

# “PROGRAMA DE MONITOREO DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES EN LA LAGUNA DE VALLE DE LAS GARZAS Y LAGUNA SAN PEDRITO, MANZANILLO, COLIMA, AÑO CUATRO”

## PROYECTO - TC1356.3

### Informe final

#### COORDINACIÓN TRATAMIENTO Y CALIDAD DEL AGUA SUBCOORDINACIÓN CALIDAD DEL AGUA

**IMTA**

*(Jefe de Proyecto)*  
**MC. Juan L. García Rojas**

**Muestreadores**  
**MC. Camilo Vázquez Bustos**  
**Q. Luis A. González Esquivel**  
**Erik G. Meza González**  
**Isidro Pérez García**

**API-Manzanillo**

**COORDINADORES DE PROYECTO**

**Q.F.B. Rosa Aurora Quiroz Dahas**  
**M. en C. Alejandro Abundis Santamaría**

México, 2013

## INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA

### Subcoordinación Calidad del Agua

***(Jefe de Proyecto)***

**MC. Juan L. García Rojas**



***(Subcoordinadora)***

**MC. Norma Ramírez Salinas**

### Responsables Técnicos por Ecofor

**Coordinador**

**Ing. Saúl Moreno Gómez**

**Vegetación y Flora**

**Dr. Ramón Cuevas Guzmán**

**Fauna**

**Irna. Edgar Adrián Gómez del Castillo**

**Programa de Reforestación**

**Dr. Christian Tovilla**

**Fauna Macrobénticas**

**Perla Edith Alonso Eguía Lis**

**Jaret Román Herácleo**

## COORDINADORES DE PROYECTO

**Administración Portuaria Integral de Manzanillo,  
Área de Ecología.**

**Q.F.B. Rosa Aurora Quiroz Dahas**

**M. en C. Alejandro Abundis Santamaría**

**Personal de apoyo de la Zona Portuaria de San Pedrito:**

**Capitán de Lancha de motor fuera de borda**

**C. Santos Castillo Guzmán**

## Índice Temático

	Página
Resumen ejecutivo	1
I ANTECEDENTES	2
I.I OBJETIVOS	2
II CALENDARIZACIÓN DE MONITOREOS	3
III METODOLOGÍA	4
III.1 TOMA DE MUESTRAS DE AGUA	4
III.1.1 Caracterización de la Calidad del Agua de las Lagunas San Pedrito y Las Garzas.	4
III.1.2 Toma de muestras puntuales de agua de cada uno de los puntos seleccionados.	6
III.1.3 Análisis de Laboratorio.	8
III.2 MUESTRAS DE SEDIMENTO (SUELO)	9
III.2.1 Toma de muestras puntuales de sedimentos de cada uno de los puntos seleccionados.	12
III.2.2 Análisis de Laboratorio	13
IV FLORA Y FAUNA PRESENTE EN LA ZONA DE MONITOREO	14
IV.1 Antecedentes	14
IV.2 SEGUIMIENTO DE LA POBLACIÓN FLORÍSTICA PARA LA LAGUNA DE LAS GARZAS	15
IV.2.1 Ubicación de los sitios de muestreo	15
V DINÁMICA DE LA COBERTURA EN LA LAGUNA DELAS GARZAS	24
V.1 Metodología	24
V.2 Cambios observados durante 2013	24
V.2.2 METODOLOGÍA PARA FAUNA	30
V.2.3 Resultados de Reforestación empleando <i>Conocarpus erectus</i> y <i>L. racemosa</i> en la Laguna de Las Garzas del sistema Lagunar de Cuyutlán en Manzanillo, Colima.	34
V.2.3.1 Localización del área de estudio	34
V.2.4 Etapas para la restauración-reforestación	38
V..2.4.1 Rehabilitación del suelo, limpieza y eliminación del arbolado muerto	38
V..2.4.2 Establecimiento del vivero	39
V..3 Análisis de la fauna macrobéntica de la laguna de las Garzas-San Pedrito, Manzanillo, Colima	46
V.4 Determinación de parámetros de Calidad en agua y sedimentos del Tablestacado Bandas B, C y D	48
VI RESULTADOS	50
VI.1 Monitoreo en tablestacado de Bandas (San Pedrito)	52
VI.2 Resultados de calidad del agua de parámetros incluidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996	61
VI.3 Análisis de la fauna macrobéntica de la Laguna de las Garzas-San Pedrito, Manzanillo, Colima	80
VI.3.1 Resultados del análisis de la comunidad de macroinvertebrados	81
VI.4 Resultados del seguimiento y censo de la población florística	98
VI.5 Resultados del seguimiento y censo de la información florística	105
VII CONCLUSIONES	109
VIII BIBLIOGRAFÍA	113
ANEXO 1 ARCHIVOFOTOGRAFICO	116
ANEXO 2. CATALOGO DE ESPECIES DE FLORA	137

## Índice de figuras

Figura No.		Página
1	Ubicación de los cuatro puntos de toma de muestras para Calidad de agua 2010-2013, en las Lagunas de Las Garzas y San Pedrito, Manzanillo, Colima.	9
2	Ubicación del punto de toma de muestras para Calidad del agua y sedimento incluido en 2013 en el sistema lagunar de Cuyutlán.	10
3	Dársena Zona Norte, punto numero uno de monitoreo para evaluación de Calidad del Agua	11
4	Muelle en el Mirador de la Garzas, punto numero dos de monitoreo para evaluación de Calidad del Agua	11
5	Descarga Planta de Tratamiento, punto numero tres de monitoreo y equipo multiparamétrico para evaluación de Calidad del Agua	12
6	Desembocadura punto número cuatro de monitoreo para evaluación de Calidad del Agua	12
7	Vaso II, en Laguna de Cuyutlán, punto numero cinco de monitoreo para evaluación de Calidad del Agua	13
8	Recipientes y volúmenes empleados en la toma de muestras para evaluación de Calidad del Agua	13
9	Sitios de muestreo de suelo sedimentario en 2010-2013, Laguna de San Pedrito	14
10	Sitios de muestreo de suelo sedimentario 2010 - 2013 en Laguna de Valle de las Garzas	15
11	Punto numero once correspondiente al Vaso II para el monitoreo de características fisicoquímicas de sedimento en la Laguna de Cuyutlán	16
12	Excavación en uno de los once puntos de monitoreo para toma de muestra y análisis de parámetros de campo en suelo y agua intersticial	17
13	Procesamiento de muestras en laboratorio de Calidad del Agua IMTA	18
14	Gráfico de frecuencias en relación al diámetro a la altura del pecho de la vegetación (DAP), en sitio 1	23
15	Gráfico de frecuencias en relación al diámetro a la altura del pecho de la vegetación (DAP), en sitio 2	23
16	Gráfico de frecuencias en relación al diámetro a la altura del pecho de la vegetación (DAP), en sitio 3	24
17	Gráfico de frecuencias en relación al diámetro a la altura del pecho de la vegetación (DAP), en sitio 4	24
18	Gráfico de frecuencias en relación al diámetro a la altura del pecho de la vegetación (DAP), en sitio 5	25
19	Delimitación de zona federal en la laguna de las Garzas	27
20	Ubicación de sitios de monitoreo en la laguna de las Garzas	31
21	Imágenes Landsat 1990-2013	30
22	Problemática de acumulación de sedimentos en 2013 después de los fenómenos meteorológicos 2011-2012	32
23	Material vegetal recolectado deshidratado a base de calor y posteriormente conservado antes de su identificación	33
24	Ubicación de los sitios de recorrido y colocación de trampas para caracterización de fauna en la Laguna de Valle de Las Garzas.	35
25	Recorrido nocturno en busca de herpetofauna	37
26	Trampa cámara para el monitoreo de fauna	38
27	Localización de Laguna de las Garzas, en la zona portuaria del Puerto de Manzanillo, Colima	40
28	Delimitación del área probable a reforestarse pro –restauración del sistema global de Lagunas de Cuyutlán	41
29	Vegetación de gramíneas, lianas y bejucos que aparecieron posterior al azolvamiento con la muerte del bosque de mangle <i>L. racemosa</i> que cubría el sitio.	44
30	Semillas adecuadas para la colecta que están a punto de desprenderse de las piñas.	45
31	Desarrollo de plántulas desde semilla hasta 56 días de desarrollo.	46
32	Espaciamiento entre planta/planta y surco/surco.	46
33	Utilización de hidromel para disminución de stress e incrementar la sobrevivencia de las plántulas	47
34	Aplicación de fertilizante sintético a las plantas	48
35	Recuperación de la mortalidad en la plantación	48
36	Desarrollo de diferentes especies competidoras	49
37	Poda de plantas de mangle botoncillo de ocho meses de edad	49
38	Monitoreos de la plantación, condición para el éxito del proyecto	50
39	Ambiente intersticial. Tamiz de 500 µm de abertura de malla	52
40	Draga de Ekman. Cuerda marcada por el que corre el mensajero que hace cerrar las “mandíbulas” o palas de la draga una vez apoyada sobre el sedimento a muestrear	53
41	Botella de van Dorn para toma de muestras de agua a profundidades variables	53
42	Toma de muestras de sedimento en las Bandas de San Pedrito	54
43	Laguna de San Pedrito y sitios de monitoreo de agua y sedimento en 2013	57
44	Parámetros bacteriológicos en agua de la Banda B en la Laguna de San Pedrito en 2013.	58
45	Parámetros de campo de la banda B1 y B2.	59
46	Parámetros de campo de la banda C1, C2 y C3 en 2013.	60

47	Parámetros de campo del Muelle Pesquero y la banda D1.	61
48	Comportamiento de oxígeno disuelto de la Banda D y el Muelle Pesquero en 2013	62
49	Comportamiento de oxígeno disuelto de las Bandas, el Muelle Pesquero y la Desembocadura de San Pedrito en 2013	62
50	Puntos de monitoreo de agua y sedimento en las dos principales islas de la Laguna de Valle de Las Garzas	63
51	Parámetros bacteriológicos de agua en la Isla A SUR de la Laguna de valle de Las Garzas	63
52	Parámetros bacteriológicos de agua en la Isla B NORTE, de la laguna de Valle de Las Garzas	64
53	Parámetros de campo en agua en las dos principales islas de la Laguna de Valle de Las Garzas	64
54	Parámetros fisicoquímicos de calidad del agua en la isla A de la Laguna de Valle de Las Garzas en 2013	65
55	Parámetros fisicoquímicos de calidad del agua en la isla B de la Laguna de Valle de Las Garzas en 2013	65
56	Dinámica 2010-2013 del comportamiento de sólidos suspendidos totales en agua con relación a los límites máximos permisibles señalados en la NOM-001.	66
57	Dinámica 2010-2013 del comportamiento de sólidos sedimentables en agua con relación a los límites máximos permisibles señalados en la NOM-001.	67
58	Dinámica 2010-2013 del comportamiento de grasas y aceites en agua con relación a los límites máximos permisibles señalados en la NOM-001.	68
59	Dinámica 2010-2013 del comportamiento de DBO <sub>5</sub> en agua con relación a los límites máximos permisibles señalados en la NOM-001.	69
60	Dinámica 2010-2013 del comportamiento de Nitrógeno total en agua con relación a los límites máximos permisibles señalados en la NOM-001.	70
61	Dinámica 2010-2013 del comportamiento del Fósforo total en agua con relación a los límites máximos permisibles señalados en la NOM-001.	71
62	Dinámica 2010-2013 del comportamiento de la DQO en agua con relación a los criterios de calidad de CONAGUA	75
63	Dinámica 2010-2013 del comportamiento de alcalinidad en agua.	76
64	Dinámica 2010-2013 del comportamiento de N-NO <sub>3</sub> en agua.	77
65	Dinámica 2010-2013 del comportamiento de sólidos disueltos totales en agua.	78
66	Dinámica 2010-2013 del comportamiento de Sulfatos en agua.	79
67	Dinámica 2010-2013 del comportamiento de cloruros en agua.	80
68	Dinámica 2010-2013 del comportamiento de fenoles en agua.	81
69	Dinámica 2010-2013 del comportamiento de la dureza total en agua.	82
70	Coliformes totales en agua en julio, septiembre y noviembre 2010-2013, el LMP de la NOM-001 es de 1000-2000 NMP/100 mL	83
71	Coliformes fecales en agua en julio, septiembre y noviembre 2010-2013, el LMP de la NOM-001 es de 1000-2000 NMP/100 mL.	84
72	Dinámica de los parámetros bacteriológicos Coliformes totales, Coliformes fecales y <i>Escherichia coli</i> durante 2010-2013.	85
73	Ubicación de sitios de toma de muestra para fauna macrobéntica	86
74	Organismos bentónicos colectados en la Isla B Centro	90
75	Organismos bentónicos colectados en la Isla B Norte	91
76	Organismos bentónicos colectados en la Isla B Sur	92
77	Organismos bentónicos colectados en la Isla A Norte	95
78	Organismos bentónicos colectados en el Muelle Pesquero	97
79	Organismos bentónicos colectados en la Banda D 1	97
80	Organismos bentónicos colectados en la Banda C 1.	98
81	Organismos bentónicos colectados en la Banda C 2	98
82	Organismos bentónicos colectados en la Banda C3	99
83	Organismos bentónicos colectados en la Banda B 2	100
84	Organismos bentónicos colectados en la Banda B 3	101
85	Número de especies por familia censadas en el área de estudio	105

## Índice de Tablas

Tabla No.		Pagina
1	Calendarización de los monitoreos para el año cuatro (2013)	8
2	Ubicación y reposición de sitios de muestreo florístico permanentes la zona de San Pedrito y Las Garzas	20
3	Análisis dasométrico del arbolado en los sitios permanentes	22
4	Resumen de características de hábitat para 5 sitios	26
5	Cambios en la cobertura en el polígono (ha) 1990-2013	30
6	Localización satelital de la zona a reforestar	41
7	Límites permisibles en agua para los parámetros monitoreados en la zona de San Pedrito	55
8	Tabla de escalas de clasificación de calidad del agua para los parámetros de DBO5, DQO y SST monitoreados en la zona de San Pedrito y Las Garzas.	56
9	Parámetros fisicoquímicos medidos en cada punto de muestreo	86
10	Estructura de la comunidad de macroinvertebrados de la Laguna de Las Garzas y San Pedrito	87
11	Listado de taxa encontrados en la Laguna de Las Garzas	88
12	Principales cambios en la cobertura vegetal en el año 2013	104
13	Número de especies por familia y género	104
14	Censo de número de especies por familia enlistadas durante el monitoreo 2013	106
15	Censo de familias, biotipos y su estado de riesgo	108
16	Vertebrados identificados dentro de la Laguna Las Garzas	111
17	Censo de aves por familia, nombre científico, nombre común, estado de protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010	112
18	Censo DE especies de reptiles incluyendo nombre científico, nombre común, estatus de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010	113
19	Censo de especies de mamíferos, incluyendo nombre científico, nombre común, estatus de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010	114
20	Registro de la única especie de anfibio censado en la zona de estudio, incluyendo nombre científico, nombre común, estatus de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010	114

México, 2013

## RESUMEN EJECUTIVO

Los resultados que se describen en el presente informe parcial están suscritos al seguimiento al oficio resolutivo S.G.P.A./DGIRA/DDT/1383.05 emitido por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales en materia de Impacto Ambiental derivado del Proyecto “Puerto de Manzanillo, Programa Maestro de Desarrollo 2000-2010” con el fin de lograr una visión integral del impacto de estas nuevas instalaciones, se establece el sistema de monitoreo como parte del programa de restauración de la Laguna de las Garzas 2010-2020. Este programa de monitoreos se inicia en el año 2010 realizándose monitoreos mensuales para evaluar los componentes agua, suelo, flora y fauna lagunar dentro del área de influencia del proyecto.

En este contexto en el año 2010, los monitoreos mensuales se realizaron en el periodo abril-diciembre, durante 2011 en la segunda campaña, se llevaron a cabo en el periodo marzo-diciembre. En el año 2012 se realizó el tercer programa de monitoreos durante el periodo Abril-Diciembre. Para el año cuatro de este programa de monitoreo (2013), se redujo la frecuencia del monitoreo, solo se incluirán un muestreo en Abril que desarrolló la API y tres en los que participará el IMTA, uno en Julio, otro en Septiembre y el último a finales de noviembre y principios de Diciembre. Cabe resaltar que para este año se realizó un cambio, debido a las condiciones de similitud en sus resultados con el Mirador de las Garzas se eliminó el punto Detrás del Campo Militar y se sustituyó por el punto de Desembocadura de la Laguna de San Pedrito. También en este año de monitoreo 2013, se incluyeron puntos en la zona definida como de Bandas del Puerto interior de la Laguna de San Pedrito, así como, toma de muestras puntuales en las Isletas artificiales de la Laguna de Las Garzas.

De esta manera, se presenta un panorama de resultados de Calidad del Agua en términos de parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos no solo de lo que se había monitoreado en los años 2010-2012, sino que con los nuevos puntos de 2013 se pueden obtener valoraciones comparativas ampliadas del comportamiento de los parámetros evaluados con los anteriores tres años, todos en relación al cumplimiento de los límites máximos permisibles de la NOM-001-SEMARNAT-1996. Con estas bases comienza a manifestarse el panorama integral de la situación ambiental de los últimos cuatro años cumpliendo así, una de las metas de acuerdo al oficio S.G.P.A./DGIRA/DDT/1383.05.

## I. ANTECEDENTES

Como parte del programa de restauración de la Laguna de Valle de las Garzas 2010-2020 en la zona portuaria de Manzanillo Colima, que abarca parte de las Lagunas de Valle de “Las Garzas” y “San Pedrito” se inicio desde el año 2010 un plan de monitoreos mensuales para evaluar los componentes agua, suelo, flora y fauna lagunar, de tal manera que en el presente informe se analizan comparativamente los resultados del 2013 con aquellos que ya se tienen de 2010, 2011 y 2012. Cabe señalar que en el año 2013 se incluyó el punto de la Desembocadura de San Pedrito. En el presente informe, se analizan solamente los resultados de parámetros fisicoquímicos del periodo de abril – diciembre de 2013, evaluando comparativamente los resultados 2013 con los determinados en los años 2010-2011-2012.

Con la observación y análisis comparativo de los resultados observados en 2010 –2013, se pretende visualizar de manera integral la situación ambiental de los últimos cuatro años de la zona de Las Garzas, San Pedrito y Cuyutlán, para lograr esta meta, correspondiente al programa de restauración de la laguna de las Garzas 2010-2020, para el año 2013, se plantearon los siguientes objetivos.

### I.1 Objetivos

1. Realizar muestreo y evaluar la calidad de los componentes ambientales agua y suelo en el área de influencia del proyecto, así como la descripción de la vegetación y la fauna en la Laguna de Las Garzas, Laguna de San Pedrito y vaso de captación de la Laguna de Cuyutlán.
2. Descripción de la vegetación y la fauna en la Laguna de Las Garzas y Laguna de San Pedrito.
3. Cuantificación de microfauna de invertebrados presentes en sedimento de las Islas de Manglar en el Valle de las Garzas, y en sedimento del Puerto Interior.
4. Cuantificación de *Enterococos* y *Salmonella* presentes en sedimento de las Islas de Manglar en el Valle de las Garzas, en el Puerto Interior.
5. Cuantificación de granulometría en sedimento de las Islas de Manglar en el Valle de las Garzas y en el Puerto Interior.
6. Con base en los resultados del año 2010, 2011 y 2012 realizar el diagnóstico y la dinámica comparativa de la situación ambiental en el área de influencia del proyecto.

La estrategia metodológica en términos generales para cumplir cada una de los objetivos del presente año de monitoreos es la siguiente:

Para las matrices Agua y suelo:

1. Establecimiento de los puntos de muestreo en la conformación de las Islas de Manglar.
2. Colecta de muestras en los puntos de muestreo ya establecidos.
3. Envío de muestras inmediatas y transporte de muestras para realización de análisis.
4. Informe de resultados

Para la búsqueda de Macroinvertebrados acuáticos

1. Colecta de muestras en los puntos determinados
2. Transporte de muestras para determinación de macroinvertebrados acuáticos
3. Informe de resultados

Para los aspectos de Vegetación y Fauna

1. Inspección, reacondicionamiento y realización de monitoreos en los puntos establecidos
2. Informe preliminar
3. Informe final.

## II. CALENDARIZACIÓN DE MONITOREOS

En la tabla 1, se muestra el calendario general del programa de monitoreos que se realizaran para la campaña de 2013.

Tabla 1. Calendarización de los monitoreos para el año cuatro (2013).

Mes	abril	abril-mayo	mayo	mayo	mayo-junio	junio	junio	junio	junio	Julio	Julio	Julio	Julio-Agosto	Agosto	Agosto	Agosto	Agosto-Sept	Sept	Sept	Sept	Sept	Sept-Oct	Octubre	Octubre	Octubre	Oct-Nov	Noviembre	Noviembre	Noviembre	Nov-Diciem	Diciembre				
Fechas	22-28	29-05	6-12	13-19	20-26	27-2	3-9	10-16	17-23	24-30	01-07	08-14	15-21	22-28	29-4	5-11	12-18	19-25	26-01	02-08	09-15	16-22	23-29	30-06	07-13	14-20	21-27	28-03	04-10	11-17	18-24	25-01	02-08		
AGUA		<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>										<input checked="" type="checkbox"/>								<input checked="" type="checkbox"/>														
SEDIMENTO		<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>										<input checked="" type="checkbox"/>								<input checked="" type="checkbox"/>														
FAUNA													<input checked="" type="checkbox"/>																						
FLORA													<input checked="" type="checkbox"/>																						
MACROINVERTEBRADOS ACUATICOS																																			
ENTREGA DE REPORTES																																			<input checked="" type="checkbox"/>
		<input checked="" type="checkbox"/>	Monitoreo personal API programados normales																																
		<input checked="" type="checkbox"/>	Monitoreos IMTA agua y sedimentos																																
		<input checked="" type="checkbox"/>	Monitoreos de Flora y Fauna																																
		<input type="radio"/>	Monitoreos una sola vez, Islas de mangle, tablestacado de bandas A, B y C.																																

### III.-METODOLOGÍA

#### III.1.- TOMA DE MUESTRAS DE AGUA

Los sitios definidos para la toma de muestras de agua fueron establecidos desde 2010 y se pueden observar en la figura 1, en el año 2013 se elimino el punto de Atrás del campo Militar.

##### III.1.1.- Caracterización de la Calidad del Agua de las Lagunas San Pedrito y Las Garzas

Los recorridos de monitoreo se realizaron de acuerdo a la calendarización, la toma de cuatro muestras de agua (figura 1), fue en los puntos siguientes:

- Dársena Zona Norte (Figura 3).
- Mirador de Las Garzas (Figura 4).
- Descarga Planta de tratamiento (Figura 5)
- Desembocadura (Figura 6).
- Vaso II (Figura 2 y 7).

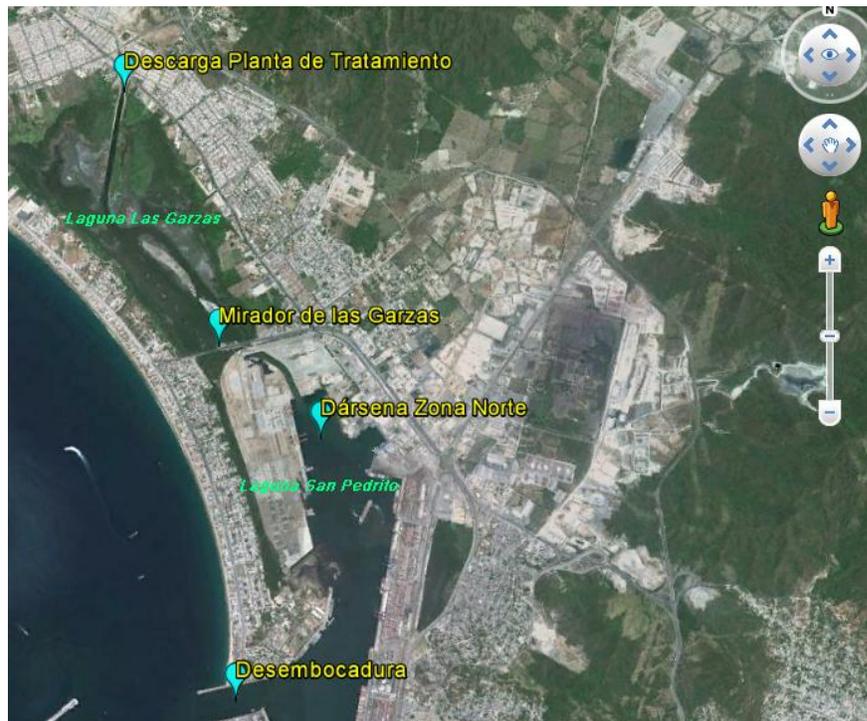


Figura 1. Ubicación de los cuatro puntos de toma de muestras para Calidad de agua 2010-2013, en las Lagunas de Las Garzas y San Pedrito, Manzanillo, Colima.



Figura 2. Ubicación del punto de toma de muestras para Calidad del agua y sedimento incluido en 2013 en el sistema lagunar de Cuyutlán.

La metodología que se aplicó estuvo basada en los parámetros para la verificación del cumplimiento de la norma NOM-001-SEMARNAT-1996.

Las muestras se consideraran puntuales en cada una de las fechas de monitoreo de las Lagunas de San Pedrito y Las Garzas.

### III.1.2.- Toma de muestras puntuales de agua de cada uno de los puntos seleccionados.



Figura 3.- Dársena Zona Norte, punto numero uno de monitoreo para evaluación de Calidad del Agua.

Se realizó una toma de muestra puntual para los parámetros que marca la NOM-001-SEMARNAT-1996, que son: grasas y aceites, sólidos sedimentables, sólidos disueltos totales, sólidos suspendidos totales, demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), nitrógeno de nitratos, fósforo total, cloruros, alcalinidad, sulfatos, DQO, dureza total, fenoles, cianuros, metales (arsénico, cadmio, cobre, cromo, mercurio, níquel, plomo y zinc), coliformes totales, coliformes fecales y *E. coli*.



Figura 4.- Muelle en el Mirador de la Garzas, punto numero dos de monitoreo para evaluación de Calidad del Agua.

El muestreo cumplió con la NMX-AA-003-1980 para la toma, preservación y envió de muestras al laboratorio de Calidad del Agua.

Se midieron parámetros puntuales de campo; pH, Temperatura, Conductividad y salinidad. El equipo que se utilizó fue un equipo multiparámetro que cumple con requisitos establecidos en la NMX-017025-IMNC-2006, para determinación de parámetros de campo, con sondas para medición de pH, Temperatura, Conductividad, Salinidad, y Oxígeno Disuelto (Figura 5).



Figura 5.- Descarga Planta de Tratamiento, punto numero tres de monitoreo y equipo multiparamétrico para evaluación de Calidad del Agua.



Figura 6.- Desembocadura, punto numero cuatro de monitoreo para evaluación de Calidad del Agua.

Las muestras para determinación de Calidad del Agua se procesaron en laboratorio comparando con los parámetros de la NOM-001-SEMARNAT-1996.



Figura 7.- Vaso II, en Laguna de Cuyutlán, punto numero cinco de monitoreo para evaluación de Calidad del Agua.

### II.1.3.- Análisis de Laboratorio.

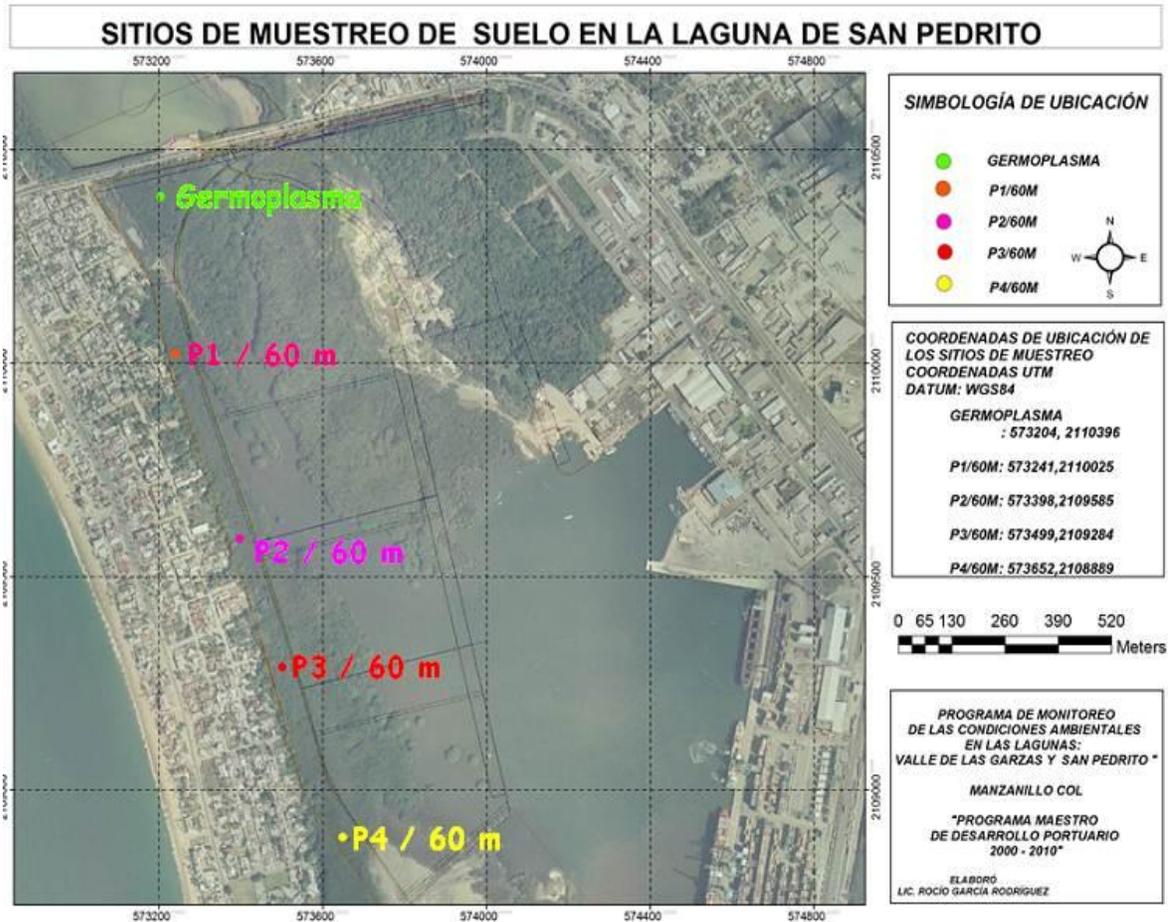
De las muestras puntuales de agua se determinaron los parámetros señalados en la NOM-001-SEMARNAT-1996 y preservados conforme a normatividad para cada uno de ellos (figura 8).



Figura 8.- Recipientes y volúmenes empleados en la toma de muestras para evaluación de Calidad del Agua.

### III.2.- MUESTRAS DE SEDIMENTO (SUELO)

Se realizó la toma de muestras en 11 puntos de monitoreo, para evaluar las condiciones fisicoquímicas del sedimento (suelo) cinco muestras en la Laguna de San Pedrito, cinco en la Laguna de Las Garzas y una en Cuyutlán (ver Figura 9, 10 y 11).

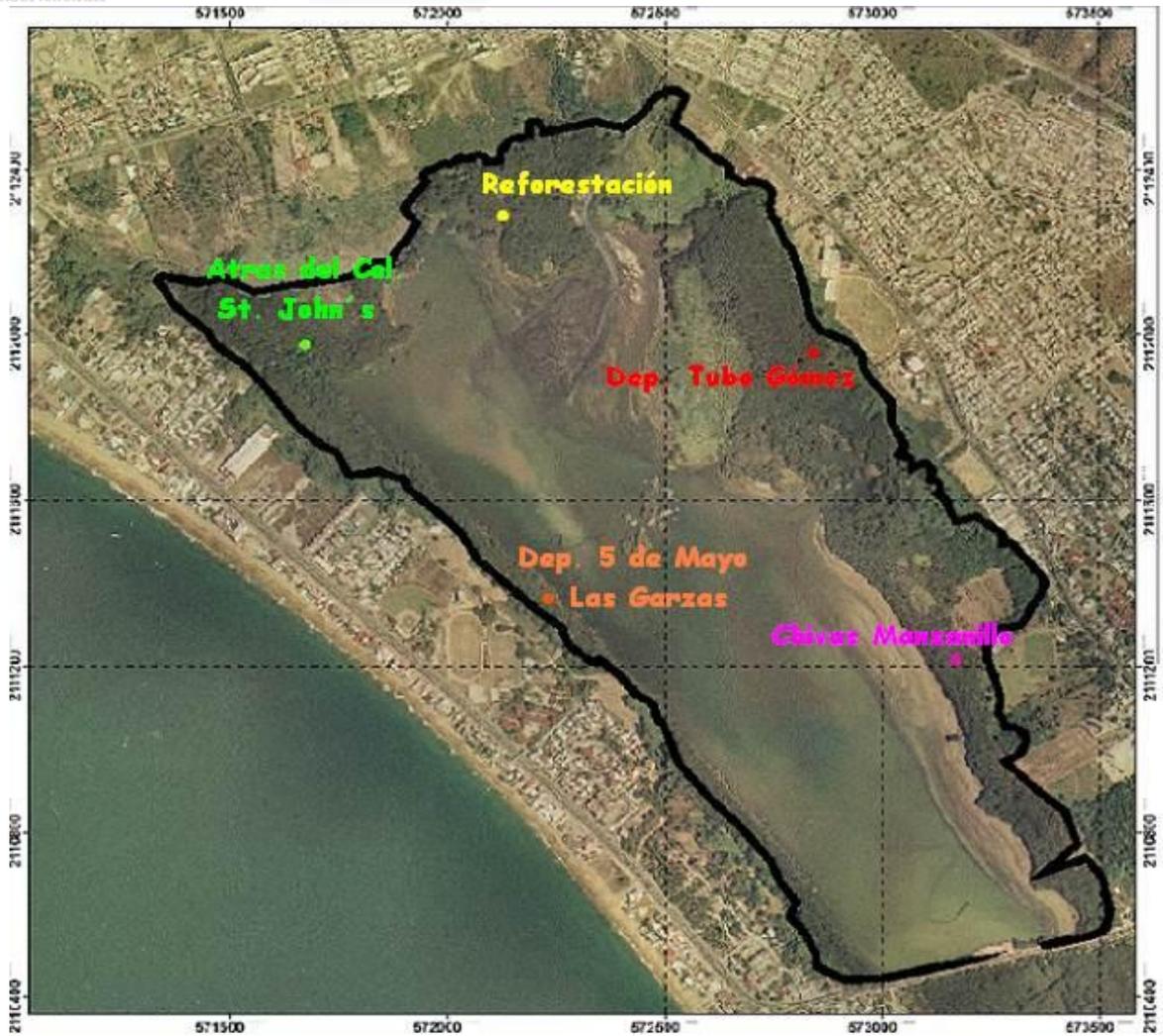


(Mapa Modificado) Cortesía de Lic. Rocío García Rodríguez

Figura 9. Sitios de muestreo de suelo sedimentario en 2010-2013, Laguna de San Pedrito.

Los cinco sitios determinados para la evaluación de sedimentos en la Laguna de San Pedrito fueron:

1. Germoplasma
2. M1 en franja de 60 m
3. M2 en franja de 60 m
4. M3 en franja de 60 m
5. M4 en franja de 60 m



(Mapa Modificado) Cortesía de Lic. Rocío García Rodríguez

Figura 10. Sitios de muestreo de suelo sedimentario 2010 - 2013 en Laguna de Valle de las Garzas.

Los cinco sitios dentro de la Laguna de Valle de las Garzas fueron:

6. Las Garzas Deportiva
7. Las Garzas Reforestación
8. Campo Chivas Manzanillo
9. Dep. "Tubo Gómez"
10. Atrás Colegio St. John's

Finalmente el sitio numero once de las muestras de sedimento en 2013, el cual fue incluido desde el año 2012, corresponde al Vaso II en la Laguna de Cuytlán (figura 11).



Figura 11. Punto numero once correspondiente al Vaso II para el monitoreo de características fisicoquímicas de sedimento en la Laguna de Cuyutlán.

Se realizó el monitoreo y muestreo de acuerdo a la calendarización para la toma de once muestras de sedimento en los puntos señalados en los mapas anteriores:

Las muestras fueron puntuales en cada una de las fechas de monitoreo de las Lagunas de San Pedrito, Las Garzas y Cuyutlán.

### III.2.1.- Toma de muestras puntuales de sedimento de cada uno de los puntos seleccionados.

Debido a que en México no están normados los parámetros de suelo o sedimento de manglar, desde 2010 hasta 2013 se han analizado algunos parámetros que marca la NOM-001-SEMARNAT-1996, que son: nitrógeno de nitratos, fósforo total, materia orgánica, Boro, Cu, Zn, Ca, Fe, K, Mg, Mn y Na.

El muestreo cumplió con la NMX-AA-003-1980 para la toma, preservación y envío de muestras al laboratorio de Calidad del Agua. En campo se midieron parámetros puntuales de campo; pH, Temperatura, Conductividad y salinidad.

La medición de pH se realizó tanto en suelo como en el agua intersticial acumulada después de haber definido el perfil para toma de sedimento (cuadro de 30 cm x 30 cm aproximadamente con profundidad de 30cm a 40 cm, figura 12).

Durante cada uno de los monitoreos programados se realizó la determinación de pH en el suelo acorde a la NMX-AA-008- SCFI-2011. Los equipos y procedimientos utilizados en la medición estarán incluidos en un sistema de aseguramiento de calidad y fueron calibrados como lo marca el procedimiento en la NMX-AA-003-1980.

