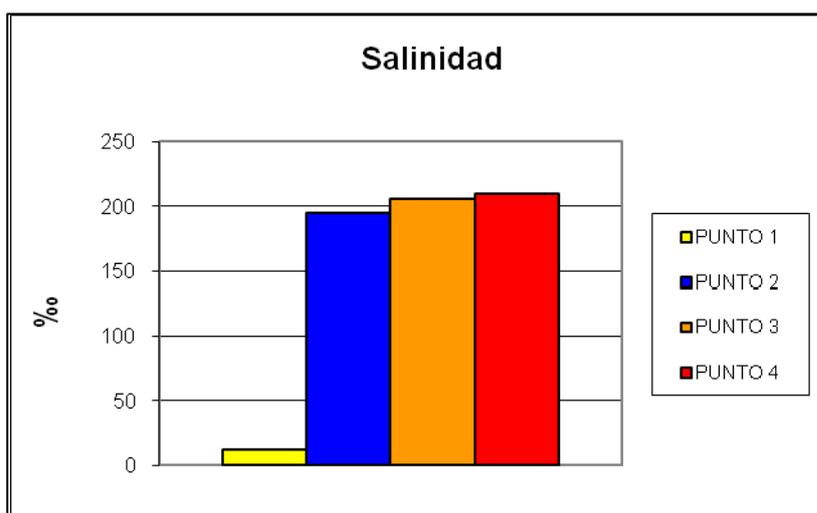


## 1. PARAMETROS FISICO-QUÍMICOS.

Tras los diferentes días de muestreo los resultados obtenidos en lo que respecta a los parámetros químicos y también los físicos se mantienen en general dentro de la normalidad.

	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3	PUNTO 4
Oxígeno disuelto (mg/L)	11	11	11,6	10,4
Fosfatos	0,1	0,05	0,05	0,4
NO <sub>2</sub> (mg/L)	0,015	0,04	0,03	0,05
NO <sub>3</sub> (mg/L)	3	0	1	0
Dureza de carbonatos KH (°d)	3	3	3,6	3
pH	6,94	6,64	6,69	6,68
Azul de metileno (%)	100	100	100	100
Permanganato	sin contaminar	sin contaminar	sin contaminar	sin contaminar
Dureza total GH (°d)	8,4	16	16	16
NH <sub>4</sub> (mg/L)	0	0,2	0	0,1
Salinidad (‰)	12,8265055	194,757647	205,30536	209,328512
Temperatura	7,63333333	9,625	9,55	9,2
Turbidez	nunca	nunca	casi nunca	casi nunca
Color	nunca	nunca	casi nunca	casi nunca
Olor	nunca	nunca	nunca	nunca
Aceites/Grasas	nunca	casi nunca	casi nunca	casi nunca
Espumas	nunca	casi nunca	nunca	casi nunca
Eutrofización	nunca	nunca	nunca	nunca

**TABLA 3.** *Media de los resultados físico-químicos obtenidos*

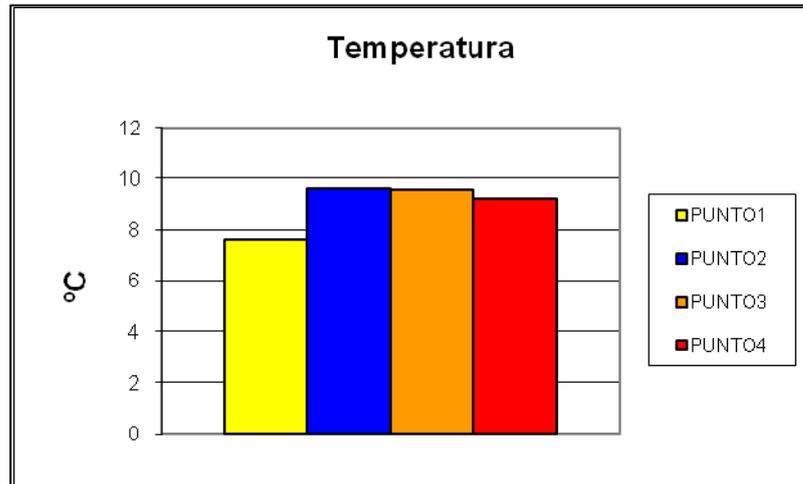


**GRAFICO 5.** *Salinidad*

Los valores tanto de la temperatura como de la salinidad evidencian la diferencia entre el primer punto de agua dulce y los tres restantes cuya agua es marina y por tanto salada. Se observa que el agua de mar es unas

