



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN FASE 1

ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO GUACERIQUE,  
UBICADO EN TEGUCIGALPA, HONDURAS.

PRESENTADO POR:

31651373    MARÍA JOSÉ OBANDO HERNANDEZ

11851117    JOSE CARLOS GALLEGOS LOZANO

ASESOR: ING. PAOLA PASCUA

TEGUCIGALPA; SEPTIEMBRE , 2024

## Resumen Ejecutivo

El presente estudio examina la calidad del agua en la subcuenca del río Guacerique en Tegucigalpa, Honduras, en respuesta a la creciente preocupación por su deterioro. Este río es crucial para el suministro de agua en la ciudad, pero su calidad ha sido afectada por la contaminación agrícola, ganadera, industrial y urbana. El objetivo principal fue identificar las fuentes de contaminación a través del análisis de parámetros físico-químicos y microbiológicos, utilizando herramientas estadísticas avanzadas, como ANOVA y pruebas T.

Se realizó un muestreo en cuatro estaciones a lo largo del río Guacerique para evaluar la calidad del agua, abarcando parámetros físico-químicos y microbiológicos esenciales, tales como pH, temperatura, turbidez, oxígeno disuelto, sólidos disueltos y coliformes fecales. Estos parámetros fueron cuidadosamente medidos en cada estación para obtener una visión completa del estado del agua en diferentes tramos del río. Posteriormente, se calcularon los valores del Índice de Calidad del Agua (ICA), que proporciona una medida integral de la calidad del agua a partir de la combinación de estos indicadores.

El cálculo del Índice de Calidad del Agua (ICA) reveló variaciones significativas en la calidad del agua entre las estaciones muestreadas. Las estaciones ubicadas en áreas con mayor actividad urbana e industrial mostraron un índice más bajo, lo que indica una mayor contaminación. En contraste, las estaciones situadas en zonas con menor influencia antropogénica presentaron valores de ICA más altos, sugiriendo una mejor calidad del agua. Este análisis permitió identificar las estaciones más afectadas por la contaminación, destacando la necesidad de medidas de gestión específicas para mejorar la calidad del agua en las áreas más comprometidas. Los resultados subrayan la importancia de monitorear y gestionar las fuentes de contaminación.

**Palabras clave:** Analisis de varianza, indice de calidad del agua, procedimiento experimental, Analisis Fisico-quimicos, Rio Guacerique

## **Abstract**

The present study examines the water quality in the Guacerique River sub-basin in Tegucigalpa, Honduras, in response to growing concerns about its deterioration. This river is crucial for the city's water supply, but agricultural, livestock, industrial, and urban pollution, have affected its quality. The main objective was to identify sources of contamination through the analysis of physical-chemical and microbiological parameters, using advanced statistical tools such as ANOVA and T-tests.

Sampling was conducted at four stations along the Guacerique River to assess water quality, covering essential physical-chemical and microbiological parameters such as pH, temperature, turbidity, dissolved oxygen, dissolved solids, and fecal coliforms. These parameters were carefully measured at each station to obtain a comprehensive view of the water conditions in different segments of the river. Subsequently, the Water Quality Index (WQI) values were calculated, providing an integrated measure of water quality based on these indicators.

The calculation of the Water Quality Index (WQI) revealed significant variations in water quality among the sampled stations. Stations located in areas with higher urban and industrial activity showed lower indices, indicating greater pollution. In contrast, stations situated in areas with less anthropogenic influence had higher WQI values, suggesting better water quality. This analysis highlighted the most contaminated stations, underscoring the need for specific management measures to improve water quality in the most affected areas. The results emphasize the importance of monitoring and managing pollution sources.

**Keywords:** Analysis of variance, Water quality index, Experimental procedure, Physicochemical analysis, Guacerique River

## ÍNDICE

|   |    |
|---|----|
| I. Introducción .....                   | 1  |
| II. Planteamiento del problema .....    | 2  |
| 2.1. Precedentes del problema.....      | 2  |
| 2.2. Definición del problema .....      | 3  |
| 2.3. Justificación .....                | 4  |
| 2.4. Preguntas de investigación .....   | 5  |
| 2.5. Objetivos.....                     | 6  |
| III. Estado del Arte.....               | 7  |
| 3.1. Calidad del Agua .....             | 7  |
| 3.2. Contaminación del agua.....        | 8  |
| 3.3. Parámetros Físico- Químicos .....  | 9  |
| 3.3.1. pH.....                          | 10 |
| 3.3.2. Temperatura del agua .....       | 11 |
| 3.3.3. Turbidez .....                   | 12 |
| 3.3.4. Oxígeno disuelto (OD).....       | 13 |
| 3.3.5 Solidos disueltos.....            | 14 |
| 3.4. Parámetros microbiológicos .....   | 15 |
| 3.4.1 Coliformes totales .....          | 15 |
| 3.5. Diseño de experimentos.....        | 16 |
| 3.6. Anova (análisis de varianza) ..... | 17 |
| 3.7 Método de tukey.....                | 18 |

|  |    |
|--|----|
| 3.7. Excel.....  | 19 |
| 3.8. ICA-NSF.....  | 20 |
| 3.9 PROPUESTA DE NORMA TÉCNICA NACIONAL DE USOS DE AGUA.....           | 21 |
| 3.9. Validación mediante triangulación.....                            | 22 |
| IV. Metodología.....   | 23 |
| 4.1. Enfoque .....   | 23 |
| 4.1.1 Alcance .....  | 23 |
| 4.2. Variables de Investigación .....                                  | 24 |
| 4.3. Técnicas e instrumentos aplicados.....                            | 25 |
| 4.3.1. Técnicas.....   | 25 |
| 4.3.2. Instrumentos .....  | 26 |
| 4.4. Materiales.....   | 27 |
| 4.5. Población y muestra.....  | 28 |
| 4.5.1. Población.....  | 28 |
| 4.5.2 Muestreo.....  | 28 |
| 4.5.3 Muestra .....  | 29 |
| 4.5.3.1 Muestra en relación al número seleccionado de estaciones ..... | 29 |
| 4.5.3.2 Muestra en relación al número total de tomas por estación..... | 30 |
| 4.6. Metodología de estudio .....                                      | 31 |
| 4.7. Metodología de validación.....                                    | 32 |
| 4.8. Cronograma de Actividades.....                                    | 33 |
| V. RESULTADOS Y ANÁLISIS .....   | 34 |
| 5.1 Toma de muestras en el Río Guacerique .....                        | 34 |

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| 5.1.1     | Pilotaje de toma de muestras.....                                 | 34 |
| 5.1.2     | Toma de muestras finales .....                                    | 36 |
| 5.1.2.1   | Toma de muestras de parámetros in-situ .....                      | 36 |
| 5.1.2.1.1 | ph.....   | 36 |
| 5.1.2.1.2 | Temperatura .....   | 37 |
| 5.1.2.1.3 | Oxígeno disuelto .....  | 37 |
| 5.1.2.2   | Toma de muestras parámetros laboratorio de química en UNITEC..... | 37 |
| 5.1.2.2.1 | Solidos sedimentables.....  | 37 |
| 5.1.2.2.2 | Turbidez .....  | 38 |
| 5.1.2.3   | Toma de muestras parámetros laboratorios externos.....            | 38 |
| 5.1.2.3.1 | DBO5 .....  | 38 |
| 5.1.2.3.2 | Nitratos y fosfatos.....  | 38 |
| 5.1.2.3.3 | Coliformes fecales .....  | 39 |
| 5.1.3     | Resultados Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos.....         | 39 |
| 5.1.3.1   | Resultados de parámetros in-situ.....                             | 39 |
| 5.1.3.1.1 | pH.....   | 39 |
| 5.1.3.1.2 | Temperatura.....  | 40 |
| 5.1.3.1.3 | Oxígeno Disuelto.....   | 41 |
| 5.1.3.2   | Resultados obtenido en el laboratorio de Química en UNITEC.....   | 41 |
| 5.1.3.2.1 | Turbidez .....  | 41 |
| 5.1.3.3   | Resultados de Parámetros en Laboratorios Externos .....           | 42 |
| 5.1.3.3.1 | DBO5 .....  | 42 |
| 5.1.3.3   | Nitratos .....  | 43 |

|   |    |
|---|----|
| 5.1.3.4 Fosforo Total.....                                    | 43 |
| 5.1.3.5 COLIFORMES FECALES.....                               | 44 |
| 5.2 Análisis físico-químico entre estaciones muestreadas..... | 46 |
| 5.2.1 Pruebas T.....  | 46 |
| 5.2.1.1 Pruebas T Temperatura .....                           | 48 |
| 5.2.1.3 Pruebas T Turbidez.....                               | 53 |
| 5.2.1.4 Pruebas T DBO5 .....                                  | 56 |
| 5.2.1.5 Pruebas T Fósforo total .....                         | 59 |
| 5.2.1.6 Pruebas T coliformes fecales.....                     | 62 |
| 5.2.2 Intervalos de confianza para ph .....                   | 65 |
| 5.2.3 Análisis de varianza .....                              | 67 |
| 5.2.3.1 Análisis de varianza ph .....                         | 67 |
| 5.2.3.2 Análisis de varianza para oxígeno disuelto.....       | 68 |
| 5.2.3.3 Análisis de varianza para turbidez.....               | 70 |
| 5.2.3.4 Análisis de varianza para dbo5.....                   | 71 |
| 5.2.3.5 Análisis de varianza para coliformes fecales.....     | 72 |
| 5.4 Cálculo del ica.....                                      | 75 |
| 5.4.1 ICA Estación 1 .....                                    | 76 |
| 5.4.2 ICA Estación 2 .....                                    | 77 |
| 5.4.3 ICA Estación 3 .....                                    | 78 |
| 5.4.4 ICA Estación 4 .....                                    | 79 |
| 5.5 Validación del Estudio .....                              | 80 |
| 5.5.1 Pilotaje.....   | 80 |

|  |    |
|--|----|
| 5.5.1.1 Pilotaje de las Estaciones de Muestreo ..... | 80 |
| 5.4.2 Triangulación por Expertos.....                | 84 |
| VI. CONCLUSIONES.....                                | 86 |
| 6.1 Conclusiones Específicas .....                   | 86 |
| 6.2 Conclusión General.....                          | 88 |
| VII. RECOMENDACIONES.....                            | 89 |
| 8.1 Recomendaciones de Investigación.....            | 89 |
| 7.2 Recomendaciones para el rubro.....               | 90 |
| VII Aplicabilidad / Implemtacion .....               | 91 |
| IX Evolucion de trabajo Actual / Trabajo futuro..... | 92 |
| ANEXOS .....   | 93 |

