



**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**DOCTORADO EN MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO  
SOSTENIBLE**



**Universidad  
Andina  
del Cusco**

**TESIS**

---

---

**“FORMULACIÓN DE ÍNDICES DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA (ICO)  
PARA UN RÍO ALTOANDINO: CASO SUBCUENCA CHUMBAO,  
ANDAHUAYLAS, PERIODO 2018-2019”**

---

---

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE DOCTOR EN  
MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

**PRESENTADO POR:**

Betsy Suri Ramos Pacheco

**ASESOR:**

Dr. David Choque Quispe

**CUSCO – PERÚ**

**2022**



## RESUMEN

Los índices de contaminación son instrumentos que permiten una rápida interpretación de la calidad del agua, combina parámetros físicos, químicos y microbiológicos para generar un valor numérico. El objetivo del trabajo fue formular índices de contaminación de agua para un río altoandino caso Subcuenca Chumbao, como herramienta para el monitoreo de aguas. Se recogió información de datos de parámetros del agua de la subcuenca Chumbao, correspondiente al periodo de monitoreo 2018 – 2019, los métodos de análisis de laboratorio y campo fueron desarrollados siguiendo la metodología propuesta por la Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, United States Environmental Protection Agency y Manual of water and environmental technology. Los datos de parámetros del agua fueron evaluados por análisis multivariado, además se consideró los niveles del ECA propuestos por el MINAM. Los parámetros con mayor incidencia en la calidad del agua fueron color, conductividad, OD, DBO, amoníaco, fósforo, plomo, cromo y coliformes termotolerantes. Se formulo el índice de contaminación inorgánico a partir de conductividad, plomo y cromo, reportándose niveles de contaminación entre “ninguna” a “alta”; y el índice de contaminación orgánico que incluye el OD, DBO, amoníaco, fósforo, color y coliformes termotolerantes, reportándose “baja” a “muy alta” contaminación, para el agua del río de la Subcuenca del Chumbao, evaluada durante el periodo de estiaje del año 2021 en 6 sectores a lo largo del río. Se concluye que los índices de contaminación propuestos son instrumentos de gestión hídrica que permiten evaluar la calidad del agua.

**Palabras claves:** Índice de contaminación inorgánico, índice de contaminación orgánico, rio altoandino, calidad de agua.



## ABSTRACT

Pollution indices are instruments that allow a quick interpretation of water quality, combine physical, chemical and microbiological parameters to generate a numerical value. The objective of the work was to formulate water contamination indices for a high Andean river in the case of the Chumbao Sub-basin, as a tool for water monitoring. Data information on water parameters of the Chumbao sub-basin was collected, corresponding to the 2018-2019 monitoring period, the laboratory and field analysis methods were developed following the methodology proposed by the Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, United States Environmental Protection Agency y Manual of water and environmental technology. The data on water parameters were evaluated by multivariate analysis, in addition, the ECA levels proposed by MINAM were considered. The parameters with the highest incidence on water quality were color, conductivity, DO, BOD, ammonia, phosphorus, lead, chromium, and thermotolerant coliforms. The inorganic contamination index was formulated based on conductivity, lead and chromium, reporting levels of contamination between "none" to "high"; and the organic contamination index that includes DO, BOD, ammonia, phosphorus, color and thermotolerant coliforms, reporting "low" to "very high" contamination, for the river water of the Chumbao Sub-basin, evaluated during the dry season of the year 2021 in 6 sectors along the river. It is concluded that the proposed contamination indices are water management instruments that allow the evaluation of water quality.

**Keywords:** Inorganic contamination index, organic contamination index, high Andean river, water quality