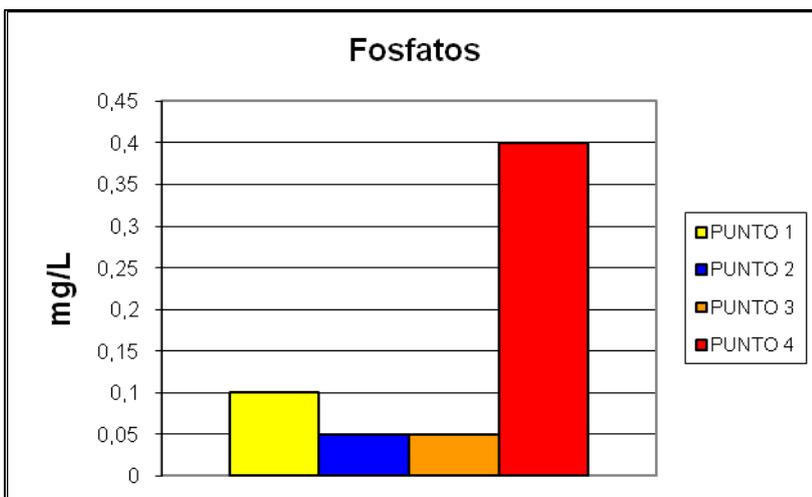
veinte veces más salada que la dulce en la que aun así hay una mínima concentración de sales disueltas. A su vez esta condición de salinidad establece la diferencia de temperatura entre las aguas pues la concentración salina dificulta el cambio de

temperatura, mejor dicho actúa de amortiguador del cambio de temperatura, por lo que se comprueba como el agua de la laguna dulce está más fría en consonancia con la temperatura ambiental de los días de muestreo que normalmente rondaba los 0-4°C a excepción de algún día en el que se alcanzaron los 10°C.



**GRAFICO 6.** *Temperatura.*

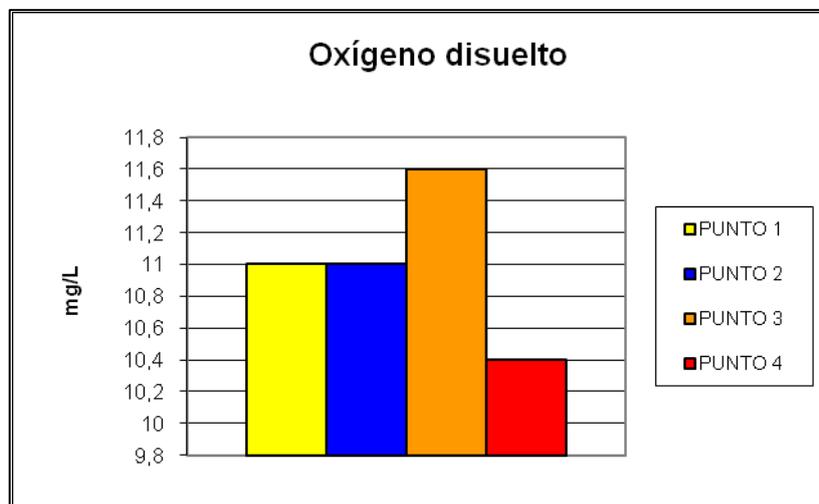
Otra de las características de la Bahía de Txingudi es la composición granítica del macizo de Peñas de Aia que son resultado del enfriamiento del magma incandescente que ascendió hacia la corteza terrestre hace más de 250 millones de años y las areniscas en el monte Jazikibel. Por ello a pesar de que la dureza total es de 16 en el caso del agua marina puesto que las sales disueltas contrubiyen a esta dureza y de 8,4 en la dulce, la dureza de carbonatos es mucho menor en toda la comarca estudiada al existir ausencia de suelos calizos carbonatos.



**GRAFICO 7.** *Fosfatos.*

Por lo general los valores que toman los nitratos, nitritos, y el amonio son aceptables, no muestran ningún signo de contaminantes, en cambio sí que se percibe una cantidad anómala de fosfatos en el 4º punto, San Lorenzo, que podría ser debida a la presencia de detergentes o

fertilizantes de origen agrícola. De todos modos sigue siendo un bajo nivel de fosfatos por lo que a pesar de que al igual que los nitratos, son nutrientes para las plantas y algas en ningún momento aparecen señales de eutrofización de manera que los niveles de oxígeno disuelto también son muy buenos.



**GRAFICO 8.** *Oxigeno disuelto.*

De todos modos es posible que pudieran aparecer indicios de eutrofización en verano con el aumento de horas de luz solar que como base de la fotosíntesis podrían llevar a una proliferación de algas y otros seres fotosintéticos. Para evitar estos casos de eutrofización las lagunas saladas del Parque ecológico de Plaiaundi, San Lorenzo y Txoritegi, están provistas de unas compuertas que las comunican hacia el mar permitiendo la renovación continua del agua. De este modo en ningún momento llegan a darse situaciones de anoxia en el agua.

