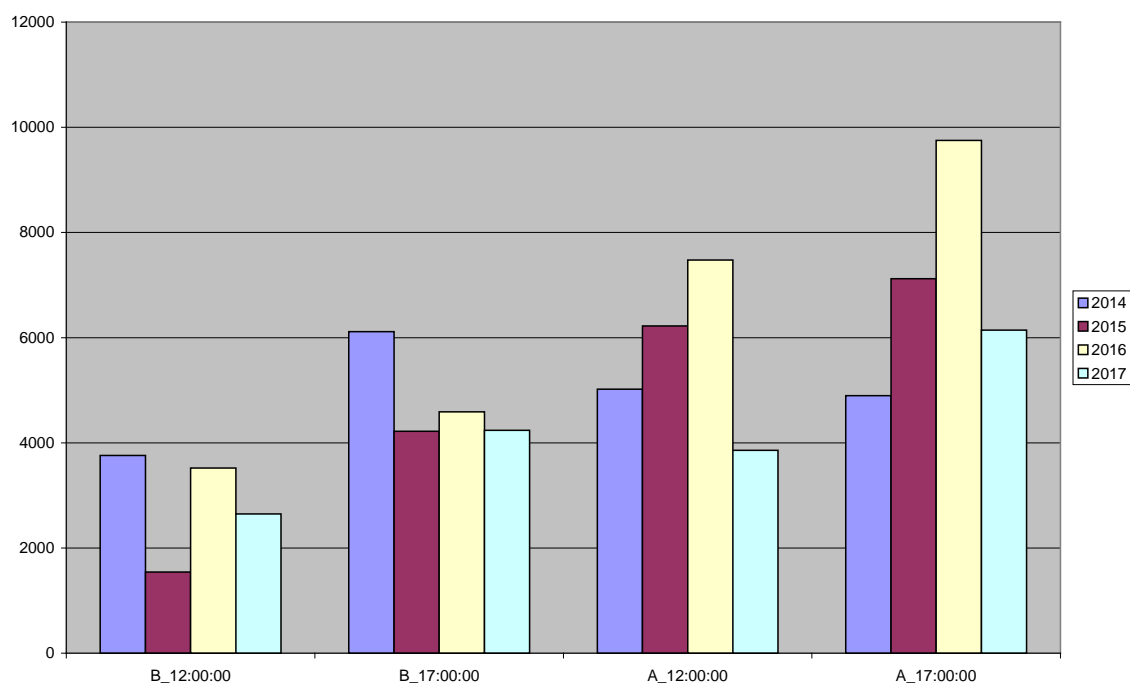


Fig. 4.2 Tendencia a través de los años de la ocupación diaria máxima de ambas playas, por horas.

Una gráfica similar aparece cuando se analiza el número de usuarios totales en el periodo estival de trabajo a través de los 4 años.

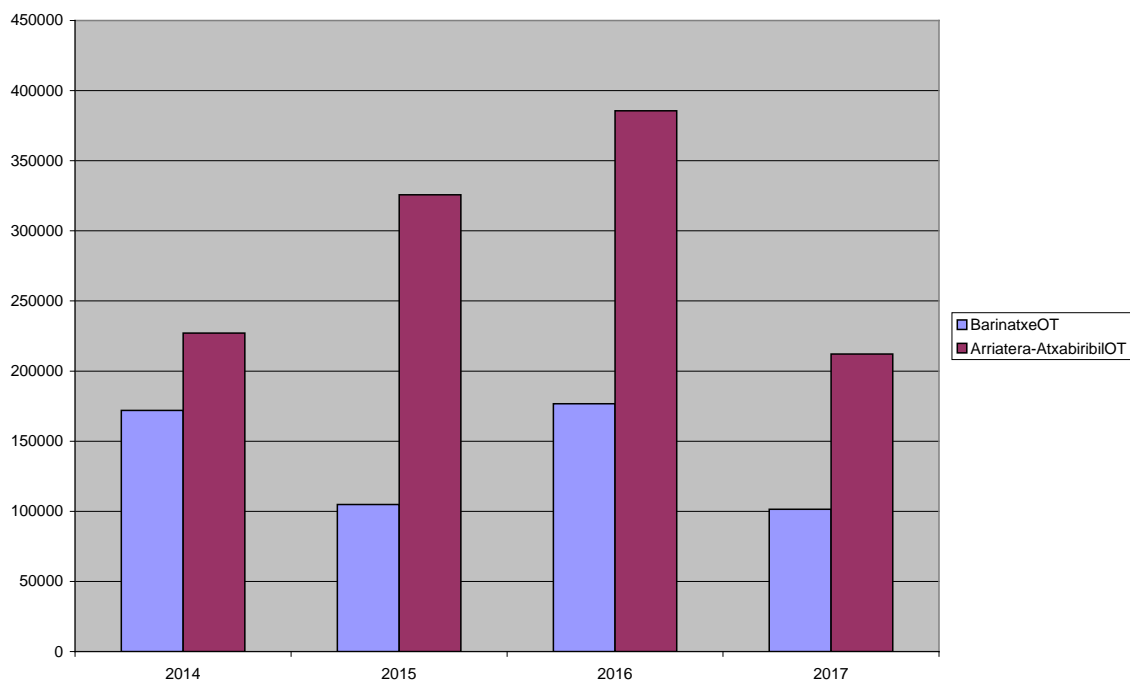


Fig. 4.3 Tendencia a través de los años de la ocupación total de ambas playas en la época estival.



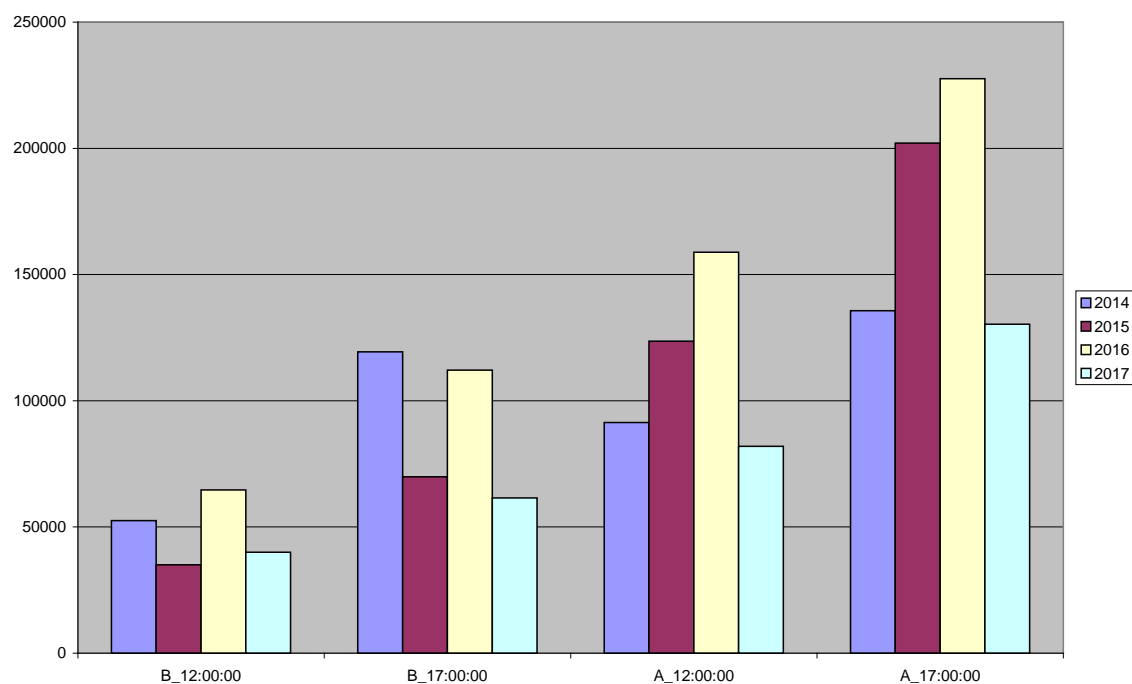


Fig. 4.4 Tendencia a través de los años de la ocupación total de ambas playas en la época estival, por horas.

En Arriatera-Atxabiribil existe una tendencia positiva en los tres primeros años. El último año, 2017, la meteorología no ha acompañado y ha sido decisiva para el descenso en los valores de ocupación.

Barinatxe presenta una tendencia más estable a lo largo de los años. Al igual que Arriatera-Atxabiribil, se mantiene la tendencia negativa del último año, 2017. Si se comparan las tendencias de ambas playas, destaca el comportamiento del año 2015, que presenta una tendencia opuesta.

### Comparativa global de ambas playas. Estudio de outliers, en función del día de la semana.

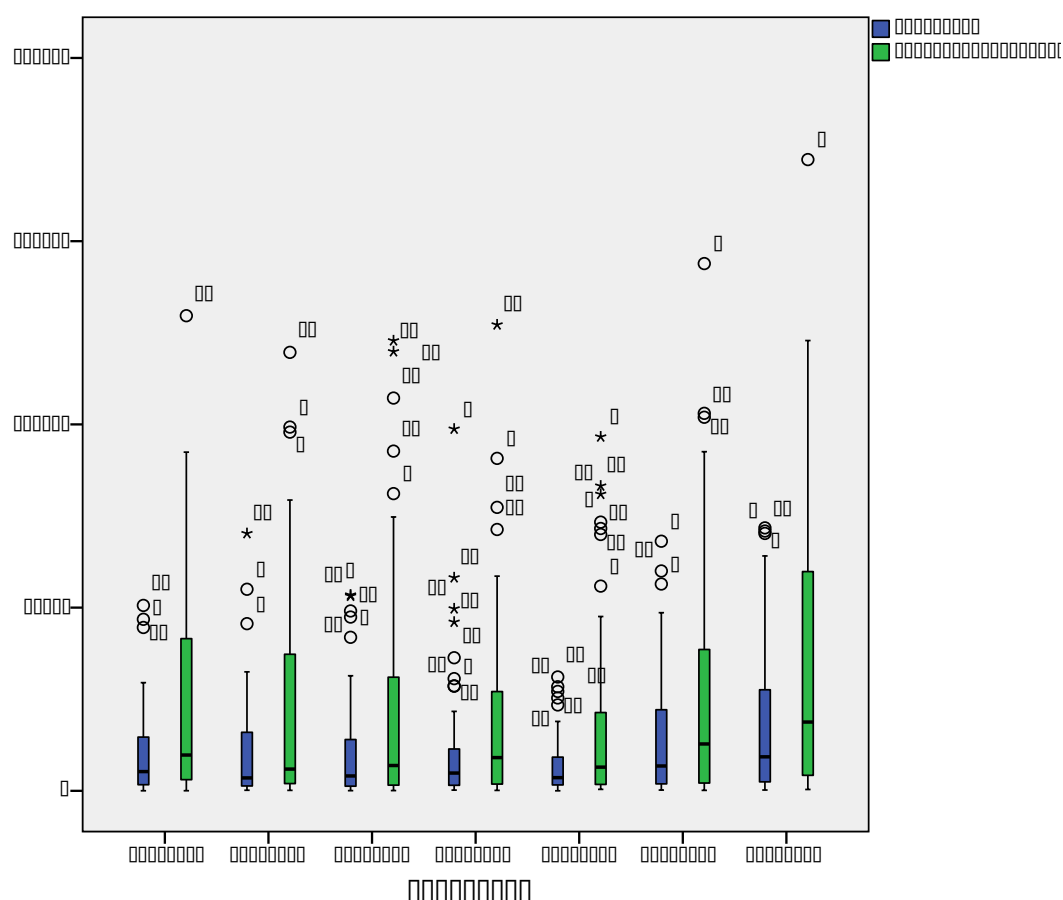


Fig. 4.5 Boxplot-Gráfico de cajas de la ocupación diaria de ambas playas, donde en el eje x se encuentra como son las poblaciones de esta serie por días de la semana y los outliers están etiquetados por el nº de semana en la época estival (1-5 "junio" 6-10 "julio" 11-14 "agosto" 15-18 "septiembre" aproximadamente función del año)

Este gráfico Boxplot "gráfico de cajas" presenta el mínimo, máximo, mediana y los percentiles 5-95, en el eje x los días de la semana y en el eje y los datos de ocupación diaria de ambas playas, los valores extremos se han etiquetado por el número de semana. El gráfico de Boxplot permite identificar el perfil de ocupacional-normal respecto al perfil que siguen los máximos. Los valores de ocupación diaria siguen un patrón similar al encontrado en la bibliografía Balouin et al 2014<sup>iv</sup>, aumentando las medianas más el fin de semana (sábado y domingo), siendo el domingo con diferencia del resto el que presenta valores ocupacionales más altos. Se observa que la ocupación alcanza un mínimo a lo largo de la semana en el viernes. La evolución de ambas playas a lo largo de los días es similar, la mayor diferencia se encuentra en el rango ocupacional

Los outliers están etiquetados por el número de la semana de la época estival, siendo los valores comprendidos entre 5-11 los correspondientes a las semanas de Julio-

Agosto y primera semana de septiembre. En general, de lunes a viernes los outliers se encuentran identificados en semanas de agosto.

Se analiza el mismo gráfico, cambiando el etiquetado por la serie de fiesta 1, no fiesta 0, para comprobar si los valores extremos entre semana están asociados a un día de fiesta.