## Índice de Tabla

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabla 1:</b> Parámetros clave y sus valores máximos admisibles.....     | 21 |
| <b>Tabla 2:</b> Operacionalización de Variables .....                      | 24 |
| <b>Tabla 3:</b> Estaciones determinadas a lo largo del Río Guacerique..... | 29 |
| <b>Tabla 4</b> Cantidad de muestras recolectadas.....                      | 30 |
| <b>Tabla 5</b> Cronograma de Actividades.....                              | 33 |
| <b>Tabla 6</b> Resultados in situ de pH.....                               | 39 |
| <b>Tabla 7</b> Resultados in-situ de oxígeno disuelto (mg/L).....          | 41 |
| <b>Tabla 8</b> Resultados de laboratorio de turbidez .....                 | 41 |
| <b>Tabla 9</b> Resultados de laboratorio de DBO5 .....                     | 42 |
| <b>Tabla 10</b> Resultados de laboratorio de fosforo total .....           | 43 |

|   |    |
|---|----|
| <b>Ilustración 1</b> Mapa de Estaciones de Muestreo.....              | 28 |
| <b>Ilustración 2:</b> Transporte de muestras en refrigeración.....    | 34 |
| <b>Ilustración 3:</b> Toma de muestras de pH in-situ.....             | 35 |
| <b>Ilustración 4</b> Pruebas T para temperatura en estación 1 .....   | 48 |
| <b>Ilustración 5</b> Pruebas T para temperatura en estación 2 .....   | 48 |
| <b>Ilustración 6</b> Pruebas T para temperatura en estación 3 .....   | 49 |
| <b>Ilustración 7</b> Pruebas T para temperatura en estación 4 .....   | 50 |
| <b>Ilustración 8</b> Pruebas T para oxígeno disuelto estación 1 ..... | 51 |
| <b>Ilustración 9</b> Pruebas T para oxígeno disuelto Estación 2 ..... | 51 |
| <b>Ilustración 10</b> Pruebas T para oxígeno disuelto Estación 3..... | 52 |
| <b>Ilustración 11</b> Pruebas T para oxígeno disuelto Estación 4..... | 53 |
| <b>Ilustración 12</b> Pruebas T para turbidez estación 1 .....        | 53 |
| <b>Ilustración 13</b> Pruebas T para Turbidez Estación 2.....         | 54 |
| <b>Ilustración 14</b> Pruebas T para turbidez estación 3 .....        | 54 |
| <b>Ilustración 15</b> Pruebas T para turbidez estación 4 .....        | 55 |
| <b>Ilustración 16</b> Pruebas T para DBO5 estación 1 .....            | 56 |
| <b>Ilustración 17</b> Pruebas T para DBO5 estación 2 .....            | 56 |
| <b>Ilustración 18</b> Pruebas T para DBO5 estación 3 .....            | 57 |
| <b>Ilustración 19</b> Pruebas T para DBO5 estación 4 .....            | 58 |
| <b>Ilustración 20</b> Pruebas T para Fósforo Total Estación 1.....    | 59 |
| <b>Ilustración 21</b> Pruebas T para fósforo total estación 2 .....   | 59 |
| <b>Ilustración 22</b> Pruebas T para fósforo total estación 3 .....   | 60 |
| <b>Ilustración 23</b> Pruebas T para fósforo total estación 4 .....   | 61 |

|  |    |
|--|----|
| <b>Ilustración 24</b> Pruebas T para coliformes fecales estación 1 ..... | 62 |
| <b>Ilustración 25</b> Pruebas T para coliformes fecales estación 2 ..... | 62 |
| <b>Ilustración 26</b> Pruebas T para coliformes fecales estación 3 ..... | 63 |
| <b>Ilustración 27</b> Pruebas T para coliformes fecales estación 4 ..... | 64 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Anexo 1</b> Resultado de DBO5 Punto 1 Muestra 1.....  | 94  |
| <b>Anexo 2</b> Resultado de DBO5 Punto 1 Muestra 2.....  | 95  |
| <b>Anexo 3</b> Resultado de DBO5 Punto 1 Muestra 3.....  | 96  |
| <b>Anexo 4</b> Resultado de DBO5 Punto 1 Muestra 4.....  | 97  |
| <b>Anexo 5</b> Resultado de DBO5 Punto 2 Muestra 1.....  | 98  |
| <b>Anexo 6</b> Resultado de DBO5 Punto 2 Muestra 2.....  | 99  |
| <b>Anexo 7</b> Resultado de DBO5 Punto 2 Muestra 3.....  | 100 |
| <b>Anexo 8</b> Resultado de DBO5 Punto 2 Muestra 4.....  | 101 |
| <b>Anexo 9</b> Resultado de DBO5 Punto 3 Muestra 1.....  | 102 |
| <b>Anexo 10</b> Resultado de DBO5 Punto 3 Muestra 2..... | 103 |
| <b>Anexo 11</b> Resultado de DBO5 Punto 3 Muestra 3..... | 104 |
| <b>Anexo 12</b> Resultado de DBO5 Punto 3 Muestra 4..... | 105 |
| <b>Anexo 13</b> Resultado de DBO5 Punto 4 Muestra 1..... | 106 |
| <b>Anexo 14</b> Resultado de DBO5 Punto 4 Muestra 2..... | 107 |
| <b>Anexo 15</b> Resultado de DBO5 Punto 4 Muestra 3..... | 108 |
| <b>Anexo 16</b> Resultado de DBO5 Punto 4 Muestra 4..... | 110 |
| <b>Anexo 17</b> Georreferencia Estación 1.....           | 111 |
| <b>Anexo 18</b> Toma de pH Estación 1 .....              | 112 |
| <b>Anexo 19</b> Toma de DO Estación 1.....               | 113 |
| <b>Anexo 20</b> Georreferencia Estación 2.....           | 114 |
| <b>Anexo 21</b> Toma de pH Estación 2 .....              | 115 |
| <b>Anexo 22</b> Toma de DO Estación 2.....               | 116 |
| <b>Anexo 23</b> Georreferencia Estación 3.....           | 117 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Anexo 24</b> Toma de pH Estación 3 .....                                | 118 |
| <b>Anexo 25</b> Toma de DO Estación 3.....                                 | 119 |
| <b>Anexo 26</b> Georreferencia Estación 4.....                             | 120 |
| <b>Anexo 27</b> Toma de pH Estación 4 .....                                | 121 |
| <b>Anexo 28</b> Toma de DO Estación 4.....                                 | 122 |
| <b>Anexo 29</b> Toma de Muestra DBO5 .....                                 | 123 |
| <b>Anexo 30</b> Muestras de DBO5 en Refrigeración.....                     | 124 |
| <b>Anexo 31</b> Estación 3.....  | 125 |
| <b>Anexo 32</b> Toma de Muestras In Situ .....                             | 126 |
| <b>Anexo 33</b> Ruta hacia Estación 4 .....                                | 127 |
| <b>Anexo 34</b> Materiales para Muestreo .....                             | 128 |
| <b>Anexo 35</b> Toma de Muestras para Laboratorio UNITEC.....              | 129 |
| <b>Anexo 36</b> Pruebas de Sólidos Sedimentables #1 .....                  | 130 |
| <b>Anexo 37</b> Pruebas de Sólidos Sedimentables #2 .....                  | 131 |
| <b>Anexo 38</b> Pruebas de Sólidos Sedimentables #3 .....                  | 132 |
| <b>Anexo 39</b> Pruebas de Sólidos Sedimentables #4 .....                  | 133 |
| <b>Anexo 40</b> Prueba de Turbidez Laboratorio UNITEC .....                | 134 |
| <b>Anexo 41</b> Lectura de Muestra en Turbidímetro Laboratorio UNITEC..... | 135 |
| <b>Anexo 42</b> Limpieza de Materiales Laboratorio UNITEC .....            | 136 |
| <b>Anexo 43</b> Muestras para Coliformes Fecales Laboratorio Estatal ..... | 137 |
| <b>Anexo 44</b> Estación 4.....  | 138 |
| <b>Anexo 45</b> Toma de Datos In Situ .....                                | 139 |
| <b>Anexo 46</b> Coliformes Fecales P1M1 .....                              | 140 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Anexo 47</b> Coliformes Fecales P1M2 .....        | 141 |
| <b>Anexo 48</b> Coliformes Fecales P1M3 .....        | 142 |
| <b>Anexo 49</b> Coliformes Fecales P1M4 .....        | 143 |
| <b>Anexo 50</b> Coliformes Fecales P2M1 .....        | 144 |
| <b>Anexo 51</b> Coliformes Fecales P2M2 .....        | 145 |
| <b>Anexo 52</b> Coliformes Fecales P2M3 .....        | 146 |
| <b>Anexo 53</b> Coliformes Fecales P2M4 .....        | 147 |
| <b>Anexo 54</b> Coliformes Fecales P3M1 .....        | 148 |
| <b>Anexo 55</b> Coliformes Fecales P3M2 .....        | 149 |
| <b>Anexo 56</b> Coliformes Fecales P3M3 .....        | 150 |
| <b>Anexo 57</b> Coliformes Fecales P3M4 .....        | 151 |
| <b>Anexo 58</b> Coliformes Fecales P4M1 .....        | 152 |
| <b>Anexo 59</b> Coliformes Fecales P4M2 .....        | 153 |
| <b>Anexo 60</b> Coliformes Fecales P4M3 .....        | 154 |
| <b>Anexo 61</b> Coliformes Fecales P4M4 .....        | 155 |
| <b>Anexo 62</b> Parámetros Físico-químicos P1M1..... | 156 |
| <b>Anexo 63</b> Parámetros Físico-químicos P1M2..... | 157 |
| <b>Anexo 64</b> Parámetros Físico-químicos P1M3..... | 158 |
| <b>Anexo 65</b> Parámetros Físico-químicos P1M4..... | 159 |
| <b>Anexo 66</b> Parámetros Físico-químicos P2M1..... | 160 |
| <b>Anexo 67</b> Parámetros Físico-químicos P2M2..... | 161 |
| <b>Anexo 68</b> Parámetros Físico-químicos P2M3..... | 162 |
| <b>Anexo 69</b> Parámetros Físico-químicos P2M4..... | 163 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Anexo 70</b> Parámetros Físico-químicos P3M1.....                        | 164 |
| <b>Anexo 71</b> Parámetros Físico-químicos P3M2.....                        | 165 |
| <b>Anexo 72</b> Parámetros Físico-químicos P3M3.....                        | 166 |
| <b>Anexo 73</b> Parámetros Físico-químicos P3M4.....                        | 167 |
| <b>Anexo 74</b> Parámetros Físico-químicos P4M1.....                        | 168 |
| <b>Anexo 75</b> Parámetros Físico-químicos P4M2.....                        | 169 |
| <b>Anexo 76</b> Parámetros Físico-químicos P4M3.....                        | 170 |
| <b>Anexo 77</b> Parámetros Físico-químicos P4M4.....                        | 171 |
| <b>Anexo 78</b> Información de referencia sobre las pruebas realizadas..... | 172 |