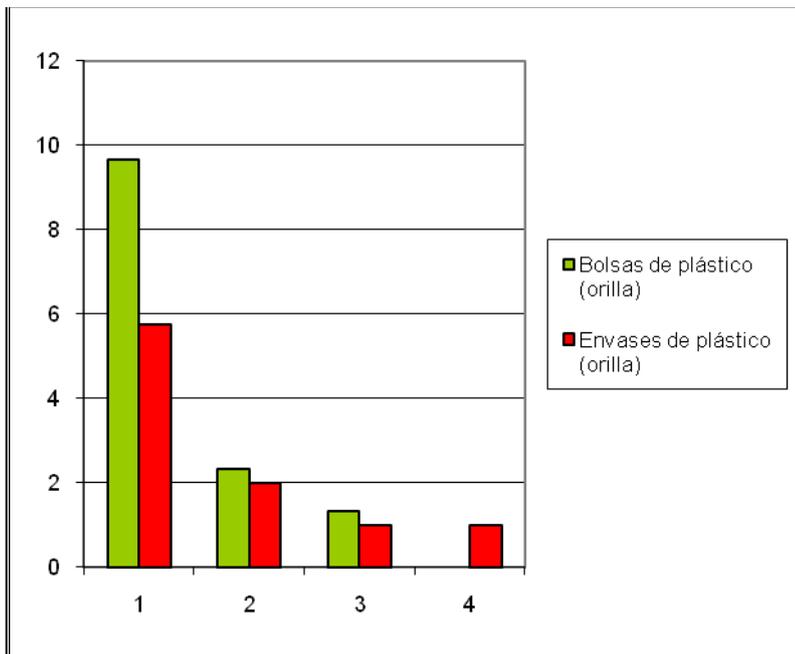
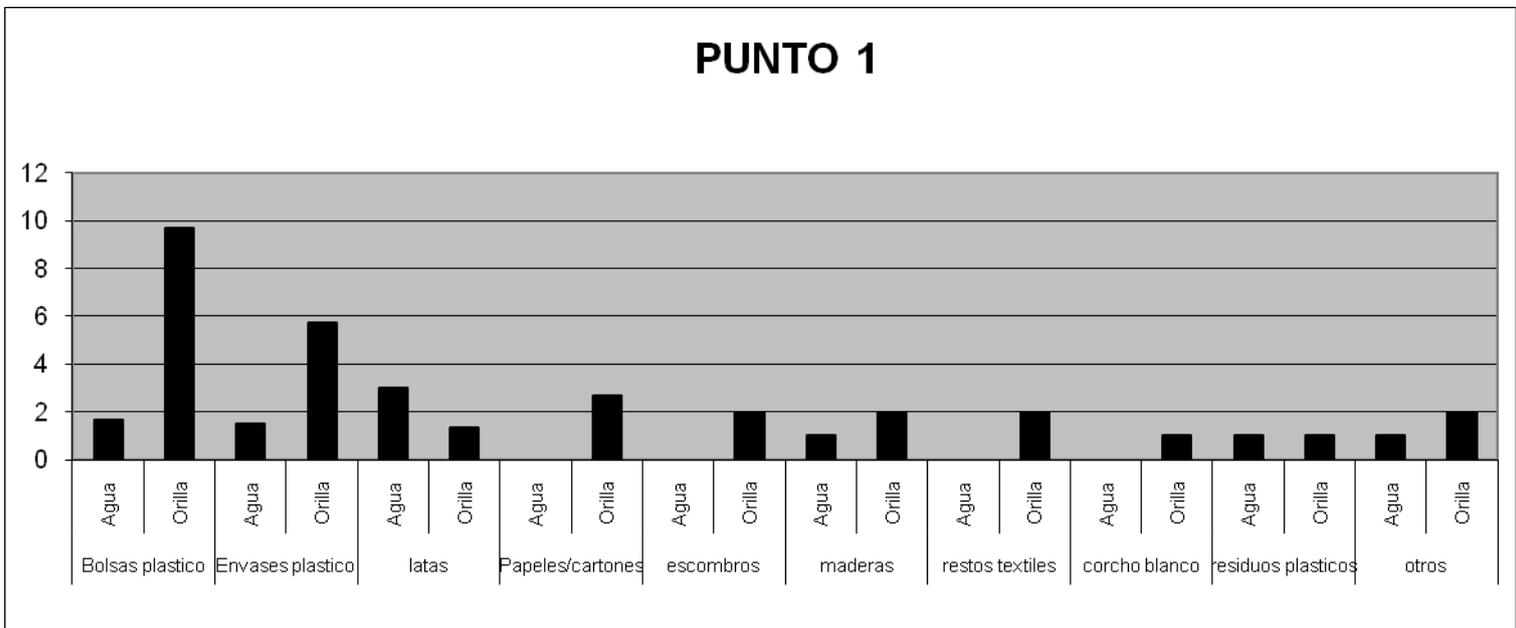
En resumen la calidad del agua es excelente, son aguas claras y limpias y según muestran las pruebas del permanganato y el azul de metileno no hay rastro de contaminación orgánica por lo que no se ven posibles indicios de vertidos de aguas residuales urbanas en los alrededores del parque que puedan afectar a la calidad de las aguas del mismo por lo que tampoco aparecen agentes que acidifiquen estas aguas manteniéndose el pH alrededor de valores neutros.

