

Junio 2022

INFORME EJECUTIVO DE RESULTADOS OBTENIDOS EN LA ESTACIÓN CAR-AG4-EL LAGUITO DEL SISTEMA DE VIGILANCIA PARA EL MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE CARDIQUE

La Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique en colaboración con K2 Ingeniería S.A.S implementó en el año de 2021 en su zona de jurisdicción, el OBSERVATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL, el cual está conformado por dos sistemas integrados con la mejor tecnología para el monitoreo, vigilancia y seguimiento de la calidad del aire y la calidad del agua, para ello fueron instaladas en total 10 estaciones de monitoreo para la medición de los contaminantes como material particulado, gases y para la medición de los niveles de presión sonora, en las poblaciones de Pasacaballos, Turbana, Turbaco, Caño del Oro y Arjona, poblaciones que por su cercanía a fuentes de gran magnitud como lo es la zona industrial del Mamonal, son puntos críticos o de alta concentración y requieren de un mayor seguimiento y control de las condiciones medioambientales, y, 6 estaciones más, para la medición continua de las principales variables in situ como OD, pH, Temperatura, Conductividad y Turbiedad en cuerpos de aguas como los son las marino-costeras en la bahía de Cartagena y las Ciénagas de Juan Gomez y la Virgen, ecosistemas estratégicos que por sus condiciones y características frente a la preservación de las especies de flora y fauna, y a las condiciones sociales a las que están expuestas es necesario un seguimiento y monitoreo continuo de la calidad del agua.

Para este último punto, y como parte de las estrategias de conservación de los ecosistemas marinos, fue ubicada una de las estaciones que componen el sistema de vigilancia de CARDIQUE en El Laguito, cuerpo de agua ubicado al oeste del casco urbano de la ciudad de Cartagena de Indias. A continuación se presenta la ubicación de la estación de monitoreo ubicada en el sector del Laguito, es de resaltar que esta estación, cuenta con tecnología que permite la captura, transmisión, almacenamiento y visualización en tiempo real de la información monitoreada



Ilustración 1. Estación de monitoreo de calidad del agua CAR-AG4-El Laguito – Sistema de vigilancia para el monitoreo y seguimiento de la calidad del agua - CARDIQUE

INFORME EJECUTIVO DE RESULTADOS DE CALIDAD DEL AGUA OBTENIDOS EN LA ESTACIÓN CAR-AG4-EL LAGUITO DEL SISTEMA DE VIGILANCIA DE CARDIQUE	
Junio 2022	

Dicho punto de monitoreo, se encuentra ubicado en un pequeño cuerpo de agua con comunicación directa e intermitente con el agua marina (forma natural), a través de un pequeño canal que se ve altamente influenciado en su dinámica por el nivel de sedimentos del área y por el nivel de las olas. Asimismo, es destacable mencionar que en el área se cuenta con una bomba de intercambio entre el mar y el lago de manera que se favorezca la oxigenación y la recirculación del agua. De igual manera, a continuación se presenta la ficha técnica de la estación ubicada en el Laguito.

Tabla 1. Ficha técnica de estación de monitoreo de calidad del agua CAR-AG4-El Laguito

PUNTO DE MUESTREO	NOMBRE	CAR-AG4-El Laguito	
	Tipo de Muestra:	Puntual	
	Coordenadas	Geográficas (WGS84)	
		Latitud 10°23'43.75"N	Longitud 75°33'37.55"O
		Planas Cartesianas (Magna Sirgas Origen Nacional)	
		N: 2707854.764 m	E: 4719655.798 m
	Altitud:	0 msnm	
	Equipos y Seriales:	Sonda multiparamétrica EXO 3: SN21C102934 Sensor de Temperatura: SN21D220830 Sensor de Ph: SN21D104780 Sensor de Oxígeno Disuelto: SN21D104864 Sensor de conductividad: SN21D220830 Sensor de Clorofila: SN21B105621	
	Tecnología:	Automática	
Periodo de medición:	15/07/2021 – Actualmente en medición		
Datos in situ:	Temperatura del agua, pH, Oxígeno Disuelto, Clorofila, Conductividad.		
Descripción: Cuerpo de agua marina, se percibe clima cálido, boya ubicada a 20m de la orilla en el sector del Laguito.			



