



GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA
AUTORIDAD AUTÓNOMA DE MAJES

Actividad de monitoreo de la calidad del agua de embalses de los Sistemas Chili Regulado y Colca-Siguas

Enfoque Hidrobiológico y Fisicoquímico

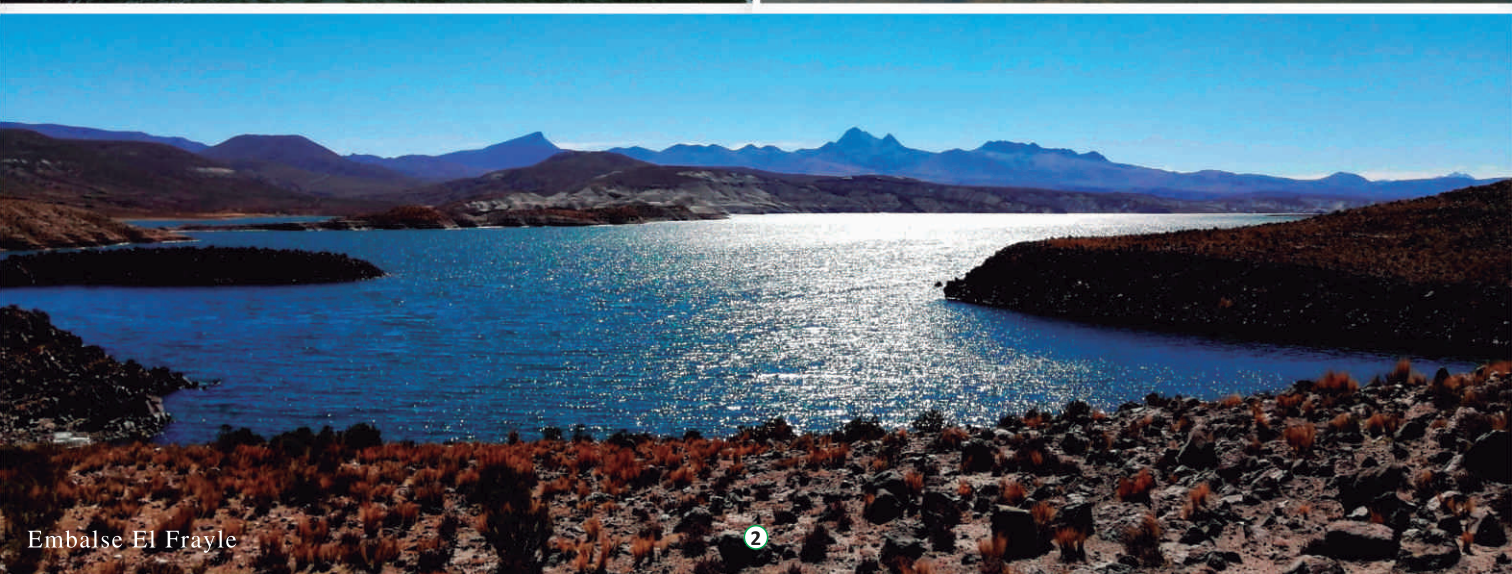




Bocatoma Tuti



Embalse Condoroma



Embalse El Frayle



Embalse El Pan de

Presentación

El monitoreo de la calidad del agua es una herramienta fundamental para el manejo de los recursos hídricos, especialmente cuando su finalidad es el abastecimiento público. Desde Enero del 2016 AUTODEMA incorpora a sus actividades rutinarias el monitoreo de la calidad del agua de los embalses de los sistemas Chili Regulado y Colca – Sigüas, desarrollándose el monitoreo de los elementos biológicos desde Enero del 2017, basados en el principio de protección de la calidad del agua para sus diferentes usos (poblacional, energético, industria, etc).

Presentación

La gestión de los embalses debe basarse primero en una sólida comprensión limnológica de estos sistemas para poder realizar una adecuada supervisión y evaluación permanente de los mecanismos operativos de estos ecosistemas acuáticos.

Un embalse presenta una estructura espacial variada tanto horizontal como verticalmente, la circulación y la hidrodinámica dependen de la morfometría y los efectos de las condiciones climáticas e hidrológicas.