## **2. BASURAS.**

Todas las basuras que se pueden encontrar a lo largo del recorrido por el parque son de origen antropogénico tanto las que aparecen en el sendero como las que flotan en el agua. Es bastante evidente que en las primeras zonas más cercanas a la ciudad de Irun

y por tanto a las que más gente accede el número de residuos es mayor a pesar de que la zona de picnic de la entrada este provista de papeleras, también es probable que esta primera zona este influenciada por la presencia de la pista de atletismo al ser zona de acceso a ella para los deportistas entre semana y para el público en general los fines de semana. Además también está el campo de rugby que es utilizado por el club de la ciudad y es el estadio oficial de unos partidos.

El primer punto es en el que más basuras se cuentan en su mayoría en la orilla entre las que destacan las bolsas de plástico aunque también aparecen algún escombros y alguna madera. Es de señalar que estos residuos se mantienen a lo largo de todos los días en los que se ha llevado a cabo el análisis puesto que hay ausencia de un sistema de recogida periódica de estas basuras.



Los residuos más comunes en todo el parque son las bolsas y envases de plástico en su mayoría de alimentos vertidos tal vez por la gente al acudir a la pista o vuelan con el aire desde la misma y comparando la cantidad de estos tipos de basuras queda patente la diferencia entre puntos.

**GRAFICO 9.** *Envases y Bolsas de plástico.*

Del mismo modo es cierto que no se han encontrado restos muy perjudiciales para el medio ambiente. Se clasifican dentro de estos residuos peligrosos los portatalas, que podrían producir la asfixia tanto de peces como de aves, u otros residuos tóxicos como son las pilas o baterías que contienen metales pesados como el plomo, cadmio, manganeso y mercurio. También pueden incluir en su composición sustancias tóxicas los neumáticos, electrodomésticos, muebles o materiales metálicos. Tampoco se encuentran residuos sanitarios, es decir, gasas, tiritas, pañales, jeringas...que al poder contener restos de sangre podrían perjudicar a los animales con la transmisión de enfermedades. La ausencia de todo este tipo de basuras resulta un punto positivo, desde el punto de vista medioambiental, a tener en cuenta por la gran ventaja que supone.

### **3. PLANCTON.**

El plancton es primordial para la conservación de los ecosistemas al ser el elemento base del que parte la cadena trófica marina por ello se ha realizado la observación de este en cada una de las muestras recogidas.

<b>AGUA DULCE</b>		<b>AGUA SALADA</b>	
<b>FITOPLANCTON</b>	<b>ZOOPLANCTON</b>	<b>FITOPLANCTON</b>	<b>ZOOPLANCTON</b>
Algas azules-cianofíceas ( <i>anabena, croococus, merismopedia</i> )	Cladóceros ( <i>dafnias y ceriodafnias</i> )	Algas azules-cianofíceas ( <i>anabena, croococus, merismopedia</i> )	Cladóceros ( <i>dafnias y ceriodafnias</i> )
Algas silíceas-diatomeas ( <i>melosira, navícula</i> )	Rotíferos ( <i>Noteus quadricornis y anurea chochlearis</i> )	Algas silíceas-diatomeas ( <i>pleurosigna, melosira, pinularia, navícula, estauroneis</i> )	Rotíferos ( <i>Synchaeta stylate y Anurea cochlearis</i> )
Algas filamentosas ( <i>zignema, cosmarium</i> )	Larva de crustaceo	Algas filamentosas ( <i>zignema, closterium, cosmarium, cilindrocistis</i> )	Larva de crustaceo
	Amebas ( <i>radiosa</i> )	Algas verdes ( <i>clorela</i> )	Amebas ( <i>radiosa y diflugia</i> )
	Ciliados ( <i>frontenia</i> )	Algas marinas flageladas ( <i>gossleriella</i> )	Ciliados ( <i>Estrobidium</i> )
	Flagelados ( <i>Clamidomonas</i> )		

**TABLA 4.** Plancton observado en los diferentes tipos de agua.

Como ya se ha comentado antes el plancton se clasifica en dos grandes grupos, en lo que a fitoplancton respecta se han encontrado una amplia variedad y cantidad de microorganismos vegetales puesto que al ser estos fotosintéticos se sitúan en la

superficie de las aguas a fin de aprovechar la luz solar, zona de la que se tomaron las muestras puesto que resultaba más fácil que acceder a zonas más profundas.