Ilustración 2. Estación de monitoreo CAR-AG4-El Laguito

Fuente: Gráficas extraídas de la página web del observatorio ambiental de CARDIQUE

1. Características climáticas ambientales periodo Junio 2022

En primer lugar, la tabla 2 muestra las condiciones típicas del área del Laguito de la ciudad de Cartagena en el mes de junio 2022, tomando como referencia el punto de medición de la estación automática UTB, dado que se encuentra en relativa cercanía geográfica del área de interés (ver ilustración 3).

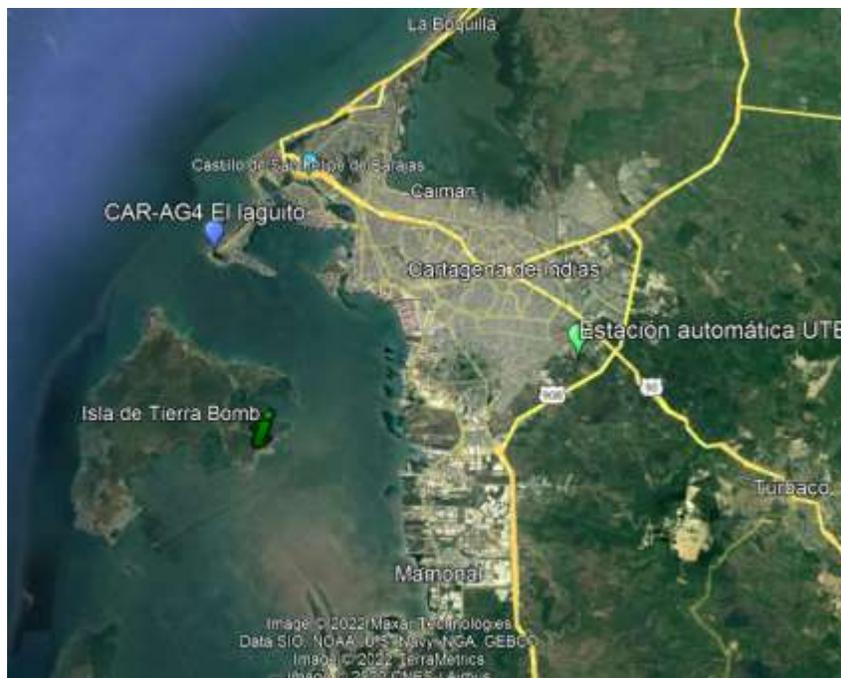


Ilustración 3. Ubicación geográfica de estación Laguito en comparación con estación automática UTB
Fuente: Google Earth

Tabla 2. Características ambientales mensuales promedio del área de Laguito-Cartagena

Características ambientales promedio			
Mes	Temperatura	Humedad relativa	Presión atmosférica
Junio	26.82	90.81%	756.37

Fuente: Cálculos a partir de datos tomados del OBSERVATORIO AMBIENTAL CARDIQUE.

Por otro lado, es importante resaltar que Junio 2022 tuvo un acumulado mensual de precipitación de 82.2 mm, que según la escala establecida por la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA)¹, se clasifica como precipitación “Fuerte”. La Ilustración 4 muestra la precipitación diaria registrada.

¹ Secretaría Distrital de Ambiente, Dirección de Control Ambiental, Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá D.C. Informe anual consolidado sobre niveles de concentración de contaminantes, 2009.

