

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**



**ESCUELA DE POSGRADO**

**TESIS**

**VARIACIÓN DE OXÍGENO DISUELTO Y SU  
INFLUENCIA COMO INDICADOR DE  
CALIDAD DE AGUA EN LA BAHÍA DE  
PARACAS (2013 – 2015) – PISCO**

**PRESENTADO POR:**

**ELVIS JOEL ROCA BARRETO**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN ECOLOGÍA Y  
GESTIÓN AMBIENTAL**

**ASESOR:**

**Dr. JOSE VICENTE NUNJA GARCIA**

**HUACHO - 2018**

**VARIACIÓN DE OXÍGENO DISUELTOS Y SU INFLUENCIA COMO  
INDICADOR DE CALIDAD DE AGUA EN LA BAHÍA DE PARACAS  
(2013 – 2015) – PISCO**

**ELVIS JOEL ROCA BARRETO**

**TESIS DE MAESTRÍA**

**ASESOR: Dr. JOSE VICENTE NUNJA GARCIA**

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN  
ESCUELA DE POSGRADO  
MAESTRO EN ECOLOGÍA Y GESTIÓN AMBIENTAL  
HUACHO  
2018**



## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar esta investigación principalmente a Dios por darme la vida, fortaleza y sabiduría, guiándome para poder llegar hasta donde estoy y por ponerme en mi camino a todas aquellas personas que han sido mi soporte durante todo el periodo de estudio.

A mis padres: Damián Roca Rodríguez y Alejandrina Barreto Calle, por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, por su apoyo incondicional para el cumplimiento de mis metas, teniendo presente siempre los valores que se me enseñaron a través del tiempo.

A mis amados hijos: Briseyda Judith Roca Gutiérrez, Paris Joel Roca Gutiérrez y Darelis Grace Roca Cárdenas, por ser mi fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día más y son la razón de mí ser...

*Elvis Joel Roca Barreto*

## AGRADECIMIENTO

A mi Asesor, Dr. José Vicente Nunja Garcia, por el apoyo en el desarrollo de la presente investigación.

Al Instituto del Mar del Perú – IMARPE Sede Pisco, quienes me permitieron realizar el monitoreo del estado de la calidad ambiental, desde febrero 2013 hasta diciembre 2015, comprendido en el Programa de Monitoreo del Estado de la Calidad Ambiental en la Bahía de Paracas – Pisco.

Al Laboratorio de Oceanográfica y Calidad Ambiental por permitirme realizar los análisis de oxígeno disuelto en agua de mar, igualmente a mi amigo y compañero de trabajo el Ingeniero Alberto Lorenzo Puitiza, por su apoyo, aportes, comprensión y su disponibilidad para facilitar los registros de la información utilizados en el presente estudio, desde los años del 2013 hasta el 2015. A mis profesores, por su apoyo así como la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional.

Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este proyecto.

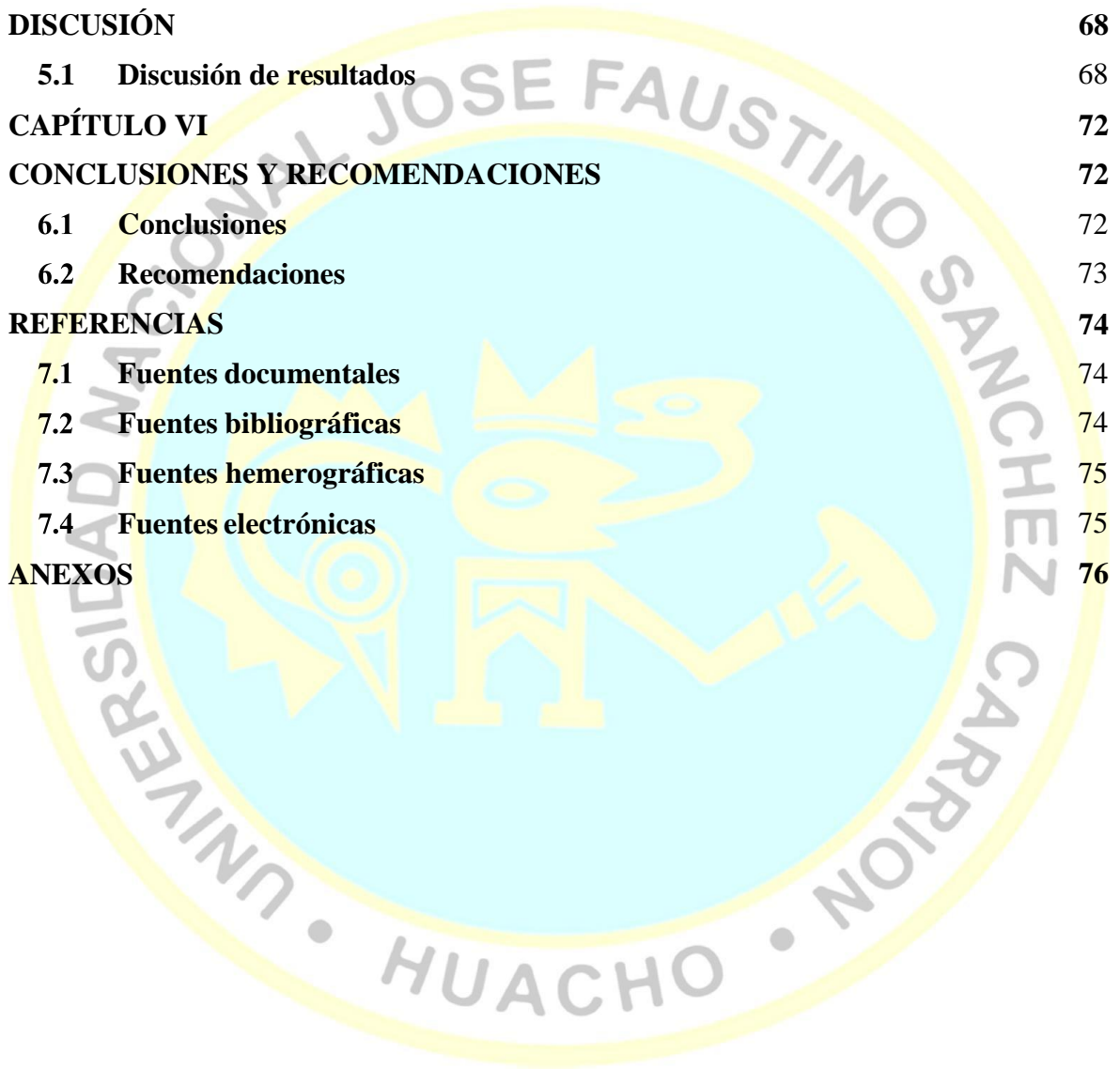
*Elvis Joel Roca Barreto*

# ÍNDICE

<b>DEDICATORIA</b>	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>iv</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>x</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>xi</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	<b>1</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Descripción de la realidad problemática</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Formulación del problema</b>	<b>3</b>
<b>1.2.1 Problema general</b>	<b>3</b>
<b>1.2.2 Problemas específicos</b>	<b>3</b>
<b>1.3 Objetivos de la investigación</b>	<b>4</b>
<b>1.3.1 Objetivo general</b>	<b>4</b>
<b>1.3.2 Objetivos específicos</b>	<b>4</b>
<b>1.4 Justificación de la investigación</b>	<b>4</b>
<b>1.5 Delimitaciones del estudio</b>	<b>5</b>
<b>1.6 Viabilidad del estudio</b>	<b>6</b>
<b>CAPÍTULO II</b>	<b>7</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b>	<b>7</b>
<b>2.1 Antecedentes de la investigación</b>	<b>7</b>
<b>2.1.1 Investigaciones internacionales</b>	<b>7</b>
<b>2.1.2 Investigaciones nacionales</b>	<b>8</b>
<b>2.2 Bases teóricas</b>	<b>10</b>
<b>2.3 Definición de términos básicos</b>	<b>17</b>
<b>2.4 Hipótesis de investigación</b>	<b>18</b>
<b>2.4.1 Hipótesis general</b>	<b>18</b>
<b>2.4.2 Hipótesis específicas</b>	<b>18</b>
<b>2.5 Operacionalización de las variables</b>	<b>19</b>
<b>CAPÍTULO III</b>	<b>21</b>
<b>METODOLOGÍA</b>	<b>21</b>
<b>3.1 Diseño metodológico</b>	<b>21</b>
<b>3.2 Población y muestra</b>	<b>21</b>
<b>3.2.1 Población</b>	<b>21</b>
<b>3.2.2 Muestra</b>	<b>22</b>

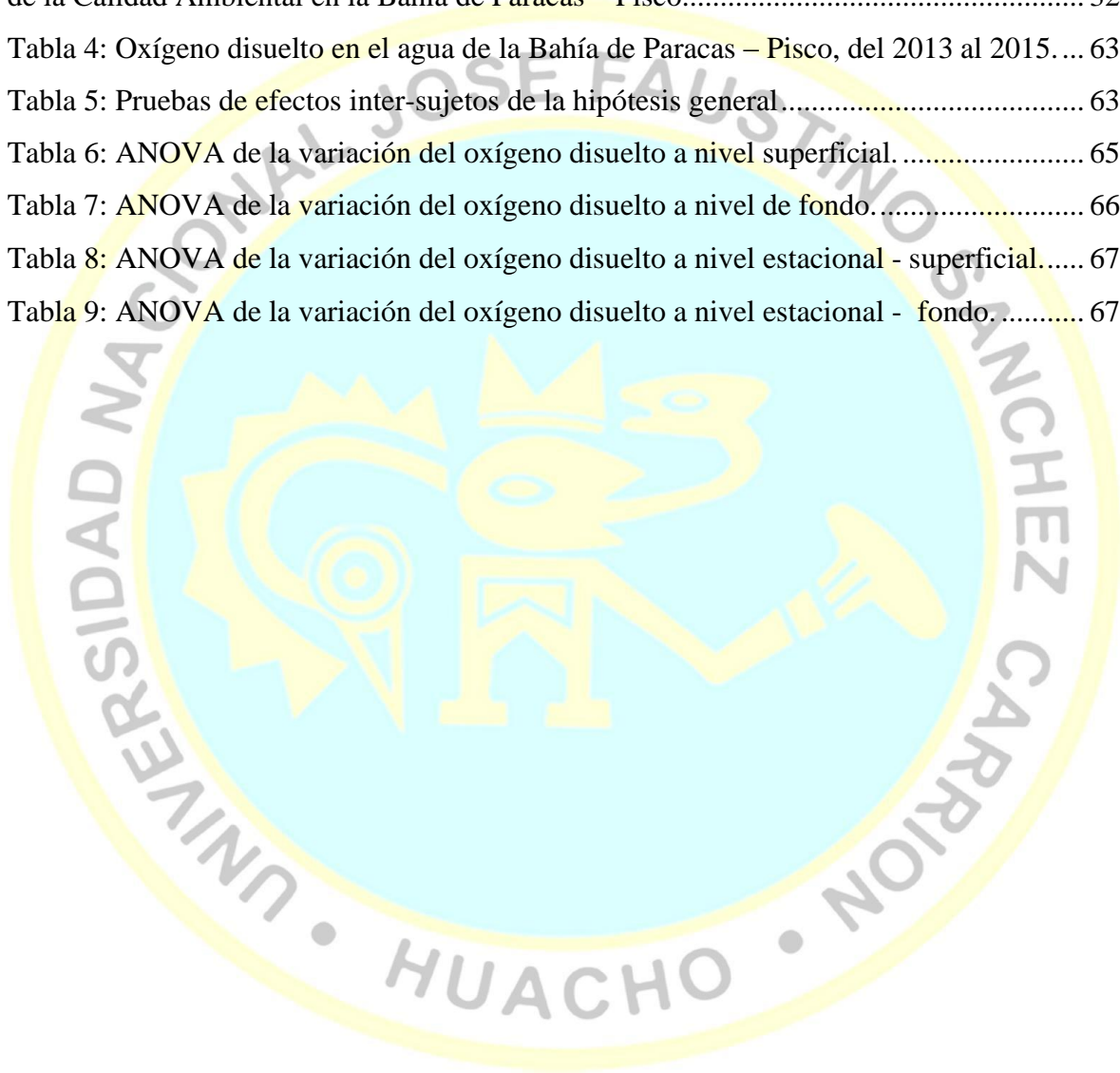


3.3	Técnicas de recolección de datos	22
3.4	Técnicas para el procesamiento de la información	31
<b>CAPÍTULO IV</b>		<b>32</b>
<b>RESULTADOS</b>		<b>32</b>
4.1	Análisis de resultados	32
4.2	Contrastación de hipótesis	63
<b>CAPÍTULO V</b>		<b>68</b>
<b>DISCUSIÓN</b>		<b>68</b>
5.1	Discusión de resultados	68
<b>CAPÍTULO VI</b>		<b>72</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>		<b>72</b>
6.1	Conclusiones	72
6.2	Recomendaciones	73
<b>REFERENCIAS</b>		<b>74</b>
7.1	Fuentes documentales	74
7.2	Fuentes bibliográficas	74
7.3	Fuentes hemerográficas	75
7.4	Fuentes electrónicas	75
<b>ANEXOS</b>		<b>76</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Rangos de concentración del oxígeno disuelto y consecuencias.....	13
Tabla 2: Localización de las estaciones de muestreo en el Programa de Monitoreo del Estado de la Calidad Ambiental en la Bahía de Paracas – Pisco.....	25
Tabla 3: Localización geográfica de las estaciones del Programa de Monitoreo del Estado de la Calidad Ambiental en la Bahía de Paracas – Pisco.....	32
Tabla 4: Oxígeno disuelto en el agua de la Bahía de Paracas – Pisco, del 2013 al 2015....	63
Tabla 5: Pruebas de efectos inter-sujetos de la hipótesis general.....	63
Tabla 6: ANOVA de la variación del oxígeno disuelto a nivel superficial.....	65
Tabla 7: ANOVA de la variación del oxígeno disuelto a nivel de fondo.....	66
Tabla 8: ANOVA de la variación del oxígeno disuelto a nivel estacional - superficial.....	67
Tabla 9: ANOVA de la variación del oxígeno disuelto a nivel estacional - fondo.....	67

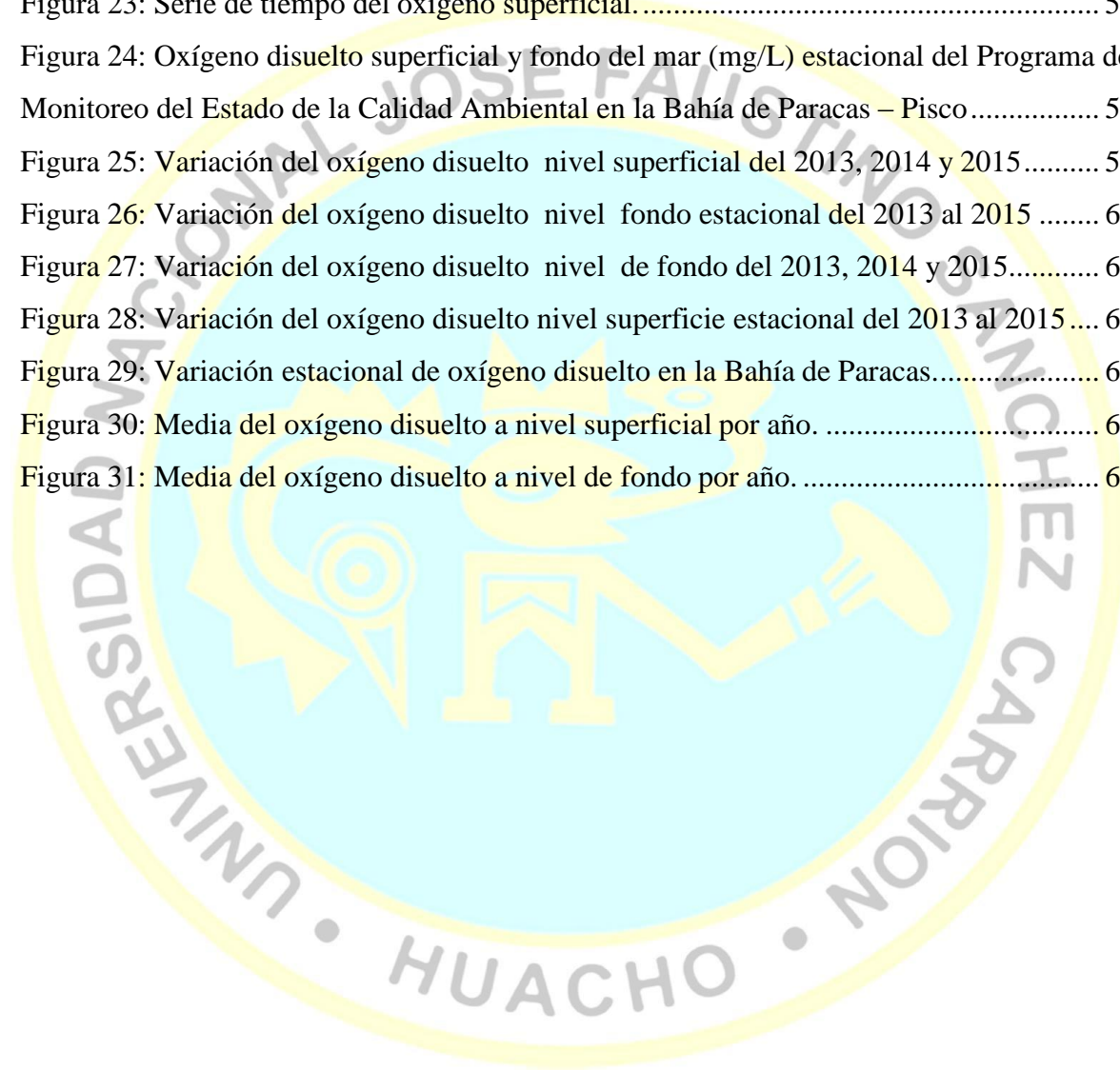


## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ciclo del oxígeno .....	12
Figura 2: Mapeo e hidrografía y navegación.....	24
Figura 3: Mapa del Programa de Monitoreo del Estado de la Calidad Ambiental en la Bahía de Paracas – Pisco .....	33
Figura 4: Oxígeno disuelto superficial del mar (mg/L) anual del Programa de Monitoreo del Estado de la Calidad Ambiental en la Bahía de Paracas – Pisco.....	34
Figura 5: Distribución del oxígeno disuelto superficial (mg/L) en las estaciones de muestreo localizadas en la bahía de Paracas – Pisco (2013) .....	35
Figura 6: Serie de tiempo del oxígeno disuelto del nivel superficial. ....	36
Figura 7: Oxígeno disuelto de fondo del mar (mg/L) anual del Programa de Monitoreo del Estado de la Calidad Ambiental en la Bahía de Paracas – Pisco.....	37
Figura 8: Distribución del oxígeno disuelto de fondo (mg/L) en las estaciones de muestreo localizadas en la bahía de Paracas – Pisco (2013).....	38
Figura 9: Serie de tiempo del oxígeno disuelto en el fondo. ....	39
Figura 10: Oxígeno disuelto superficie y fondo del mar (mg/L) estacional del Programa de Monitoreo del Estado de la Calidad Ambiental en la Bahía de Paracas – Pisco.....	40
Figura 11: Oxígeno disuelto superficial del mar (mg/L) anual del Programa de Monitoreo del Estado de la Calidad Ambiental en la Bahía de Paracas – Pisco.....	41
Figura 12: Distribución del oxígeno disuelto superficial (mg/L) en las estaciones de muestreo localizadas en la bahía de Paracas – Pisco (2014) .....	42
Figura 13: Serie de tiempo del oxígeno disuelto superficial. ....	44
Figura 14: Oxígeno disuelto superficial en el fondo (mg/L) anual del Programa de Monitoreo del Estado de la Calidad Ambiental en la Bahía de Paracas – Pisco.....	45
Figura 15: Distribución del oxígeno disuelto a nivel de fondo (mg/L) en las estaciones de monitoreo localizadas en la bahía de Paracas – Pisco (2014) .....	46
Figura 16: Serie de tiempo del oxígeno disuelto en el fondo. ....	47
Figura 17: Oxígeno disuelto superficial y fondo del mar (mg/L) estacional del Programa de Monitoreo del Estado de la Calidad Ambiental en la Bahía de Paracas – Pisco.....	49
Figura 18: Oxígeno disuelto superficial del mar (mg/L) anual del Programa de Monitoreo del Estado de la Calidad Ambiental en la Bahía de Paracas – Pisco.....	50
Figura 19: Distribución del oxígeno superficial (mg/L) en las estaciones de monitoreo localizadas en la bahía de Paracas – Pisco 2015. ....	51



Figura 20: Serie de tiempo del oxígeno disuelto superficial. ....	52
Figura 21: Oxígeno disuelto en el fondo (mg/L) anual del Programa de Monitoreo del Estado de la Calidad Ambiental en la Bahía de Paracas – Pisco.....	53
Figura 22: Distribución del oxígeno disuelto en el fondo (mg/L) en las estaciones de monitoreo localizadas en la bahía de Paracas – Pisco 2015.....	54
Figura 23: Serie de tiempo del oxígeno superficial.....	55
Figura 24: Oxígeno disuelto superficial y fondo del mar (mg/L) estacional del Programa de Monitoreo del Estado de la Calidad Ambiental en la Bahía de Paracas – Pisco.....	58
Figura 25: Variación del oxígeno disuelto nivel superficial del 2013, 2014 y 2015.....	59
Figura 26: Variación del oxígeno disuelto nivel fondo estacional del 2013 al 2015 .....	60
Figura 27: Variación del oxígeno disuelto nivel de fondo del 2013, 2014 y 2015.....	61
Figura 28: Variación del oxígeno disuelto nivel superficie estacional del 2013 al 2015 ....	62
Figura 29: Variación estacional de oxígeno disuelto en la Bahía de Paracas.....	64
Figura 30: Media del oxígeno disuelto a nivel superficial por año. ....	65
Figura 31: Media del oxígeno disuelto a nivel de fondo por año. ....	66



## RESUMEN

El objetivo fue Determinar la variación de oxígeno disuelto y su influencia como indicador de calidad de agua en la Bahía de Paracas – Pisco (2013 – 2015). La metodología: El diseño que se utilizó en la presente investigación fue de enfoque cuantitativo. Este trabajo de investigación se desarrollara mediante la ubicación de estaciones geo referenciadas en la bahía de Paracas –Pisco, para determinar la distribución del comportamiento de la variación del oxígeno disuelto y se tomaran muestras en campo. Tipo Básica, Diseño No experimental, de carácter transversal correlacional. La población: El estudio se realizó dentro de la Bahía de Paracas es una bahía poco profunda de la costa del Perú localizada en el extremo sur de la bahía de Pisco. Resultados: En la tabla 3 se observa que no existe una probabilidad mayor al valor de la significancia estadística (0.05) es por ello que se rechazar la hipótesis nula, y se comprueba que la variación del oxígeno disuelto influye como indicador en la calidad de agua en la Bahía de Paracas – Pisco, entre 2013 – 2015.se arribo a la conclusión: La concentración de oxígeno disuelto en la superficie del mar de la zona de estudio, presentó una mayor variabilidad en el mes de marzo del 2015, debido a la presencia de floraciones algales durante casi todo el mes, provocando una saturación de oxígeno en la capa superficial del mar. Durante el mes de mayo del 2013 el oxígeno disuelto presento en la columna de agua experimentó un incremento notorio, asociado al ingreso de masas de aguas cálidas hacia la bahía de Pisco. Para el año 2014 2015 se registró un calentamiento de la columna de agua en los meses de mayo y junio se debió a la propagación de ondas Kelvin cálidas.

Palabras clave: Variación, oxígeno disuelto y calidad de agua.

## ABSTRACT

The objective was to determine the variation of dissolved oxygen and its influence as an indicator of water quality in the Bay of Paracas - Pisco (2013 - 2015). The methodology: The design used in the present investigation was quantitative. This research work will be developed through the location of geo-referenced stations in the Paracas Bay -Pisco, to determine the distribution of dissolved oxygen variation behavior and samples will be taken in the field. Basic Type, Non-experimental design, of a transversal correlational nature. The population: The study was conducted within the Bay of Paracas is a shallow bay of the coast of Peru located at the southern end of the Bay of Pisco. Results: Table 3 shows that there is no greater probability than the value of statistical significance (0.05), which is why the null hypothesis is rejected, and it is found that the variation of dissolved oxygen influences water quality as an indicator in the Bay of Paracas - Pisco, between 2013 - 2015. the conclusion was reached: The concentration of dissolved oxygen in the sea surface of the study area, presented a greater variability in the month of March 2015, due to the presence of algal blooms during most of the month, causing a saturation of oxygen in the surface layer of the sea. During the month of May 2013 dissolved oxygen in the water column experienced a noticeable increase, associated with the entrance of warm water masses towards the Pisco bay. For the year 2014 2015, a warming of the water column in the months of May and June was due to the propagation of warm Kelvin waves.

Keywords: Variation, dissolved oxygen and water quality

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación titulada “Variación de oxígeno disuelto y su influencia como indicador de calidad de agua en la Bahía de Paracas (2013 – 2015) – Pisco”

La costa de la Bahía de Paracas - Pisco se ve influenciada por su configuración semicerrada, las corrientes de agua fría y ricas en nutrientes que circundan en su costa es la que le da forma a ella. Esta zona está en constante exposición a variaciones debido a los afloramientos de vientos fuertes y a la vez por la descarga del caudal del Río Pisco, así también el fenómeno que se desenvuelve en nuestro país también afecta (El niño).

Para estudiar la variabilidad del oxígeno, se tiene que calcular las concentraciones pasadas, permitiendo ajustar mecanismos para determinar la probabilidad de la repetición del fenómeno o la intensidad, de acuerdo a piscos históricos. La variación del oxígeno disuelto tiene influencia sobre la distribución y variabilidad acerca de las condiciones de este parámetro para determinar la calidad y la composición de los ecosistemas marinos.

Si bien, las variaciones son generadas en la atmósfera, estas afectan directamente al océano debido a que comparten una frontera común denominada Interface Océano- atmósfera (IOA) (Bigg, 1996), lugar donde se genera una serie de procesos físicos y químicos que permiten el intercambio de materia y energía entre las distintas fases (e.g., difusión, transferencia de calor, transporte de Ekman). En este sentido, el viento es un componente importante que contribuye de forma significativa a la interacción océano atmósfera y a la modificación del clima, esto debido a que el momentum provocado por el movimiento de las masas de aire sobre la superficie del mar, origina perturbaciones en el agua (e.g., olas, circulación, corrientes) que alteran la capa superficial del océano, generando lo que se conoce como la Capa de Mezcla (ML) (Bigg, 1996; Bigg et al.,2003), que es reconocida como una de las zonas más activas del océano (Bravo, 2003)” Citado **en** (García S. , 2015)

Unos de los parámetros más importantes utilizados en esta investigación es el oxígeno disuelto porque nos permite determinar el grado de concentración de un cuerpo de agua a diferentes niveles de profundidad. Así como de poder clasificarlos mediante resultados obtenidos en evaluaciones realizadas.

El análisis de este estudio está basado en registros obtenidos durante periodos de

tiempo que se han recopilado mediante programas de monitoreo del estado de la calidad ambiental en la bahía de Paracas – Pisco, con el fin de evaluar, identificar y cuantificar los impactos sobre los ecosistemas marinos debido a actividades antropogénicas o eventos naturales. Informar sobre la perturbación, degradación o deterioro que han sufrido los ecosistemas alterados.

El objetivo de la investigación fue Determinar la variación de oxígeno disuelto y su influencia como indicador de calidad de agua en la Bahía de Paracas – Pisco (2013 – 2015), a fin de entender los procesos de variabilidad y épocas de estacionalidad en el tiempo y así de como de clasificarlos como indicador de calidad de agua.