Se ha observado fitoplancton tanto en el agua dulce como en la salada aunque no siempre se han encontrado las mismas especies. Es cierto que en ambas aguas las más frecuentes son las algas azules o cianofíceas como *anabena*, *croococus* y *merismopedia* y que también son comunes a ambas aguas las algas silíceas o diatomeas y las filamentosas aunque dentro de las diatomeas en el agua dulce tan solo aparecen *melosiras* y *naviculas* mientras que en la salada encontramos además de estas *pleurosignas*, *pinnularias* y *estauroneis*. Lo mismo ocurre con las filamentosas donde en el agua dulce se encuentran *zignemas* y *cosmarium* y en la salada se suman *closterium* y *cilindrocistis*.

Por otro lado son grupos exclusivos de agua marina las algas verdes (*clorela*) y



**FOTO 77.** *Fitoplancton: closterium, pinnularia, zignema y merismopedia*

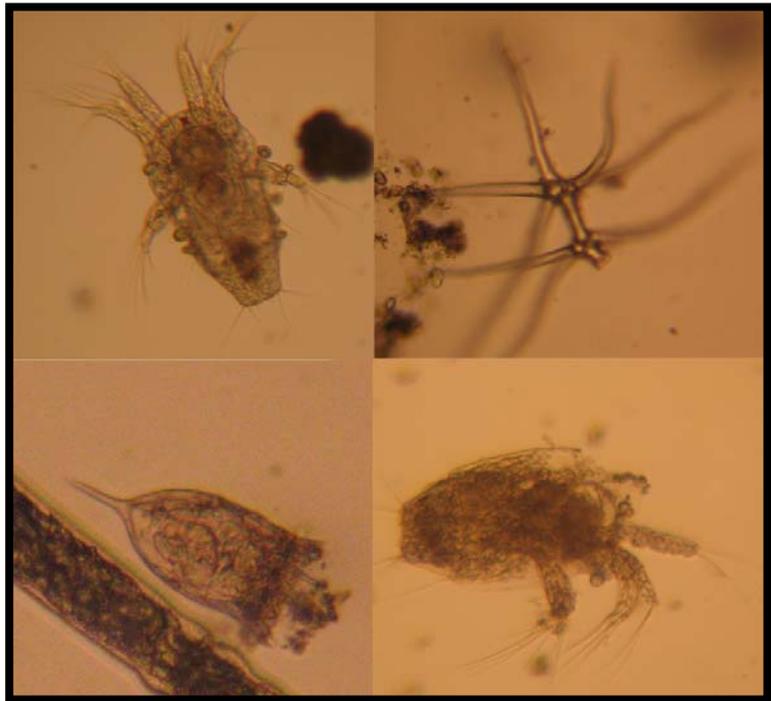
las algas marinas flageladas (*gossleriella*) aunque tampoco son muy frecuentes.

Resulta curiosa la comparación de los valores de fosfatos, nitratos y amonio en relación a la cantidad de fitoplancton observada. Tanto el fósforo como el nitrógeno son nutrientes básicos para el fitoplancton y los niveles de estos en las lagunas son

bastante reducidos pero aun así es viable la existencia de fitoplancton puesto que tan solo

son esenciales en una reducida cantidad. Es significativo el dato de que por cada 106 átomos de carbono que se convierten en materia orgánica, se necesitan 16 átomos de nitrógeno y un átomo de fósforo.

Se ha observado una menor cantidad de zooplancton aunque este es más variado. Se ha registrado una menor concentración de este puesto que las muestras se han tomado a lo largo del día en el que el zooplancton aparece a mayores profundidades para alejarse de la luz solar. De todos modos se ha podido observar plancton puesto que durante periodos de calentamiento o enfriamiento como son el día



**FOTO 78.** Zooplancton: Larva de crustaceo, ameba *radiosa*, copepodo y dafnia.

y la noche se desarrollan corrientes de intercambio entre las zonas superficiales y las más profundas. Las zonas del agua más superficial se calientan más rápidamente, el agua más cálida queda sobre el agua más fría y se va produciendo una circulación que permite el movimiento de zooplancton de escasa movilidad hacia la superficie.