Durante cada uno de los monitoreos programados se realizó la determinación de temperatura en suelo y agua intersticial en acorde a la NMX-AA-007-SCFI-2000. Los equipos y procedimientos utilizados en la medición están incluidos en un sistema de aseguramiento de calidad y fueron calibrados como lo marca el procedimiento en la NMX-AA-003-1980.

Durante cada uno de los monitoreos programados se realizó la determinación de conductividad específica en el agua intersticial y suelo acorde a la NMX-AA-093-SCFI-2000. Los equipos y procedimientos utilizados en la medición están incluidos en un sistema de aseguramiento de calidad y fueron calibrados como lo marca el procedimiento en la NMX-AA-003-1980.



Figura 12. Excavación en uno de los once puntos de monitoreo para toma de muestra y análisis de parámetros de campo en suelo y agua intersticial.

## Análisis de SALINIDAD en agua y suelo.

Durante cada uno de los monitoreos programados se realizó la determinación de salinidad en agua intersticial y suelo directamente con el equipo multiparamétrico YSI-556, el cual una vez calibrada la conductancia electrolítica el equipo se ajusta automáticamente para salinidad. En el caso de parámetros como estos últimos en que no existe normatividad, todos los equipos y procedimientos utilizados en la medición están incluidos en un sistema de aseguramiento de calidad y fueron calibrados como lo marca el procedimiento en la NMX-AA-003-1980.

### III.2.2. Análisis de Laboratorio.

De las muestras puntuales de SUELO se determinaron los parámetros ya indicados y se preservaron conforme a normatividad para cada uno de ellos, según el procedimiento marcado por la NOM-001-SEMARNAT-1996 (figura 13).

Se elaboró un reporte individual de muestreo y resultado de los análisis de cada muestra de sedimento de acuerdo al formato del laboratorio de Calidad del Agua del IMTA, mismos que se entregaran junto con el informe final definitivo.

El equipo de campo necesario para la medición de pruebas como pH, temperatura, conductividad específica, localización geográfica, consistió en potenciómetros, termómetros o termopares acoplados a otros equipos de medición, conductímetros y geoposicionadores. Cada equipo analítico dispone de sus registros de uso, mantenimiento y calibración tal como lo dispone la NMX-EC-017025-2006, norma bajo la cual se enmarca el acreditamiento de laboratorios. Los reactivos químicos utilizados para la preservación de las muestras, tales como tiosulfato de sodio, ácido clorhídrico, ácido sulfúrico, sulfato de cobre, ácido nítrico, hidróxido de sodio, acetato de zinc y otros que se usaron, fueron grado analítico ACS al menos y para el caso de preservadores para metales serán de bajo contenido de metales.



Figura 13. Procesamiento de muestras en laboratorio de Calidad del Agua IMTA.

## IV.- FLORA Y FAUNA PRESENTES EN LA ZONA DE MONITOREO

### IV.1 Antecedentes

La zona costera es una zona con diversas e intensas interacciones biológicas, químicas y socioeconómicas, donde ocurre un dinámico intercambio de energía y materiales entre el continente, las aguas dulces, la atmosfera y el mar adyacente que determina distintos ambientes como lagunas y estuarios (Barnes, 1980). México está rodeado por una línea litoral de 11 600 km en la que existen alrededor de 1,567,000 hectáreas cubiertas por superficies lagunares o estuáricas (De la Lanza Espino y Rodríguez-Mendieta; 1993), donde se distribuyen 128 grandes ecosistemas costeros, todos con diferencias en su comportamiento, extensión, productividad y propiedades ecológicas lo que les confiere especial particularidad (Contreras, 2000).

Las lagunas costeras poseen comunicación con el mar que puede ser permanente o efímera separada por algún tipo de barrera, donde se encuentran masas de agua de diferentes características lo que genera fenómenos peculiares en su comportamiento físico, químico y biológico; que las hace ambientes altamente productivos particularmente en las zonas tropicales las lagunas costeras son altamente diversas en especies y hábitats, utilizadas comúnmente para la protección, alimentación y reproducción de muchos organismos. Estos ecosistemas brindan servicios ambientales como zonas de refugio, alimentación y crecimiento de estadios juveniles de muchas especies (aves, peces, crustáceos, etc.), actúan como sistemas naturales de control de inundaciones y como barreras contra huracanes, contribuyen en el mantenimiento de procesos naturales tales como respuestas a cambios en el nivel del mar, mantienen procesos de sedimentación, son refugio de flora y fauna silvestre, poseen un alto valor estético y recreativo (Contreras et al; 2002).

Una gran proporción de la población humana vive aledaña a estos sistemas biocomplejos, y es por esto que se ven alterados por actividades urbanas, agrícolas e industriales que deteriora y aumenta su vulnerabilidad (Magurran, 1991). Entre los principales peligros que amenazan estos ecosistemas modificando su estructura y los procesos naturales se encuentran el uso incontrolado de agroquímicos, la alteración producida por la tala de la vegetación natural que las rodea y la modificación de su circulación interior por el dragado incorrecto o el desvío de los cauces naturales de los ríos.

El deterioro ambiental de las lagunas costeras incrementa su fragilidad ante los impactos del cambio climático (Day et al. 2002), por lo que actualmente estos ecosistemas requieren de especial interés pues es de vital importancia aplicar un manejo ecosistémico basado en la integridad ecológica como elemento base para el desarrollo social y económico sustentable (Beaumont et al; 2008) en vista de lograr una recuperación y conservación de estos ambientes en nuestro país.

El manejo adecuado y sustentable de los recursos naturales es una actividad en donde la participación por parte de diversos sectores es de vital importancia. Es fundamental mejorar las estrategias de desarrollo sustentable pues dada la importancia de las lagunas costeras el hombre está obligado a conservarlas y protegerlas así como a los mecanismos que ahí se desarrollan, así también debe vigilar que este desarrollo se lleve a cabo sin

contratiempo para poder mantener esta riqueza y la fuente de sustento para la población (Contreras et al. 2002).

## IV.2 SEGUIMIENTO DE LA POBLACIÓN FLORÍSTICA PARA LA LAGUNA DE LAS GARZAS Y LAGUNA DE SAN PEDRITO

### IV.2.1 Ubicación de los sitios de muestreo:

Para cumplir los objetivos del seguimiento de la población florística en Las Garzas y San Pedrito se plantearon dos estrategias esenciales:

- Ubicar cinco sitios permanentes de monitoreo distribuidos en las Lagunas de Valle de Las Garzas y San Pedrito y realizar recorridos de observación de flora y fauna, colecta y transporte de ejemplares para identificación precisa de especies.
- Establecer y caracterizar parcelas de muestreo

Se remidieron 5 sitios permanentes establecidos desde el 2010, las coordenadas de ubicación de los sitios se presentan en la tabla 2. Dentro de cada sitio, se tomaron los datos dasométricos al arbolado mayor a 7.5 cm de diámetro normal.

Tabla 2.- Ubicación y geoposición de sitios de muestreo florístico permanentes.

SITIOS	Descripción de ubicación	Coordenadas Utm WGS 84	
		X	Y
1	Unidad 5 de Mayo	572210	2111329
2	Campo Chivas	573152	2111209
3	Reforestación 2009	572826	2111960
4	Unidad 18 de Marzo	571641	2112006
5	Manglar Norte	572199	2112390

SITIO 1.- En el área que corresponde a las Coordenadas 19°05'33" N y 104°18'15.1" O, en la localidad conocida como Laguna del Valle, municipio de Manzanillo, Colima, a los 20-30 m de altitud. Se registra un manglar de *Laguncularia racemosa*, con altura de 10-12 m y diámetros de 15-20 cm. Otras especies arbóreas en el área son: *Tabebuia rosea*, *Avicennia germinans*, *Pithecellobium lanceolatum*, *Capparis flexuosa*, *Ficus sp* y algunos individuos de *Terminalia catapa*.

Se observa una variación a escala pequeña en el área. Hay espacios donde hay mucha *Laguncularia* muerta, lo cual parece deberse a algún fenómeno relacionado con la dinámica hidrológica. Hay espacios abiertos desde uno pocos metros hasta de cerca de un cuarto de hectárea dominado por *Batis marítima*, en las áreas inundadas o donde el manto freático se encuentra a nivel del suelo. Conforme hay una disminución en el manto freático y este se hace más profundo y hay un alejamiento de la laguna, lo que podría estar generando una disminución en la salinidad, otras especies forman bosquesitos y se tornan más abundantes en densidad como es el caso de *Pithecellobium lanceolatum*, *Acacia hindsii* y *Bravaisia integerrima*.

En las áreas periféricas al manglar se observaron bosques de *Pithecellobium laceolatum*. Los individuos presentan alturas de 10-12 m y diámetros de 20-40 cm. Otras áreas se encuentran cubiertas en su mayoría por *Bravaisia integerrima*, los individuos de esta vegetación alcanzan hasta 16-18 m de altura, caracterizados por la presencia de raíces adventicias (Figura 14).

Rodeando a esta área y a unos 100-200 m fuera de manglar se presenta una vegetación secundaria, dominada en su mayoría por gramíneas. Otras especies observadas fueron: *Ipomoea purpurea*, *Ricinus communis*, *Chloris gayana*, *Melinis repens*, *Urochloa maxima*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Mimosa pigra*, *Digitaria bicornis*, *Cenchrus echinatus*, *Panicum purpurascens*, *Boerhavia diffusa*, *Amaranthus hybridus*, *Trianthema portulacastrum* y *Euphorbia sp.*

SITIO 2.- Cerca de la zona de descarga de uno de los canales de aguas negras, en las coordenadas 19°06'0.9" N y 104°18'31" O, a 25 m de altitud. Se encontró un bosque de *Laguncularia racemosa*, de 14-16 m de altura con individuos con diámetros entre 20-30 cm. Se trata de un bosque monoespecífico en su estrato más alto y el sotobosque está dominado por el helecho *Acrostichum danaeifolium*, el cual parece verse favorecido por la incidencia de las aguas negras y las partículas que en ella vienen (Figura 15).

SITIO 3.- Se encuentra a los 19°06'11.6" N y 104°18'53.5" O, a un altitud de 15 m. Corresponde a un bosque de *Laguncularia racemosa* con individuos de 14-15 m de altura, 15-25 cm de diámetro, además de pequeñas áreas reforestadas con *Laguncularia*, con individuos de 0.5-1.5 m de altura. Otras especies observadas fueron: *Acrostichum danaeifolium*, *Pithecellobium lanceolatum*, *Cissus verticillata*, *Solanum torvum*, *Terminalia catapa*, *Ficus insipida*, *Annona muricata*, *Trichostigma octandrum*, *Agdestis clematidea*, *Serjania sp.*, *Bravaisia integerrima* y *Panicum purpurascens*, (Figura 16)

SITIO 4.- Área localizada a los 19°06'01.3" N y 104°19'09.7" O, a los 22 m de altitud. Se encontró un bosque de *Laguncularia racemosa* de 12-14 m de altura, 10-15 cm de diámetro. Se observa una gran cantidad de tocones de *Laguncularia* de individuos entre 10-15 cm de diámetro, los cuales posiblemente se aprovechen para poste o morillos. El manglar se encuentra flanqueado por un área de 1-2 ha completamente cubierta por *Batis maritima*, con algunos individuos mezclados de *Frankenia*. En la parte aledaña al área de *Batis* se localiza un bosquecillo de *Prosopis juliflora* y algunos individuos de *Conocarpus erectus*.

Dentro del manglar se observó a *Acrostichum danaeifolium*, *Rhizophora mangle*, *Ficus insipida*, *Guazuma ulmifolia*, *Ficus sp.*, y *Areca sp.* Pegado a la laguna se observaron individuos de *Rhizophora mangle* (Figura 17)

SITIO 5.- Área con presencia de *Laguncularia racemosa* de 15-20 m de altura y 20 a 30 cm de diámetro. Se observan especies exóticas como *Terminalia catapa*, *Palma Kerpis* en los linderos de la zona de Manglar. También se observa una alta presencia del helecho *Acrostichum danaeifolium*, *Rhizophora mangle*. Se encuentra cerca del área afectada por azolvamiento (Figura 18).

Tabla 3. Análisis Dasométrico del Arbolado en los Sitios Permanentes:  
Los estadísticos observados para los 5 sitios son los siguientes;

**SITIO = 1**

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Estadístico	Std. Error	Desviación Std	Varianza
N	21	0	1	1	1	0	0	0
DAP (cm)	21	313	7	320	83	15.9547	73.1136	5345.6
ALT (m)	21	68	2	70	17.286	3.8777	17.7698	315.764

**SITIO = 2**

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Estadístico	Std. Error	Desviación Std	Varianza
N	44	0	1	1	1	0	0	0
DAP (cm)	44	47	14	61	40.533	1.7471	11.589	134.305
ALT (m)	44	28.5	1.5	30	13.966	0.7366	4.8864	23.877

**SITIO = 3**

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Estadístico	Std. Error	Desviación Std	varianza
N	57	0	1	1	1	0	0	0
DAP (cm)	57	64	21	85	45.263	2.3162	17.4873	305.805
ALT (m)	57	10.5	4.5	15	12.939	0.2253	1.701	2.893

**SITIO = 4**

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Estadístico	Std. Error	Desviación Std	varianza
N	51	0	1	1	1	0	0	0
DAP (cm)	51	73	28	101	57.392	2.2103	15.7849	249.163
ALT (m)	50	15.5	2.5	18	15.84	0.4052	2.8651	8.209

**SITIO = 5**

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Estadístico	Std. Error	Desviación Std	varianza
N	155	0	1	1	1	0	0	0
DAP (cm)	155	107	14	121	27.548	0.8501	10.5831	112.003
ALT (m)	155	12.5	2	14.5	9.126	0.3024	3.7644	14.171

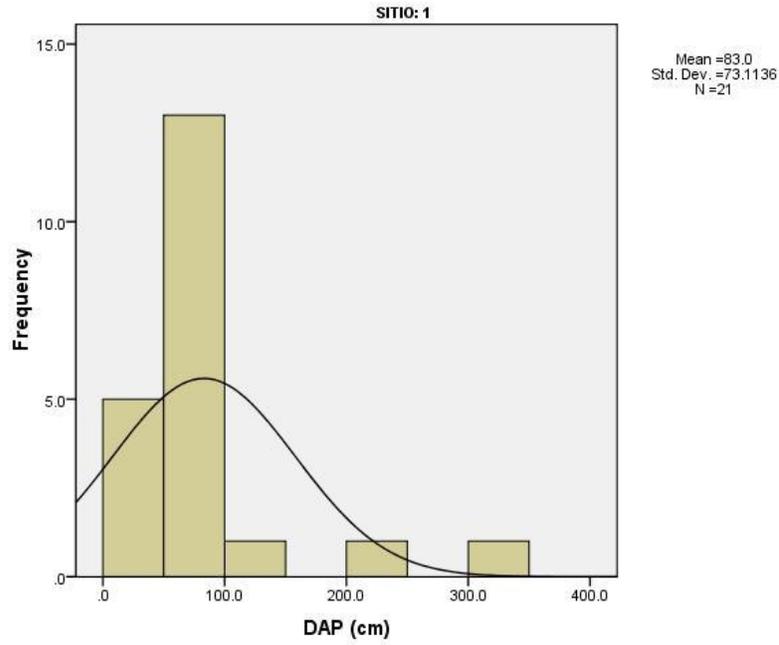


Figura 14.- Gráfico de frecuencias en relación al diámetro a la altura del pecho (DAP), de la vegetación en sitio 1.

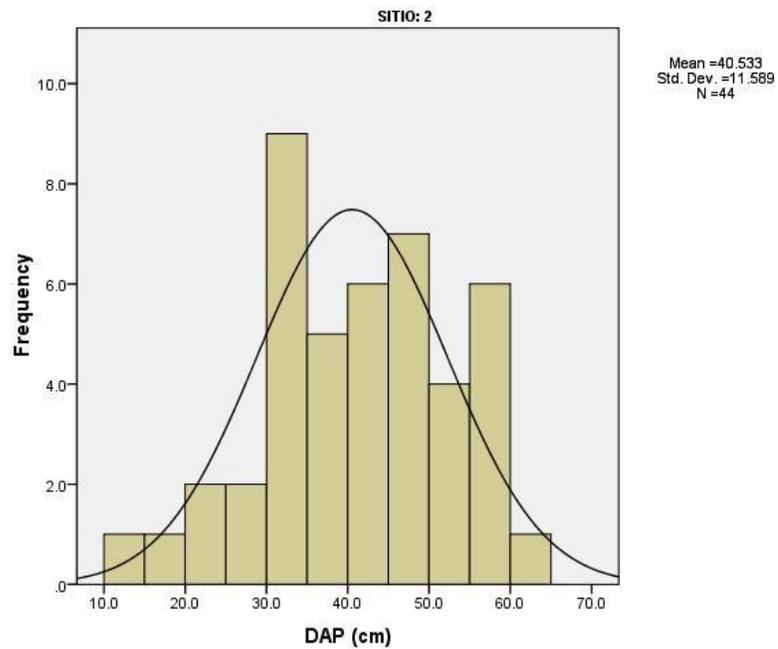


Figura 15.- Gráfico de frecuencias en relación al diámetro a la altura del pecho (DAP), de la vegetación en sitio 2.

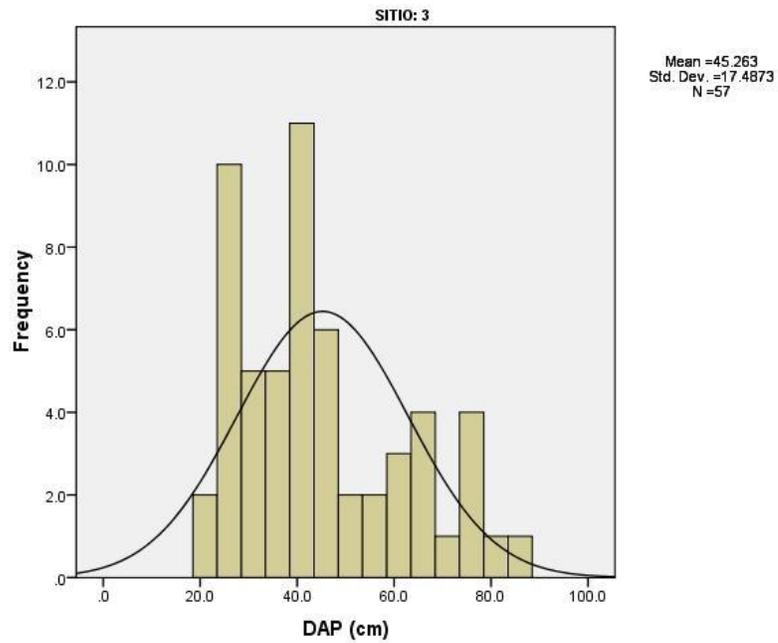


Figura 16.- Gráfico de frecuencias en relación al diámetro a la altura del pecho (DAP), de la vegetación en sitio 3.

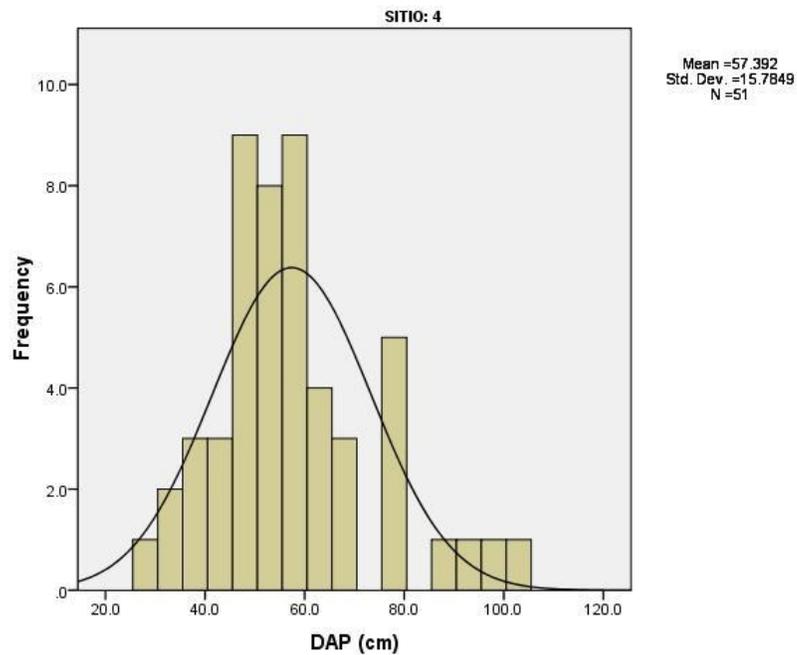


Figura 17.- Gráfico de frecuencias en relación al diámetro a la altura del pecho (DAP), de la vegetación en sitio 4.

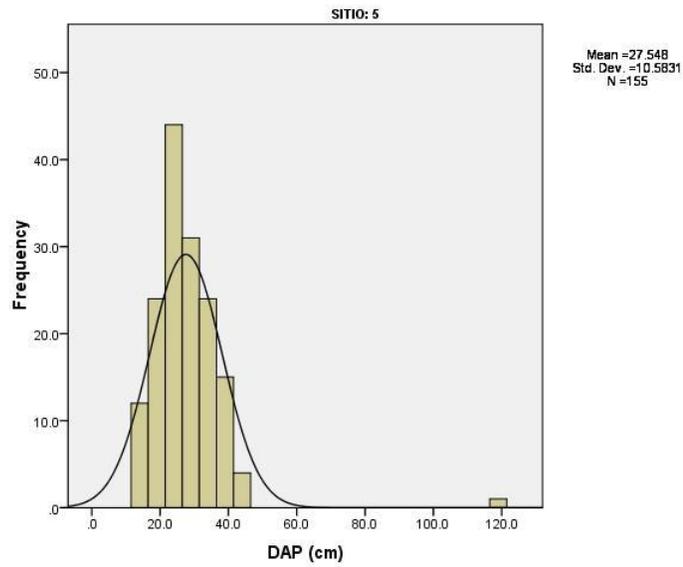


Figura 18.- Gráfico de frecuencias en relación al diámetro a la altura del pecho (DAP), de la vegetación en sitio 5.

Tabla 4.- Resumen de características de hábitat para 5 sitios

No. Parcela	Árboles	Troncos	Altura de vegetación	Altura en m.	Cobertura del dosel	Epifitas presentes	Clases de Epifitas	Sotobosque	Perturbación	Geoforma	Agua superficial	Marca de agua	Altura cm	Substrato	Profundidad de hojarasca cm	Comentarios:
1	≥ 10c DAP	Si, ≥ 10	Mediana	17	Muy abierto	Muchas	N/A	Abierto	Moderada	Llanura	Laguna	Si	25	Barro/Arcilla	2	En el lugar observamos trocos caídos y en descomposición, hay árboles frutales como higos y almendros, hay además hay cuatro porroneras grandes en el suelo. Sitio no inundado durante el recorrido.
2	≥ 10c DAP	Si, ≥ 10	Mediana	15	Medio abierto	Nada	N/A	Abierto	Moderada	Llanura	Laguna	Si	25	Barro/Arcilla	4	Este manglar maduro ha sido intervenido con extracción y corta. Inundación presente en menos del 30% de la parcela de baja profundidad.
3	≥ 10c DAP	Si, ≥ 10	Mediana	15	Medio abierto	Nada	N/A	Abierto	Poca	Llanura	Laguna	Si	25	Barro/Arcilla	No Hay	En el lugar observamos que la perturbación existente es a causa de las aguas negras, hay árboles derribados por efectos de extracción. Sitio totalmente inundado 100%.
4	≥ 10c DAP	Si ≤ 10	Mediana	12	Medio abierto	Nada	N/A	Abierto	Ninguna	Llanura	Laguna	Si	45	Barro/Arcilla	Hay pero no cubre completamente el suelo	El sitio no presenta perturbación aparente, sin embargo presenta inundación del 30% de la parcela.
5	≤ 10c DAP	Si ≤ 10	Baja	0.4	Muy abierto	Nada	N/A	Abierto	Extrema	Llanura	Laguna	Si		Barro/Arcilla	No Hay	Observamos arbolado (Manglar) muerto en pie, con suelo cubierto por cristallito.



Figura 19.- Delimitación de zona federal en la laguna de las Garzas



Figura 20.- Ubicación de sitios de monitoreo en la laguna de las Garzas

## V. DINAMICA DE LA COBERTURA EN LA LAGUNA DE LAS GARZAS.

Para estimar el cambio de cobertura se utilizaron imágenes de satélite de 1990 y 2011 apoyados para su interpretación de fotografía aérea de 1997 y 2007.

Junto con estas imágenes se consultó información adicional (imágenes google earth, estimación de superficie de manglar CONABIO, 2007) y recorridos de campo para verificar la información interpretada en las imágenes.

### V.1 Metodología.

Se realizó mediante el software IDRISI (Ver Taiga) una supervisión clasificada de las imágenes de 1990 y 2011 mediante la segmentación del área de estudio, de las cuales se realizó la extracción de las firmas espectrales considerando las siguientes categorías:

1. Cuerpo de agua
2. Manglar
3. Agricultura
4. Urbano
5. Selva baja caducifolia

Una vez obtenida la firma espectral la clasificación se realizó mediante el algoritmo de máxima similitud para ambas fechas.

Las imágenes resultantes fueron utilizadas para elaborar la cartográfica con el software Arcgis Ver. 10 que permite la elaboración de planos de manera más eficiente (Figura 21).

### V.2 Cambios observados durante el 2013

En la zona del sitio 5 se observa una superficie de 5 hectáreas aproximadamente que presenta azolvamiento y una alta mortalidad del mangle (Figura 22).

Adicional se registra la construcción de un canal de aproximadamente 1 kilómetro de longitud que fue construido para facilitar que los sedimentos acumulados en la parte alta de la laguna pudieran ser transportados por los escurrimientos hacia la parte baja de la laguna y de ahí al mar.

Tabla 5.- Cambios en cobertura en el polígono (ha) 1990-2013

Categoría	Pérdida (ha)	Ganancia (ha)	Cambio Neto (ha)
Isletas		5.11	5.11
Cuerpo de agua	- 23.11	12.00	- 11.11
Mangle	- 52.00	36.00	- 16.00
Urbano	- 20.00	149.00	129.00
Agropecuario	- 124.00	44.00	- 80.00
Selva baja	- 27.00	1.00	- 26.00

Problemática observada.

En la parte sur, se puede observar una gran cantidad de basura a las orillas de la laguna, la cual se encuentra esparcida tanto en la zona de mangle como dentro del cuerpo de agua, la cual puede ser muy peligrosa sobre todo para las aves, quienes pueden quedar atrapadas en la basura o incluso llegar a morir al consumirla.

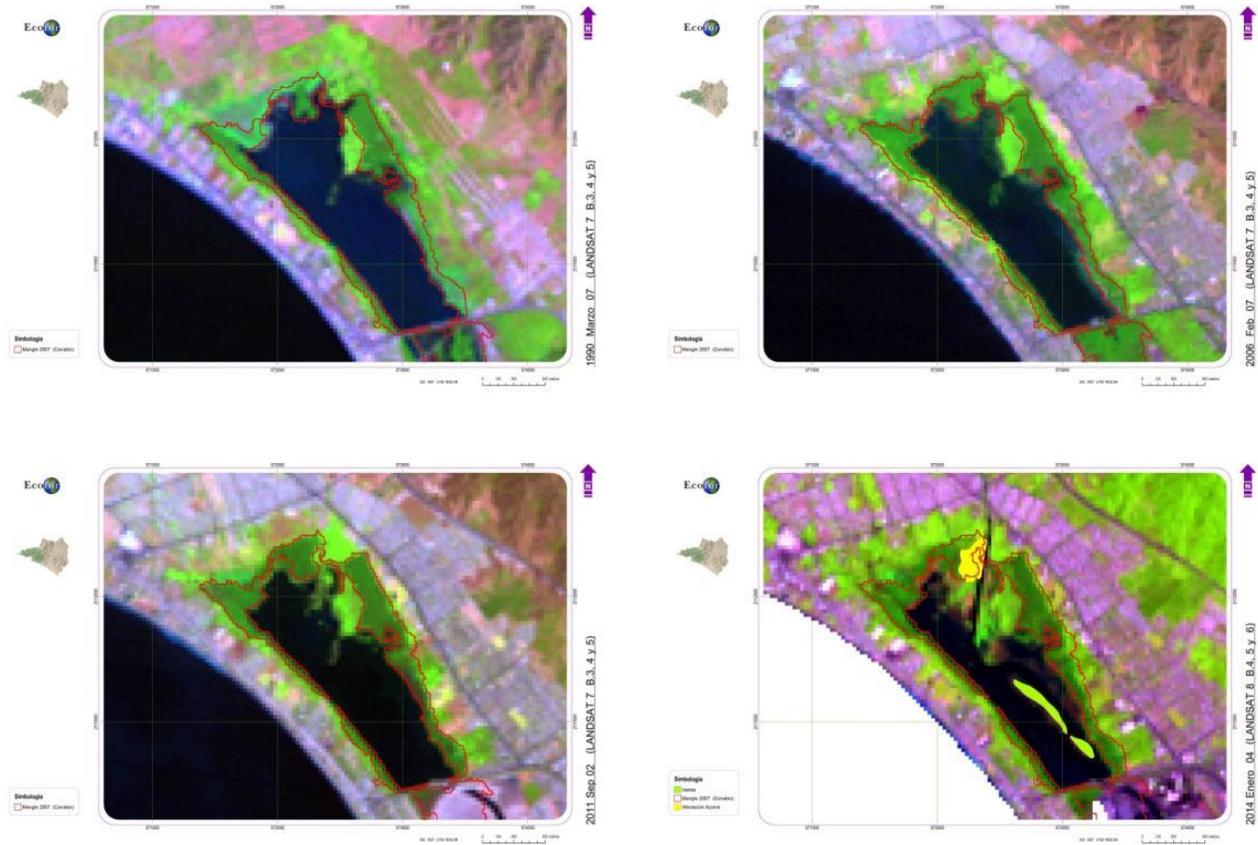


Figura 21. Imágenes Landsat 1990-2013



Figura 22. Problemática de acumulación de sedimentos en 2013 después de los fenómenos meteorológicos 2011-2012.

En 2013 se realizaron recorridos de campo con la finalidad de caracterizar las comunidades vegetales y al mismo tiempo complementar el inventario de especies del área mismo que en 2012 no fue realizado por nuestros especialistas..

Metodológicamente se realizaron los recorridos de campo cubriendo zonas no exploradas anteriormente. Durante estos recorridos fueron recolectados ejemplares botánicos, buscando que éstos contaran con tallos, hojas, flores y frutos. En la medida de lo posible, además se prensó material adicional de flores o frutos los cuales sirvieron posteriormente para realizar disecciones y con ello tener más certidumbre en la identificación del material recolectado.

Para cada uno de los sitios de recolecta se recabo información como localidad, altitud, coordenadas geográficas, tipo de vegetación, especies arbóreas asociadas, fecha, recolector(es) y número de recolecta, incluyendo otra información de relevancia para cada uno de los sitios de muestreo. También se registró la información de cada uno de los individuos de donde el material botánico fue recolectado, como altura, color de flor y fruto, abundancia, así como otras características relevantes para su posterior identificación

Para el secado de los ejemplares que fue la parte que requirió más tiempo de espera para los resultados finales se utilizó cartón, periódico y una estufa de secado. En esta última, los ejemplares permanecieron hasta que perdieron la mayor cantidad de agua de los tejidos.



Figura 23.- Material vegetal recolectado deshidratado a base de calor y posteriormente conservado antes de su identificación.

Para la identificación del material se realizaron revisiones minuciosas al microscopio de las diferentes estructuras vegetales y reproductivas de los ejemplares. Para la identificación de los especímenes se utilizaron claves disponibles en floras regionales, monografías y tratamientos taxonómicos. Una vez identificado el material se procedió a corroborar su determinación a través de la revisión detallada de las descripciones disponibles en la literatura especializada y corroborando con ejemplares disponibles en los herbarios.

El etiquetado consistió en escribir en una hoja de papel el nombre científico, nombre vulgar, ubicación, localidad, municipio, estado, fecha de recolecta, altitud, tipo de vegetación, géneros y especies asociadas, recolector, número y características que se pierden en el secado y que son importantes para la identificación.

Se realizó a través de la revisión de literatura especializada y la consulta de ejemplares de herbario. La distribución de las especies se clasificó de acuerdo con las divisiones territoriales establecidas por Rzedowski (1991), con algunas variantes que resaltan el endemismo para el estado de Colima, el occidente de México y las especies de amplia distribución.

Este análisis se realizó tomando como referencia la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, que establece los siguientes parámetros: Especie en peligro de extinción; cuya área de distribución o tamaño poblacional han sido disminuidas drásticamente, poniendo en riesgo su viabilidad biológica en toda su amplitud de distribución debido a múltiples factores, tales como la destrucción o modificación drástica de su hábitat, restricción severa de su distribución, sobreexplotación, enfermedades, y depredación, entre otros. Especie amenazada; la que podría llegar a encontrarse en peligro de extinción si continúan operando factores que ocasionan el deterioro o modificación del hábitat donde éstas se encuentran o que disminuyan sus poblaciones. En el entendido de que especie amenazada es equivalente a especie vulnerable. Especie sujeta a protección especial; especies sujetas a limitaciones o vedas en su aprovechamiento por tener poblaciones reducidas o una distribución geográfica restringida, o bien para propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de especies asociadas. Además, fueron revisados los listados disponibles en el libro rojo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y en los CITES.

## V 2.2. METODOLOGÍA GENERAL PARA FAUNA

Para este monitoreo se planteó un inventario o levantamiento faunístico en la zona de estudio a través de un listado faunístico que incluya las especies relevantes, endémicas, en riesgo (SEMARNAT, 2010), confirmadas y potenciales. Así mismo se planteó re-identificar las especies objetivo que servirán como indicadores límites para la evaluación de la calidad ambiental del sistema mediante la realización de muestreos rápidos (4 días) de fauna en los sitios de muestreo, en la figura 24 se pueden ubicar los sitios de recorrido para caracterización de fauna en la Laguna del Valle de Las Garzas.

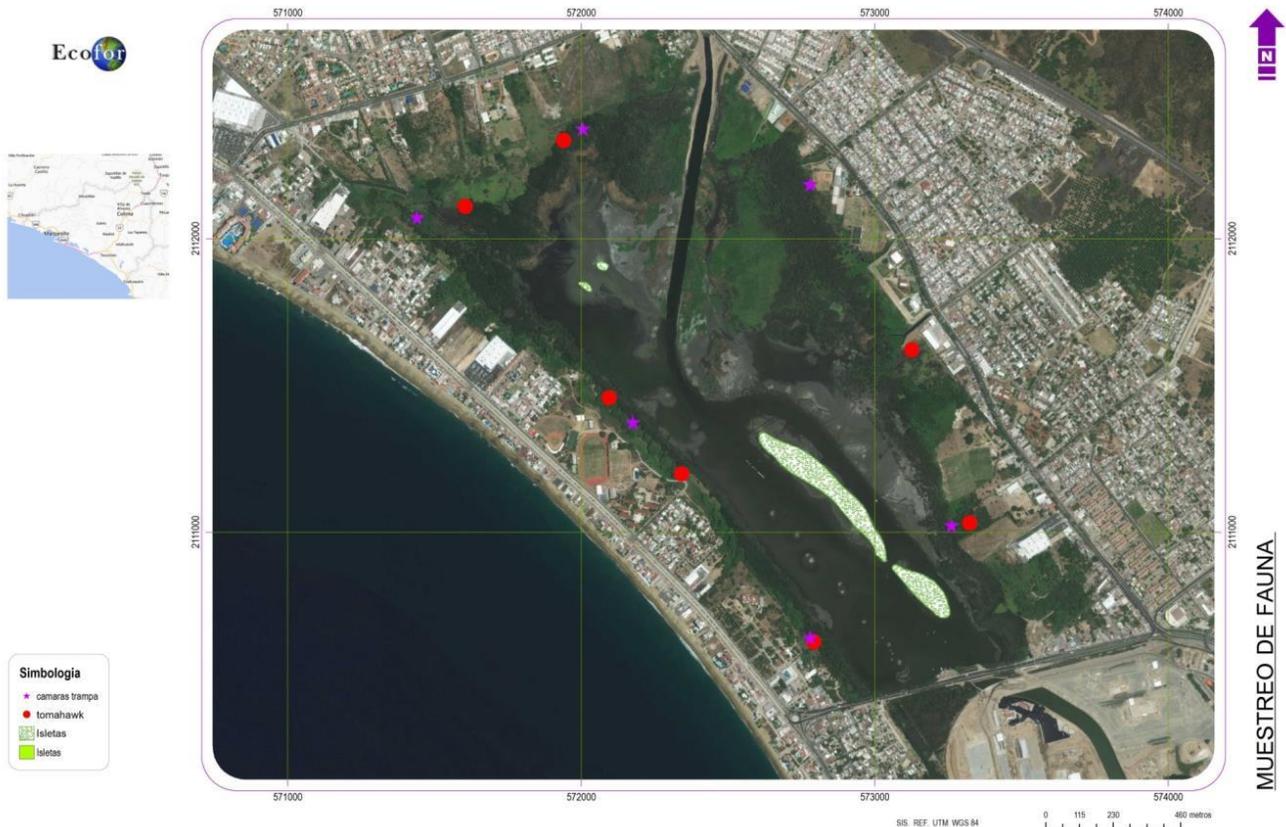


Figura 24.- Ubicación de los sitios de recorrido y colocación de trampas para caracterización de fauna en la Laguna de Valle de Las Garzas

La Metodología retomada en 2013 por nuestro grupo de investigación fue enfocada a cumplir en relación a fauna los siguientes puntos:

- Documentar especies de aves mediante observación directa y por el canto de la aves por el método de conteo por puntos, este es el principal método de monitoreo de aves terrestres en un gran número de países debido a su eficacia en todo tipo de terrenos y hábitats, y a la utilidad de los datos obtenidos. Por un periodo de seis semanas consecutivas.
- Documentar especies de mamíferos, realizando recorridos por senderos para avistamientos directos y registros indirectos como la identificación de rastros (huellas, echaderos, nidos, madrigueras etc). Por un periodo de seis semanas consecutivas.
- Documentar especies de anfibios y reptiles, utilizando dos métodos: colecta oportunista y el método de parcelas o cuadrantes de hojarasca. Por un periodo de seis semanas consecutivas.
- Realizar inspecciones en busca de vertebrados entre las 7:00 y 12:00 horas y entre las 16:00 y 19:00 horas, durante el camino antes de llegar a las parcelas. Por un periodo de seis semanas consecutivas.
- Identificar los individuos observados y/o capturados o sus rastros utilizando principalmente las guías de campo y literatura especializada por ejemplo: Aranda (2000), Ceballos y Miranda (2000), Dullman (1958), García y Ceballos (1994), Ramírez-Bautista (1994) y Myska (2007) entre otros.