Junio 2022

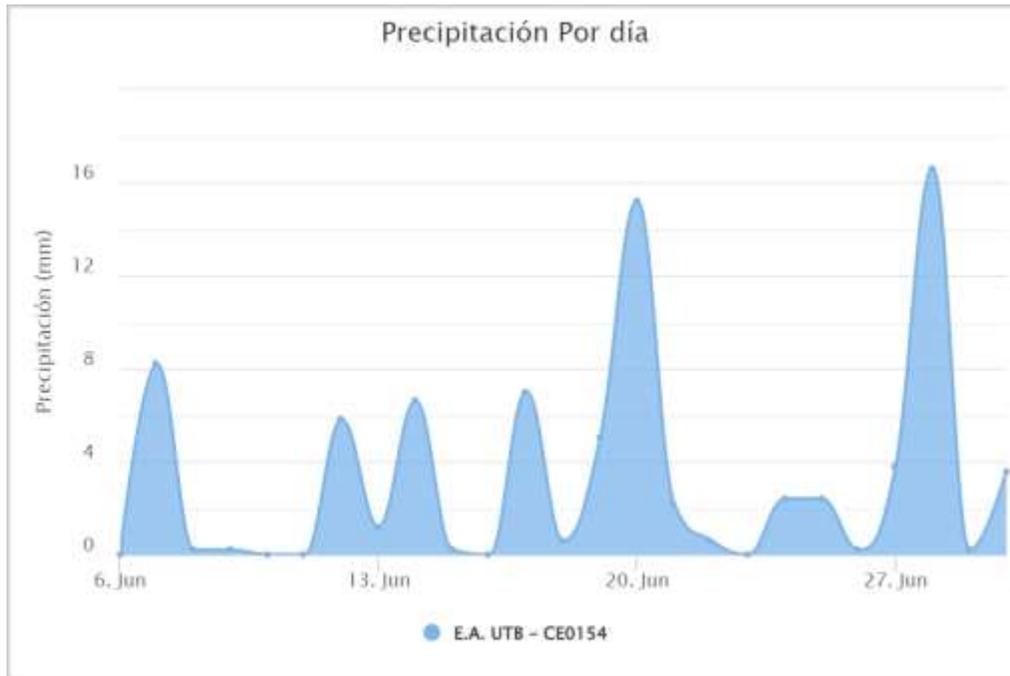


Ilustración 4. Comportamiento de Precipitación en estación cercana a la estación El laguito
 Fuente: Gráficas extraídas de la página web del observatorio ambiental de CARDIQUE (Estación automática UTB)

2. Analisis de resultados obtenidos

La estación automática de monitoreo CAR-AG4-El Laguito fue instalada en el mes de julio 2021, mes desde el cuál se viene realizando una medición continua de las variables in situ referenciadas. Sin embargo, para el presente informe se exponen los resultados de monitoreo de calidad de agua registrados por el equipo de medición en el mes de junio 2022. Los resultados obtenidos, son analizados teniendo en cuenta los estándares permisibles de calidad del agua marina contemplada en el artículo 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 del 2015 del MADS.

2.1. Oxígeno Disuelto

El oxígeno es uno de los factores más importantes que debe ser medido en el agua. Las fuentes de oxígeno son la precipitación, la difusión del aire en el agua, la fotosíntesis, los afluentes y la agitación moderada. El consumo de oxígeno ocurre por respiración de plantas, animales, demandas bioquímica, química y bentónica de oxígeno, los afluentes, la agitación excesiva, la extensión del periodo de estratificación térmica y el sedimento. (Roldán & Ramírez, 2008).

El Decreto 1076 de 2015 en el artículo 2.2.3.3.9.10 establece que la concentración de oxígeno disuelto para preservación y conservación de la flora y fauna, debe ser superior a 4 mg/L. Partiendo de lo anterior y de acuerdo a la evolución temporal horaria de Oxígeno Disuelto presentada para la estación de El Laguito (ver Ilustración 5), se observa que el 61% de los promedios horarios registran una disponibilidad de Oxígeno con valores superiores a lo establecido de mínimo 4 mg/l, resultando

Junio 2022

en una evidente disminución de la calidad del agua (para el mes de Mayo el 92% de los valores horarios presentaron datos por encima de los 4 mg/l) . Se destaca que prácticamente todos los días del mes presentaron promedios horarios menores al límite recomendado de 4 mg/L, denotando que la condición del cuerpo de agua fue homogénea a lo largo del mes. Los cambios negativos observados pudieron deberse a potenciales descargas y/o a la rápida acumulación de materia orgánica y consumo de oxígeno por parte de seres vivos en horario de noche-madrugada. Además, es válido acotar que la operación de la bomba de intercambio con el mar caribe ocurre en el periodo diurno únicamente.