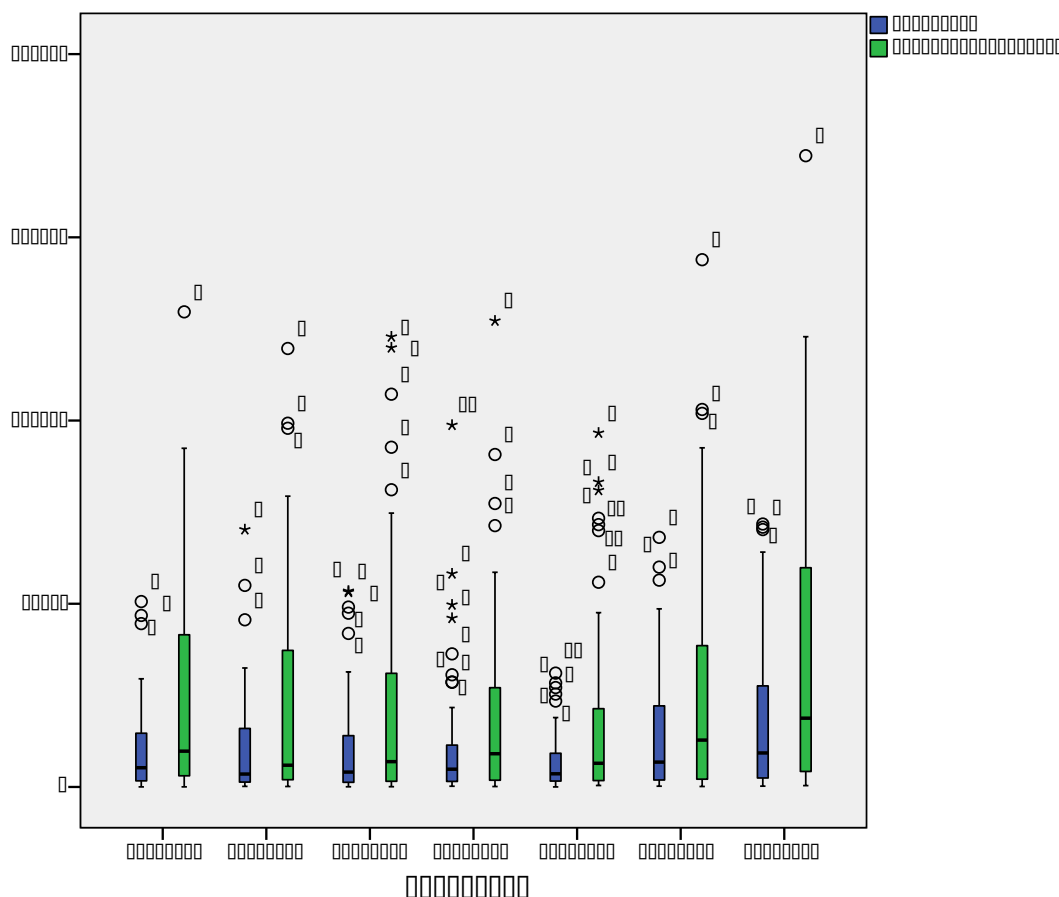


Fig. 4.6 Boxplot-Gráfico de cajas de la ocupación diaria de ambas playas, donde en el eje x se encuentra como son las poblaciones de esta serie por días de la semana y los outliers están etiquetados por la variable dicótoma "fiesta-1" ó "no fiesta-0".

El mismo gráfico Boxplot pero etiquetando los datos diarios por días de fiestas, indica que los máximos encontrados durante la semana no tienen una relación directa con un día de fiesta, solamente en los jueves y viernes cuya tendencia es a disminuir, existen máximos etiquetados en días de fiesta.

Finalmente el boxplot global con todas las series diarias y horarias permite ver el comportamiento homogéneo diario y horario de ambas playas conjuntamente, no observando a lo largo de los días, ninguna variación de lo ya expuesto anteriormente.

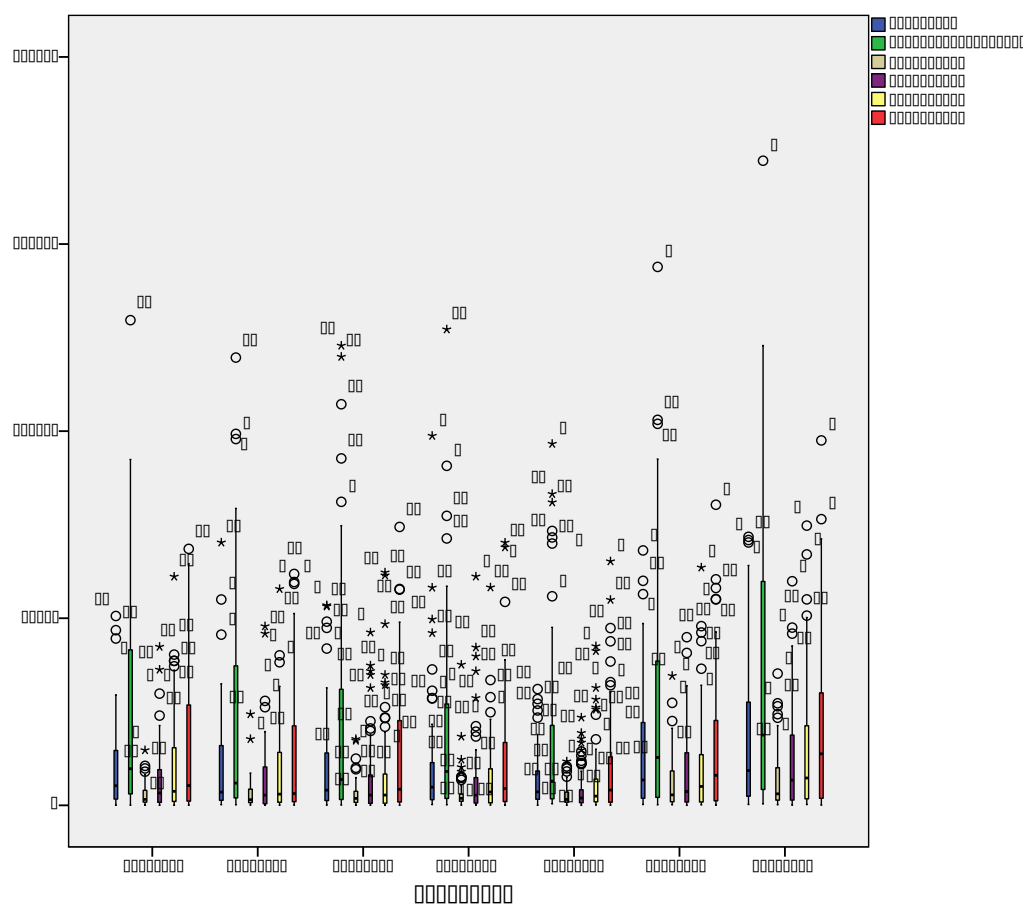


Fig. 4.7 Boxplot-Gráfico de cajas de la ocupación diaria y horaria de ambas playas, donde en el eje x se encuentra como son las poblaciones de esta serie por días de la semana y los outliers están etiquetados por el nº de semana en la época estival (1-5 "junio" 6-10 "julio" 11-14 "agosto" 15-18 "septiembre" aproximadamente función del año).



Comparativa global de ambas playas. Estudio de outliers en función del mes.

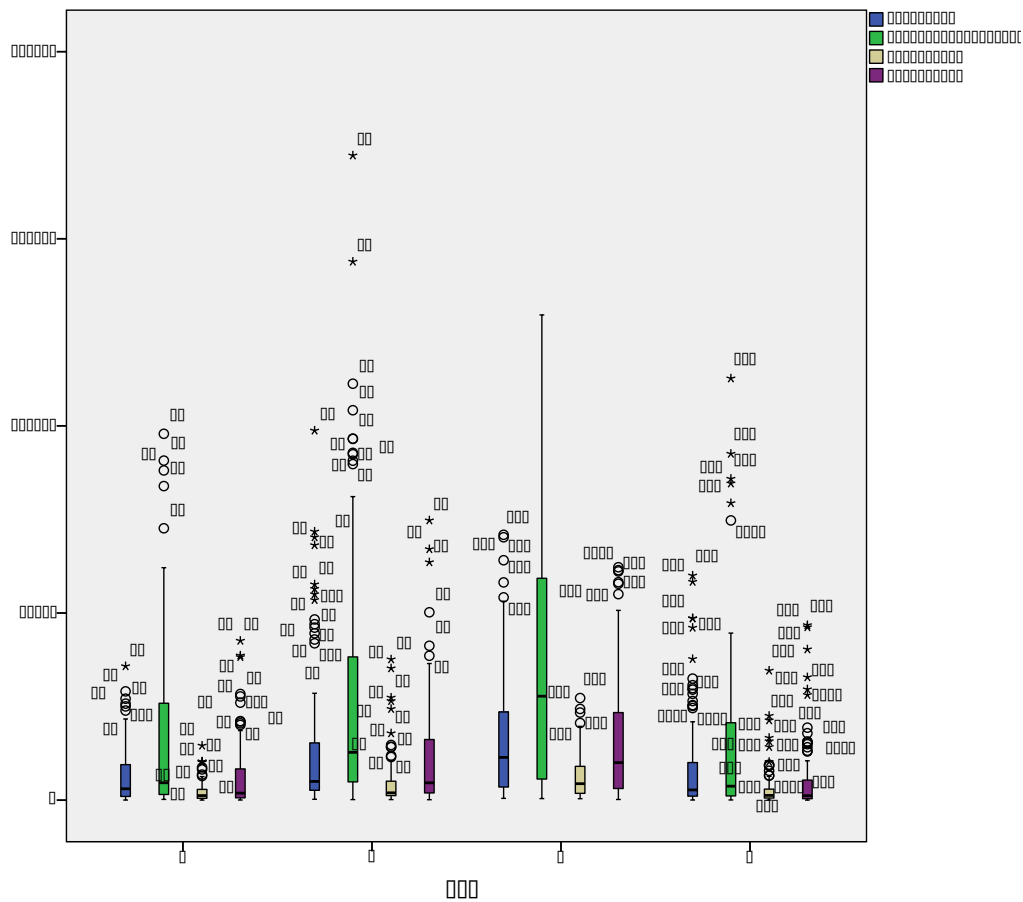


Fig. 4.8 Boxplot-Gráfico de cajas de la ocupación diaria y horaria (12:00) de ambas playas, donde en el eje x se encuentra como son las poblaciones de esta serie por mese y los outliers están etiquetados por el día de la semana.

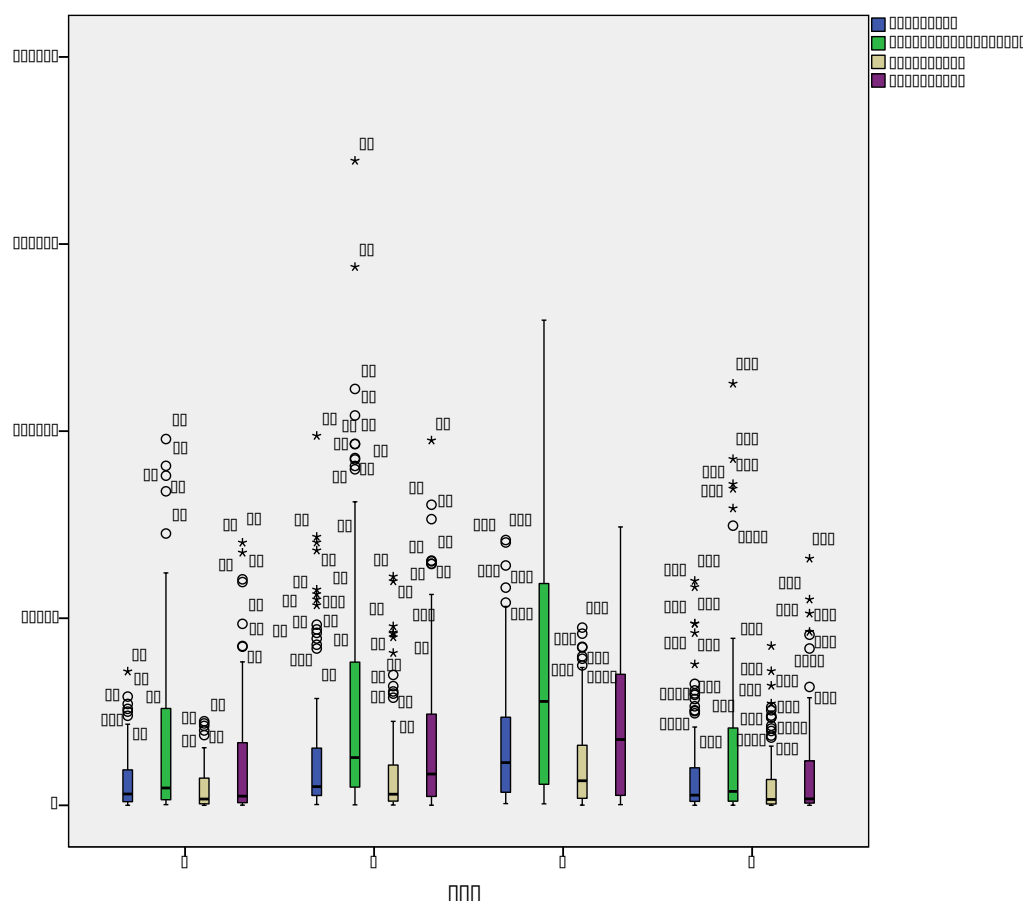


Fig. 4.9 Boxplot-Gráfico de cajas de la ocupación diaria y horaria (17:00) de ambas playas, donde en el eje x se encuentra como son las poblaciones de esta serie por mese y los outliers están etiquetados por el día de la semana.