Para la identificación de las aves, se llevaron a cabo recorridos durante la mañana de 07:00 a 11:00, y por la tarde de 15:00 a 18:00 horas dentro de la zona de manglar, durante los cuales se identificaron las especies presentes por medio de la observación directa e identificación de cantos, junto a esto se tomaron fotografías de las especies identificadas para lo cual se utilizaron las guías de campo de Howell & Webb (1995) y National Geographic (2002).

De la misma forma se realizaron búsquedas no restringidas por tiempo o espacio, las cuales consisten en efectuar recorridos o caminatas, diurnas, crepusculares y nocturnas, identificando principalmente las especies por observación directa y complementando el registro mediante la búsqueda de rastros, mudas, esqueletos, u otro indicio de la presencia, de reptiles y anfibios (Sánchez, 2004) llevadas a cabo de las 12:00 pm a 2:00 pm y de 18:00 a 22:00 horas durante 6 semanas a partir del mes de Noviembre del 2013, figura 25.

Para la identificación se utilizaron las guías de campo de García & Ceballos (1996) con las modificaciones taxonómicas del Sistema Integrado de Información Taxonómica (ITIS)



Figura 25. Recorrido nocturno en busca de herpetofauna.

Durante los recorridos de identificación de aves y herpetofauna se realizó la búsqueda de huellas, pelaje, esqueletos u otro tipo de rastro, que nos indique la presencia de mamíferos en esta área. Se colocaron 7 trampas tipo tomahawk para la captura e identificación de mamíferos de talla mediana – grande, las cuales fueron cebadas y colocadas al atardecer y revisadas al amanecer, con el fin de exponer el menor tiempo a los animales capturados al estrés y a la deshidratación por el calor que se presenta en esta región. Para su identificación se utilizaron las guías de campo de Ceballos & Miranda (2000) y Aranda (2000).

De manera complementaria se colocaron redes de niebla para la captura e identificación de murciélagos dentro del sitio, colocadas al atardecer y hasta antes de la media noche, y se colocaron 6 trampas cámara en distintos puntos de la laguna (Figura 26).



Figura 26.- Trampa cámara para el monitoreo de fauna.

### V.2.3. Posibilidades de Reforestación empleando *Conocarpus erectus* y *Laguncularia racemosa* en Laguna de las Garzas del sistema Lagunar de Cuyutlán en Manzanillo Colima, México.

Debido a los procesos de deforestación-erosión-transporte; así como a un mal manejo en la cuenca alta y media de la costa de Colima, en la actualidad todos los sistemas lagunares costeros están siendo azolvados rápidamente, perdiéndose de esta manera los cuerpos lagunares y eliminando la biodiversidad florística y faunística de estos sistemas, como sucede en Laguna de las Garzas. Algunos esfuerzos se han realizado para detener este proceso. En el periodo de 2009 al 2012 se realizaron una serie de obras encaminadas a detener el deterioro y avance de los asentamientos humanos en la periferia de este cuerpo lagunar. Así se inició la reforestación de un total de 2.1 ha de mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), a un costado de la Escuela de Comercio Exterior de la Universidad de Colima, paralela a la Calle Elías Zamora Verduzco en la periferia norte de laguna de las Garzas.

Debido al rápido crecimiento de la mancha urbana del Puerto de Manzanillo, sobre el cuerpo lagunar, han surgido durante los últimos años rellenos en muchos sitios con materiales sobrantes de la construcción, descargas de aguas residuales, basura, incluso la apropiación de la tierra por medio de la invasión de nuevas áreas sobre el sistema lagunar. Lo anterior, asociado a un mal manejo de la cuenca media y alta de los afluentes que drenan a este cuerpo de agua, a provocado un acelerado proceso de azolvamiento de esta laguna, el cual amenaza en pocos años con soterrar y desaparecer el área total; incluso en el año de 2011, al paso del Huracán ( Jova ), un área de 4.7 has de bosque de mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) en la parte Noroeste de Laguna Las Garzas resulto azolvada por las grandes avenidas de agua y sedimentos que produjo este meteoro. Una parte importante de este proceso de evaluación es la recuperación de las áreas de manglar que se han perdido ya sea por procesos naturales o bien por la actividad humana. La restauración del área azolvada por el huracán, es parte de este proceso, es una necesidad para preservar la integridad y extensión del bosque de mangle. Desafortunadamente la introducción de gran cantidad de arena de tamaño medio-fina dentro de los bosques de mangle *L. racemosa* en la parte NW de esta laguna, eliminó una buena parte de esta especie y cambió radicalmente las condiciones del suelo, disminuyendo el contenido de materia orgánica, el nivel de inundación, la salinidad del agua superficial e intersticial, la humedad y temperatura. Debido a ello en el sitio actual es necesario restaurar el área de vegetación de manglar, sin embargo, debido a las nuevas condiciones es necesario utilizar para la restauración en lugar de *L. racemosa*, *Conocarpus erectus* o *mangle botoncillo*, el cual es la única especie capaz de tolerar suelos arenosos, elevada temperatura en el suelo, ausencia de humedad, falta de sal y bajos niveles de materia orgánica en el suelo. También es necesario aclarar que solo se presentan las actividades que se implementaran y que conllevan un periodo de tiempo mayor al del cierre de este informe.

#### V.2.3.1 Localización del área de estudio.

La Laguna Valle de las Garzas se localiza al Norte de la Laguna del Puerto Interior San Pedrito, dentro de las coordenadas 19°05'05" y 19°06'10" Latitud Norte y 104°18'00" y 104°19'20" de Longitud Oeste. Esta Laguna limita al Norte con la comunidad de Salahua, al Este con la comunidad de Las Garzas y la carretera costera Manzanillo-Cihuatlán y al Sur con la carretera Manzanillo-Santiago y forma parte de lo que se pudiera considerar en conjunto el sistema lagunar de Cuyutlán.

Actualmente la Laguna de Las Garzas tiene una superficie de manglar de 73 ha, de las cuales 15.58 ha se encuentran afectadas por causas diversas, entre las cuales destacan el aumento de la mancha urbana, Incluso la expansión del recinto portuario en la parte sur del sistema lagunar. Es importante mencionar que de las 15.58 ha afectadas, la mayor parte se encuentran invadidas por

vegetación densa de tular y helechos de difícil restauración, situación que dificulta la localización de áreas de reforestación de mangle (Figura 27).

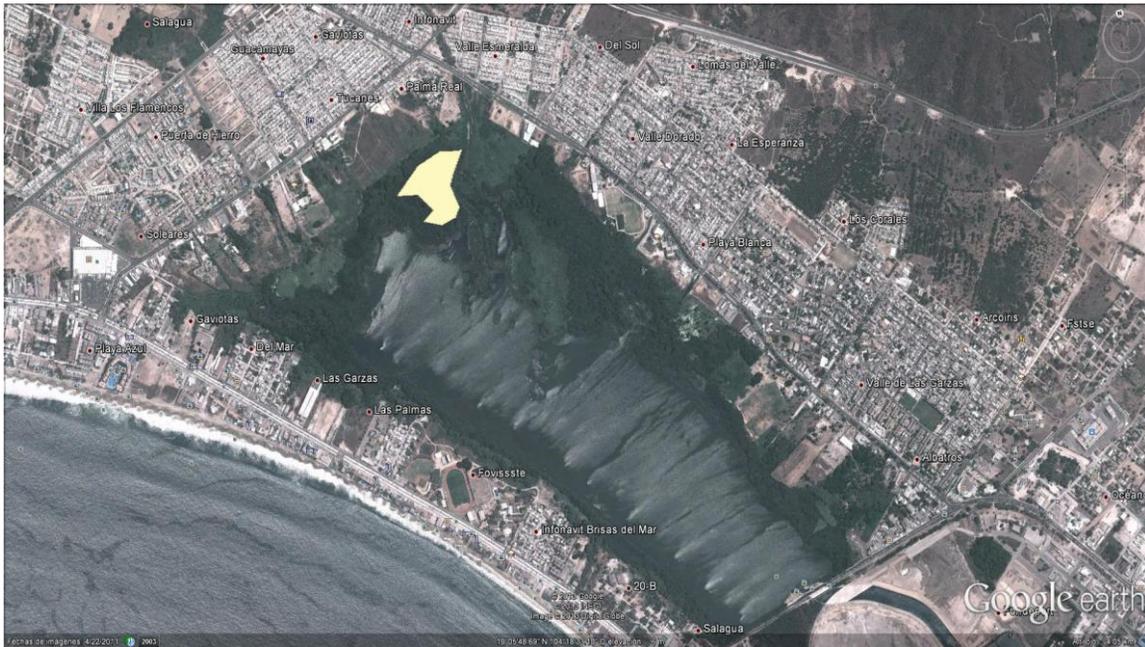


Figura 27. Localización de Laguna Las Garzas, en la zona urbana del Puerto de Manzanillo, Colima.

En la parte NW del sistema lagunar se ubica la zona que fue azolvada por el paso del último huracán. Inicialmente este sitio estaba cubierto por un bosque de mangle blanco de buen porte de 12-15 m de altura y árboles de hasta 30 cm de DAP, la ubicación de uno de los drenes o canales de desagüe de la ciudad fue el que provocó el azolvamiento del sitio. El fenómeno meteorológico introdujo un depósito de hasta tres metros de espesor de arena sobre el sistema de raíces del manglar. En la actualidad el sitio después de 20 meses del evento meteorológico, se ha modificado radicalmente. Incluso en algunos sitios menos afectados por el azolvamiento *L. racemosa* empieza lentamente a recuperarse. En la figura 28 se ha delimitado el polígono correspondiente al sitio azolvado



Figura 28. Delimitación del área probable a reforestar pro - restauración en Laguna de Las Garzas del sistema global de Lagunas de Cuyutlán.

Tabla 6.- Localización satelital de la zona a reforestar.

Vértice	COORDENADAS GEOGRAFICAS		UTM	
	Latitud N	Longitud O	X	Y
1.-	19°,06' 13.19"N	104°, 18' 42.61"W	572385.56	2112439.42
2.-	19°,06' 13.06"N	104°, 18' 43.09"W	572371.55	2112435.37
3.-	19°,06' 13.64"N	104°, 18' 45.73"W	572294.34	2112452.90
4.-	19°,06' 12.76"N	104°, 18' 49.33"W	572189.26	2112425.44
5.-	19°,06' 10.00"N	104°, 18' 53.19"W	572076.80	2112340.16
6.-	19°,06' 09.37"N	104°, 18' 50.28"W	572161.90	2112321.13
7.-	19°,06' 07.06"N	104°, 18' 48.69"W	572208.64	2112250.30
8.-	19°,06' 06.16"N	104°, 18' 50.44"W	572157.62	2112222.44
9.-	19°,06' 05.08"N	104°, 18' 48.05"W	572227.58	2112189.52
10.-	19°,06' 05.42"N	104°, 18' 45.87"W	572291.24	2112200.22
11.-	19°,06' 06.49"N	104°, 18' 44.99"W	572316.83	2112233.21
12.-	19°,06' 09.31"N	104°, 18' 45.49"W	572301.87	2112319.83

En la zona potencial de restauración se ha determinado un total de 4.7 ha, las cuales presentan las siguientes características.

## *Fisiografía y Topografía*

El área de estudio se encuentra dentro de la provincia fisiográfica de la planicie costera del Pacífico centro (INEGI 1981). En esta región existen ríos y arroyos que, por la pendiente hacia el suroeste corren en general de noreste a suroeste, desembocando en el mar o en las lagunas costeras que tiene comunicación permanente o estacional con el océano (Müllerried, 1957).

## *Geología y morfología.*

El área de Laguna Las Garzas contiene depósitos superficiales del Cuaternario y Plioceno de origen terrestre, lacustre y fluvial. Debajo de estos depósitos, existen rocas como esquistos cristalinos y metamórficos del Precámbrico y parte del Paleozoico (Müllerried, 1957). Bajo los manglares se encuentran bancos de moluscos bivalvos no fosilizados, lo que denota que en épocas pasadas estos suelos estuvieron sumergidos en el mar.

## *Suelo.*

En general los suelos son producto de la constante depositación que hacen las corrientes fluviales del área, siendo los de mayor abundancia e importancia los de tipo solonchak y regosol; en menor proporción se encuentran el cambisol, fluvisol, gleysol y feozem; caracterizados por ser arcillosos, arcillo-arenosos, arenas, capas de guijarros y depósitos arenosos con guijarros (INEGI, 1981). Los suelos de los manglares por lo regular son arcillosos y/o lodosos-turbosos, formando depósitos arcillo-arenosos, de grano fino y de estratificación irregular, presentando en algunos islotes afloramientos de moluscos fosilizados y abundante material orgánico en diferentes grados de descomposición, lo cual provoca el olor característico del suelo en los pantanos, lagunas costeras y manglares.

## *Hidrografía*

Esta zona se encuentra dentro de un sistema fluvial muy importante perteneciente a la región hidrológica 15 (CNA 2010), cuya característica principal son los ríos que presentan un curso corto con un promedio cercano a 45 km. Éstos se encuentran fuertemente influenciados por la temporada de lluvias y el volumen que transportan cambia a lo largo del año. En general, los ríos presentan una parte inicial que se caracteriza por tener una fuerte pendiente, lecho muy pedregoso, cauce reducido y poca profundidad; en la parte media se amplía el cauce, la pedregosidad disminuye o se hace más pequeña, y aumentan el volumen y la profundidad. Es necesario señalar que la heterogeneidad físico- biótica de la región responde a cambios en la salinidad del agua, la cual puede variar de 10 a 25 ppm (masas de agua con concentración de sales intermedia entre dulce y marina), generando así un entorno hidrológico idóneo para el desarrollo de organismos típicamente estuarinos y/ o eficientemente adaptados a éste.

## *Clima*

El clima de la región es del tipo Am(w) cálido-húmedo, con abundantes lluvias en verano. La precipitación mínima anual es de 900 mm Estación climatológica IHN-23 Manzanillo) y la máxima es de 1,500 mm, repartidos entre 100 y 180 días lluviosos al año. La temporada de lluvias comienza en el mes de junio y se extiende hasta octubre, presentándose la sequía intraestival de julio a agosto; el resto del año es seco. La temperatura media anual es de 28°C; siendo constante todo el año y generalmente mayor que 22°C (García, 1973). Es interesante mencionar que los pobladores de la región reconocen dos estaciones climáticas que son el invierno (temporada de lluvias) y el verano (estación seca).

## Vegetación

La vegetación predominante es el manglar, éstos son formaciones vegetales leñosas de estructura densa y bien definida, se consideran como los ecosistemas más productivos y el punto de partida de la cadena trófica. En esta zona los manglares alcanzan alturas de 8 a 15 m. En este tipo de vegetación se encuentran cuatro especies de mangle: el mangle rojo (*Rhizophora mangle*) es medianamente abundante, el mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y el madre sal (*Avicennia germinans*).

Estos manglares son importantes por aportar la alimentación de una gran variedad de aves migratorias, ser refugio y sitio de anidación de aves residentes, albergan a especies amenazadas y en peligro de extinción, proporcionan las condiciones para el desarrollo adecuado de estadios juveniles de diversas especies marinas, permiten la formación de suelos y con ello la sucesión natural, además de jugar un papel en las actividades socioeconómicas de los habitantes de la región. También hay vegetación como: popal, tular, selva baja caducifolia, vegetación flotante y subacuática, vegetación de dunas costeras y palmares.

### V.2.4 Etapas para restauración-reforestación.

A partir de Junio de 2013, se comenzó la rehabilitación, reforestación y mantenimiento de una zona de manglar que se perdió por azolvamiento, estableciendo una plantación de *C. erectus* y *L. racemosa* en un área de 4.7 ha. Para esta actividad se siguen en orden las siguientes actividades:

#### V.2.4.1. Rehabilitación del suelo, limpieza y eliminación del arbolado muerto.

**a). Rehabilitación del suelo.** En caso de presentarse salinidad residual en el suelo, se comienza con su rehabilitación a fin de disminuir el rigor ambiental provocado por la salinidad. La rehabilitación del suelo se realiza lavándolo con agua dulce proveniente del canal de desagüe cercano, la cual se bombea por medio de tubería y una motobomba de 13 HP a gasolina, hasta el sitio a rehabilitarse. El suelo se lava de 6 a 10 veces, a razón de 60,000 litros/hectárea, hasta que la salinidad en el sedimento se reduzca a menos de 5 UPS en un estrato del suelo de 60 cm.

**b). Limpieza del sitio.** En la actualidad toda el área a restaurarse se encuentra cubierta por una gran cantidad de gramíneas de hasta tres metros de altura, lianas y algunos arbustos ya están presentes (*Ricinus ricinus*, *Gervera pérsica*, etc) como se observa en la figura 29. Debido a ello será necesario limpiar para eliminar esta vegetación, en un área de 4.7 ha. Por la cantidad de gramíneas y otras plantas terrestres que aparecieron sobre el área azolvada, se puede inferir que el suelo carece de salinidad, incluso en algunos sitios cercanos al canal empiezan a algunos arbustos de *Salix humboldtiana* (Sauce), indicadores de nula salinidad en el suelo, aún cuando algunos árboles de mangle blanco presentan buena cantidad de renuevos. Los arbustos de *S. humboldtiana* y algunos de *Pachira aquatica*, deberán dejarse durante el proceso de limpia del sitio, con la finalidad de proteger el bordo del canal.



Figura 29. Vegetación de gramíneas, lianas y bejucos que aparecieron posterior al azolvamiento, con la muerte del bosque de mangle *L. racemosa* que cubría el sitio.

**c). Eliminación del arbolado muerto.** Posterior a la limpieza es necesario derribar buena parte de los árboles de mangle blanco secos, los cuales presentan una densidad aproximada de 2650 individuos/ha, los cuales por su elevada densidad representan un peligro para el personal que realizará la restauración del sitio, así como para el establecimiento de la plantación de *C. erectus*. En junio se realizó la limpieza de las 4.7 ha., y posterior a este proceso se derribaron por medio de motosierras los árboles secos, este material se podría trocear (previo consentimiento de la Semarnat-Profepa), utilizar como leña, debido a la cantidad, calidad de la madera, así como al grosor del arbolado a derribarse. Posterior a limpiarse y eliminarse el arbolado muerto, fue necesario delimitar el predio a restaurar por medio de una cerca de alambre de púas de hasta cuatro hilos, para evitar la introducción de persona y animales, colocando una serie de letreros alusivos al trabajo que se estará realizando dentro de este sitio.

Estos sitios ya con plantas de *C. erectus*, favorecerán la sucesión vegetal con la introducción de plantas de botoncillo, incluso el suelo ya debe presentar buena cantidad de materia orgánica, producto de la sucesión y descomposición inicial de las gramíneas y lianas en el sitio.

**V.2.4.2. Establecimiento del vivero.** A principios de junio de 2013 se colectaron de 12 a 15 kg de semillas seca de mangle botoncillo, esto se realizó en laguna de Cuyutlán así como, en la Barra del Río Armería. Para facilitar y aumentar el porcentaje de germinación de las semillas de mangle botoncillo, fue necesario que la colecta de este material se realizará del material que está a punto de desprenderse de las piñas en los árboles o bien de las semillas que ya están regadas en el suelo de los bosques de mangle botoncillo (Figura 30).



Figura 30. Semillas adecuadas para la colecta que están a punto de desprenderse de las piñas.

Posterior a la colecta de la semilla, estas se lavan por lo menos unas 8 veces hasta que el agua salga clara, se deja remojar el material en una bolsa de plástico de color negro unas 24 horas, repitiendo el proceso dos veces. En un siguiente paso, se elimina el agua y se colocan las semillas húmedas dentro de la misma bolsa, se cierra la bolsa y se deja en un lugar fresco, a la sombra durante 48 horas aproximadamente. Al final de este paso, se llevaron a sembrar las semillas al vivero de la UMA APIMAN, en las bolsas de 15x25cm. Colocando de 1 a 3 semillas separadas 3 cm dentro del área de la bolsa, solo hundiendo ligeramente las semillas en el sustrato (figura 31).

Cada bolsa de vivero debe contener sustrato constituido por 60/40% de tierra negra sin sal y arena bien mezclada, incluso se puede adicionar en la mezcla una porción de 2.0 Kg de fertilizante x 150 kg de sustrato, uno de los fertilizantes utilizados es el denominado "Poly Feed" formulado N-P-K 19-19-19, para acelerar el desarrollo de las plantas. Las bolsas llenas con esta mezcla hasta tres centímetros antes del borde, evitan la eliminación de las semillas al momento del riego. En el vivero se recomienda para *C. erectus* establecer camas o planta bandas de 300 a un máximo de 500 bolsas, para tener facilidad de acceso durante el riego y manejo de las plantas; así como para eliminar plantas competidoras y la presencia de plagas. El vivero debe tener callejones de 1.5 a 2.5 m de ancho entre cada una de las bandas de plantas, esto facilita el manejo de las plantas en carretillas al momento de llevarlas al campo.

El riego en vivero se realiza con agua dulce dos veces por día: por la mañana y al atardecer, a fin de acelerar el desarrollo de las plántulas. A partir de que las plantas presenten 30 días de germinadas se puede acelerar el crecimiento aplicando un fertilizante foliar con la bomba aspersor, esta aplicación se puede repetir cada 30 días. Bajo estas condiciones entre 70 y 90 días de desarrollo en el vivero, las plantas se pueden llevar al campo con una altura aproximada de 70-80cm, como se observa en la figura 32. A mediados del mes de julio de 2013 se colectaron aproximadamente 10 kg propágulos maduros de *L. racemosa*, este material se colocó en agua durante tres días, posteriormente se sembraron en bolsas de vivero, para un total de 6,000 bolsas, más un 10% para recuperar la mortalidad, posterior a la siembra inicial. Los propágulos se sembraron esperando que hasta octubre y noviembre las plántulas estén disponibles para llevarlas a sembrar a campo.



Figura 31. Desarrollo de plántulas desde semilla hasta 56 días de desarrollo.

**Establecimiento de la plantación en campo.** A mediados de entre agosto y noviembre de 2013 las plántulas se llevaron del vivero al campo. Posterior a la germinación (70-90 días) las plántulas estuvieron disponibles para llevarse al predio donde se establecerá la plantación. El transporte desde el vivero de la UMA APIMAN se realizó mediante un vehículo y una lancha con motor fuera de borda. Este movimiento de plántulas se realiza por la mañana o por la tarde a fin de disminuir el estrés térmico sobre las plántulas con el fin de disminuir la mortalidad.



Figura 32. Espaciamiento entre planta/planta y surco/surco.

**a) Densidad de siembra.** La siembra en campo se realizó a un distanciamiento de 2.5 x 2.5m entre planta/planta y entre surco/surco, para una densidad inicial de 3,850/plántulas/ha, para una cobertura del 80% del terreno (Figura 32). Al momento de sembrarse las plántulas se realizó un agujero de 40x30cm de profundidad y anchura, dentro de este se colocaron 2.5 kg de una mezcla humedecida de composta y/o tierra de hoja, constituida por tierra negra, hojarasca y estiércol 50/25/25%, adicionalmente se colocó 2.0 Kg de hidrogel hidratado; en el momento de sembrar, cada bolsa se corta lateralmente liberando el pilón y colocándolo dentro del agujero sobre el hidrogel, posteriormente se rellena el agujero con arena, se riega el suelo para atenuar el estrés (figura 33). La siembra en campo se realizó durante las horas de la mañana o tarde de 06-10AM y 15:30-18:30PM para disminuir la mortalidad y el estrés en las plántulas (Tovilla y Orihuela 2002;

Escobar 2006). En el caso de *L. racemosa* a partir del mes de septiembre de 2013 se llevaron las primeras plántulas del vivero hacia el campo. La siembra se realizó en la zona del canal perimetral que separa el área azolvada y los restos del bosque de *L. racemosa*, que aún está vivo en la parte poniente del sitio, en un área de 6000m<sup>2</sup>, Esta es un área con inundación moderada, por lo que la plantación establecida no requiere de riego. La densidad de siembra fue de 1x1m.



Figura 33. Utilización de hidrogel para disminución de stress e incrementar la sobrevivencia de las plántulas.

**Riego.** Debido a que el sitio donde se ubicará la plantación de *C. erectus*, está sobre un montículo de arena sin humedad y poca materia orgánica, esta situación se vuelve crítica para la supervivencia de estas plántulas, principalmente durante la época de secas (diciembre-mayo), debido a que durante las horas de máxima insolación la temperatura se eleva >42°C. Es necesario establecer un sistema de riego por goteo en toda el área de 4.1Has la cual estará sembrada con *C. erectus* a fin de poder regar la plantación todos los días, principalmente durante los meses de secas (diciembre-mayo), incluso en lluvias, para ello se establecerá previo a la siembra de las plantas un sistema de riego por goteo. En cada plantación se acondicionará un depósito de agua elevado tipo Rotoplast de 3000 litros de capacidad, a partir de este se realizará el riego por la noche y al amanecer. Este sistema puede servir adicionalmente para fertilizar la plantación adicionando el fertilizante en el agua de riego. Hay que aclarar que el trabajo de evaluación de los sitios probables de reforestación abarca hasta este punto debido a que el cierre del presente informe se realizó en diciembre de 2013.

**Fertilización.** Debido a que los sitios donde estará ubicada la plantación de *C. erectus*, son sitios pobres en materia orgánica, suelos secos, arenosos, y ubicados por arriba del nivel máximo de mareas. 30 días posteriores a la siembra se adicionará a las plantas un enraizador foliar por aspersión y 2 g de Urea y superfosfato triple de calcio a 5 cm del pie de las plantas a fin de acelerar el desarrollo, repitiendo esta aplicación cada dos meses en el año siguiente a la siembra, como se observa en la figura 34.



Figura 34: Aplicación de fertilizante sintético a las plantas.

**Recuperación de la mortalidad.** A fin de recuperar la mortalidad que se producirá en la plantación de *C. erectus*, en octubre de 2013, un mes posterior a la siembra, con las plántulas restantes en el vivero, se llevarán a campo para recuperar la mortalidad. Se ha calculado en esta especie una mortalidad inicial aproximada de 13% y cuatro meses después en febrero de 2014, esta mortalidad se debe reducir a <10%, finalmente en junio del siguiente año (2014) se recuperará la mortalidad producida durante el estiaje (<6%) al inicio de las lluvias y al final de ellas en octubre de 2014, siguiendo los criterios de Sánchez-Páez *et al* (2000); Tovilla y Orihuela (2002). En el caso de *L. racemosa*, la mortalidad inicial estimada será de un 10%, la cual se recuperará en octubre de 2013 y enero y junio de 2014 (figura 35). En esta especie se estima una mortalidad posterior de <5% y 3%.



Figura 35. Recuperación de la mortalidad en la plantación.

**Deshierbe y Control de plantas competidoras.** Los sitios donde se sembrará *C. erectus*, posterior a la rehabilitación del suelo, la limpieza de la maleza y la eliminación del arbolado muerto, durante la época de lluvias junio-octubre de 2013, asociado a la fertilización y riego de las plantaciones, una serie de gramíneas y otras malezas se desarrollarán muy rápido, por lo que será necesario realizar el control de esta vegetación en los meses de agosto previo a la siembra y en octubre y diciembre de 2013, incluso en marzo, junio y septiembre de 2014 deberá repetirse el proceso, a fin de permitir el sano desarrollo del mangle botoncillo (*C. erectus*) (figura 36).

Por otro lado, en la parte baja del área azolvada donde se plantará *L. racemosa*, en la zona húmeda e inundada, es posible que aparezcan especies de ciperáceas como: *Abildgaardia mexicana*, *Cyperus canus* y *Carex cortesii* y el helecho *Acrostichum aureum*. Todas estas plantas en la época de lluvias presentan un gran crecimiento que llega a inhibir el desarrollo del mangle blanco. Debido a esta situación durante la época de lluvias es necesario limpiar y controlar el desarrollo de esta vegetación, incluso los pastos y otras plantas terrestres que aparezcan alrededor de las plantas de mangle asfixiándolas y eliminándolas, como se observa en la figura 36.



Figura 36. Desarrollo de diferentes especies competidoras.

**Proceso de poda en las plantaciones.** A partir del mes de mayo-junio y septiembre -octubre de 2014 y 2015 en toda la plantación de *C. erectus* se realizará la poda de las ramas bajas, torcidas o débiles en cada una de las plantas, a fin de acelerar el crecimiento de la plantación, este proceso se realizará por medio de tijeras de podar, como se observa en la figura 37.



Figura 37. Poda de plantas de mangle botoncillo de ocho meses de edad.

**Monitoreo del desarrollo de las plantas.** El monitoreo de todos los sitios estará apoyado en dos supuestos o hipótesis:

El mantenimiento de parcelas restauradas con mangle *C. erectus* y *L. racemosa* mediante: limpieza, riego, fertilización y podas continuas sobre las plantas disminuye la mortalidad y acelera el crecimiento de las plantaciones. Al restaurar nuevos sitios con *C. erectus* y *L. racemosa*, la sobrevivencia y el crecimiento de las plantas es mayor en las parcelas donde se provee mantenimiento constante, que en aquellos sitios sin mantenimiento.

A fin de probar estos supuestos, en la plantación a establecerse se realizará el mantenimiento a las plantaciones de la siguiente manera: a nueve surcos de plantas se aplicará mantenimiento (limpieza, riego al pie de cada planta, fertilización y podas); mientras que al surco 10 no se realizará estas actividades (9x1). Por cada hectárea de plantación se tendrán aproximadamente 45 surcos con mantenimiento, intercalados con cinco surcos sin mantenimiento.

Con una frecuencia trimestral durante el primer año de la plantación, e iniciando en noviembre de 2013, posterior a un año este monitoreo debe realizarse cada semestre en 2014 y 2015, se medirá la altura alcanzada por las plántulas (A), el diámetro de los tallos (DT), Presencia de ramas (PR), Cobertura de las copas (C), Floración (F) y Mortalidad de plántulas (M); así mismo se cuantificarán en 5 sitios de cada plantación los parámetros ambientales: contenido de materia orgánica en suelo (MO), salinidad intersticial (SI), temperatura ( $T^{\circ}C$ ), humedad ambiental (HA) y nivel de inundación (NI), salinidad del agua entrante SA (solo en plantaciones de *R. mangle*) (Etchevers 1988; Román 2003; Tovilla et al 2004; 2006) Figura 38).



Figura 38. Monitoreos de la plantación, condición para el éxito del proyecto.

Con estos datos se conformará una base de datos en Excel. El diseño experimental es en bloques, tomando en cuenta la disposición de las plantaciones; así mismo se realizará un análisis multifactorial replicado para probar la significancia del mantenimiento de las plantaciones sobre un incremento del crecimiento de las plantas y disminución de la mortalidad, los factores ambientales y biológicos, las características de cada sitio y las diferencias más significativas entre cada una de las especies de mangle utilizadas. Esta actividad estará a cargo de un técnico de campo o un tesista de licenciatura.

### Análisis estadístico

Los datos obtenidos durante el monitoreo, se analizarán mediante el programa Microsoft Excel ®. Se realizarán tablas descriptivas e histogramas, así como una serie de análisis de regresión lineal del incremento del diámetro de los tallos (DT) a lo largo del tiempo, altura/tiempo y cobertura de copa/tiempo, para las plantas en cada plantación y por especie de mangle con el programa Stat Soft STATISTICA 7.1 ®. Los histogramas de DT, altura, cobertura y mortalidad se analizarán con pruebas de Anova de dos vías, Tukey y Chi cuadrada para conocer diferencias significativas entre el desarrollo de las plantas y la mortalidad en cada sitio.

### V.3. Análisis de la fauna macrobéntica de la Laguna de Las Garzas-San Pedrito Manzanillo Colima

Como es bien conocido, la Laguna de Las Garzas forma parte del sistema estuarino lagunar Las Garzas–San Pedrito, que pertenece a la zona interfásica entre la Barra de Navidad Jalisco y la Laguna de Cuyutlán, Colima. La laguna es alimentada por escurrimientos intermitentes y escasamente definidos por la conformación urbana actual, siendo los dos únicos escurrimientos perennes unos cercanos al Arroyo Salagua y al Río Santiago, ambos a más de 5 km. del estero. La Laguna tiene contacto moderado con el mar, y este se establece por medio de una alcantarilla entre las lagunas de San Pedrito y Las Garzas.

Además de los estudios para determinar la capacidad de las obras de regulación, con respecto a las avenidas de retorno, se realizaron estudios de tránsito de avenidas considerando condiciones de pleamar y bajamar y de circulación en la laguna con diferentes velocidades de flujo m<sup>3</sup> /s. y se deduce que la capacidad de regulación de la laguna es grande, para ambas situaciones. De hecho el cambio de elevación debida al efecto de la avenida no es perceptible, aunque las partes bajas de la zona aledaña a la laguna irremediablemente se inundarían con una avenida en pleamar, pero esta situación cabría dentro de la capacidad de regulación de la laguna (Aguilar *et al.* 2010) El tiempo de tránsito de la avenida es de 1.7 h (102 min.) para pleamar y 2.1 horas (126 min.) para bajamar.

En el caso de La Laguna de Las Garzas sus usos y actividades son muy limitados debido a las descargas que recibe de la planta de tratamiento la cual se encuentra funcionando parcialmente bien de acuerdo a la calidad del agua medida en análisis previos a este estudio (García 2012). Aunque el sitio ha sido propuesto como área de reserva y conservación de las aves migratorias y residentes, por su belleza, abundancia y variedad de la avifauna que aloja; por su capacidad de brindar recreación, enseñanzas y servicios diversos a los habitantes del área en cuestión, solo se ha logrado la conservación del manglar circundante y algunas zonas contiguas.

El puerto interior de San Pedrito, el cual conserva también una parte de estero en la zona que colinda con la carretera Manzanillo – Cihuatlán, presenta características prácticamente artificiales; este es usado como área de maniobras de embarcaciones de gran calado, el cual tiene una superficie de 330.91 ha y presenta comunicación al mar mediante el canal de acceso al Puerto Interior y sus aguas son prácticamente marinas.

Estos resultados identifican a la laguna como un cuerpo de agua con potenciales problemas de sustancias tóxicas que pueden ser aportadas por la planta de tratamiento, o por los canales pluviales. También indican que la entrada de nutrientes y contaminantes por la descarga de la planta de tratamiento, estimula el crecimiento de la comunidad de algas presentes en la laguna.

El análisis de las comunidades de macroinvertebrados en humedales salobres o costeros han demostrado ser buenos indicadores de la perturbación y estrés causados por contaminación

urbana o bien para diagnosticar el estado de salud en humedales naturales y reconstruidos o artificiales. Por esta razón en el año 2013 se planteó el estudio de estas comunidades con el siguiente:

Objetivo:

Análisis de la fauna macrobéntica lagunar y de la zona de manejo portuario con fines de evaluación de integridad del sistema.

Metodología:

El muestreo para la colecta de la fauna macroinvertebrada se basó en las condiciones particulares de cada uno de los sitios de muestreo ubicados dentro de los islotes de Laguna de Las Garzas, considerado como zona eulitoral con influencias de las variaciones del nivel del agua (Schwoerbel, 1975).

Dentro de los islotes conformados por el material de dragado o tarquinas se llevaron a cabo muestreos en el agua intersticial, para ello se cavó un agujero con una pala pequeña, hasta alcanzar al agua subterránea a una profundidad no mayor de 80 cm, de aquí se obtuvo el agua intersticial afluyente misma que fue filtrada por medio de tamices (figura 39).



Figura 39. Ambiente intersticial. Tamiz de 500  $\mu\text{m}$  de abertura de malla.

Para la toma de muestras dentro del puerto se utilizó una draga tipo Ekman, con una capacidad de extracción de sustrato de aproximadamente 7,2 kg, con mecanismo de activación por mensajero de caída libre (figura 40).



Figura 40. Draga de Ekman. Cuerda marcada por el que corre el mensajero que hace cerrar las “mandíbulas” o palas de la draga una vez apoyada sobre el sedimento a muestrear.

Una vez en laboratorio las muestras fueron procesadas de acuerdo a la metodología establecida en el protocolo de indicadores biológicos del IMTA y que consiste en limpieza y separación a través tamices del número 10 y 30 con la finalidad de eliminar materia no útil y recuperar todo el material biológico colectado. Se llevó a cabo la identificación taxonómica a nivel de máximo permitido por las claves taxonómicas disponibles.