Tundisi & Tundisi, 2011

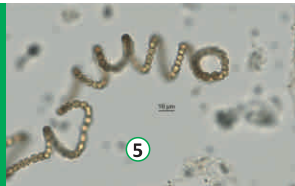
Introducción

Gestión biológica de embalses:

Dado que los embalses tienen usos múltiples, es esencial supervisar y evaluar el impacto futuro que puedan tener en relación a la calidad del agua con el fin de comprender las interacciones que ocurren entre los usos de la cuenca de drenaje y preservación o deterioro del cuerpo de agua. En los últimos años se viene dando importancia a la vigilancia de la calidad biológica de los sistemas acuáticos continentales por el aumento de la presencia de floraciones de cianobacterias, más aún cuando se trata de embalses que abastecen de agua a la comunidad.

Planeamiento de un programa de vigilancia:

La Organización Mundial de la Salud (OMS), recomienda que las entidades que operan el sistema de abastecimiento público de agua desarrollen planes para garantizar la calidad de agua, incorporando metodologías de monitoreo y planes de contingencia para la gestión de riesgos relacionados a las floraciones de cianobacterias. De esta forma se da prioridad a un abordaje de prevención garantizando la protección de la salud pública.



Introducción

Monitoreo preventivo:

Los programas de monitoreo de floraciones de cianobacterias representan un desafío especial en las operaciones de mantenimiento de agua, ya que estos organismos fitoplanctónicos se multiplican rápidamente en el ambiente y pueden concentrarse en determinadas porciones de lagos y embalses siendo incluso direccionadas por el viento. El planeamiento de un programa de monitoreo debe considerar un objetivo principal y determinar las características del cuerpo de agua en evaluación. En ambientes lénticos como los embalses las cianobacterias encuentran condiciones ideales para su desarrollo.

Evaluación de la situación de riesgos por floraciones de cianobacterias:

Evaluar el potencial de riesgos que representan las floraciones de cianobacterias (alteraciones organolépticas y potencial de toxicidad) y vincular estos eventos con medidas eficaces para la protección de la salud dentro de los recursos disponibles, se constituye como una evaluación compleja.



Categorización de los embalses

Los embalses de los sistemas Chili Regulado y Colca-Siguas, son evaluados de acuerdo a la clasificación de cuerpos de aguas continentales superficiales (RJ-N°056, 2018-ANA), con el fin de proteger y conservar la calidad de los recursos hídricos. Los embalses de ambos sistemas se categorizan de la siguiente manera:

Embalse	Categoría ECA Subcategoría	Sistema
Condoroma	Categoría 1A2	Colca-Siguas
D. Los Españoles	Categoría 1A2	Chili Regulado
Bamputañe	Categoría 1A2	Chili Regulado
El Pañe	Categoría 4E1	Chili Regulado
El Frayle	Categoría 4E1	Chili Regulado
Aguada Blanca	Categoría 4E1	Chili Regulado
Pillones	Categoría 4E1	Chili Regulado
Chalhuanca	Categoría 4E1	Chili Regulado
B. Tuli	Categoría 1A2	Colca-Siguas
D. Huambo	Categoría 1A2	Colca-Siguas
B. Pitay	Categoría 1A2	Colca-Siguas

Las embalses en la región Arequipa tienen características de lagunas altoandinas, por tanto la protección de estos sistemas acuáticos sensibles son de relevante importancia debido a que albergan una gran biodiversidad y endemismo.

Mediante el cuidado de las lagunas y lagos considerados como núcleo de formación del recurso hídrico, se espera asegurar la calidad de agua para diversos fines.



Cianobacteria perteneciente a la columna de agua del embalse El Frayle.

Rotífero perteneciente a la columna de agua del embalse El Frayle.

Objetivo general de la actividad

Monitorear y registrar la dinámica de concentraciones de analitos biológicos y fisicoquímicos de la columna de agua de los embalses del Sistema Chili Regulado y Colca-Siguas, así como categorizar los niveles de cianobacterias (algas potencialmente tóxicas) existentes en la columna de agua de estos sistemas acuáticos continentales.