## Lista de Siglas y Glosarios

**Índice de Calidad del Agua (ICA):** Herramienta utilizada para evaluar la calidad general del agua en un cuerpo hídrico, considerando múltiples parámetros físico-químicos y microbiológicos. La calidad se clasifica en niveles que van desde "excelente" hasta "pobre", según las concentraciones de contaminantes presentes (Flores T. , 2021).

**National Sanitation Foundation (NSF):** Organización que ha desarrollado un estándar para categorizar la calidad del agua, utilizando parámetros como pH, nitratos, fosfatos, y coliformes fecales (Nugraha, 2020).

**Análisis de Varianza (ANOVA):** Técnica estadística empleada para comparar las medias de diferentes grupos y determinar si existen diferencias significativas entre ellos. Es esencial en estudios que manejan múltiples conjuntos de datos (Castillo & Cordoba, 2023).

**Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO):** Medida de la cantidad de oxígeno requerido por microorganismos para descomponer la materia orgánica en el agua. Un alto valor de DBO indica una alta carga orgánica y potencialmente una mayor contaminación (Velez, 2020).

**Oxígeno Disuelto (OD):** Cantidad de oxígeno presente en el agua, fundamental para la vida acuática. La disminución del OD puede indicar contaminación por materia orgánica o actividades humanas (Rodriguez M. , 2020).

**Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SANAA):** Entidad responsable de la gestión y suministro de agua potable en Honduras, clave para estudios y proyectos relacionados con la calidad del agua (Acueductos y Alcantarillados SANAA, 2024).

**Unidades Formadoras de Colonias (UFC):** Unidad de medida utilizada en microbiología para estimar el número de bacterias viables presentes en una muestra de agua, comúnmente usada para medir coliformes totales (Hernandez & Bravo, 2021).

**Sólidos Disueltos Totales (TDS):** Partículas finas que permanecen mezcladas con el agua y no pueden ser separadas por filtración. Los sólidos disueltos incluyen minerales, nutrientes, metales y compuestos orgánicos, y afectan la calidad del agua en términos de sabor, salinidad y capacidad para soportar la vida acuática (Alvarez, 2020).

**Unidades Nefelométricas de Turbidez (NTU):** Medida de la claridad del agua basada en la cantidad de partículas suspendidas, como sedimentos, materia orgánica y microorganismos. Altos niveles

de NTU pueden reducir la efectividad de la desinfección y señalar la presencia de contaminantes (Bolívar & Castaño, 2022).

**ICA:** Índice de Calidad del Agua.

**NSF:** National Sanitation Foundation.

**ANOVA:** Análisis de Varianza.

**DBO:** Demanda Bioquímica de Oxígeno.

**OD:** Oxígeno Disuelto.

**SANAA:** Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados.

**UFC:** Unidades Formadoras de Colonias.

**TDS:** Total Dissolved Solids (Sólidos Disueltos Totales).

**NTU:** Nephelometric Turbidity Units (Unidades Nefelométricas de Turbidez).

**DBO5:** Demanda Bioquímica de Oxígeno a 5 días.

**pH:** Potencial de Hidrógeno

## I. INTRODUCCIÓN

La contaminación de las cuencas presenta graves riesgos para la salud. Asimismo, afecta negativamente a los ecosistemas acuáticos, dañando la flora y fauna y alterando el equilibrio ecológico del río. Además, la contaminación compromete el suministro de agua potable, requiriendo tratamientos químicos costosos que no siempre eliminan completamente los contaminantes. En este contexto, abordar estos problemas es crucial; por esta razón, el enfoque principal de esta investigación es medir los índices de calidad en el Río Guacerique.

El Río Guacerique, subcuenca del Río Choluteca, ubicado en Tegucigalpa, es una fuente vital de recursos hídricos que abastece tanto comunidades urbanas como rurales de la capital de Honduras. Sin embargo, en los últimos años, ha enfrentado múltiples desafíos relacionados con la contaminación y estos han afectado directamente la calidad del agua. Los niveles de calidad de la subcuenca han ido disminuyendo debido al crecimiento poblacional que se ubica en los alrededores de este sector. La contaminación ha incrementado debido a la actividad agrícola, ganadera, industrial y por el crecimiento urbano sin planificación adecuada.

El presente estudio tendrá como objetivo principal la evaluación y medición de la calidad del agua en la subcuenca del Río Guacerique. El análisis se basará en la medición de diversos parámetros fisicoquímicos y microbiológicos a lo largo del Río Guacerique. Los parámetros seleccionados para este análisis son: temperatura, turbidez, pH, oxígeno disuelto, nutrientes, coliformes totales y sólidos disueltos. Para el análisis de los datos obtenidos, se pretende utilizar herramientas de estadística con el fin de determinar posibles diferencias existentes entre cada una de las muestras recolectadas.

Para finalizar, la estructura del estudio está conformada de la siguiente manera, comienza con el planteamiento del problema que contendrá los precedentes, la definición del problema, justificación, preguntas de la investigación y objetivos. En consecuencia, se presenta un estado del arte que cuenta con información más específica sobre la investigación, metodología que incluirá el enfoque, variables, población y muestra, metodología de estudio de validación, cronograma de actividades, conclusiones y recomendaciones a partir de los resultados.

## II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 2.1. PRECEDENTES DEL PROBLEMA

En la ciudad de Cuenca, Ecuador, se realizó un análisis sobre la calidad en cuatro ríos, Tarqui, Yanuncay, Machángara y Tomebamba. A pesar de que la ciudad de Cuenca dispone de un sistema de depuración, su principal fuente de contaminación de las aguas de los ríos es producida por la dilución de los sistemas de alcantarillado. Para la medición de la calidad de estas aguas se utilizó la siguiente lista de parámetros: pH, color, turbiedad, oxígeno disuelto, DBO, coliformes totales y coliformes fecales, fosfatos, sólidos y alcalinidad entre otros, garantizando así una medición efectiva de los índices de calidad del agua. (Pauta et al., 2019)

En la ciudad de Concepción de Uruguay, se realizó una investigación sobre la efectividad de la turbidez como un indicador básico para determinar la calidad del agua. El propósito es poder evaluar la calidad de los parámetros calificadores para la aplicación de tratamientos que recibe el agua en las plantas de potabilización. El experimento se centra en la relación que puede existir entre la turbidez junto con la carga bacteriana. Cabe mencionar que la turbidez del agua es generada por la presencia de partículas de suspensión y cuando se habla de la carga bacteriana, se refiere a los coliformes totales. (Marcó et al., 2004)

En Arequipa, Perú, se realizó una investigación sobre el índice de calidad de agua superficial del Río Chili. Se tomaron en cuenta las siguientes estaciones: San Martín, Tingo, Tiabaya y Huayaco, para la evaluación de los parámetros físicos, bioquímicos y biológicos, tales como la temperatura, conductividad, pH, oxígeno disuelto, DQO, entre otros parámetros, con los resultados de estos parámetros se realizó el análisis de variación. Al realizar una comparación entre los resultados se pudo concluir que el agua del Río Chili no podría ser consumida por animales, no es apta para riego de cultivos y tampoco es apta para la conservación del ambiente acuático, ya que los niveles encontrados superan los límites proporcionados por el ECA. (Acosta et al., 2009)

El Río del Valle Central ubicado en Costa Rica se ve afectado por los contaminantes existentes, siendo así el problema principal que afecta los índices de la calidad del agua. Los factores principales para la determinación de los índices de calidad dependen de los parámetros químicos, físicos y biológicos. Estos parámetros fueron seleccionados de las tablas proporcionadas por el Índice de Calidad del Instituto Nacional de Sanidad de los Estados Unidos de América (ICAFNS). Facilitando así los resultados que concluyeron que la calidad del agua en los puntos superiores de la Microcuenca IV presenta una calidad "buena" de acuerdo al ICAFNS. (Leandro et al., 2010).