Como se ha indicado, los máximos diarios ocupacionales están muy influenciados por el año meteorológico. Siendo el 2016 un verano cálido donde se alcanzan los máximos absolutos el fin de semana. Esos máximos coinciden una anomalía meteorológica que se da los días 18-19 de julio, cuando una masa de aire muy cálida de origen africano se instala en gran parte de la península, registrándose más de 40°C en diversos puntos de Bizkaia. Es importante destacar que los máximos ocupaciones se dan unos días antes, donde las temperaturas no son tan altas (16 y 17 de julio). El verano del año 2016, se considero una estación seca, con temperaturas medias dispares "Climatología estacional de Euskalmet" <sup>∨</sup>. Hay estudios que acotan el rango de temperaturas de bienestar de los usuarios en la playa con valores máximos y mínimos. Referencias. En general se observa que las máximas ocupaciones se dan en los meses de julio y agosto en los días festivos. En particular es Julio del año 2016 donde se encuentran los máximos, en Septiembre los máximos que se dan están relacionados con la meteorología (meses de septiembre cálidos).

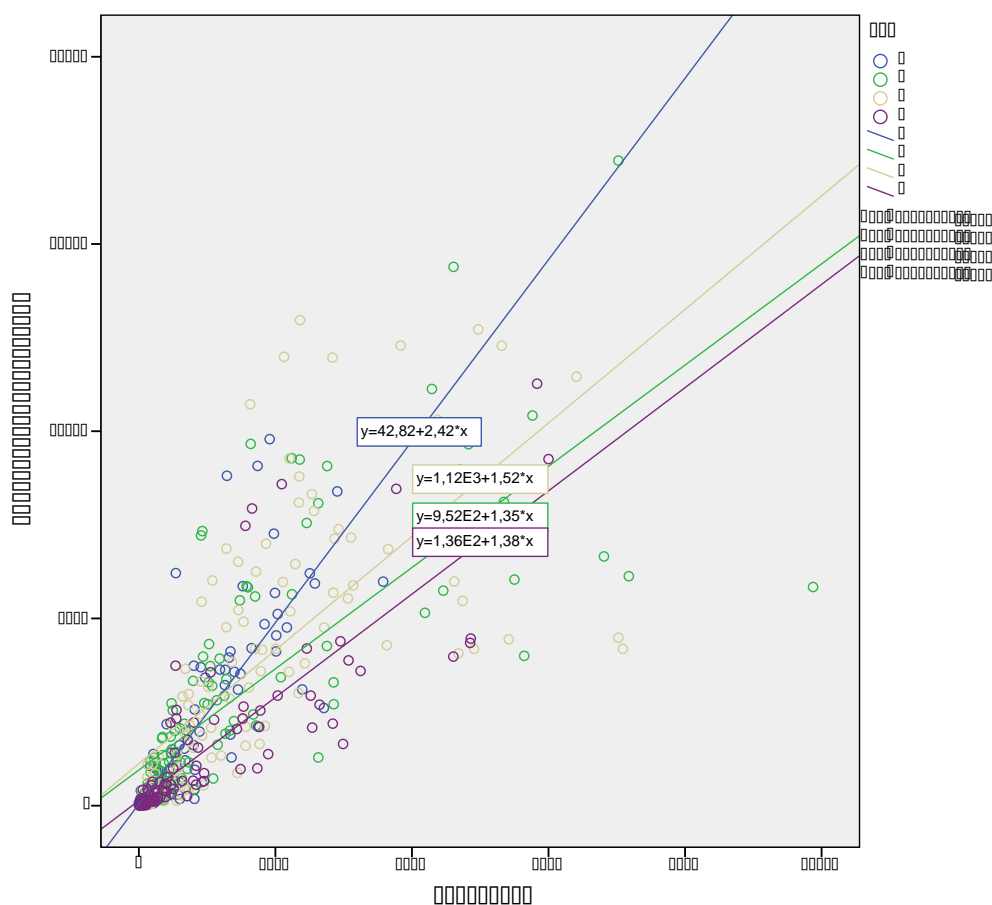
Comparación de ambas playas.

Fig. 4.10 Gráfico de dispersión (Barinatxe-eje X frente a Arriatera-Atxabiribil-eje Y) y aproximación lineal por meses.

No existe un ajuste lineal claro entre las playas lo que sí se puede observar es que existe una nube de puntos entorno al cero, que se da en días donde la ocupación en ambas playas es baja. Esto da lugar a rectas que pasan por el origen de coordenadas. Por otra parte las pendientes de las rectas son mayores que 1 esto indica que el mejor ajuste tiene una relación en ocupación que incrementa el valor de ocupación de Barinatxe de 1 a 10 veces más por persona en Arriatera-Atxabiribil. Las mayores desviaciones se encuentran en los valores altos de ocupación y mejora el ajuste si se trabaja mes a mes. Todos estos datos se toman como orientativos dado que los coeficientes de ajuste son bajos y como se observa en la gráfica siguiente global el ajuste no parece que sea lineal.

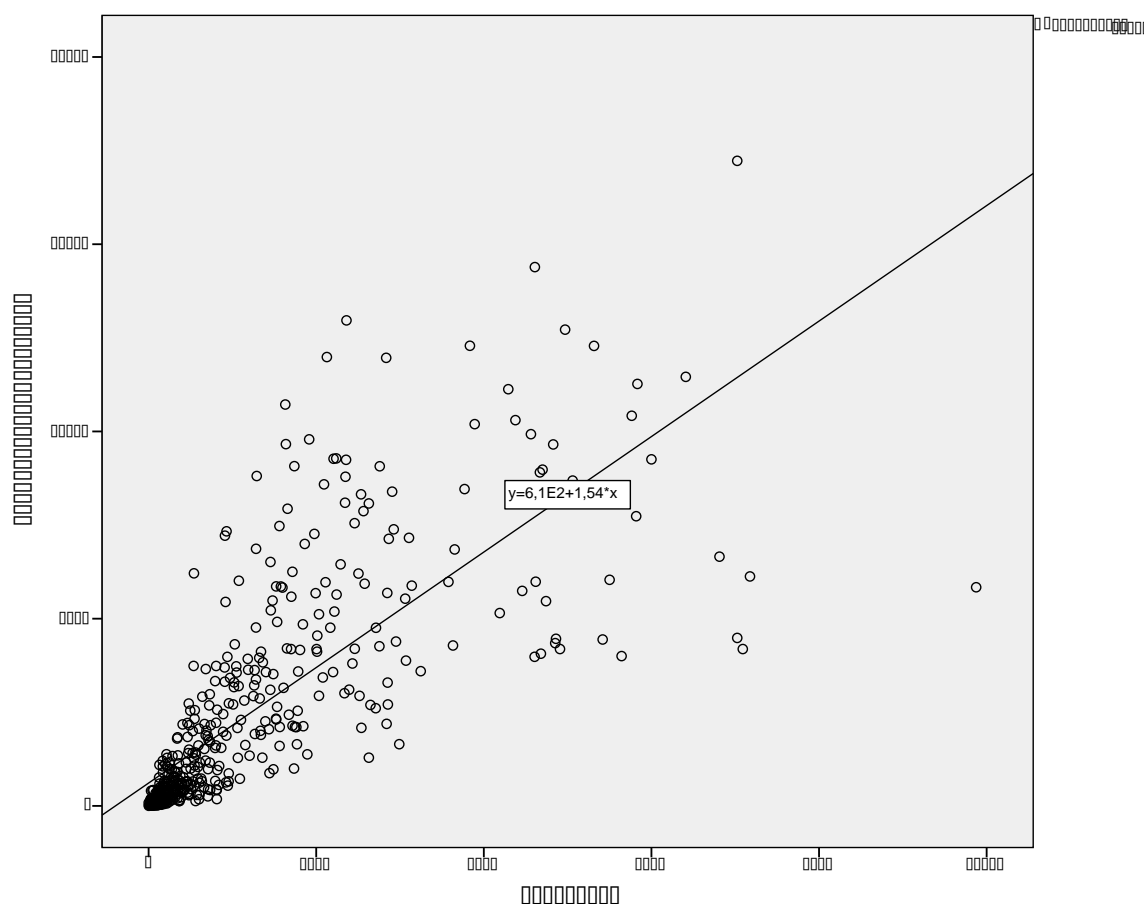


Fig. 4.11 de dispersión (Barinatxe-eje X frente a Arriatera-Atxabiribil-eje Y) y aproximación lineal.

### Estudio de outliers.

Para el estudio de outliers, se seleccionan los casos donde la ocupación supera la media diaria en ambas playas a la vez para conocer los días concretos y la situación meteorológica.

Tabla 6. Tabla listado de outliers obtenido por la muestra que supera los valores de la media diaria en ambas playas (1146,84 en Barinatxe y 2379.03 en Arriatera-Atxabiribil).

Resúmenes de casos <sup>a</sup>					
	Año	Mes	Día	Barinatxe	Arriatera-Atxabiribil
1	2014	6	7	2504	6205
2	2014	6	8	1978	7264
3	2014	6	14	1320	3954
4	2014	6	22	2710	2609
5	2014	6	30	1260	3219
6	2014	7	5	1250	2933



7	2014	7	13	4828	9653
8	2014	7	15	5501	6038
9	2014	7	16	5347	8111
10	2014	7	17	2855	2709
11	2014	7	23	4190	5150
12	2014	7	26	5644	4001
13	2014	7	27	7176	6128
14	2014	7	31	9875	5839
15	2014	8	5	2201	3574
16	2014	8	6	4742	5468
17	2014	8	7	3632	4284
18	2014	8	10	4619	5987
19	2014	8	12	1326	2869
20	2014	8	17	7090	4189
21	2014	8	23	1610	3153
22	2014	8	24	5418	4444
23	2014	8	25	4681	4065
24	2014	8	27	4909	4189
25	2014	9	1	2952	4389
26	2014	9	2	3247	3598
27	2014	9	3	2460	4196
28	2014	9	4	1533	2646
29	2014	9	6	3071	3880
30	2014	9	7	2647	2696
31	2014	9	9	2033	2940
32	2014	9	21	2517	2939
33	2014	9	27	1779	2541
34	2015	6	20	1290	8810
35	2015	6	21	2906	8392
36	2015	6	22	1522	5862
37	2015	6	24	1265	3627
38	2015	6	25	1739	9073
39	2015	6	27	2033	5118
40	2015	6	28	2010	4119
41	2015	6	29	1341	4119
42	2015	6	30	1916	9789
43	2015	7	3	1703	5587
44	2015	7	6	2356	9243
45	2015	7	9	1281	3376
46	2015	7	13	1479	5484
47	2015	7	14	1183	3927

48	2015	7	19	2758	9070
49	2015	7	20	2458	7550
50	2015	7	26	2239	9280
51	2015	7	28	2243	5644
52	2015	8	2	4669	8907
53	2015	8	3	1454	6514
54	2015	8	5	1631	10719
55	2015	8	6	1281	4764
56	2015	8	10	2361	12966
57	2015	8	11	1716	6252
58	2015	8	12	1458	5223
59	2015	8	17	1282	6866
60	2015	8	19	2207	9271
61	2015	8	20	4970	12719
62	2015	8	21	2344	8096
63	2015	8	25	2835	11966
64	2015	8	26	2127	11987
65	2015	8	28	3107	7159
66	2015	8	29	2432	3803
67	2015	8	30	2111	5973
68	2016	6	8	1452	3101
69	2016	6	20	1488	3520
70	2016	6	21	1993	5681
71	2016	6	22	2578	5934
72	2016	6	28	1651	4206
73	2016	6	30	2168	4759
74	2016	7	3	4292	11128
75	2016	7	9	6812	6656
76	2016	7	10	5765	10419
77	2016	7	15	1638	9661
78	2016	7	16	4609	14389
79	2016	7	17	7024	17227
80	2016	7	18	4458	5742
81	2016	7	19	1597	5831
82	2016	7	24	2852	3293
83	2016	8	2	4562	9927
84	2016	8	3	5315	12285
85	2016	8	6	3652	6849
86	2016	8	7	6410	11458
87	2016	8	8	2564	7872
88	2016	8	12	2535	8321

89	2016	8	13	3891	10195
90	2016	8	14	3834	12288
91	2016	8	15	2217	5190
92	2016	8	16	7024	4486
93	2016	8	21	1785	3590
94	2016	8	22	2925	7386
95	2016	8	23	2291	6451
96	2016	8	24	1534	4914
97	2016	8	25	2866	7132
98	2016	8	26	1863	6996
99	2016	8	27	4377	10302
100	2016	9	3	4861	4463
101	2016	9	4	4852	4347
102	2016	9	6	1658	7936
103	2016	9	7	1561	7474
104	2016	9	10	3770	8461
105	2016	9	11	5833	11269
106	2016	9	12	2093	8587
107	2016	9	24	6000	9255
108	2017	6	10	2393	3104
109	2017	6	17	2013	4547
110	2017	6	18	3578	5983
111	2017	6	19	1841	4849
112	2017	6	20	1188	3635
113	2017	6	21	1400	3574
114	2017	7	4	2754	4263
115	2017	7	9	1674	2435
116	2017	7	16	4701	8980
117	2017	7	17	2079	3430
118	2017	7	27	1578	5859
119	2017	7	29	2628	8077
120	2017	8	2	3140	5882
121	2017	8	3	3062	5534
122	2017	8	4	2713	4757
123	2017	8	6	2337	3009
124	2017	8	12	2848	5687
125	2017	8	13	1807	4165
126	2017	8	14	1700	4188
127	2017	8	17	5818	7736
128	2017	8	20	2349	8790
129	2017	8	21	5060	8688

130	2017	8	22	2004	4188
131	2017	8	26	1363	3834
132	2017	9	23	4606	3982
<b>Total N</b>	<b>132</b>	<b>132</b>	<b>132</b>	<b>132</b>	<b>132</b>

a. Limitado a los primeros 1000 casos.