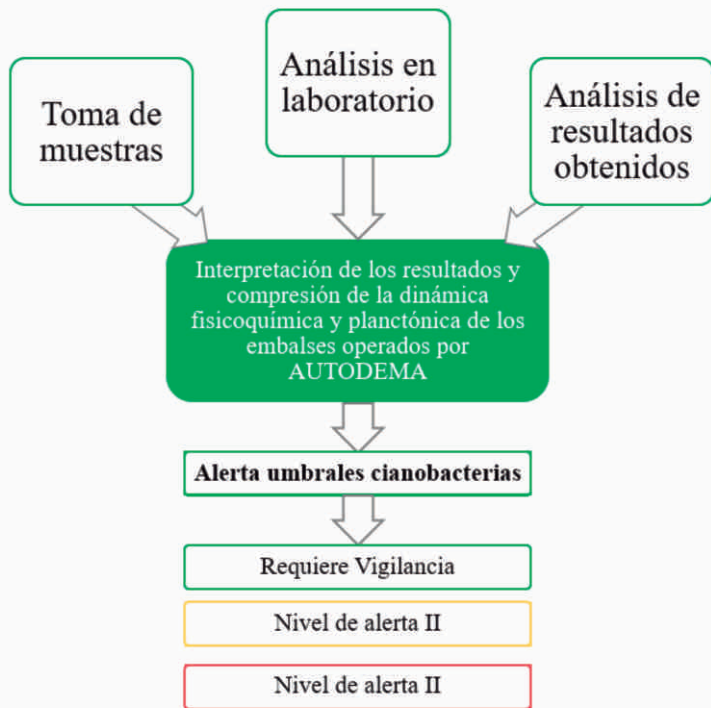


■ Delinear la dinámica biológica (fitoplancton) cuantitativa de las comunidades adaptadas a la columna de agua de los embalses del Sistema Chili Regulado y Colca-Siguas.

■ Realizar mediciones de parámetros fisicoquímicos in situ de la columna de agua de los embalses del Sistema Chili Regulado y Colca-Siguas.

■ Verificar el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental para agua, según DS-N°004-2017-MINAM.

■ Realizar mediciones de concentraciones de parámetros inorgánicos y de cianotoxinas totales de las muestras de agua provenientes de la columna de agua de los embalses del Sistema Chili Regulado y Colca-Siguas.



El objetivo de la medición de los parámetros fisicoquímicos *in situ*, es realizar el seguimiento de la variación de estos parámetros en comparación con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua, decretados por el Ministerio del Ambiente mediante DS-N°004-2017-MINAM.

El objetivo de realizar ensayos hidrobiológicos (cuantificación de algas), es realizar la vigilancia ante cualquier aumento celular (floración) de fitoplancton con énfasis en el grupo de las cianobacterias, algas potencialmente tóxicas que podrían afectar la calidad sanitaria del agua.

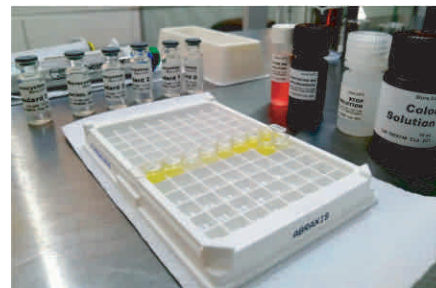


Actividades

Desde el año 2016 se viene ejecutando monitoreos con enfoque hidrobiológicos y fisicoquímicos en la columna de agua de los embalses del Sistema Chili Regulado y Colca-Siguas, es importante señalar que se utilizan diseños de muestreo y metodologías de cuantificación adecuadas para este tipo de análisis.

Actividades realizadas por el laboratorio de calidad del agua:

- Monitoreo continuo de los embalses pertenecientes a los sistemas: Chili Regulado y Colca Siguas.
- Identificación y cuantificación de comunidades fitoplanctónicas y zooplanctónicas.
- Cuantificación de cianotoxinas.
- Analisis referenciales de parámetros químicos tales como: Nitrógeno y sus derivados, Fósforo y sus derivados, Sílice, Hierro, Manganeso, Cloruros, Sulfatos, entre otros.
- Seguimiento de parámetros fisicoquímicos en los embalses como: Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$), Potencial de Hidrogeniones (pH), Clorofila ($\mu\text{g}/\text{L}$), Turbiedad (UNT) y Oxígeno disuelto (mg/L).