De acuerdo a los lineamientos de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. La investigación, consta de VI Capítulos como son: El Capítulo I, Planteamiento del Problema, comprende puntos esenciales para la investigación, integra: Descripción de la realidad problemática, formulación del problema, objetivos de la investigación, justificación de la investigación, delimitaciones del estudio y viabilidad del estudio; el Capítulo II corresponde al Marco Teórico, antecedentes de la investigación, e incluye las bases teóricas relacionadas con las variables de estudio. Considera los siguientes temas: Variación de oxígeno disuelto y su influencia como indicador de calidad de agua en la Bahía de Paracas, dentro del cual se analiza el concepto, estilos y teorías, en el que analizamos minuciosamente el concepto, indicadores, procesos, teorías, ventajas y dificultades, también se adjunta la definición de términos básicos, hipótesis de investigación y Operacionalización de variables; el Capítulo III trata sobre el Marco Metodológico, que comprende:, trata y analiza todo el aspecto metodológico, tipos de estudio y diseño; asimismo, se señala población y muestra, método de investigación, técnicas e instrumentos de recolección de datos y métodos de análisis de datos, en el Capítulo IV, están los resultados de la investigación, y contrastación de hipótesis, en el Capítulo V encontramos la discusión de la investigación y en el Capítulo VI encontramos: las conclusiones y recomendaciones, asimismo encontramos a la bibliografía y finalmente en los anexos se presentan la matriz de consistencia, cuestionarios, los instrumentos.



# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1 Descripción de la realidad problemática

Las actividades de monitoreos realizada en la bahía de Paracas tienen por finalidad poder determinar la calidad de sus aguas, el encargado de determinar esto es el instituto del mar del Perú. La manera de proceder a los controles de calidad es en base a periodos que a partir del año 2004 se viene dando de forma diaria si es que se encuentra en época industrial y tres veces a la semana si se da en tiempos de veda.

La razón del estudio de esta bahía se debe a que han acontecido fenómenos extraños causantes del deceso de organismos marinos, por ello surgen investigaciones que indican al bajo nivel de oxígeno contenido en las aguas como el culpable de estos acontecimientos, y este a su vez asociado a la descomposición de materia orgánica proveniente del rio pisco o derivado de las mareas rojas.

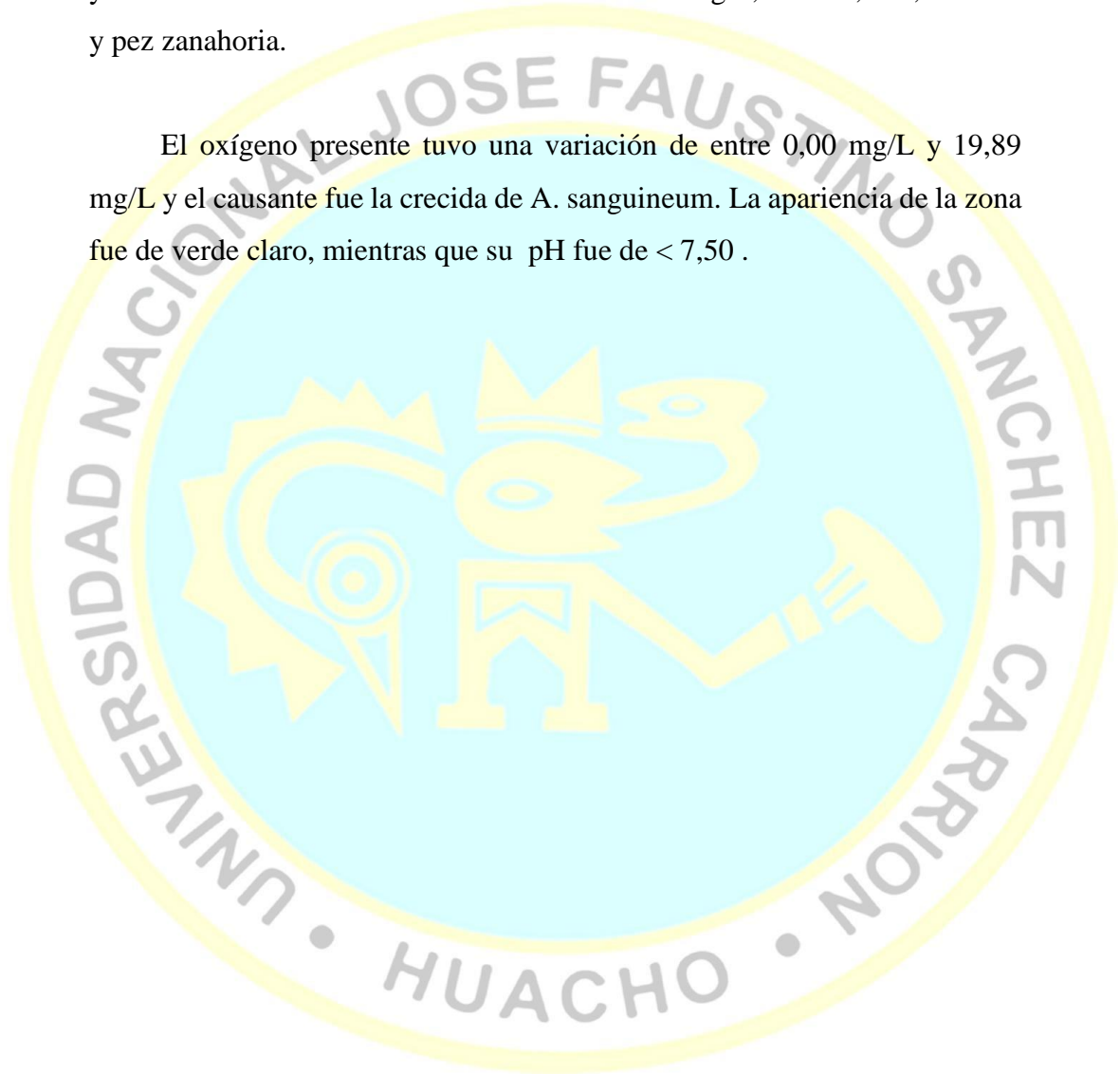
No esta claro, pero para explicar el causante de estos fenómenos se ha aceptado este mecanismo funcional que señala que al generarse las mareas se produce la falta de oxigeno debido al consumo de este elemento por parte de organismos que descomponen la materia orgánica y producen gas sulfhídrico, lo que causa un ambiente nocivo en el lecho marino.

Para explicar mejor la información anterior podemos tomar de ejemplo la investigación realizada en el pacífico colombiano y presentada por Castro, Betancourt, & Casanova (2001), queda demostrada la influencia que tiene la variación de la marea con respecto a la calidad de aguas en el pacífico colombiano. Se depende mucho en cuanto si la marea es baja o alta ya que es inversamente proporcional a sus parámetros fisicoquímicos

Por mencionar un estudio de las aguas en la bahía de paracas, he aquí el informe de control realizado por el Instituto del mar del Perú (2016) realizado los días 20 y 23 de mayo:

El día 20 en la playa Santa Elena se anotó la presencia de moluscos y pulpos en cantidades mínimas, mientras que el día 23 en las playas Santo Domingo y El Chaco se notaron fauna marina como erizo negro, caracol, lisa, cabinza y pez zanahoria.

El oxígeno presente tuvo una variación de entre 0,00 mg/L y 19,89 mg/L y el causante fue la crecida de *A. sanguineum*. La apariencia de la zona fue de verde claro, mientras que su pH fue de  $< 7,50$ .



La presencia de oxígeno es fundamental para la supervivencia de fauna marina por lo que su ausencia provoca pérdida de estas. La variación de los niveles de oxígeno pueden ser la clave ante la presencia de contaminación.

El promedio de oxígeno disuelto según el MARPE debe de ser rodeando los 2.86 mg/L, de no ser así se da la alerta ambiental.

Si se enfoca en relación a la bahía de paracas, en este lugar la distribución de oxígeno está en constante variación debido al fenómeno que lo involucre haciendo así de éste un punto altamente sensible debido a su relación con la tierra.

## **1.2 Formulación del problema**

### **1.2.1 Problema general**

¿Cómo determinar la variación de oxígeno disuelto y su influencia como indicador de calidad de agua en la Bahía de Paracas – Pisco (2013 – 2015)?

### **1.2.2 Problemas específicos**

¿Cómo determinar la variación de oxígeno disuelto influye en la calidad de agua a nivel superficial en la Bahía de Paracas – Pisco (2013 – 2015)?

¿Cómo determinar la variación de oxígeno disuelto influye en la calidad de agua a nivel de fondo en la Bahía de Paracas – Pisco (2013 – 2015)?

¿Cómo determinar la variación de oxígeno disuelto influye en la calidad de agua a nivel estacional en la Bahía de Paracas – Pisco (2013 – 2015)?

### **1.3 Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1 Objetivo general**

Determinar la variación de oxígeno disuelto y su influencia como indicador de calidad de agua en la Bahía de Paracas – Pisco (2013 – 2015).

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

Determinar la variación del oxígeno disuelto influye en la calidad de agua a nivel superficial en la Bahía de Paracas – Pisco.

Determinar la variación del oxígeno disuelto influye en la calidad de agua a nivel de fondo en la Bahía de Paracas – Pisco.

Determinar la variación del oxígeno disuelto influye en la calidad de agua a nivel estacional en la Bahía de Paracas – Pisco.

### **1.4 Justificación de la investigación**

El ecosistema marino de la bahía de Paracas – Pisco se ha visto amenazada por diversos acontecimientos del sector. Entre ellas destacan fenómenos naturales y antrópicos como el incremento del tráfico marino o caída de contaminantes tóxicos.

De acuerdo a García L. (2006) explica que: Es posible la relación entre las mareas rojas y los fenómenos antrópicos, esto debido a que se disminuye demasiado el nivel de oxígeno por acción de la degradación y que perjudica considerablemente la acción de la biomasa de algas que tiene como función nutrir de oxígeno el fondo marino, conllevando así a la muerte de especies marinas.

La variable de oxígeno disuelto es un parámetro que informa acerca de la calidad del agua, ya sea en su estado natural, o cuando existe alteración por algún factor de la actividad humana. El oxígeno disuelto podría indicar de manera indirecta el manejo del recurso suelo, ya que grandes cantidades de materia orgánica en el agua, afectan los valores del oxígeno disuelto en la misma.

Mediante el desarrollo del siguiente estudio, se determinará la variación de concentración de oxígeno disuelto y su influencia como indicador de calidad de agua a través del nivel superficial, fondo, mensual y estacional.

Por lo señalado en el presente estudio, considero que se justifica desarrollar el trabajo de investigación: “Variación de Oxígeno Disuelto y su Influencia como Indicador en la Calidad de Agua en la Bahía de Paracas – Pisco (2013 y 2015)”.

### **1.5 Delimitaciones del estudio**

El desarrollo del presente trabajo de investigación se realizará dentro de la Bahía de Paracas – Pisco (2013-2015).

La bahía de Paracas limita al sur y oeste con la península de paracas, se extiende aproximadamente 24 km del borde costero y sus dimensiones son de 8 km de sur a norte y de 6,6 km de este a oeste.

Las aguas de la Bahía de Paracas son someras, con predominancia de profundidades entre 4 y 8 metros, la parte más profunda se ubica a una milla de la línea de costa.



## 1.6 Viabilidad del estudio

Para el presente trabajo de investigación, se contó con la información necesaria para su procesamiento y análisis en base a la información analizada del tema se elabora la variación de concentración de oxígeno disuelto y su influencia como indicador de calidad de agua en la Bahía de Paracas – Pisco entre 2013 – 2015.



## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes de la investigación**

##### **2.1.1 Investigaciones internacionales**

**Hernández** (2013), realiza la investigación titulada Variaciones fisicoquímicas temporales en la laguna de Limoncocha, en el periodo 2012-2013 La presente tesis de carácter limnológico, se enfoca en interpretar el comportamiento del cuerpo léntico a través de las variaciones fisicoquímicas que han ocurrido en la laguna, a través de datos obtenidos por docentes y estudiantes a partir de mediciones in situ, de parámetros físicos (profundidad secchi, temperatura del agua, oxígeno disuelto, pH y conductividad eléctrica) y químicos (nitratos, fosfatos y clorofila-a), en tres puntos de muestreo de la laguna: punto 1, muelle; punto 2, centro; y punto 3, Caño, en los años 2012 y 2013. Su interpretación se analizó mediante gráficos realizados en el programa geo estadístico Surfer y correlaciones existentes entre los componentes fisicoquímicos, verificando así fenómenos naturales producto de su interacción.

**De Arenas & Serje** (2015), El objetivo de este trabajo de investigación es analizar la variación de calidad del agua en la ciénaga de la virgen de la ciudad de Cartagena de indias, desde el año 1999 hasta que el emisario submarino entro en operación en el año 2013. La razón de este estudio es que es importante contribuir a la preservación de este estuario que ofrece ambientes aprovechados en actividades comerciales y recreativas. Por tanto, se procedió a realizar una investigación de tipo documental en donde se analiza los promedios de índices de calidad de acuerdo a diferentes épocas como en lluvia, sequia o transición.

**Molina & Castro**, (2012), Esta investigación es de gran importancia puesto que se determina si el agua de la mencionada microcuenca cumple con los parámetros físico químicos y microbiológicos establecidos en la resolución 631 del 2015, decreto 1594 del 1984, decreto 3930 del 2010 y el decreto 475 de 1998.

### 2.1.2 Investigaciones nacionales

**Cabrera, Dongo, Gómez, Vega, & Quispe** (2003), El objetivo de esta investigación es promover a la recuperación de la bahía de Paita haciendo evaluación de la misma conforme a su entorno ambiental. Se llega a la conclusión de que existe deterioro del territorio.

**Guzmán, Castillo, Vásquez, & Delgado** (2000), Esta investigación se desarrolló entre el 23 y 25 de agosto del año 2000 en el Callao y permitió la evaluación del área costera de la misma. Identifica a las playas de Ventanilla y Callao como focos de infección por basura acumulada, serio deterioro estético y alteración en la calidad de parámetros físicos y químicos en la zona de mezcla y área circundante por efecto de las descargas de aguas residuales, especialmente de tipo doméstico (colector Comas).

**Laboratorio Costero de Pisco** (2015), Floración microalgal ocasionado por el dinoflagelado *Akashiwo sanguinea*, Bahía de Pisco, 03 de marzo de 2015. La zona de Atenas se encuentra ubicada dentro de la bahía de Paracas en Pisco; la bahía presenta un área marina costera altamente sensible y con fondos muy someros de poca estabilidad, situación que propicia una alta variabilidad por su intensa relación mar-tierra. El Laboratorio Costero de Pisco dentro de sus investigaciones realiza el Monitoreo del Estado de la Calidad Ambiental en la bahía de Paracas, Pisco. Para ello, se toman muestras de agua en estaciones preestablecidas en toda la bahía, realizando salidas quincenales para evaluar diversos parámetros físico-químicos, como oxígeno, salinidad, pH, sólidos suspendidos totales (SST), temperatura y transparencia.

## 2.2 Bases teóricas

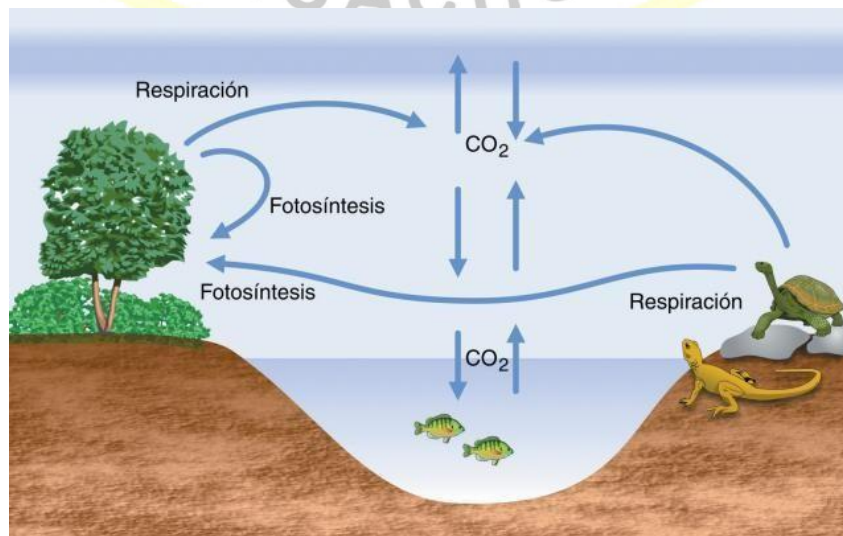
### El Oxígeno

De acuerdo a la definición de Biologíaunam (2015) nos dice que: El oxígeno es un elemento químico el cual está presente de manera esencial dentro de todos los procesos de respiración en las células. Si tuviera que medir la cantidad que existe a nivel de nuestra corteza terrestre, nos daríamos cuenta que es el más abundante y que equivale al 49.2 %.

### Ciclo del Oxígeno

Según Fraume (2008) explica al ciclo del oxígeno como: El ciclo en que transita el oxígeno, principalmente a través de la respiración de los seres vivos. El proceso de respiración el cual si se observa jerárquicamente empezaría por los seres humanos y los animales los cuales captan el oxígeno del aire (este oxígeno es producido por las plantas), y lo exhalamos en una composición medianamente tóxica como gas carbónico, las plantas realizan la fotosíntesis como medio de alimentación y Dentro de este proceso toman el gas carbónico y liberamos los animales y los humanos para complementar su alimentación.

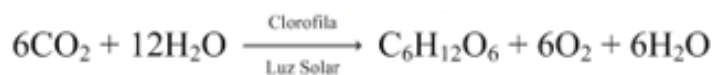
Figura 1: Ciclo del oxígeno



## Oxígeno disuelto

De acuerdo a Avecillas (2014) indica que: “El Oxígeno Disuelto es el mayor indicador si es que se requiere medir la calidad del agua, su fuente es el aire ya que se esparce rápidamente en el agua en ríos y lagos.”

Mediante la siguiente reacción química se denota lo definido anteriormente:



**Tabla 1: Rangos de concentración del oxígeno disuelto y consecuencias**

Oxígeno Disuelto		
OD	Condición	Consecuencias
mg/L		
0	Anoxia	Muerte masiva de organismos aerobios.
0 - 5	Hipoxia	Desaparición de organismos y especies sensibles.
5 - 8	Aceptable	OD adecuadas para la vida para la gran mayoría de especies de peces y otros organismos acuáticos.
8 - 12	Buena	
> 12	Sobresaturada	Sistema de plena producción fotosintética.

Nota: Química Ambiental, C. Baird

## Efectos de la Materia Orgánica Disuelta

Según Avecillas (2014) dice que:

Las aguas naturales por lo general poseen mínima cantidad de residuos orgánicos. Sin embargo, el aumento de la contaminación provoca el ingreso de materia orgánica la cual necesita de oxígeno para realizar su descomposición y a la vez esto provoca la escasez de oxígeno en el lecho marino. Es de esperarse entonces la disminución masiva de especies que no están adaptadas a esas condiciones de vida.



Es ya sabido que un cambio excesivo en la composición del agua ya sea por cualquier agente o en este caso específicamente por materia orgánica agota o disminuye el nivel de oxígeno disuelto en el agua, al observar este desbalance se nota que el agua adquiere una coloración turbia grisácea, emana olores o un hedor similar a los huevos podridos (ácido sulfhídrico). Cuando se observa todo lo anteriormente mencionado se puede tener la certeza de que la diversidad biológica o de especies se va a reducir en un nivel desmesurado, quedando en este caso sólo las especies que logran adaptarse a este cambio brusco, las cuales llegan a proliferar de una manera no natural desbalanceando toda la cadena trófica.

### **Variabilidad del oxígeno**

Para la determinación de la calidad del agua es imprescindible contar con datos de oxígeno disuelto puesto que es la base para la permanencia de vida marina tanto como factor de fotosíntesis o como difusor de aire en el entorno.

Según Wyrski (1962) señala que: Ante la presencia de hipoxia en el sistema marino es preciso denotar tres claves o factores como causales, estos serían el nivel de contenido de oxígeno disuelto presente en el cuerpo de agua, el según la frecuencia con la que el agua se renueva y En tercer lugar la productividad es decir qué cantidad de oxígeno se emplean para la respiración de organismos o materia orgánica.

### **Calidad de agua**

Obedece a las condiciones en la que se encuentra el agua con respecto a su contenido, características, acciones naturales ante este y acciones artificiales debido a la intervención del ser vivo en su entorno.

### **Oxígeno disuelto**

Es el principal factor para la supervivencia de los seres vivos marinos. Su ausencia definitivamente causaría las pérdidas de gran parte de la fauna y

flora marina.

Su origen se da a partir del oxígeno existente en la atmósfera y que se llega a disolver en las aguas debido a las turbulencias. Otra forma de que el OD aparezca es debido a la existencia de flora acuática, quien es capaz de fabricar su propio oxígeno para alimentar las aguas.

Finalmente, cabe mencionar que el porcentaje de OD es el más claro indicador de que tan contaminado puede estar la zona acuática, por lo que determinarlo ayudara mucho en la presente investigación.

### **Marea roja**

De acuerdo a la Biblioteca del Congreso Nacional de Chile / BCN (2016), Es un fenómeno natural propio del medio acuático que se produce por consecuencia del surgimiento de algas con pigmentos obtenidos tras su fotosíntesis en su interior, lo que brinda un efecto de cambio de color en su apariencia muchas veces fácil de notar a simple vista.

### **Varazones**

Según la Biblioteca del Congreso Nacional de Chile / BCN (2016) dice que: “se relaciona con el deceso de la vida marina debido a los bajos o escasos índices de OD en el agua provocado a su vez por la presencia de materia orgánica y la ascensión de marea roja.”

## **2.3 Definición de términos básicos**

**Aguas marinas:** Se define así a las aguas que yacen en las masas de agua marítima y oceánica.

**Bahía:** Porción de mar limitado por puntos terrestres.

**Monitoreo de calidad del agua:** Conjunto de muestreos y procedimientos consecutivos para determinar la calidad de zonas acuáticas.

**Muestra de agua:** Porción de agua esencial para determinar los parámetros requeridos para una determinada investigación.

**Parámetros de calidad:** Indicadores de propiedades para explicar las condiciones en que se encuentra el agua en estudio.

**Desembocadura:** Parte baja o final de una zona acuática para dar en su próximo paradero como otro río, lago o mar.

**Calidad de agua:** Depende mucho de los sucesos que ocurran dentro de él que pueden ser fenómenos naturales o artificiales.

**Anoxia:** Se produce en todo tipo de agua en que su oxígeno disuelto se encuentre agotado.

**Hipoxia:** Se produce a partir de que las concentraciones de oxígenos disueltos son menores o casi nulas, su rango es de menor a 1mg/L.

## **2.4 Hipótesis de investigación**

### **2.4.1 Hipótesis general**

La variación del oxígeno disuelto influye como indicador en la calidad de agua en la Bahía de Paracas – Pisco, entre 2013 – 2015.

### **2.4.2 Hipótesis específicas**

La variación del oxígeno disuelto influye en la calidad de agua a nivel superficial en la Bahía de Paracas – Pisco, entre 2013 – 2015.

La variación del oxígeno disuelto influye en la calidad de agua a nivel de fondo en la Bahía de Paracas – Pisco, entre 2013 – 2015.

La variación del oxígeno disuelto influye en la calidad de agua a nivel estacional en la Bahía de Paracas – Pisco, entre 2013 – 2015.

## 2.5 Operacionalización de las variables



V.	DEFINICION	DIMENSIONES	INDICADORES	SUB INDICADORES	INSTRUMENTO
VARIACIÓN DEL OXÍGENO DISUELT VARIABLE INDEPENDIENTE	Todos los organismos vivientes dependen de una u otra manera del oxígeno para mantener los procesos metabólicos que producen la energía necesaria para su crecimiento y reproducción; por ello el oxígeno disuelto es la variable más significativa en la determinación de la calidad de las aguas superficiales, dado su papel relevante en el mantenimiento de la vida acuática.	El oxígeno disuelto	Cantidad de oxígeno disuelto en la superficie Cantidad de oxígeno disuelto en el fondo	Días Meses Primavera Verano Otoño Invierno	Toma de muestra en campo
		Variación del oxígeno disuelto a nivel mensual	Niveles de variación del oxígeno disuelto a nivel mensual		
		Variación del oxígeno disuelto a nivel estacional	Niveles de variación del oxígeno disuelto a nivel estacional		
CALIDAD DE AGUA VARIABLE INDEPENDIENTE	La calidad del agua se refiere a las condiciones en que se encuentra el agua respecto a características físicas, químicas y biológicas, en su estado natural o después de ser alteradas por el accionar humano.	Calidad de agua en la superficie	Parámetros <ul style="list-style-type: none"> <li>• Físicos</li> <li>• Químicos</li> <li>• Biológicos</li> </ul>	Abiótico Reacciones en los procesos Biótico Altos medios Bajos	Análisis de muestra en el laboratorio. Registro de datos
		Calidad de agua en el fondo			
		Variación estacional de la calidad del agua			



## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 Diseño metodológico**

El diseño que se utilizó en la presente investigación fue de enfoque cuantitativo, según Hernández, Fernández y Baptista (2010) señalan que “este tipo de investigación usa la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías” (pág. 4). Este trabajo de investigación se desarrollara mediante la ubicación de estaciones geo referenciadas en la bahía de Paracas –Pisco, para determinar la distribución del comportamiento de la variación del oxígeno disuelto y se tomaran muestras en campo.

#### **Tipo**

Debido a que su fin es alimentar los conceptos científicos existentes, se concluye a que es de tipo básico.

#### **Diseño**

No experimental, de carácter transversal correlacional. Según Tafur (1994) plantea un diseño cuyo objetivo es observar y verificar si existe una relación entre dos variables estudiadas.

#### **3.2 Población y muestra**

##### **3.2.1 Población**

La población a elegir fue la bahía de paracas ubicada en la costa peruana y ubicada en la provincia de Pisco con una extensión de 36 km<sup>2</sup>.

Las aguas de la Bahía de Paracas son someras, con predominancia de profundidades entre 4 y 8 metros, la parte más profunda se ubica a una milla de la línea de costa.

### **3.2.2 Muestra**

Se tomaron muestras de oxígeno disuelto en frascos winkler de 100 ml de capacidad, quienes brindaran los datos para medir las variables (X) y (Y).

### **3.3 Técnicas de recolección de datos**

#### **Técnicas a emplear**

Para la toma de datos se contó con una base de datos de campo en donde se encuentran registrados la siguiente información: área, puntos clave de muestreo; horarios de muestreo (inicio y término); profundidad de muestreo; tipo de muestra (oxígeno disuelto); parámetros ambientales superficial (oxígeno superficial).