Un 27% de los casos, superan el promedio ocupacional en ambas playas a la vez, donde sería interesante analizar las condiciones meteorológicas y marítimas.

La comparación de la ocupación en ambas playas en estos 132 casos, así como sus diferencias, presenta un comportamiento heterogéneo a lo largo de los años (los 33 primeros casos corresponden al año 2014). En el 2015 las diferencias de ambas playas son parecidas y estables a través de los días y el año 2016 (años cálidos), se desmarcan con las diferencias mayores en los valores ocupacionales de ambas playas, volviendo a estabilizarse durante el año 2017 tomando valores más parecidos al año 2015 (en diferencias), con valores absolutos ocupacionales más bajos. La gráfica del control de ocupación entre playas, en los outliers da una idea del rango de ambas playas y de la diferencia y su estabilidad a través de los años.

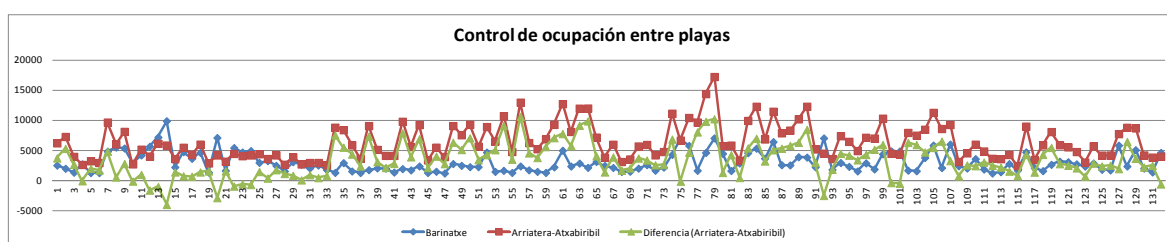


Fig. 4.12 Control del conteo de cada una de las playas en los outliers.

## Estudio de las variables meteorológicas.

### Temperaturas medias

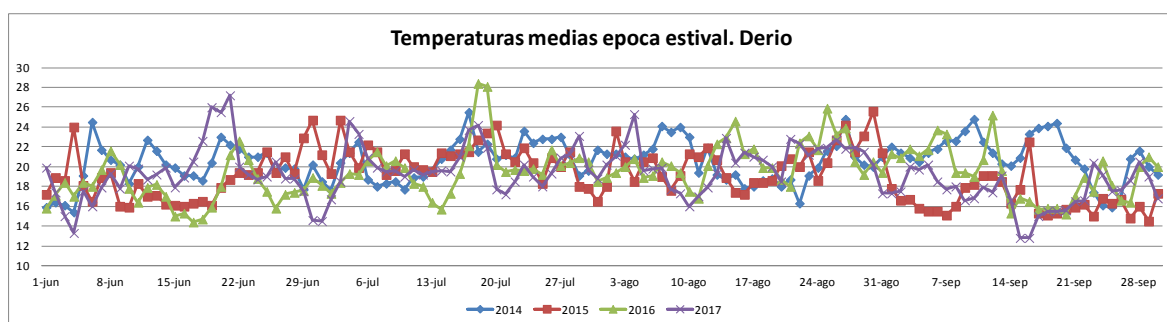


Fig. 4.13 Temperaturas medias de la estación de Derio.



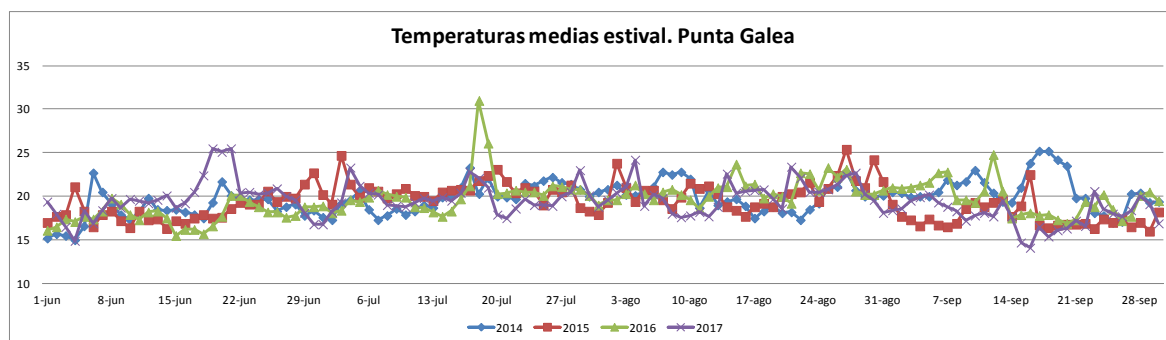


Fig. 4.14 Temperaturas medias de la estación de Punta Galea

### Temperaturas máximas

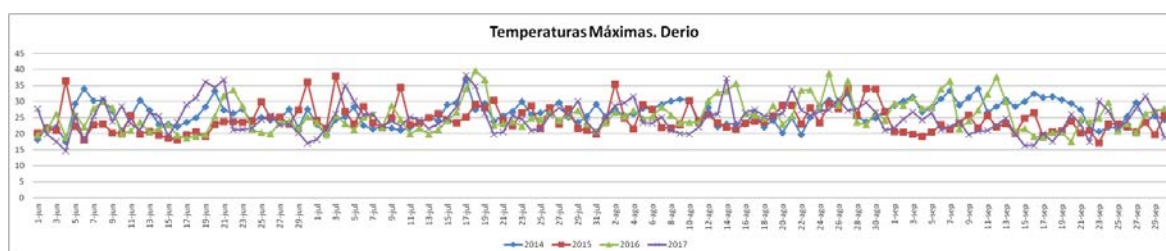


Fig. 4.15 Temperaturas máximas estación de Derio.

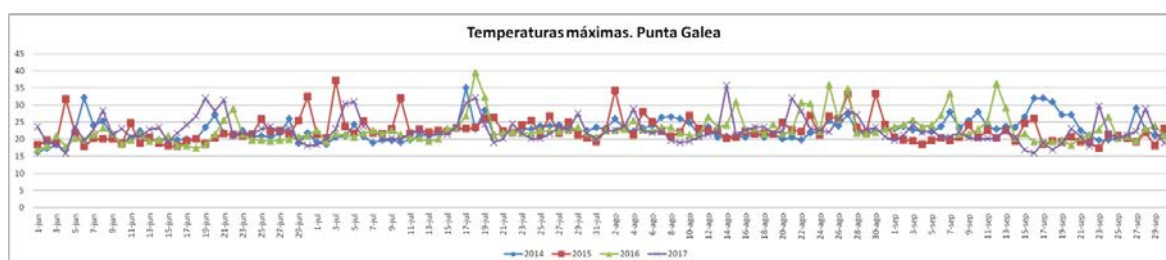


Fig. 4.16 Temperaturas máximas estación de Punta galea.

Las temperaturas máximas más elevadas se encuentran a mediados del mes de Julio y en el periodo estudiado finales de agosto, exceptuando el anómalo mes de septiembre del año 2014.

### Precipitación

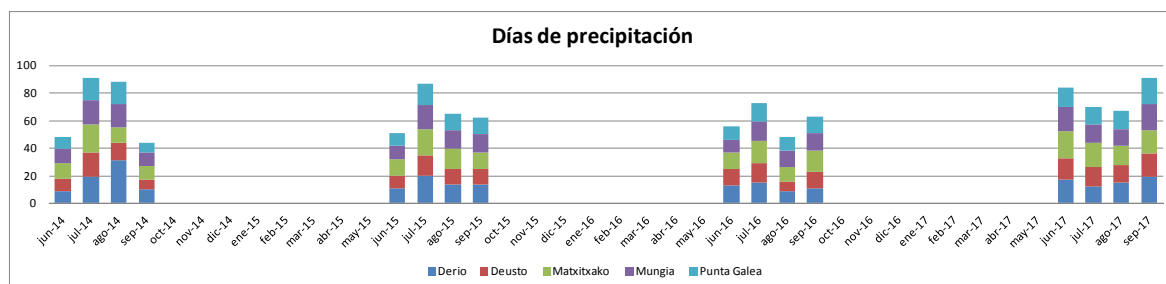


Fig. 4.17 Frecuencia de días con precipitación distinta cero acumulados a través de las estaciones de estudio.

El año 2017 ha sido de los más lluviosos, en cuanto a número de días que se ha detectado lluvia en las estaciones de referencia. Junio y Septiembre del 2014 los menos lluviosos y en general julio y agosto del 2016 el que menos frecuencia presenta de días de lluvia, siendo este año el año donde se dan los valores máximos.

### Irradiación total

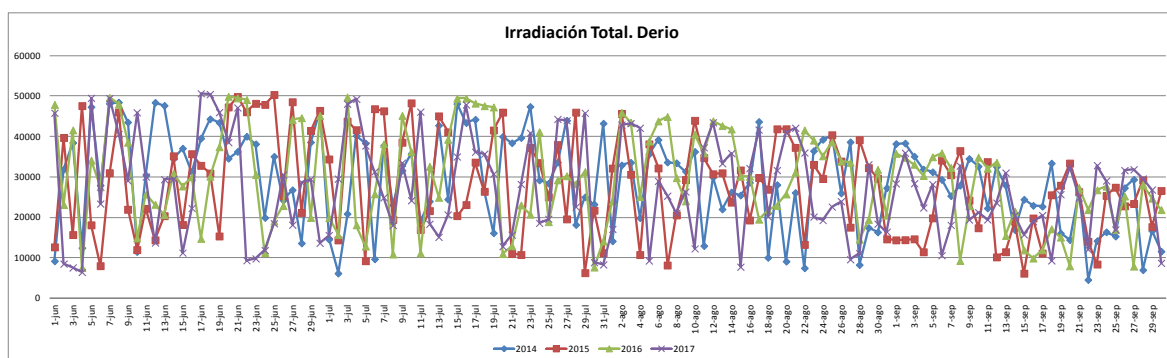


Fig. 4.18 Irradiación total de la estación de Derio a través de los años de estudio en la época estival.

La irradiación total lleva el patrón estacional, se observa claramente los días de Julio del año 2016 y de septiembre del 2014 y 2016.

### Estudio de las variables meteorológicas. Filtrados por días de ocupación por encima de la media.

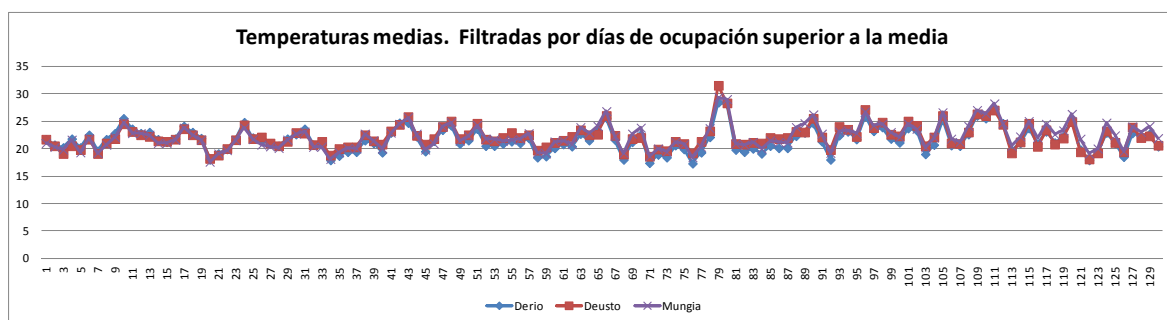


Fig. 4.22

Tabla 7. Tabla de descriptivos de los outliers.

Estadísticos descriptivos					
	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media
Barinatxe	132	8692	1183	9875	3014,36
Arriatera-Atxabiribil	132	14792	2435	17227	6327,82
Tmed_Derio	132	11,10	17,30	28,40	21,5841

Tmed_Deus	132	13,40	18,10	31,50	22,0742
Tmed_Matx	132	13,50	16,20	29,70	20,0659
Tmed_Mung	132	11,80	17,60	29,40	22,1856
Tmed_PG	132	13,50	17,50	31,00	20,9826
Tmax_Derio	132	16,80	22,90	39,70	29,6856
Tmax_Deus	132	19,70	20,70	40,40	28,0326
Tmax_Matx	132	16,80	18,20	35,00	24,3629
Tmax_Mung	132	18,90	21,70	40,60	29,0970
Tmax_PG	132	19,90	19,70	39,60	25,3083
Prec_Derio	132	13,10	,00	13,10	,2765
Prec_Deus	132	8,40	,00	8,40	,1682
Prec_Matx	132	7,90	,00	7,90	,2424
Prec_Mung	132	9,20	,00	9,20	,2318
Prec_PG	132	2,80	,00	2,80	,0939
N válido (por lista)	132				

Tabla 8. Tabla de descriptivos de la variables meteorológicas asociadas al grupo de outliers.