Resultados



Embalse El Pañe



Embalse Condoroma



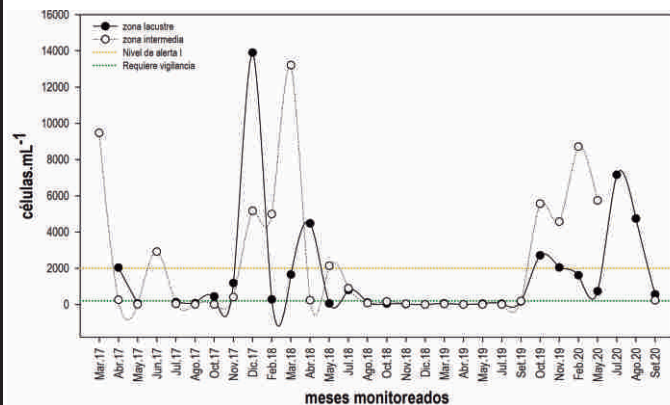
Embalse El Frayle

Resultados

Embalse El Pañe



Cianobacteria perteneciente a la columna de agua del embalse El Pañe.



Variación de concentraciones de cianobacterias (células/mL), periodo 2017-2020 en las zonas monitoreadas (eufótica) del Embalse El Pañe, en comparación con los umbrales propuestos por la OMS.



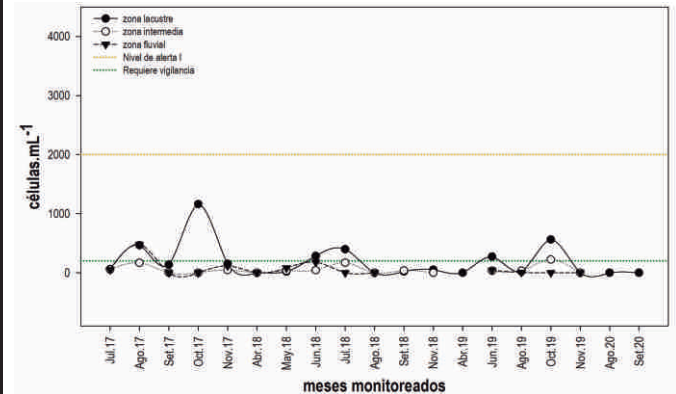
Escanee el código QR para ver la ubicación del embalse

Resultados

Embalse El Frayle



Rotífero perteneciente a la columna de agua del embalse El Frayle.



Variación de concentraciones de cianobacterias (células/mL), periodo 2017-2020 en las zonas monitoreadas (eufótica) del Embalse El Frayle, en comparación con los umbrales propuestos por la OMS.



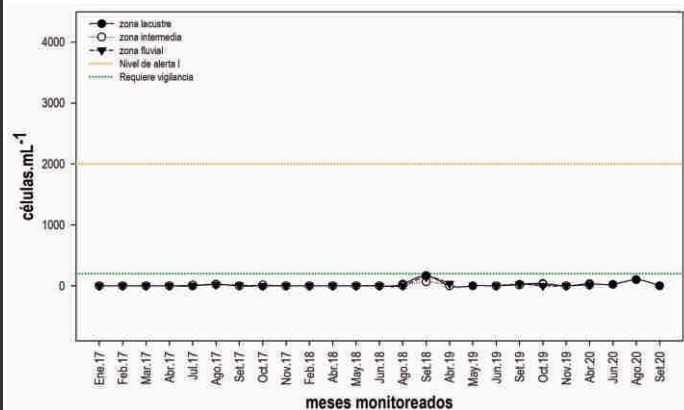
Escanee el código QR para ver la ubicación del embalse

Resultados

Embalse Aguada Blanca



Cladócero perteneciente a la columna de agua del embalse Aguada Blanca.