#### **Descripción de los instrumentos.**

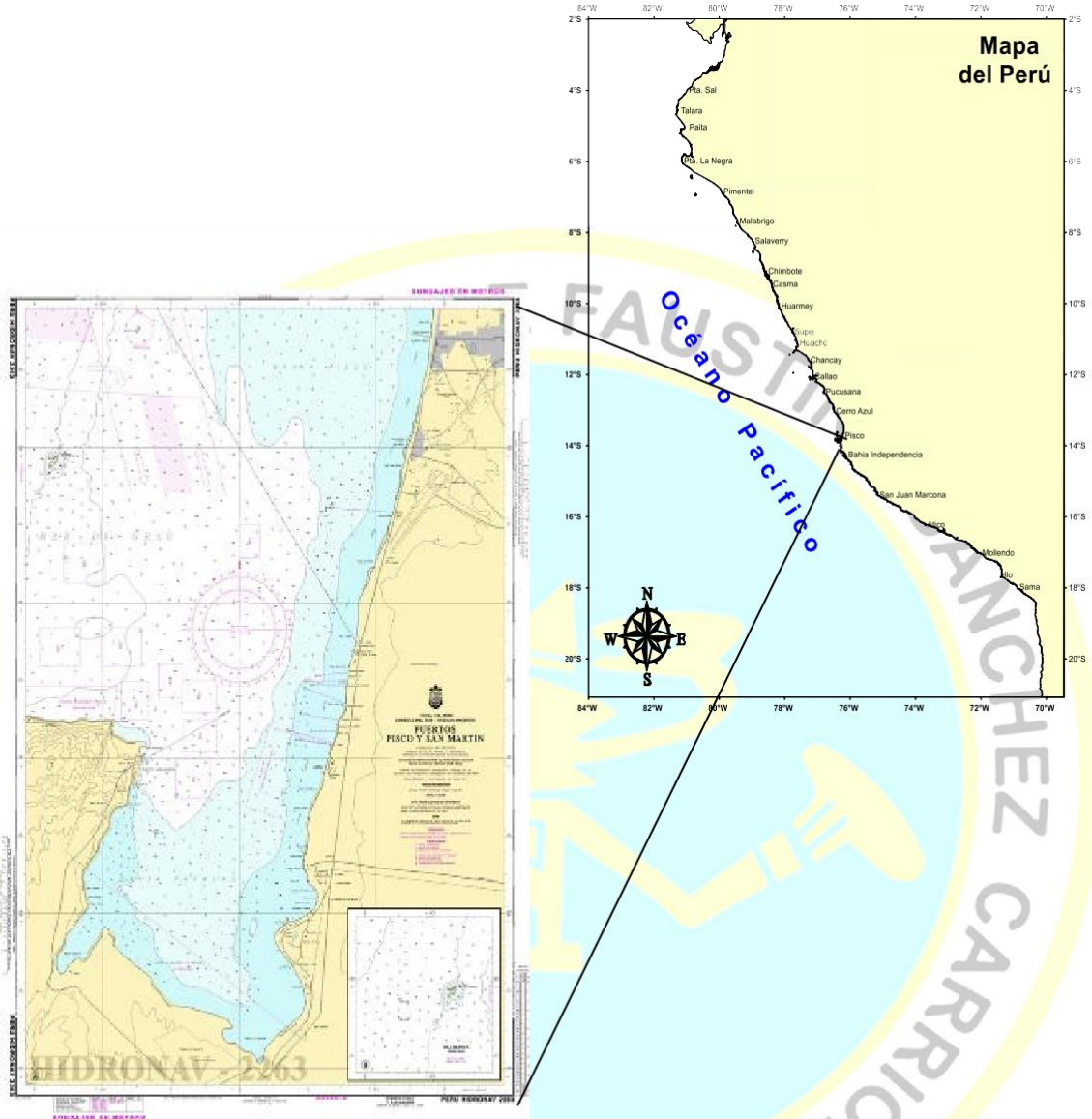
El instrumento de investigación que se empleó durante la obtención de estos datos fueron el GPS para localizar la estación de muestreo y botella Niskin de 3 litros de capacidad.

#### **Área de Estudio**

El estudio fue dirigido a la zona de toda la Bahía de Paracas, entre 1 y 30 m de profundidad. El área evaluada de la bahía tiene un total de 16 estaciones establecidas por el IMARPE (Fig. 01).

Las aguas de la Bahía de Paracas son someras, con predominancia de profundidades entre 4 y 8 metros, la parte más profunda se ubica aproximadamente a dos millas de la línea de costa.

**Figura 2: Mapeo e hidrografía y navegación**



**Nota:** IMARPE – 2013

**Tabla 2: Localización de las estaciones de muestreo en el Programa de Monitoreo del Estado de la Calidad Ambiental en la Bahía de Paracas – Pisco.**

Estaciones	Localización Geográfica					
	Latitud			Longitud		
	°	'	"	°	'	"
1. Frente a la desembocadura del río Pisco	13	39	33.5	76	14	21.0
2. Frente a la desembocadura del río Pisco	13	39	35.5	76	15	27.2
3. Frente a la desembocadura del río Pisco	13	39	45.8	76	17	8.5
4. Frente al muelle de San Andrés	13	43	2.5	76	15	7.5
5. Frente al muelle de San Andrés	13	43	6.0	76	16	22.0
6. Inmediaciones de Isla Blanca	13	43	17.0	76	18	20.0
7. Inmediaciones de la Plataforma de Pluspetrol	13	45	43.0	76	15	22.0
8. Inmediaciones de la Plataforma de la Pluspetrol	13	45	45.7	76	17	22.5
9. Frente a Candelabro	13	45	47.2	76	19	17.0
10. Zona Industrial Pesquera	13	47	33.0	76	15	24.0
11. Frente a Punta Ripio	13	47	16.2	76	17	6.5
12. Frente a Nuevo Paracas	13	48	32.7	76	15	45.4
13. Frente al Puerto San Martín	13	48	19.8	76	17	5.3
14. Santo Domingo	13	50	18.0	76	15	51.2
15. Centro de la Bahía	13	49	5.1	76	16	21.7
16. Atenas	13	49	21.0	76	17	32.5

Las estaciones fueron ubicadas con un equipo GPS portátil marca Garmin, modelo GPS map 62sc; la colecta de muestras de agua de mar del nivel superficial se realizó con un balde plástico y el muestreo de agua sub superficial se realizó con una botella Niskin de 3L de capacidad. La actividad de muestreo se efectuó siguiendo las pautas establecidas en el “Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales” aprobado según RJ N°010-2010-ANA y en los Protocolos e Instructivos autorizados por el IMARPE.

La colecta de las muestras de oxígeno disuelto se realiza a bordo empleando frascos de vidrio tipo Winkler de ~ 100 mL, inmediatamente a un tiempo no mayor a 10 minutos, se fija el oxígeno agregando 1mL de los reactivos I ( $MnCl_2$ ) y II ( $NaOH-NaI$ ); se tapa con cuidado evitando aireación o formación de burbujas, enseguida se agita y luego se guarda en oscuridad por un tiempo no menor de 30 minutos, para asegurar que todo el precipitado decante.

### **Trabajo de Laboratorio**

Al regreso de la obtención de muestras en campo, en el Laboratorio de oceanografía y Calidad Ambiental. Para la determinación de oxígeno disuelto se procede a titular o valorar las muestras fijadas en campo se agrega 1mL de reactivo III (Ácido sulfúrico), estando la muestra está lista para ser titulada con tiosulfato de sodio usando almidón como un indicador del punto final de la titulación (Protocolo de oxígeno disuelto en agua de mar IMARPE).

### **Determinación de Oxígeno Disuelto (Método de Winkler)**

Es preciso explicar que hacer uso del método de Winkler es lo más conveniente para este tipo de análisis puesto que destaca por su buena precisión y sencillez.

La cantidad de oxígeno disuelto en un litro de agua de mar varía desde cero a 0.90 mg – átomos de oxígeno aproximadamente (10 ml de oxígeno medido a N.T.P.).

### **Descripción del análisis de ensayo**

#### **Fundamento del Método**

Este método tiene de base importante la propiedad oxidante del oxígeno. Se toma la muestra y se le procede a añadir  $Mn^{+2}$  para fijar el oxígeno.



### Método de Winkler

Consiste en 3 pasos:

Se manipula la muestra contenida de agua marina y se fija en un precipitado café de  $\text{Mn}(\text{OH})_2$ . Para formar dicho precipitado se hace uso de  $\text{NaOH}$  y  $\text{KI}$ .



Se hace reaccionar el oxígeno disuelto junto al  $\text{Mn}(\text{OH})_2$  formando así el precipitado color café:



Se procede a mezclar los precipitados obtenidos ( $\text{Mn}(\text{OH})_3$  y  $\text{Mn}(\text{OH})_2$ ) y posteriormente a decantar y acidificar con  $\text{H}_2\text{SO}_4$  o  $\text{HCl}$  en un pH de 1 a 2.5. La función de acidificar permite disolver el anteriormente mencionado precipitado y liberar sus iones de  $\text{Mn}(\text{III})$ . La acidificación disuelve el precipitado, liberando los iones manganeso (III):



En esta etapa se logra emparejar al yodo con el oxígeno presente en la muestra. Para terminar en la tercera etapa es necesario llevar al yodo a una titulación con  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  para reducirlo a yoduro.



### **Análisis de la muestra**

Una vez formado el precipitado se procede a disolver agregándole 1 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, todo esto dentro de un recipiente cerrado que se agita para dar paso a una disolución. Dependiendo de la coloración amarillenta que se presente en la muestra se supondrá mayor yodo liberado y por consecuencia poseerá mayor oxígeno disuelto en su composición.

Se procede a titular con 0.2 N de Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> hasta obtener un color amarillo transparente, se le adiciona gotas de almidón y se valora para desaparecer el color azul.

### **Cálculos y Unidad de medida**

Formula para determinar la concentración de OD en el agua marina:

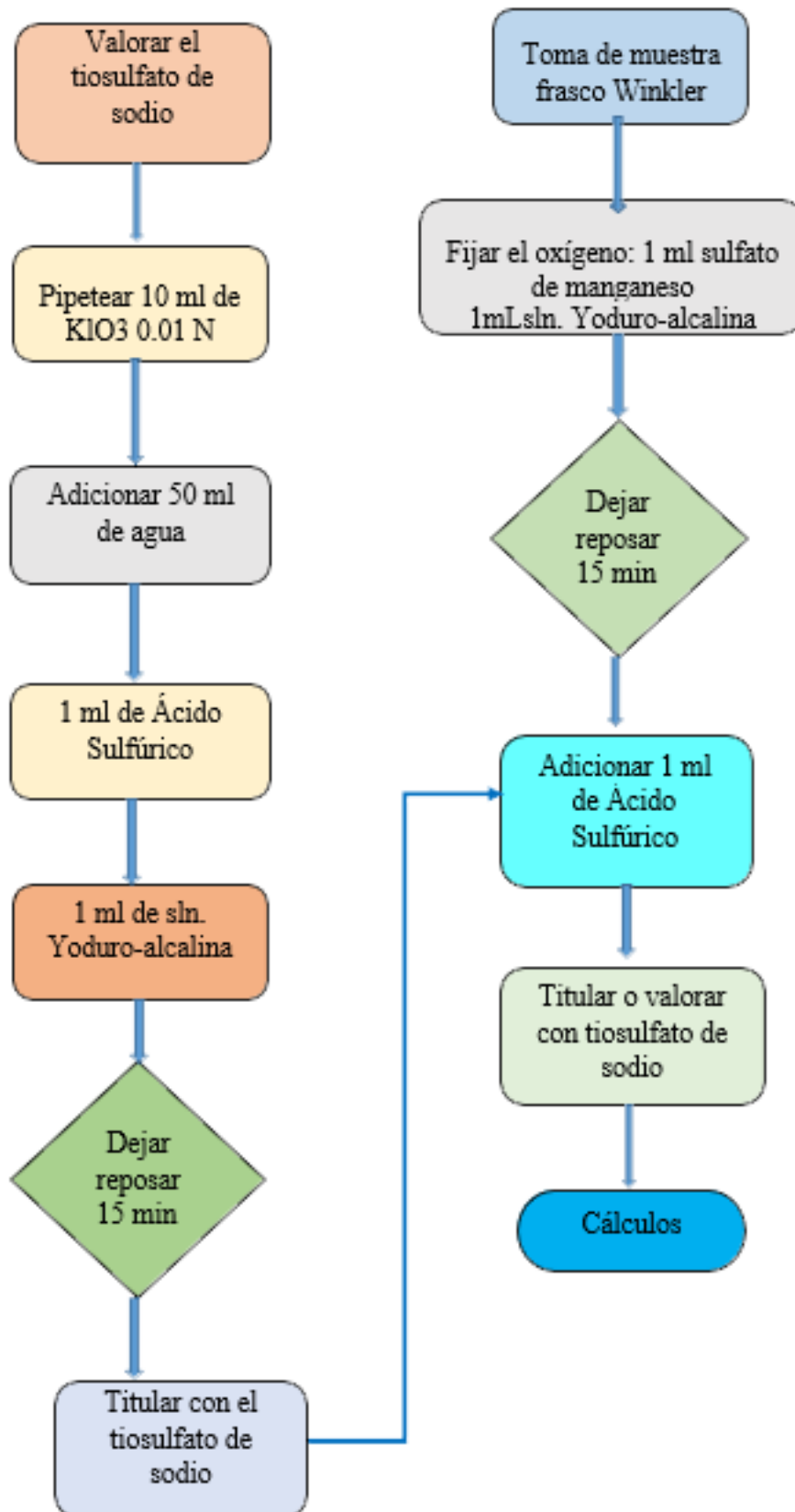
$$OD \text{ (mL/L)} = (V_x) * (5 / V_{GC}) * (112 / (V_m - 2))$$

V<sub>x</sub>: Volumen de gasto

V<sub>GC</sub>: Volumen de gasto calibración de Tiosulfato de sodio pentahidratado

V<sub>m</sub>: Volumen de muestra

## DIAGRAMA DE FLUJO DE LA DETERMINACIÓN DEL OXIGENO DISUELTO EN AGUA DE MAR



ANCHEZ CA

### 3.4 Técnicas para el procesamiento de la información

Para el procesamiento de la información se aplicaron muestreos en zonas establecidas por el IMARPE para determinar el estado de la Calidad Ambiental en la Bahía de Paracas, de estos se obtuvieron los datos relacionados al trabajo de investigación, los mismos que se procesaran organizando el banco de datos mediante pruebas de programas de aplicación (SURF, SPSS, EXCELL y MINITAB 17).



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1 Análisis de resultados

Con el fin de conocer la variabilidad del oxígeno disuelto durante los años 2013 al 2015, se presentan la variable con los promedios por muestreo, análisis estadístico, serie de tiempo y distribución espacial.

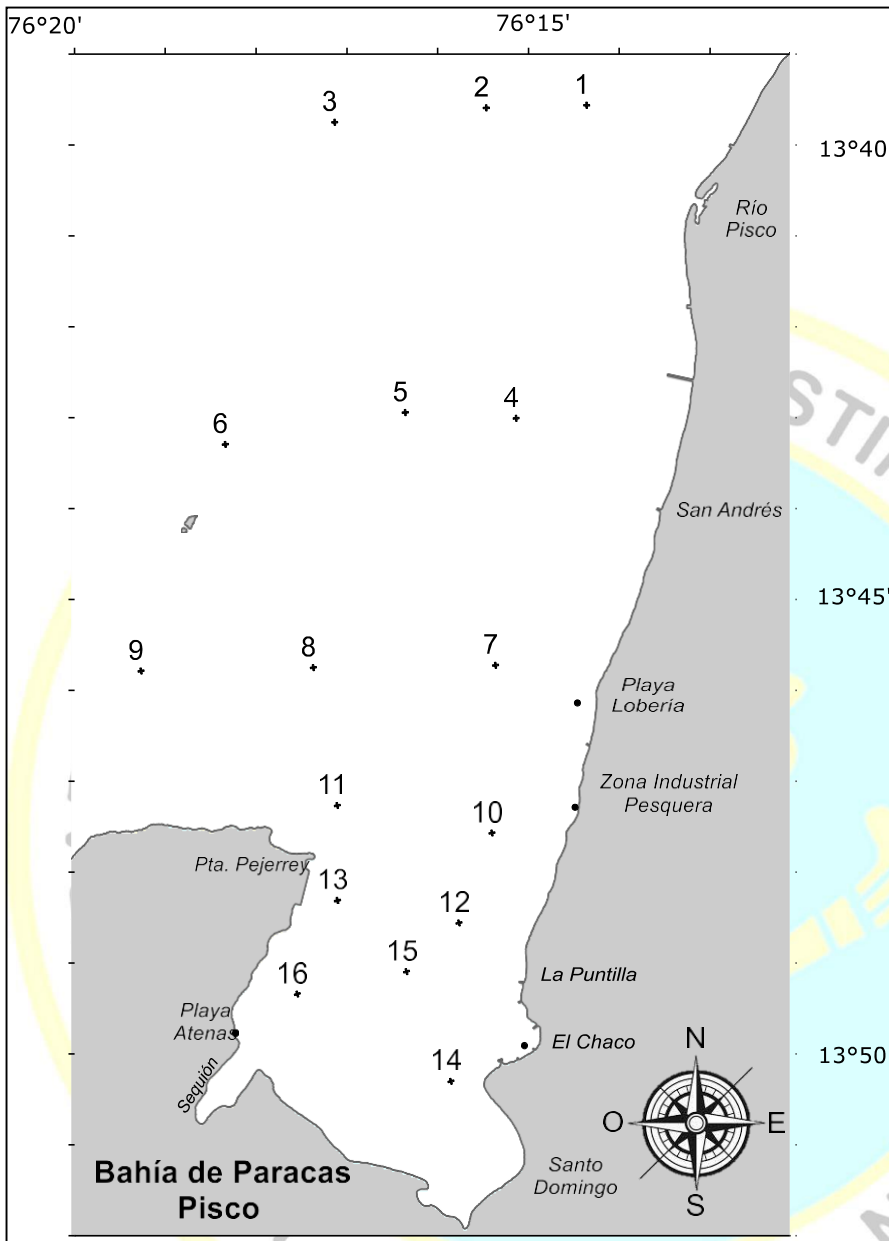
**Tabla 3: Localización geográfica de las estaciones del Programa de Monitoreo del Estado de la Calidad Ambiental en la Bahía de Paracas – Pisco.**

Estaciones de Monitoreo	Localización Geográfica						Profundidad (m)	Área
	Latitud			Longitud				
	°	'	"	°	'	"		
1	13	39	33.5	76	14	21.0	9,0	Bahía de Paracas - Pisco
2	13	39	35.5	76	15	27.2	9,0	
3	13	39	45.8	76	17	8.5	25,0	
4	13	43	2.5	76	15	7.5	9,0	
5	13	43	6.0	76	16	22.0	12,0	
6	13	43	17.0	76	18	20.0	26,0	
7	13	45	43.0	76	15	22.0	12,0	
8	13	45	45.7	76	17	22.5	20,0	
9	13	45	47.2	76	19	17.0	30,0	
10	13	47	33.0	76	15	24.0	9,0	
11	13	47	16.2	76	17	6.5	20,0	
12	13	48	32.7	76	15	45.4	8,0	
13	13	48	19.8	76	17	5.3	12,0	
14	13	50	18.0	76	15	51.2	3,5	
15	13	49	5.1	76	16	21.7	9,0	
16	13	49	21.0	76	17	32.5	4,5	

Fuente: IMARPE. Elaboración propia



**Figura 3: Mapa del Programa de Monitoreo del Estado de la Calidad Ambiental en la Bahía de Paracas – Pisco.**



**Oxígeno disuelto (mg/L)**

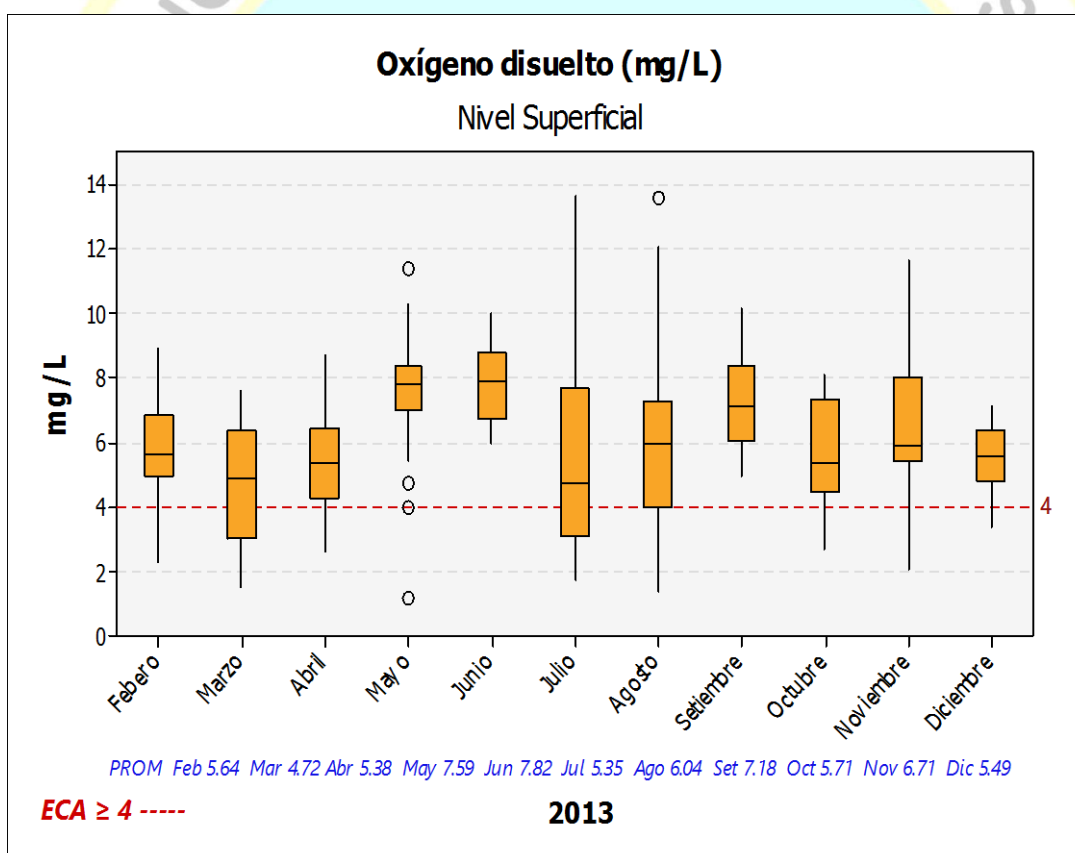
**Nivel superficial - 2013**

El oxígeno disuelto superficial del mar durante este periodo presento una moderada variabilidad. En el mes de febrero presento una distribución ascendente hacia el noreste, los valores más bajos (< 4 mg/L) estuvieron asociadas a temperaturas < 17 °C (relacionadas a masas de aguas frías) provenientes de la zona sur. En marzo, se observó en

la zona sur de la bahía de Paracas, concentraciones homogéneas  $< 4$  mg/L, sin embargo hacia el norte los valores se incrementaron considerablemente ( $> 7$  mg/L).

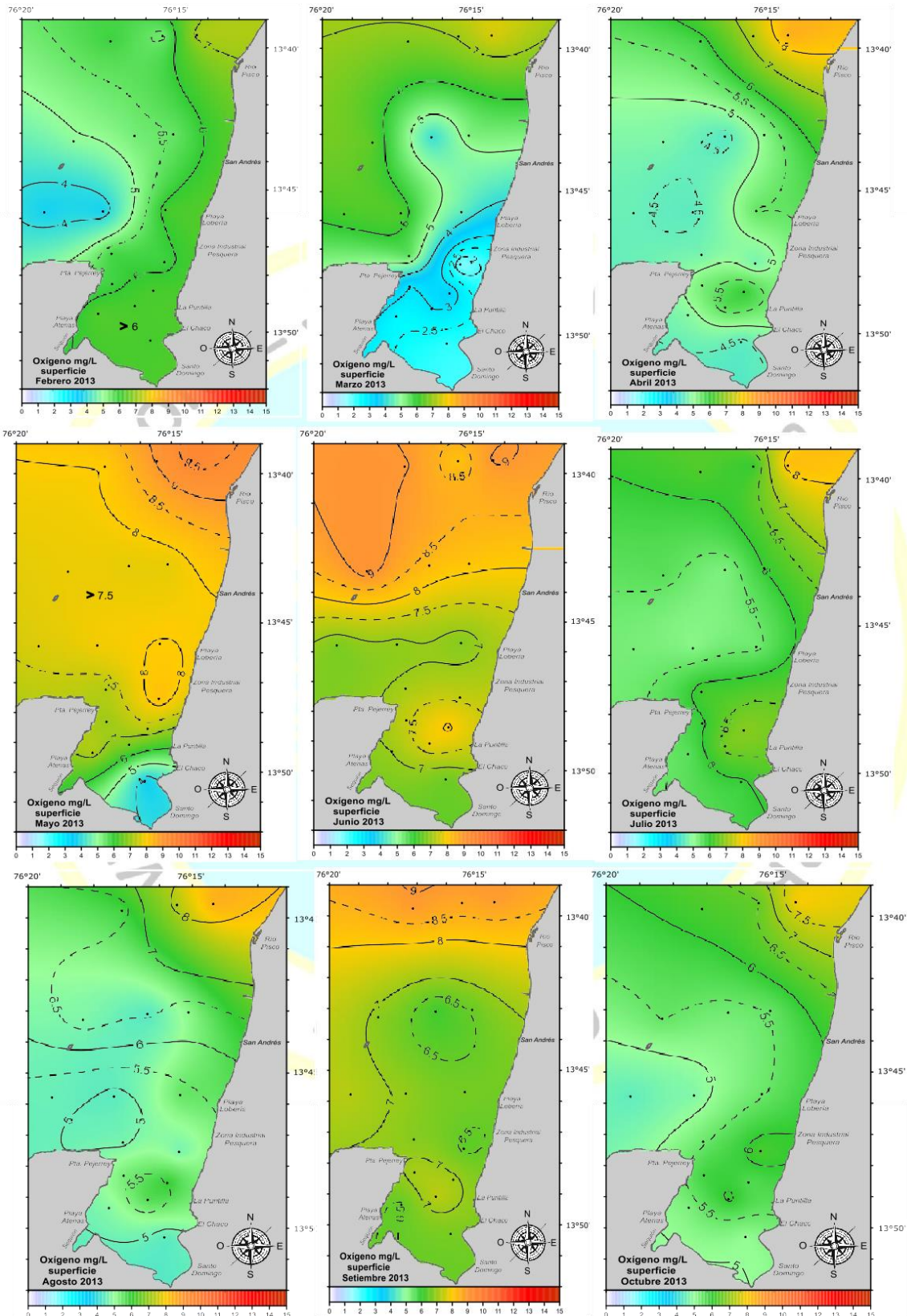
Para julio en la primera semana, el oxígeno superficial disminuyó en la zona centro y norte de la bahía de Pisco ( $< 3$  mg/L), estos valores que pueden considerarse bajos, estuvieron relacionados con temperaturas de  $16$  °C. En setiembre los valores de oxígeno se incrementaron y presentaron valores homogéneos. Generalmente los valores de oxígeno más concentrados fluctuaron aproximadamente durante todo el año estuvieron entre 4 y 8 mg/L, en promedio (Figura 4).