Otro motivo para la poca cantidad de zooplancton a pesar del buen estado del agua puede ser la presencia de peces situados en el siguiente escalón de la cadena trófica.

Según los datos obtenidos los más frecuentes tanto en aguas saladas como dulces son los cladóceros o pulgas de agua, se han podido observar entre ellas principalmente *dafnias* y *ceriodafnias*.

Se confirma también la presencia de rotíferos como *Anurea chochlerais* común a los dos tipos de aguas, *noteus quadricornis* en la dulce y *synchaeta stylate* en la marina. Por otro lado son también frecuentes las larvas de crustáceos y las amebas de entre las que destaca la *radiosa* aunque aparezca también *diflugia* en la salada. Por último aparecen aunque en un número bastante reducido ciertos ciliados, *frontenia* y *estrobidium* y exclusivamente en las aguas dulces flagelados, *clamidomonas*.

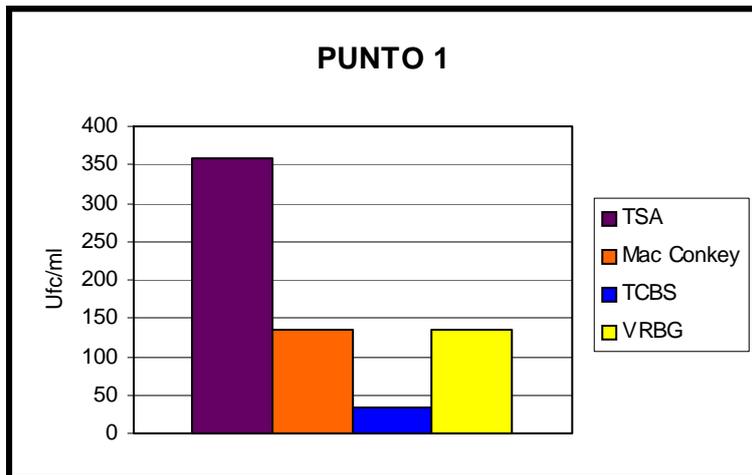
## 4. MEDIOS DE CULTIVO.

Una vez sembradas y cultivadas las placas fueron contadas las colonias para acabar reflejando los datos en estos gráficos que muestran las unidades formadoras de colonias por cada mililitro de agua (Ufc/ml) de cada tipo de placa en cada punto de muestreo para poder compararlas.

### 4.1. Punto 1. Laguna dulce.

En este primer punto, siendo su composición de agua dulce se han seleccionado cuatro de los cinco medios de cultivo habiendo descartado ya del de Agar marino por su valor específico para microorganismos marinos que obviamente no aparecen en este tipo de aguas.

La primera impresión es la de una clara mayoría de colonias en la placa TSA (Tryptisoy-Agar) que en las demás, 357 Ufc/ml. Dato de esperar puesto que este medio tiene una



**GRAFICO 10.** Medios de cultivo, punto 1.

composición en nutrientes ideal para el crecimiento de microorganismos aerobios tanto exigentes como no exigentes, es decir, es un medio general. Por tanto, con este medio se han conseguido detectar los microorganismos más frecuentes en esta laguna como (*Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermis*, *Streptococcus pneumoniae*, *Streptococcus pyogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis*, *Candida albicans* y *Aspergillus Níger* todos ellos de riesgo 1 y 2 según la ley vigente).

En el extremo opuesto está el medio de TCBS, con tan solo 33,4 Ufc/ml, que es un medio de cultivo enriquecido con un componente específico para el desarrollo concreto de un tipo de microorganismo, en este caso los vibrios patógenos como *Vibrio cholerae* que forman colonias de color amarillo por acidificación del medio y son en su mayoría los que han crecido y por otro lado los *Vibrios parahaemolyticus* que forman colonias de tonalidad azulada que apenas se han contado. Según esto está clara la

ausencia de estos microorganismos patógenos con cierta peligrosidad para la salud humana por contacto con el agua o con algún objeto que haya estado en contacto con él.

Las dos restantes placas, selectivas pero no tan concretas, presentan una cifra que ronda las 150 Ufc/ml sin llegar a alcanzarlas. El medio de Mac Conkey determina la presencia y la concentración de *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis* y *Pseudomonas aeruginosa*. Las colonias contadas son en su mayoría incoloras lo que determina una mayor presencia de *Salmonella* que de *E. coli* (la presencia de esta última se analizó más concretamente mediante otra prueba) que por lo general no tiene una patología grave.

El medio de VRBG también se emplea fundamentalmente como medio selectivo para el recuento de enterobacterias y coliformes por lo cual el resultado es muy similar al de Mac Conkey que por lo general es una cifra razonable que no muestra presencia de aguas fecales y también se observa una peligrosidad para el ser humano en el caso de producirse contacto directo o indirecto con las aguas.