#### **V.4. Determinación de parámetros de calidad en agua y sedimentos del Tablestacado Bandas B, C y D.**

En el monitoreo del año 2013 se incluyeron análisis de agua y sedimentos en puntos establecidos del tablestacado de las bandas B, C y D. Se realizaron tomas de agua a nivel superficial y a 12 m de profundidad en cada punto con su correspondiente toma de muestra de sedimento. Para la toma de muestras de agua se empleó una botella de Van Dorn (figura 41) y para la toma de muestras de sedimento se usó la draga de Ekman, ambas muestras de agua y sedimento fueron colectadas sobre una lancha propiedad de la Administración Portuaria Integral Manzanillo (figura 42).



Figura 41. Botella de Van Dorn para toma de muestras de agua a profundidades variables.



Figura 42. Toma de muestras de sedimento en las Bandas de San Pedrito.

A continuación se describen los resultados del año cuatro (2013), evaluando comparativamente con los anteriores años del seguimiento del comportamiento ambiental de la laguna de Las Garzas y Laguna de San Pedrito.

## VI.-RESULTADOS

En el presente informe se muestran los resultados desde abril-mayo hasta diciembre de 2013 incluyendo monitoreos de fauna macrobéntica en las isletas de la laguna de las Garzas y sedimento y agua en las bandas de la Laguna de San Pedrito. En este mismo se realiza el comparativo en los meses que corresponde con los años 2010, 2011, 2012. Los resultados de cada parámetro se evalúan de acuerdo a los límites máximos permisibles que señala la NOM-001-SEMARNAT-1996 (tabla 7) y aquellos que pide la CONAGUA para DBO<sub>5</sub>, DQO y SST, que se muestran en la tabla 8.

Tabla 7.- Límites permisibles en agua para los parámetros monitoreados en la zona de San Pedrito y Las Garzas

Parámetro	Explotación pesquera, navegación y otros usos	Protección de vida acuática
<b>Fuente: NOM-001-SEMARNAT-1996</b>		
SST mg/L	150–200	40–60
SSed mL/L	1–2	1–2
GyA mg/L	15–25	15–25
DBO <sub>5</sub>	100–200	30–60
Colif. fec. (NMP/100mL)	1000–2000	1000–2000
Nitrógeno total	NA	15–25
Fósforo total	NA	5–10
As	0.1–0.2	0.1–0.2
Cd	0.1–0.2	0.1–0.2
Cu	4–6	4–6
Hg	0.005–0.01	0.01–0.02
Cr	0.5–1	0.5–1
Ni	2.0–4.0	2.0–4.0
Pb	0.2–0.4	0.2–0.4
Cianuro	1–2	1–2
Zn	10–20	10–20
pH	5–10	5–10
Temperatura °C	40	40
<b>Fuente: Criterios de calidad del Agua</b>		
DQO	40–200	40–200

NA=No aplica

Tabla 8.- Tabla de escalas de clasificación de calidad del agua para los parámetros de DBO<sub>5</sub>, DQO y SST monitoreados en la zona de San Pedrito y Las Garzas

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )		
Criterio (mg/l)	Clasificación	Color
DBO <sub>5</sub> ≤ 3	<b>EXCELENTE.</b> No contaminada.	<b>AZUL</b>
3 < DBO <sub>5</sub> ≤ 6	<b>BUENA CALIDAD.</b> Aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánica biodegradable.	<b>VERDE</b>
6 < DBO <sub>5</sub> ≤ 30	<b>ACEPTABLE.</b> Con indicio de contaminación. Aguas superficiales con capacidad de autodepuración o con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente.	<b>AMARILLO</b>
30 < DBO <sub>5</sub> ≤ 120	<b>CONTAMINADA.</b> Aguas superficiales con descargas de aguas residuales crudas, principalmente de origen municipal.	<b>NARANJA</b>
DBO <sub>5</sub> > 120	<b>FUERTEMENTE CONTAMINADA.</b> Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales.	<b>ROJO</b>
Demanda Química de Oxígeno (DQO)		
DQO ≤ 10	<b>EXCELENTE.</b> No contaminada.	<b>AZUL</b>
10 < DQO ≤ 20	<b>BUENA CALIDAD.</b> Aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánica biodegradable y no biodegradable.	<b>VERDE</b>
20 < DQO ≤ 40	<b>ACEPTABLE.</b> Con indicio de contaminación. Aguas superficiales con capacidad de autodepuración o con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente.	<b>AMARILLO</b>
40 < DQO ≤ 200	<b>CONTAMINADA.</b> Aguas superficiales con descargas de aguas residuales crudas, principalmente de origen municipal.	<b>NARANJA</b>
DQO > 200	<b>FUERTEMENTE CONTAMINADA.</b> Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales.	<b>ROJO</b>
Sólidos Suspendedos Totales (SST)		
SST ≤ 25	<b>EXCELENTE.</b> Clase de excepción, muy buena calidad.	<b>AZUL</b>
25 < SST ≤ 75	<b>BUENA CALIDAD.</b> Aguas superficiales con bajo contenido de sólidos suspendidos, generalmente condiciones naturales. Favorece la conservación de comunidades acuáticas y el riego agrícola irrestricto.	<b>VERDE</b>
75 < SST ≤ 150	<b>ACEPTABLE.</b> Aguas superficiales con indicio de contaminación. Con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente. Condición regular para peces. Riego agrícola restringido.	<b>AMARILLO</b>
150 < SST ≤ 400	<b>CONTAMINADA.</b> Aguas superficiales de mala calidad con descargas de aguas residuales crudas. Agua con alto contenido de material suspendido.	<b>NARANJA</b>
SST > 400	<b>FUERTEMENTE CONTAMINADA.</b> Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales con alta carga contaminante. Mala condición para peces.	<b>ROJO</b>

FUENTE: CONAGUA. Subdirección General Técnica. 2010

## VI.1 MONITOREO EN TABLESTACADO DE BANDAS (SAN PEDRITO).

En el monitoreo correspondiente al año cuatro, se tomaron muestras de agua y sedimentos en puntos del tablestacado de las bandas que originalmente eran A, B y C y que posteriormente API replanteo. Finalmente se tomaron muestras de de agua a nivel superficial y a 12 m de profundidad las bandas B, C y D y en cada punto se extrajo muestra de sedimento.

En la figura 43, se presenta la ubicación de cada uno de los puntos de monitoreo en las bandas B, C y D en los cuales se realizaron los monitoreos.



Figura 43.- Laguna de San Pedrito y sitios de monitoreo de agua y sedimento en 2013.

En relación a los resultados de los parámetros bacteriológicos de estos puntos del tablestacado, en la figura 44 se pueden apreciar los resultados de la Banda B Norte, Centro y Sur.

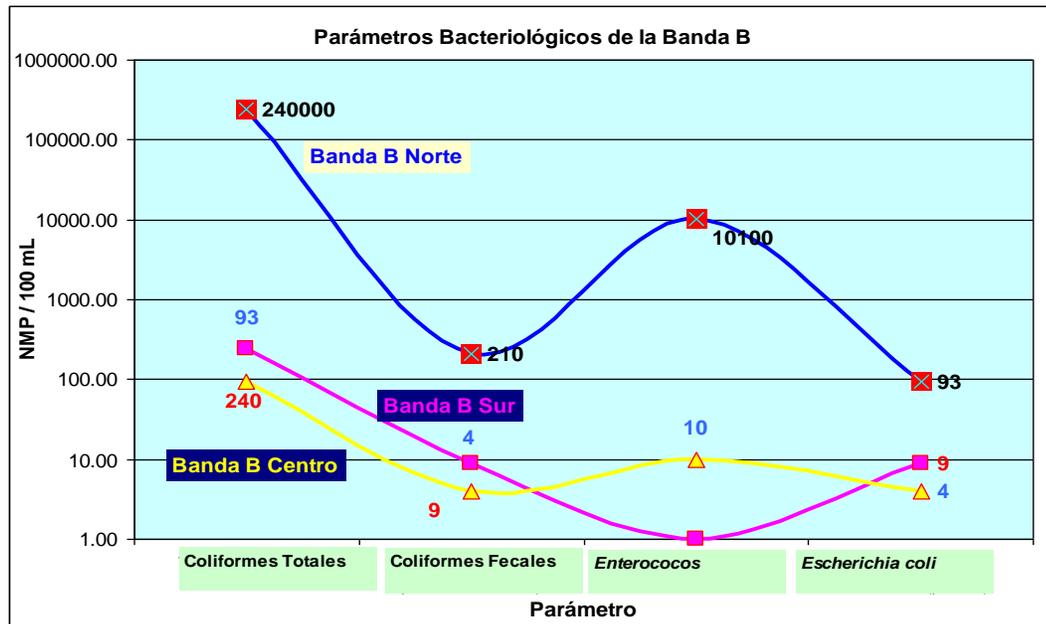


Figura 44.- Parámetros bacteriológicos en agua de la Banda B en la Laguna de San Pedrito en 2013.

En el gráfico de la figura 45, se presentan los resultados de los parámetros de campo; Temperatura (° C), pH y oxígeno disuelto en los puntos banda B1 y B2.

Como puede apreciarse en la figura 45, en los puntos de la Banda B 1 y 2 la temperatura tanto superficial como a 12 m de profundidad se mantienen el mismo nivel en ambos puntos.

En el caso del pH los valores tanto superficiales como de profundidad son también muy parecidos en ambos puntos. Los cambios más significativos se aprecian en el oxígeno disuelto, puesto que los valores de oxígeno superficial son mejores en el punto de la banda B1, sin embargo, la relación en cuanto al oxígeno disuelto de 12 m de profundidad es inversa, debido a que fueron mejores los valores en el punto de la Banda B2.

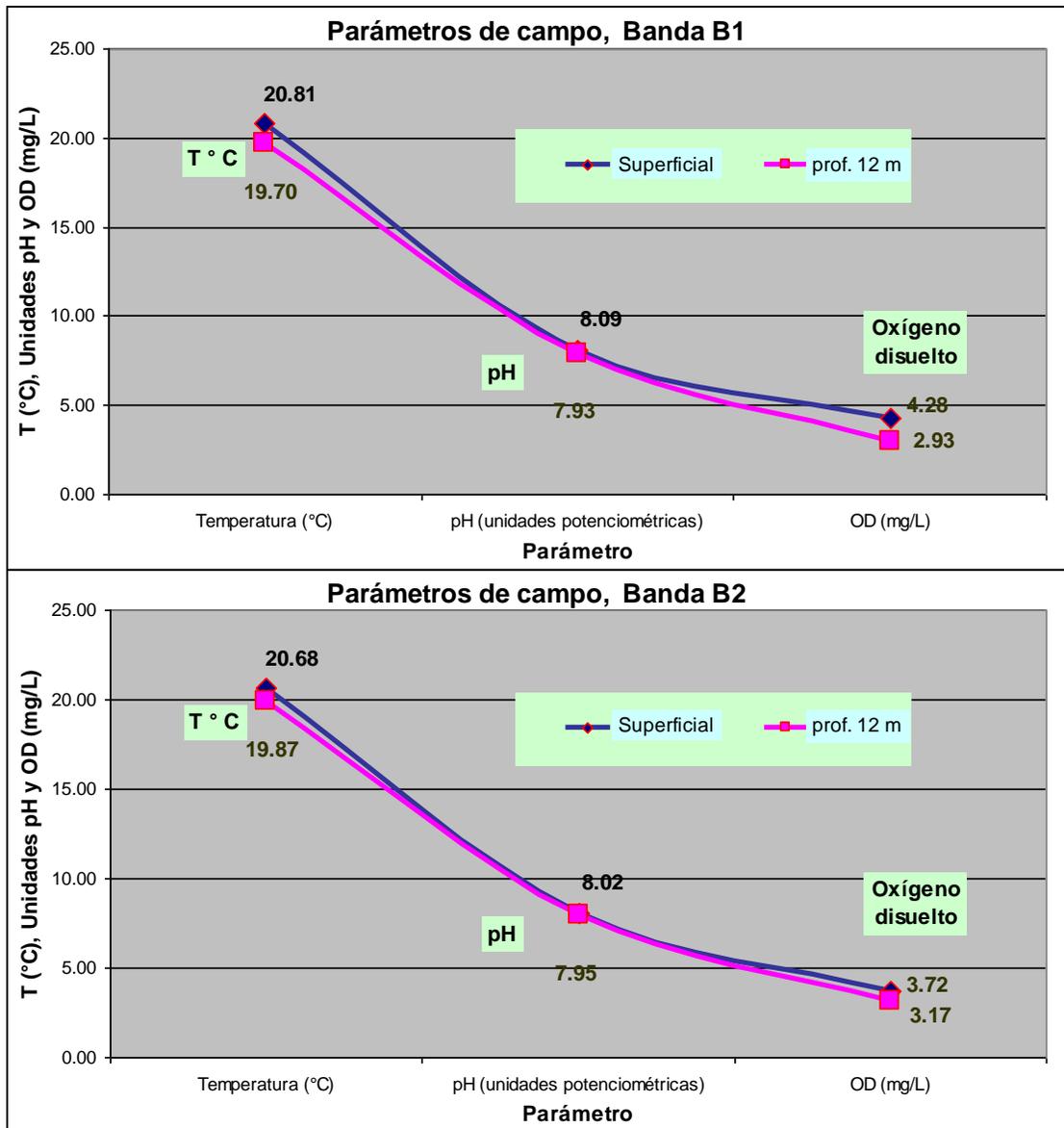


Figura 45.- Parámetros de campo de la Banda B 1 y B2 en 2013.

Estos resultados señalan la distinta dinámica más o menos esperada del comportamiento del oxígeno disuelto a nivel superficial comparado con el oxígeno disuelto a 12 m de profundidad.

En el gráfico de la figura 46, se presentan los parámetros de campo en los puntos banda C1, C2 y C3.

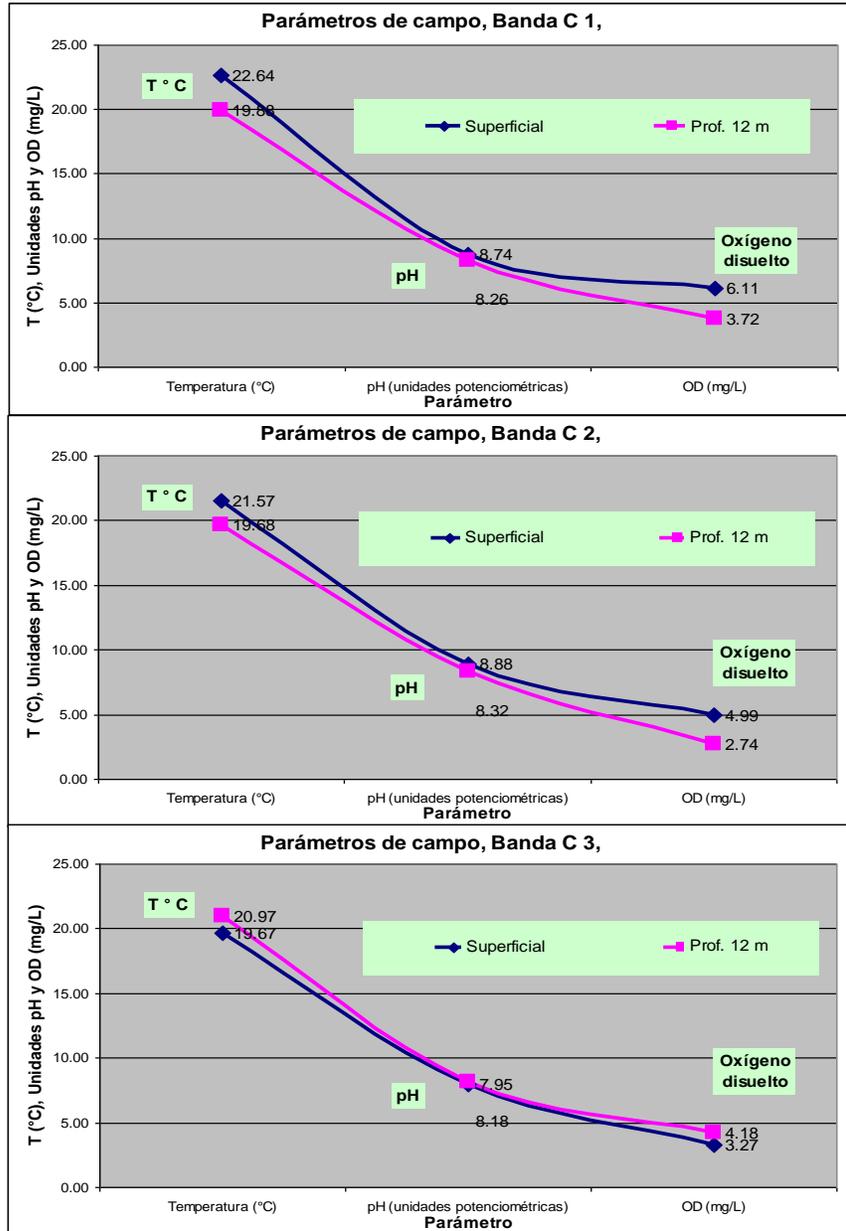


Figura 46.- Parámetros de campo de la Banda C1, C2 y C3 en 2013

En la figura 46, se puede apreciar como en la Banda C, el mejor punto de monitoreo en cuanto a oxígeno disuelto se presenta en el punto Banda C1, es decir el punto más cercano a la Dársena Zona Norte.

Finalmente los dos puntos más cercanos a la Dársena Zona Norte que corresponden al Muelle Pesquero y a la Banda D1, se pueden apreciar en la figura 47.

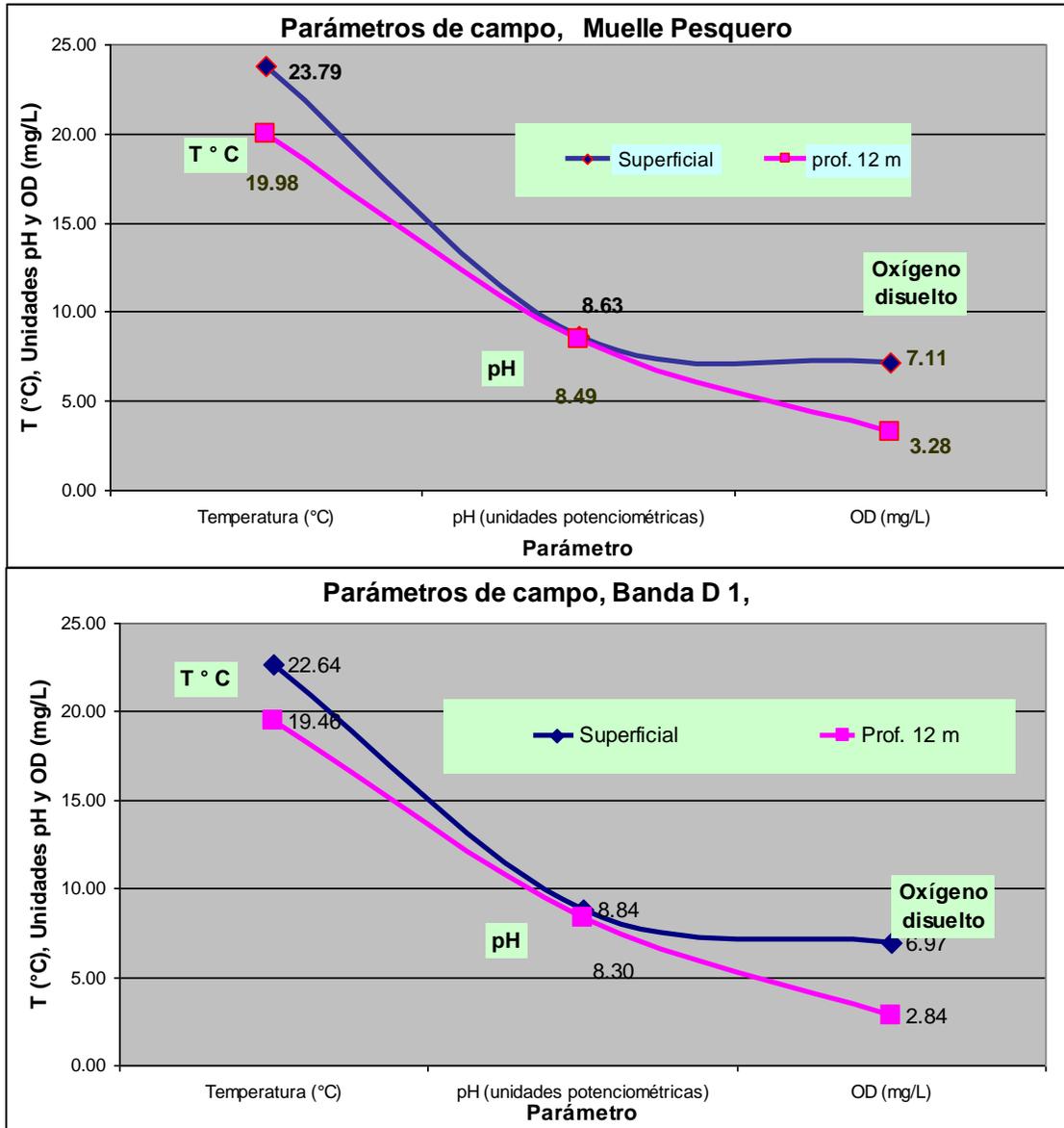


Figura 47.- Parámetros de campo de la Banda D1 y el Muelle Pesquero en 2013.

Los parámetros de campo del Muelle Pesquero y la Banda D1 observados en la figura 47, señalan una vez más que en cuanto a Temperatura y pH los comportamientos a nivel superficial y a 12 m de profundidad son muy parecidos. Lo más resaltante es que a medida que se aproximan a la Dársena Zona Norte las condiciones de oxígeno disuelto son solo favorables a nivel superficial. Un comparativo de estos dos puntos de monitoreo se observan en la figura 48.

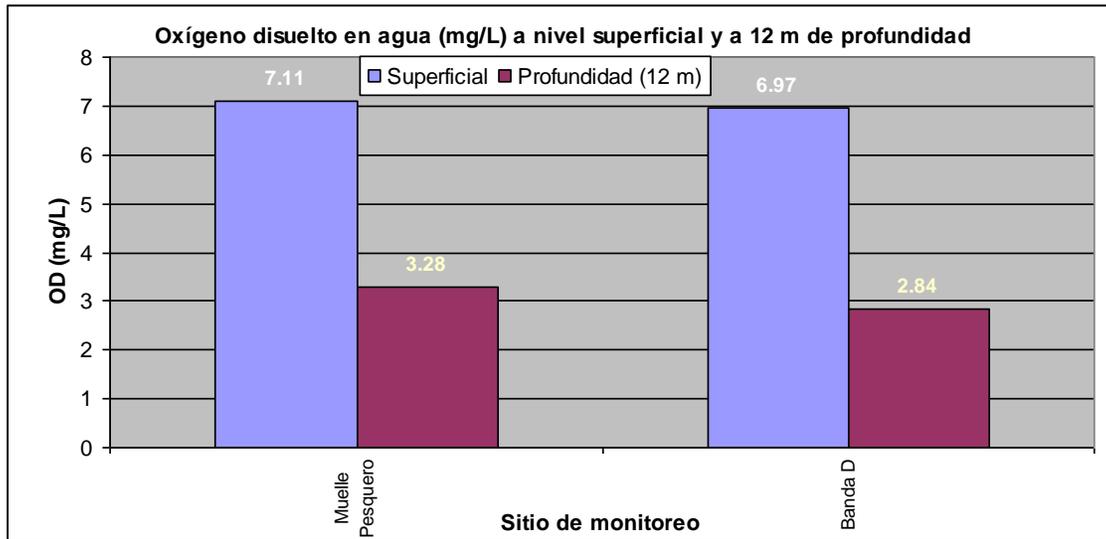


Figura 48.- Comportamiento de oxígeno disuelto de la Banda D y el Muelle Pesquero en 2013.

El comportamiento de oxígeno disuelto es, en ambos, casos muy parecido y estos dos puntos son de los mejores en cuanto a la condición de oxígeno disuelto, lo cual se aprecia cuando se observan en conjunto los puntos de monitoreo de las bandas y el muelle pesquero (figura 49).

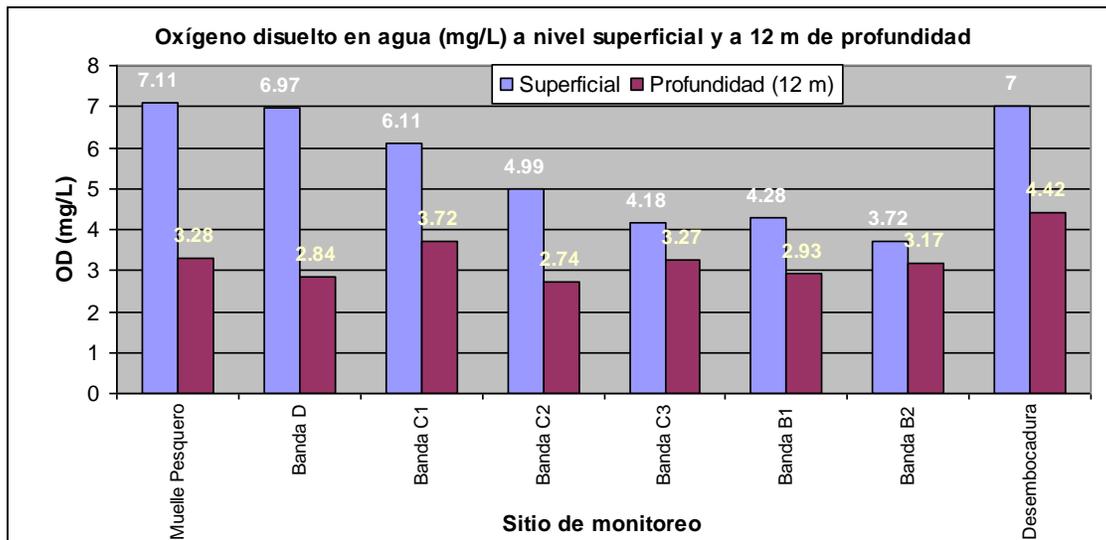


Figura 49.- Comportamiento de oxígeno disuelto de las Bandas, el Muelle pesquero y la Desembocadura de San Pedrito en 2013.

Por otra parte en La Laguna de valle de las Garzas se tomaron muestras de agua y de sedimento de las dos islas principales tanto en el norte y en el sur de cada isla, de acuerdo a ubicación de la fotografía satelital observada en la figura 50. Cabe aclarar que se incluyó en la parte central de cada isla una muestra de sedimento.

En la figura 51, se presenta el comportamiento de los parámetros bacteriológicos para las muestras de agua de la Isla A sur.



Figura 50.- Puntos de monitoreo de agua y sedimento en las dos principales islas de la Laguna de Valle de Las Garzas en 2013.

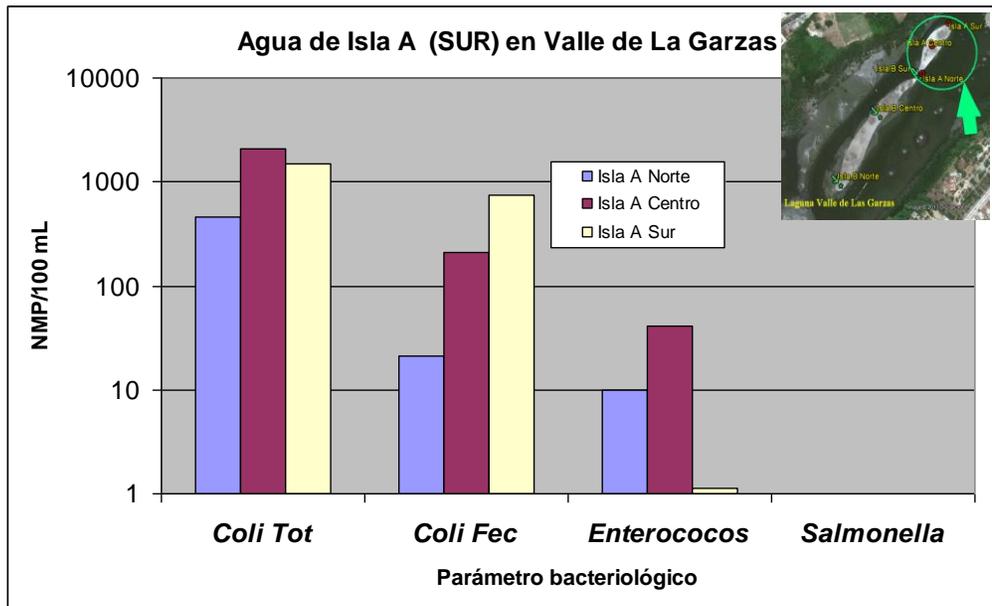


Figura 51.- Parámetros bacteriológicos de agua en la Isla A SUR, de la Laguna de Valle de Las Garzas en 2013.

Los resultados bacteriológicos para la Isla B NORTE se observan en la figura 52, en tanto que los parámetros de campo de estos dos puntos de las isletas se observan en la figura 53.

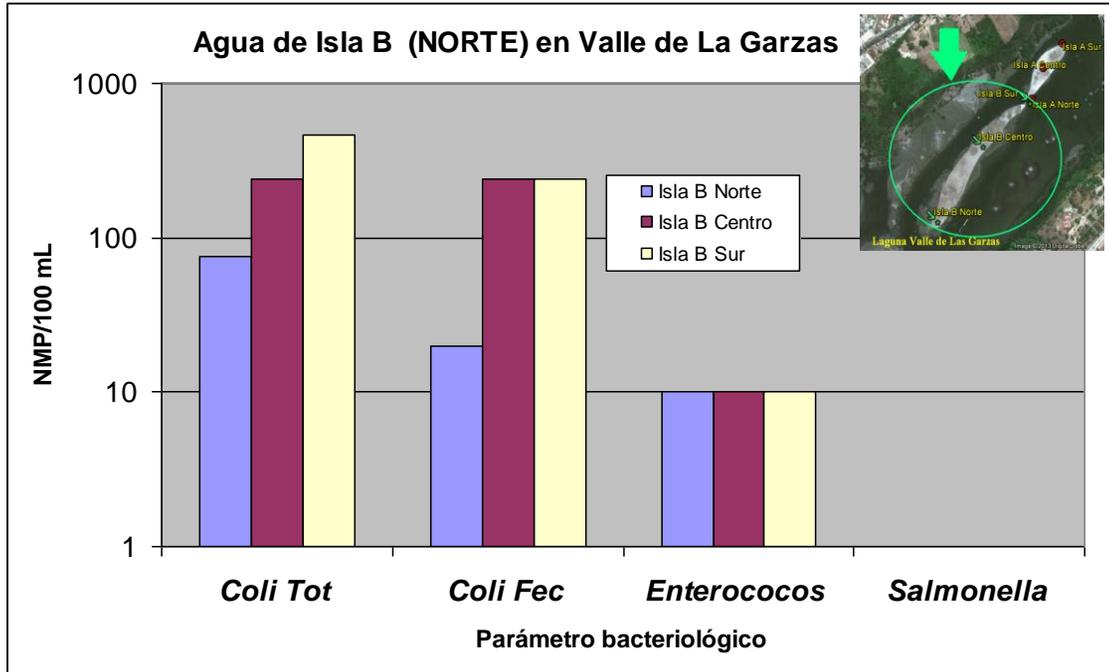


Figura 52.- Parámetros bacteriológicos de agua en la Isla B NORTE, de la Laguna de Valle de Las Garzas en 2013.

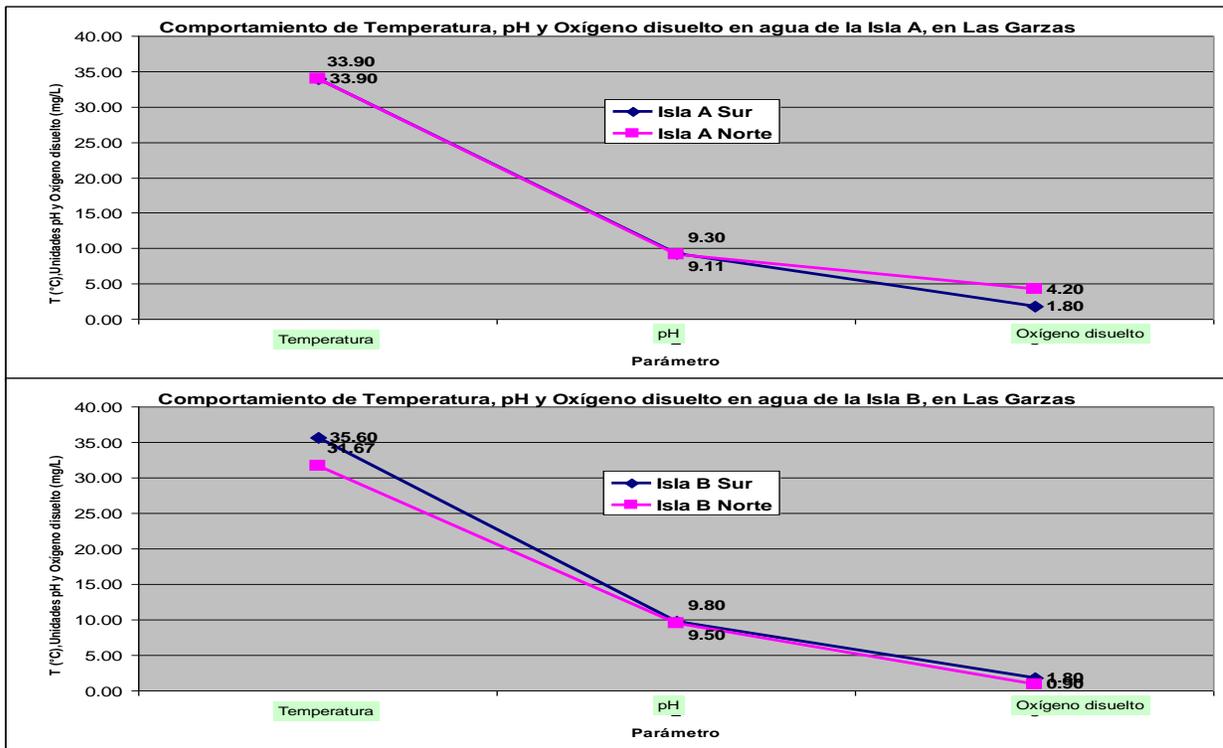


Figura 53.- Parámetros de campo en agua en las dos principales islas de la Laguna de Valle de Las Garzas en 2013.

En la figura 54 y 55 se observan los resultados de laboratorio para los parámetros fisicoquímicos evaluados en las Isleta A y B zona norte, centro y sur en ambos casos.

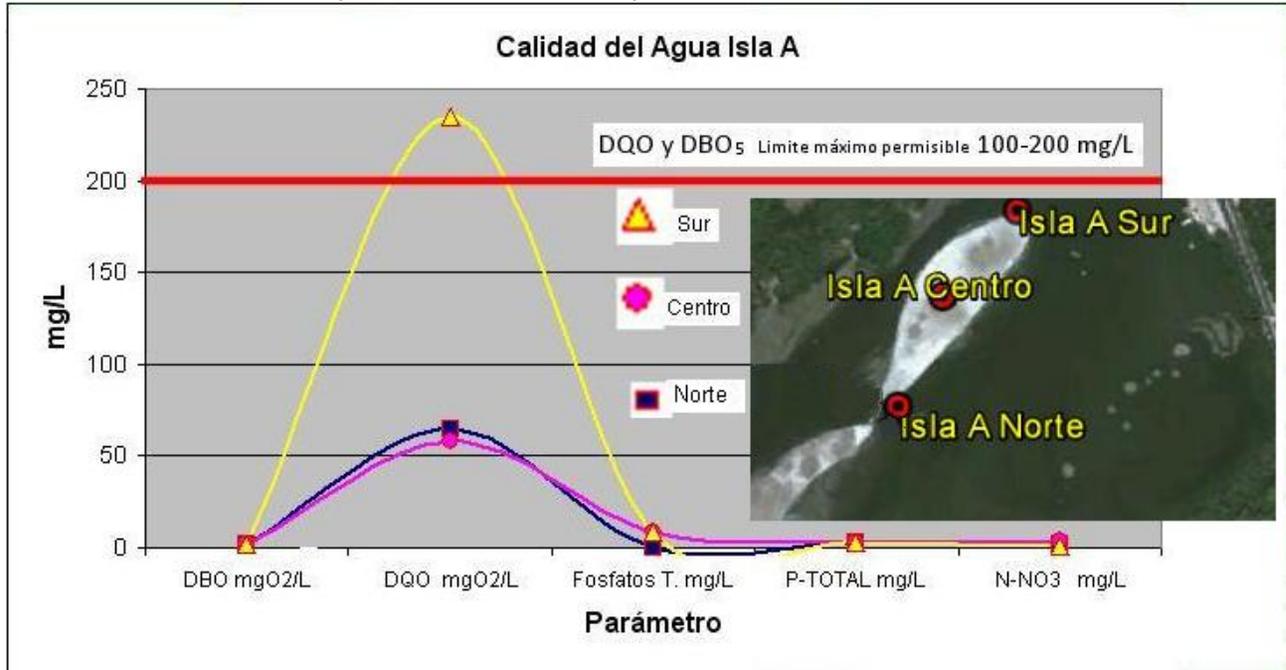


Figura 54.- Parámetros fisicoquímicos de calidad del agua en la isla A de la Laguna de Valle de Las Garzas en 2013.