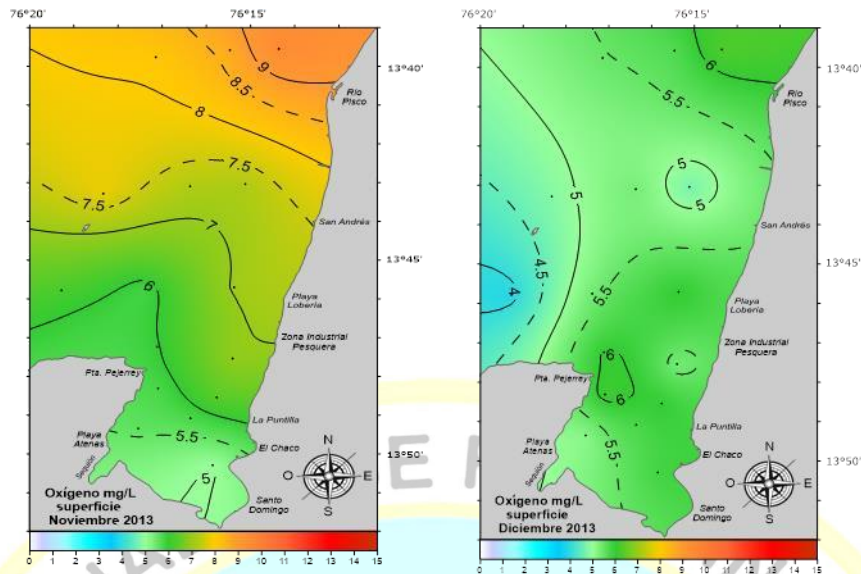
**Figura 4: Oxígeno disuelto superficial del mar (mg/L) anual del Programa de Monitoreo del Estado de la Calidad Ambiental en la Bahía de Paracas – Pisco.**



Nota: IMARPE – 2013

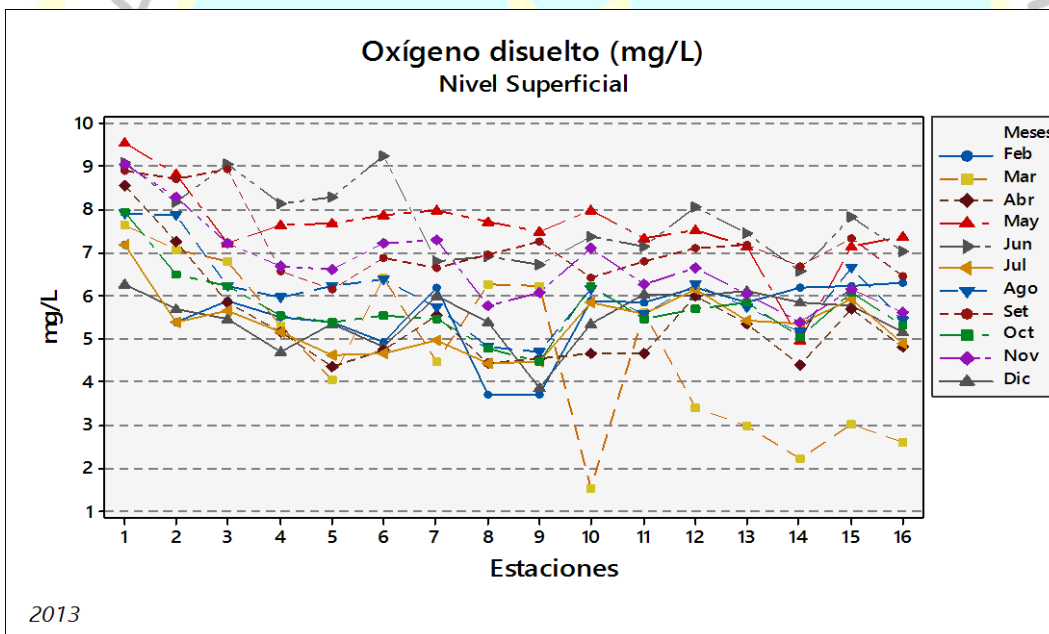
**Figura 5: Distribución del oxígeno disuelto superficial (mg/L) en las estaciones de muestreo localizadas en la bahía de Paracas – Pisco (2013).**





Nota: IMARPE – 2013

Figura 6: Serie de tiempo del oxígeno disuelto del nivel superficial.



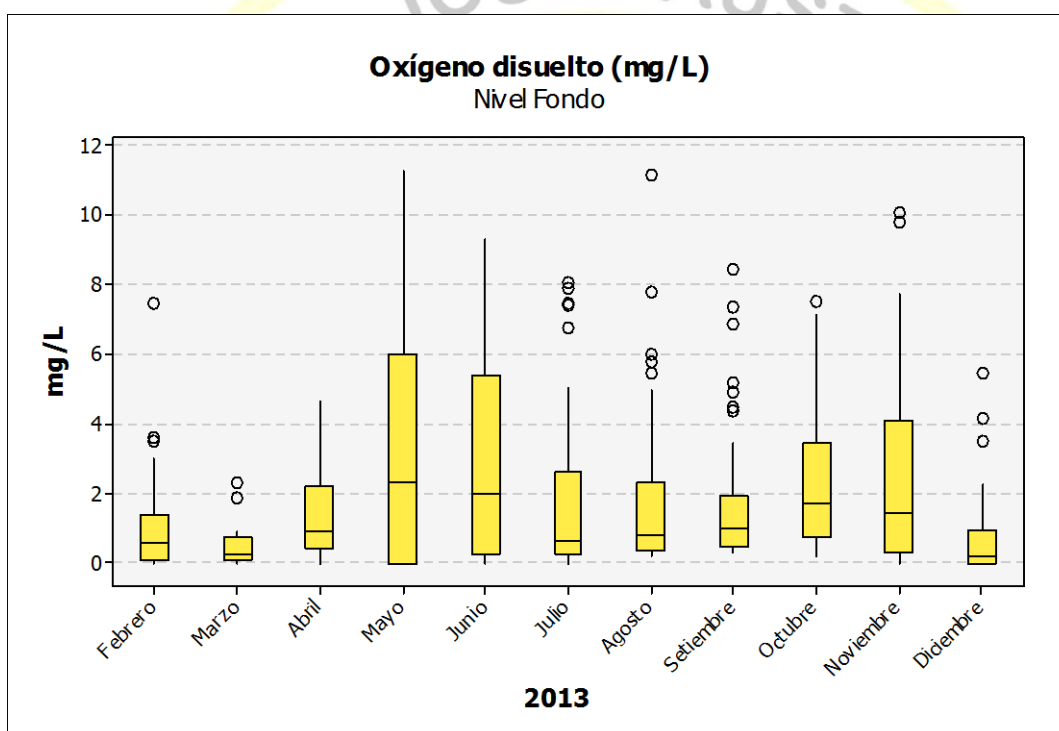
Nota: IMARPE – 2013

En la figura 6 se observa Se observa la serie anual de las 16 estaciones del Programa de Monitoreo del Estado de la Calidad Ambiental en la Bahía de Paracas – Pisco. Las diferentes líneas de colores indican el periodo de tiempo por meses que representa el oxígeno disuelto a través del espacio – estacional y que estos valores oscilaron durante el año entre 4,72 – 7,74 mg/L, en promedio.

### Nivel de fondo - 2013

Durante el mes febrero el fondo marino el oxígeno presentó ausencia de oxígeno conocido como anoxia de manera focalizada frente a la desembocadura del río Pisco a causa de ingreso de aguas continentales a la zona de la bahía de Paracas - Pisco, por época estacional de verano, condición que se extendió hacia el centro de la bahía (frente a playa Lobería) a fines de dicho mes.

**Figura 7: Oxígeno disuelto de fondo del mar (mg/L) anual del Programa de Monitoreo del Estado de la Calidad Ambiental en la Bahía de Paracas – Pisco.**

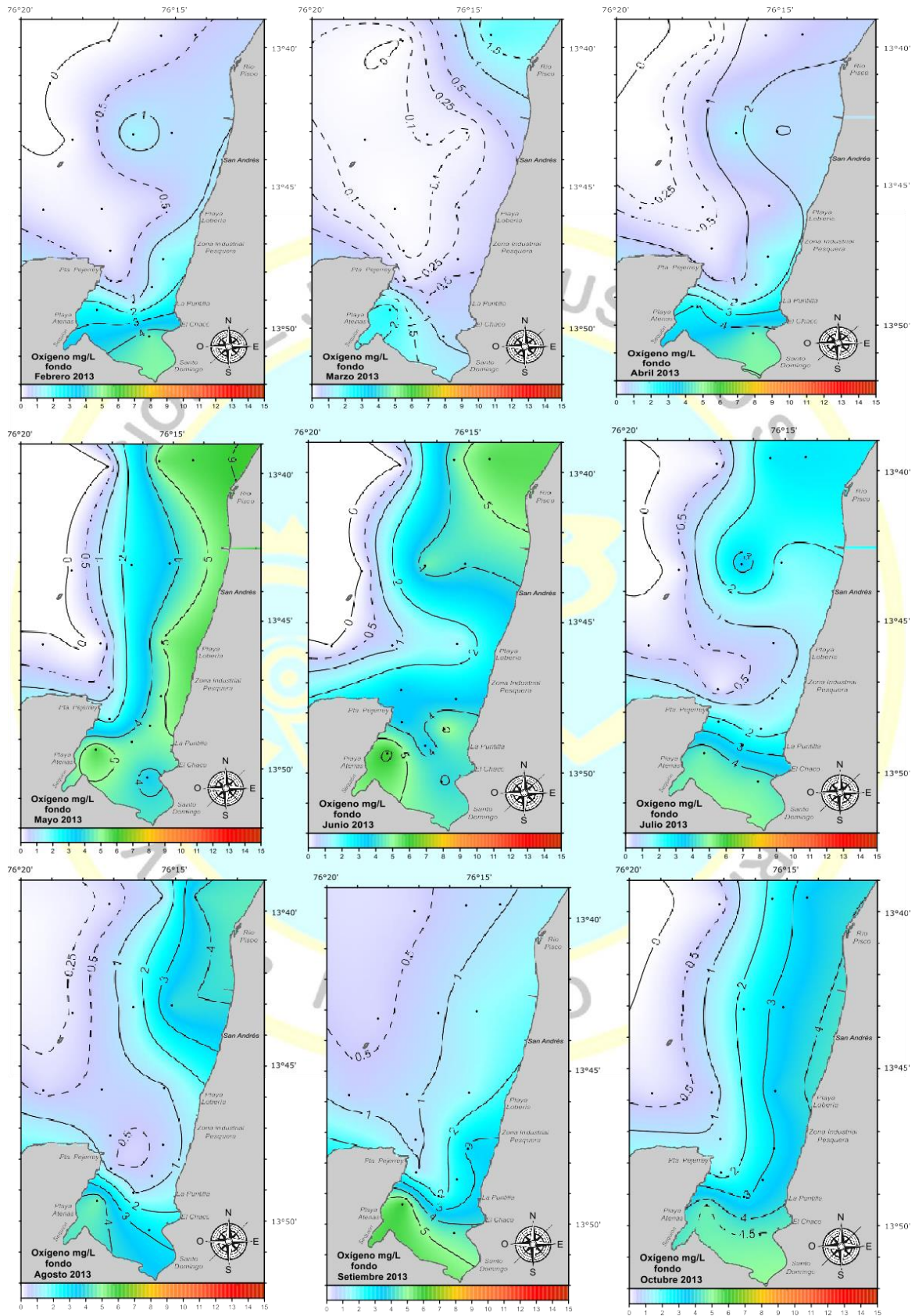


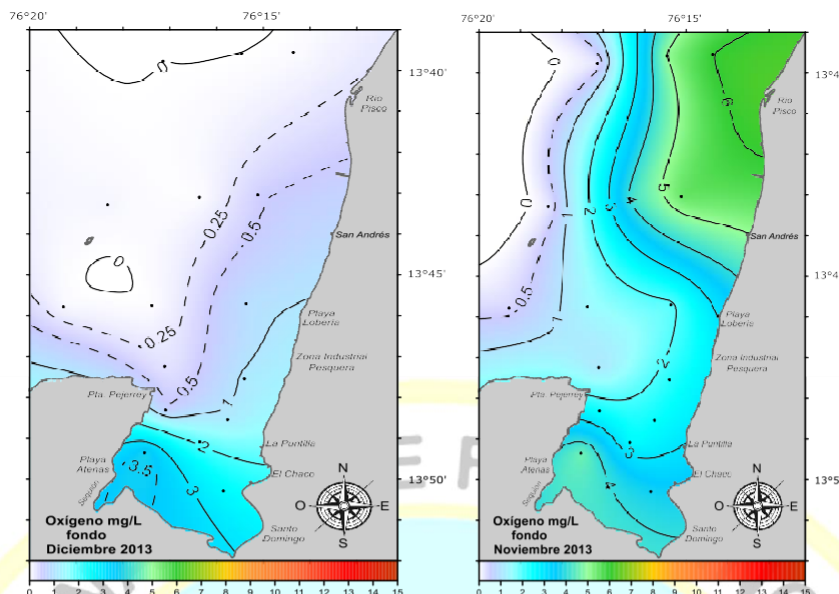
**Nota:** IMARPE – 2013

En los meses de mayo y junio el oxígeno disuelto experimentó un notorio incremento tanto en la superficie como en el fondo; en ambos meses la mayor parte de la bahía presentó concentraciones mayores a 7 mg/L en la capa superficial, mientras en el fondo los valores hallados fueron elevados para la estación, cuando se observaron valores > 4 mg/L incluso a 4 m de la línea de costa (Figura 7). En diciembre se incrementó la frecuencia en el registro de anoxia para el nivel de fondo, sobre todo en la zona norte (perfil frente al río Pisco). En el fondo predominaron condiciones hipóxicas. En lo general los valores de oxígeno más concentrados oscilaron entre 0,52 – 3,21 mg/L, en promedio.



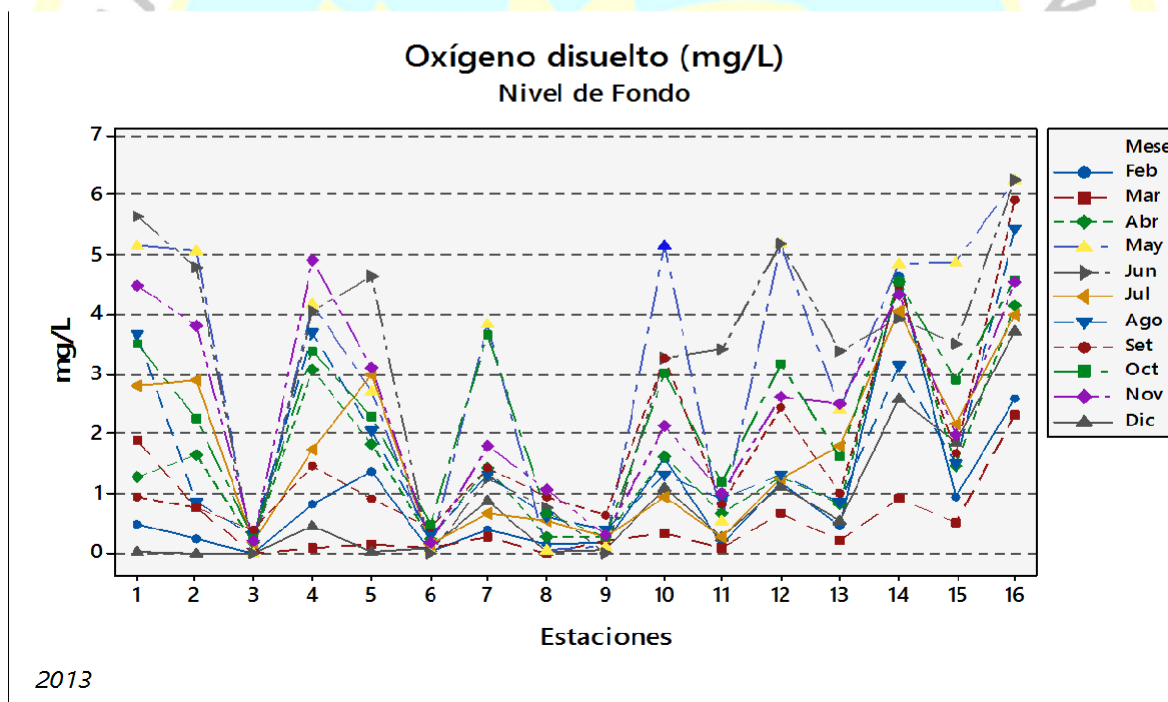
**Figura 8: Distribución del oxígeno disuelto de fondo (mg/L) en las estaciones de muestreo localizadas en la bahía de Paracas – Pisco (2013).**





Nota: IMARPE – 2013

Figura 9: Serie de tiempo del oxígeno disuelto en el fondo.



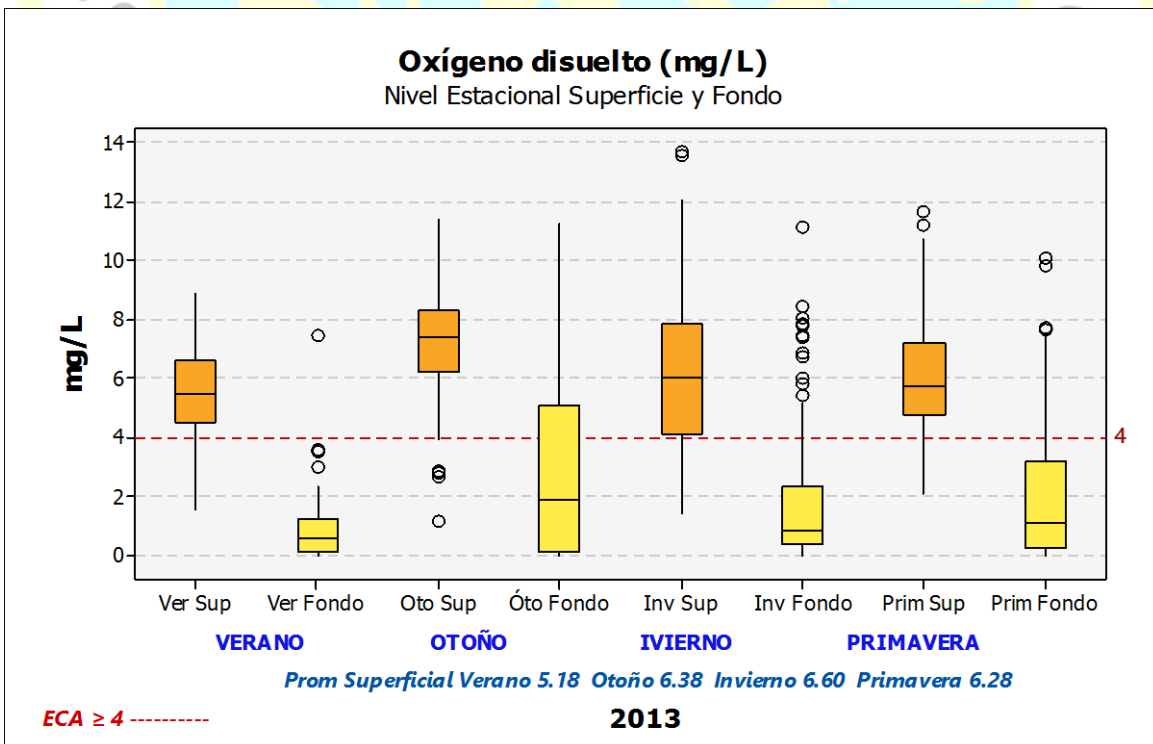
Nota: IMARPE – 2013

En la figura 9 se observa la serie anual de las 16 estaciones hasta una profundidad máxima de 30 metros del Programa de Monitoreo del Estado de la Calidad Ambiental en la Bahía de Paracas – Pisco. Las diferentes líneas de colores indican el periodo de tiempo por meses que representa el oxígeno disuelto a través del espacio – estacional y que estos valores oscilaron durante el año entre 0,52 – 3,16 mg/L, en promedio.

### Nivel estacional superficial y fondo 2013

La variación del oxígeno disuelto en las distintas épocas del año, presentaron una moderada variabilidad. En época de verano presento concentraciones bajas de oxígeno disuelto < 4 ml/L y que estuvieron asociadas a temperaturas < 17 °C, mientras que en el fondo marino predominaron valores anoxicos e hipoxicos, debido al ingreso de aguas continentales que se vierte al mar. En otoño el oxígeno disuelto se observó un notorio incremento tanto en la superficie como en el fondo; para esta época presento concentraciones > 7 mg/L a nivel superficial y en nivel de fondo se registró valores > 4 mg/L, hasta una distancia de 4 mn de la línea de costa. Para inicios de invierno, el oxígeno superficial bajo en la zona centro y norte de la bahía con registros < 3 mg/L, relacionado a temperaturas frías de 16 °C y afines de invierno los valores oxígeno mostraron a nivel superficial un incremento y presentaron valores homogéneos. Para la primavera a afines de estación se incrementó la frecuencia de anoxias en el nivel de fondo, teniendo mayormente en la zona norte de la bahía que se encuentra ubicado frente al perfil de la desembocadura del río Pisco.

**Figura 10: Oxígeno disuelto superficie y fondo del mar (mg/L) estacional del Programa de Monitoreo del Estado de la Calidad Ambiental en la Bahía de Paracas – Pisco.**



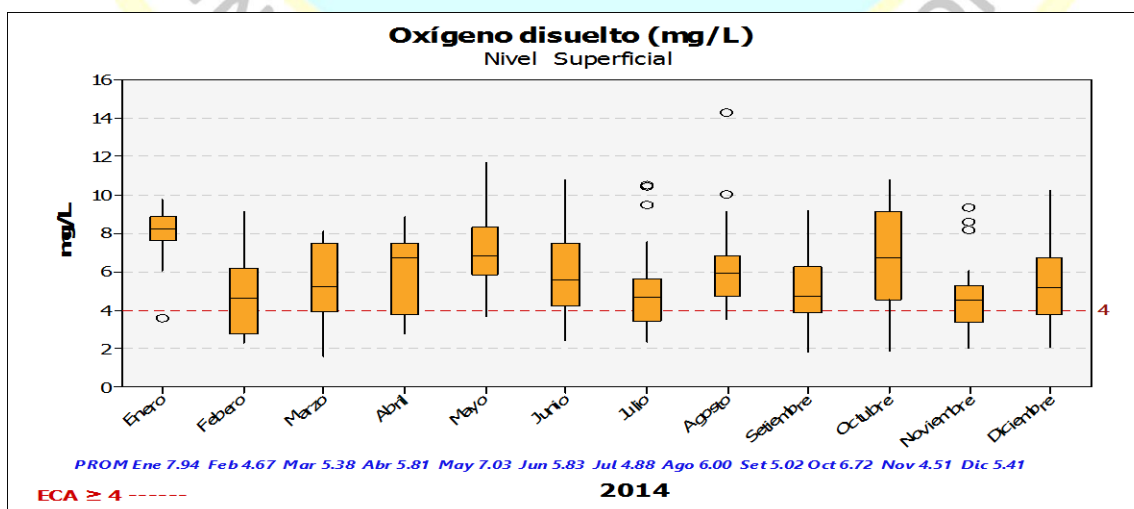
Nota: IMARPE – 2013



## Nivel superficial - 2014

En enero el oxígeno disuelto en la superficie del mar tuvo concentraciones homogéneas ( $> 6$  mg/L), ubicándose los valores más elevados en la bahía de Paracas y frente a la desembocadura del río Pisco. A fines de febrero la distribución del oxígeno en la superficie del mar fue similar a la temperatura, con una tendencia ascendente desde Punta Pejerrey, hallándose los valores más elevados frente a la desembocadura del río Pisco ( $> 8$  mg/L). En agosto fue notorio el incremento de la concentración del oxígeno disuelto de la franja costera comprendida entre la desembocadura del río Pisco y la zona industrial pesquera, zona donde se registró un bloom microalgal ocasionado por el organismo *Heterosigma akashiwo*, que siguió observándose hasta fines de agosto en el perfil ubicado frente a la desembocadura del río Pisco y entre el centro de la bahía de Paracas y la zona industrial pesquera. En la primera semana de setiembre los valores de oxígeno disuelto disminuyeron notoriamente, sobre todo en las estaciones 8 y 9, que presentaron concentraciones  $< 2$  mg/L, debido a un descenso significativo de la temperatura ( $< 15$  °C). Los primeros días de octubre gran parte de la bahía de Pisco-Paracas presentó valores de oxígeno disuelto elevados y cercanos a la saturación ( $> 8$  mg/L); el resto del mes la concentración de oxígeno disuelto superficial fue disminuyendo, al igual que la temperatura, observándose a fines de octubre una notoria gradiente, con valores homogéneos y más bajos que oscilaron entre (3 y 4 mg/L) al sur de la bahía y concentraciones más elevadas hacia el noreste, registrándose valores  $> 7$  mg/L frente a la desembocadura del río Pisco.