#### 4.2. Punto 2. Txoritegi.

El segundo punto muestreado es la laguna de Txoritegi y al igual que los dos restantes, es decir, el 3 y el 4 está comunicado con el mar, por tanto su agua es salobre y se emplea el medio de cultivo de Agar marino en vez del de TSA que pierde sus

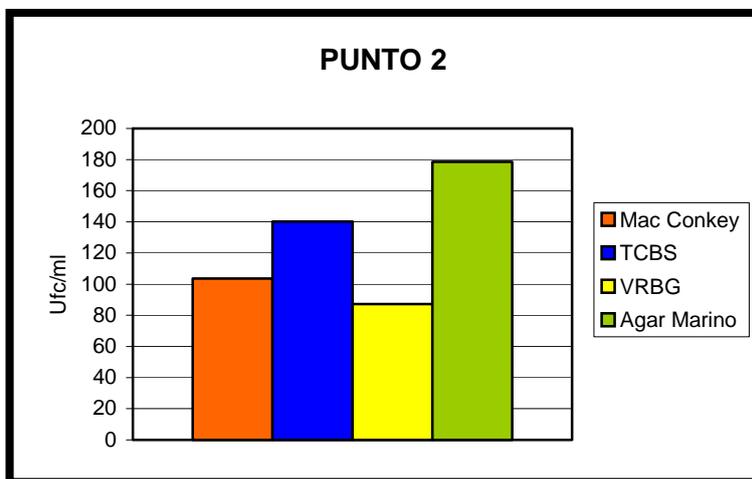


GRAFICO 11. Medios de cultivo, punto 2.

propiedades al contacto con la sal.

En este caso es el Agar marino el medio más amplio preparado para el crecimiento de bacterias marinas totales por lo que la cifra de 178 Ufc/ml supera

con creces el resto de cifras. Las posibles bacterias

localizadas son *Vibrio fischeri* y *Vibrio harveyi*.)

La cantidad de enterobacterias y coliformes que demuestran las placas de VRBG y Mac Conkey es algo menor que la del punto 1 posiblemente como consecuencia del continuo intercambio de agua con el mar que ocurre con los cambios de mareas. De todos modos en este caso también se cumple que los valores son mínimamente similares

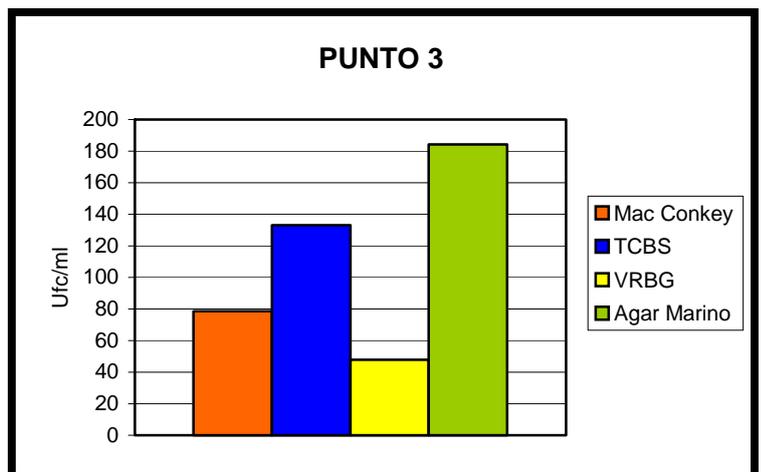
y la pequeña diferencia podría venir determinada por la *Salmonella enteritidis* que tan sólo crece en Mac Conkey. De todos modos cabe comentar que en este punto la diferencia entre la cantidad de colonias incoloras y colonias rosas es menor, es decir, aparecen más enterobacterias diferentes a la *Salmonella enteritidis* como *Enterobacter aerogenes* o *Escherichia coli*. En el medio TCBS esta vez el número de vibrios respecto al primer punto es más alto (140,31Ufc/ml) perfectamente achacable a que el medio natural de estos vibrios es el marino. Ahora bien esta presencia hace que se deban tomar medidas preventivas a la hora de estar en contacto con el agua.



**FOTO 79.** Colonias incoloras y rosas de Mac Conkey.

#### 4.3. Punto 3. Itzaberri.

Nuevamente se trata de un punto de agua salina, en este caso la playa de Itzaberri que las aguas del mar cubren y descubren a su merced debido a que es la zona intermareal del Parque, es decir, la zona que sufre la acción de las mareas al ser un área en mar abierto, es decir, no es una charca. En Agar marino las colonias que han crecido superan el número de 180 Ufc/ml siendo el punto en el que más aparecen a pesar de que la diferencia no es significativa pues al fin y al cabo el agua tanto de San Lorenzo como de Txoritegi e Itzaberri es la misma.