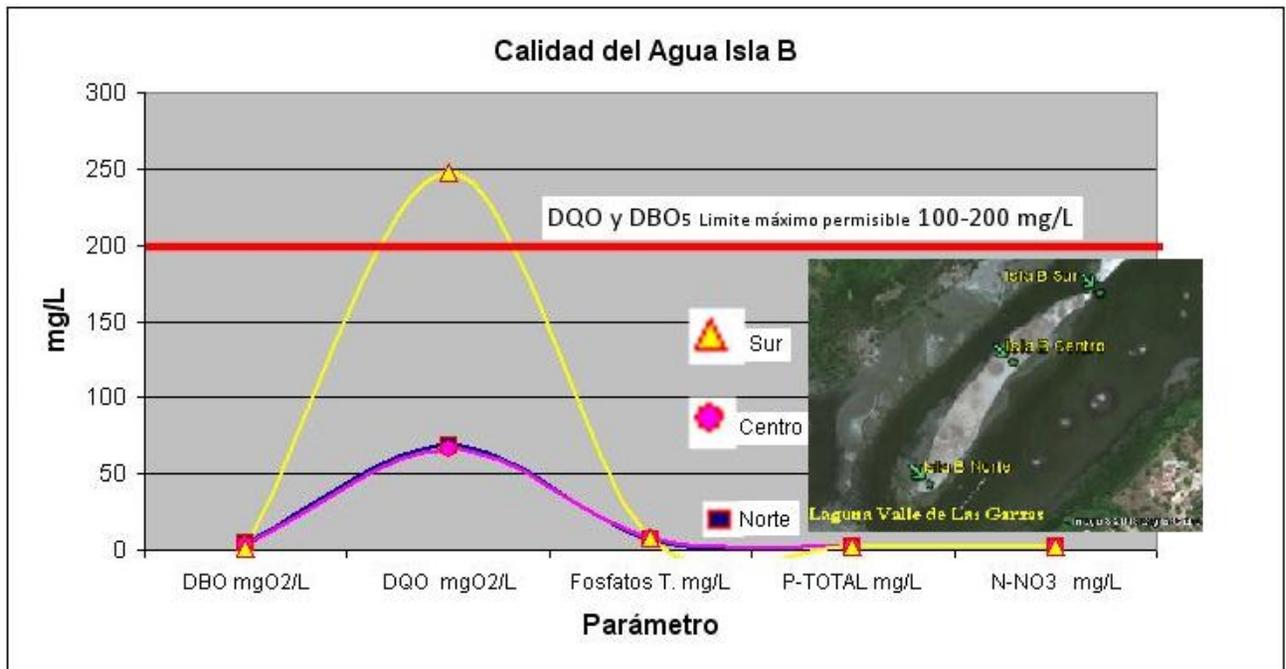


Figura 55.- Parámetros fisicoquímicos de calidad del agua en la isla B de la Laguna de Valle de Las Garzas en 2013.

Así mismo se recopilieron datos de granulometría y compuestos orgánicos mismos que no resultaron significativos para el diagnóstico ambiental integral.

## VI.2 RESULTADOS DE CALIDAD DE AGUA DE PARÁMETROS INCLUIDOS EN LA NOM-001-SEMARNAT-1996

Los resultados de parámetros fisicoquímicos, se refieren a los cuatro puntos de monitoreo desde 2010 hasta 2013. En 2013 se incluyó la desembocadura de la Laguna de San Pedrito en lugar de la toma de muestra de Atrás del Campo Militar, sin embargo, para fines comparativos, se incluyó este punto. Así mismo, debido a que solo se tiene el dato de 2013 del punto más limpio que consiste en la desembocadura, este punto no fue graficado hasta que no exista punto de comparación y evaluación.

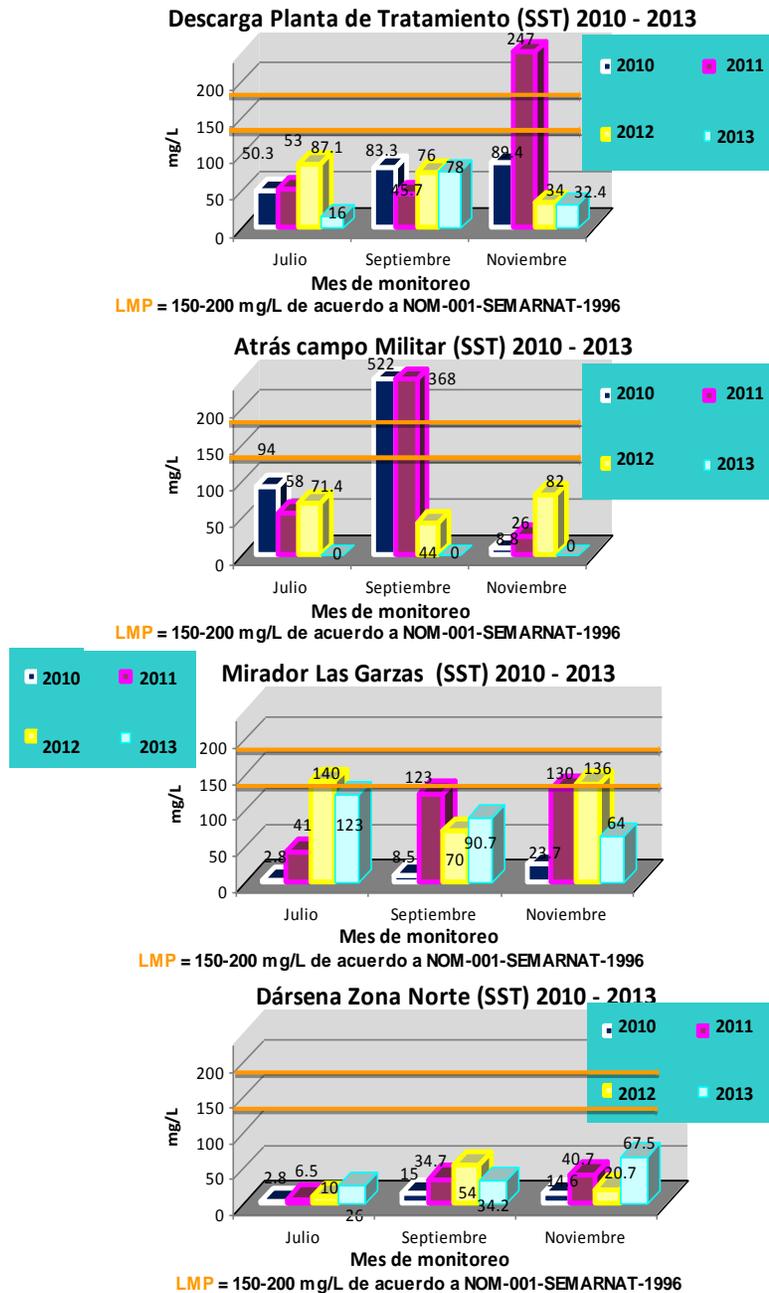


Figura 56. Dinámica 2010-2013 del comportamiento de sólidos suspendidos totales en agua con relación a los límites máximos permisibles señalados en la NOM-001.

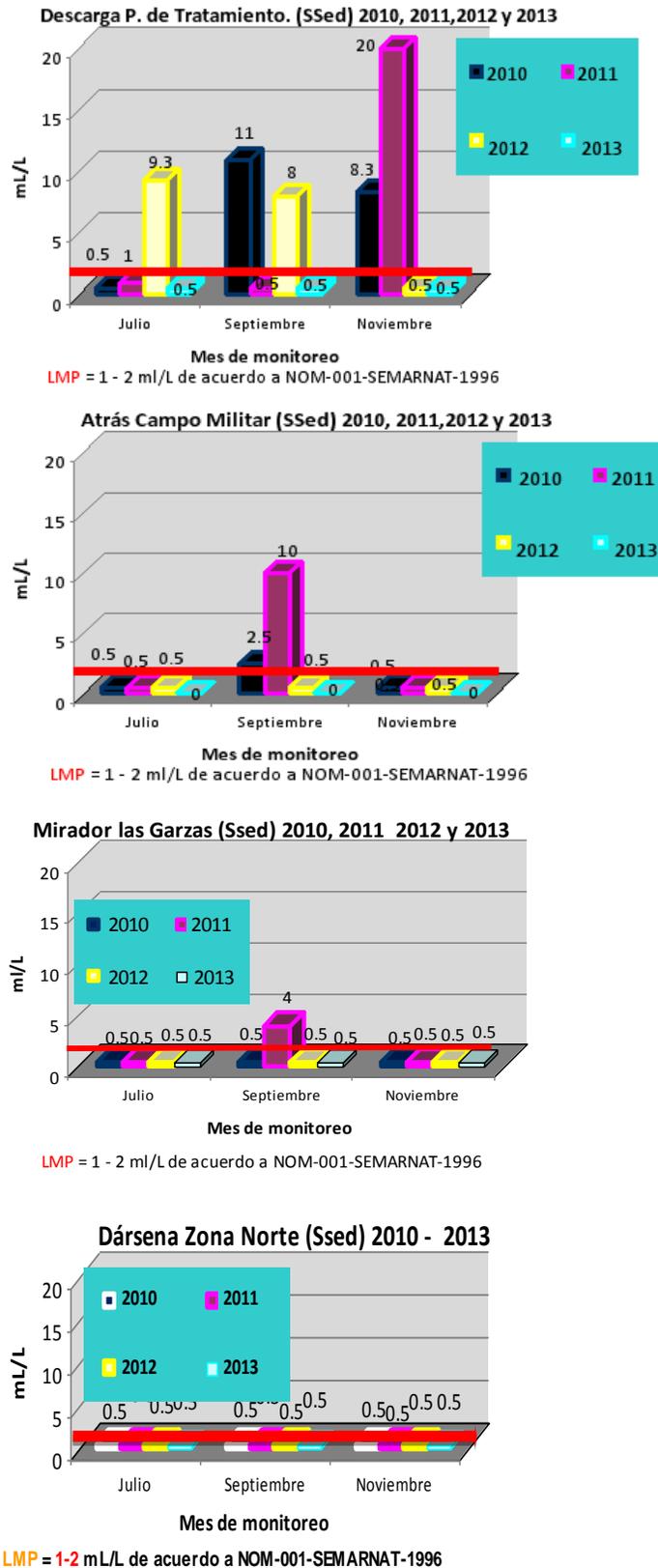
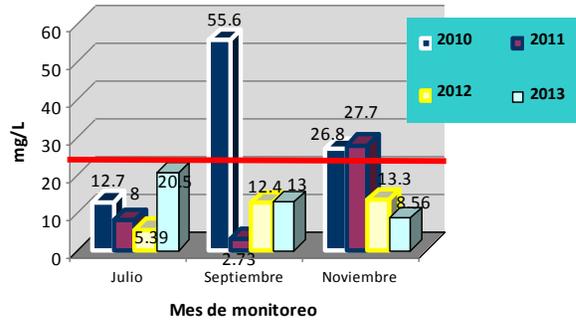


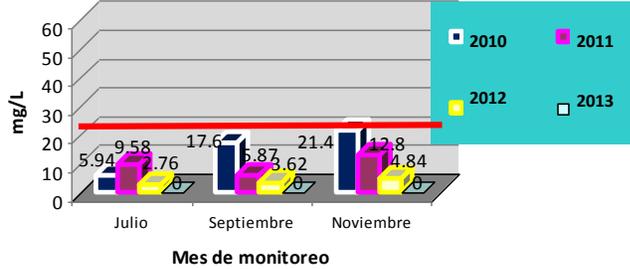
Figura 57. Dinámica 2010-2013 del comportamiento de sólidos sedimentables en agua con relación a los límites máximos permisibles señalados en la NOM-001.

**Descarga P. de Tratamiento (GyA) 2010 - 2013**



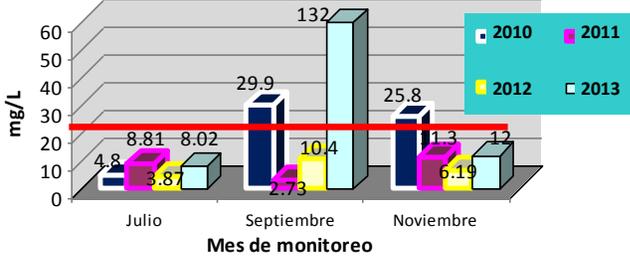
LMP = 15-25 mg/l de acuerdo a NOM-001-SEMARNAT-1996

**Atrás Campo Militar (G y A) 2010-2013**



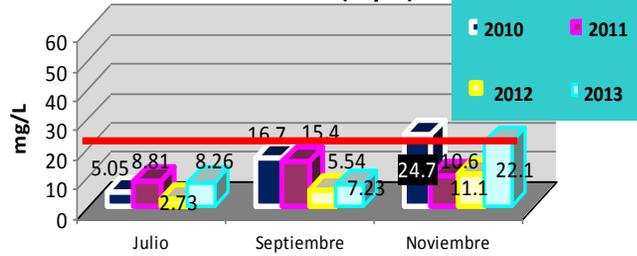
LMP = 15-25 mg/L de acuerdo a NOM-001-SEMARNAT-1996

**Mirador las Garzas (G y A) 2010 - 2013**



LMP = 15-25 mg/l de acuerdo a NOM-001-SEMARNAT-1996

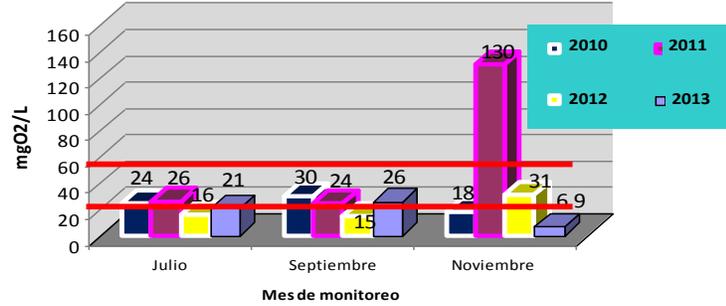
**Dársena Zona Norte (G y A) 2010 - 2013**



LMP = 15-25 mg/L de acuerdo a NOM-001-SEMARNAT-1996

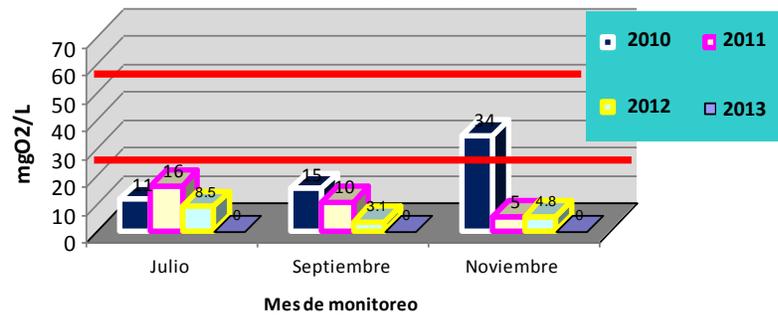
Figura 58. Dinámica 2010-2013 del comportamiento de grasas y aceites en agua con relación a los límites máximos permisibles señalados en la NOM-001.

**Descarga P. de Tratamiento (DBO5) 2010 - 2013**



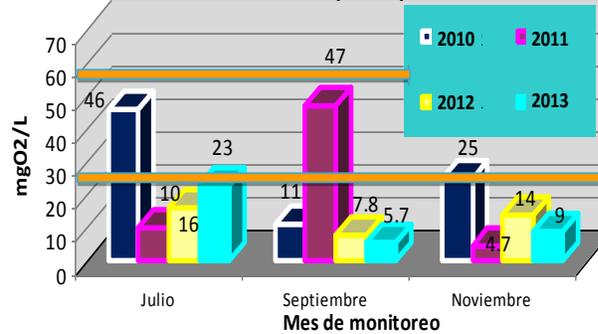
LMP= 30-60 mg/L de acuerdo a NOM-001-SEMARNAT-1996

**Atrás del Campo Militar (DBO5) 2010 - 2013**



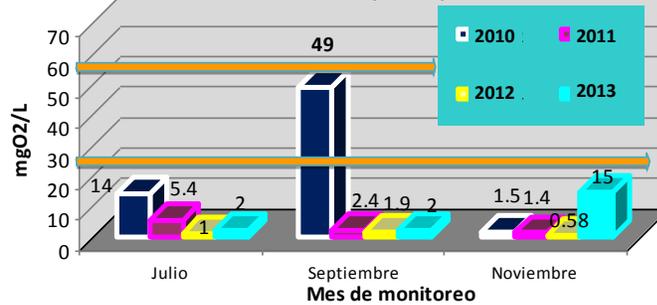
LMP= 30-60 mg/L de acuerdo a NOM-001-SEMARNAT-1996

**Mirador Las Garzas (DBO5) 2010 - 2013**



LMP= 30-60 mg/L de acuerdo a NOM-001-SEMARNAT-1996

**Dársena Zona Norte (DBO5) 2010 - 2013**



LMP= 30-60 mg/L de acuerdo a NOM-001-SEMARNAT-1996

Figura 59. Dinámica 2010-2013 del comportamiento de la Demanda Biológica de Oxígeno en agua con relación a los límites máximos permisibles señalados en la NOM-001.

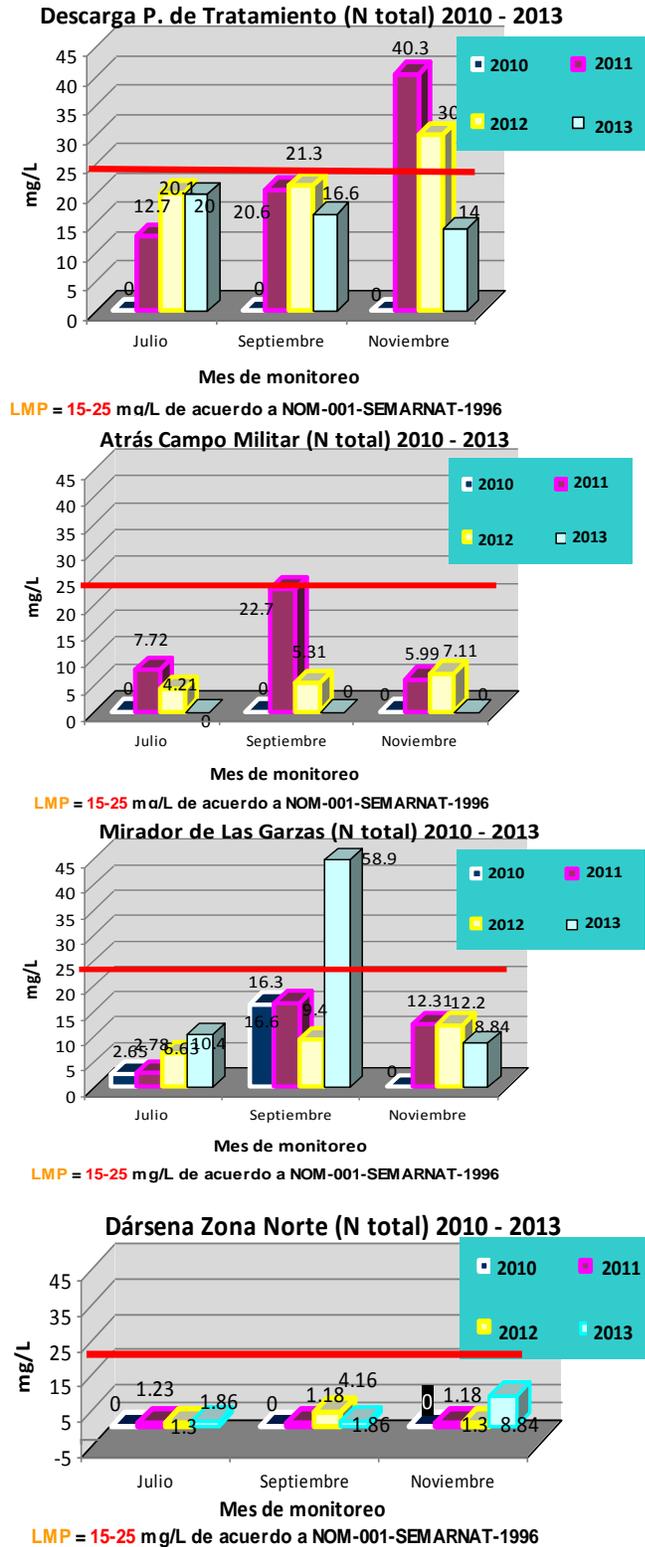
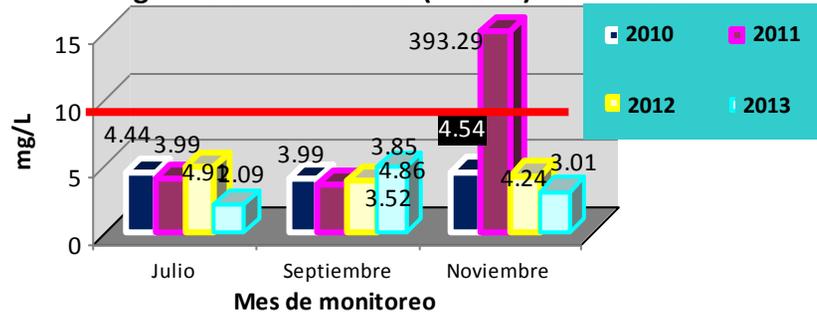


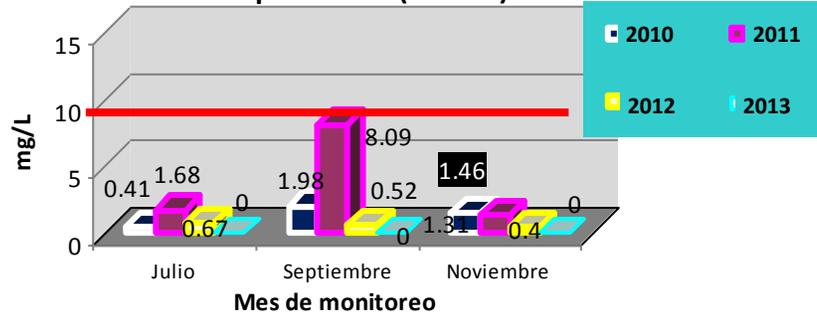
Figura 60. Dinámica 2010-2013 del comportamiento del Nitrógeno total en agua con relación a los límites máximos permisibles señalados en la NOM-001.

**Descarga P. de tratamiento (P total) 2010 - 2013**



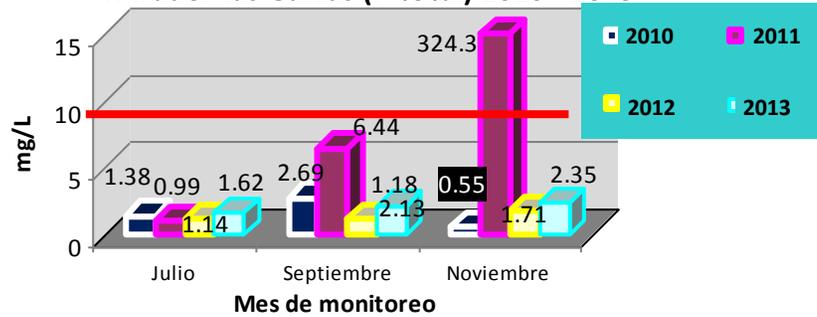
LMP = 5-10 mg/L de acuerdo a NOM-001-SEMARNAT-1996

**Atrás del Campo Militar (P total) 2010 - 2013**



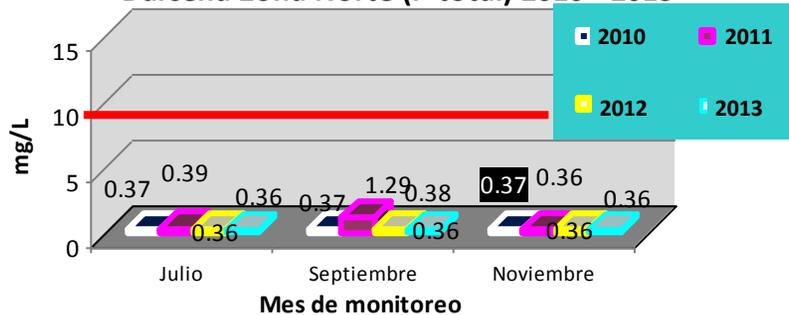
LMP = 5-10 mg/L de acuerdo a NOM-001-SEMARNAT-1996

**Mirador las Garzas (P total) 2010 - 2013**



LMP = 5-10 mg/L de acuerdo a NOM-001-SEMARNAT-1996

**Dársena Zona Norte (P total) 2010 - 2013**



LMP = 5-10 mg/L de acuerdo a NOM-001-SEMARNAT-1996

Figura 61. Dinámica 2010-2013 del comportamiento del Fósforo total en agua con relación a los límites máximos permisibles señalados en la NOM-001.

En la figura 56 se observa la dinámica de los sólidos suspendidos totales (SST), en los meses en que pueden compararse en los cuatro puntos monitoreo en los años 2010, 2011, 2012 y 2013.

En la descarga de la Planta de Tratamiento es posible establecer que los meses de julio y septiembre en los años 2010 a 2013 los SST se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles (LMP), establecidos de la NOM-001-SEMARNAT-1996. Sin embargo, en noviembre de 2011 derivado de las afectaciones por el huracán Jova los SST en este mes se elevaron por arriba de los límites máximos permisibles de la Noma. Para este mismo mes de los años 2012 y 2013 los SST se redujeron a niveles por debajo de los límites máximos permisibles.

En el punto de Atrás del Campo Militar, en la misma figura se observa que solo se presentaron los SST arriba del límite máximo permisible en el mes de septiembre de los años 2010 y 2011, ya en 2012 en noviembre se presentaron valores por debajo del LMP.

Por otra parte tanto el Mirador de Las Garzas como la Dársena Zona Norte los SST en el periodo de monitoreo de la Laguna de Las Garzas y San Pedrito en el periodo 2010-2013 siempre cumplieron con la NOM-001-SEMARNAT-1996. Es necesario remarcar el gradiente de atenuación de la presencia de los SST a medida que el agua es liberada a mar abierto por la desembocadura ó canal de acceso en la Laguna de San Pedrito.

En cuanto a los Sólidos Sedimentables (Ssed) entre 2010 y 2013, se observaron en la Descarga de la Planta de Tratamiento en septiembre y noviembre de 2010, noviembre de 2011, julio y septiembre de 2012 valores arriba del límite máximo permisible. Para el año 2013 en los tres meses de comparación se cumplió con la NOM-001-SEMARNAT-1996.

En el punto de Atrás del Campo Militar solo se presentaron valores de Ssed arriba del límite máximo permisible en septiembre de 2010 y 2011. Par los años de 2012 y 2013 en este punto siempre se cumplió con lo establecido en la NOM-001-SEMARNAT-1996.

En el punto de Mirador de Las Garzas solamente en septiembre de 2011 se rebasaron los límites máximos permisibles, durante 2010, 2012 y 2013 siempre se cumplió con la NOM-001-SEMARNAT-1996.

Finalmente en la Dársena Zona Norte durante los años 2010 a 2013 los Ssed siempre cumplieron con la NOM-001-SEMARNAT-1996.

En cuanto a Grasas y Aceites (G y A) en la Descarga de la Planta de Tratamiento (figura 58), en el año 2010, los meses de septiembre y noviembre se rebasaron los límites máximos permisibles de la NOM-001-SEMARNAT-1996. En este punto de monitoreo en 2011 se rebasaron lo LMPs en el mes de noviembre, en 2012 y 2013 los niveles siempre estuvieron cumpliendo la NOM-001.

En la misma figura 58, también se observan los resultados de G y A en el punto de Atrás del campo militar, en ninguno de los meses de monitoreo durante el periodo 2010-2013 se rebasaron los LMPs de la NOM.

En el Mirador de las Garzas en cuanto a G y A, los niveles máximos permisibles de la NOM fueron en el año 2010 en los meses de septiembre y noviembre, de 29.9 y 25.8 respectivamente. En el año 2011 y 2012 en ninguno de los meses de la comparación se rebasaron los límites máximos permisibles de la NOM-001. En el año 2013 en el mes de noviembre se presentaron valores de 132 mg/L cuatro veces superiores a los máximos permitidos.

En cuanto a la Dársena Zona Norte este punto siempre a resultado el más limpio en cuanto a los parámetros de la NOM-001 y en todo el periodo 2010-2013 ninguno de los meses monitoreados rebasó los LMPs.

En relación a otro de los parámetros que si están en la NOM-001-SEMARNAT-1996 y que consiste en la DBO5, en la figura 59, se observan los resultados para los cuatro puntos de monitoreo 2010-2013. En esta gráfica puede apreciarse que solo en el mes de noviembre de 2011 se rebasaron los límites máximos permisibles en el punto de la Descarga Planta de Tratamiento, en todos los demás puntos del seguimiento 2010-2013 estuvieron siempre entre los límites máximos permisibles que cubren el rango de entre 30 y 60 mg/L que es el rango para protección a la vida acuática. Cabe señalar que este límite es el más estricto, puesto que si consideramos el rango para explotación pesquera, navegación y otros usos de la NOM-001, el valor esta entre 100 y 200 mg/L. Lo anterior significa que si consideramos este último rango, queda claro que en todos los años de monitoreo se han presentado valores por debajo de los LMPs y aceptables de DBO5.

Para el parámetro de Nitrógeno total el LMP es de 15 – 25 mg/L (figura 60), en el punto de la descarga de Planta de Tratamiento en 2011 y 2012 en el mes de noviembre se rebasó ese valor.

Por su parte en el punto de monitoreo de Atrás del campo militar en el periodo 2010 -2013, siempre se mantuvieron valores por debajo del LMP de la NOM-001. En este punto de monitoreo es notable el incremento de Nitrógeno total en el mes de septiembre alcanzando valores de 22.7 cercanos al máximo permisible.

En el Mirador de Las Garzas solo en el mes de Septiembre de 2013 se rebasó el límite máximo permisible de la NOM-001. En esta misma figura, una vez más de acuerdo a la dinámica del Nitrógeno total el punto de la Dársena Zona Norte es el que siempre ha cumplido con los LMPs manteniéndose muy por debajo de estos.

En relación a Fósforo total (figura 61) en la Descarga de la Planta de Tratamiento de acuerdo a los LMPs de la NOM-001-SEMARNAT -1996, solo en el mes de noviembre de 2011 se rebasó el límite alcanzando cerca de 400 mg/L.

En el punto de monitoreo de Atrás del campo militar en septiembre de 2011 estuvo cerca de rebasar el valor máximo permisible.

Por otra parte en el Mirador de las Garzas en todo el periodo de monitoreo 2010-2013, solo en noviembre de 2011 presentó valores de fósforo total muy arriba del valor máximo permisible.

La Dársena Zona Norte en este parámetro continuo siendo el punto más limpio en cuanto a fósforo total, puesto que en todo el periodo 2010-2013 nunca presentó valores arriba de los LMPs de la NOM-001.

De los otros parámetros que se han monitoreado pero que no están normados y solo se citan desde el 2010 en relación a los parámetros de los Criterios de Calidad del Agua de la CONAGUA 2009, se encuentra la Demanda Química de Oxígeno.

En la figura 62, se observa como los puntos de la Descarga de Planta de tratamiento, Atrás del campo militar y el Mirador de las Garzas se presentaron valores entre 2010 y 2013 de la DQO siempre enmarcados entre agua de Calidad Aceptable a contaminada. Así mismo la Dársena Zona Norte siempre mantuvo valores que la clasifican como agua de buena calidad.

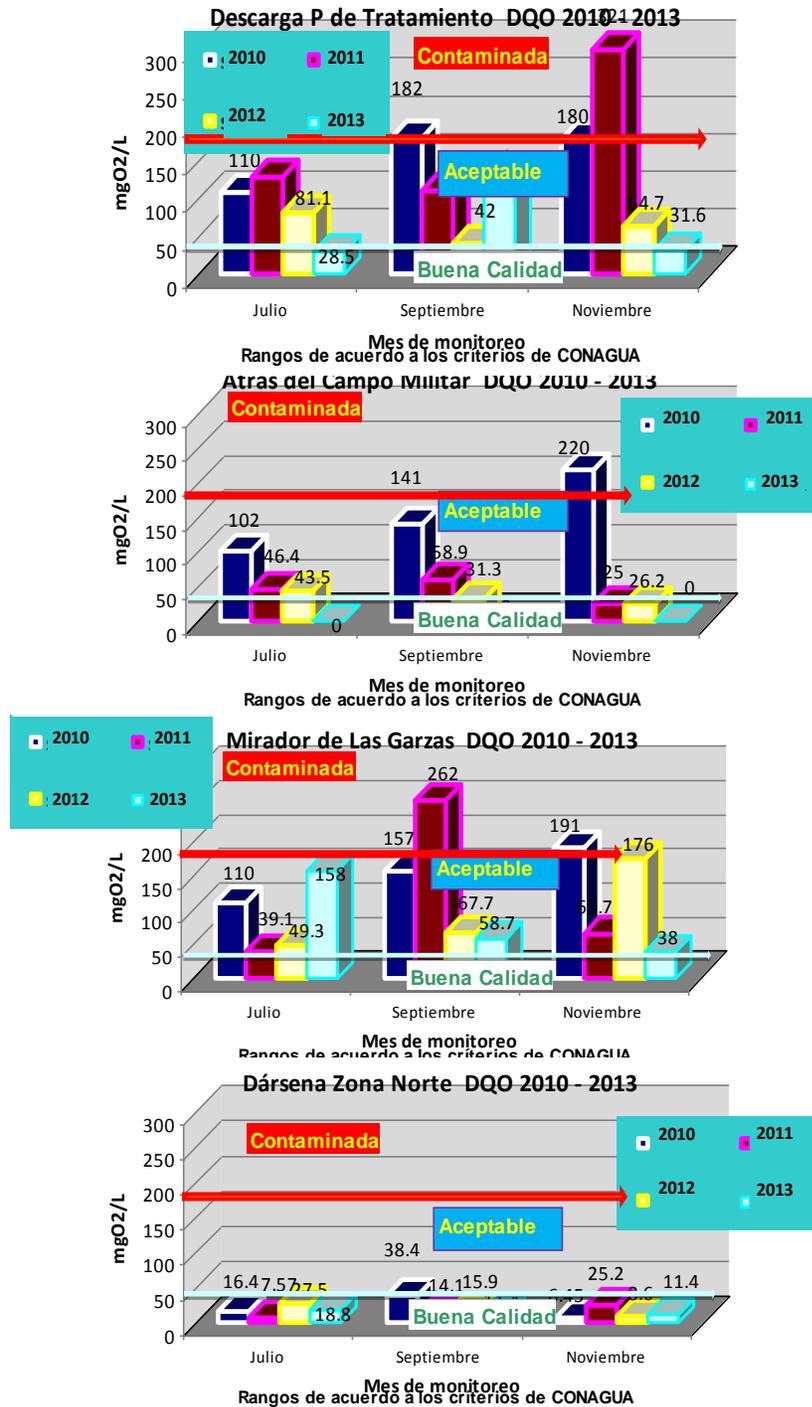
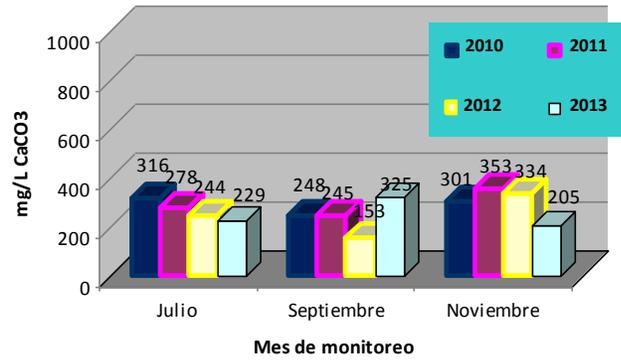
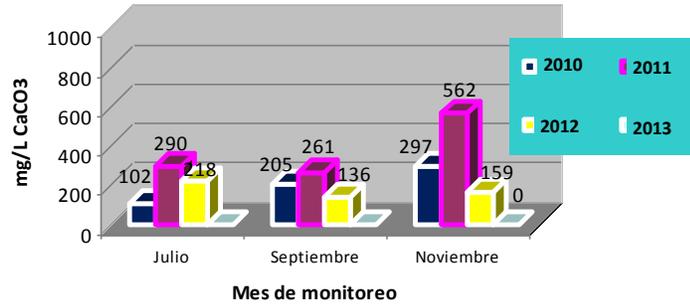


Figura 62. Dinámica 2010-2013 del comportamiento de la DQO en agua con relación a los criterios de calidad de CONAGUA.