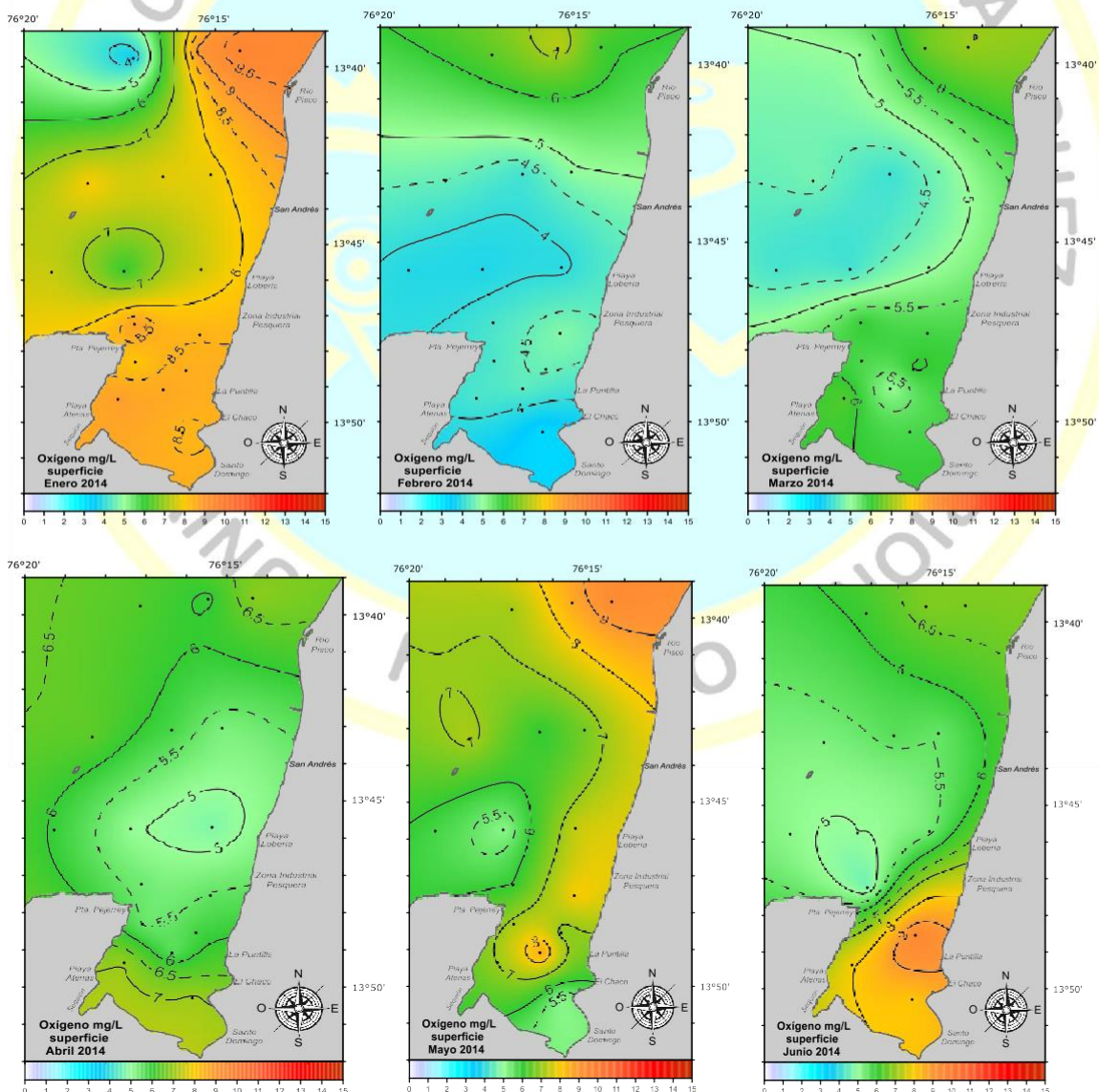
**Figura 11: Oxígeno disuelto superficial del mar (mg/L) anual del Programa de Monitoreo del Estado de la Calidad Ambiental en la Bahía de Paracas – Pisco.**



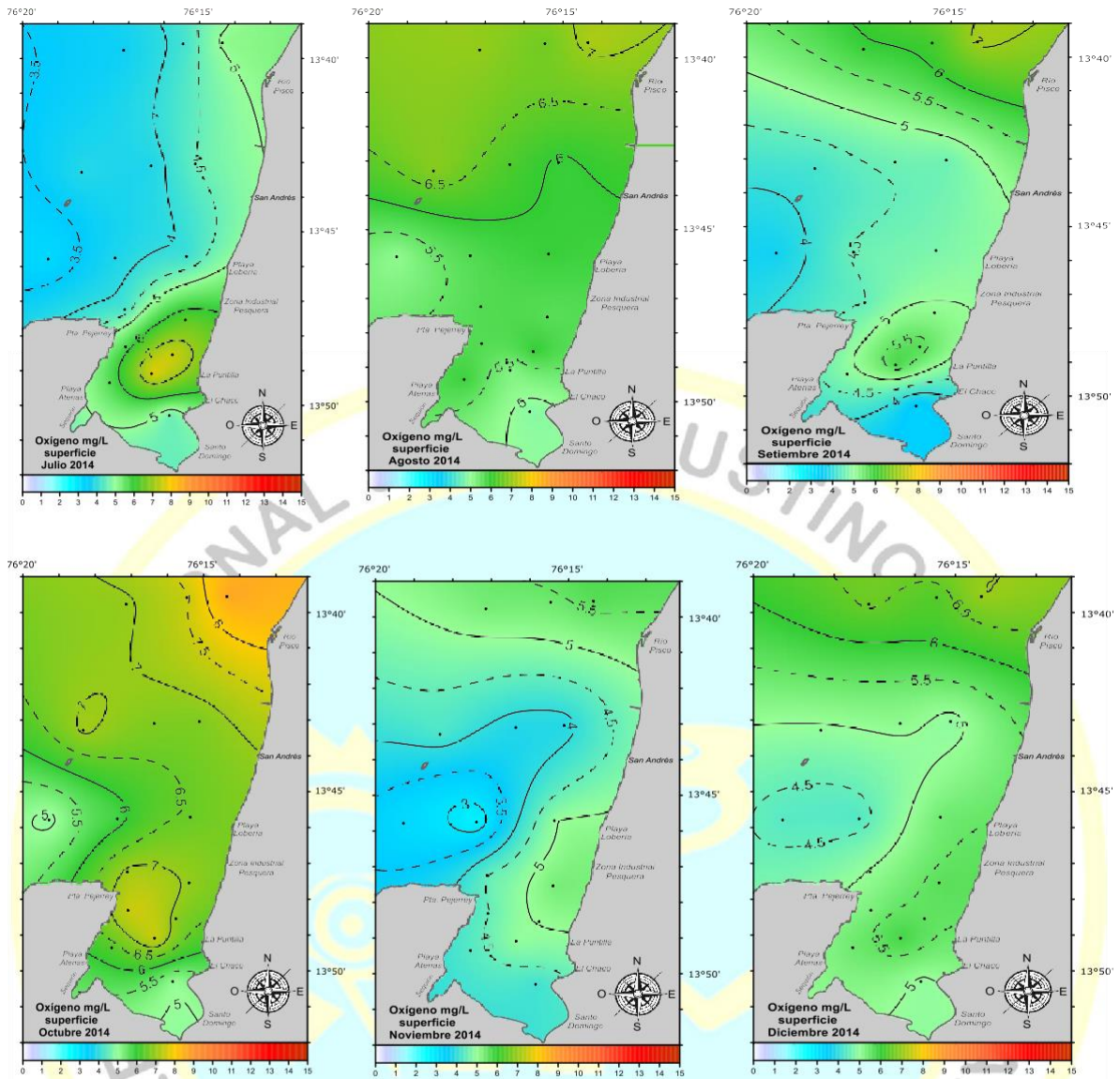
Nota: IMARPE – 2014

Para la segunda quincena de noviembre la concentración de oxígeno disuelto en la superficie del mar disminuyó considerablemente con registros ( $< 4$  mg/L) en la mayor parte del área evaluada, esta disminución estuvo acompañada de un descenso de la temperatura, lo que está relacionado a condiciones de afloramiento costero. La primera semana de diciembre la parte central y norte de la bahía de Pisco-Paracas tuvo concentraciones de oxígeno disuelto ( $> 7$  mg/L), alcanzándose el valor de saturación frente a la desembocadura del río Pisco, en la segunda y tercera semana de diciembre las concentraciones disminuyeron ( $< 4$  mg/L) sobre todo al norte de Pta. Pejerrey, donde se ubicó un núcleo frío de  $16$  °C. El oxígeno disuelto en lo general presentó valores más concentrados que fluctuaron aproximadamente entre 4 y 8 mg/L, en promedio (Figura 9).

**Figura 12: Distribución del oxígeno disuelto superficial (mg/L) en las estaciones de muestreo localizadas en la bahía de Paracas – Pisco (2014).**

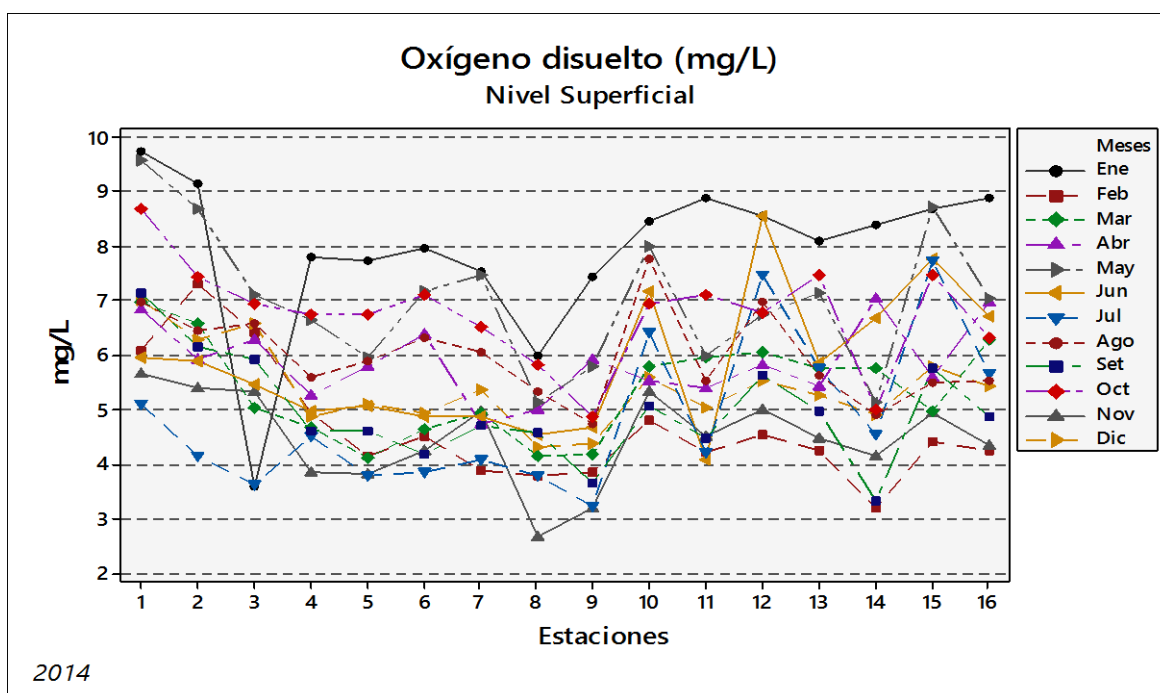






Nota: IMARPE – 2014

**Figura 13: Serie de tiempo del oxígeno disuelto superficial.**



**Nota:** IMARPE – 2014

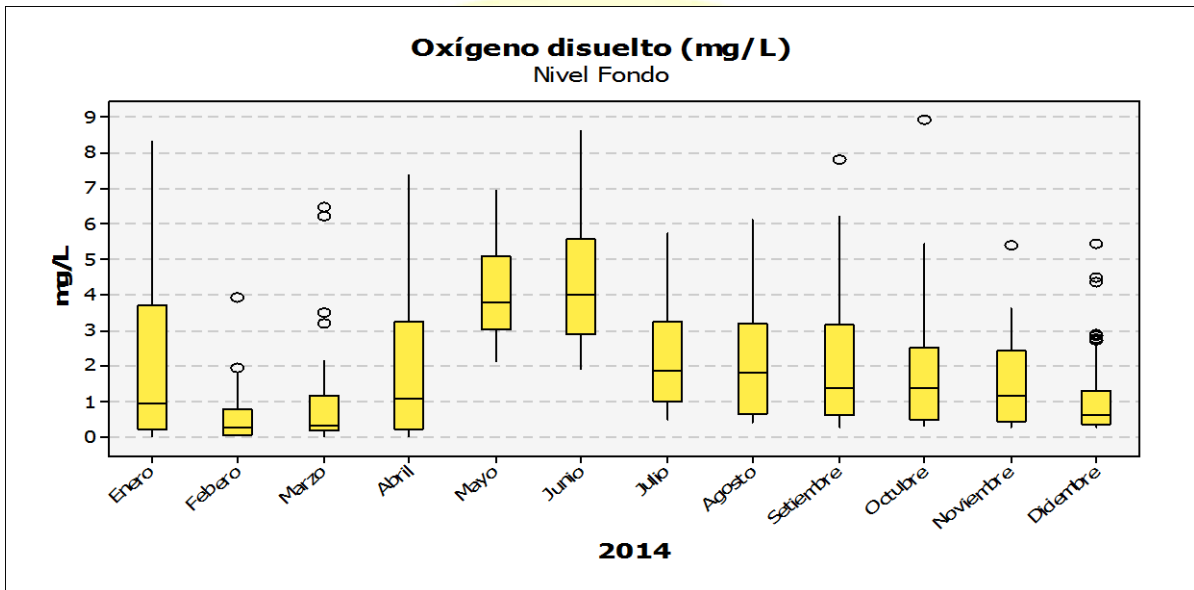
En la figura 13 Se observa la serie anual de las 16 estaciones del Programa de Monitoreo del Estado de la Calidad Ambiental en la Bahía de Paracas – Pisco. Las diferentes líneas de colores indican el periodo de tiempo por meses que representa el oxígeno disuelto a través del espacio – estacional y que estos valores oscilaron durante el año entre 4,51 – 7,94 mg/L, en promedio.

#### **Nivel de fondo - 2014**

En el nivel de fondo fue notorio el incremento de las condiciones anóxicas, para los meses de enero, febrero y marzo por el ingreso de aguas continentales que se desembocan a la mar. En mayo y junio el oxígeno disuelto en el nivel de fondo de la bahía de Pisco-Paracas mantuvo concentraciones superiores a los 3 mg/L en zonas normalmente hipóxicas (< 1 mg/L), estos registros coincidieron con un incremento en los valores de temperatura y salinidad debido a la presencia de ondas kelvin cálidas y que según los comunicados del ENFEN provocaron el desarrollo de un evento El Niño Costero de magnitud entre débil a moderada. La primera quincena de julio, se observaron concentraciones ligeramente pobres de oxígeno disuelto al norte de Pta. Pejerrey, asociadas a temperaturas < 17 °C, mientras al centro de la bahía de Paracas se ubicó un núcleo de 7 mg/L; para el nivel de fondo, el sur de la bahía de Paracas, continuó presentando valores elevados (> 4 mg/L), reflejando

todavía la influencia de las aguas cálidas y más oxigenadas que ingresaron a la bahía los meses precedentes. Durante el mes de diciembre las condiciones hipóxicas en el nivel de fondo para la parte central y norte de la bahía de Pisco-Paracas se incrementaron en la segunda y tercera semana.

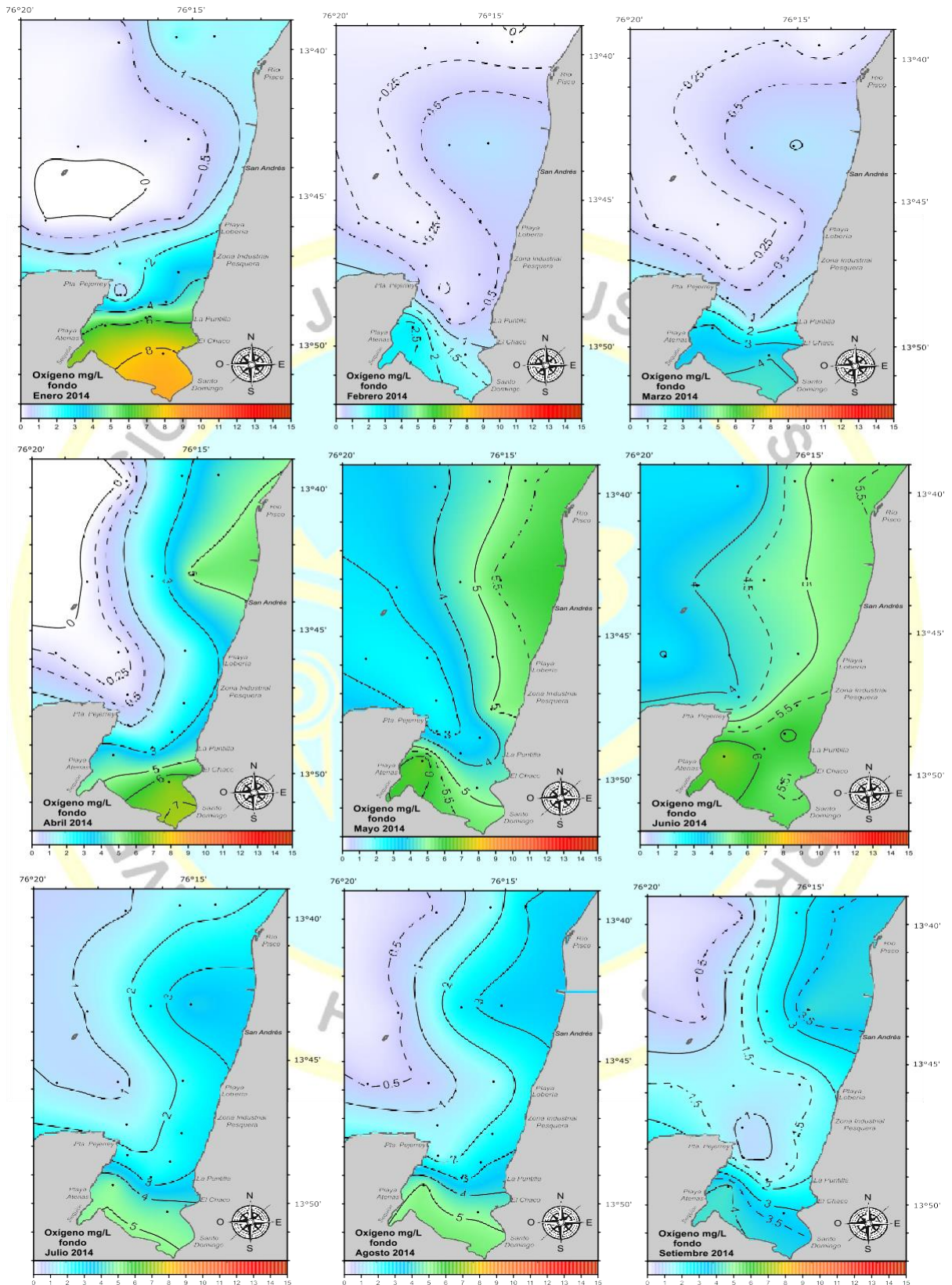
**Figura 14: Oxígeno disuelto superficial en el fondo (mg/L) anual del Programa de Monitoreo del Estado de la Calidad Ambiental en la Bahía de Paracas – Pisco.**

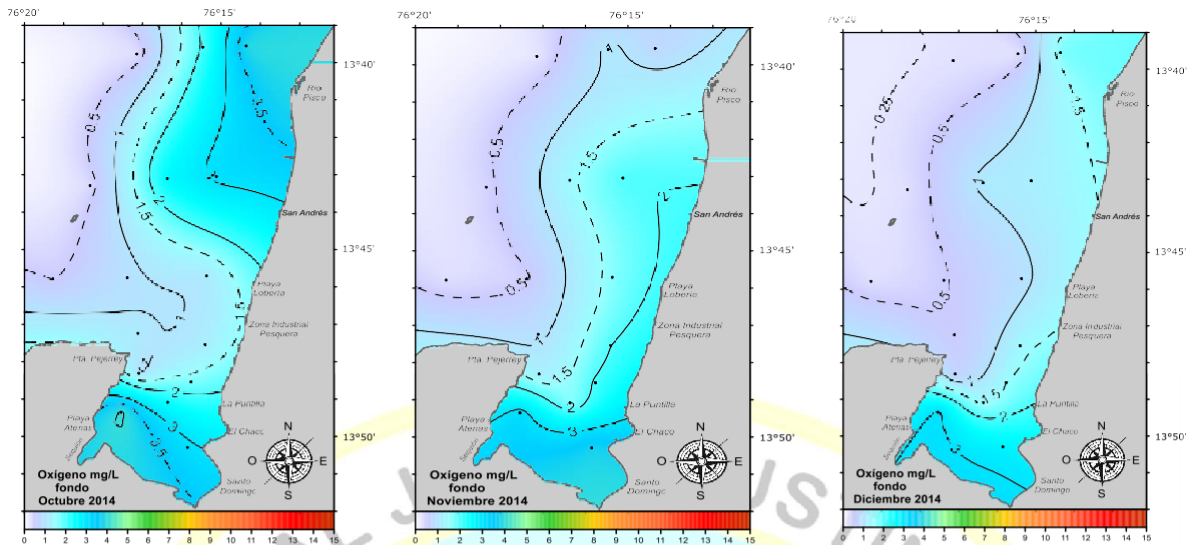


Nota: IMARPE – 2014



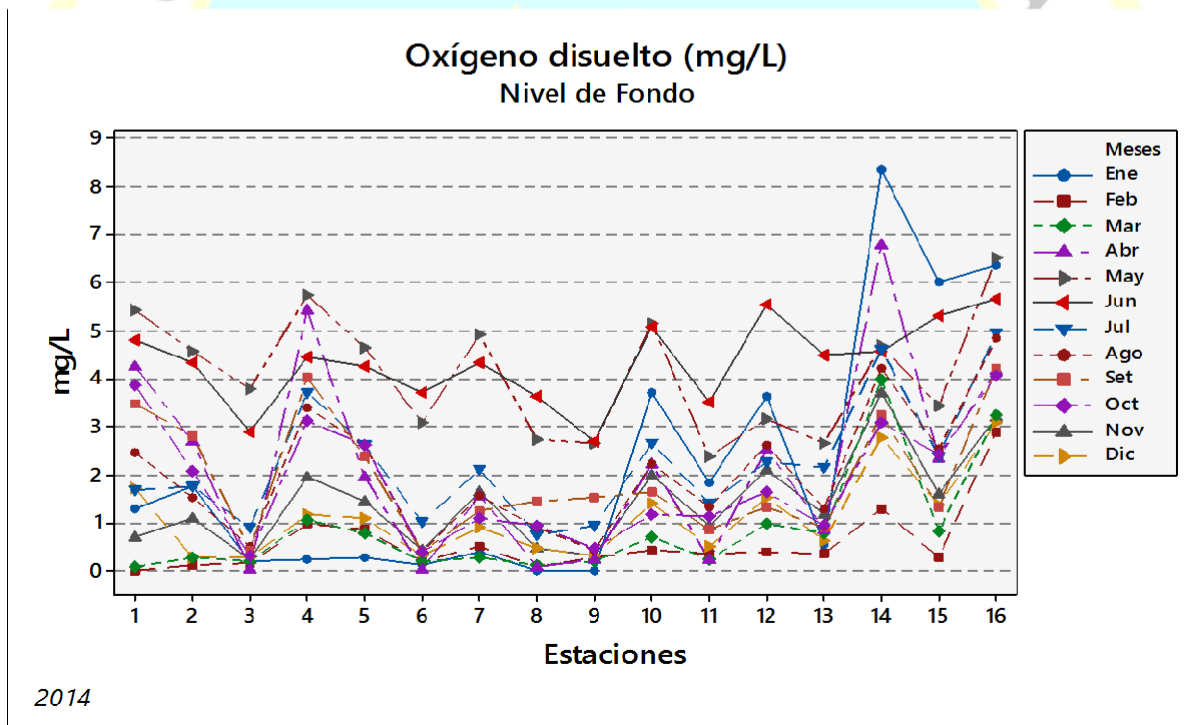
**Figura 15: Distribución del oxígeno disuelto a nivel de fondo (mg/L) en las estaciones de monitoreo localizadas en la bahía de Paracas – Pisco (2014).**





Nota: IMARPE – 2014

Figura 16: Serie de tiempo del oxígeno disuelto en el fondo.



Nota: IMARPE – 2014

En la figura 16 se observa la serie anual de las 16 estaciones hasta una profundidad máxima de 30 metros del Programa de Monitoreo del Estado de la Calidad Ambiental en la Bahía de Paracas – Pisco. Las diferentes líneas de colores indican el periodo de tiempo por meses que representa el oxígeno disuelto a través del espacio – estacional y que estos valores oscilaron durante el año entre 0,58 – 4,33 mg/L, en promedio.

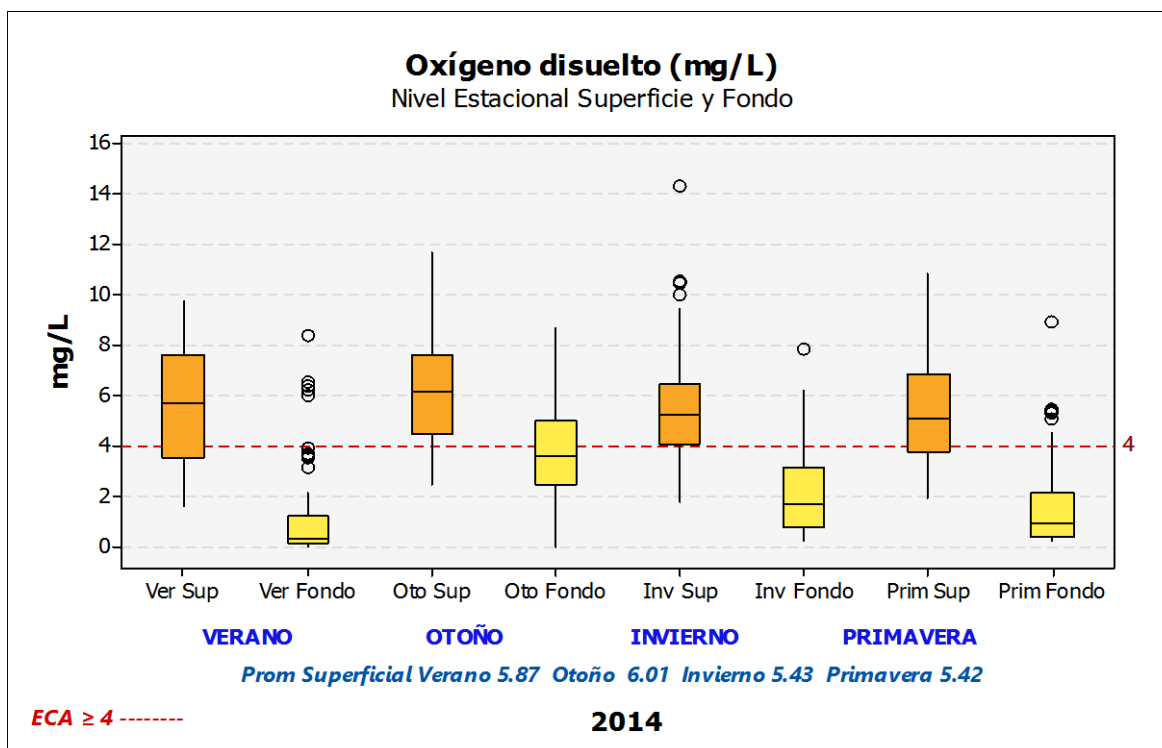


### Nivel estacional superficial y fondo - 2014

El comportamiento del oxígeno disuelto en la superficie para inicios de esta época de verano tuvo concentraciones homogéneas  $> 6$  mg/L, mientras que en el nivel de fondo se registró una zona con ausencia de oxígeno disuelto a una distancia de 3 a 5 mn frente a playa Lobería y afines de esta época estacional la distribución del oxígeno fue similar a la temperatura, con una tendencia ascendente hacia el norte de la bahía y en el fondo fue notorio el incremento los valores anoxicos. En otoño en el nivel de fondo presento concentraciones  $> 3$  mg/L en zonas hipoxicas  $< 1$  mg/L.

A comienzo de invierno se tuvo concentraciones ligeramente pobres de oxígeno disuelto hacia el norte de la bahía y estuvieron asociadas a temperaturas  $< 17$  °C, y en el fondo presento valores elevados  $> 4$  mg/L, esta características dan a conocer la presencia de aguas cálidas y más oxigenadas. A mediados de esta época invernal se observó un incremento del oxígeno disuelto en la superficie marina donde se registró un bloom microalgal ocasionado por el organismo *Heterosigma akashiwo*, y a fines de esta estacionalidad se experimenta un cambio en los valores de oxígeno disuelto con una disminución notoria de las estaciones 8 y 9, debido a un descenso significativo de la temperatura  $< 15$  °C. A inicios de la primavera se presentó valores de oxígeno disuelto elevados y cercanos a la saturación  $> 8$  mg/L; para el nivel superficial y a mediados de esta época la concentración de oxígeno disuelto en la superficie del mar disminuyo considerablemente con valores  $< 4$  mg/L en la mayor parte del área evaluada, asociada a un descenso de la temperatura y relacionada a procesos de afloramiento costero típicos de la zona. Las condiciones hipoxicas en el nivel de fondo se incrementan para fines de esta estacionalidad.

**Figura 17: Oxígeno disuelto superficial y fondo del mar (mg/L) estacional del Programa de Monitoreo del Estado de la Calidad Ambiental en la Bahía de Paracas – Pisco.**

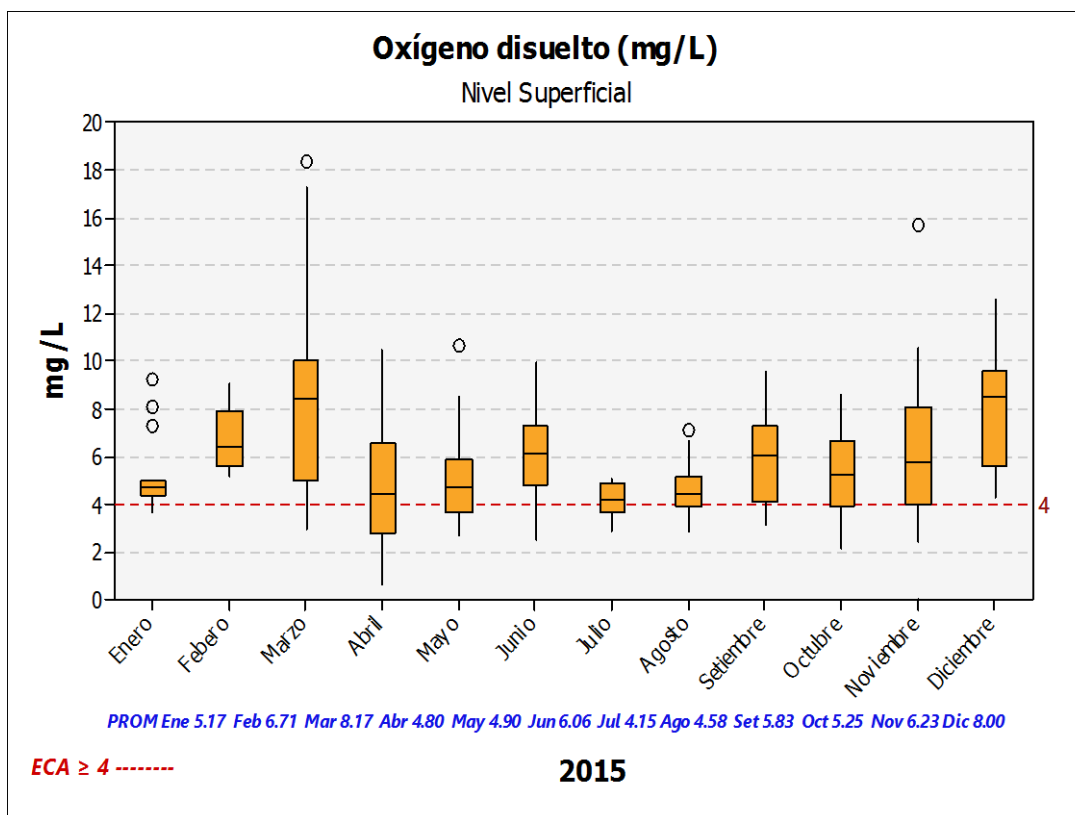


Nota: IMARPE – 2014

### Nivel superficial - 2015

Para este año en enero en la superficie marina se registraron concentraciones  $< 5$  mg/L, siendo las mayores concentraciones ( $> 8$  mg/L), en perfil frente a la desembocadura de río Pisco. Para fines de febrero en casi toda el área evaluada presento concentraciones de oxígeno disuelto ( $> 5$ mg/L). A inicios de marzo se observaron altas concentraciones de oxígeno disuelto ( $> 10$  mg/L), situados frente a la desembocadura y centro de la bahía, se registró un bloom microalgal ocasionado por el dinoflagelado *Akashiwo sanguínea*, debido a la intensa actividad fotosintética. En abril se apreció una disminución en los valores de oxígeno disuelto en la capa superficial el mar ( $< 3$  mg/L), principalmente en las estaciones más alejadas de la línea de costa y al sur de la bahía Paracas. En mayo se apreció un núcleo con valores saturados de oxígeno disuelto con un valor de (10,62) causado por una floración algal de la especie de dinoflagelado *Akashiwo sanguínea*.