Resúmenes de casos<sup>a</sup>

	Año	Mes	Día	Barinatxe	Arriatera- Atxabiribil	Tmed_Derio	Tmed_PG	Tmax_Derio	Tmax_PG	Prec_Derio	Prec_PG
1	2014	6	7	2504	6205	21,70	20,50	30,30	24,10	,00	,00
2	2014	6	8	1978	7264	20,70	19,10	30,40	25,30	,00	,00
3	2014	6	14	1320	3954	20,20	18,40	22,90	19,70	,00	,00
4	2014	6	22	2710	2609	21,80	19,60	26,40	20,90	2,60	,30
5	2014	6	30	1260	3219	20,20	18,40	27,70	21,90	,00	,00
6	2014	7	5	1250	2933	22,50	20,60	28,30	24,20	,00	,00
7	2014	7	13	4828	9653	19,60	18,70	24,90	21,10	1,00	2,80
8	2014	7	15	5501	6038	21,70	20,00	29,00	22,60	,00	,00
9	2014	7	16	5347	8111	22,80	21,00	29,70	23,00	,00	,00
10	2014	7	17	2855	2709	25,50	23,30	36,80	35,00	,00	,00
11	2014	7	23	4190	5150	23,60	21,50	30,00	23,20	,00	,00
12	2014	7	26	5644	4001	22,80	22,20	27,80	23,90	,00	,00
13	2014	7	27	7176	6128	23,00	21,60	29,80	24,10	,00	,00
14	2014	7	31	9875	5839	21,70	20,50	29,20	23,40	,00	,00
15	2014	8	5	2201	3574	21,20	20,50	27,90	23,20	,00	,00
16	2014	8	6	4742	5468	21,80	21,10	27,80	23,90	,00	,00
17	2014	8	7	3632	4284	24,10	22,80	29,10	26,40	,00	,00
18	2014	8	10	4619	5987	23,00	22,00	30,50	24,80	,60	1,40
19	2014	8	12	1326	2869	21,90	20,70	28,20	23,60	2,70	2,40

20	2014	8	17	7090	4189	18,00	17,50	26,70	21,50	,00	,00
21	2014	8	23	1610	3153	19,10	18,50	25,10	21,70	,00	,00
22	2014	8	24	5418	4444	19,90	19,20	28,60	22,60	,00	,00
23	2014	8	25	4681	4065	21,60	20,90	30,50	25,40	,00	,00
24	2014	8	27	4909	4189	24,80	22,80	32,50	27,30	,00	,00
25	2014	9	1	2952	4389	22,00	20,50	28,80	22,90	,00	,00
26	2014	9	2	3247	3598	21,40	20,40	30,20	23,70	,40	,00
27	2014	9	3	2460	4196	20,90	19,90	31,40	22,70	,00	,00
28	2014	9	4	1533	2646	20,50	20,00	26,80	22,30	,00	,00
29	2014	9	6	3071	3880	21,80	20,50	30,80	23,70	,00	,00
30	2014	9	7	2647	2696	22,60	21,90	33,40	27,90	13,10	,00
31	2014	9	9	2033	2940	23,60	21,70	31,30	25,40	,00	,00
32	2014	9	21	2517	2939	20,70	19,80	27,50	22,60	,00	,00
33	2014	9	27	1779	2541	20,80	20,30	29,80	29,00	,00	,00
34	2015	6	20	1290	8810	17,90	17,60	25,40	20,30	,00	,00
35	2015	6	21	2906	8392	18,70	18,60	26,30	21,60	,00	,00
36	2015	6	22	1522	5862	19,40	19,30	25,20	21,30	,00	,00
37	2015	6	24	1265	3627	19,40	19,10	25,40	21,50	,00	,00
38	2015	6	25	1739	9073	21,50	20,60	31,10	25,80	,00	,00
39	2015	6	27	2033	5118	21,00	20,00	27,10	22,60	,00	,00
40	2015	6	28	2010	4119	19,30	19,80	23,00	21,50	,00	,00
41	2015	6	29	1341	4119	22,90	21,40	30,20	25,40	,00	,00
42	2015	6	30	1916	9789	24,70	22,70	35,60	32,40	,00	,00
43	2015	7	3	1703	5587	24,70	24,70	37,50	37,20	,20	,10
44	2015	7	6	2356	9243	22,20	21,00	30,10	25,30	,60	,00
45	2015	7	9	1281	3376	19,60	20,30	25,10	22,90	,00	,00
46	2015	7	13	1479	5484	19,50	19,50	27,20	22,00	,00	,00
47	2015	7	14	1183	3927	21,40	20,50	27,30	22,60	,00	,00
48	2015	7	19	2758	9070	23,40	22,40	30,00	25,90	,00	,00
49	2015	7	20	2458	7550	24,20	23,10	31,70	26,30	,10	,00
50	2015	7	26	2239	9280	20,90	20,80	29,20	26,80	,20	,20
51	2015	7	28	2243	5644	21,50	21,30	28,20	24,90	,00	,00
52	2015	8	2	4669	8907	23,60	23,80	36,30	34,30	,00	,00
53	2015	8	3	1454	6514	20,50	21,00	26,60	23,10	,50	,00
54	2015	8	5	1631	10719	20,50	20,70	28,70	27,90	,00	,00
55	2015	8	6	1281	4764	20,90	20,70	29,10	25,10	,00	,00
56	2015	8	10	2361	12966	21,30	21,50	29,60	26,90	,00	,00
57	2015	8	11	1716	6252	21,00	20,90	26,20	23,00	,00	,00
58	2015	8	12	1458	5223	21,90	21,20	28,30	22,40	,00	,20
59	2015	8	17	1282	6866	18,40	18,80	23,40	21,50	,10	,00
60	2015	8	19	2207	9271	18,60	18,80	25,80	21,50	,00	,00



61	2015	8	20	4970	12719	20,10	20,00	30,20	24,80	,00	,00
62	2015	8	21	2344	8096	20,80	20,30	32,40	22,70	,90	,20
63	2015	8	25	2835	11966	20,40	20,90	30,10	26,70	,00	,00
64	2015	8	26	2127	11987	22,70	22,40	32,90	26,00	,00	,00
65	2015	8	28	3107	7159	21,50	21,80	28,10	23,50	,00	,00
66	2015	8	29	2432	3803	23,10	21,00	35,80	21,90	,00	,00
67	2015	8	30	2111	5973	25,60	24,20	33,50	33,30	1,50	1,00
68	2016	6	8	1452	3101	21,60	19,80	30,00	23,20	,00	,10
69	2016	6	20	1488	3520	18,00	17,70	25,40	21,30	,00	,00
70	2016	6	21	1993	5681	21,20	20,10	31,80	25,60	,00	,00
71	2016	6	22	2578	5934	22,60	20,10	33,60	28,80	,30	,00
72	2016	6	28	1651	4206	17,40	17,80	23,80	19,90	,00	,00
73	2016	6	30	2168	4759	18,90	18,80	25,30	21,00	,00	,00
74	2016	7	3	4292	11128	18,40	18,40	25,70	21,60	,00	,00
75	2016	7	9	6812	6656	20,60	20,00	28,80	22,60	,00	,00
76	2016	7	10	5765	10419	19,90	19,90	24,50	21,30	,10	,00
77	2016	7	15	1638	9661	17,30	18,30	24,10	23,00	,00	,00
78	2016	7	16	4609	14389	19,30	19,70	26,70	23,50	,00	,00
79	2016	7	17	7024	17227	22,10	21,20	34,10	26,70	,00	,00
80	2016	7	18	4458	5742	28,40	31,00	39,70	39,60	,00	,00
81	2016	7	19	1597	5831	28,10	26,10	36,90	32,30	,00	,00
82	2016	7	24	2852	3293	19,80	20,50	24,90	21,70	,00	,00
83	2016	8	2	4562	9927	19,40	19,60	26,70	22,60	,00	,00
84	2016	8	3	5315	12285	20,00	20,30	25,40	22,90	,00	,00
85	2016	8	6	3652	6849	19,10	19,60	25,30	22,40	,00	,00
86	2016	8	7	6410	11458	20,50	20,50	28,40	23,50	,00	,00
87	2016	8	8	2564	7872	20,10	20,80	25,90	23,40	,20	,20
88	2016	8	12	2535	8321	20,10	20,00	30,20	26,50	,00	,00
89	2016	8	13	3891	10195	22,30	21,00	33,00	23,60	,00	,00
90	2016	8	14	3834	12288	22,90	21,10	33,20	24,10	,00	,00
91	2016	8	15	2217	5190	24,60	23,70	35,80	30,80	1,00	1,20
92	2016	8	16	7024	4486	21,30	21,20	26,10	22,80	,00	,00
93	2016	8	21	1785	3590	18,00	19,20	25,40	22,20	,00	,00
94	2016	8	22	2925	7386	22,40	22,70	33,50	30,70	,00	,00
95	2016	8	23	2291	6451	23,10	22,60	33,60	30,40	,00	,00
96	2016	8	24	1534	4914	21,70	20,70	28,40	22,10	,00	,00
97	2016	8	25	2866	7132	25,90	23,30	38,80	35,90	,00	,00
98	2016	8	26	1863	6996	23,20	22,20	28,90	25,80	,00	,00
99	2016	8	27	4377	10302	23,90	23,10	36,40	34,80	,00	,00
100	2016	9	3	4861	4463	21,80	21,00	31,10	25,60	,00	,00
101	2016	9	4	4852	4347	21,10	21,30	27,90	23,60	,00	,00

102	2016	9	6	1658	7936	23,70	22,70	33,90	26,90	,00	,00
103	2016	9	7	1561	7474	23,30	22,80	36,50	33,40	,00	,00
104	2016	9	10	3770	8461	19,00	19,30	27,40	22,90	,00	,00
105	2016	9	11	5833	11269	20,70	20,60	32,30	25,20	,00	,00
106	2016	9	12	2093	8587	25,20	24,80	37,70	36,20	,00	,00
107	2016	9	24	6000	9255	20,60	20,20	29,80	26,50	,00	,00
108	2017	6	10	2393	3104	20,10	19,70	28,60	23,10	,00	,00
109	2017	6	17	2013	4547	20,50	20,50	29,00	24,20	,00	,00
110	2017	6	18	3578	5983	22,60	22,40	31,20	26,70	,00	,00
111	2017	6	19	1841	4849	26,00	25,50	36,20	32,00	,00	,00
112	2017	6	20	1188	3635	25,50	25,10	34,40	28,30	,00	,00
113	2017	6	21	1400	3574	27,20	25,50	36,80	31,50	,00	,00
114	2017	7	4	2754	4263	24,60	23,30	35,10	30,40	,00	,00
115	2017	7	9	1674	2435	19,60	18,90	24,00	20,20	10,00	1,80
116	2017	7	16	4701	8980	21,00	20,40	28,40	23,60	,00	,00
117	2017	7	17	2079	3430	23,70	22,80	38,20	30,60	,00	,50
118	2017	7	27	1578	5859	20,90	20,00	28,10	23,60	,10	,00
119	2017	7	29	2628	8077	23,10	23,00	30,20	27,50	,00	,00
120	2017	8	2	3140	5882	21,10	20,40	28,70	22,70	,00	,00
121	2017	8	3	3062	5534	22,20	21,10	29,60	23,80	,00	,00
122	2017	8	4	2713	4757	25,30	24,20	31,60	28,80	,00	,00
123	2017	8	6	2337	3009	19,80	20,20	23,30	21,90	,00	,00
124	2017	8	12	2848	5687	17,90	17,70	26,00	21,40	,00	,00
125	2017	8	13	1807	4165	19,30	18,80	26,10	22,00	,00	,00
126	2017	8	14	1700	4188	22,90	22,60	37,30	35,70	,30	,00
127	2017	8	17	5818	7736	21,00	20,70	27,50	23,50	,00	,00
128	2017	8	20	2349	8790	18,50	18,60	26,40	22,40	,00	,00
129	2017	8	21	5060	8688	22,80	23,40	33,90	32,00	,00	,00
130	2017	8	22	2004	4188	22,30	22,10	27,40	28,20	,00	,00
131	2017	8	26	1363	3834	22,70	21,40	30,80	26,00	,00	,00
132	2017	9	23	4606	3982	20,40	20,60	30,10	29,80	,00	,00
Total	N	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132

a. Limitado a los primeros 150 casos.

El análisis de estos casos extremos, por meses indica que ocupaciones por encima de la media en ambas playas son más frecuentes durante el mes de agosto.