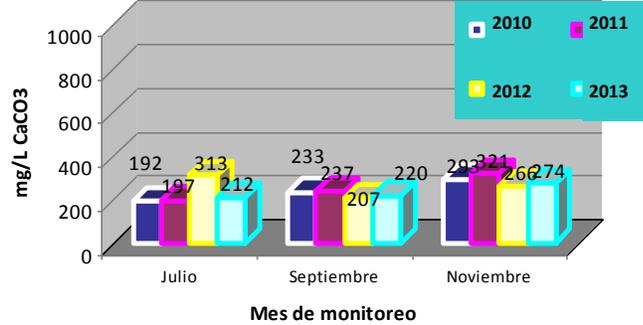
**Descarga P. de Tratamiento (Alcalinidad) 2010 -2013**



**Atrás del Campo Militar (Alcalinidad) 2010 -2013**



**Mirador las Garzas (Alcalinidad) 2010 - 2013**



**Dársena Zona Norte (Alcalinidad) 2010 - 2013**

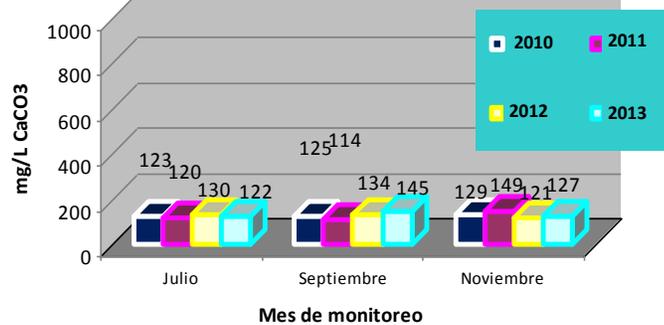
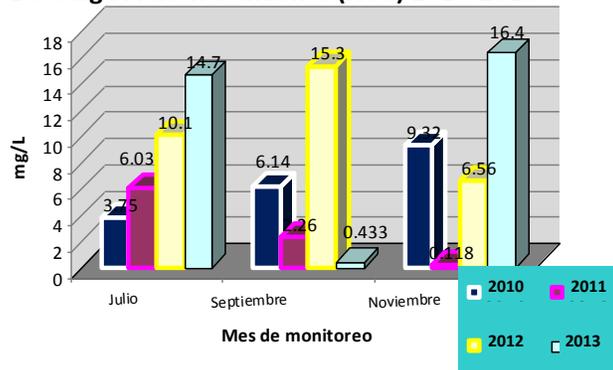
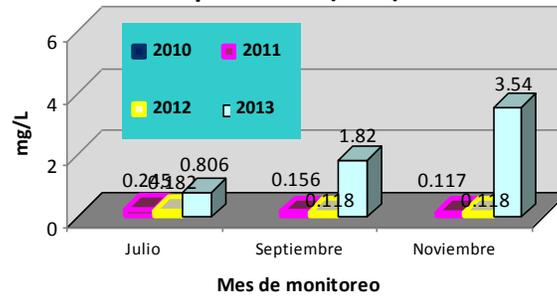


Figura 63. Dinámica 2010-2013 del comportamiento de la alcalinidad en agua.

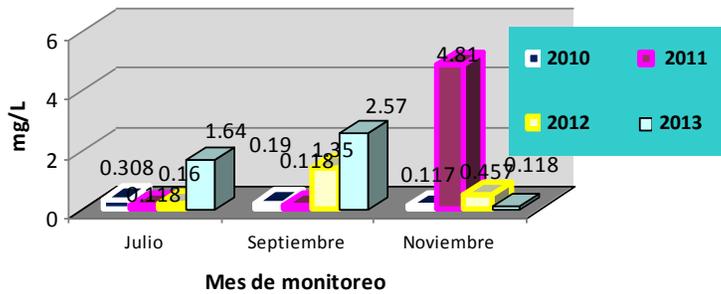
**Descarga P. de Tratamiento (NO<sub>3</sub>) 2010-2013**



**Atrás del Campo Militar (NO<sub>3</sub>) 2010-2013**



**Mirador de Las Garzas (NO<sub>3</sub>) 2010 - 2013**



**Dársena Zona Norte (NO<sub>3</sub>) 2010 - 2013**

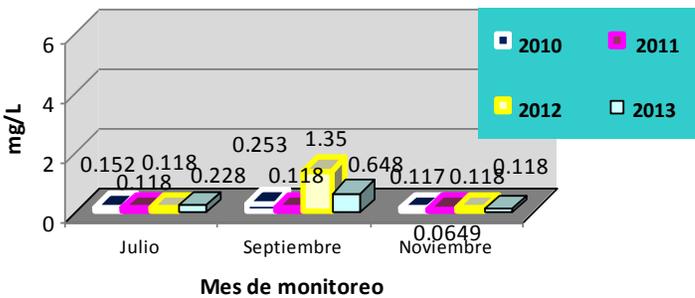


Figura 64. Dinámica 2010-2013 del comportamiento de N-NO<sub>3</sub> en agua.

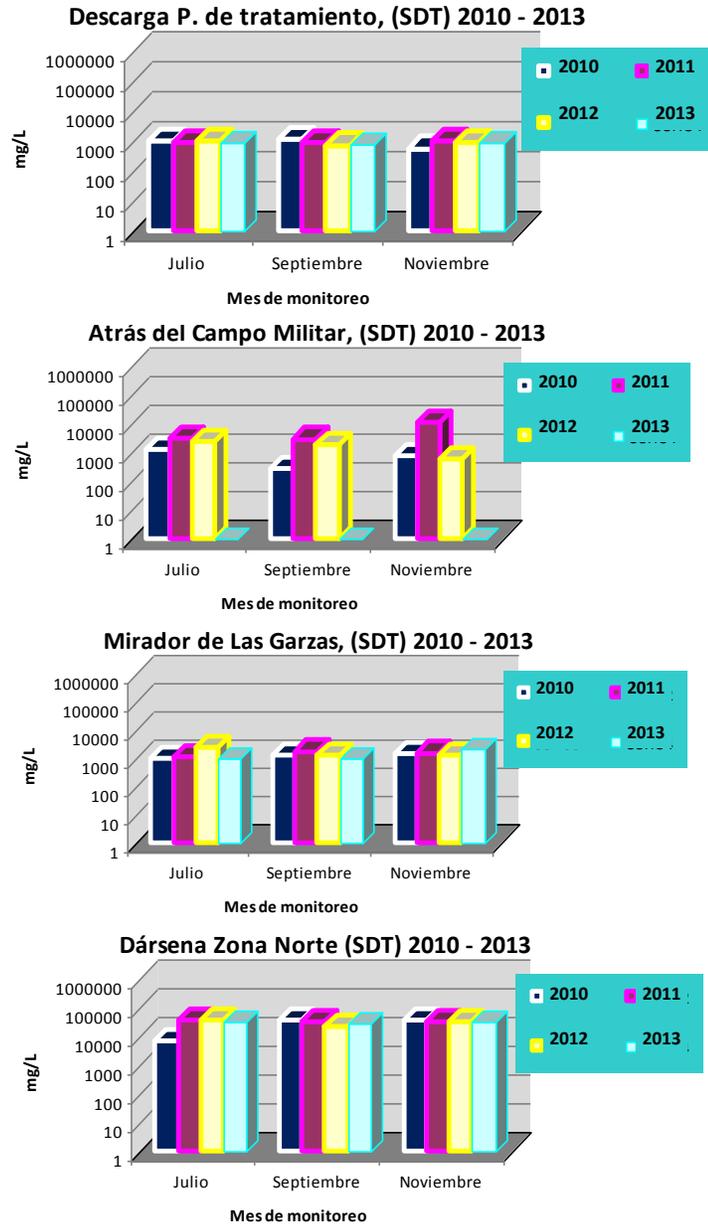
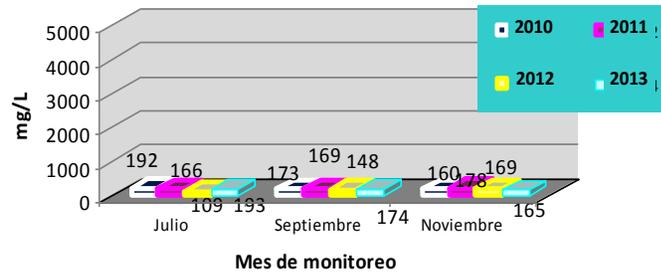
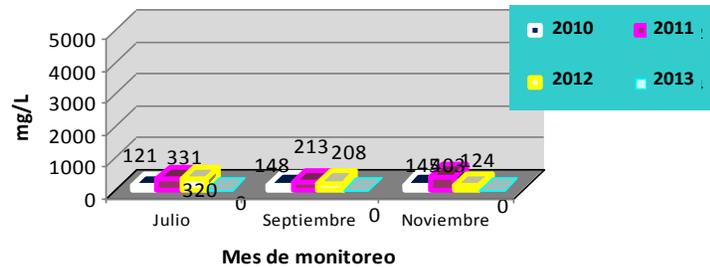


Figura 65. Dinámica 2010-2013 del comportamiento de Sólidos disueltos totales en agua.

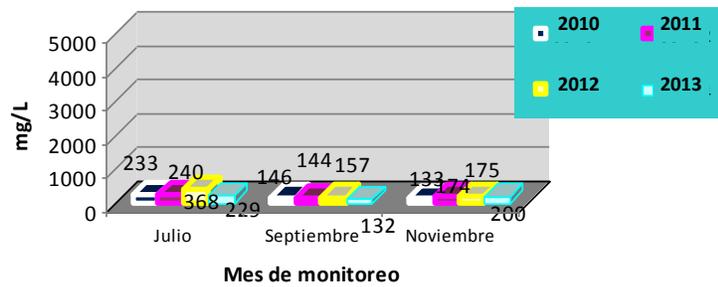
**Descarga P. de tratamiento (Sulfatos) 2010 - 2013**



**Atrás Campo Militar (Sulfatos) 2010 - 2013**



**Mirador de Las Garzas (Sulfatos) 2010 - 2013**



**Dársena Zona Norte (Sulfatos) 2010 - 2013**

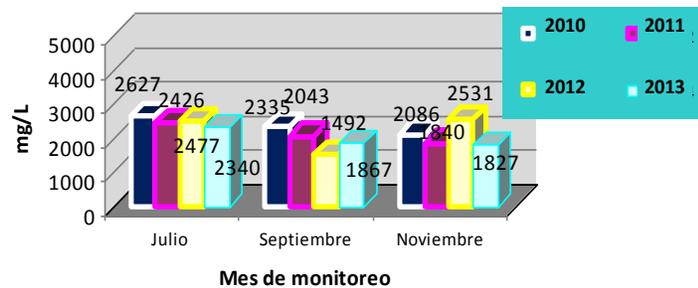
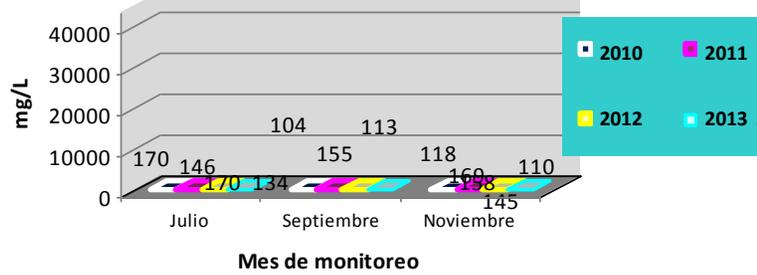
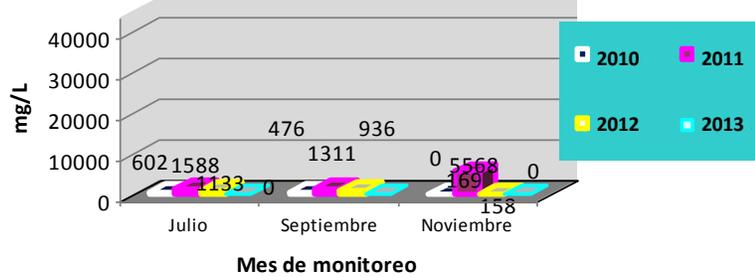


Figura 66. Dinámica 2010-2013 del comportamiento de Sulfatos en agua.

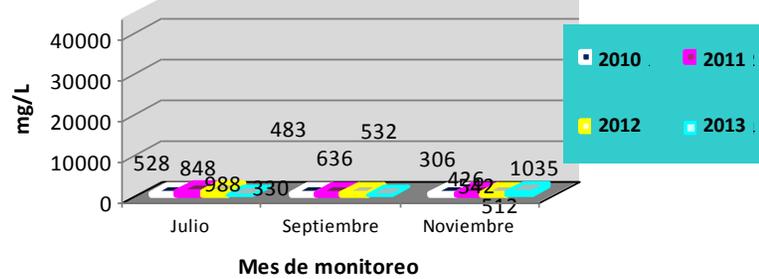
**Descarga P. de tratamiento (Cloruros) 2010 - 2013**



**Atrás del Campo Militar (Cloruros) 2010 - 2013**



**Mirador de Las Garzas (Cloruros) 2010 - 2013**



**Dársena Zona Norte (Cloruros) 2010 - 2013**

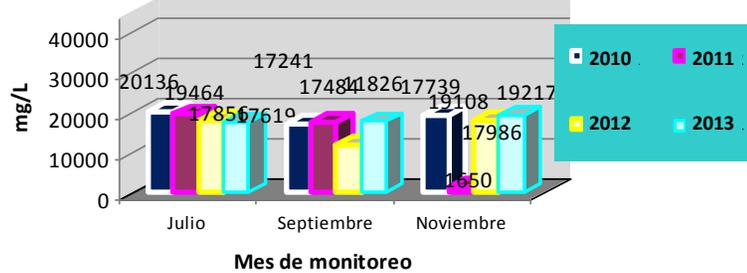
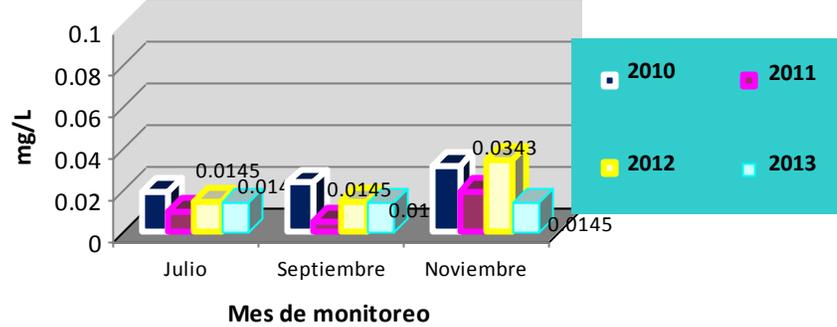
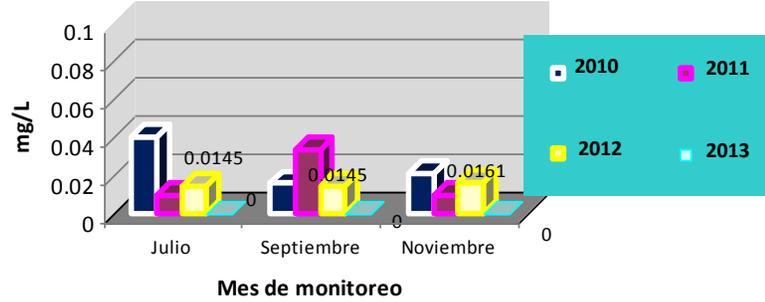


Figura 67. Dinámica 2010-2013 del comportamiento de Cloruros en agua.

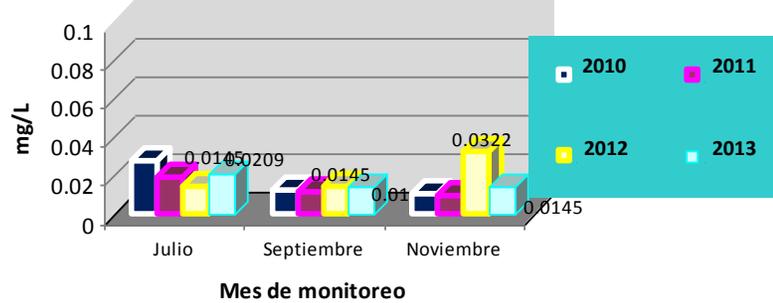
**Descarga P. de tratamiento (fenoles) 2010 - 2013**



**Atrás Campo Militar (fenoles) 2010 - 2013**



**Mirador de las Garzas (fenoles) 2010 - 2013**



**Dársena Zona Norte (fenoles) 2010 - 2013**

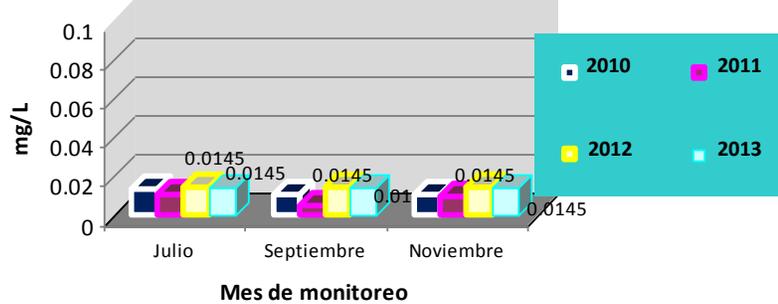


Figura 68. Dinámica 2010-2013 del comportamiento de fenoles en agua.

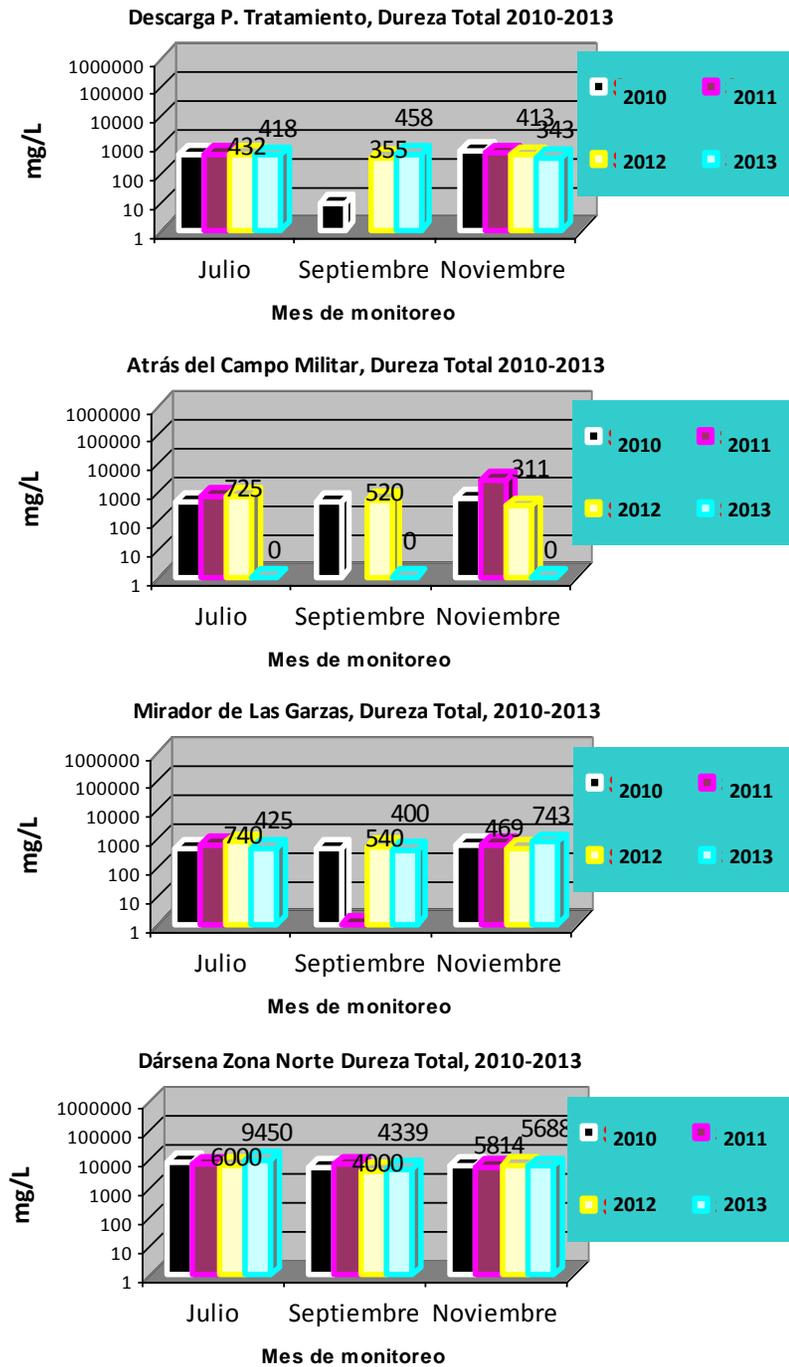


Figura 69. Dinámica 2010-2013 del comportamiento de la dureza total en agua.

Con relación a los parámetros bacteriológicos de los cuatro puntos de monitoreo y seguimiento de calidad del agua en relación a los límites máximos permisibles en los siguientes gráficos se observan los resultados comparativos 2010-2013 de Coliformes totales, fecales y *Escherichia coli*.

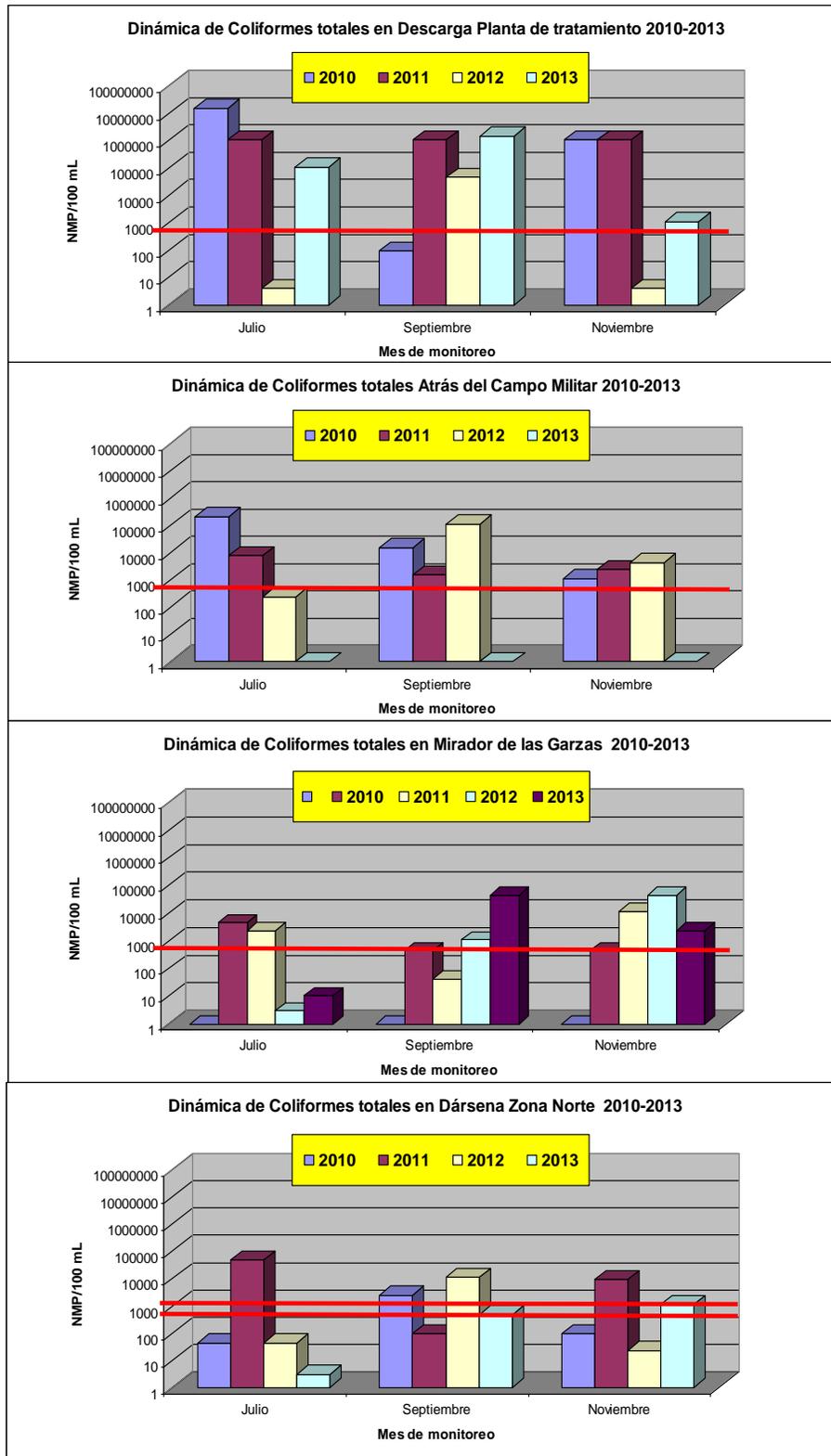


Figura 70. Coliformes totales en agua en julio, septiembre y noviembre 2010 -2013, el límite máximo permisible de la NOM-001-SEMARNAT-1996, es de 1000-2000 NMP/100 mL.

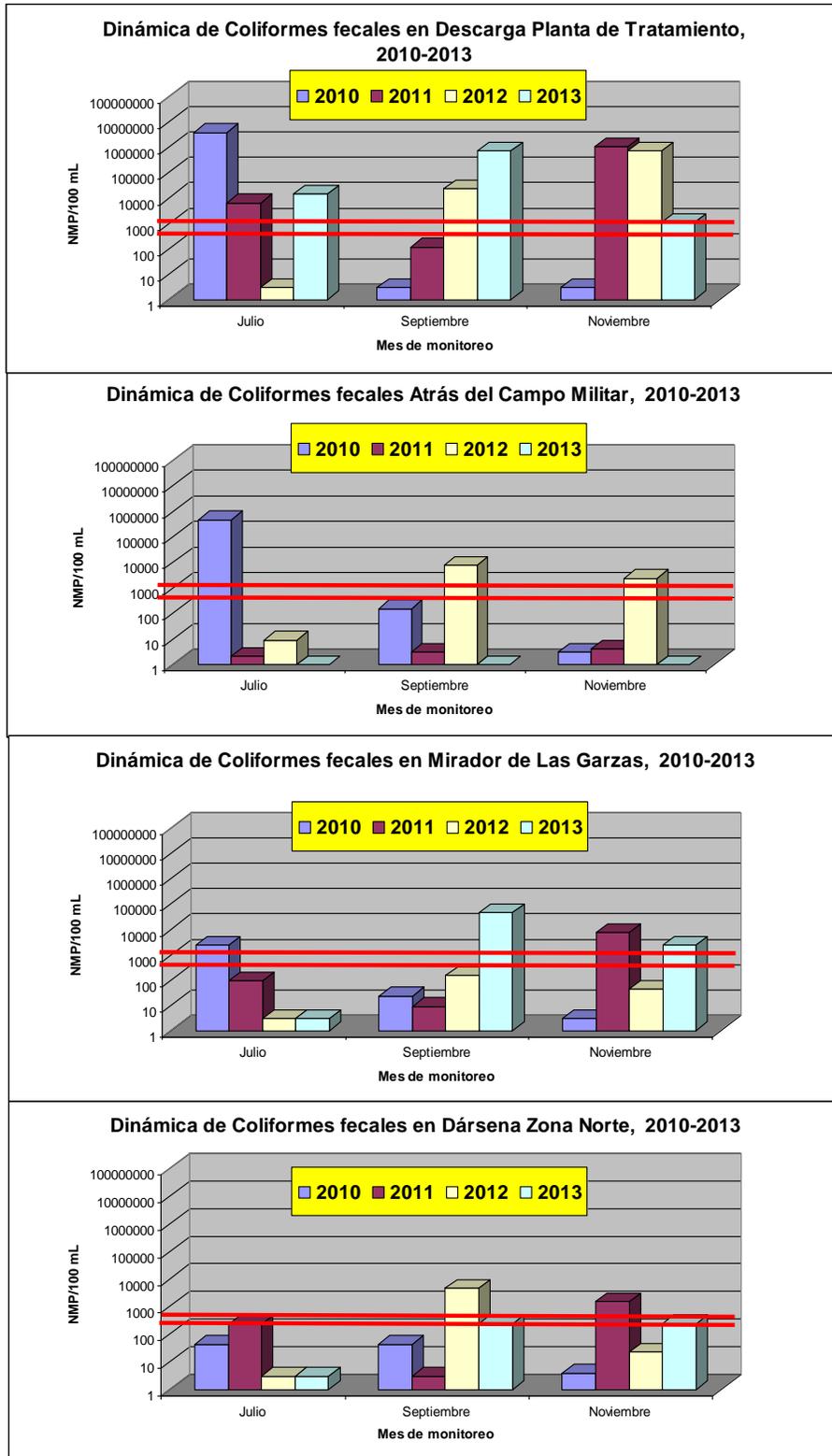


Figura 71. Coliformes fecales en agua en julio, septiembre y noviembre 2010 -2013, el límite máximo permisible de la NOM-001-SEMARNAT-1996, es de 1000-2000 NMP/100 mL.

En lo que corresponde al comportamiento de los parámetros bacteriológicos, en la figura 72 se observan los puntos de monitoreo de la Descarga de la Planta de Tratamiento (DPT), Detrás del Campo Militar (DCM), Mirador de las Garzas (MLG), Dársena Zona Norte (DZN) y Vaso II.

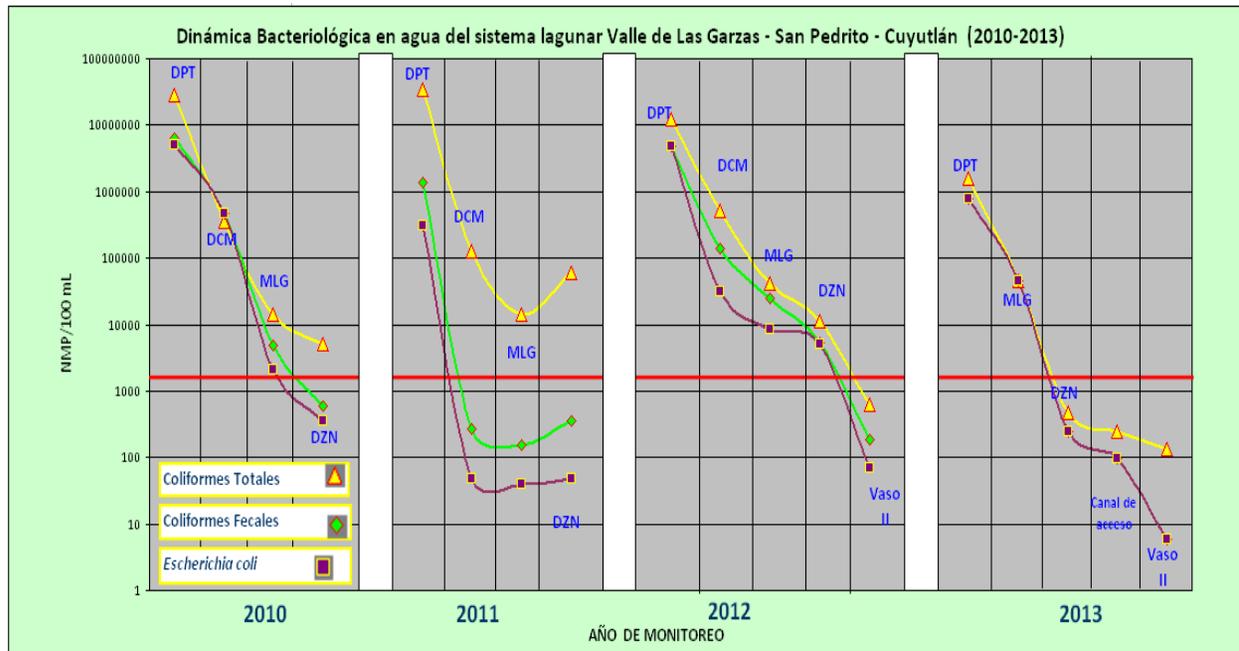


Figura 72.- Dinámica de los parámetros bacteriológicos Coliformes totales, Coliformes fecales y *Escherichia coli* durante 2010-2013.

Cabe señalar que durante 2010 a 2012 se mantuvieron los puntos de la Descarga de la Planta de Tratamiento (DPT), Detrás del Campo Militar (DCM), Mirador de las Garzas (MLG), Dársena Zona Norte (DZN) y Vaso II. En el presente año de monitoreo 2013 y en función de la dinámica de estos años se tomó la decisión de eliminar el punto de atrás del campo militar (DCM) y sustituirlo por el canal de acceso (CA).

El panorama general del comportamiento bacteriológico de los últimos cuatro años, permite concluir que el humedal natural que constituye el sistema Lagunar Las Garzas – San Pedrito, ha funcionado perfectamente bien, en la medida de la atenuación de los parámetros hasta mantenerlos debajo del límite máximo permisible (línea roja).

También, de acuerdo a los resultados, es factible la observación de la perturbación que presentó el sistema lagunar en el 2011 debido al impacto del huracán Jova, esto provocó que aún en el 2012 el sistema continuaba en proceso de recuperación.

Después de este proceso natural de recuperación los resultados del 2013 indican el retorno a los niveles que el sistema presentaba en el 2010.

### VI.3 Análisis de la fauna macrobéntica de la Laguna de Las Garzas-San Pedrito Manzanillo, Colima.

Los muestreos para el análisis de la fauna macrobéntica de la Laguna de Las Garzas- San Pedrito se realizaron en las islas formadas por tarquinas denominadas islas A y B; de la misma manera se tomaron muestras dentro del recinto portuario en los sitios llamados Bandas B, C y D (Figura 73). Los resultados de las mediciones de los parámetros fisicoquímicos se muestran en la tabla 9. Es importante mencionar que las mediciones dentro del recinto portuario fueron a máxima profundidad (10-15 m).



Figura 73. Ubicación de sitios de toma de muestra para fauna macrobéntica.

Sitio	Ubicación	Hora	Temp (°C)	pH	ORP (mV/Its)	OD %sat	OD (mg/L)	Conductividad eléctrica (µS/cm)	TDS (mg/L)	Sólidos d (p pt)
Isla B Centro	5°30'—104°13'	11:20:13	29.78	8.52	-35.93	106.02	4.40	27771.00	18051.40	16.97
Isla B Norte	5°37'—104°13'	11:50:13	26.30	7.70	-48.54	1.12	0.05	15513.75	10094.25	9.09
Isla B Sur	5°23'—104°13'	11:00:13	30.08	9.32	-115.33	180.04	8.11	2690.29	1742.67	1.38
Isla B Sur	5°23'—104°13'	13:10:13	30.08	9.32	-115.33	180.04	8.11	2690.29	1742.67	1.38
Isla A Norte	5°22'—104°13'	13:40:00	27.08	7.61	-31.56	2.90	0.13	14367.96	9391.14	8.30
Isla A Norte	5°45'—104°13'	16:20:20	23.79	8.63	-69.19	149.46	6.39	48364.36	31436.92	31.57
Banda D1	5°34'—104°13'	16:45:00	19.46	8.30	-61.96	61.62	2.34	50044.29	32528.57	32.86
Banda C1	5°20'—104°13'	17:30:12	19.28	8.26	-46.09	72.67	3.32	48388	32395	32.71
Banda C2	5°33'—104°13'	18:16:20	19.68	8.32	-67.58	59.32	2.74	50000	32504	32.83
Banda C3	5°34'—104°13'	18:20:20	19.67	7.95	-36.28	71.09	3.27	48583	32230	32.52
Banda B2	5°29'—104°13'	19:15:12	19.87	7.95	-18.38	69.30	3.17	48537	32199	32.49

Tabla 9. Parámetros fisicoquímicos medidos en cada punto de muestreo

Las mediciones de los parámetros fisicoquímicos indican una clara diferencia (esperada) entre las condiciones de las islas y el recinto portuario. Las islas mostraron valores altos para temperatura (máxima de 30°C), pH (máxima de 9.3), oxígeno disuelto (mínima de 0.05 mg/l) lo que habla de sistemas en condiciones muy poco favorables para la fauna bentónica. Cabe resaltar que, por el momento estos sitios se encuentran desprovistos completamente de vegetación (mangle) y aislados del sistema mediante una malla de material plástico (llamado geotextil). De manera

particular la isla B sur mostró valores de salinidad de 1.38 mg/l, es decir, el valor más bajo de las mediciones de este parámetro, lo cual indica una probable influencia de agua dulce proveniente de la entrada de las aguas de la planta de tratamiento.

### VI.3.1 Resultados del Análisis de la comunidad de macroinvertebrados

Se colectaron un total de 2119 organismos pertenecientes a cuatro Fila, 10 Clases, 16 Órdenes y 21 Familias. La fauna colectada muestra una diferencia que se rige por las condiciones de salinidad particularmente. Las islas, a pesar de contar con una fauna muy pobre en cuanto a riqueza, sus representantes generalmente pertenecen a sistemas de baja o nula salinidad, como es el caso del molusco Hydrobiidae y las familias de Diptera representados por Chironomidae, Ceratopogonidae, Culicidae, Ephydriidae y Psychodidae. Otro de los grupos bien representado en estos ambientes fueron los Coleoptera con las familias Staphylinidae, Hydrophilidae e Hydraenidae y Hemiptera con Microvelia y Corixidae.

Es de llamar la atención la presencia de los copepoda (Cyclopidae) en la isla B sur, ya que fue el único sitio en donde se colectó a estos organismos. La tabla 10 indica las características de la comunidad faunística para cada sitio, indicando a la familia más abundante

Sitio	Riqueza	Abundancia	Dominancia %	Grupo Dominante
Isla B centro	2	26	88	Hydrobiidae
Isla B norte	8	245	69	Nematomorpha
Isla B sur	11	731	84	Chironomidae
Isla B sur-2	5	191	63	Nematomorpha
Isla A norte	10	38	37	Cyclopidae
Muelle pesquero	4	11	46	Chironomidae
Banda D1	4	8	63	Polychaeta
Banda C1	2	3	67	Polychaeta
Banda C2	6	376	62	Gastropoda
Banda C3	7	139	37	Hydrobiidae
Banda B2 (1)	7	290	34	Nematomorpha
Banda B3 (2)	4	35	43	Bivalvia

Tabla 10. Estructura de la comunidad de macroinvertebrados de laguna Las Garzas y San Pedrito.

Los sitios de mayor pobreza faunística en las islas fue la sección centro de la Isla B, con tan solo dos taxa encontrados, y en donde uno de ellos corresponde a díptera de recién emergencia (adultos); mientras que esta misma isla en la sección norte, contó con una riqueza máxima de once taxa siendo el más abundante el *Branchiopoda Cyclopidae*, mientras que el resto de esta comunidad pertenecen al orden Diptera (Chironomidae, Ceratopogonidae y Culicidae) (Tabla 11).