En Francisco Morazán, Honduras, se realizó un análisis sobre la calidad del agua del Río Choluteca, tomando en cuenta tres principales estaciones dentro del municipio utilizadas por el SANAA. El propósito de este proyecto es poder medir la calidad del agua, ya que este viene siendo afectada por diversos contaminantes producidos por aguas negras o por la escorrentía de aguas lluvias. Los parámetros que se utilizaron para el estudio de esta investigación fueron proporcionados por la organización CESCO como sus iniciales lo indican, es "Estudios de Control y Contaminantes", se mencionan los parámetros químicos y los parámetros físicos que se tuvieron en cuenta al momento de realizar el análisis de las muestras. (Ponce De Montoya, 2015)

## **2.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

La represa Los Laureles es esencial para el suministro de agua del Río Guacerique a Tegucigalpa. Sin embargo, la calidad del agua en la subcuenca se ha deteriorado significativamente debido a la agricultura, el uso del suelo y el manejo inadecuado de desechos. La turbidez y los contaminantes han aumentado como resultado de este deterioro, lo que requiere un tratamiento químico intensivo para que el agua sea apta para el consumo humano. Esta situación es preocupante porque afecta directamente a una gran parte de la población que depende de esta fuente de agua potable para sus necesidades diarias.

### 2.3. JUSTIFICACIÓN

El Río Guacerique es vital para el abastecimiento de agua en Tegucigalpa, Honduras, ya que la represa Los Laureles, situada en este río, proporciona alrededor del 30% del agua necesaria para la capital de Honduras. La capacidad de producción de agua de la subcuenca del Río Guacerique puede cubrir la demanda hídrica de la capital, según estudios del SANAA, cuenta con los niveles necesarios para abastecer. Esta dependencia de los recursos hídricos superficiales destaca la importancia de una gestión eficaz para asegurar un suministro continuo y de calidad. (*Vista de Escasez de agua en Tegucigalpa, Honduras: ¿Está siendo afectada la subcuenca Guacerique por la variabilidad climática y el arrastre de sedimentos?* / *Revista de Ciencias Ambientales*, s/f)

Los hallazgos de esta investigación indican que la calidad del agua en la subcuenca ha sido gravemente deteriorada debido principalmente a la contaminación causada por actividades humanas. Este deterioro ha hecho que el agua solo sea segura para el consumo tras un tratamiento químico, no siendo adecuada para fines recreativos sin este tratamiento previo. Para abordar esta situación, es esencial aplicar un control más estricto sobre las actividades humanas en las zonas media-baja de la subcuenca. Además, se recomienda aumentar la vigilancia, reforzar la aplicación de leyes ambientales, realizar campañas de concientización, promover la reforestación y examinar el origen de los principales contaminantes. (Rodríguez Cruz, 2022).

La realización de este proyecto es crucial debido a la importancia del Río Guacerique como fuente de agua para comunidades locales y su ecosistema circundante. La creciente contaminación representa una amenaza directa para la salud pública y el medio ambiente, exacerbada por descargas de aguas residuales sin tratar, vertidos industriales y prácticas agrícolas inadecuadas. La evaluación sistemática de la calidad del agua mediante técnicas de muestreo estratégicamente ubicadas y análisis de laboratorio exhaustivos permitirá identificar y cuantificar los contaminantes presentes, proporcionando datos fundamentales para la recomendación de posibles medidas que ayuden a reducir los riesgos de contaminación.

## 2.4. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1. ¿Cuáles son los procedimientos y parámetros necesarios para realizar un muestreo efectivo de las pruebas fisicoquímicas y microbiológicas en las estaciones determinadas a lo largo del Río Guacerique?
2. ¿Existen diferencias significativas entre las estaciones de muestreo del Río Guacerique en los resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos según el análisis ANOVA realizado?
3. ¿Cuál es la calidad del agua de las muestras obtenidas previamente de las diferentes estaciones del Río Guacerique, considerando los parámetros pH, temperatura, coliformes totales, turbidez, nutrientes, DBO5 y sólidos totales, según los lineamientos de ICA-NSF y los cálculos realizados en Excel?
4. ¿Los procedimientos y las técnicas aplicadas para la toma de muestra y validación de resultados son los adecuados para este tipo de estudios?

## 2.5. OBJETIVOS

### 2.5.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar fuentes de contaminación presentes en el Río Guacerique, mediante el análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos y utilizando herramientas de Diseño de Experimentos.

### 2.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Tomar muestras en las cuatro estaciones determinadas a lo largo del Río Guacerique, mediante un pilotaje previo a la toma de muestras y análisis fisicoquímicos y microbiológicos tales, como: pH, temperatura, coliformes totales, turbidez, nutrientes, demanda bioquímica de oxígeno DBO5 y sólidos totales.
2. Identificar diferencias significativas entre las estaciones de muestreo determinadas a lo largo del Río Guacerique y los valores recomendados por la literatura, mediante un análisis comparativo por pruebas T y ANOVA, de los resultados de los análisis físicoquímicos (pH, temperatura, turbidez, nutrientes, demanda bioquímica de oxígeno y sólidos totales) y microbiológicos (coliformes totales), con la herramienta Minitab.
3. Calcular la calidad del agua a partir de los resultados de las muestras obtenidas previamente, tomando en cuenta los parámetros siguientes: pH, TDS, turbidez, y oxígeno disuelto, utilizando una calculadora de ICA.
4. Validar los procedimientos, técnicas y resultados aplicados mediante triangulación por expertos y pilotaje.

### III. ESTADO DEL ARTE

#### 3.1. CALIDAD DEL AGUA

De acuerdo con las "Water Quality Standards Handbook", la calidad del agua se refiere a las características químicas, físicas, biológicas y radiológicas del agua que determinan su idoneidad para el consumo humano o para la actividad que es requerida, esta se mide por la presencia de sustancias químicas, microorganismos y elementos radiactivos, así como por sus propiedades físicas, como el sabor, el color y la turbidez. El objetivo principal es garantizar que el agua potable no represente un riesgo significativo para la salud de los humanos, animales o cualquier ser vivo que se nutre a partir de ella (United States Environmental Protection Agency ., 2017).

Según estudios encontrados, evaluar la calidad del agua es fundamental para salvaguardar la salud pública, asegurando que el agua sea apta para el consumo y previniendo enfermedades relacionadas. También es esencial para proteger el medio ambiente, ya que ayuda a mantener los ecosistemas acuáticos saludables y evita la contaminación de los cuerpos de agua. Cumplir con los estándares y normativas establecidas previene sanciones y promueve prácticas responsables. Además, una evaluación adecuada de la calidad del agua permite un uso eficiente de los recursos hídricos para riego y actividades industriales, y facilita la detección temprana de problemas para prevenir crisis (Sala & Cruz, 2003).

La calidad del agua del Río Guacerique es crucial para la salud pública, el medio ambiente y la economía local. Se determina por las concentraciones de sustancias orgánicas e inorgánicas y la vida acuática presente. La contaminación del agua puede dañar la salud humana, los ecosistemas y las actividades económicas. Evaluar la calidad del agua mediante mediciones físicas, químicas y biológicas es esencial para asegurar que sea segura para el consumo y prevenir enfermedades. Además, protege los ecosistemas acuáticos y ayuda a cumplir con normativas, promoviendo prácticas sostenibles y un uso eficiente de los recursos (Rodríguez O. , 2021).

### 3.2. CONTAMINACIÓN DEL AGUA

La contaminación del agua se define como la introducción de sustancias perjudiciales, como productos químicos, desechos sólidos o microorganismos patógenos, en cuerpos de agua, lo que degrada su calidad y altera su composición natural. Esta contaminación puede poner en peligro la salud humana al hacer que el agua sea inapropiada para el consumo, afectar negativamente a los ecosistemas acuáticos y obstaculizar las actividades económicas y recreativas. Por lo tanto, es fundamental controlar y prevenir la contaminación para proteger la salud pública y mantener la sostenibilidad de los recursos hídricos (Campos, 2000).

Una investigación en el lago Junín, Perú, resalta cómo la contaminación del agua es un problema ambiental crítico. El estudio reveló que las aguas residuales vertidas en el lago han deteriorado significativamente su calidad. Se analizaron parámetros físico-químicos y bacteriológicos en épocas de lluvia y estiaje. Los resultados muestran que los contaminantes superan los límites permitidos, mostrando agua de mala calidad. Dado a los resultados obtenidos, se recomendó tomar medidas urgentes con el fin de poder proteger el lago (Perez F. , 2019).