**Figura 18: Oxígeno disuelto superficial del mar (mg/L) anual del Programa de Monitoreo del Estado de la Calidad Ambiental en la Bahía de Paracas – Pisco.**

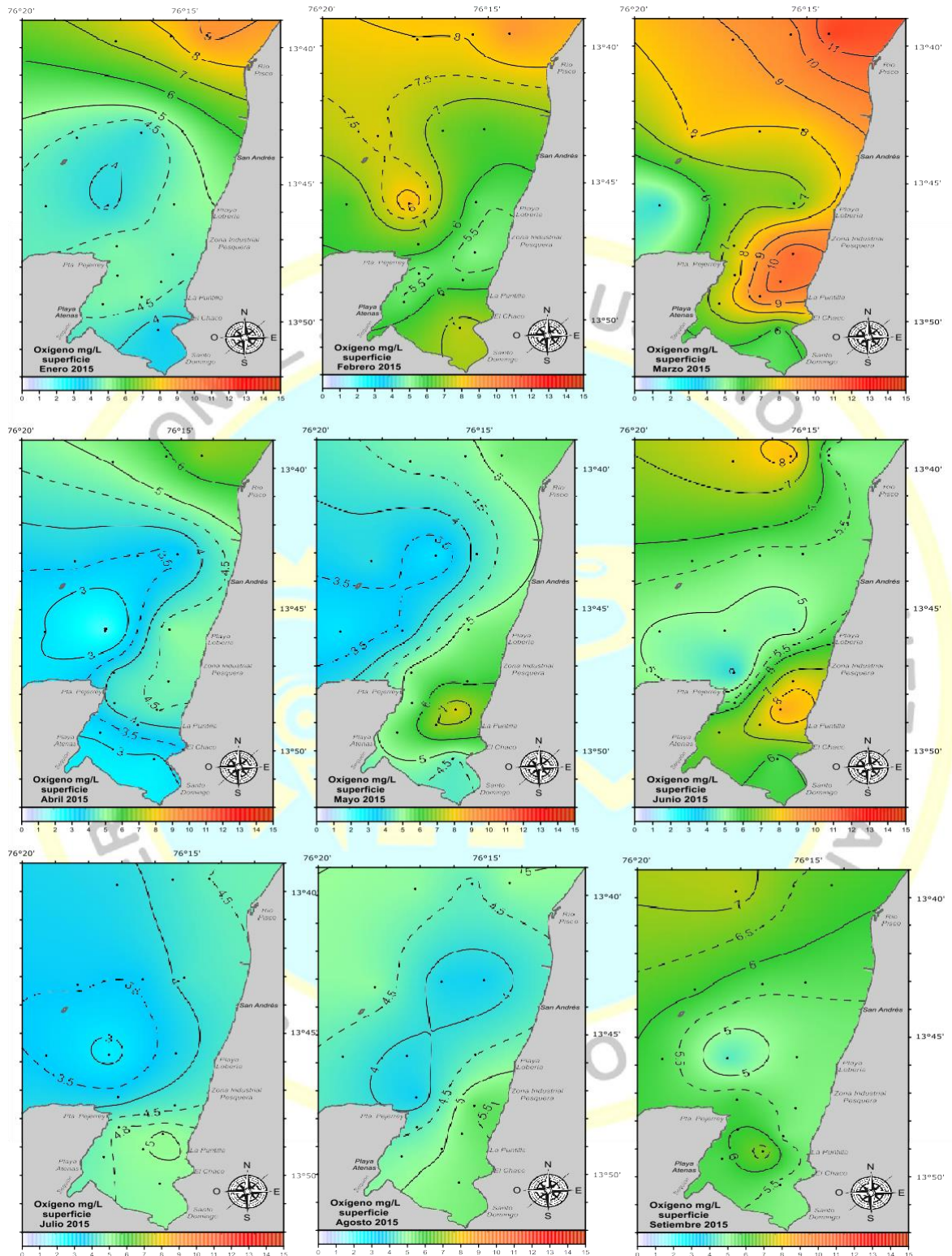


**Nota:** IMARPE – 2015

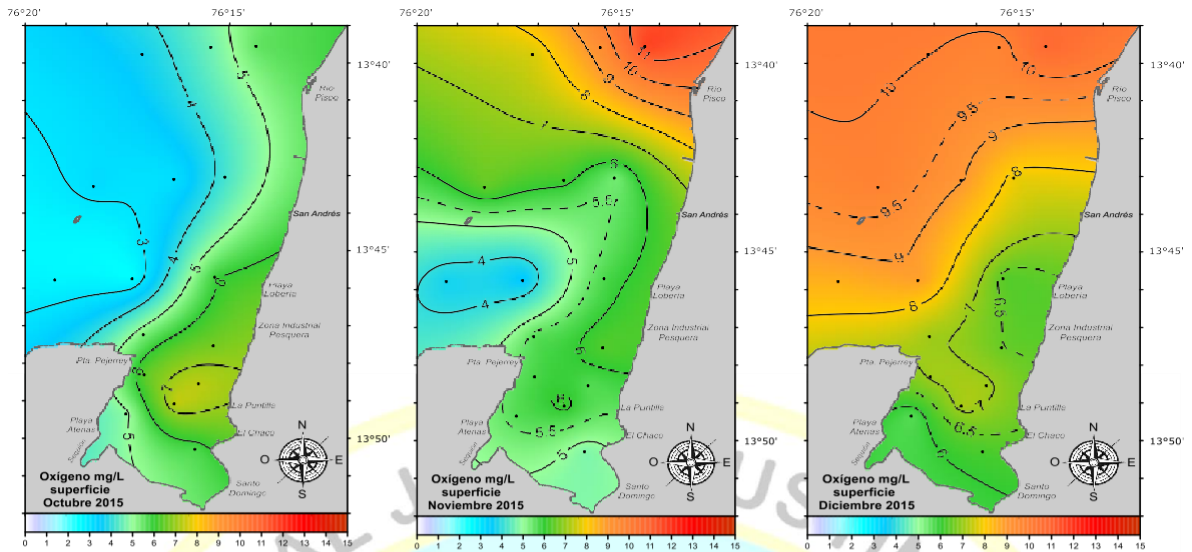
En el mes de junio debido a la presencia de aguas oceánicas (Aguas Subtropicales Superficiales) por el evento “El Niño”, el oxígeno disuelto se incrementó de manera inusual en toda la columna de agua, siendo el incremento más notorio en el nivel de fondo, donde las concentraciones superaron los 4 mg/L en casi todo el fondo marino de la bahía de Pisco-Paracas.

En setiembre los valores de oxígeno disuelto en la superficie del mar se incrementaron y mostraron un mayor rango (3,10 – 9,53 mg/L). El oxígeno disuelto en la superficie del mar durante la mayor parte de octubre presentó concentraciones de oxígeno disuelto ascendentes hacia la costa con iso-oxígenas de 3, 4, 5 y 6 mg/L. La primera semana de noviembre se observaron valores saturados de oxígeno disuelto frente a la desembocadura del río Pisco, relacionados a una coloración parda clara del agua, ocasionada por un floración algal originada por el fitoflagelado *Heterosigma akashiwo*. Durante el mes de diciembre, inicialmente la zona norte y luego también la zona central de la bahía de Pisco, presentaron concentraciones saturadas de oxígeno disuelto (aprox. 10 mg/L) asociada a un bloom microalgal del dinoflagelado *Gonyaulax polygramma*.

**Figura 19: Distribución del oxígeno superficial (mg/L) en las estaciones de monitoreo localizadas en la bahía de Paracas – Pisco 2015.**

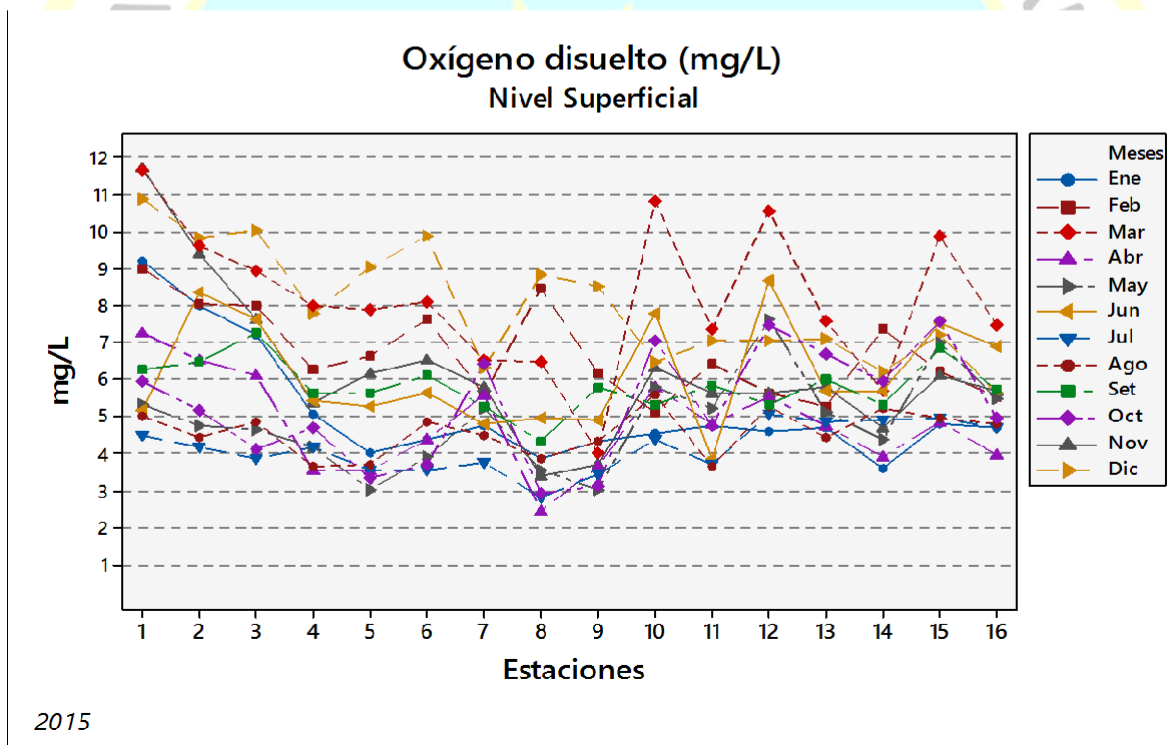






Nota: IMARPE – 2015

Figura 20: Serie de tiempo del oxígeno disuelto superficial.



Nota: IMARPE – 2015

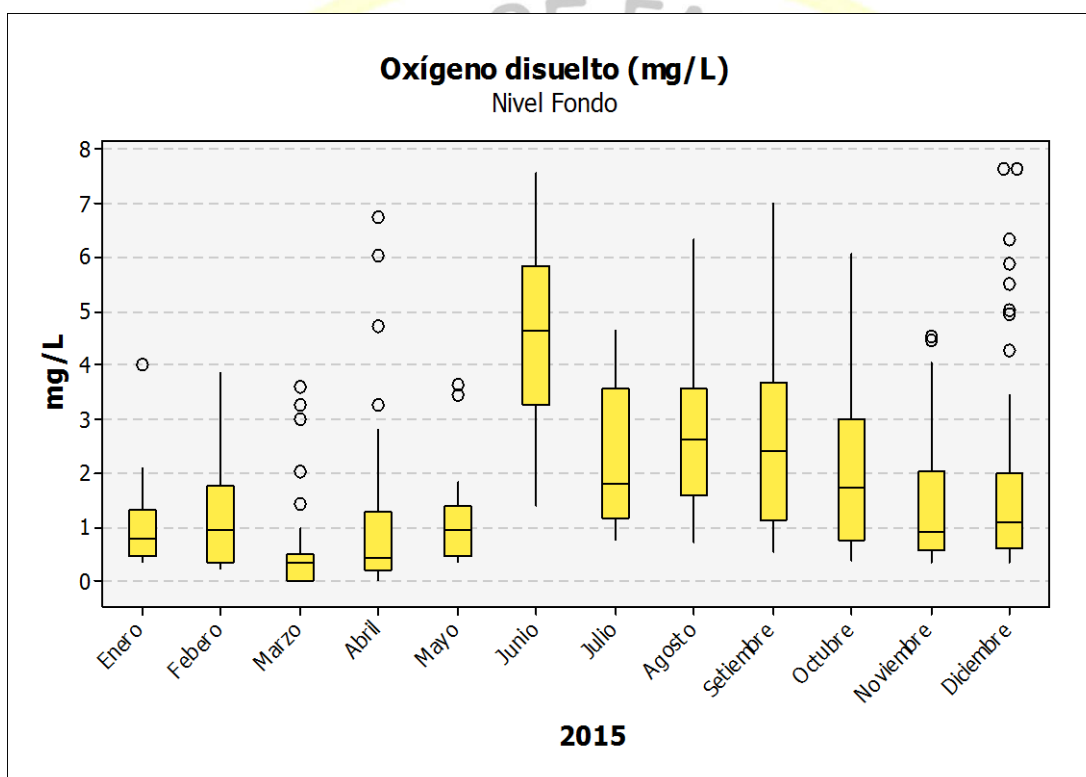
En la figura 20 Se observa la serie anual de las 16 estaciones del Programa de Monitoreo del Estado de la Calidad Ambiental en la Bahía de Paracas – Pisco. Las diferentes líneas de colores indican el periodo de tiempo por meses que representa el oxígeno disuelto a través del espacio – estacional y que estos valores oscilaron durante el año entre 4,15 – 8,17 mg/L, en promedio.



### Nivel de fondo – 2015

En enero en el nivel de fondo se registraron concentraciones mínimas de oxígeno disuelto < 0,5 mg/L a una distancia de 5 mn línea de costa. A inicios de marzo, presentaron concentraciones hipoxicas < 1 mg/L, solo en las estaciones más someras ubicadas al sur de la bahía presentaron valores más elevados entre 2,01 y 3,24 mg/L.

**Figura 21: Oxígeno disuelto en el fondo (mg/L) anual del Programa de Monitoreo del Estado de la Calidad Ambiental en la Bahía de Paracas – Pisco.**

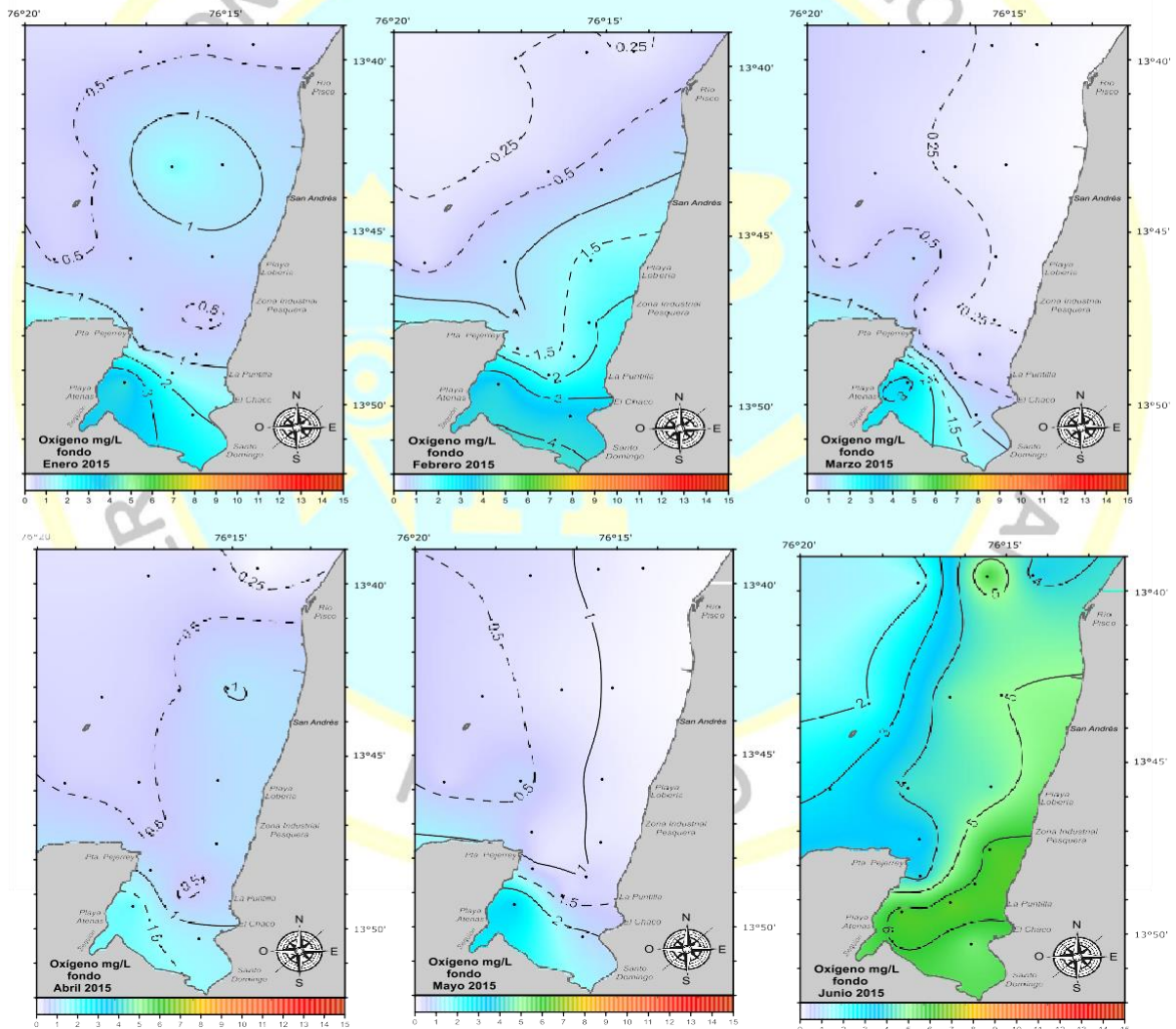


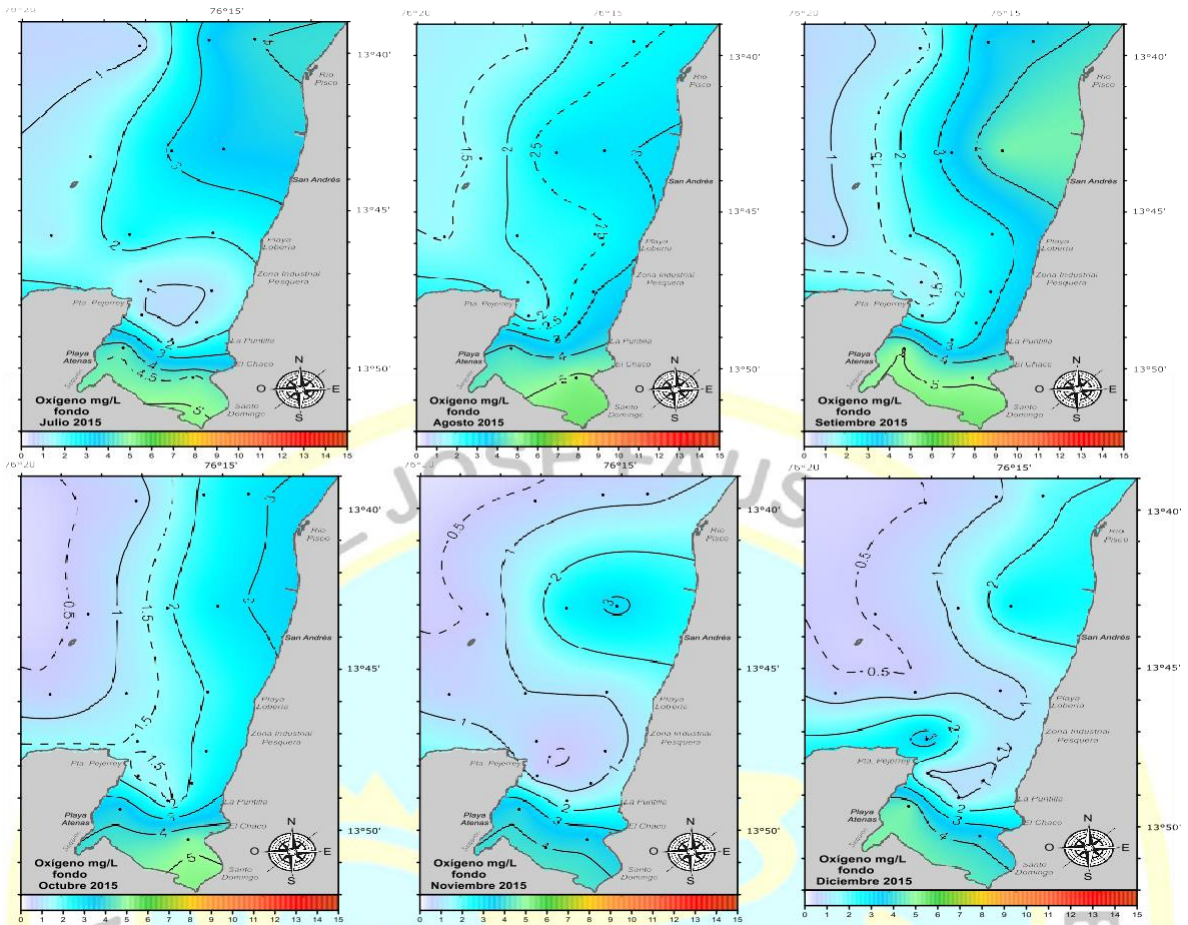
**Nota:** IMARPE – 2015

En marzo en casi el 70 % de estaciones evaluadas presentaron anoxias, gran extensión de la bahía presento estas condiciones; la ausencia de oxígeno provocó la mortandad de casi el 100% de la concha de abanico de las concesiones ubicadas en Atenas y en las inmediaciones del El Sequión. En la primera semana abril en el fondo marino el oxígeno disuelto mostró una recuperación en la concentración, sin embargo en la segunda semana se volvieron a registrar condiciones anóxicas de la franja costera entre la zona industrial pesquera y Sto. Domingo y afines de este mes la anoxia se volvió a registrar frente a San Andrés y la desembocadura del río Pisco. El calentamiento de la columna de agua registrado durante el invierno, también se reflejó en los niveles de oxígeno disuelto, sobre

todo en el nivel sub superficial, aunque sin la intensidad a lo registrado en el mes de junio; los promedios mensuales de oxígeno disuelto en el nivel de fondo fueron: 4,59 mg/L, 2,31 mg/L, 2,59 mg/L y 2,76 mg/L para los meses de junio, julio, agosto y setiembre respectivamente. En el nivel de fondo las concentraciones de oxígeno disuelto mantuvieron valores, en general, mayores a 1 mg/L. A partir de la segunda semana de diciembre los valores de oxígeno disuelto en el fondo marino se volvieron a incrementar a concentraciones > 2 mg/L, este incremento estuvo acompañado de temperaturas entre 18 y 19 °C para el nivel de fondo.

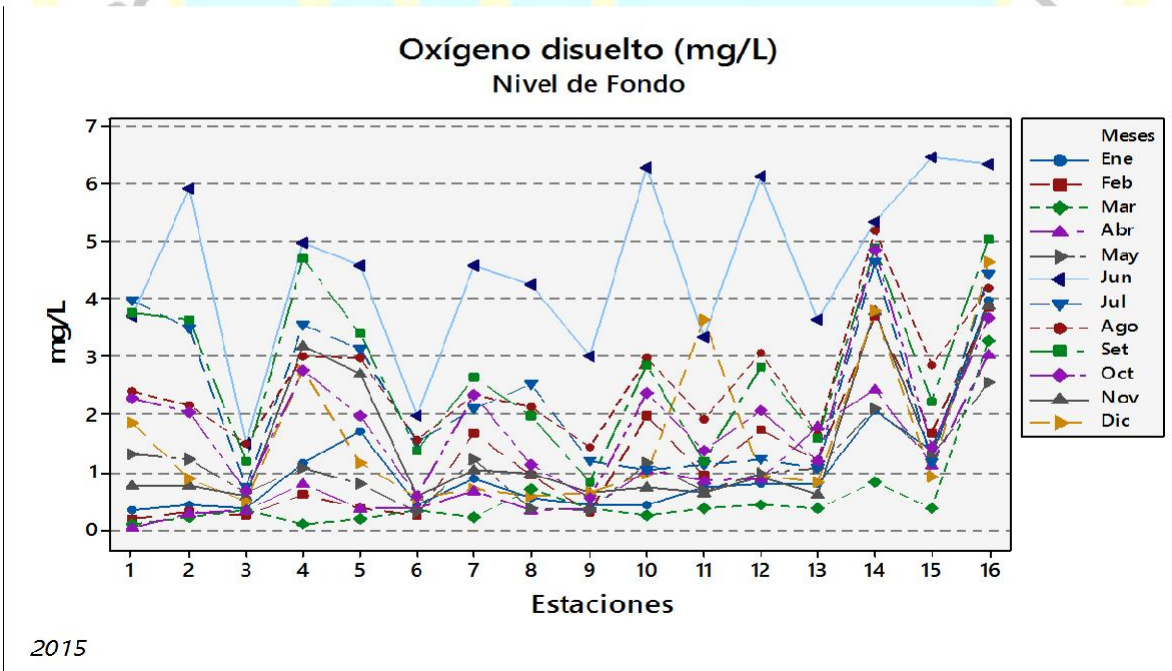
**Figura 22: Distribución del oxígeno disuelto en el fondo (mg/L) en las estaciones de monitoreo localizadas en la bahía de Paracas – Pisco 2015.**





Nota: IMARPE – 2015

Figura 23: Serie de tiempo del oxígeno superficial.



2015

Nota: IMARPE – 2015



En la figura 23 se observa la serie anual de las 16 estaciones hasta una profundidad máxima de 30 metros del Programa de Monitoreo del Estado de la Calidad Ambiental en la Bahía de Paracas – Pisco. Las diferentes líneas de colores indican el periodo de tiempo por meses que representa el oxígeno disuelto a través del espacio – estacional y que estos valores oscilaron durante el año entre 0,54 – 4,50 mg/L, en promedio.