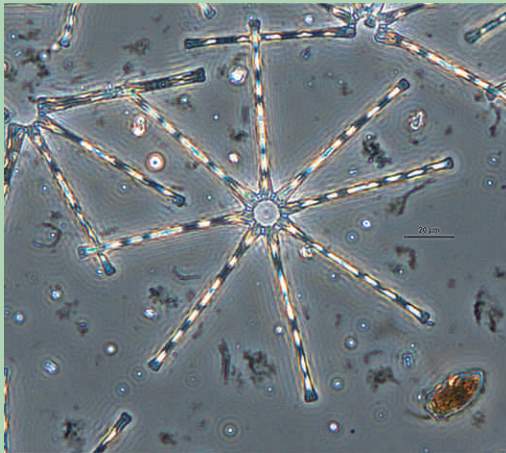
Variación de concentraciones de cianobacterias (células/mL), periodo 2017-2020 en las zonas monitoreadas (eufótica) del Embalse Aguada Blanca, en comparación con los umbrales propuestos por la OMS.



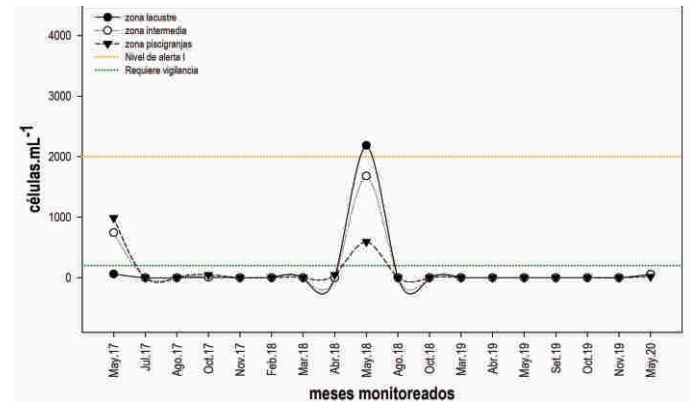
Escanee el código QR para ver la ubicación del embalse

Resultados

Embalse Condoroma



Diatomea perteneciente a la columna de agua del embalse Condoroma.



Variación de concentraciones de cianobacterias (células/mL), periodo 2017-2020 en las zonas monitoreadas (eufótica) del Embalse Condoroma, en comparación con los umbrales propuestos por la OMS.



Escanee el código QR para ver la ubicación del embalse

Categorización de niveles de cianobacterias según la OMS

Concentraciones de cianobacterias (células/mL) en fuentes de agua cruda y su significado de acuerdo con los lineamientos dados por la Organización Mundial de la Salud.

Nivel de alerta	Umbral (células.mL ⁻¹)	Significado
Requiere vigilancia	> 200	Abarca las posibles etapas iniciales del desarrollo de una floración, cuando las cianobacterias se detectan en muestras de agua cruda no concentrada.
Nivel de Alerta I	≥ 2 000	Nivel de alerta I, esta concentración representa una potencialidad de producción de cianotoxinas.
Nivel de Alerta II	> 100 000	Nivel de alerta II, una floración tóxica se ha establecido en el cuerpo de agua.

Cianobacteria perteneciente a la columna de agua del embalse Dique Los Españoles.



Categorización de niveles de cianobacterias según la OMS

La OMS en su publicación de Chorus & Bartram, 1999; propone los siguientes niveles:

Requiere vigilancia

Este debe ser establecido cuando se exceda el valor de 200 células/mL de cianobacterias en fuentes de agua cruda, este primer umbral indica que la presencia de estas algas se encuentran en bajas concentraciones pero se debe establecer un monitoreo que permita dar seguimiento al desarrollo poblacional de estos organismos planctónicos.

Nivel de Alerta I

Si la concentración de células cianobacterianas sobrepasa la concentración de 2000 células/mL existen potenciales riesgos asociados a la producción de cianotoxinas; en este nivel se debe realizar análisis de cianotoxinas totales, así también la OMS recomienda establecer comunicación con las autoridades pertinentes para evaluar una posible reducción de cianotoxinas con estrategias de manejo operacional o en el sistema de plantas de tratamiento de agua.