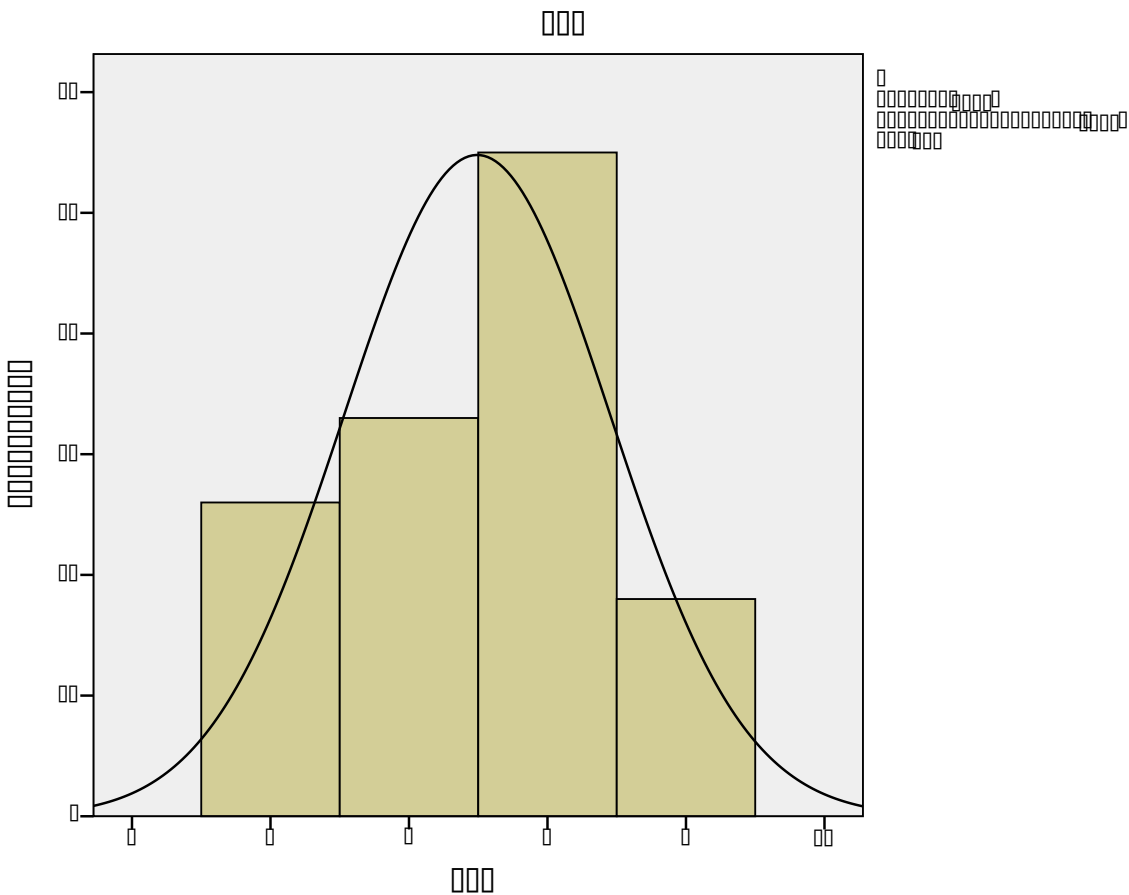


Fig. 4.23 Distribución de los outliers por meses y ajuste normal.

La distribución de los datos de ocupación diaria en cada una de estas playas en los valores extremos, para Barinatxe se observan dos modas la principal en un entorno de 2000 y la siguiente entre 4500-5000 usuarios diarios. Arriatera-Atxabiribil presenta una distribución parecida la moda principal se encuentra en el entorno de 5000 y la siguiente cerca de 9000.

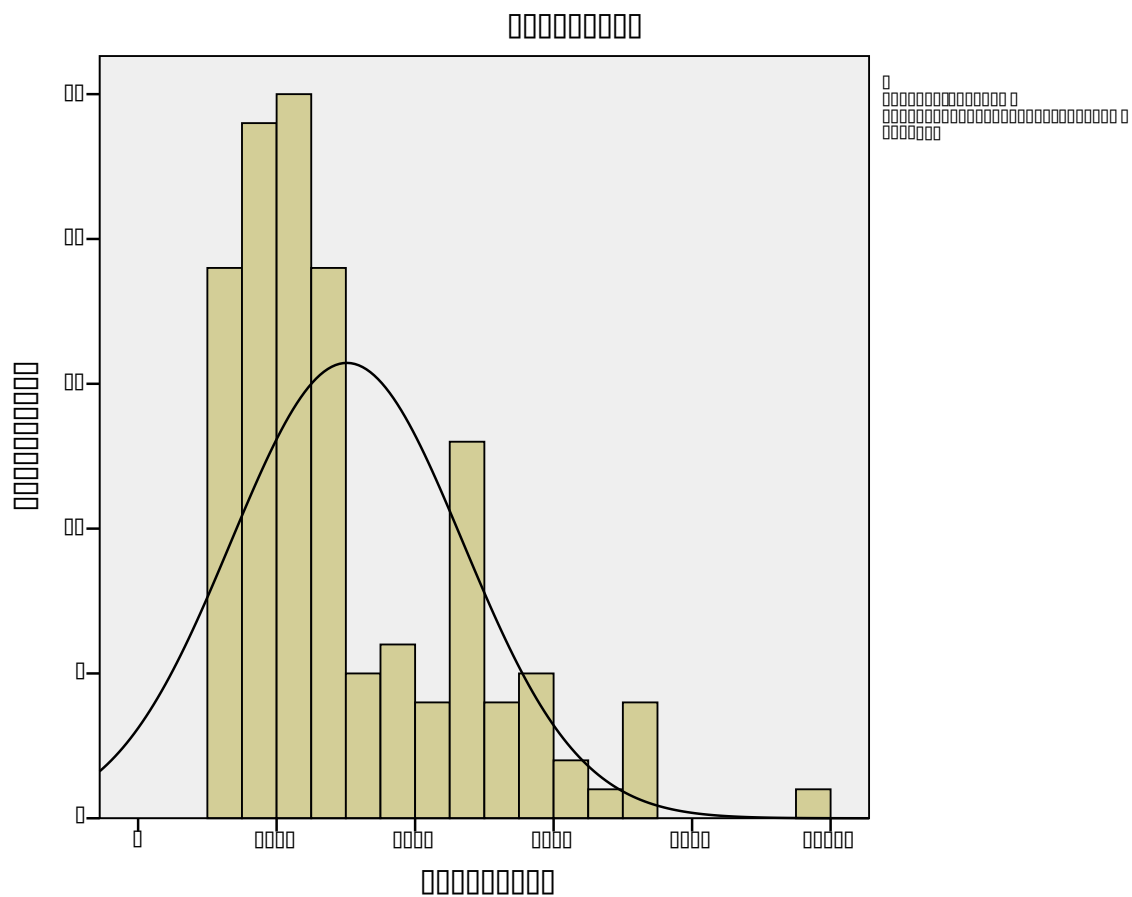


Fig. 4.24 Distribución de los outliers por ocupación diaria en la playa de Barinatxe y ajuste normal.



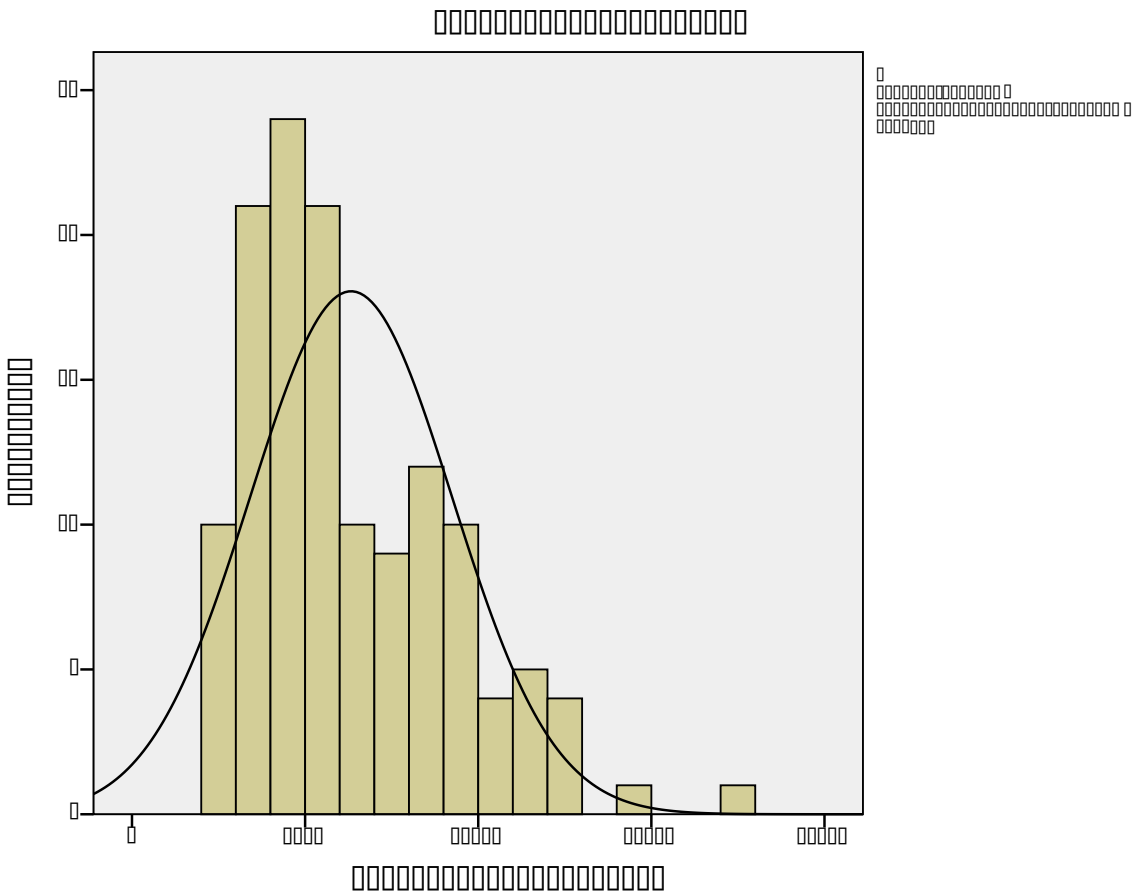


Fig. 4.25 Distribución de los outliers por ocupación diaria en la playa de Arriatera-Atxabiribil y ajuste normal.

En los diagramas de dispersión que se presentan a continuación se observa que las temperaturas extremas no se dan con una ocupación máxima. Existen más factores que conjuntamente dan lugar a máximos diarios ocupacionales.

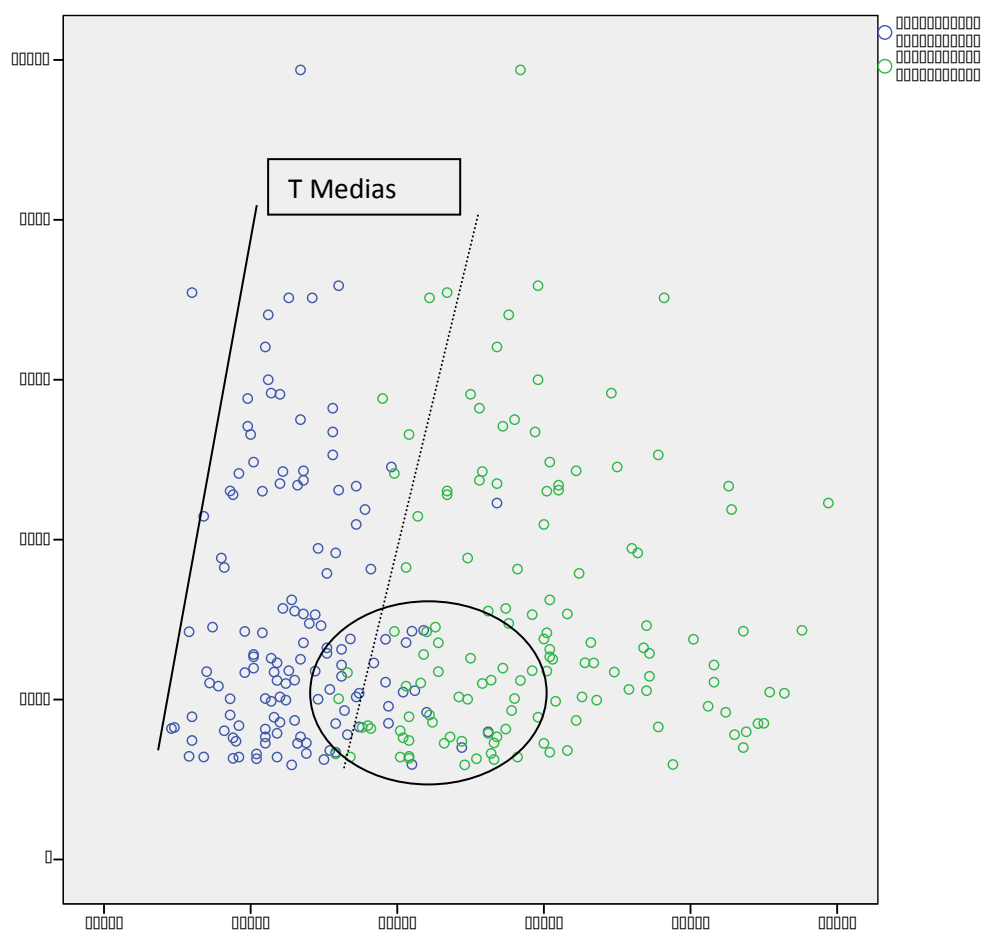


Fig. 4.26 Gráfico de dispersión superpuesto, ocupación de Barinatxe respecto a las temperaturas medias y máximas registradas en la estación de Derio.