La contaminación del Río Guacerique es crucial porque afecta directamente la salud pública, al comprometer la seguridad del agua potable utilizada por la población de Tegucigalpa. También daña el ecosistema acuático, alterando la biodiversidad y el equilibrio natural de la vida silvestre. Además, la calidad deteriorada del agua puede interferir con su uso para riego y otras actividades económicas, impactando la economía local. Por lo tanto, es fundamental abordar este problema para asegurar un suministro de agua limpio, proteger el medio ambiente y mantener la salud y el bienestar de la comunidad.

### 3.3. PARÁMETROS FÍSICO- QUÍMICOS

Los parámetros físico-químicos son características medibles de una sustancia o un sistema que combinan propiedades físicas y químicas. Estos parámetros son cruciales en diversos campos como la química, la física, la biología, y la ingeniería para analizar y entender la composición y comportamiento de materiales y soluciones (Jimenez, 2019). Además, estos parámetros son fundamentales para evaluar la calidad y estabilidad de productos y procesos, lo que ayuda en la creación de soluciones efectivas y sostenibles tanto en investigación como en la industria. Medirlos con precisión es vital para asegurar que los resultados experimentales sean confiables y que las aplicaciones prácticas sean eficientes.

El estudio realizado en la UNAN-Managua analizó los parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua potable del recinto. El objetivo principal fue evaluar la calidad del agua de acuerdo con las normativas del CAPRE y las disposiciones del MINSA en Nicaragua. La investigación buscó asegurar que el agua consumida por la comunidad universitaria cumpliera con los estándares de seguridad para prevenir riesgos sanitarios. Se realizaron pruebas para detectar coliformes fecales y totales, y medir cloro residual, pH y conductividad. Los resultados mostraron la presencia de contaminantes y patógenos, lo que llevó a recomendar mejoras en el sistema de abastecimiento para reducir los riesgos de salud. (Campbell, et. al, 2019).

La evaluación de la calidad del agua en la subcuenca del Río Guacerique depende de los parámetros fisicoquímicos. Estos indicadores brindan datos importantes sobre el estado del agua, lo que permite identificar cambios y contaminaciones potenciales que podrían afectar tanto el ecosistema acuático como la salud humana. A través del análisis de estos parámetros, se puede determinar si el agua cumple con los estándares de uso requeridos y si hay elementos que podrían afectar su calidad a largo plazo. Para tomar buenas decisiones y poner en práctica estrategias de gestión de recursos hídricos, es necesario este enfoque completo en el monitoreo de la calidad del agua.

### 3.3.1. pH

Val-Castillo (2020) menciona el pH como una medida de la concentración de iones de hidrógeno ( $H^+$ ) en una solución acuosa, que indica su nivel de acidez o alcalinidad. Un pH de 7 se considera neutral, valores menores a 7 indican acidez, y valores mayores a 7 indican alcalinidad. En el ámbito de la calidad del agua potable, se acepta un rango de pH entre 6.5 y 8.5 para asegurar que el agua no tenga efectos negativos en la salud humana y la vida acuática. Fuera de este rango, el agua puede presentar problemas; un pH muy bajo puede causar corrosión en las tuberías y liberar metales pesados como plomo y cobre, mientras que un pH muy alto puede provocar incrustaciones y disminuir la eficacia del cloro.

En las aguas del Río Chimin, ubicado en el distrito de Cachachi, se realizó un estudio con el fin de determinar los niveles de pH en diferentes estaciones determinadas y dos diferentes épocas del año. Se tomó como índice de calidad el Decreto Supremo 004-2017 y se determinó que el pH en las cuatro estaciones no superaba los estándares de calidad ni la época de lluvia y seca. En pocas palabras, el pH indica que el agua del Río Chimin ha mantenido una acidez cercana a la neutral y con pequeñas diferencias entre ellas (Tirado Ríos & Valverde Gómez, 2019).

Es esencial realizar un análisis del pH en el Río Guacerique ya que los resultados ayudan con la determinación de contaminantes como los ácidos provenientes de descargas agrícolas. Los niveles de pH en un río que es una fuente fundamental para el consumo humano deben mantener un nivel de pH adecuado, ya que debe ser segura para la eficacia de los tratamientos de potabilización.

### 3.3.2. TEMPERATURA DEL AGUA

La temperatura del agua influye en su composición y calidad. Gil, Vizcaino, & Mata, (2018), afirman que las variaciones térmicas tienen un impacto en la solubilidad de gases y sales disueltos, incluido el oxígeno, que son esenciales para la vida acuática. La solubilidad del oxígeno disminuye a temperaturas más altas, lo que puede estresar a los organismos acuáticos y cambiar los ecosistemas. Además, la temperatura puede aumentar la biodegradación de la materia orgánica, lo que puede aumentar los niveles de compuestos como nitratos y nitritos. Estos cambios no solo afectan la calidad del agua, sino que también tienen el potencial de aumentar la eutrofización, lo que empeora la salud de los cuerpos de agua. (p. 6)

La temperatura del agua influye en muchos aspectos del ecosistema acuático y es crucial para la supervivencia y salud de las especies acuáticas. Según Gil, Vizcaino, & Mata, (2018), las variaciones de temperatura pueden tener un impacto en la tasa de metabolismo y la solubilidad de oxígeno de los organismos del ecosistema acuático, lo que puede afectar su habilidad para sobrevivir y reproducirse. Cada especie tiene su rango de temperatura ideal para sobrevivir, y cualquier variación significativa de este rango puede causar estrés o mortalidad (p. 6).

Es fundamental el monitoreo de la temperatura en el Río Guacerique ya que las variaciones térmicas afectan la capacidad del agua para diluir y dispersar la contaminación. A temperaturas más elevadas, la concentración de contaminantes puede aumentar debido a una menor capacidad de dilución. Además, la temperatura influye en la velocidad de los procesos biogeoquímicos en el agua, como la desintegración de los compuestos orgánicos y la transformación de nutrientes, acelerando esos procesos a medida que la temperatura sube.

### 3.3.3. TURBIDEZ

De acuerdo con Leandro, Azario, & Metzler, (2004) indican que la turbidez mide la claridad del agua indica la cantidad de partículas suspendidas, como sedimentos, materia orgánica y microorganismos. Se cuantifica en unidades nefelométricas de turbidez (NTU). Niveles elevados de turbidez pueden disminuir la eficacia de los procesos de desinfección y señalar la presencia de contaminantes que comprometen la calidad del agua potable.

Se llevó a cabo una investigación para evaluar la turbidez como un indicador fundamental de la calidad del agua en la ciudad de Concepción del Uruguay. Al medir la turbidez del agua se da a conocer la claridad en la que se encuentra y también la presencia de contaminantes físicos o microbiológicos. Al tomar en cuenta los resultados del análisis, se detectó una relación existente entre la turbidez y coliformes totales, se recomendó incluir este parámetro dentro de los monitoreos frecuentes para evaluar la calidad del agua potable (Marcó, Azario, Metzler, & Garcia, 2004).

Tomando en cuenta los resultados de la investigación mencionada anteriormente, es importante tener en cuenta este parámetro para medir la calidad del agua del Río Guacerique ya que los resultados de la prueba de análisis pueden facilitar la identificación de los contaminantes actuales que se encuentran en este flujo de agua. La alta turbidez puede afectar la salud de los habitantes que la rodean y de los que consumen de esta agua directamente, ya que pueden tener microorganismos dañinos.

#### 3.3.4. OXÍGENO DISUELTO (OD)

Por otro lado, el oxígeno disuelto es fundamental para la vida acuática, ya que muchos organismos acuáticos dependen de él para respirar. Los niveles de oxígeno disuelto se miden en miligramos por litro (mg/L). La descomposición de materia orgánica, la eutrofización y las descargas de aguas residuales pueden disminuir drásticamente estos niveles, provocando condiciones de hipoxia (bajo oxígeno) o anoxia (ausencia de oxígeno). Estas condiciones pueden llevar a la muerte de peces y otros organismos acuáticos, así como a la proliferación de especies anaerobias que producen toxinas. Subrayando la importancia de mantener adecuados niveles de oxígeno disuelto para la salud de los ecosistemas acuáticos. (Carranza, 2020).

Según información encontrada en una investigación que se realizó en el Río Burío-Quebrada en Costa Rica, nos habla de la variación de oxígeno disuelto y la importancia de este parámetro para mantener un ecosistema acuático saludable. Cuando existe una concentración adecuada de oxígeno, los organismos aeróbicos realizan sus funciones metabólicas sin generar sustancias perjudiciales, creando un equilibrio en el ambiente, asegurando una vida acuática óptima, pero si ocurre todo lo contrario se producen compuestos nocivos que afectan de manera negativa las especies. Por lo tanto, es importante mantener un monitoreo constante del oxígeno disuelto para evitar problemas relacionados a la calidad del agua (Santa, Avila, & Tellez, 2014).

El oxígeno disuelto es crucial para evaluar la contaminación en el Río Guacerique porque proporciona una visión clara de la salud del ecosistema acuático. La reducción del oxígeno en el agua, causada por la descomposición de materia orgánica y contaminantes, indica niveles elevados de contaminación. Este fenómeno puede llevar a condiciones anaeróbicas, generando compuestos tóxicos que afectan negativamente la vida acuática del río. Por lo tanto, medir el oxígeno disuelto en el Río Guacerique no solo ayuda a identificar y cuantificar la contaminación, sino que también permite entender su impacto en la salud de los organismos acuáticos y gestionar el estado del ecosistema de manera efectiva.