**GRAFICO 12.** Medios de cultivo, punto3.

En lo que a enterobacterias respecta el número se mantiene constante, no hay variaciones entre el agua salada y la dulce del primer punto. Siguen formándose alrededor de 80 Ufc/ml divididas prácticamente equitativamente entre *Escherichia coli* y *Salmonella enteritidis* atendiendo a los colores de las colonias de la placa de Mac Conkey.

El medio de cultivo de VRBG corrobora estos datos. La presencia de estas enterobacterias además es perceptible por el olor a metano que desprenden con su actividad anaerobia durante los periodos de bajamar. Por segunda vez las 133 Ufc/ml de

la placa de TCBS en comparación con las 33 ufc/ml del recuento del primer punto dejan patente cual es el medio natural de los *Vibrios cholerae*, más frecuentes en los medios marinos y por tanto en los animales marinos. Nuevamente se debe llamar la atención si es que se debe manipular o establecer contacto con estos tipos de agua por el leve riesgo que pueden tener para la salud humana.

#### 4.4. Punto 4. San Lorenzo.

Los resultados obtenidos en la cuarta zona analizada, la laguna de San Lorenzo son muy similares a los de la de Txoritegi como cabe esperar pues además de compartir la característica del agua salobre que se renueva dos veces por día esta última también es una laguna.

Como en todas las anteriores en la placa de Agar marino crecen microorganismos en torno a unas 150 Ufc/ml dentro de las que aparecen todo tipo de bacterias marinas heterótroficas.

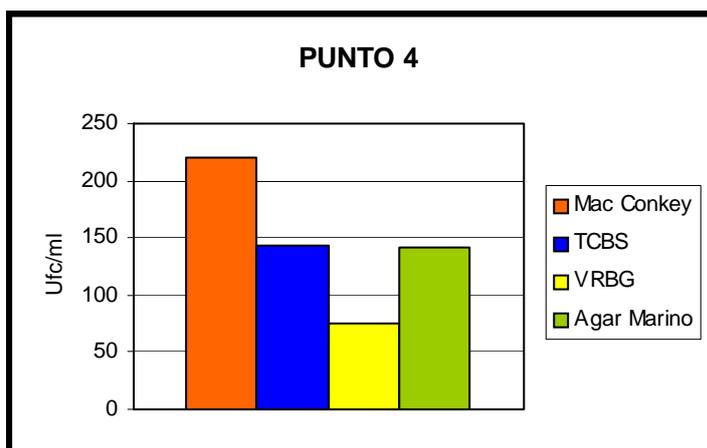


GRAFICO 13. Medios de cultivo, punto 4.

Atendiendo a la comparación de entre las placas de Mac Conkey y VRBG se percibe que la diferencia en este último caso es notable y de este modo se deduce que el número de bacterias de *Salmonella enteritidis* es bastante mayor que el de *Escherichia coli*. Esta conclusión se comprueba al observar que en Mac Conkey son

mucho más frecuentes las colonias de incoloras que las rosadas.

El número de *Vibrios cholerae* sigue manteniéndose cerca de los 150 Ufc/ml, un valor que no evita el tomar precauciones al tener contacto con el agua por el riesgo para la salud humana.

## 5. COLIFORMES.

Es el procarionte más estudiado de todos por el ser humano desde que fue descrita por primera vez en 1885 por Theodore von Escherich. Es una bacteria



**FOTO 80.** *Escherichia coli*

unicelular que reside en el intestino de los animales y por ello puede aparecer en aguas negras y con restos fecales.

La prueba realizada constataba primeramente la presencia de coliformes mediante el cambio de color del agua. Después mediante el uso de la lámpara UV de 366nm al comprobar si el agua era o no

fluorescente se determinó la presencia de *E.coli* entre dichos coliformes y a fin de verificarlo se hizo la prueba del Indol para lo que se añadieron 2,5 ml del reactivo KOVAC, todas las muestras que habían tornado su color presentaron tras esta prueba un anillo de tono rojo.

Todas las zonas han presentado alguno de los días *E.coli* de manera destacable en la zona 4, San Lorenzo en la que el 100% de las veces han aparecido bacterias de *E.coli*. Esta presencia puede deberse a algún posible vertido, descartado por la ausencia de desagües o colectores de aguas residuales urbanas en el interior del Parque, o lo que es más probable, debido a los desechos de los animales tanto acuáticos como terrestres, que habita en las lagunas del Parque como hábitat habitual o de paso.