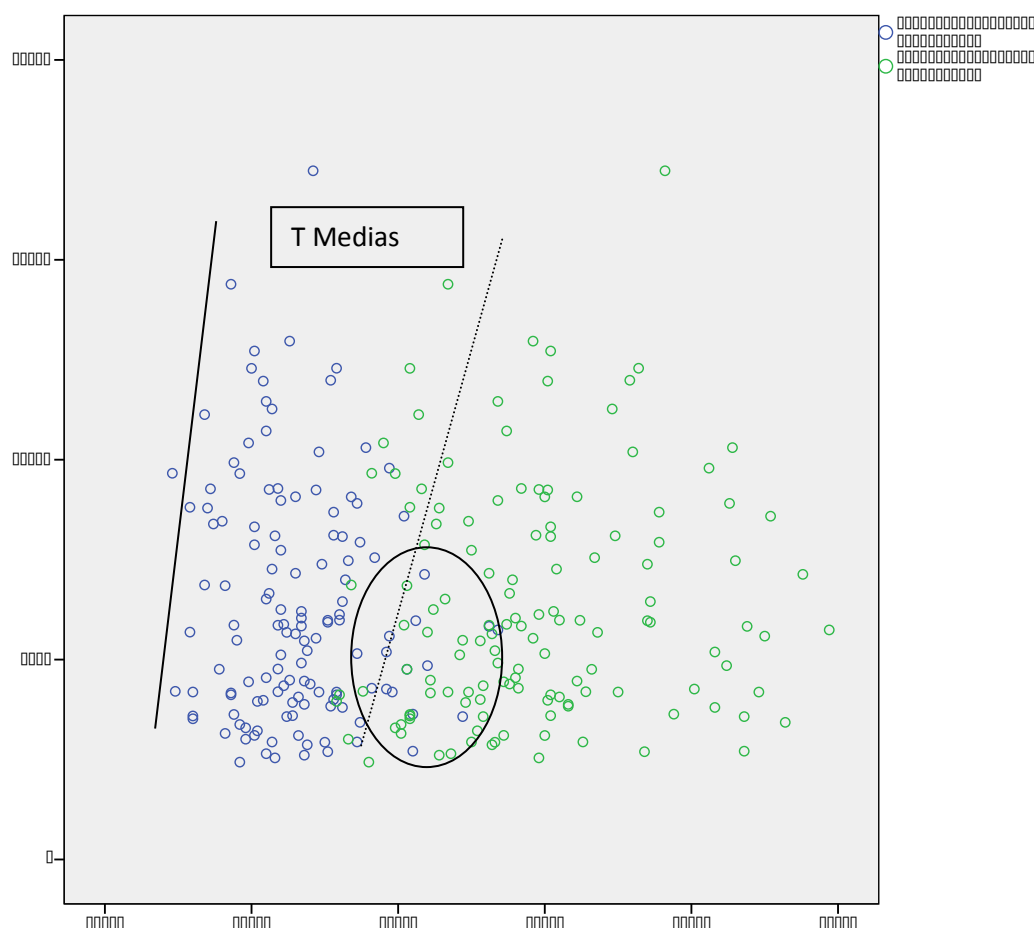


Fig. 4.27 Gráfico de dispersión superpuesto, ocupación de Arriatera-Atxabiribil respecto a las temperaturas medias y máximas registradas en la estación de Derio.

En ambos gráficos de dispersión de la ocupación diaria de ambas playas respecto a la variable temperatura media y máxima de una estación menos costera, se observa que a partir de un determinado valor de temperatura, se dispara el valor de ocupación en vertical, lo cual es un indicativo, que a partir de un valor de temperatura el usuario se desplaza a la playa. Otro factor importante es que no siempre las temperaturas medias más extremas están relacionadas con valores de ocupacional máximos. Este último resultado es indicativo de la necesidad de combinar diferentes factores para obtener ese valor de ocupación máximo.

#### 4.5 CONCLUSIONES

1. Los máximos ocupaciones son más probables el fin de semana, especialmente el domingo con condiciones meteorológicas favorables.
2. Entre semana existe un mínimo ocupacional asociado a viernes no festivos.
3. La ocupación es mayor por la tarde que por la mañana.
4. Los máximos de ocupación se encuentran entre julio y agosto.

5. La ocupación alcanza sus máximos en episodios de calor, en los días previos a los máximos. Se consideran episodios, días consecutivos con situaciones persistentes de temperaturas agradables, en ausencia de precipitación. Días despejados y ausencia de precipitación diurna.
6. El mes de Julio presenta más horas de luz y por tanto las temperaturas pueden ser más extremas, este mes alcanza los máximos diarios de la época estival, mientras que en el mes de agosto la frecuencia por encima de la media aumenta respecto a Julio a pesar de que no es el mes en que se encuentran los máximos.
7. El mes de septiembre está muy influenciado por la meteorología del mes, si es cálido y seco existen valores que pueden alcanzar los valores de ocupación diaria de días entre semana de julio y agosto.
8. La meteorología de la época estival es determinante para predecir los valores ocupacionales. Se observa una tendencia positiva a través de los años en Arriatera-Atxabiribil. Finalmente la meteorología de la época estival es la que va a determinar ese valor máximo.
9. La comparación entre las playas demuestra que no siempre existe un comportamiento paralelo entre ellas. En años cálidos y secos, la diferencia de la afluencia es mayor que en años cálidos pero más húmedos. El rango ocupacional de Barinatxe es inferior al de Arriatera-Atxabiribil. En el año 2014 se observa una falta de homogeneidad en la serie de conteo.
10. El estudio de valores extremos por encima de la media en ambas playas demuestra que son distribuciones bimodales con dos modas que se doblan en magnitud, en cada una de las distribuciones y con rangos característicos a cada una de las playas.
11. El estudio deja muchas líneas futuras, tal vez la más importante e interesante cara a la gestión de las playas es la predicción de un rango de ocupación en función de las predicciones meteorológicas, la época estival y el día de la semana.

---

<sup>i</sup> Dwight R.H., Brinks M.V. , SharavanaKumar G. and Semenza J.C. (2007) “Beach attendance and Bathing rates for Southern California Beaches”. Ocean&Coastal Management 50 (2007) 847-858

<sup>ii</sup> Morgan D. And Smith J.O. (2013). “Identification of observed factors that predict bather water immersions at beaches”. Ocean & Coastal Management 84 (2013) 180-183

<sup>iii</sup> Balouin Y., Rey-Valette H. and Picand R.-A. (2013). “Automatic assessment and analysis of beach attendance using video images at the Lido of Sète beach, France”. Ocean&Coastal Management 102 (2014) 114-122

<sup>iv</sup> Balouin Y., Rey-Valette H. and Picand R.-A. (2013). “Automatic assessment and analysis of beach attendance using video images at the Lido of Sète beach, France”. Ocean&Coastal Management 102 (2014) 114-122

<sup>v</sup> [http://www.euskalmet.euskadi.eus/s07-5853x/es/contenidos/informacion/cli\\_2014/es\\_clieus/es\\_es2014.html](http://www.euskalmet.euskadi.eus/s07-5853x/es/contenidos/informacion/cli_2014/es_clieus/es_es2014.html)  
[http://www.euskalmet.euskadi.eus/s07-5853x/es/contenidos/informacion/cli\\_2014/es\\_clieus/es\\_es2015.html](http://www.euskalmet.euskadi.eus/s07-5853x/es/contenidos/informacion/cli_2014/es_clieus/es_es2015.html)  
[http://www.euskalmet.euskadi.eus/s07-5853x/es/contenidos/informacion/cli\\_2014/es\\_clieus/es\\_es2016.html](http://www.euskalmet.euskadi.eus/s07-5853x/es/contenidos/informacion/cli_2014/es_clieus/es_es2016.html)  
[http://www.euskalmet.euskadi.eus/s07-5853x/es/contenidos/informacion/cli\\_2014/es\\_clieus/es\\_es2017.html](http://www.euskalmet.euskadi.eus/s07-5853x/es/contenidos/informacion/cli_2014/es_clieus/es_es2017.html)





## **5 ESTUDIO DE LA DISTRIBUCIÓN FÍSICA DE LAS PLAYAS DE BARINATXE Y ARRIATERA-ATXABIRIBIL**

La distribución física de la playa hace referencia a cómo distribuir los diferentes usuarios dentro de la lámina de agua. Los usuarios se clasifican en bañistas, surfistas libres y alumnos de escuelas de surf. Dentro de las actividades acuáticas permitidas en la zona de baño se encuentran otras diferentes del surf. Son aquellas que no utilizan la propulsión mecánica o natural (viento), tales como el SUP o kayak. Sin embargo, su práctica en las playas objeto del estudio es casi inapreciable si se compara porcentualmente con el surf.

En el estudio se han tenido en cuenta las siguientes variables principales: las mareas, la altura de ola, las corrientes de retorno y las rocas. Estas variables son las primordiales y las de mayor influencia en el estudio.

### **5.1 VARIABLES**

#### Mareas

La predicción de las mareas tiene hoy en día una gran exactitud. Además, las mareas en el área del País Vasco son semidiurnas con muy pocas desigualdades, lo que significa que cada seis horas aproximadamente la marea pasa de pleamar a bajamar o vicedersa. Asimismo, las fases de la luna marcan las mareas vivas o de sicigias cada algo más de catorce días, desfasadas de las mareas muertas algo más de siete días. Las amplitudes de la marea también tienen una frecuencia muy marcada y la ausencia de plataforma continental hace que las variaciones del nivel medio del mar debido a tormentas o temporales sea despreciable. La marea barométrica también puede despreciarse debido a la predominancia de las altas presiones en verano y la ausencia del paso de bajas presiones.

#### Altura de ola

Teniendo en cuenta la mar tendida predominante del noroeste, se han analizado los datos de la boya de Puertos del estado de Bilbao, localizada justo hacia el noroeste de las playas objetos de estudio. Es decir, la mar detectada por la boya es la que llega a la costa de Sopela. Asimismo, se ha analizado la altura significativa como una media de las mayores olas y porque representa perfectamente la altura de la ola que se genera en la línea de costa con la influencia del asomeramiento. A diferencia de las mareas, la altura de ola puede ser variable y su predicción, por tanto, no es tan exacta como la marea. Para su estudio, se han elaborado tres grupos de olas predominantes con respecto a su altura en base a los datos de altura significativa de la boya de Bilbao desde 2014. Teniendo en cuenta que la frecuencia máxima de los histogramas analizados desde 2014 a 2017 (apartado 3.7) se presenta para alturas de 0,5 metros a 1 metro, de 1 metro a 1,5 metros y de 1,5 metros a 2 metros; se ha optado por agrupar las olas del siguiente modo:

- Olas de 0 a 1 metro
- Olas de 1 a 1,5 metros
- Olas superiores a 1,5 metros

### Corrientes de retorno

Las corrientes de retorno tienen también cierta constancia en cuanto a los metros lineales de orilla que ocupan, si bien esta medida se incrementa según va aumentando el oleaje. Por otra parte, su ubicación suele tener mayor consistencia en la playa de Barinatxe que en Arriatera-Atxabiribil. No obstante, aunque cambien su localización, la línea de orilla que ocupa apenas varía.

Corriente de retorno			
<b>BARINATXE</b>			
	ola $\leq$ 1 m	1 < ola < 1,5 m	ola $\geq$ 1,5 m
PLEAMAR	30	90	110
MEDIA	30	90	110
BAJAMAR	30	70	100
<b>ARRIATERA</b>			
	ola $\leq$ 1 m	1 < ola < 1,5 m	ola $\geq$ 1,5 m
PLEAMAR	70	120	200
MEDIA	70	120	180
BAJAMAR	70	120	180

### Rocas

La variabilidad de las rocas puede tener su importancia a medio y largo plazo. Por ejemplo, el año 2016 la playa de Arriatera-Atxabiribil tenía al descubierto numerosas lajas debido a los fuertes temporales invernales de años anteriores, sin embargo, en el verano de 2017 estaban totalmente cubiertas por arena. También pueden apreciarse variaciones durante un mismo periodo estival ya que la arena está en continuo movimiento. Esta situación de variabilidad se ha contemplado en el estudio al considerar dos situaciones de rocas más o menos extremas: años 2016 y 2017.

Rocas	
<b>BARINATXE</b>	
PLEAMAR	30
MEDIA	70
BAJAMAR	100

<b>ARRIATERA</b>	
PLEAMAR	50
MEDIA	200
BAJAMAR	250

## 5.2 LÍNEA DE ORILLA Y LÍNEA DE OLA

La **línea de orilla máxima (LO)** son los metros lineales de orilla del arenal. Se incluyen las rocas aisladas que se encuentran en el arenal y aquellas que se cubren y descubren dependiendo de la temporada. No se incluyen las rocas laterales adyacentes permanentes, es decir, que no se cubren nunca de arena.