Nivel de Alerta II

Si la concentración excede las 100 000 células/mL estaríamos frente a un Nivel de Alerta II, esto significa que una floración de cianobacterias se ha establecido en la fuente de agua cruda, aumentando el riesgo de toxicidad.

Embalse El Frayle



Convenio entre la Universidad de Ingeniería y Tecnología (UTEC) y AUTODEMA

AUTODEMA suscribió un convenio académico con la Universidad de Ingeniería y Tecnología (UTEC), con el objetivo de abordar el tema de “Floraciones de cianobacterias” desde una perspectiva técnico-científica, propiciando así la investigación de nuestros embalses.

Enmarcado en el proyecto: **“Análisis y gestión de los riesgos asociados a la presencia de cianotoxinas en aguas y desarrollo de tecnologías limpias para su eliminación: hacia una mejora de la salud pública”** con Resolución de Dirección Ejecutiva N°105-2019-FONDECYT-DE.



Convenio UTEC - AUTODEMA

Los principales objetivos planteados en el convenio y que se desarrollarán entre los años 2020-2023, son los siguientes:



Embalse El Pañe

Objetivo 1

Evaluación de los riesgos derivados de la presencia de cianobacterias y cianotoxinas en ecosistemas acuáticos diversos.

Objetivo 2

Desarrollo de mecanismos de comunicación adecuados entre las entidades de gestión de los recursos hídricos ante eventos de floraciones de cianobacterias.

Objetivo 3

Creación de una herramienta de Apoyo a la Toma de Decisiones adaptada en referencia a la gestión sostenible del recurso hídrico.

Conclusiones generales

- Los parámetros fisicoquímicos registrados in situ: Conductividad ($\mu\text{S/cm}$), Potencial de Hidrogeniones (pH), Clorofila ($\mu\text{g/L}$), Turbiedad (UNT) y Oxígeno disuelto (mg/L), durante el periodo de colecta (2017-2020) se situaron en su mayoría dentro del rango establecido por el ECA-4E1 (embalses El Pañe, El Frayle y Aguada Blanca) y ECA-1A2 (embalses Dique Los Españoles y Condoroma).
- Los resultados de cianotoxinas de la columna de agua de los embalses El Frayle, Aguada Blanca, El Pañe, Condoroma y Dique Los Españoles (zona lacustre eufótica) se situaron por debajo del valor establecido por el ECA en el periodo de colecta 2019, por tanto no existe potencial de toxicidad asociada a la presencia de Microcistinas-LR.

Embalse El Pañe





Embalse Condoroma

Recomendaciones

Se recomienda dar continuidad a los monitoreos en la columna de agua de los embalses del Sistema Chili Regulado y Colca Siguan, tales monitoreos permiten delinear la dinámica estacional de las comunidades fitoplanctónicas presentes en la columna de agua de estos sistemas acuáticos y detectar cualquier anomalía en las concentraciones registradas que puedan alterar la calidad sanitaria de estas fuentes de agua cruda, resaltando que los monitoreos se constituyen como una herramienta preventiva frente a la protección de los recursos hídricos y a sus diferentes usos.



Portal electrónico

Si usted esta interesado en saber más de nuestra institución y de las actividades que realizamos, lo invitamos a visitar nuestra página web:

<https://www.autodema.gob.pe/category/recursos-hidricos/laboratorio-de-calidad-de-agua/>

En este, podrá encontrar información relacionada a nuestra actividad asi como los resultados actualizados pertenecientes a cada embalse.



Escanee el código QR para ser direccionado al portal web de nuestra Institución





Gerente Ejecutivo

Ing. Napoleón Oca Flores

Gerente de Gestión de Recursos Hídricos

Ing. Wilder Valdivia Galdos

Sub-gerente de Operación y Mantenimiento

Ing. Donato Guillén Herrera

Encargado del Área

Ing. Félix Elías Valdivia Roldán

Equipo Profesional

-M.Sc. Anthony Salazar Torres

-Ing. Zaida Samanez Calderon

-Ing. Fabrizio Johnson Corrales



Dirección: Urbanización la Marina E-8, Cayma.

Teléfono: (054) 254040

<https://www.autodema.gob.pe/>

www.facebook.com/autodema/