Tabla 11. Listado de taxa encontrados en la laguna Las Garzas ( Tarquinas) -San Pedrito

Sitio	Filo	Clase	Orden	Familia
Isla B centro (1)	Arthropoda	Insecta	Diptera	
	Mollusca	Gastropoda	Sorbeoconcha	Hydrobiidae
Isla B norte (2)	Annelida	Polychaeta		
	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae
	Arthropoda	Insecta	Diptera	Ceratopogonidae
	Arthropoda	Insecta	Diptera	Culicidae
	Arthropoda	Ostracoda		
	Arthropoda	Branquiopoda	Cyclopoida	Cyclopidae
	Mollusca	Gastropoda	Sorbeoconcha	Hydrobiidae
	Nematomorpha			
Isla B sur (3 y 4)	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae
	Arthropoda	Insecta	Diptera	Culicidae
	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae
	Arthropoda	Insecta	Diptera	Ceratopogonidae
	Arthropoda	Insecta	Diptera	Ephyridae
	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Staphylinidae
	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae
	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Hydraenidae
	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Microvelia
	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Corixidae
	Arthropoda	Ostracoda		
	Mollusca	Gastropoda	Sorbeoconcha	Hydrobiidae
	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae
	Arthropoda	Ostracoda		
	Nematomorpha			
Isla A norte (5)	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae
	Arthropoda	Insecta	Diptera	Psychodidae
	Arthropoda	Insecta	Diptera	
	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Staphylinidae
	Arthropoda	Ostracoda		
	Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopoida	Cyclopidae
	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphnidae
	Arthropoda	Entognatha	Collembola	
	Mollusca	Gastropoda	Sorbeoconcha	Hydrobiidae
	Nematomorpha			
Muelle pesquero (6)	Annelida	Polychaeta		
	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae
	Arthropoda	Ostracoda		
	Nematomorpha			

Banda D (7)	Annelida	Polychaeta		
	Arthropoda	Arachnida	Acari	
	Mollusca	Gastropoda	Basommatophora	Ancyliidae
	Nematomorpha			
Banda C1 (8)	Annelida	Polychaeta		
	Annelida	Polychaeta		
Banda C2 (9)	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae
	Arthropoda	Malacostraca	Mysida	Mysidae
	Mollusca	Gastropoda	Basommatophora	Planorbidae
	Mollusca	Gastropoda		
	Mollusca	Bivalvia		
	Nematomorpha			
Banda C3 (10)	Arthropoda	Malacostraca	Stomatopoda	Squillidae
	Annelida	Polychaeta		
	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae
	Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Grapsidae
	Mollusca	Gastropoda	Sorbeoconcha	Hydrobiidae
	Mollusca	Bivalvia		
	Nematomorpha			
Banda B2 (11)	Annelida	Polychaeta		
	Arthropoda	Maxillopoda	Sessilia	Tetraclitidae
	Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	
	Arthropoda	Malacostraca	Amphipoda	Caprellidae
	Mollusca	Bivalvia		
	Mollusca	Gastropoda		
	Nematomorpha			
Banda B3 (B')	Annelida	Polychaeta		
	Mollusca	Gastropoda	Basommatophora	Ancyliidae
	Mollusca	Bivalvia		
	Mollusca	Gastropoda		
Banda C3 (C')	Annelida	Polychaeta		
	Arthropoda	Bivalvia		
	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae
	Arthropoda	Insecta	Plecoptera	
	Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Helicopsychidae
	Mollusca	Gastropoda	Sorbeoconcha	Hydrobiidae

Es importante recordar que las islas, en su orientación Norte, presentan un mayor contacto con agua dulce, ya que hacia este punto se encuentra la entrada de las aguas provenientes de la descarga municipal, que además no cuenta con tratamiento según lo pudimos constatar durante el muestreo, ya que el color, olor y vegetación asociada indica una sobrecarga orgánica.

En la zona de recinto portuario la localidad de menor riqueza fue la Banda C1 que presentó únicamente dos taxa, ambos del grupo de los poliquetos. El resto de los sitios estuvo representados por las familias Squillidae (Stomoatopoda), Grapsidae (Decapoda) Tetracitidae (Sessilia), Caprellidae (Amphipoda), Hydrobiidae (Sorbeoconcha) y Ancylidae (Basommatophora).

En las figuras 74 a 84, se muestra en imágenes los resultados de los organismos bentónicos colectados en cada uno de los puntos monitoreados.

**Sitio Isla B Centro**



Familia Hiidrobidae



Ceratopogoniidae

Figura 74. Organismos bentónicos colectados en la Isla B Centro

**Isla B Norte**



Culicidae (Diptera)



Copepoda (Cyclopidae Branchipoda)



Familia Hiidrobidae (Mollusca)



Nematomorfa (Nematoda)



Ostracoda(Crustacea).....Policheta (Anelida)



Figura 75. Organismos bentónicos colectados en la Isla B Norte.

**Isla B Sur**



Chironomidae (Diptera)



Ceratopogonidae (Diptera)



Chironomidae pupa (Diptera).....Corixidae (Hemiptera)



Ephydriidae (Diptera).....



Culicidae (Diptera)

Figura 76. Organismos bentónicos colectados en la Isla B Sur.

**Continuación Isla B Sur**



Hydranidae (Coleoptera).....Hydrobiidae (Molusca)



Hydrophilidae (Coleoptera).....Microvelidae (Hemiptera)



Ostracoda (Crustacea)

Staphilinidae (Coleoptera)

**Continuación Isla B Sur**



Chironomidae (Diptera)



Ostracoda



Naucoriidae (Hemiptera)



Nematomorfa (Nematoda)

Figura 76. Organismos bentónicos colectados en la Isla B Sur.

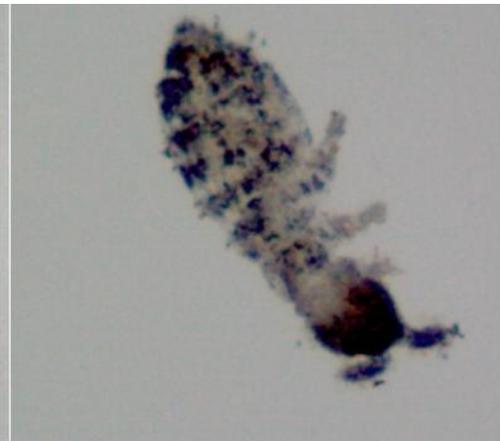
**Isla A Norte**



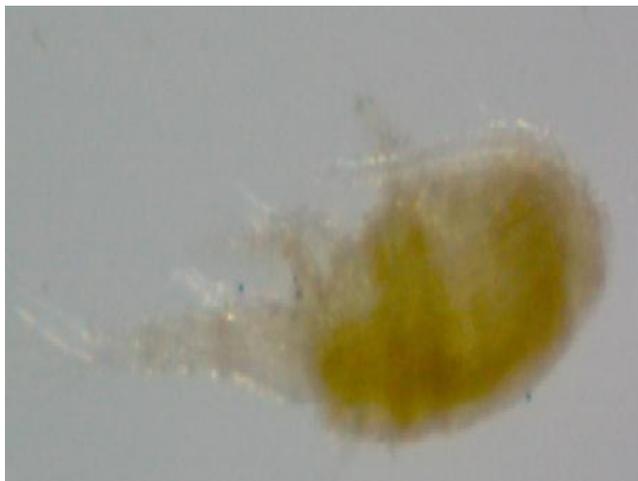
Chaoboridae (Diptera)



Chironomidae(Diptera)



Cladocera.....Collembola



Copepoda



Hidrobiidae

Figura 77. Organismos bentónicos colectados en la Isla A Norte.

Continuación Isla A Norte



Ostracoda



Nematomorfa



Psychodidae (Diptera)



Staphylinidae

Figura 77. Organismos bentónicos colectados en la Isla A Norte.

**Muelle Pesquero**



Chironomidae (Diptera)

Nematomorpha (Nematoda)

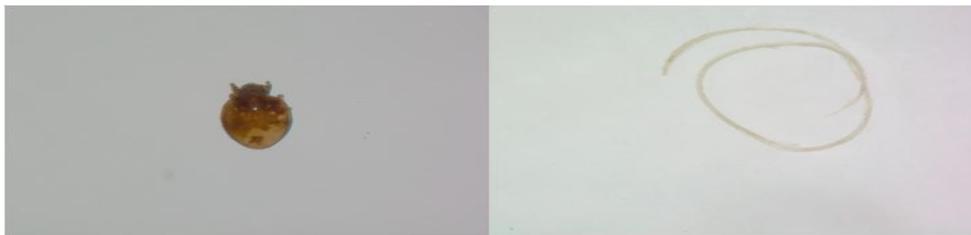


Ostracoda

Polichaeta (Annelida)

Figura 78. Organismos bentónicos colectados en el Muelle pesquero.

**Banda D1**



Acari (Arachnida)

Nematomorpha (Nematoda)



Polichaeta (Annelida)

Ancyliidae

Figura 79. Organismos bentónicos colectados en la Banda D 1.

**Banda C1**



Polichaeta (Annelida)

Chironomidae (Diptera)

Figura 80. Organismos bentónicos colectados en la Banda C 1.

**Banda C2**



Mysidae (Mysida)

Bivalva (Incompleto)



Gastropoda

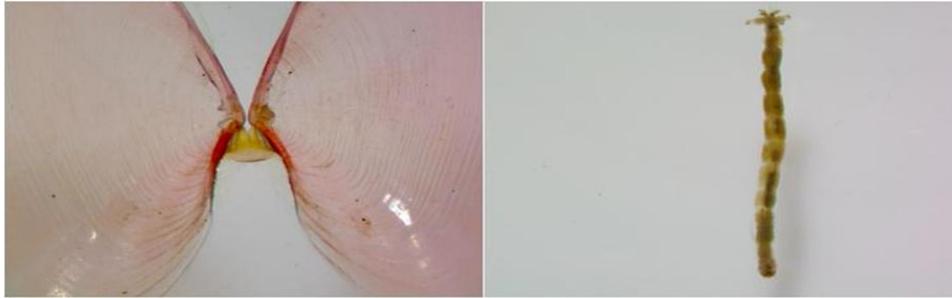
Nematomorpha (Nematoda)

Figura 81. Organismos bentónicos colectados en la Banda C 2.

**Banda C3**



Squillidae ( Stomatopoda)



Bivalva (Molusca)

.Chironomidae (Diptera)



Grapsidae (Decapoda)



Hidrobiidae (Molusca)



Nematomorpha (Nematoda)



Polychaeta (Annelida)

Figura 82. Organismos bentónicos colectados en la Banda C 3.

**Banda B2**



Bivalvia



Gastropoda



Nematomorpha (Nematoda)



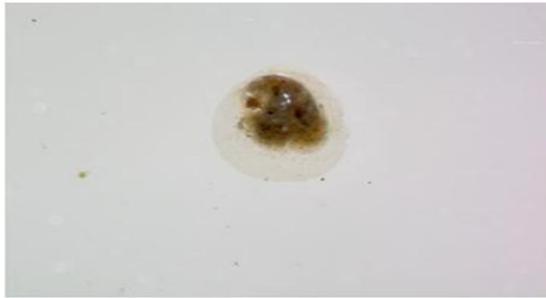
Polychaeta (Polichaeta)



Tetraclitidae ( Sessilia Maxilopoda)

Figura 83. Organismos bentónicos colectados en la Banda B 2.

**Banda B3**



Ancyliidae (Bassomatophora)



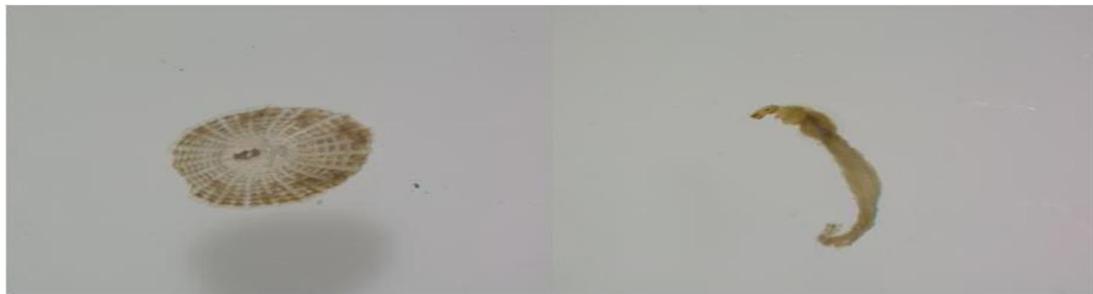
Bivalvia (Incompleto)



Gastropoda



Polychaeta (Annelida)



Sin identificar (Mollusca)



Chironomidae (Diptera)



Hidrobiidae (Sorbeoconcha)



Polychaeta (Annelida)

Figura 84. Organismos bentónicos colectados en la Banda B 3.

Es de llamar la atención la presencia de las familias Perlidae (Plecoptera) y Helicopsychidae (Trichoptera) encontrados en exuvia y refugio respectivamente, en la zona de la Banda C3, ya que son organismos netamente dulceacuícolas de ambientes lóticos, lo que indica que llegaron a este sitio arrastrados por la corriente.

En México el conocimiento del bentos marino aún es muy escaso (Escobar-Briones 2000) sin embargo se sabe que los principales grupos del bentos lo constituyen los anélidos poliquetos, los crustáceos y los moluscos. Entre ellos, los poliquetos son generalmente los animales más frecuentes y abundantes de la macrofauna béntica, y son también de los grupos con mayor riqueza específica. Pueden representar más de un tercio del número de especies macrobénticas presentes en un tiempo y espacio determinados (Knox 1977).

Los resultados observados para la laguna de Las Garzas y el recinto portuario, muestran una muy baja riqueza de especies y mínima abundancia, comparado con reportes de sistemas de humedales de climas cálidos (Farrapeira *et al.* 2009) y que puede ser atribuible a la falta de hábitat disponible para estas especies, ya que se sabe que la presencia del estrato arbóreo de manglar genera las condiciones óptimas para estas especies, siempre y cuando las variaciones fisicoquímicas generados por los procesos intermareales sean muy semejantes a las naturales (sin modificación).

De acuerdo a la literatura, hasta ahora se han registrado aproximadamente 1 100 especies de organismos bentónicos en el Pacífico mexicano; más de la mitad están presentes en la plataforma continental del Golfo de California, encontrándose 49 familias, 282 géneros y 767 especies, la mayoría de las cuales han sido recolectadas frente a las costas de los estados de Baja California Sur (38 familias y 379 especies), Sinaloa (44 familias y 361 especies), y Baja California (40 familias y 243 especies) (Solis Weiss y Hernández Alcántara 1996).

De acuerdo a los resultados de Lannacone *et al.* (2003) en los hábitats generados por las raíces del manglar en zonas templadas, puede alcanzarse una riqueza de 79 especies distribuidas en los grupos de Porifera, Cnidaria, Platyhelminthes, Nematoda, Nemertea, Annelida, Mollusca, Arthropoda, Bryozoa, Echinodermata y Tunicata. En donde los crustáceos son el grupo más diverso (24 especies) y moluscos (19 especies), mientras que el gradiente de salinidad, es el principal factor que determina la variación en las comunidades bentónicas de lagunas costeras (Pech *et al.* 2007).

En el caso particular de las islas de la Laguna de Las Garzas, recientemente conformadas con fines de recuperación del sistema, aún se encuentran desprovistas de especies de mangle, lo que de acuerdo a Kathiresan y Bingham (2001) y Farrapeira *et al.*, (2009) genera una falta de hábitat propicio para las especies bentónicas de estos ambientes lagunares.

La falta de organismos infaunales (viven dentro del sedimento) es de llamar la atención, ya que no dependen directamente de la presencia del manglar, sin embargo son dependientes de procesos secundarios bióticos como es la presencia de detritus y materia orgánica generada en el ambiente, lo cual puede verse afectado por la alteración al régimen intermareal natural, así como del cambio de salinidad que de manera no natural se genera y que es provocado por la descarga de las aguas que provienen directamente de la descarga de la planta de tratamiento.

En relación a la comunidad béntica encontrada en el recinto portuario, indica igualmente un impacto en los hábitats naturales del sistema, que aunado a las maniobras de mantenimiento y descarga de contaminantes por los barcos, mantienen en alto estrés a estos remanentes de hábitat.

Particular atención fue la presencia de la familia Squillidea, ya que aunque se reportan como muy bien representados en la plataforma continental de las regiones tropicales, en los muestreos solamente se recolectó un individuo. Son ecológicamente importantes ya que ocupan todos los ambientes marinos, son ocasionalmente muy abundantes y a menudo son depredadores muy agresivos (Hendrickx y Sánchez-Vargas, 2005).

Es recomendable que se de continuidad al seguimiento a través de bioindicadores, acorde a los tiempos de reforestación natural del mangle, de esta manera se podrá observar de manera más precisa cuales son los factores que benefician o perjudican el restablecimiento de la bentofauna de los sistemas de estudio.

## VI.4 Resultados del seguimiento y censo de la información florística

En la zona de monitoreo se observa una superficie de 5 hectáreas aproximadamente que presenta azolvamiento y una alta mortalidad del mangle, adicionalmente se registra en 2013, la construcción de un canal de aproximadamente 1 kilómetro de longitud que fue construido para facilitar que los sedimentos acumulados en la parte alta de la laguna pudieran ser transportados por los escurrimientos hacia la parte baja de la laguna y de ahí al mar. Los cambios más importantes en área de cobertura en base al análisis de imágenes satelitales se pueden resumir en la tabla 12.

Tabla 12.- Principales cambios en la cobertura vegetal en el año 2013

Categoría	Pérdida (ha)	Ganancia (ha)	Cambio Neto (ha)
Isletas		5.11	5.11
Cuerpo de agua	- 23.11	12.00	- 11.11
Mangle	- 52.00	36.00	- 16.00
Urbano	- 20.00	149.00	129.00
Agropecuario	- 124.00	44.00	- 80.00
Selva baja	- 27.00	1.00	- 26.00

En términos generales, en la parte sur se puede observar una gran cantidad de basura a las orillas de la laguna, la cual se encuentra esparcida tanto en la zona de mangle como dentro del cuerpo de agua, la cual puede ser muy peligrosa para las especies vegetales como para las aves, que pueden quedar atrapadas en la basura o incluso llegar a morir al consumirla.

En 2013 se registraron 19 especies adicionales, debido principalmente a que en este muestreo se consideraron los márgenes de manglar hacia la parte de la zona urbana y los humedales que no corresponden estrictamente al manglar pero que forman manchones grandes de vegetación que en el futuro será necesario considerar como avanza o disminuye la superficie cubierta por estos. Actualmente se tiene un registro de 50 familias- géneros y 102 especies (ver tabla 13 y figura 85).

Tabla 13. No de especies por familia y género

Familias con más géneros y especies					
Familia	Géneros	Especies	Familia	Géneros	Especies
<i>Poaceae</i>	9	13	<i>Asteraceae</i>	4	7
<i>Leguminosae</i>	12	15	<i>Convolvulaceae</i>	4	4
<i>Capparaceae</i>	2	2	<i>Moraceae</i>	4	4

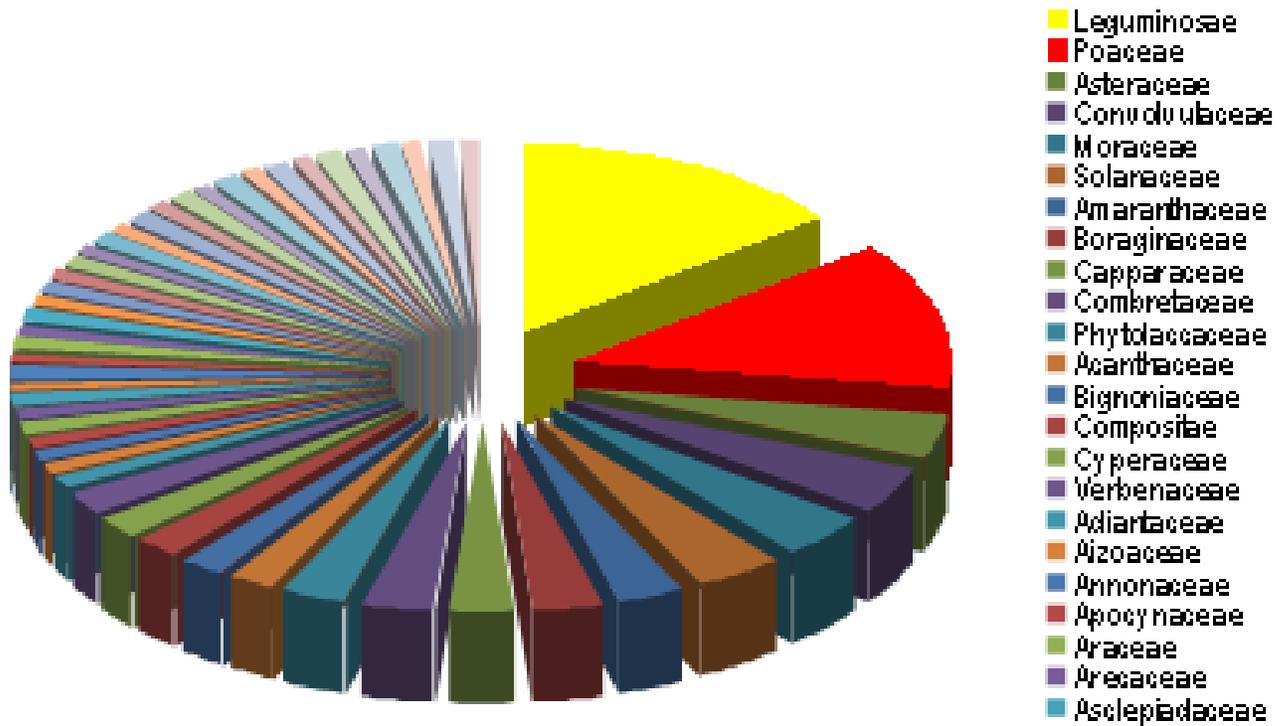


Figura 85. Número de especies por familia censadas en el área de estudio

La frecuencia con que se encontraron las especies ordenadas de acuerdo a la familia a la que pertenecen se encuentran señaladas en la tabla 14.

Tabla 14. Censo de número de especies por familia enlistadas durante el monitoreo 2013.

<b>Familia</b>	<b>No especies</b>
<i>Leguminosae</i>	15
<i>Poaceae</i>	13
<i>Asteraceae</i>	4
<i>Convolvulaceae</i>	4
<i>Moraceae</i>	4
<i>Solanaceae</i>	4
<i>Amaranthaceae</i>	3
<i>Boraginaceae</i>	3
<i>Capparaceae</i>	3
<i>Combretaceae</i>	3
<i>Phytolaccaceae</i>	3
<i>Acanthaceae</i>	2
<i>Bignoniaceae</i>	2
<i>Compositae</i>	2
<i>Cyperaceae</i>	2
<i>Verbenaceae</i>	2
<i>Adiantaceae</i>	1
<i>Aizoaceae</i>	1
<i>Annonaceae</i>	1
<i>Apocynaceae</i>	1
<i>Araceae</i>	1
<i>Arecaceae</i>	1
<i>Asclepiadaceae</i>	1
<i>Bataceae</i>	1
<i>Cactaceae</i>	1
<i>Caricaceae</i>	1
<i>Cruciferae</i>	1
<i>Cucurbitaceae</i>	1
<i>Dilleniaceae</i>	1
<i>Euphorbiaceae</i>	1
<i>Frankeniaceae</i>	1
<i>Graminea</i>	1
<i>Hydrophyllaceae</i>	1
<i>Leguminosae</i>	1
<i>Loasaceae</i>	1
<i>Malvaceae</i>	1
<i>Menispermaceae</i>	1
<i>Nyctaginaceae</i>	1
<i>Pontederiaceae</i>	1
<i>Portulacaceae,</i>	1
<i>Rizophoraceae</i>	1
<i>Salicáceas</i>	1

<i>Sapindaceae</i>	1
<i>Smilacaceae</i>	1
<i>Sterculaceae</i>	1
<i>Sterculiaceae</i>	1
<i>Typhaceae</i>	1
<i>Vitaceae</i>	1
<i>Viticaee</i>	1
<i>Zygophyllaceae</i>	1

En función de la necesidad en este monitoreo 2013 de compaginar estas especies con el censo florístico que se observó, se enlistaron las especies de acuerdo a los nombres locales, la familia a la que pertenecen, el biotipo y el estado de riesgo que se ha determinado según la especie, este listado 2013 se observa en la tabla 15.

Tabla 15.- Censo de familias, biotipos y su estado de riesgo.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE LOCAL	FAMILIA	BIOTIPO	ESTADO RIESGO
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	Huizache	Leguminosae	Arbusto	
<i>Acacia hindsii</i> Benth.	Huizcolote	Leguminosae	Árbol	
<i>Acacia macrantha</i>		Leguminosae		
<i>Acrosticum danaeifolium</i> Langsd. y Fisch.	Helecho	Adiantaceae	Hierba	
<i>Agdestis clematidea</i> Moc. y Sessé ex DC.	Tripas de judas	Phytolaccaceae	Bejuco	
<i>Amaranthus hybridus</i> L.	Quelite	Amaranthaceae	Hierba	
<i>Amaranthus spinosus</i> L.	Quelite	Amaranthaceae	Hierba	
<i>Annona muricata</i> L.	Guanabana	Annonaceae	Árbol	
<i>Apoplanesia paniculata</i> Presl.	Llora sangre	Leguminosae	Árbol	
<i>Areca</i> sp.	Palma	Arecaceae	Árbol	
<i>Avicennia germinans</i> (L.) Stearn.	Mangle negro	Acanthaceae	Árbol	Pr
<i>Batis maritima</i> L.	Bonetillo	Bataceae	Hierba	
<i>Boerhavia diffusa</i> L.		Nyctaginaceae	Hierba	
<i>Bravaisia integerrima</i> (Spreng.) Standl.	Canacoite	Acanthaceae	Árbol	A
<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	Tabachin	Leguminosae	Árbol	
<i>Calopogonium mucunoides</i> Desv.		Leguminosae	Bejuco	
<i>Capparis flexuosa</i> (L.) L.		Capparaceae	Arbusto	
<i>Carica papaya</i> L.	Papayo	Caricaceae	Arbusto	
<i>Cenchrus ciliaris</i> L.	Zacate bufel	Poaceae	Hierba	
<i>Cenchrus echinatus</i> L.	Huizapol	Poaceae	Hierba	
<i>Chloris gayana</i> Kunth		Poaceae	Hierba	
<i>Cissus</i> sp.	Zarzaparilla	Vitaceae	Bejuco	
<i>Cissus verticillata</i> (L.) Nicolson y C.E. Jarvis		Vitaceae	Bejuco	
<i>Cleome viscosa</i> L.		Capparaceae	Hierba	
<i>Conocarpus erectus</i> L.	Mangle negro	Combretaceae	Árbol	Pr
<i>Crataeva tapia</i> L.	Cascarón de huevo	Capparaceae	Árbol	
<i>Criptostegia grandiflora</i> (Roxb.) R. Br.		Apocynaceae	Bejuco	
<i>Crotalaria incana</i> L.	Cascabelillo	Leguminosae	Hierba	
<i>Curatella americana</i> L.	Rasca vieja	Dilleniaceae	Arbusto	
<i>Cyperus hermaphroditus</i> (Jacq.) Standl.		Cyperaceae	Hierba	
<i>Cyperus ligularis</i> L.		Cyperaceae	Hierba	
<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) P. Beauv		Poaceae	Hierba	
<i>Digitaria bicornis</i> (Lam.) Roem. & Schult.		Poaceae	Hierba	
<i>Echinochloa colona</i> (L.) Link		Poaceae	Hierba	
<i>Eichhornia crassipes</i>		Pontederiaceae	Hierba	
<i>Ficus cotinifolia</i> Kunth	Higuera	Moraceae	Árbol	
<i>Ficus insipida</i> Willd.	Higuera	Moraceae	Árbol	
<i>Ficus insipida</i> Willd.	Higuera	Moraceae	Árbol	

Ficus sp.		Moraceae	Árbol	
Frankenia sp.		Frankeniaceae	Bejuco	
Gonolobus sp.		Asclepiadaceae	Bejuco	
Gromphrena nitida		Amaranthaceae	Hierba	
Guazuma ulmifolia Lam.	Guásima	Sterculaceae	Arbusto	
Guazuma ulmifolia Lam.	Guazima	Sterculiaceae	Árbol	
Heliotropium curassavicum		Boraginaceae	Hierba	
Heliotropium indicum		Boraginaceae	Hierba	
Hydrolea spinosa		Hydrophyllaceae	Hierba	
Hyperbaena ilicifolia Standl.	Gordadura	Menispermaceae	Arbusto	
Indigofera suffruticosa P. Mill.	Añil	Leguminosae	Arbusto	
Ipomoea bracteata Cav.	Jícama de jabalí	Convolvulaceae	Bejuco	
Ipomoea purpurea (L.) Roth		Convolvulaceae	Bejuco	
Kallstroemia grandiflora Torr.		Zygophyllaceae	Hierba	
Kosteletzkyia depressa (L.) O. Blanchard, Fryxell y Bates		Malvaceae	Arbusto	
Laguncularia racemosa C.F. Gaertn.	Mangle blanco	Combretaceae	Árbol	Pr
Lantana camara		Verbenaceae	Hierba	
Lantana camara L.	Site colores	Verbenaceae	Hierba	
Lepidium virginicum L.	Lentejilla	Cruciferae	Hierba	
Leucaena lanceolata S. Wats.	Guajillo	Leguminosae	Árbol	
Melampodium sp.		Asteraceae	Hierba	
Melalthera nivea		Compositae	Hierba	
Melinis repens (Willd.) Zizka	Zacate burro	Poaceae	Hierba	
Mentzelia hispida Willd.	Pegajosa	Loasaceae	Hierba	
Merremia umbellata		Convolvulaceae	Hierba	
Merremia umbellata (L.) Hallier f.		Convolvulaceae	Bejuco	
Mimosa pigra L.	Huizpanto	Leguminosae	Arbusto	
Montanoa tomentosa	Varacalde	Compositae	Arbusto	
Mucuna sloanei Fawc. y Rendle	Ojo de venado	Leguminosae	Bejuco	
Opuntia spp.	Nopal	Cactaceae	Arbusto	
Panicum hirticaule J. S. Presl		Poaceae	Hierba	
Panicum hisutum Sw.		Poaceae	Hierba	
Panicum maximum Jacq.	Zacate guinea	Poaceae	Hierba	
Panicum purpurascens Raddi	Pará	Poaceae	Hierba	
Perymenium sp.		Asteraceae	Hierba	
Petiveria alliacea L.	Hierba del zorrillo	Phytolaccaceae	Hierba	
Pistia statiotes		Araceae	Hierba	
Pithecellobium dulce (Roxb.) Benth	Guamúchil	Leguminosae	Árbol	
Pithecellobium lanceolatum (Willd.) Benth.	Guamuchillo	Leguminosae	Árbol	
Pluchea symphytifolia		Asteraceae	Hierba	
Portulaca oleracea		Portulacaceae,	Hierba	

<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Mesquite costeño	Leguminosae	Árbol	
<i>Pseudoconyza viscosa</i>		Asteraceae	Hierba	
<i>Ricinus communis</i> L.	Higuerilla	Euphorbiaceae	Arbusto	
<i>Rizophora mangle</i> L.	Mangle rojo	Rizophoraceae	Árbol	Pr
<i>Salix humboldtiana</i>		Salicáceas	Árbol	
<i>Sechiopsis tetraptera</i> Dieterle.		Cucurbitaceae	Bejuco	
<i>Senna pendula</i> (Willd.) Irwin y Barneby var. <i>advena</i> (Vogel) Irwin y Barneby		Leguminosae	Arbusto	
<i>Senna uniflora</i> (Mill.) Irwin & Barneby	Bicho	Leguminosae	Hierba	
<i>Serjania</i> sp.		Sapindaceae	Bejuco	
<i>Smilax spinosa</i> Mill.	Colcomeca	Smilacaceae	Bejuco	
<i>Solanum aff. diphyllum</i> L.		Solanaceae	Arbusto	
<i>Solanum madrense</i>		Solanaceae	Hierba	
<i>Solanum tepiense</i>		Solanaceae	Hierba	
<i>Solanum torvum</i> Sw.		Solanaceae	Arbusto	
<i>Sorghum halepense</i> L. (Pers.)	Zacate Johnson	Poaceae	Hierba	
<i>Spathodea campanulata</i> P.Beauv	Galeana	Bignoniaceae	Árbol	
<i>Sporolobus splendens</i>		Graminea	Hierba	
<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol) DC.	Rosa morada	Bignoniaceae	Árbol	
<i>Terminalia catapa</i> L.	Almendro	Combretaceae	Árbol	
<i>Tournefortia hirsutissima</i> L.		Boraginaceae	Bejuco	
<i>Trianthera portulacastrum</i> L.	Verdolaga	Aizoaceae	Hierba	
<i>Trichostigma octandrum</i> (L.) H. Walt.		Phytolaccaceae	Bejuco	
<i>Typha dominsensi</i>		Typhaceae	Hierba	
<i>Urochloa maxima</i> (Jacq.) R. D. Webster	Zacatón	Poaceae	Hierba	

Pr =sujeta a protección especial

## VI. 5 Resultados del seguimiento y censo de la información faunística

En los recorridos 2013 para el censo de fauna se lograron identificar un total de 57 especies, pertenecientes a 32 familias y 50 géneros distintos, de las cuales 6 se encuentran enlistadas dentro de la NOM-059-semarnat-2010, de estas 2 se encuentran amenazadas (A), y 4 se encuentran sujetas a protección especial (Pr), y 8 son endémicas a nuestro país. De estas, el grupo más representativo fue el de las aves, seguido por los reptiles, y mamíferos, y por último el de los anfibios.

A continuación se presenta una tabla con los resultados obtenidos en el muestreo para cada grupo de vertebrados identificados en el área de interés (Tabla 16).

Tabla 16.- Vertebrados identificados dentro de la Laguna Las Garzas.

	FAMILIAS	GENERO	ESPECIE	NOM-059-SEMARNAT-2010			ENDEMISMO
				Pr	P	A	
<b>AVES</b>	24	41	47	1	0	0	3
<b>ANFIBIOS</b>	1	1	1	0	0	0	1
<b>MAMIFEROS</b>	2	2	2	0	0	0	0
<b>REPTILES</b>	5	6	7	3	0	2	4
	32	50	57	4	0	2	8

Para el grupo de las aves se encontraron 47 especies de las cuales solo 1 se encuentra bajo protección especial por la NOM-059-SEMARNAT-2010 y 3 de ellas son endémicas a nuestro país, las cuales se enlistan junto con las demás especies identificadas en el muestreo dentro del área de interés.

El listado de aves del monitoreo 2013 se observa en la tabla 17.

Tabla 17.- Censo de aves por familia, nombre científico, nombre común, estado de protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su endemismo.

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
ANATIDAE	<i>Anas discors</i>	Zarceta alas azules		No endémica
ANHINGIDAE	<i>Anhinga anhinga</i>	Pato aguja		No endémica
ARDEIDAE	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca		No endémica
ARDEIDAE	<i>Ardea herodias</i>	Garza gris		No endémica
ARDEIDAE	<i>Butorides virescens</i>	Garceta verde		No endémica
ICTERIDAE	<i>Cacicus melanicterus</i>	Calandria de copete		No endémica
ALCEDINIDAE	<i>Chloroceryle americana</i>	Martín pescador verde		No endémica
COLUMBIDAE	<i>Columba livia</i>	Paloma común		No endémica
COLUMBIDAE	<i>Columbina inca</i>	Tortolita, Torcacita		No endémica
CUCULIDAE	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Ticu, Garrapatero		No endémica
ANATIDAE	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pije ala blanca		No endémica
PARULIDAE	<i>Dendroica petechia</i>	Chipe		No endémica
ARDEIDAE	<i>Egretta thula</i>	Garza dedos dorados		No endémica
THRESKIORNITHIDAE	<i>Eudocimus albus</i>	Ibis blanco		No endémica
RALLIDAE	<i>Fulica americana</i>	Gallareta		No endémica
RALLIDAE	<i>Gallinula chloropus</i>	Gallineta frente roja		No endémica
RECURVIROSTRIDAE	<i>Himantopus mexicanus</i>	Monjita		No endémica
HIRUNDINIDAE	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina		No endémica
LARIDAE	<i>Hydroprogne caspia</i>	Golondrina marina		No endémica
ICTERIDAE	<i>Icterus cucullatus</i>	Calandria, Bolsero		No endémica
ICTERIDAE	<i>Leucophaeus pipixcan</i>	Gaviota de Franklin		No endémica
SCOLOPACIDAE	<i>Limnodromus griseus</i>	Costurero pico corto		No endémica
PICIDAE	<i>Melanerpes chrysogenys</i>	Carpintero		Endémica
CICONIIDAE	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana		No endémica
TYRANNIDAE	<i>Myiarchus cinerascens</i>	Mosquero		No endémica
ARDEIDAE	<i>Nyctanassa violacea</i>	Pedrete corona clara		No endémica
ANATIDAE	<i>Oxyura jamaicensis</i>	Pato tepalcate		No endémica
CARDINALIDAE	<i>Passerina leclancherii</i>	Colorín pecho naranja		Endémica
PELECANIDAE	<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	Pelicano blanco		No endémica
PELECANIDAE	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelicano Café		No endémica
EMBERIZIDAE	<i>Peucaea ruficauda</i>	Gorrión		No endémica
PHALACROCORACIDAE	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	cormoran		No endémica
TYRANNIDAE	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo		No endémica
SYLVIIDAE	<i>Polioptila caerulea</i>	Reinita		No endémica
ICTERIDAE	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate		No endémica

<b>RECURVIROSTRIDAE</b>	<i>Recurvirostra americana</i>	Avoceta		No endémica
<b>EMBERIZIDAE</b>	<i>Sporophila torqueola</i>	Semillero		No endémica
<b>LARIDAE</b>	<i>Thalasseus elegans</i>	Gaviota elegante	Pr	Semi - endémica
<b>LARIDAE</b>	<i>Thalasseus maximus</i>	Gaviota real		No endémica
<b>TROGLODYTIDAE</b>	<i>Thryothorus sinaloa</i>	Saltapared, Matraca		Endémica
<b>SCOLOPACIDAE</b>	<i>Tringa incana</i>	Playero común		No endémica
<b>SCOLOPACIDAE</b>	<i>Tringa semipalmata</i>	Playero pihuiuí		No endémica
<b>TYRANNIDAE</b>	<i>Tyrannus vociferans</i>	Abejero, Mosquero		No endémica
<b>TYRANNIDAE</b>	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Mosquero		No endémica
<b>VIREONIDAE</b>	<i>Vireo flavoviridis</i>	Vireo		No endémica
<b>EMBERIZIDAE</b>	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero		No endémica
<b>COLUMBIDAE</b>	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas		No endémica

Por otra parte en cuanto a los reptiles en 2013 se identificaron 7 especies distintas, de las cuales 3 se encuentran sujetas a protección especial y 2 de ellas amenazadas, de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, y 4 de ellas son endémicas a nuestro país, siendo así uno de los grupos más importantes por su número de especies bajo protección y endemismo.