### **Nivel estacional superficial y fondo - 2015**

A inicios de verano de enero en la superficie marina de la bahía de Pisco-Paracas se registraron concentraciones ( $< 5$  mg/L) y los valores más elevados ( $> 8$  mg/L) se ubicaron al norte de la bahía frente a la desembocadura del río Pisco y a mediados de esta estación las concentraciones fueron  $> 6$  mg/L. A fines de verano se observaron concentraciones saturadas de oxígeno disuelto ( $> 10$  mg/L), donde tres estaciones presentaron concentraciones ( $> 15$  mg/L) debido a un Bloom microalgal ocasionado por el dinoflagelado Akashiwo sanguinea.

En el nivel de fondo a inicios de verano las concentraciones de oxígeno disuelto fueron mínimas ( $< 0,5$  mg/L) y a fines de la época de verano presentaron concentraciones hipóxicas ( $< 1$  mg/L) y los valores más elevados se ubicaron en las zonas más someras de la bahía ( $> 3$  mg/L), asimismo el 70% de las estaciones evaluadas presentaron anoxia, en una gran extensión de la bahía, la falta de oxígeno provocó la mortandad de casi el 100% del recurso concha de abanico situado en las concesiones de la zona de Atenas y en las inmediaciones de El Sequión.

En otoño se apreció una disminución en los valores de oxígeno disuelto en el nivel superficial ( $< 3$  mg/L), situados al sur de la bahía. A mediados de otoño se observó un núcleo con valores saturados de oxígeno disuelto ( $> 10$  mg/L), ocasionado por una floración algal de la especie Akashiwo sanguinea y a fines de otoño se presenciaron aguas oceánicas por el evento (Aguas Subtropicales Superficiales) por el evento “El Niño”, sufriendo un incremento en toda la columna de agua siendo el más notorio en el nivel de fondo.

En nivel de fondo a inicios de otoño mostró una recuperación en la concentración mientras en días posteriores se volvieron a registrar condiciones anóxicas en gran área de la bahía.

En invierno el calentamiento de la columna de agua registrado durante el invierno, también se reflejó en los niveles de oxígeno disuelto, sobre todo en el nivel sub superficial, aunque sin la intensidad a lo registrado en la época de otoño; los promedios mensuales de oxígeno disuelto en el nivel de fondo fueron: 2,31 mg/L, 2,59 mg/L y 2,76 mg/L para invierno respectivamente. A fines de invierno se incrementaron y mostraron una mayor concentración entre 3 y 10 mg/L.

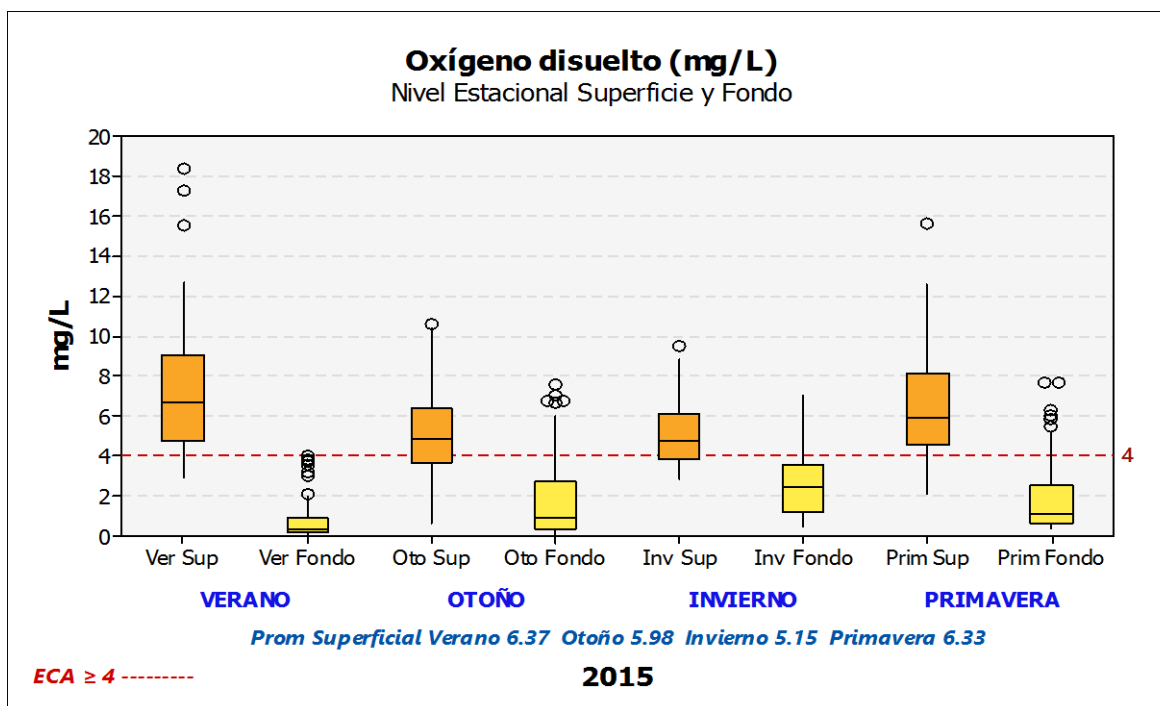
En el nivel de fondo los valores de oxígeno disuelto permanecieron a  $> 1$  mg/L.

En la época de primavera en la superficie marina presentó concentraciones de oxígeno disuelto en forma ascendente hacia las costas. A mediados de la primavera se observaron valores saturados de oxígeno disuelto, relacionado a cierta discoloración marina ocasionado por el fitoflagelado *Heterosigma Akashiwo* y afines de la primavera en la zona norte y centro de la bahía, presentando concentraciones saturadas de oxígeno disuelto (aprox. 10 mg/L) asociada a un bloom microalgal del dinoflagelado *Gonyaulax polygramma*.

A fines de la primavera los valores de oxígeno disuelto en el fondo marino se volvieron a incrementar a concentraciones  $> 2$  mg/L, este incremento estuvo acompañado de temperaturas entre 18 y 19 °C para el nivel de fondo.



**Figura 24: Oxígeno disuelto superficial y fondo del mar (mg/L) estacional del Programa de Monitoreo del Estado de la Calidad Ambiental en la Bahía de Paracas – Pisco.**



Nota: IMARPE – 2015

### **Análisis comparativo de la variación del oxígeno por diferencias de años 2013, 2014 y 2015**

#### **Nivel superficial**

La comparación de la variación del oxígeno disuelto de los distintos años indican ciertas diferencias de concentraciones a los largo de los tiempos por apocas estacionales presentadas anualmente y para el año 2013 en promedio la concentración del oxígeno disuelto oscilo entre 4,72 – 7,83 mg/L y tendiendo como promedio 6,15 mg/L, estos valores estuvieron concentrados dentro del 50% de la caja presentando una distribución simétrica y los valores robustos a típicos fueron > 12 mg/l.

En el año 2014 la concentración de oxígeno disuelto fluctuaron entre 4,51 – 7,94 mg/L, presentando una distribución simétrica porque los valores se concentraron dentro del 50% de la caja con un promedio total anual de 5,77 mg/L y con valor atípico de 14 ,30 mg/L.

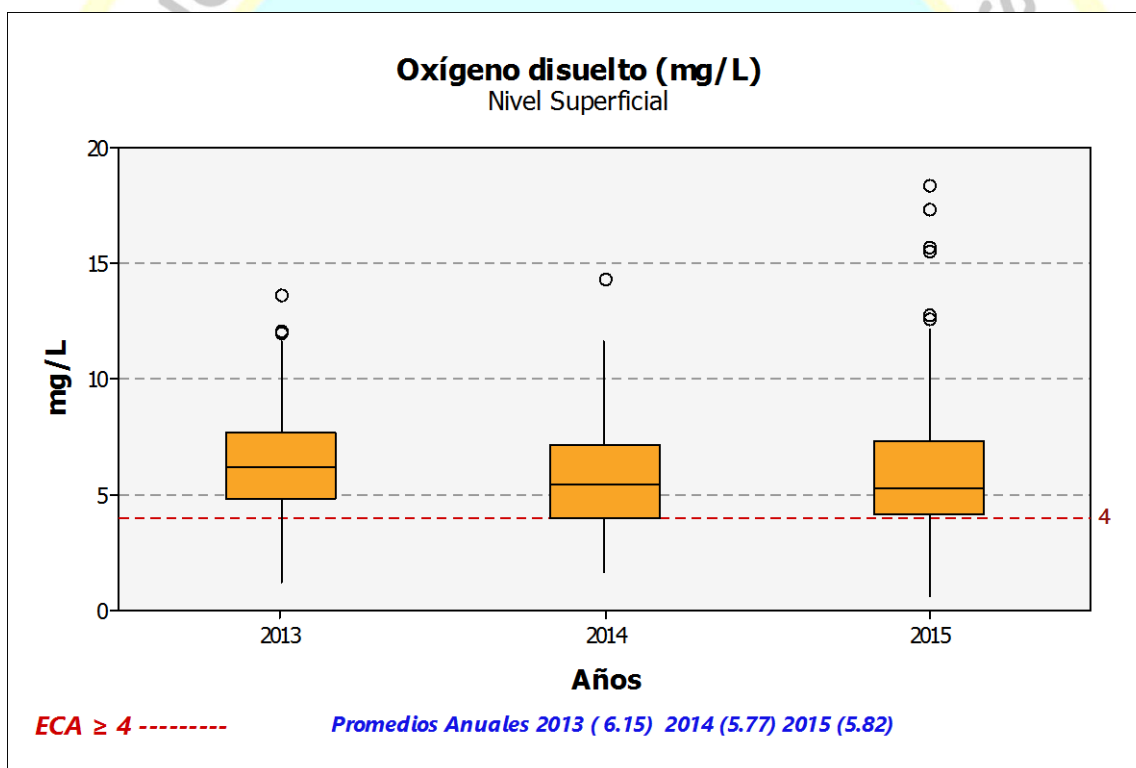
En el 2015 la concentración de oxígeno disuelto presento una distribución asimétrica porque los valores estuvieron concentrados por debajo del 50% de la caja y oscilaron entre

4,15 – 8,17 mg/L, con un promedio total de 5,82 mg/L y con valores robustos o atípicos > 12 mg/L.

La variabilidad de este conjunto de datos muestra que la distribución fue asimétrica para el año 2015 a diferencia de los otros años que tuvieron un comportamiento simétrico porque sus valores estuvieron concentrados en un 50%.

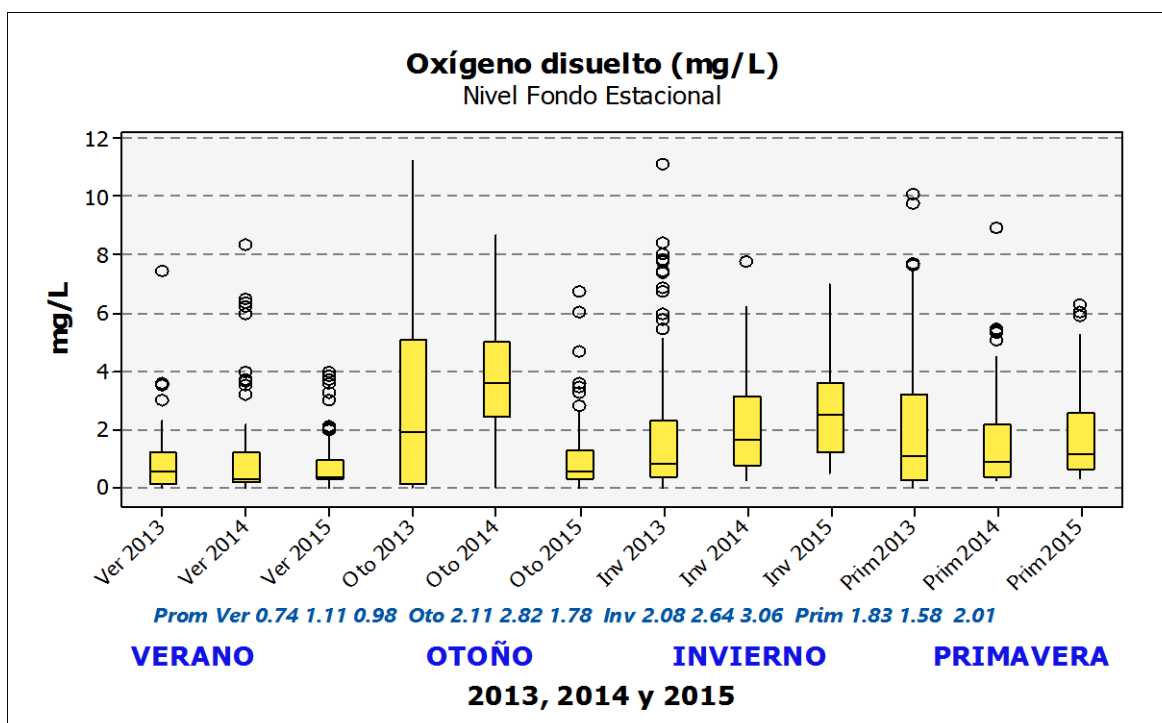
Asimismo los valores atípicos se dieron más para el año 2015 posiblemente a la presencia de un Bloom microalgal conocido como la marea roja que provoca cambios significativos en la distribución de la concentración del oxígeno disuelto.

**Figura 25: Variación del oxígeno disuelto nivel superficial del 2013, 2014 y 2015.**



**Nota:** IMARPE – 2013 al 2015

**Figura 26: Variación del oxígeno disuelto nivel fondo estacional del 2013 al 2015.**



Nota: IMARPE – 2013 al 2015

### Nivel fondo

En el nivel de fondo la variabilidad de la concentración del oxígeno disuelto presentó fue más notorio debido a las bajas concentraciones que presentan cambios estacionales y asociados a procesos naturales que influyen a este parámetro. En el 2013 la concentración de oxígeno disuelto estuvieron entre 0,52 – 3,21 mg/L, con una distribución asimétrica porque los valores se concentran por debajo del 50% de la mediana y con promedio total 1,83 mg/L, los valores atípicos fueron > 6 mg/L.

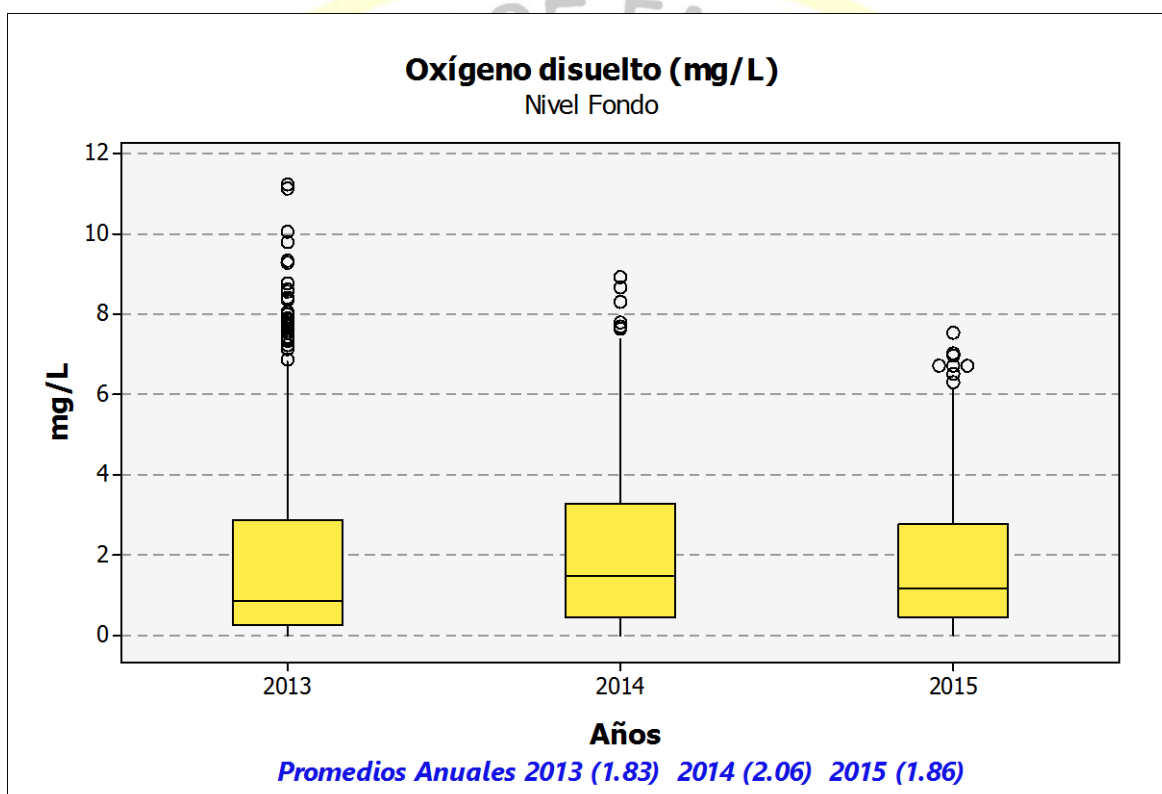
En el año 2014 la distribución del oxígeno disuelto fue asimétrico porque los valores se concentraron por debajo del 50% y oscilaron entre 0,58 – 4,33 mg/L, con un promedio anual 5,77 mg/L, los valores atípicos fueron > 7 mg/L.

Para el 2015 la concentración de oxígeno disuelto fluctuaron entre 0,52 – 4,59 mg/L, con una distribución asimétrica por debajo del 50% de los valores y con un promedio 1,86 mg/L, los valores atípicos fueron > 6 mg/L.

En este conjunto de datos la variabilidad muestra una distribución asimétrica para los tres años porque sus valores se concentran por debajo del 50 %. Los valores atípicos fueron más concentrados para el año 2013 a diferencias de los otros años menos relevantes.

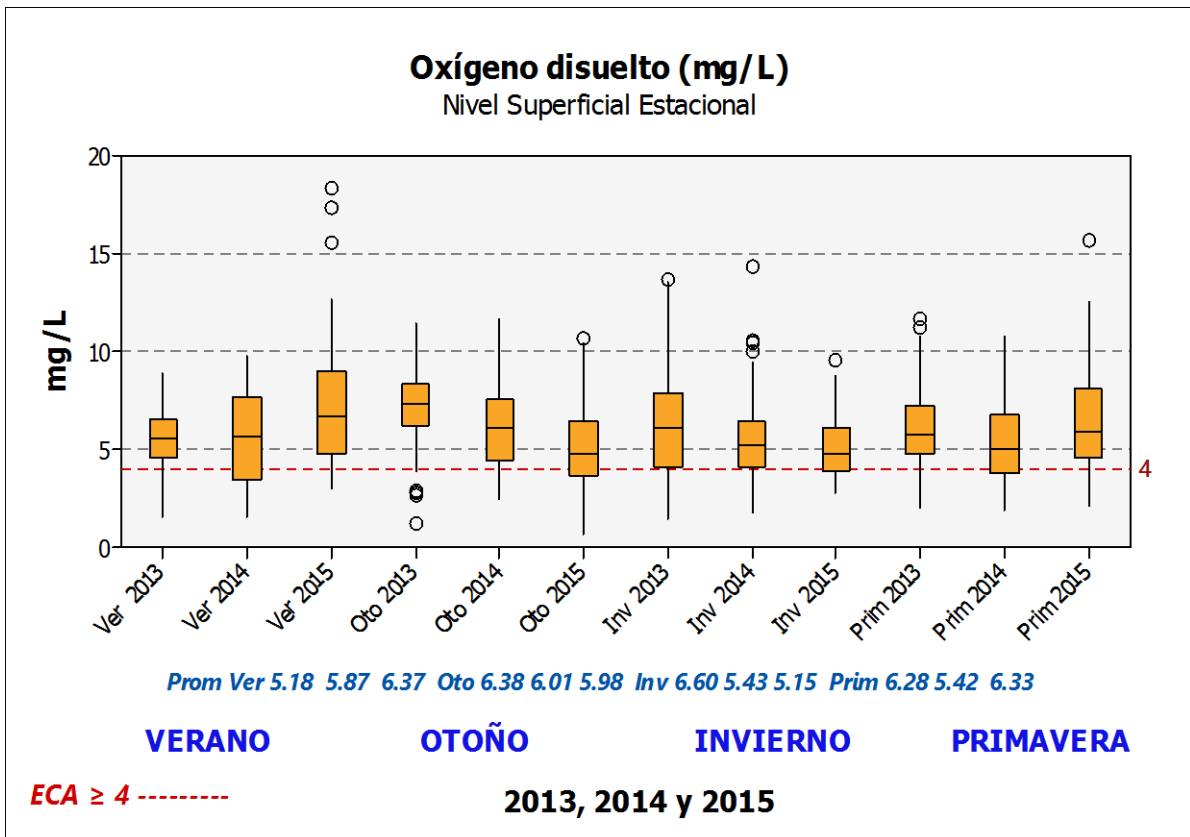
Las concentraciones de oxígeno disuelto fueron menores a 4 mg/L para los tres años como se muestra en la Figura 27.

**Figura 27: Variación del oxígeno disuelto nivel de fondo del 2013, 2014 y 2015.**



**Nota:** IMARPE – 2013 al 2015.

**Figura 28: Variación del oxígeno disuelto nivel superficie estacional del 2013 al 2015.**



Nota: IMARPE – 2013 al 2015





## 4.2 Contrastación de hipótesis

Hipótesis general

H<sub>0</sub>: La variación del oxígeno disuelto no influye como indicador en la calidad de agua en la Bahía de Paracas – Pisco, entre 2013 – 2015.

H<sub>1</sub>: La variación del oxígeno disuelto influye como indicador en la calidad de agua en la Bahía de Paracas – Pisco, entre 2013 – 2015.

A nivel	Año	Calidad de agua a nivel estacional			
		Verano	Otoño	Invierno	Primavera
Superficial	2013	5,18	6,93	6,19	5,97
	2014	6,00	6,22	5,30	5,56
	2015	6,68	5,25	4,85	6,49
Fondo	2013	0,74	2,64	1,71	1,87
	2014	1,21	3,48	2,08	1,46
	2015	0,94	2,19	2,55	1,76

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	Gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	263,508 <sup>a</sup>	7	37,644	123,674	,000
Interceptación	962,323	1	962,323	3161,566	,000
Estaciones	9,645	3	3,215	10,563	,000
Oxígeno	249,626	1	249,626	820,108	,000
Estaciones * Oxígeno	7,088	3	2,363	7,762	,000
Error	25,872	85	,304		
Total	2627,699	93			
Total, corregido	289,380	92			

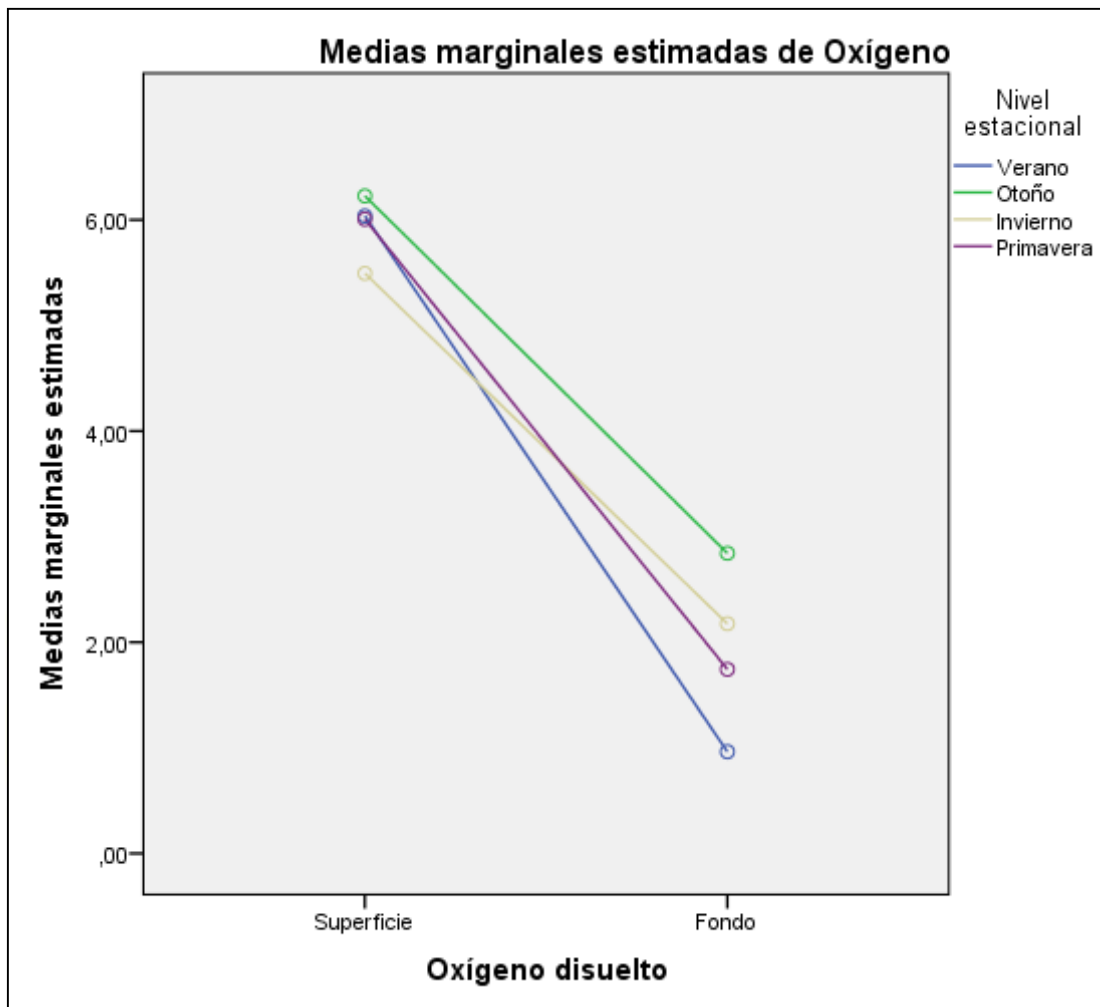
a. R al cuadrado = ,911 (R al cuadrado ajustada = ,903)

Nota: Elaboración propia – datos del IMARPE – 2013 al 2015

En la tabla 3 se observa que no existe una probabilidad mayor al valor de la significancia estadística (0.05) es por ello que se rechazar la hipótesis nula, y se comprueba que la

variación del oxígeno disuelto influye como indicador en la calidad de agua en la Bahía de Paracas – Pisco, entre 2013 – 2015.

**Figura 29: Variación estacional de oxígeno disuelto en la Bahía de Paracas.**



**Nota:** Elaboración propia – datos del IMARPE – 2013 al 2015

Hipótesis específica 1

H<sub>0</sub>: La variación del oxígeno disuelto no influye en la calidad de agua a nivel superficial en la Bahía de Paracas – Pisco, entre 2013 – 2015.

H<sub>1</sub>: La variación del oxígeno disuelto influye en la calidad de agua a nivel superficial en la Bahía de Paracas – Pisco, entre 2013 – 2015.