### 3.3.5 SÓLIDOS DISUELTOS

Los sólidos disueltos son partículas muy finas que permanecen completamente mezcladas con el agua y no pueden ser separadas por filtración simple. Estos sólidos incluyen minerales, nutrientes, metales y compuestos orgánicos disueltos. La cantidad de sólidos disueltos en el agua influye en su calidad, afectando aspectos como su sabor, salinidad y capacidad para soportar la vida acuática. La medición de los sólidos disueltos totales (TDS) es crucial para evaluar la calidad del agua, ya que niveles elevados pueden indicar contaminación o cambios en las propiedades del agua, lo que impacta tanto en el medio ambiente acuático como en su uso por parte de los humanos (Cahuascanco, Rodríguez, & Aranibar, 2019).

Según los resultados de la investigación, la medición de los sólidos totales en el agua es esencial para evaluar su calidad. Los sólidos totales, que se determinan por la cantidad de residuos que quedan después de evaporar una muestra, son indicativos de la contaminación en la microcuenca del río Tabacay. Los altos niveles de sólidos suspendidos reflejan un notable deterioro del agua, aumentando su turbidez y alterando su composición química. Por lo tanto, es crucial monitorear este parámetro para identificar el grado de contaminación y desarrollar estrategias adecuadas para mejorar y gestionar la calidad del agua (Cabrera & Enrique, 2017).

La medición de los sólidos totales en el Río Guacerique es esencial para evaluar su índice de calidad, ya que indica la cantidad de partículas presentes en el agua. Los sólidos totales, que incluyen tanto los sólidos suspendidos como los disueltos, reflejan la cantidad de residuos en el agua. Niveles elevados de sólidos suspendidos pueden incrementar la turbidez del agua y transportar contaminantes adicionales, como metales pesados y nutrientes, que empeoran la calidad del agua.

### 3.4. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS

#### 3.4.1 COLIFORMES TOTALES

El estudio de coliformes totales es esencial, ya que, aunque estos microorganismos no siempre son patógenos, su presencia señala una reciente contaminación y un posible riesgo de enfermedad. *Escherichia coli*, una categoría de coliformes fecales, proporciona una indicación más precisa de la contaminación fecal de origen humano o animal. La aparición de estos organismos puede ser resultado de la liberación de aguas residuales sin tratar. (Perez M. , 2021).

Los niveles altos de coliformes totales en la cuenca del Valle de México han impulsado la realización de estudios detallados, ya que las fuentes importantes de contaminación en estas cuencas incluyen vertidos de aguas residuales. La investigación se llevó a cabo en tres microcuencas distintas, donde, se identificaron distintos puntos de descarga que contribuyen a la contaminación del agua. Los resultados de los análisis evidenciaron una alta concentración de bacterias, lo que indica que las aguas examinadas no reciben un tratamiento adecuado antes de ser liberadas al medio ambiente. Esta falta de tratamiento contribuye al problema de la contaminación y afecta negativamente la calidad del agua en la región. (Rivera, Palacios, & Chavez, 2007).

No obstante, el monitoreo de este parámetro microbiológico en el Río Guacerique es crucial para asegurar la potabilidad del agua destinada al consumo humano y otros usos. Este seguimiento garantiza que el agua cumpla con los estándares de calidad necesarios para proteger la salud pública y permitir su uso seguro en diversas aplicaciones. La detección temprana de coliformes fecales y *Escherichia coli* permite la implementación de medidas correctivas, como el tratamiento del agua y la regulación de fuentes de contaminación, protegiendo así la salud pública (Bustamante, 2020).

### 3.5. DISEÑO DE EXPERIMENTOS

Por otro lado, el diseño de experimentos es una metodología científica empleada para planificar, conducir y evaluar experimentos de manera eficaz para obtener conclusiones precisas. En el contexto de la calidad del agua, el diseño de experimentos se aplica para identificar y medir los diferentes parámetros que afectan el estado del agua, como los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. (Plaza & Paz, 2019)

Asimismo, existen ejemplos de investigaciones en las que se ha utilizado el diseño de experimentos para medir la calidad del agua, como en un estudio realizado en la cuenca del río Nilo en Egipto. En este caso, los investigadores aplicaron un diseño factorial para evaluar el impacto de múltiples factores, incluyendo la contaminación industrial y agrícola, sobre parámetros clave como los niveles de pH, turbidez y coliformes fecales. Un estudio proporcionó una visión integral de cómo estos factores interactúan y afectan la salud del ecosistema acuático. Además, este análisis detallado facilitó la identificación de los principales contribuyentes a la contaminación, mejorando la calidad del agua en la cuenca del Nilo. (Plaza & Paz, 2019).

Por esto mismo, el diseño de experimentos es fundamental para la investigación en el Río Guacerique porque permite estructurar el proceso de recolección de datos de manera sistemática y controlada. Esto es esencial para asegurar que los resultados obtenidos sean representativos y fiables, facilitando la identificación de las fuentes de contaminación y la evaluación de la eficacia de las medidas de mitigación. Además, el uso de un diseño experimental robusto proporciona una base sólida para la toma de decisiones informadas en la gestión de los recursos hídricos, asegurando la protección de la salud pública y el medio ambiente (Pizarro, 2023).

### 3.6. ANOVA (ANÁLISIS DE VARIANZA)

El análisis de varianza (ANOVA) es una técnica estadística aplicada para evaluar las medias de diferentes grupos y establecer si existen diferencias relevantes entre ellos. Este método es fundamental cuando se trabaja con múltiples conjuntos de datos y se desea comprender cómo una o más variables independientes influyen en una variable dependiente. ANOVA permite evaluar la variabilidad dentro de los grupos y entre ellos. (Flores & Flores, 2021).

En el siguiente proyecto de investigación se evaluó la calidad del agua en una laguna llamada Yuriria, ubicada en Guanajuato, México. Se utilizaron herramientas para un análisis estadístico; una de esas es ANOVA, para esta investigación fue fundamental, ya que ayudó a la identificación de las diferencias significativas entre las estaciones o sitios, esto también basándose en los parámetros analizados y el Índice de Calidad del Agua (Carreón & Díaz, 2013).

De tal manera que, la aplicación de ANOVA en el estudio Río Guacerique es crucial para identificar patrones de variabilidad en los parámetros de calidad del agua y determinar si las diferencias observadas son atribuibles a factores específicos o a variaciones aleatorias. Este análisis permitirá a los investigadores identificar los factores más influyentes en la calidad del agua y dirigir los esfuerzos de gestión ambiental hacia las áreas más críticas. Además, los resultados de ANOVA proporcionarán una base sólida para formular recomendaciones y políticas basadas en datos, contribuyendo así a la protección del medio ambiente y la salud pública en Tegucigalpa (Bernal & Vargas, 2019).

### 3.7 MÉTODO DE TUKEY

El método de Tukey, también conocido como "HSD de Tukey" (Honestly Significant Difference), es una prueba estadística post hoc utilizada en análisis de varianza (ANOVA) para realizar comparaciones múltiples entre medias de diferentes grupos. Esta prueba ayuda a identificar qué grupos específicos difieren significativamente entre sí después de haber encontrado diferencias generales en el ANOVA. El método de Tukey ajusta las comparaciones para evitar un aumento en el error tipo I, manteniendo la tasa de error global dentro de los límites aceptables (Lugo, Guerrero, & Rangel, 2021).

Diversas investigaciones han aplicado el método de Tukey para análisis comparativos en estudios ambientales y biológicos. Por ejemplo, en un estudio sobre la calidad del agua en el río Paraná, Argentina, se utilizó este método para determinar las diferencias significativas entre las concentraciones de contaminantes en diferentes puntos de muestreo. Otro estudio en la Universidad de California utilizó el método de Tukey para comparar la efectividad de diferentes tratamientos en la reducción de nitratos en aguas residuales. Estos ejemplos muestran la versatilidad y la aplicación extendida del método de Tukey en diversas áreas de investigación (Lugo, Guerrero, & Rangel, 2021).

El uso del método de Tukey en este estudio es crucial para identificar diferencias específicas entre las estaciones de muestreo a lo largo del Río Guacerique. Dado que el ANOVA indicará si existen diferencias generales entre los grupos, el método de Tukey permitirá determinar exactamente cuáles estaciones presentan variaciones significativas en los parámetros de calidad del agua. Esto es esencial para enfocar las medidas correctivas y de gestión en las áreas más críticas, optimizando los recursos y mejorando la calidad del agua de manera efectiva.

### 3.7. EXCEL

Del mismo modo, Excel es una herramienta informática ampliamente utilizada para la gestión y análisis de datos en diversos campos, incluyendo estudios de calidad del agua. Este software permite organizar grandes volúmenes de datos de manera estructurada, facilitando su análisis e interpretación de resultados mediante el uso de fórmulas, funciones y herramientas de visualización como gráficos y tablas dinámicas. Así mismo, Excel es especialmente útil para realizar cálculos estadísticos, análisis de tendencias y comparaciones entre diferentes conjuntos de datos, entre otros, lo que lo convierte en una herramienta esencial para los investigadores. (Perez L. , 2019).

Para llevar a cabo el análisis de los datos obtenidos en el proyecto de evaluación de la calidad del agua en la laguna de Yuriria, ubicada en Guanajuato, México, se utilizó la herramienta Excel. Esta herramienta resultó esencial para identificar las diferencias en los resultados de los parámetros evaluados. Se realizaron pruebas t y pruebas U para cada uno de los meses del estudio, permitiendo una evaluación detallada y precisa de las variaciones en la calidad del agua a lo largo del tiempo. Estos análisis estadísticos ayudaron a determinar la significancia de las diferencias encontradas y a comprender mejor las fluctuaciones en los parámetros de calidad del agua de la laguna (Carreón & Díaz, 2013).