En la tabla 18, se enlistan las especies de reptiles identificados dentro del área de interés, junto con la información correspondiente al estatus dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y endemismo.

Tabla 18.- Censo de especies de reptiles, incluyendo nombre científico, nombre común, estatus de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su endemismo.

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
<b>TEIIDAE</b>	<i>Aspidoscelis communis</i>	Cuije cola roja	Pr	Endémica
<b>TEIIDAE</b>	<i>Aspidoscelis lineattissima</i>	Cuije cola azul	Pr	Endémica
<b>IGUANIDAE</b>	<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana negra, Garrobo	A	Endémica
<b>GEKKONIDAE</b>	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Besucona		No endémica
<b>IGUANIDAE</b>	<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde	Pr	No endémica
<b>COLUBRIDAE</b>	<i>Masticophis mentovarius</i>	Chirriónera, Corredora	A	No endémica
<b>POLICHROTIDAE</b>	<i>Norops nebolosus</i>	Roño de paño		Endémica

Respecto al grupo de los mamíferos, en 2013 solamente se logró capturar dentro de las trampas tomahawk fauna feral (perro), y se observaron distintos individuos de gatos dentro de la zona de mangle dentro de la laguna, por lo que la identificación de las únicas dos especies fue mediante huellas, en el caso del mapache (*Procyon lotor*) y por captura en la red de niebla para el murciélago (*Sturnira lilium*).

Al igual que para las especies de reptiles en la tabla 19 se enlistan las especies de mamíferos identificados dentro del área de interés, junto con la información correspondiente al estatus dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y endemismo.

Tabla 19.- Censo de especies de mamíferos, incluyendo nombre científico, nombre común, estatus de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su endemismo.

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
PROCYONIDAE	<i>Procyon lotor</i>	Mapache		No endémica
PHYLLOSTOMIDAE	<i>Sturnira lilium</i>	Murcielago		No endémica

Finalmente dentro del grupo de anfibios (tabla 20), en 2013 solo se registró un individuo la ranita *Tlalocohyla smithi*, la cual no se encuentra enlistada por la Norma Oficial Mexicana, pero si se considera endémica a nuestro país .

Tabla 20- Registro de la única especies de anfibio censado en la zona de estudio, incluyendo nombre científico, nombre común, estatus de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su endemismo.

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
HYLIDAE	<i>Tlalocohyla smithii</i>	Ranita		Endémica

#### IV. CONCLUSIONES

- En general el comportamiento de los resultados comparativos tanto de parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos de los últimos cuatro años, permite concluir que el humedal natural que constituye el sistema Lagunar Las Garzas – San Pedrito, ha funcionado adecuadamente para la atenuación de los parámetros hasta mantenerlos debajo del límite máximo permisible y por tanto cumplir con la NOM-001-SEMARNAT-1996.
- En la zona de tablestacado de las bandas B, C y D, comportamiento de los parámetros de campo a nivel superficial y a 12 m de profundidad permite señalar que deberán tomarse precauciones en cuanto a las conclusiones de las mediciones de oxígeno disuelto, dado que los valores presentan comportamientos distintos según el punto de monitoreo y si es a nivel superficial o a 12 m de profundidad
- En cuanto a los parámetros de campo del agua de la zona circunvecina de las isletas principales en la Laguna de las Garzas se observan diferentes comportamientos en función de si el agua presenta estancamiento o buen nivel de fluidez.
- El comportamiento bacteriológico de los últimos cuatro años, permite concluir que el humedal natural que constituye el sistema Lagunar Las Garzas – San Pedrito, ha funcionado adecuadamente para la atenuación de los parámetros hasta mantenerlos debajo del límite máximo permisible.
- De acuerdo a los resultados bacteriológicos, el sistema lagunar presentó en el 2011 una perturbación importante debido al impacto del huracán Jova.
- La perturbación del sistema lagunar como atenuante de contaminantes desde el punto de vista bacteriológico, generó que aún en el 2012 el sistema continuaba en proceso de recuperación.
- Después de este proceso natural de recuperación 2011-2012 los resultados del 2013 señalan el retorno a los niveles que el sistema presentaba en el 2010.
- En el año 2013, así como sucedió en 2010, 2011 Y 2012, la DBO<sub>5</sub>, (cuyo valor límite máximo permitido es de 200 mg/L, conforme a la NOM-001-SEMARNAT-1996), en punto de monitoreo de agua de la Dársena Zona Nortede, cumplió con los valores exigidos por la Norma manteniéndose siempre debajo de los LMP.
- En cuanto a la Sólidos Suspendidos Totales la Dársena Zona Norte tampoco presentó valores en 2013 que superaran o estuvieran fuera de los máximos permitidos por la Normatividad..
- Los sólidos sedimentables al igual que los suspendidos totales, se han mantenido cumpliendo los requerimientos de los límites máximos permisibles en el periodo de 2010, 2011, 2012 y lo que va del 2013 hasta el cierre del presente informe.
- El parámetro de grasas y aceites en la dársena zona norte entre 2010 y 2013 también se encuentra cumpliendo los requerimientos de la NOM, es decir sin rebasar los 25 mg/L.
- Para la Demanda Bioquímica de oxígeno en ninguno de los años de monitoreo se ha rebasado este límite, y en este caso el valor límite es de 30-60 mg/L. Si para este parámetro usáramos el límite de la NOM para explotación pesquera, navegación y otros usos, en la dársena zona norte

los valores están muy lejos de rebasar la normatividad debido a que en este caso el margen es de 100-200 mg/L.

- En el caso de nitrógeno total el límite máximo permisible es de 15-25 mg/L y solo esta normado para protección a la vida acuática, como es evidente en ningún caso durante los años 2010, 2011, 2012 y lo que va de 2013 se rebasó este límite.
- En cuanto a fósforo total en la dársena zona norte, en todo el periodo 2010-2013 se han mantenido los niveles muy por debajo de los límites máximos permisibles.
- En algunos otros parámetros de calidad del agua no sujetos a NOM los niveles determinados se han mantenido en los mismos niveles, observándose solo algunas perturbaciones en el caso de 2011 cuando hubo fenómenos meteorológicos extremos.
- En relación a los resultados en sedimento no se presentaron cambios que manifestaran algún problema con el sistema puesto que se mantuvieron en los mismos niveles en el periodo 2010-2013.
- En cuanto a la flora bentónica de las Isletas, los resultados tanto en la laguna de Las Garzas y el recinto portuario, muestran una muy baja riqueza de especies y mínima abundancia.
- La baja riqueza y abundancia de especies bentónicas en las Isletas puede deberse principalmente a que debido a su origen el hábitat no se encuentre todavía en condiciones para el desarrollo de estas especies. Se sabe que la presencia del estrato arbóreo de manglar genera las condiciones óptimas para estas, siempre y cuando las variaciones fisicoquímicas generados por los procesos intermareales sean muy semejantes a las naturales.
- En relación a los resultados en sedimento no se tienen normas mexicanas para efectos de comparación
- De acuerdo a las observaciones de los resultados bacteriológicos en 2010-2013, se mantiene la hipótesis de que con la apertura al flujo de agua de mar en la zona, el gradiente de atenuación de contaminación bacteriológico del sistema lagunar puede verse altamente favorecido, tanto por el efecto de la dilución como de la dinámica natural de las poblaciones bacterianas.
- En cuanto a los metales y metaloides en el sistema lagunar, entre 2010 y 2013 se presentaron valores siempre debajo del límite máximo permitido en Arsénico, Cobre, Cromo, Mercurio, Cadmio, Níquel, Zinc y Cianuro. En algunos de ellos como por ejemplo en As y Hg se presentan picos que no rebasan el LMP coincidentemente en los eventos de la marejada y el huracán.
- En relación a parámetros de campo el pH del sistema Lagunar en 2013, se encontró en los niveles de aceptación de la NOM-001-SEMARNAT-1996, siempre con valores entre 7.1 y 9.2 unidades de pH.
- En todos los puntos del monitoreo de sedimento en el año 2013, sin excepción, los parámetros fisicoquímicos monitoreados empiezan a comportarse en los niveles determinados en el año 2010.
- En términos del censo florístico en 2013 se registraron 19 especies adicionales, dando como resultado un registro actualizado de 50 familias, géneros y 102 especies.

- Se determinó el censo florístico para 2013 enlistándose las especies de acuerdo a los nombres locales, la familia a la que pertenecen, el biotipo y el estado de riesgo que se ha determinado según la especie.
- El censo de fauna 2013 permitió concluir que en la zona existen un total de 57 especies, pertenecientes a 32 familias y 50 géneros distintos, de las cuales 6 se encuentran enlistadas dentro de la NOM-059-semarnat-2010, de estas 2 se encuentran amenazadas (A), y 4 se encuentran sujetas a protección especial (Pr), y solamente 8 son endémicas a nuestro país.
- De las especies censadas en 2013 el grupo más representativo fue el de las aves, seguido por los reptiles, y mamíferos, y por último el de los anfibios.
- En relación a las aves se encontraron 47 especies de las cuales solo 1 se encuentra bajo protección especial por la NOM-059-SEMARNAT-2010 y 3 de ellas son endémicas a nuestro país.
- Con relación a las especies de mamíferos en la zona en 2013 solamente se logró capturar dentro de las trampas tomahawk fauna feral (perro), así como la observación de gatos dentro de la zona de mangle.
- Aunque se concluye la existencia de mapaches la identificación de las únicas dos especies fue mediante huellas, en el caso del mapache (*Procyon lotor*) y por captura en la red de niebla para el murciélago (*Sturnira lilium*).
- Al igual que para las especies de reptiles en la tabla 19 se enlistan las especies de mamíferos identificados dentro del área de interés, junto con la información correspondiente al estatus dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y endemismo.
- En cuanto a los anfibios en la zona de estudio se concluye al igual que en los años anteriores a 2013 que la única especie de anfibio censado fue la ranita *Tlalocohyla smithii*.
- De todas las especies censadas en 2013 se concluye que el grupo más representativo fue el de las aves, seguido por los reptiles y mamíferos y por último el de los anfibios.
- Por fortuna en términos ecológicos para el funcionamiento correcto del humedal natural, en la zona de estudio aún en 2013 se encontró que el manglar es la especie dominante constituido básicamente por *Rhizophora mangle* y *Laguncularia racemosa*.
- Por lo anterior es que en 2013 se concluye que la zona más idóneas para la reforestación en Cuyutlán, San Pedrito y Las Garzas son aquellas zonas que se azolvieron durante el año 2011 debido a los estragos del huracán Jova.
- En 2013 los puntos de monitoreo dentro de la laguna Las Garzas continúan recibiendo descargas de aguas negras, aguas tratadas y escurrimientos pluviales de las partes altas de la microcuenca que aportan materia orgánica, suelo y semillas de la vegetación circundante.
- En los sitios del tablestacado en el puerto interior de la laguna San Pedrito la ausencia de bacterias como *Salmonella sp.* Y el bajo número de enterococos indica que existe muy bajo impacto de las descargas de aguas negras.

- Al igual que en 2012 en 2013, los datos sugieren que los sitios de Las Garzas presentan mayor diversidad, abundancia y riqueza que los de San Pedrito.
- En 2013, las observaciones de los recorridos permiten concluir que el principal factor de perturbación de la salud ambiental de la zona, se debe principalmente a la actividad antropogénica. Este factor sigue impactando directa e indirectamente el hábitat de las especies en general.
- En general el sistema lagunar en 2013 terminó por recuperarse de los eventos meteorológicos del año 2011, por lo que el ecosistema sigue manifestando un conjunto de condiciones favorables para el adecuado desarrollo y convivencia de las distintas especies observadas en el periodo de monitoreo 2010 - 2013.

## VIII. BIBLIOGRAFIA

1. Aguilar A., Morales-Pérez R., Vélez-Muñoz H y Vergara-Urquiza J.G. 2010. Estudio complementario con el análisis de escenarios de modelación de la unión de la Laguna de Las Garzas con la dársena de San Pedrito en Manzanillo, Colima. Informe final. API-IMTA
2. AOU (American Ornithologist's Union) 1983. Check list of North American Birds. 6a Ed. American Ornithologist's Union, Washington, D.C., EUA.
3. Aranda M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. CONABIO-Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Veracruz, México. 212 Pp.
4. Bell, J.D. y Westoby, M. 1986. Abundance of macrofauna in dense seagrass is due habitat preference, not predation. *Oecologia*, 68(2):205-209.
5. Brittingham K. y Hammerschlag R. 2004. Benthic Macroinvertebrate Communities of Reconstructed Freshwater Tidal Wetlands in the Anacostia River, Washington, D.C. Final Report. USGS 50p
6. Campbell, J. A. & W. W. Lamar. 1989.. The venomous reptiles of Latin America. Cornell University Press, Ithaca, New York, U.S.A. pp. 24-33.
7. Cauchie H.M., Hoffmann L. & Thomé J.P. 2000. Metazooplankton dynamics and secondary production of *Daphnia magna* (Crustacea) in an aerated waste stabilization pond. *J. Plankton Res.* 22: 2263 - 2287.
8. Ceballos G. y A. Miranda. 2000. Guía de campo de los mamíferos de la costa de Jalisco. Fundación Ecológica de Cuixmala, A. C. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 502. Pp.
9. Coelho, P.A., Tenório, D.O., Ramos-Porto, M. & Mello, R.L.S. 2004. A fauna benthica do estado de Pernambuco. In *Oceanografía: um cenário tropical* (E. Eskinazi-Leça, S. Neumann-Leitão & M.F. Costa, eds.). Bagaço, Recife, p. 477-528.
10. Conant R. y J. T. Collins 1998. A field guide to reptiles and amphibians eastern/central north america . Peterson field guides. USA. 618 pp.
11. Corn P.S. 1994. Straight-line Drift fences and Pitfall traps. Pp 109-118 en el capítulo #7 Standard Techniques for inventory and monitoring pp75-130. En: *Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for amphibians* (Heyer R.W., Donnelly M.A., McDiarmid W. R., Hayek L. y Foster M., eds.). Smithsonian Institution Press. U.S.A.
12. Cuevas G., R., N.M. Núñez L., L. Guzmán H. y F.J. Santana M. 1998. El bosque tropical caducifolio en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima, México. *Boletín del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara* 5 (1-3): 445-491.
13. Cuevas G., R., S. Koch, E. García M., N.M. Núñez L. y E.J. Jardel P. 2004. Flora vascular de la Estación Científica Las Joyas. En R. Cuevas G. y E.J. Jardel P. (eds.). *Flora y vegetación de la Estación Científica Las Joyas*. Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Universidad de Guadalajara. Autlán de Navarro, Jalisco, México. Pp 119 – 176.
14. Darrigran, G; A. Vilches; T. Legarralde y C. Damborenea. 2007. Guía para el estudio de macroinvertebrados. I.- Métodos de colecta y técnicas de fijación. *ProBiota*, La Plata, Buenos Aires.
15. DeFelice, R.C., Eldredge, L.G. & Carlton, J.T. 2001. Nonindigenous invertebrates. In *A guidebook of introduced marine species in Hawaii* (L.G. Eldredge & C.M. Smith, eds.). Bishop Museum Technical Report 21, Bernice, p. 2-70.
16. Del Coro A., y L. Márquez V., Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves en México.
17. Diario Oficial de la Federación. 2001. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. 5 de diciembre de 2008.
18. Ellison, A.M. y Farnsworth, E.J. 1992. The ecology of Belizean mangrove-root fouling communities: patterns of epibiont distribution and abundance, and effects on root growth. *Hydrobiologia*, 247(1-3):87-98.
19. Escalante P., P., A. G. Navarro y A. T. Peterson. 1993. A Geographic, Ecological and Historical Analysis of Land Bird Diversity in Mexico. Pp. 281-307, en *Biological Diversity of Mexico: Origins and Distributions*. (T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa Editores) Oxford University Press, Oxford, Gran Bretaña.
20. Escobar Briones, E. 2000. La biodiversidad del mar profundo en México. *Biodiversitas* 29 : 2-6
21. Farrapeira, C.M.R. 2006. Barnacles (Cirripedia Balanomorpha) of the estuarine region of Recife, Pernambuco, Brazil. *Trop. Oceanogr.* 34(2):
22. Farrapeira, C.M.R., Ramos, C.A.C., Barbosa, D.F., Melo, A.V.O.M., Pinto, S.L., Verçosa, M.M., Oliveira, D.A.S. y Francisco, J.A. 2009. Vertical zonation of the hard substrata macrofauna of the of the Massangana River estuary, Suape Bay (Pernambuco, Brazil). *Biota Neotrop.* 9(1):
23. Floerl, O. and Inglis, G.J. 2005. Potential for the introduction and spread of marine pests by private yachts. In *Hull fouling as a mechanism for marine invasive species introductions* (L.S. Godwin, ed.). Bernice Pauahi Bishop Museum, Honolulu, p. 22-28.
24. Flores-Villela O. 1993. Herpetofauna mexicana: Lista anotada de las especies de anfibios y reptiles de México, cambios taxonómicos recientes, nuevas especies. *Carnegie Museum of Natural History, Special Publications*, 17: 1-73.
25. Flores-Villela O. y Canseco-Márquez L. 2004. Nuevas especies y cambios taxonómicos para la herpetofauna de México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 20 (2): 115-144.

26. Flores-Villela O. y P. Gerez. 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo. Facultad de Ciencias U. N. A. M. Conabio. México. 439 Pp.
27. Gaete H., Bay-Schmith E., Baeza J. & Rodríguez J. 2000. Ecotoxicological assessment of two pulps mill effluent, Biobio River Basin, Chile. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 65: 183-189.
28. García A. y G. Ceballos. 1994. Guía de campo de los reptiles y anfibios de la costa de Jalisco, México. Fundación Ecológica Cuixmala, A. C. 184 Pp.
29. García-R. J. C., F. Castro-H. y H. Cárdenas-H. 2005. Relación entre la distribución de anuros y variables del hábitat en el sector de la Romelia del Parque Nacional Natural Munchique (Cauca, Colombia). *Caldasia*. 27 (2): 299-310.
30. Gómez Orea D. 2003. Evaluación de Impacto Ambiental. Un instrumento preventivo para la gestión ambiental. 2ª edición revisada y ampliada. Ediciones Mundiprensa. Madrid, España. Pp. 749.
31. Hendrickx, M. E., y Sánchez-Vargas, P. (2005). Estomatópodos del género *Squilla* (Hoplocarida: Stomatopoda: Squillidae) recolectados frente a la costa de Sinaloa, en el SE del golfo de California, México, en los cruceros CEEMEX C1-C2-C3. *Ciencias Marinas*, 31.N1A
32. Howell & Webb. 2001. A Guide to the birds of México and Northern Central America. Oxford. U.S.A. 851Pp.
33. <http://www.biotaneotropica.org.br/v9n1/en/abstract?article+bn01609012009>.
34. <http://www.biotaneotropica.org.br/v9n1/en/abstract?article+bn01609012009>
35. [http://www.propesq.ufpe.br/tropical\\_oceanography/volumes/volume\\_34\\_2\\_2006.html](http://www.propesq.ufpe.br/tropical_oceanography/volumes/volume_34_2_2006.html).
36. Iannacone, J., Mansilla, J., y Ventura, K. (2003). Macroinvertebrados en las lagunas de Puerto Viejo, Lima-Perú. *Ecología aplicada*, 2(1), 116-124.
37. Jaramillo E., Carrasco F., Quijon P., Pino M. & Contreras H. 1998. Distribución y estructura comunitaria de la macrofauna bentónica en la costa del norte de Chile. *Rev. Chilena Hist. Nat.* 71: 459-478.
38. Kathiresan, K. and Bingham, B.L. 2001. Biology of mangroves and mangrove ecosystems. *Adv. Mar. Biol.* 40:81-251.
39. Knox, G. 1977. The role of polychaetes in benthic soft-bottom communities, en D. Reish y K. Fauchald (eds.), *Essays of polychaetous annelids in memory of Dr. Olga Hartman*. Allan Hancock Foundation, Los Ángeles, pp. 547-604.
40. Lalana-Rueda, R., Alvares-Conesa, M., Ortíz, M., Pérez-Moreno, M. y Veledo, T. 1985. Organismos asociados a las raíces de mangle *Rhizophora mangle*, en lagunas costeras y de cayos. *Rev. Inv. Mar.* 6(2-3):59-71.
41. Lemos E. J. A., H. M. Smith. y D. Chiszar. 2004. Introducción a los anfibios y reptiles de Chihuahua, México. UNAM-CONABIO. México. 128 Pp.
42. Leopold A. S. 1959. Fauna Silvestre de México. Ed. Pax-México-IMERNAP. México. 600 Pp.
43. Liner E. A. 2007. A check list of the amphibians and reptiles of México. *Occasional Papers of the Museum of Natural Science*. Louisiana State University. No. 80. U. S. A. 60 pp.
44. Manzanilla J. J. E. Péfaur. 2000. Consideraciones sobre métodos y técnicas de campo para el estudio de anfibios y reptiles. *Revista de Ecología Latinoamericana*. 7 (1-2): 17-30.
45. Massangana River estuary, Suape Bay (Pernambuco, Brazil). *Biota Neotrop.* 9(1):
46. Medellín R. A. H. T. Arita y O. Sánchez H. 2009. Identificación de los Murciélagos de México.
47. Mickel, J.T. 1992. Pteridophytes. *Flora Novo Galiciana* 17: 120-467.
48. Muñoz-Guerrero J. V. H. Serrano y M. P. Ramírez-Padilla. 2007. Uso de microhábitat, dieta y tiempo de actividad en cuatro especies simpátricas de ranas hílidas neotropicales (Anura: Hylidae). *Caldasia* 29 (2): 413-325.
49. National Geographic, 2002. Field guide to the birds of America. 4ta. Edición. U.S.A. 480 Pp.
50. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2010. Protección ambiental, especies nativas de México de flora y fauna silvestres – categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- lista especies en riesgo. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación. Miércoles 6 de marzo 2002. SEMARNAT.
51. Owen O. 2000. Conservación de recursos naturales. 2da edición. Editorial Pax-México. 648pp.
52. Padilla V., E., R. Cuevas G. y S. Koch. 2008. Plantas vasculares y vegetación de la parte alta del Arroyo Agua Fría, municipio de Minatitlán, Colima, México. *Acta Botánica Mexicana* 84: 25-72.
53. Padillas V., E. y R. Cuevas G. 2010. *Calceolaria dichotoma* subsp. *colimana* (Calceolariaceae), una subespecie nueva del occidente de México. *Acta Botánica Mexicana* 91:95-102.
54. Painter, L., D. Rumiz., D. Guinart., R. Wallace., B. Flores y W. Townsend. 1999. Técnicas de investigación para el manejo de vida silvestre. Doc. Téc. no. 82.
55. Pech, D., Ardisson, P. L., y Hernández-Guevara, N. A. (2007). Benthic community response to habitat variation: a case of study from a natural protected area, the Celestun coastal lagoon. *Continental Shelf Research*, 27(20), 2523-2533.
56. Péfaur J. E. 1995. Metodología de un análisis faunístico integral en el estudio de una cuenca hidrográfica. *Rev. Ecol. Lat. Am.* 2: 59-67.
57. Prat N., Toja J., Sola C., Burgos M.D., Plans M. & Rieradevall M. 1999. Effect of dumping and cleaning activities on the aquatic ecosystems of the Guadamar River following a toxic flood. *Sci. Total Environ.* 242: 231 - 248.
58. Preston, A. y Moore, P.G. 1988. The flora and fauna associated with *Cladophora albida* Kutz. from rockpools on Great Gambiae Island, Scotland. *Ophelia*, 29:169-186.
59. Ralph, C. John, Geupel, R. Geoffrey. 1996. Manual de métodos para el monitoreo de aves terrestres. United states department of agriculture, EU.

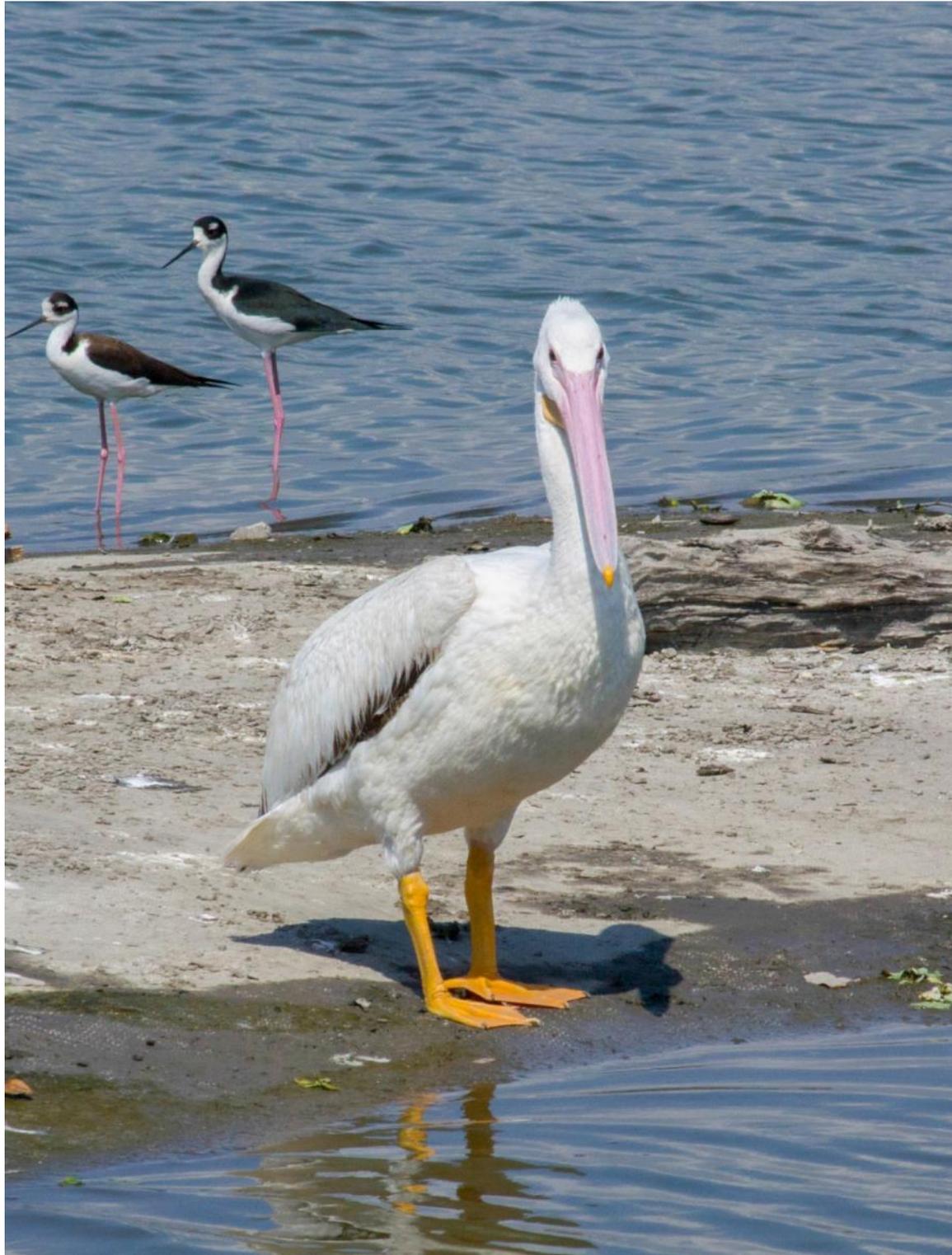
60. Ramírez P. J. y A. Castro-Campillo. 1990. Bibliografía reciente de los mamíferos de México. 1983/1988. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. México, D. F. 120 pp.
61. Ramírez P. J., J. Arroyo-Cabrales y A. Castro-Campillo. 2005. Estado actual y relación nomenclatural de los mamíferos terrestres de México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 21 (1): 21-82.
62. Reyes, R. y Campos, N. 1992. Moluscos, anélidos y crustáceos asociados a las raíces de *Rhizophora mangle* Linnaeus, en la región de Santa Marta, Caribe colombiano. *Caldasia*, 17(1):133-148.
63. Rodríguez D. J. A. y C. Fuentes P. 2005. Diversidad de herpetofauna y myriápodos en tres sitios con diferente historia de uso en la Reserva de Vida Silvestre "Los Guatuzos" Río San Juan, Nicaragua. *Memorias del tercer curso de métodos de campo para estudios de ecología tropical y conservación de la diversidad*. U. de San Luis Missouri-Wildlife Service. USA.
64. Rzedowski, J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Botánica Mexicana* 14: 3-21.
65. Rzedowski, J. 1991b. El endemismo en la flora fanerogámica mexicana: una apreciación analítica preliminar. *Acta Botánica Mexicana* 15: 47-64.
66. SAG. 2004. Medidas de mitigación de impactos ambientales en fauna silvestre. Secretaría de Agricultura y Ganadería, División de Protección de los Recursos Naturales Renovables del Gobierno de Chile. Santiago de Chile, 180 pp.
67. Salazar N.C., Iannacone J., Alvaríño L., Orozco R. & Miranda R. 2001 Estructura macrozoobentónica de fondo blando en la bahía de Ilo, Moquegua- Perú. *Wiñay Yachay*. 5: 179-192.
68. Santana M., F.J., R. Cuevas G. y N.M. Núñez L. En prensa. Las gramíneas: su riqueza, distribución e importancia en el estado de Colima. En libro estudio de estado de la biodiversidad de Colima. 27 pp.
69. Schaeffer-Novelli, Coelho Jr., C. y Tognella-De-Rosa, M. 2004. *Manguezais*. Ática, São Paulo. Coleção "Investigando o Meio Ambiente".
70. Seóanez C.M., Angulo A. I., Chacón A. A., Ros G. M., García- Monge G. L. y Garagorri Gomez de Enterria E. 1997. *Ingeniería Ambiental Aplicada. Casos Prácticos*. Editorial Mundi-prensa. España. Pp. 528.
71. Smith H. M. y E. H. Taylor. 1945. An annotated checklist and key to the snakes of Mexico. *Bulletin* 187. Smithsonian Institution, United States National Museum. Washington U.S.A. 1945. Pp.239.
72. Smith H. M. y E. H. Taylor. 1948. An Annotated checklist and key of the AMPHIBIA of Mexico. *Bulletin* 194. Smithsonian Institution, United States National Museum. Washington U.S.A. 1948. Pp.117.
73. Solís Weiss, V., y P. Hernández Alcántara. 1996. Atlas de anélidos poliquetos de la plataforma continental del Golfo de California. Informe técnico. Laboratorio de Ecología Costera, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, México
74. Stebbins C. R. 1985. A field guide to western reptiles and amphibians. The peterson field guide series. USA. 338 pp.
75. Stork, N.E., Samways, M.J. y Eeley, H.A.C. 1996. Inventorying and monitoring biodiversity. *Trends Ecol. Evol.* 11(1):39-40.
76. Travieso B. A. C. 2006. Manglares. Pp.183-204. En: *Estrategia para el manejo costero integral (El enfoque Municipal)* Vol. 1 Eds. P. Moreno-Casasola., E. Peresbarbosa R. y A. C. Travieso-Bello. Instituto de Ecología A. C., CONANP y Gobierno del Estado de Veracruz. Xalapa, Ver.
77. Villaseñor, J. L. 2003. Diversidad y distribución de las Magnoliophyta de México. *Interciencia* 28 (3):
78. Wallentinus, I. y Nyberg, C.D. 2007. Introduced marine organisms as habitat modifiers. *Mar. Pollut. Bull.* 55(7-9):323-332

**ANEXO 1  
ARCHIVO FOTOGRÁFICO**

## Ilustración 1

### Trampa tomahawk





**Ilustración 2** Pelicano blanco americano

### Ilustración 3 Cormorán



### Ilustración 4 Gaviota marina



**Ilustración 5** Colorín pecho naranja



**Ilustración 6** Cormorán



**Ilustración 7** Vista desde el sur de Laguna Las Garzas



**Ilustración 8** Al fondo pijijes ala blanca



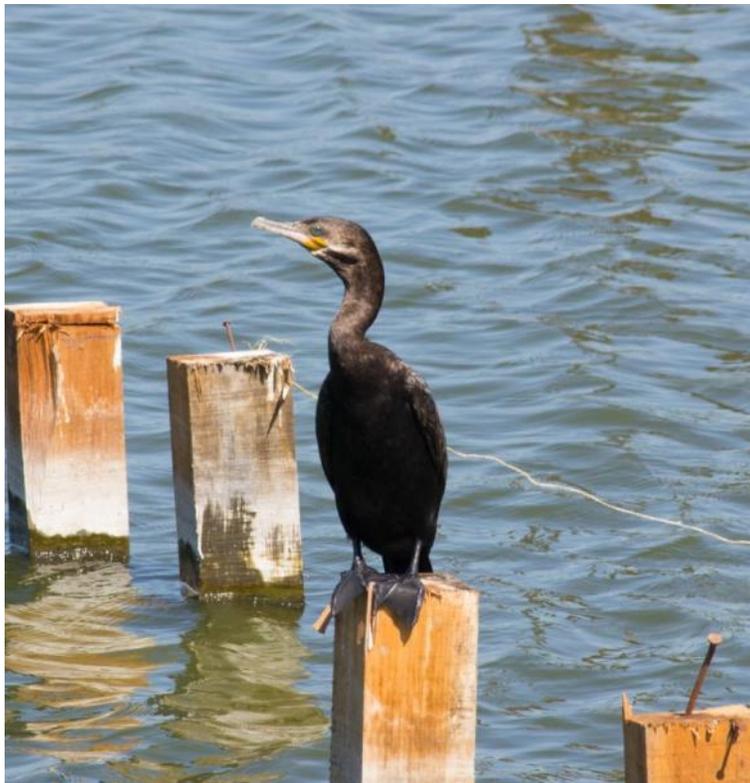
**Ilustración 9** Cuije cola azul



**Ilustración 10** Playero



**Ilustración 11 Paisaje de la Laguna Las Garzas**



**Ilustración 12 Cormorán**



**Ilustración 13 Pelicano blanco americano**



**Ilustración 14 Gallareta**



**Ilustración 15** Garza blanca



**Ilustración 16** Tortolita



**Ilustración 17** Trampa cámara



**Ilustración 18** Nido de bolsero



**Ilustración 19** Trampa cámara



**Ilustración 20** Huellas de mapache



**Ilustración 21 Zarceta alas azules**



**Ilustración 22 Paloma alas blancas**



**Ilustración 23** Garceta verde



**Ilustración 24** Roñito de paño



**Ilustración 25** Zona al lado de la Universidad



**Ilustración 26** Martín pescador verde



**Ilustración 27** Luis bienteveo y paloma alas blancas



**Ilustración 28 Mangle**



**Ilustración 29** Gallareta y zarceta alas azules



**Ilustración 30** Garza dedos dorados



**Ilustración 31** Orilla de Isleta dentro de la Laguna



**Ilustración 32** Monjitas en vuelo



**Ilustración 33 Gallareta**

## ANEXO 2

# CATÁLOGO DE ESPECIES DE FLORA



1.- *Avicennia germinans*

2.- *Laguncularia racemosa*

3.- *Conocarpus erecta*



1.- *Cleome viscosa*

2.- *Batis maritima*

3.- *Acostichum danaeifolium*



1.- *Capirs flexuosa*

2.- *Criptostegia grandiflora*

3.- *Frankenia* sp.



1.- *Acacia hindsii*

2.- *Prosopis juliflora*

3.- *Ricinus communis*



1.- *Rizophora mangle*

2.- *Guazuma ulmifolia*

3.- *Boerhavia diffusa*



1.- *Cenchrus echinatus*

2.- *Dactyloctenium aegyptium*

3.- *Melinis repens*



1.- *Capirs flexuosa*

2.- *Criptostegia grandiflora*

3.- *Frankenia sp.*



1- *Prosopis juliflora*

2- *Cucumis dipsaceus*

2- *Cayaponia attenuata*



2.- *Funastrum clausum*

1- *Serjania brachyptera*

3.- *Melinis repens*



2.- *Cleome viscosa*

1.- *Euphorbia indivisa*

3 *Laguncularia racemosa*



2.- *Solanum sp.*

1.- *Cyperus sp*

3.- *Laguncularia racemosa*