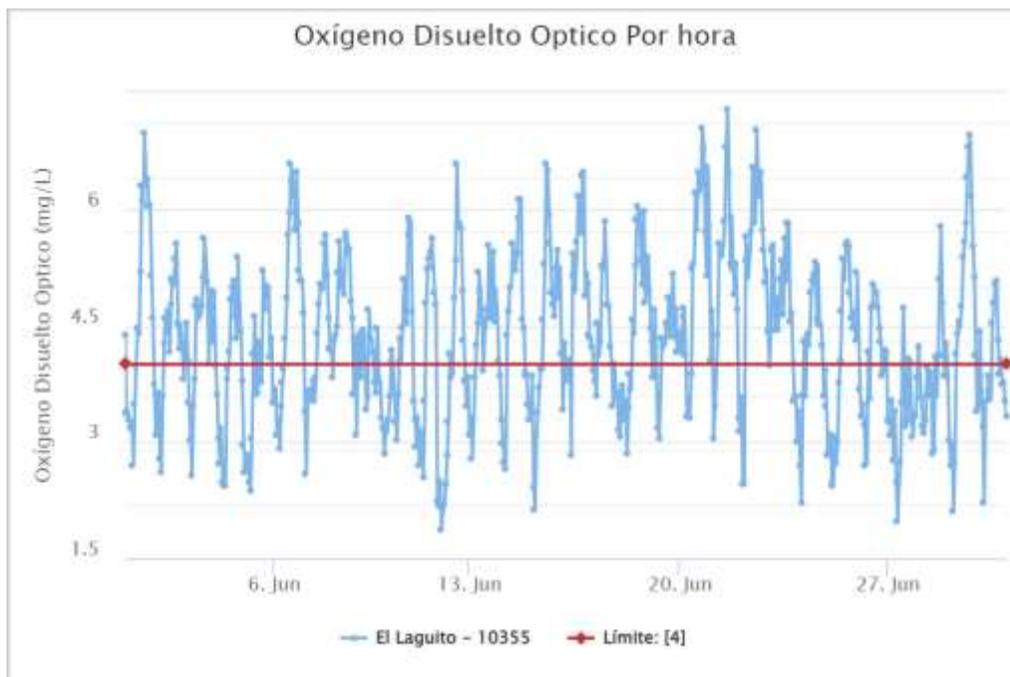


Ilustración 5. Evolución temporal horaria de las mediciones de OD en el Laguito vs Limite Dec.1076/2015.
Fuente: Gráficas extraídas de la página web del observatorio ambiental de CARDIQUE

Asimismo, y de acuerdo con el perfil horario, es claro evidenciar que para el mes de junio el 61% de las horas del día se encuentra en condiciones favorables (entre las 9 am y 23 pm) con valores por encima de los 4 mg/l; mientras que en las horas de madrugada (0 am a 8 am) se presenta un promedio de 3.52 mg/L y mínimo de 3.04 mg/L (4 am). En general, es destacable mencionar que la condición del cuerpo de agua mostró una disponibilidad de oxígeno regular y que a pesar de las lluvias y la operación de la bomba de intercambio en el día, no se alcanza a mantener el cuerpo de agua las 24 h del día con una disponibilidad adecuada. Es asimismo destacable mencionar que durante las horas de operación de la bomba de intercambio, la disponibilidad de oxígeno si se mantuvo superior a lo recomendado. Por otro lado, el comportamiento exponencial creciente en el rango de la franja horaria diurna concuerda con las horas de mayor intensidad de radiación solar, lo cual contribuye a procesos de crecimiento de algas y por ende procesos fotosintéticos, del cual se deriva la producción de oxígeno; mientras que en la franja horaria nocturna, se evidencia un

comportamiento decreciente, lo cual es consecuente con las horas de día donde no hay mucha influencia de la radiación solar en los procesos fotosintéticos.

(Espacio intencionalmente en blanco)



Ilustración 6. Perfil horario de Oxígeno Disuelto Junio estación AG4-El Laguito
Fuente: Estudio Actual

2.2. pH

El pH condiciona los procesos químicos que se pueden dar en el sistema, como la solubilidad de los metales, además de afectar ciertos organismos que son sensibles a cambios de esta variable. Existen factores que pueden modificar el pH, como: floración de algas, actividad bacteriana, el vertimiento de aguas residuales, la escorrentía con contaminantes, entre otros (Orhel y Register, 2006). Es positivo destacar que todos los días del mes se presentó un valor óptimo y dentro del límite establecido por el Dec. 1076/2015 para esta variable, resaltando además la homogeneidad de los datos con promedio mes de 8.09 unidades (rango mediciones entre 8.01 a 8.15 unidades) y variaciones diarias menores a 0.15 unidades. No se observaron cambios destacables en el cuerpo de agua tal como se observa en la ilustración 7.