En consecuencia, el uso de Excel en el presente estudio sobre el Río Guacerique permitirá una gestión eficiente de los datos recolectados, facilitando el análisis y la interpretación de los resultados. Al utilizar funciones de Excel para visualizar las tendencias y comparar los datos de calidad del agua, los investigadores podrán identificar rápidamente patrones significativos y posibles fuentes de contaminación (Molinero & Chavez, 2020).

### 3.8. ICA-NSF.

Por otro lado, el Índice de Calidad del Agua (ICA) es una herramienta utilizada para evaluar la calidad general del agua en un cuerpo de agua, tomando en cuenta múltiples parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. Así mismo, la Fundación Nacional de Ciencia (NSF, por sus siglas en inglés) ha desarrollado una tabla estándar que categoriza la calidad del agua en diferentes niveles, desde "excelente" hasta "pobre", basándose en la concentración de contaminantes como pH, nitratos, fosfatos, coliformes fecales, entre otros. Esta tabla es una referencia fundamental para comparar la calidad del agua de diferentes cuerpos de agua de manera consistente. (Comisión Nacional del Agua, Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua, 2011).

Se realizó una investigación sobre la calidad del agua en el Río Córdoba ubicado en Magdalena, Colombia. Donde se utilizaron los parámetros del ICA-NSF con el fin de poder conocer los estados de contaminación en el que se encuentra este río. Esta herramienta les facilitó el análisis de las variables físicas, químicas y microbiológicas. El análisis comparativo entre los resultados obtenidos de las muestras y las tablas de los índices del ICA-NSF, los ayudó a concluir que el estado del Río Córdoba se encontraba dentro de la categoría "Regular" y "Buena". En pocas palabras, utilizar el ICA-NSF como herramienta facilita la evaluación y la estandarización de la calidad del agua basándose en la comparación de resultados (Paucar, et al., 2023).

Por esta razón, la aplicación del ICA-NSF permitirá una evaluación integral y comparativa de la calidad del agua en la sub-cuenca del Río Guacerique. Al utilizar esta herramienta, los investigadores podrán identificar áreas de alta preocupación y dirigir recursos y esfuerzos de manera más eficiente. La tabla ICA-NSF proporcionará un marco estandarizado para comunicar los resultados a las autoridades y al público, facilitando la implementación de medidas correctivas.

### 3.9 PROPUESTA DE NORMA TÉCNICA NACIONAL DE USOS DE AGUA

La Norma Técnica Nacional de usos de Agua establece un conjunto de directrices y estándares que regulan la calidad del agua potable en Honduras. Su principal objetivo es proteger la salud pública, estableciendo los niveles adecuados o máximos para los componentes del agua que podrían representar un riesgo para la salud de la comunidad. Esta norma es ampliamente utilizada en estudios e investigaciones para evaluar la calidad del agua, y se ha aplicado en diversas evaluaciones de impacto ambiental, monitoreos de cuencas hidrográficas, y programas de control de calidad del agua en todo el país (República de Honduras, Ministerio de Salud, 1995).

En varios informes sobre la calidad del agua en el Río Choluteca, la norma ha sido utilizada como referencia para determinar si el agua cumple con los parámetros exigidos para el consumo humano y otros usos. Estos estudios comparan los resultados obtenidos con los valores establecidos en la norma para identificar posibles contaminantes y proponer medidas correctivas. (República de Honduras Ministerio de Salud, 1995).

**Tabla 1:** Parámetros clave y sus valores máximos admisibles

| Parámetro                   | Valor Máximo Permisible |
|-----------------------------|-------------------------|
| pH                          | 6.5 - 8.5               |
| Turbidez (NTU)              | 5 NTU                   |
| Oxígeno Disuelto (OD)       | ≥ 5 mg/L                |
| Sólidos Disueltos Totales   | 500 mg/L                |
| Coliformes Totales          | 2000 UFC/100 mL         |
| Nitratos (NO <sub>3</sub> ) | 10 mg/L                 |
| Fosfatos (PO <sub>4</sub> ) | 5 mg/L                  |

Elaboración: (República de Honduras, Ministerio de Salud, 1995).

### 3.9. VALIDACIÓN MEDIANTE TRIANGULACIÓN

Primeramente, la triangulación es un método de validación de datos que se utiliza para aumentar la credibilidad y la fiabilidad de los resultados encontrados en una investigación. Este Enfoque implica el uso de múltiples métodos, fuentes de datos o perspectivas para corroborar los hallazgos. En estudios de calidad del agua, la triangulación puede incluir la combinación de datos de diferentes fuentes, como análisis de laboratorio, observaciones de campo y datos históricos (Santa, Obando, & Reyes, 2022).

De acuerdo con Amber & Domingo (2020), mencionan que la triangulación de expertos se aplicó para obtener una visión integral y matizada del desempleo en mayores de 45 años, combinando diferentes perspectivas para enriquecer el análisis. Este enfoque metodológico involucró la integración de opiniones de expertos en empleo, desempleados mayores y medios de comunicación, permitiendo una comparación y contraste de sus puntos de vista. Al combinar datos cualitativos de entrevistas con desempleados, el análisis de discursos en blogs y la interpretación de informes mediáticos, se logró una comprensión más completa de las dinámicas del desempleo y las barreras que enfrentan los mayores.

De esta forma, la Validación mediante triangulación en este estudio garantizará que los resultados obtenidos sean precisos y confiables. Al utilizar múltiples métodos y fuentes de datos, los investigadores pueden identificar y mitigar posibles sesgos o errores en la recolección y análisis de datos, este enfoque integral no solo refuerza la confianza en los resultados, sino que también ofrece una base firme para tomar decisiones en la gestión de la calidad del agua. (Amber & Domingo, 2020).

## IV. METODOLOGÍA

### 4.1. ENFOQUE

El enfoque cuantitativo de esta investigación se centró en la recolección y análisis de datos numéricos para identificar tendencias, patrones y relaciones. Este método utilizó la recopilación de datos cuantificables y su análisis estadístico para probar hipótesis o encontrar respuestas a preguntas particulares. Resulto ideal para medir variables específicas, como la calidad del agua, así como para cuantificar los resultados, lo que permite comparaciones y generalizaciones. Creswell (2019) afirma que este tipo de investigación es esencial tanto en las ciencias naturales como sociales y es útil para establecer relaciones de causa y efecto.

#### 4.1.1 ALCANCE

El alcance de la presente investigación se toma como experimental. En la investigación experimental, se identifican dos contextos principales en los que se puede aplicar un diseño experimental: el laboratorio y el campo. Estos diseños se fundamentan en hipótesis establecidas previamente y utilizan un enfoque cuantitativo para medir variables específicas. (Hernández Sampieri & Fernández-Collado, 2014) . El alcance cuantitativo más la aplicación de diseños experimentales asegura una recolección de datos precisos y confiables, lo cual facilita una evaluación más detallada de la calidad del

## 4.2. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

Tabla 2: Operacionalización de Variables

| Variable                             | Definición Conceptual   | Indicadores                               | Tipo de Variable | Escala de Medición | Ítems  |
|--------------------------------------|---|---|------------------|--------------------|--|
| Potencial de Hidrógeno (pH)          | Medida de la concentración de iones hidrógeno en una solución acuosa que determina su acidez o alcalinidad.   | Escala de pH                              | Independiente    | Ordinal            | Mediciones de pH con pH-metro                          |
| Coliformes Totales                   | Indicadores de contaminación fecal que muestran la presencia de bacterias en el agua.                         | UFC (Unidades Formadoras de Colonias)     | Independiente    | Nominal            | Conteo de colonias bacterianas en placas de cultivo    |
| Oxígeno Disuelto (OD)                | Cantidad de oxígeno disponible en el agua para los organismos acuáticos.                                      | mg/L (miligramos por litro)               | Independiente    | Intervalo          | Mediciones de OD con sondas de oxígeno                 |
| Sólidos Suspendidos                  | Partículas sólidas presentes en suspensión en el agua que pueden afectar su calidad y transparencia.          | mg/L (miligramos por litro)               | Independiente    | Intervalo          | Medición de sólidos con gravimetría                    |
| Nutrientes                           | Concentraciones de compuestos como nitratos y fosfatos que pueden fomentar el crecimiento de algas.           | mg/L (miligramos por litro)               | Independiente    | Intervalo          | Análisis de nitratos y fosfatos con espectrofotometría |
| Temperatura                          | Medida del calor o frío del agua, que afecta la solubilidad de gases y la actividad biológica.                | Grados Celsius (°C)                       | Independiente    | Intervalo          | Mediciones con termómetro                              |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) | Cantidad de oxígeno requerido para la descomposición biológica de materia orgánica en el agua durante 5 días. | mg/L (miligramos por litro)               | Independiente    | Intervalo          | Análisis de DBO5 mediante incubación y titulación      |
| Turbidez                             | Medida de la claridad del agua, afectada por la presencia de partículas suspendidas.                          | NTU (Unidades Nefelométricas de Turbidez) | Independiente    | Intervalo          | Mediciones de turbidez con turbidímetro                |
| Calidad del Agua                     | Medida integrada de la calidad del agua basada en varios parámetros físico-químicos y biológicos.             | Índice de Calidad del Agua (ICA)          | Dependiente      | Ordinal            | Evaluación del ICA mediante un conjunto de parámetros  |

Elaboración: Fuente Propia.