<b>LINEA ORILLA MAX. (LO)</b>	
<b>BARINATXE</b>	
PLEAMAR	563
MEDIA	596
BAJAMAR	628
<b>ARRIATERA</b>	
PLEAMAR	829
MEDIA	813
BAJAMAR	796

La línea de orilla útil (LOU) excluye las rocas de la línea de orilla máxima.

$$LOU = LO - Rocas$$

Por otro lado, la reducida pendiente de las playas de Sopela provoca que se creen en los fondos diferentes barras y que una misma ola genere dos rompientes: una lejos de la orilla y otra más cercana. Estas dos rompientes están lo suficientemente lejanas para que puedan ser utilizadas por los surfistas simultáneamente y, por tanto, deben tenerse en cuenta en el estudio. Asimismo, algunas rompientes lejanas no inciden sobre la orilla del arenal sino sobre la orilla de rocas adyacente. Por tanto, se establecen dos líneas de ola:

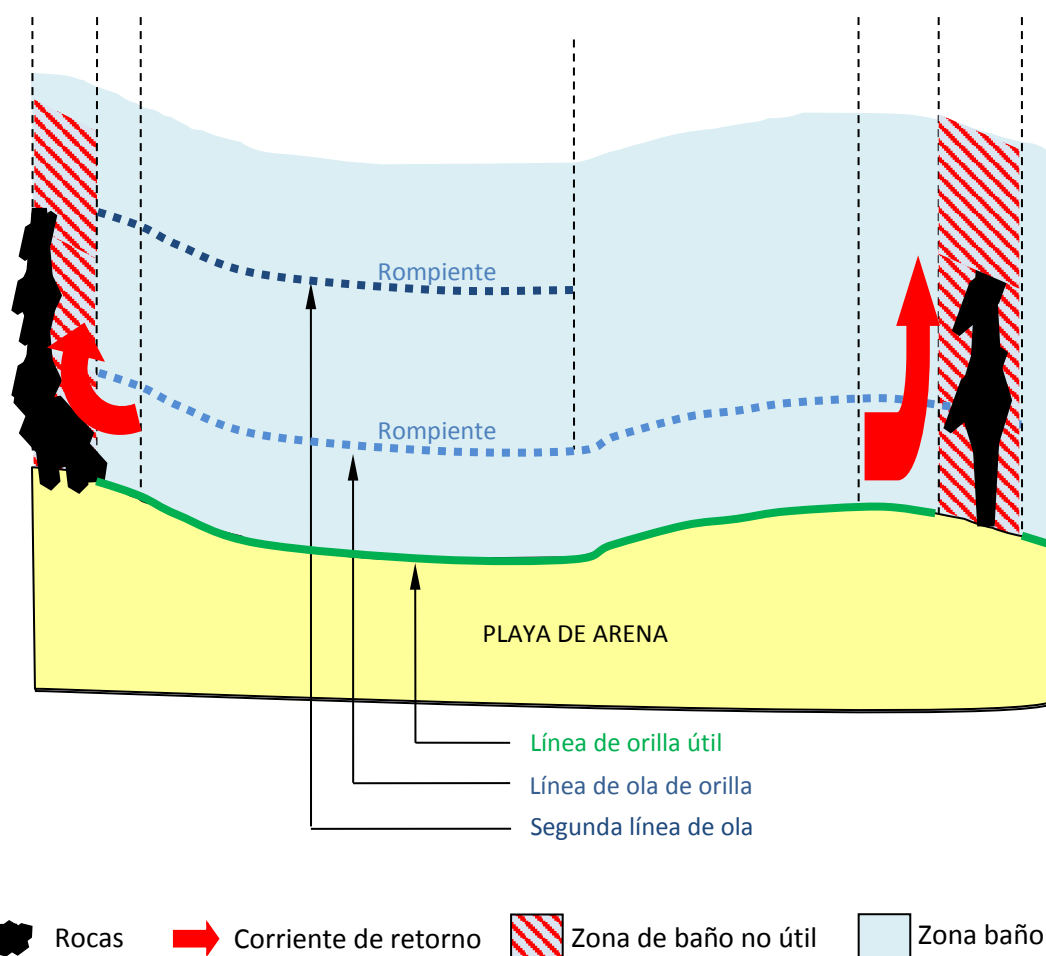
La **línea de ola de orilla (LOO)** se corresponde con los metros lineales de posible rompiente cerca de la orilla. Es algo menor que la línea de orilla máxima.



LINEA DE OLA de orilla			
<b>BARINATXE</b>			
	ola $\leq$ 1 m	1 <ola< 1,5 m	ola $\geq$ 1,5 m
PLEAMAR	550	550	550
MEDIA	500	500	500
BAJAMAR	500	500	500
<b>ARRIATERA</b>			
	ola $\leq$ 1 m	1 <ola< 1,5 m	ola $\geq$ 1,5 m
PLEAMAR	500	500	500
MEDIA	500	500	550
BAJAMAR	200	200	400

La **segunda línea de ola** (LO2) hace referencia a los metros lineales de posible rompiente lejos de la orilla.

Segunda LINEA DE OLA			
<b>BARINATXE</b>			
	ola $\leq$ 1 m	1 <ola< 1,5 m	ola $\geq$ 1,5 m
PLEAMAR	0	150	250
MEDIA	0	100	250
BAJAMAR	0	100	150
<b>ARRIATERA</b>			
	ola $\leq$ 1 m	1 <ola< 1,5 m	ola $\geq$ 1,5 m
PLEAMAR	0	70	200
MEDIA	80	180	230
BAJAMAR	80	180	230



### 5.3 LÍNEA DE BAÑISTAS, DE SURFISTAS LIBRES Y DE ESCUELAS

A la hora de distribuir los metros de línea de orilla máxima entre los bañistas, surfistas libres y escuelas; se parte de la premisa de que **los bañistas ocuparían el 50% de la línea de orilla útil**, mientras que **los surfistas libres y las escuelas se repartirían a partes iguales el restante 50% más la segunda línea de ola** disponible dependiendo del estado de marea. Asimismo, los surfistas pueden utilizar la zona de corriente de retorno mientras que esta área no está disponible para los bañistas.

La **línea de bañistas (LB)** es la mitad del resultado de restar los metros lineales ocupados por las rocas y por la corriente de retorno a la línea de orilla máxima.

$$LB = \frac{(LO - Rocas - Corriente)}{2}$$

Línea de bañistas			
<b>BARINATXE</b>			
	ola ≤ 1 m	1 < ola < 1,5 m	ola ≥ 1,5 m
PLEAMAR	252	222	150
MEDIA	248	218	150
BAJAMAR	249	229	150
<b>ARRIATERA</b>			
	ola ≤ 1 m	1 < ola < 1,5 m	ola ≥ 1,5 m
PLEAMAR	355	330	250
MEDIA	272	247	250
BAJAMAR	238	213	250

La **línea para surfistas (LS)**, tanto libres como de escuelas, será la línea de orilla máxima descontada de la línea de bañistas y de la línea de rocas, y añadiendo la segunda línea de ola.

$$LS = \frac{(LO - LB - Rocas + LO2)}{2}$$

La **línea de surfistas libres (LSL)** es la mitad de la línea para surfistas.

$$LSL = \frac{LS}{2}$$

Línea de surfistas libres			
<b>BARINATXE</b>			
	ola ≤ 1 m	1 < ola < 1,5 m	ola ≥ 1,5 m
PLEAMAR	126	231	317
MEDIA	124	204	313
BAJAMAR	125	200	264
<b>ARRIATERA</b>			
	ola ≤ 1 m	1 < ola < 1,5 m	ola ≥ 1,5 m
PLEAMAR	177	260	365
MEDIA	136	273	297
BAJAMAR	119	257	263

La **línea de escuelas de surf (LES)** es la mitad de la línea para surfistas.

$$LES = \frac{LS}{2}$$

Línea de escuelas de surf			
<b>BARINATXE</b>			
	ola ≤ 1 m	1 < ola < 1,5 m	ola ≥ 1,5 m
PLEAMAR	126	231	317
MEDIA	124	204	313
BAJAMAR	125	200	264
<b>ARRIATERA</b>			
	ola ≤ 1 m	1 < ola < 1,5 m	ola ≥ 1,5 m
PLEAMAR	177	260	365
MEDIA	136	273	297
BAJAMAR	119	257	263

#### 5.4 NÚMERO DE ALUMNOS DE ESCUELAS DE SURF

Se parte de la premisa de **cada alumno ocupa tres metros de línea de ola**.

Una vez obtenidos los metros lineales de la rompiente utilizada por los alumnos de las escuelas de surf, es decir, la línea de escuelas de surf; se puede obtener la capacidad del número de alumnos en función de la marea y de la altura de la ola.

Por tanto, el número de alumnos se obtendría dividiendo la línea de escuelas de surf (LES) entre los tres metros que ocupa cada alumno.

$$N^{\circ} \text{ alumnos} = \frac{LES}{3}$$

Alumnos Escuelas de Surf			
<b>BARINATXE</b>			
	ola ≤ 1 m	1 < ola < 1,5 m	ola ≥ 1,5 m
PLEAMAR	42	77	106
MEDIA	41	68	104
BAJAMAR	42	67	88
<b>ARRIATERA</b>			
	ola ≤ 1 m	1 < ola < 1,5 m	ola ≥ 1,5 m
PLEAMAR	59	87	122
MEDIA	45	91	99
BAJAMAR	40	86	88

Hay que tener en cuenta que los alumnos van a ocupar la línea de ola de la orilla y también la segunda línea de ola que, al estar más alejada de la orilla, sólo es apta para



alumnos en perfeccionamiento y no para alumnos que se inician en el surf. Por tanto, se puede obtener el número de alumnos dependiendo de su nivel:

<b>OLAS menores de 1 m. BARINATXE</b>	<b>Todo tipo de alumnos</b>	<b>Solo alumnos en perfeccionamiento</b>
PLEAMAR	42	0
MEDIA	41	0
BAJAMAR	42	0
<b>Promedio:</b>	<b>42</b>	<b>0</b>
<b>ARRIATERA</b>		
PLEAMAR	59	0
MEDIA	45	13
BAJAMAR	40	13
<b>Promedio:</b>	<b>48</b>	<b>9</b>

<b>OLAS de 1 a 1,5 m. BARINATXE</b>	<b>Todo tipo de alumnos</b>	<b>Solo alumnos en perfeccionamiento</b>
PLEAMAR	52	25
MEDIA	51	17
BAJAMAR	50	17
<b>Promedio:</b>	<b>51</b>	<b>19</b>
<b>ARRIATERA</b>		
PLEAMAR	75	12
MEDIA	61	30
BAJAMAR	56	30
<b>Promedio:</b>	<b>64</b>	<b>24</b>

<b>OLAS mayores de 1,5 m. BARINATXE</b>	<b>Todo tipo de alumnos</b>	<b>Solo alumnos en perfeccionamiento</b>
PLEAMAR	64	42
MEDIA	63	42
BAJAMAR	63	25
<b>Promedio:</b>	<b>63</b>	<b>36</b>
<b>ARRIATERA</b>		
PLEAMAR	88	33
MEDIA	61	38
BAJAMAR	49	38
<b>Promedio:</b>	<b>66</b>	<b>37</b>

A continuación se presenta un cuadro para una altura de ola promedio:

<b>OLA Promedio BARINATXE</b>	<b>Todo tipo de alumnos</b>	<b>Solo alumnos en perfeccionamiento</b>
PLEAMAR	53	22
MEDIA	52	19
BAJAMAR	51	14
<b>Promedio:</b>	<b>52</b>	<b>19</b>
<b>ARRIATERA</b>		
PLEAMAR	74	15
MEDIA	56	27
BAJAMAR	48	27
<b>Promedio:</b>	<b>59</b>	<b>23</b>

## 5.5 DISTRIBUCIÓN DE LOS ALUMNOS DE LAS ESCUELAS DE SURF EN FUNCIÓN DE LA OCUPACIÓN

Tal como se ha estudiado en el capítulo cuarto, la ocupación temporal de la playa puede influir en la capacidad de alumnos. Esto significa que, dependiendo de los meses, los días de la semana o el horario diario, la playa puede tener un grado de ocupación diferente que influye en la distribución física de la lámina de agua entre bañistas, surfistas libres y alumnos.

La variación mensual depende de la meteorología por lo que no se ha tenido en cuenta a la hora de la distribución temporal. Los meses de julio y agosto son los de mayor ocupación pero, sin embargo, durante el mes de setiembre se pueden alcanzar los mismos niveles de ocupación si la meteorología es benévola.

Por tanto, la distribución temporal se realiza en función del día de la semana (día laboral, sábado y domingo/festivo) y del horario diario (hasta las 13 horas y a partir de las 13 horas).

El siguiente cuadro nos proporciona los valores medios de alumnos de escuelas en función de la temporalidad. Es decir, se han promediado inicialmente los datos para una ola y marea promedio y, posteriormente, se han adaptado los valores resultantes a la ocupación. Asimismo, se hace un valor medio para ambas playas del número de alumnos en cada arenal.

		Arriatera-Atxabiribil	Barinatxe	Promedio
De lunes a viernes	Hasta 13h	59	52	60
	Desde 13h	48	51	48
Sábado	Hasta 13h	48	51	48
	Desde 13h	40	41	40
Domingo y festivos	Todo el día	40	41	40

## 5.6 PROBLEMAS EN LA DISTRIBUCIÓN FÍSICA

Los resultados obtenidos pueden fluctuar dependiendo básicamente de las siguientes variables o parámetros:

- Las rocas y su variabilidad: la zona ocupada por las rocas varía cada temporada estival e, incluso, también varía durante un mismo verano. Los resultados aportados en los apartados 5.4 y 5.5 deben considerarse para un escenario de rocas similar al año 2017.
- La energía de la ola y su rotura: otro problema que se ha detectado es que la energía de la ola no es la misma para las diferentes zonas de rompiente y tanto los surfistas libres como las escuelas tienden a concentrarse en las rompientes que tienen más fuerza, dejando otras olas sin uso.
- Distribución de bañistas y surfistas: tanto la variabilidad que sufre la playa con la marea, así como otras variables como el tipo de rotura de las diferentes olas y la situación de las corrientes de retorno, generan que la proximidad entre los surfistas libres y los alumnos de las escuelas, así como con los bañistas sea excesiva y provoque situaciones de peligro. Por ello, consideramos que sería ventajoso la existencia de un dinamizador para ambas playas, que sería una persona con autoridad y conocimiento de la playa que distribuya a los bañistas, surfistas libres y alumnos de un modo sostenible y seguro.