(Espacio intencionalmente en blanco)

Junio 2022



Ilustración 7. Evolución temporal diaria de las mediciones de pH en el Laguito vs Limite Dec.1076/2015.
Fuente: Gráficas extraídas de la página web del observatorio ambiental de CARDIQUE

2.3. Conductividad

La conductividad es un indicativo de las sales disueltas en el agua y mide la cantidad de iones especialmente de Ca, Mg, Na, P, bicarbonatos, cloruros y sulfatos. (Sierra, 2011). En los trópicos, los valores de conductividad están más relacionados con la naturaleza geoquímica del terreno y su concentración varía principalmente con las épocas de lluvia y de sequía, y con su estado trófico. (Roldán & Ramírez, 2008). La ilustración 8 muestra la evolución temporal horaria de esta variable en el cuerpo de agua El Laguito durante el mes de junio 2022.

(Espacio intencionalmente en blanco)

Junio 2022



Ilustración 8. Evolución temporal horaria de las mediciones de Conductividad en el Laguito.

Fuente: Gráficas extraídas de la página web del observatorio ambiental de CARDIQUE

El laguito reportó valores horarios entre 11419.39 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 49463.79 $\mu\text{S}/\text{cm}$, lo cual corresponde a las características propias de agua marina estuarina. Es destacable mencionar que durante el mes se registró estabilidad en los datos registrados y una ligera pendiente de disminución en el valor medido a lo largo del mes, que es altamente asociado a los fenómenos de lluvias.

2.4. Clorofila

La clorofila A es el pigmento común a todos los organismos productores primarios y tiene relación directa con la productividad primaria y el desarrollo vegetal, por lo que es utilizado como un indicador indirecto de la biomasa algal en los sistemas acuáticos. Puede utilizarse como indicador del estado trófico considerando otros parámetros asociados (como nutrientes, composición biológica). La normativa de referencia de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 1982), clasifica el estado trófico de los sistemas según la concentración de clorofila a (Cla) en las siguientes categorías:

Junio 2022

Tabla 3 Clasificación del estado trófico

Clasificación	Concentración $\mu\text{g/L}$
Ultraoligotróficos	< 2.5
Oligotrófico	2.5 – 8.0
Mesotrófico	8.0 - 25
Eutrófico	25 - 75
Hipereutrófico	> 75

Fuente: OCDE, 1982

En la Ilustración 9 se observa el comportamiento promedio horario de algas totales en la estación El laguito con valores desde 1.3 $\mu\text{g/L}$ hasta 8.8 $\mu\text{g/L}$ con un promedio de 3.38 $\mu\text{g/L}$, que teniendo en cuenta lo establecido por la OCDE, su clasificación corresponde a estado Oligotrófico