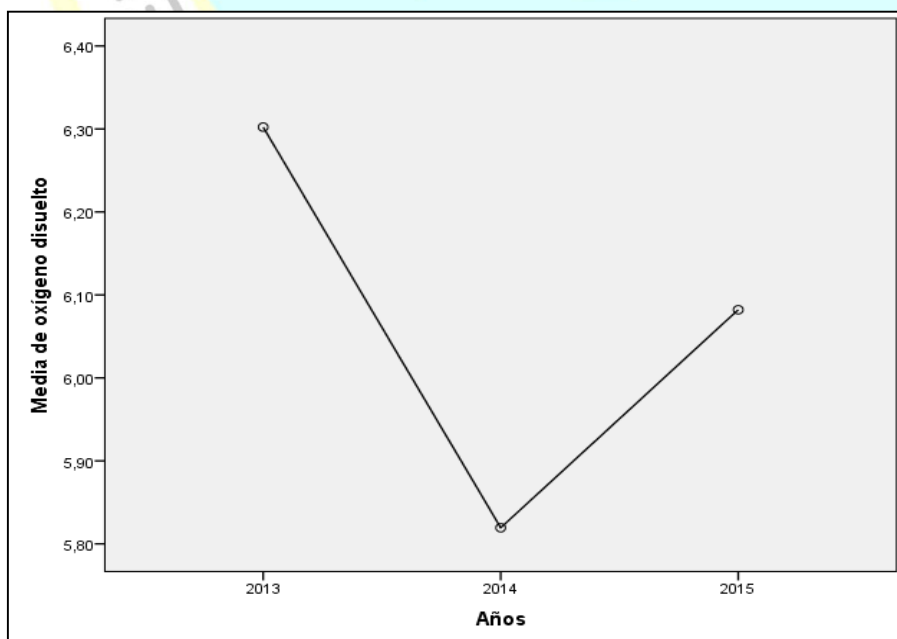
**Tabla 6: ANOVA de la variación del oxígeno disuelto a nivel superficial.**

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	7,946	2	3,973	3,425	,034
Dentro de grupos	234,318	202	1,160		
Total	242,264	204			

**Nota:** Elaboración propia – datos del IMARPE – 2013 al 2015

En la tabla 4 se observa que no existe una probabilidad mayor al 0,05 como para no rechazar la hipótesis nula, por ello se concluye que la variación del oxígeno disuelto influye en la calidad de agua a nivel superficial en la Bahía de Paracas – Pisco, entre 2013 – 2015.

**Figura 30: Media del oxígeno disuelto a nivel superficial por año.**



**Nota:** IMARPE – 2013 al 2015

Hipótesis específica 2

H<sub>0</sub>: La variación del oxígeno disuelto no influye en la calidad de agua a nivel de fondo en la Bahía de Paracas – Pisco, entre 2013 – 2015.

H<sub>1</sub>: La variación del oxígeno disuelto influye en la calidad de agua a nivel de fondo en la Bahía de Paracas – Pisco, entre 2013 – 2015.

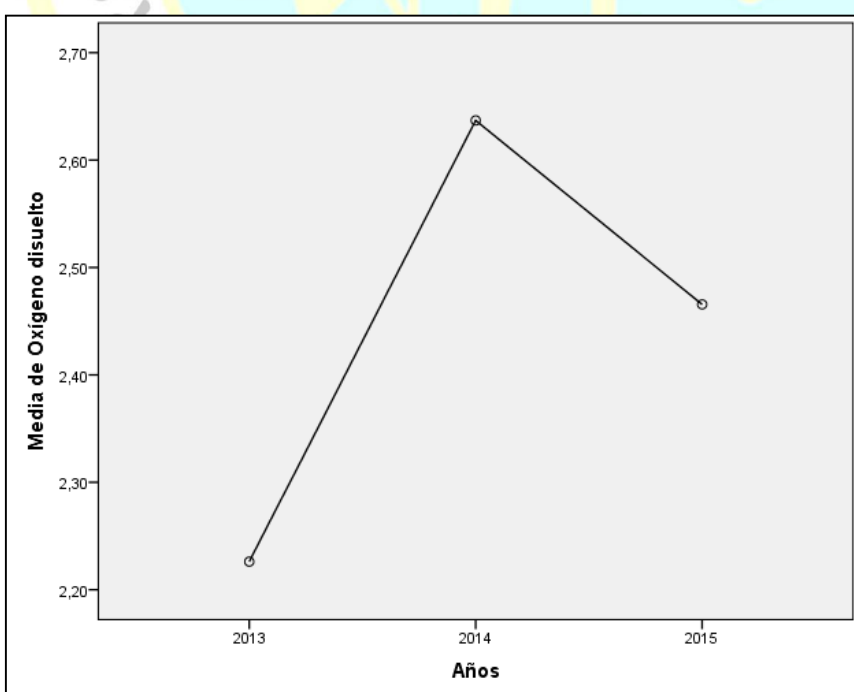
**Tabla 7: ANOVA de la variación del oxígeno disuelto a nivel de fondo.**

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1,873	2	,936	0,729	0,046
Dentro de grupos	82,170	64	1,284		
Total	84,042	66			

Nota: IMARPE – 2013 al 2015

En la tabla 5 se observa que no existe una probabilidad mayor al 0,05 como para no rechazar la hipótesis nula, la variación del oxígeno disuelto influye en la calidad de agua a nivel de fondo en la Bahía de Paracas – Pisco, entre 2013 – 2015.

**Figura 31: Media del oxígeno disuelto a nivel de fondo por año.**



Nota: IMARPE – 2013 al 2015

Hipótesis específica 3

H<sub>0</sub>: La variación del oxígeno disuelto influye en la calidad de agua a nivel estacional en la Bahía de Paracas – Pisco, entre 2013 – 2015.

H<sub>1</sub>: La variación del oxígeno disuelto influye en la calidad de agua a nivel estacional en la Bahía de Paracas – Pisco, entre 2013 – 2015.

**Tabla 8: ANOVA de la variación del oxígeno disuelto a nivel estacional - superficial.**

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	4,703	3	1,568	4,532	,006
Dentro de grupos	22,829	66	,346		
Total	27,532	69			

Nota: IMARPE – 2013 al 2015

**Tabla 9: ANOVA de la variación del oxígeno disuelto a nivel estacional - fondo.**

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	9,108	3	3,036	15,867	,000
Dentro de grupos	3,444	18	,191		
Total	12,553	21			

Nota: IMARPE – 2013 al 2015

En las tablas 6 y 7 se observa que no existe una probabilidad mayor al 0,05 como para no rechazar la hipótesis nula, por lo que se concluye que la variación del oxígeno disuelto influye en la calidad de agua a nivel estacional en la Bahía de Paracas – Pisco, entre 2013 – 2015.



## CAPÍTULO

### V

## DISCUSIÓN

### 5.1 Discusión de resultados

En los resultados de investigación se llegó a determinar la variación de oxígeno disuelto y su influencia como indicador de calidad de agua en la Bahía de Paracas – Pisco (2013 – 2015). Así mismo se comprobó la hipótesis de la investigación es decir la variación del oxígeno disuelto influye como indicador en la calidad de agua en la Bahía de Paracas – Pisco, entre 2013 – 2015.

**Según** (Hernández P. , 2013), realizó un estudio sobre las variaciones fisicoquímicas temporales en la laguna de Limoncocha, en el periodo 2012-2013, se enfocó en interpretar el comportamiento del cuerpo léntico a través de las variaciones fisicoquímicas que han ocurrido en la laguna, a través de datos obtenidos por docentes y estudiantes a partir de mediciones in situ, de parámetros físicos (profundidad secchi, temperatura del agua, oxígeno disuelto, pH y conductividad eléctrica) y químicos (nitratos, fosfatos y clorofila-a), en tres puntos de muestreo de la laguna: punto 1, muelle; punto 2, centro; y punto 3, Caño, en los años 2012 y 2013. Llegó a la conclusión que las correlaciones existentes entre los componentes fisicoquímicos, verificando así fenómenos naturales producto de su interacción.

Con respecto al objetivo específico 1 determinar la variación del oxígeno disuelto influye en la calidad de agua a nivel superficial en la Bahía de Paracas – Pisco. Así mismo se comprobó la hipótesis específica 1 es decir la variación del oxígeno disuelto influye en la calidad de agua a nivel superficial en la Bahía de Paracas – Pisco, entre 2013 – 2015.

**De Arenas & Serje (2015)**, El objetivo de este trabajo de investigación es analizar la variación de calidad del agua en la ciénaga de la virgen de la ciudad de Cartagena de indias, desde el año 1999 hasta que el emisario submarino entro en operación en el año 2013. La razón de este estudio es que es importante contribuir a la preservación de este estuario que ofrece ambientes aprovechados en actividades comerciales y recreativas. Por tanto, se procedió a realizar una investigación de tipo documental en donde se analiza los promedios de índices de calidad de acuerdo a diferentes épocas como en lluvia, sequia o transición y arribaron a la conclusión que a pesar que hasta el momento se ha obtenido un cambio significativo en las condiciones de calidad de agua de la Ciénaga de la Virgen, con respecto a lo registrado desde 1999, los autores consideran que es importante continuar con los monitoreos para verificar si más adelante se alcanza la calidad Excelente deseada con el proyecto Emisario Submarino, para garantizar el buen uso del estuario sin que represente algún peligro para los ciudadanos y turistas.

Otros investigadores (Molina & Castro, 2012), estudiaron sobre la determinación de la calidad del agua mediante parámetros físico químicos y microbiológicos en la micro cuenca quebrada la estancia en González, Cesar. El objetivo fue determinar si el agua de la mencionada microcuenca cumple con los parámetros físico químicos y microbiológicos establecidos en la resolución 631 del 2015, decreto 1594 del 1984, decreto 3930 del 2010 y el decreto 475 de 1998. Se concluye que la medición de caudales que se realizó en tiempos de sequía arrojó datos negativos comparándolo con el registro de caudal realizado en el año 1997 principalmente los factores que influyen actualmente a la afectación de la microcuenca es la intervención antrópica que ha venido sufriendo el recurso hídrico desde años anteriores y actualmente en la parte alta disminuyendo su caudal considerablemente a un 60% generando preocupación a los acueductos de los corregimiento de san isidro y potrero..

Así mismo el objetivo específico 2 fue determinar la variación del oxígeno disuelto influye en la calidad de agua a nivel de fondo en la Bahía de Paracas – Pisco. Así mismo se comprobó la hipótesis específica 2 es decir la variación del oxígeno disuelto influye en la calidad de agua a nivel de fondo en la Bahía de Paracas – Pisco, entre 2013 – 2015.

Según los investigadores (Guzmán, Castillo, Vásquez, & Delgado, 2000), desarrollaron la evaluación de la calidad acuática en el área costera del Callao, indica condiciones aceptables de sólidos suspendidos de acuerdo a la Ley General de Aguas vigente (1969) e identifica a las playas de Ventanilla y Callao como focos de infección por basura acumulada, serio deterioro estético y alteración en la calidad de parámetros físicos y químicos en la zona de mezcla y área circundante por efecto de las descargas de aguas residuales, especialmente de tipo doméstico (colector Comas).

También al lograr el objetivo específico 3 fue determinar la variación del oxígeno disuelto influye en la calidad de agua a nivel estacional en la Bahía de Paracas – Pisco. Así mismo se comprobó la hipótesis específica 3 es decir la variación del oxígeno disuelto influye en la calidad de agua a nivel estacional en la Bahía de Paracas – Pisco, entre 2013 – 2015.



## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1 Conclusiones

La concentración de oxígeno disuelto en la superficie del mar de la zona de estudio, presentó una mayor variabilidad en el mes de marzo del 2015, debido a la presencia de floraciones algales durante casi todo el mes, provocando una saturación de oxígeno en la capa superficial del mar. Durante el mes de mayo del 2013 el oxígeno disuelto presente en la columna de agua experimentó un incremento notorio, asociado al ingreso de masas de aguas cálidas hacia la bahía de Pisco. Para el año 2014 2015 se registró un calentamiento de la columna de agua en los meses de mayo y junio se debió a la propagación de ondas Kelvin cálidas.

En el 2014 y 2015 las concentraciones elevadas de oxígeno disuelto ( $>3$  mg/L) en el nivel de fondo de la bahía de Pisco-Paracas registradas en mayo y junio estuvieron asociadas a una homogeneidad de térmica de la columna de agua debido a la presencia de aguas cálidas ondas kelvin. Para los años 2013, 2014 y 2015 presentaron registros de anoxia en el nivel de fondo fueron más frecuentes en la estación de verano, relacionada a la degradación de la materia orgánica presente en una bahía de elevada productividad.

En casos de eventos anómalos con anoxia persistente en el fondo marino se registra mortandad de recursos hidrobiológicos, por lo que el parámetro oxígeno disuelto constituye como el indicador más representativo de calidad ambiental para la zona de estudio.

En casos de intenso afloramiento costero, la concentración de oxígeno disuelto en la superficie del mar no llega a superar al ECA-Agua, sin que signifique una disminución de condiciones adecuadas de calidad ambiental.

Según los resultados obtenidos respecto al oxígeno disuelto presentaron valores predominantes acordes a los Estándares de Calidad Ambiental para Agua, Categoría 4.

## 6.2 Recomendaciones

Establecer un sistema de alerta temprana cuando se conjuguen eventos anómalos, que hidrobiológicos. puedan generar condiciones de anoxia persistente que causen mortandad de recursos

Se recomienda investigar más sobre el tema utilizando otras variables.





## REFERENCIAS

### 7.1 Fuentes documentales

- Avecillas, L. (2014). *Caracterización físico-químico del estero salado entre el puente de la avenida Kennedy y el puente 5 de junio efectuado en el periodo agosto –octubre del año 2012*. Tesis de título. Obtenido de <https://studylib.es/doc/3665367/1093.pdf>
- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile / BCN. (16 de Mayo de 2016). *Marea Roja*. Obtenido de Departamento de estudios, extensión y publicaciones: <https://www.camara.cl/pdf.aspx?prmTIPO=DOCUMENTOCOMUNICACIONCUENTA&prmID=14444>
- Biologiaunam. (29 de Junio de 2015). *Oxígeno 02*. Obtenido de <https://biologiaunam.blogspot.com/2015/06/oxigeno-o2.html>
- Cabello, R. (2000). *Procesos Naturales y Antropogénicos asociados al evento de Mortalidad de Concha de Abanico ocurrido en la Bahía de Paracas*. Artículo, Pisco.
- Cabrera, C. (2002). *Estudio de la contaminación de las aguas costeras de la bahía de Chancay*. Tesis de maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.
- Cabrera, C. G., Dongo, M., Gómez, W., Vega, A., & Quispe, J. (2003). *Evaluación ambiental de la bahía de Paita*. Paita.
- Castro, L., Betancourt, J., & Casanova, R. (2001). *Influencia de la marea en la variación de los niveles de parámetros hidroquímicos en el Pacífico colombiano, (Ensenada de Tumaco)*. Obtenido de Dirección General Marítima, Autoridad Marítima Colombiana: <http://cecoldodigital.dimar.mil.co/385/>
- Dávila, J., & Valdés, A. (2015). *Revista de biología marina y oceanografía. SciELO*.
- De Arenas, N., & Serje, P. (2015). *Variación de la calidad del agua de la Ciénaga de la Virgen de la ciudad de Cartagena de Indias*. Tesis.
- Domínguez, J., & Orosco, R. (2008). *Evaluación ambiental 2003. Instituto del Mar Perú, Ancash, Huarney*. Artículo.
- Environmental Management & GIS. (09 de Octubre de 2015). *Mediciones de parámetros en campo de agua (PH, T°, CE, OD)*. Obtenido de <https://enmagis.blogspot.com/2015/10/medicion-de-parametros-en-campo-de-agua.html>
- Fraume, N. (2008). *Diccionario Ambiental*. ECOE Ediciones. Obtenido de <http://www.etp.com.py/fichaLibro?bookId=67769>
- García, I. (Julio de 2006). *Revisión de las Interacciones entre cetáceos y la pesquería marina peruana perspectivas para la conservación de cetáceos en el Perú*. Obtenido de Unidad de Investigaciones en Depredadores Superiores. Instituto del Mar del Perú (IMARPE): <file:///C:/Users/USER/Downloads/Garca-Godos2007.pdf>
- García, S. (2015). *Respuestas del océano superficial al forzante local del viento: Un estudio de variabilidad temporal en Chile centro-sur (36°30.8'S)*. Tesis de título.
- Guzmán, J., Castillo, M., Vásquez, S., & Delgado, E. (2000). *Evaluación de la calidad acuática en el área costera del Callao*. Lima.
- Guzmán, J., Castillo, M., Vásquez, S., & Delgado, E. (2000). *Evaluación de la calidad acuática en el área costera del Callao*. Artículo, Lima.
- Hernández, Fernández, & Baptista. (2010). *Metodología de la investigación*.
- Hernández, P. (2013). *Variaciones fisicoquímicas temporales en la laguna de Limoncocha, en el periodo 2012-2013*. Investigación.
- IMARPE. (2011). *Situación del Ambiente Marino Costero de la Bahía de Pisco durante la Varazón de mayo 2011. UMGMC-Laboratorio Costero de Pisco*. Pisco.
- Instituto del Mar del Perú. (26 de Mayo de 2016). *Reporte de varamiento de recursos hidrobiológicos frente al litoral de paracas*. Obtenido de Oficina de Comunicaciones e Imagen Institucional:

- [http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/archivos/noticia/imarpe\\_notic\\_np\\_varamiento\\_paracas.pdf](http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/archivos/noticia/imarpe_notic_np_varamiento_paracas.pdf)  
Laboratorio Costero de Pisco. (2013, 2014 y 2015). *Monitoreo del estado de la calidad ambiental en la Bahía de Pisco- Paracas*. Informes Anuales.
- Laboratorio Costero de Pisco. (2015). *Floración microalgal ocasionado por el dinoflagelado Akashiwo sanguinea, Bahía de Pisco*. Pisco.
- Lindo, C. (2014). *Factores que influyen en la calidad del agua potable según su procesamiento y almacenamiento en la urbanización Jardín, Sullana Abril - Junio 2014*. Investigación.
- Molina, P., & Castro, L. (2012). *Determinación de la calidad del agua mediante parámetros físico químicos y microbiológicos en la micro cuenca quebrada la estancia en González*. Investigación.
- Wyrski, K. (1962). *Oceanography Of The eastern Equatorial Pacific Ocean*. Obtenido de <https://swfsc.noaa.gov/uploadedFiles/Divisions/PRD/Programs/Ecology/Wyrski1966.pdf>

## **7.2 Fuentes bibliográficas**

- Guzmán, J., Castillo, M., Vásquez, S., & Delgado, E. (2000). *Evaluación de la calidad acuática en el área costera del Callao*. Lima.

## **7.3 Fuentes hemerográficas**

- IMARPE. (2011). *Situación del Ambiente Marino Costero de la Bahía de Pisco durante la Varazón de mayo 2011*. UMGMC-Laboratorio Costero de Pisco . Pisco.

## **7.4 Fuentes electrónicas**

- Avecillas, L. (2014). *Caracterización físico –químico del estero salado entre el puente de la avenida Kennedy y el puente 5 de junio efectuado en el periodo agosto –octubre del año 2012*. Tesis de título. Obtenido de <https://studylib.es/doc/3665367/1093.pdf>
- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile / BCN. (16 de Mayo de 2016). *Marea Roja*. Obtenido de Departamento de estudios, extensión y publicaciones: <https://www.camara.cl/pdf.aspx?prmTIPO=DOCUMENTOCOMUNICACIONCUENTA&prmID=14444>
- Biologiaunam. (29 de Junio de 2015). *Oxígeno 02*. Obtenido de <https://biologiaunam.blogspot.com/2015/06/oxigeno-o2.html>
- Castro, L., Betancourt, J., & Casanova, R. (2001). *Influencia de la marea en la variación de los niveles de parámetros hidroquímicos en el Pacífico colombiano, (Ensenada de Tumaco)*. Obtenido de Dirección General Marítima, Autoridad Marítima Colombiana: <http://cecoldodigital.dimar.mil.co/385/>
- Environmental Management & GIS. (09 de Octubre de 2015). *Mediciones de parámetros en campo de agua (PH, T°, CE, OD)*. Obtenido de

<https://enmagis.blogspot.com/2015/10/medicion-de-parametros-en-campo-de-agua.html>

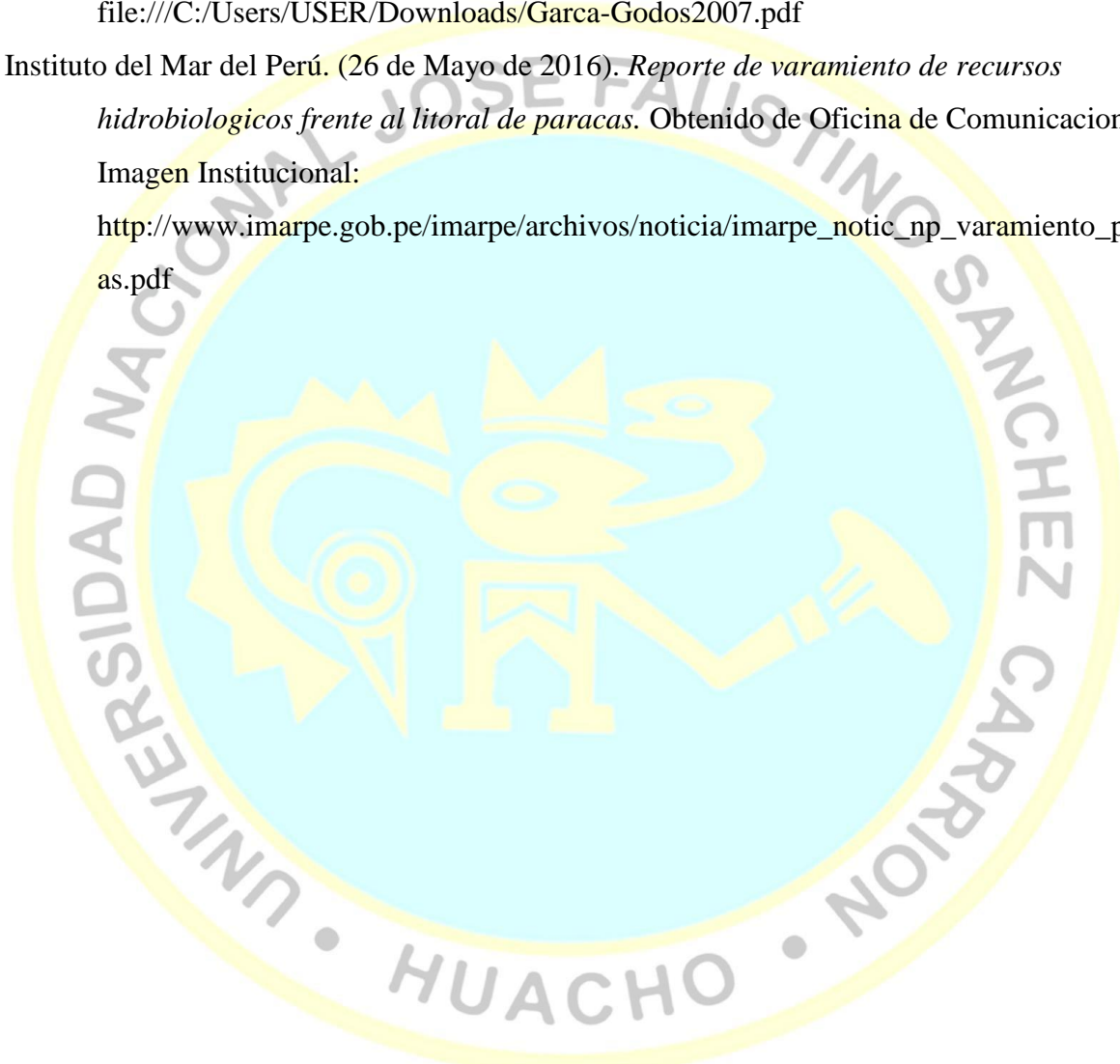
Fraume, N. (2008). *Diccionario Ambiental*. ECOE Ediciones. Obtenido de

<http://www.etp.com.py/fichaLibro?bookId=67769>

García, I. (Julio de 2006). *Revisión de las Interacciones entre cetáceos y la pesquería marina peruana perspectivas para la conservación de cetáceos en el Perú*. Obtenido de Unidad de Investigaciones en Depredadores Superiores. Instituto del Mar del Perú (IMARPE):  
file:///C:/Users/USER/Downloads/Garca-Godos2007.pdf

Instituto del Mar del Perú. (26 de Mayo de 2016). *Reporte de varamiento de recursos hidrobiológicos frente al litoral de paracas*. Obtenido de Oficina de Comunicaciones e Imagen Institucional:

[http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/archivos/noticia/imarpe\\_notic\\_np\\_varamiento\\_paracas.pdf](http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/archivos/noticia/imarpe_notic_np_varamiento_paracas.pdf)



## ANEXOS





PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGIA
¿Cuál es la variación del oxígeno disuelto como indicador en la calidad de agua en la Bahía de Paracas – Pisco entre los años 2013 al 2015?	Determinar la variación del oxígeno disuelto en la calidad de agua en la Bahía de Paracas – Pisco entre los años 2013 al 2015.	La variación del oxígeno disuelto como indicador en la calidad de agua en la Bahía de Paracas – Pisco presenta variación entre los años 2013 al 2015.	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE X :</b>  Variación del oxígeno disuelto          <b>: VARIABLE DEPENDIENTE Y:</b>  Calidad de agua.	<b>EJECUCION DE UN SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA PARA LA VARIACION DEL OXIGENO DISUELTO</b>  <b>X1:</b> Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.  <b>X2:</b> Aplicación controles de condiciones ambientales en calidad de agua.  <b>X3:</b> Desarrollar buenas metodologías para la toma de muestra del oxígeno disuelto.	<b>Población:</b> El estudio se realizó dentro de la Bahía de Paracas, es una bahía poco profunda de la costa del Perú localizada en el extremo sur de la bahía Pisco. El estudio se realizará entre los años 2013-2015.  <b>Muestra:</b> Se tomaron muestras de oxígeno disuelto en frascos winkler de 100 ml de capacidad, quienes brindaran los datos para medir las variables (X) y (Y).  <b>Tipo de investigación:</b> Descriptivo correlacional  <b>Enfoque:</b> Estadístico descriptivo e inferencial  <b>Diseño:</b> De tipo no experimental.
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS			
¿Cuál es la variación del oxígeno disuelto a nivel superficial?	Determinar la variación del oxígeno disuelto a nivel superficial en la Bahía de Paracas – Pisco.	La variación del oxígeno disuelto influye en la calidad de agua a nivel superficial en la Bahía de Paracas – Pisco, entre 2013 – 2015			
¿Cuál es la variación del oxígeno disuelto a nivel de fondo?	Determinar la variación del oxígeno disuelto a nivel de fondo en la Bahía de Paracas Pisco.	La variación del oxígeno disuelto influye en la calidad de agua a nivel de fondo. en la Bahía de Paracas – Pisco, entre 2013 – 2015			
¿Cuál es la variación del oxígeno disuelto a nivel estacional?	Determinar la variación del oxígeno disuelto a nivel estacional en la Bahía de Paracas - Pisco	La variación del oxígeno disuelto influye en la calidad de agua a nivel estacional en la Bahía de Paracas – Pisco, entre 2013 – 2015.	<b>MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE LA VARIACION DEL OXIGENO DISUELTO</b>  <b>Y1:</b> Evaluación histórica de la variación del oxígeno disuelto en bahía Paracas  <b>Y 2:</b> Programa de monitoreo de la variación del oxígeno disuelto.  <b>Y3:</b> Sistema de alerta temprana para la variación del oxígeno disuelto.		



# TOMA MUESTRAS DE OXÍGENO DISUELTO EN AGUA DE MAR EN CAMPO DE SUPERFICIE Y FONDO



**TITUTALACIÓN O VALORACIÓN DEL OXÍGENO DISUELTO EN EL  
LABORATORIO DE OCEANOGRAFÍA Y CALIDAD AMBIENTAL**



---

**Dr. JOSE VICENTE NUNJA GARCIA**  
**ASESOR**

---

**M(o). GUILLERMO RAMIREZ LA ROSA**  
**PRESIDENTE**

---

**M(o). PEDRO JAMES VASQUEZ MEDINA**  
**SECRETARIO**

---

**M(o). FREDESVINDO FERNANDEZ HERRERA**  
**VOCAL**