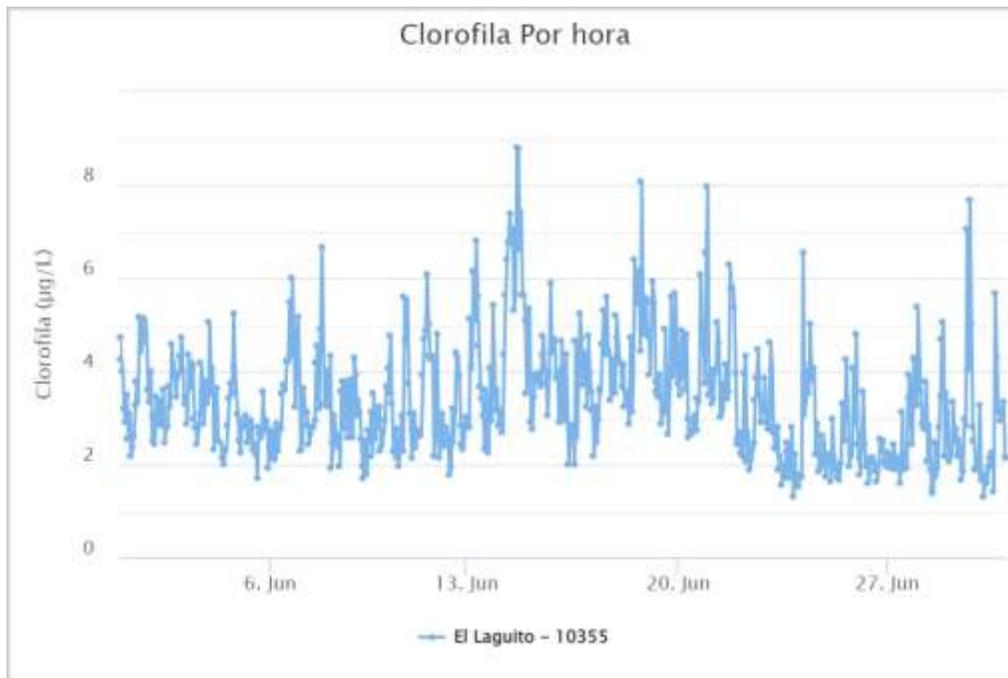


Ilustración 9. Evolución temporal horaria de las mediciones de Clorofila en el Laguito.

Fuente: Gráficas extraídas de la página web del observatorio ambiental de CARDIQUE

Es inferible a partir de la ilustración que los cambios presentados a lo largo del mes corresponden a las dinámicas naturales que se presentan en el cuerpo de agua y que no se evidencian cambios representativos de análisis.

2.5. Cálculo del ICAM_{pff}

Para el presente análisis se realizó la determinación del ICAM_{pff} de manera subjetiva por la limitante de ser calculado con un mínimo de dos (2) parámetros medidos (Oxígeno Disuelto y pH) y que cuyo resultado arroja un **valor de confianza del 28%** (cálculo realizado por la plataforma en línea Redcam)²; sin embargo, es importante resaltarlo ya que permite de manera general observar el cambio de condiciones que presentó este cuerpo de agua con el inicio de la temporada seca.

Nota: Los valores usados para el cálculo por día del ICAM_{pff} corresponden a los valores promedios diarios obtenidos a partir de las mediciones horarias de Oxígeno Disuelto y pH (ver Ilustración 5 e Ilustración 7) de la estación del Laguito.

De acuerdo con lo expuesto con anterioridad y con la Ilustración 10 donde se muestra la evolución temporal del cálculo del ICAM_{pff} se puede observar que la mayor parte del mes de junio la condición del cuerpo de agua estuvo Aceptable, con algunas excepciones de condición adecuada. En general, se denota una condición aceptable y/o regular para su uso y para la preservación de especies de flora y fauna.

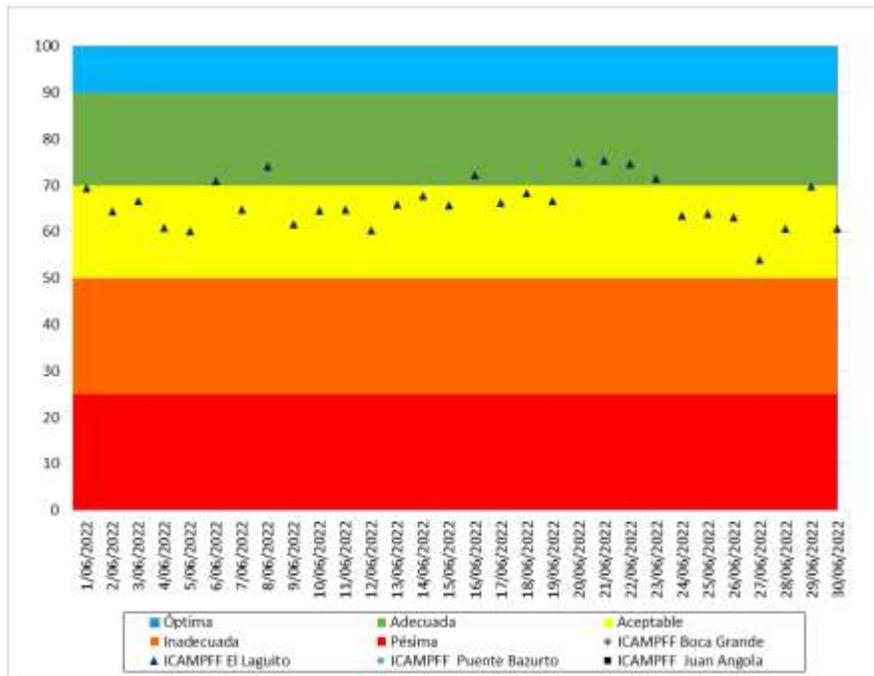


Ilustración 10. Evolución del ICAM_{pff} de la estación del Laguito basado en las mediciones diarias de OD y pH (Confianza del resultado 28%)

Fuente: Estudio actual

² Cálculo ICAM en línea: <https://siam.invemmar.org.co/redcam-icam>

INFORME EJECUTIVO DE RESULTADOS DE CALIDAD DEL AGUA OBTENIDOS EN LA ESTACIÓN CAR-AG4-EL LAGUITO DEL SISTEMA DE VIGILANCIA DE CARDIQUE	
<p style="text-align: center;">Junio 2022</p>	

3. Registros Fotograficos

Durante una visita regular de revisión realizada el 28 junio 2022 y otra visita de calibración realizada el 5 julio, se evidenció el siguiente registro fotográfico.

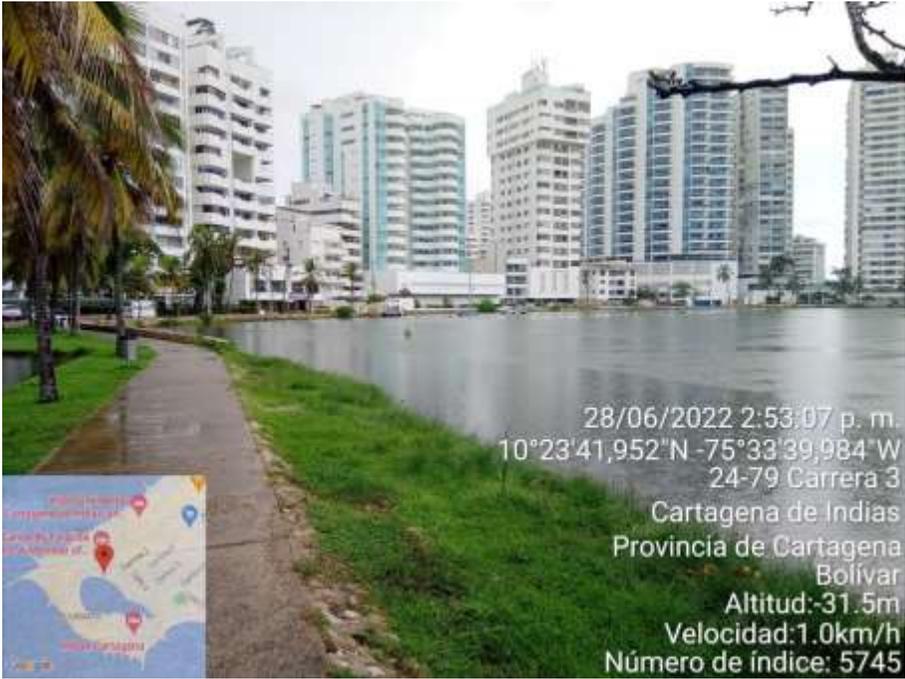


Ilustración 11. Evidencia fotográfica del aspecto general del cuerpo de agua El laguito.



Ilustración 12. Evidencia fotográfica del cuerpo de agua El laguito.

Junio 2022



Ilustración 13. Evidencia fotográfica del canal de ingreso agua mar a El laguito.



Ilustración 14. Evidencia fotográfica del canal de salida El laguito.

Junio 2022



Ilustración 15. Evidencia fotográfica de los canales El laguito en visita calibración.



Ilustración 16. Evidencia fotográfica del funcionamiento de la bomba de intercambio entre el mar caribe y El laguito.

Junio 2022



Ilustración 17. Evidencia fotográfica de verificación sonda.

FIN DEL DOCUMENTO