### 4.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS

#### 4.3.1. TÉCNICAS

Las técnicas de investigación se refieren a los métodos específicos utilizados para analizar e interpretar datos en un estudio. Las técnicas son conjuntos de procedimientos sistemáticos que permiten al investigador reunir datos válidos y confiables. Estas técnicas pueden incluir entrevistas, encuestas, observación y análisis de contenido, entre otros. (López, 2004).

##### 1. ANOVA (Análisis de varianza):

- Esta técnica estadística se utiliza para analizar las diferencias entre los grupos de datos recogidos de diferentes estaciones de muestreo a lo largo del Río Guacerique. ANOVA ayuda a identificar si las variaciones observadas en los parámetros de calidad del agua, como pH, oxígeno disuelto y coliformes totales, son estadísticamente significativas. Esto es crucial para determinar las fuentes de contaminación y el impacto en la calidad del agua.

##### 2. Laboratorios Químicos Industriales y Laboratorio Químico UNITEC:

- Estos laboratorios son responsables de realizar análisis detallados de las muestras de agua. Utilizan técnicas avanzadas de análisis químico y microbiológico para medir parámetros como pH, turbidez, oxígeno disuelto, sólidos suspendidos y nutrientes. Los laboratorios están equipados con tecnología de última generación que garantiza la precisión y fiabilidad de los resultados obtenidos.

##### 3. Microsoft Excel:

- Microsoft Excel se utiliza para la organización y análisis de datos. Esta herramienta permite la entrada de datos, el cálculo de estadísticas descriptivas, y la visualización de resultados mediante gráficos y tablas. Es especialmente útil para el procesamiento de datos de ANOVA y otros análisis estadísticos, facilitando la interpretación de los resultados.

#### 4.3.2. INSTRUMENTOS

Los instrumentos de investigación son herramientas concretas que se utilizan para recopilar datos de manera estructurada, así mismo, los instrumentos son dispositivos específicos, como escalas de medición y equipos de laboratorio, diseñados para captar información relevante para la investigación. Estos instrumentos deben ser validados para asegurar la precisión y consistencia de los datos recogidos (Cisneros, Cedeño, Guevara, & Bravo, 2022).

##### 1. **pH-metro:**

- Un dispositivo esencial para medir el nivel de acidez o alcalinidad del agua. Proporciona lecturas precisas del pH, lo que es fundamental para evaluar la idoneidad del agua para el consumo humano y la vida acuática.

##### 2. **Tubímetro portátil:**

- Utilizado para medir la turbidez del agua, que indica la claridad y la presencia de partículas suspendidas. Es una herramienta clave para evaluar el impacto de la sedimentación y otros contaminantes sólidos.

##### 3. **Envases para muestras:**

- Botellas especializadas que se utilizan para recolectar muestras de agua de diferentes puntos de muestreo. Estas botellas están diseñadas para evitar la contaminación y preservar la calidad de la muestra hasta su análisis en el laboratorio.

##### 4. **Equipos de laboratorio:**

- Incluyen equipos necesarios para análisis microbiológicos, como incubadoras para el crecimiento de cultivos bacterianos y botellas específicas para el análisis de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO). Estos equipos permiten determinar la carga orgánica y la presencia de microorganismos patógenos en el agua.

#### 4.4. MATERIALES

Los materiales en investigación se refieren a todos los recursos físicos necesarios para llevar a cabo un estudio. Esto incluye desde equipos de laboratorio, reactivos químicos, dispositivos de almacenamiento de datos, hasta equipos de protección personal. De otro modo, los materiales son esenciales para la implementación práctica de las técnicas e instrumentos de investigación, (Coronado & Montemayor, 2020).

- Frascos de muestreo
- Conservantes
- Reactivos químicos: nitratos y fosfatos
- Guantes
- Marcadores y Etiquetas
- Contenedor para transportar muestras
- Agua destilada
- Botas de Hule

## 4.5. POBLACIÓN Y MUESTRA

### 4.5.1. POBLACIÓN

La población se compone de cuatro estaciones de muestreo seleccionadas a lo largo del Río Guacerique, elegidas por su variabilidad geográfica y proximidad a fuentes de contaminación. Los criterios para delimitar la población a estas cuatro estaciones incluyeron la necesidad de capturar una representación diversa de las condiciones del río y la identificación de puntos críticos que pudieran estar afectados por diferentes fuentes de contaminación. Estos criterios garantizaron una evaluación completa de la calidad del agua a lo largo del río.

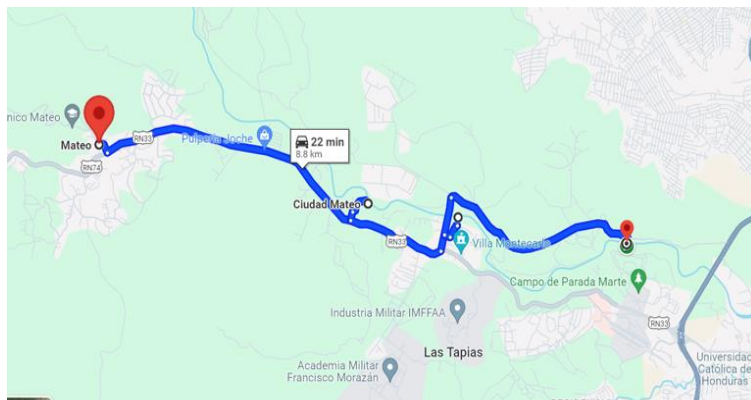


Ilustración 1 Mapa de Estaciones de Muestreo

### 4.5.2 MUESTREO

Esta investigación se llevará a cabo bajo un muestreo no probabilístico por conveniencia, dado que este tipo de muestreo le permite al investigador seleccionar los casos arbitrariamente ((González, s/f)). De esta manera, la toma de muestras se facilita y se pueden eliminar las áreas, del Río Guacerique, a las que, por motivos de restricción de acceso, dificultades geográficas, sociales, entre otras, no se puede acceder.

La selección de este tipo de muestreo también evitará que en alguna de las estaciones las muestras se contaminen con agua proveniente de otros cuerpos distintos al que se está investigando. De igual manera, como se mencionó anteriormente, cada muestra conlleva diferentes pruebas, y estas pruebas tienen costos; se espera que la toma de muestras no exceda el presupuesto.

#### 4.5.3 MUESTRA

La muestra para la investigación sobre el índice de calidad del agua del Río Guacerique será de 4 estaciones como puntos principales y 16 muestras por cada estación; esto se convierte en un total de 64 muestras a recolectar.

##### 4.5.3.1 MUESTRA EN RELACIÓN AL NÚMERO SELECCIONADO DE ESTACIONES

Las cuatro estaciones seleccionadas para la investigación, escogidas mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, estas fueron escogidas para poder crear un análisis sobre la trayectoria hacia la ciudad, comenzando con el punto menos poblado y finalizando con el punto ubicado cerca al anillo periférico, punto más cercano al ingreso de Tegucigalpa, Francisco Morazán.

**Tabla 3:** Estaciones determinadas a lo largo del Río Guacerique.

| ESTACION: | COORDENADAS:              | UBICACIÓN:                           |
|-----------|---------------------------|--------------------------------------|
| #1        | 14°04'42.0"N 87°19'13.0"W | Mateo, Francisco Morazán             |
| #2        | 14°04'21.3"N 87°17'26.5"W | Ciudad Mateo, Francisco Morazán      |
| #3        | 14°04'13.8"N 87°16'52.6"W | Villa Montecarlo, Francisco Morazán  |
| #4        | 14°04'04.6"N 87°15'41.9"W | Bld. Anillo Periférico , Tegucigalpa |

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.5.3.2 MUESTRA EN RELACIÓN AL NÚMERO TOTAL DE TOMAS POR ESTACIÓN

La cantidad de muestras totales a realizarse serán de 64 muestras, en la tabla siguiente se muestra la manera en la que las 64 muestras estarán distribuidas:

**Tabla 4** Cantidad de muestras recolectadas

| NO. DE ESTACION | TIPO DE MUESTRA                      |  |  |  |
|-----------------|--------------------------------------|--|--|--|
|                 | 1L Análisis en Laboratorio de UNITEC | 1L Análisis en laboratorio externo de carácter municipal | 1L Análisis en laboratorio externo de carácter municipal (frascos estériles) | 1L Análisis de laboratorio externo privado |
| #1              | 4                                    | 4  | 4  | 4  |
| #2              | 4                                    | 4  | 4  | 4  |
| #3              | 4                                    | 4  | 4  | 4  |
| #4              | 4                                    | 4  | 4  | 4  |

Fuente: Elaboración Propia

Se recolectarán un total de 64 muestras de agua, cada una en envases de 1 litro. En cada estación de muestreo se obtendrán 16 muestras. De estas, 8 se enviarán a un laboratorio externo de carácter municipal para evaluar los niveles de fósforo y nitratos; además, una de estas muestras se colocará en un envase estéril para el análisis de coliformes fecales. Otras 4 muestras serán remitidas a un laboratorio privado para medir la Demanda Bioquímica de Oxígeno a 5 días (DBO5). Las 4 muestras restantes se analizarán en el laboratorio de química de UNITEC.

#### 4.6. METODOLOGÍA DE ESTUDIO

El proceso inició con la identificación del problema, el cual fue establecido debido a la observación de un deterioro significativo en la calidad del agua del Río Guacerique en estudios previos. Este deterioro representaba una amenaza directa para la salud pública y la sostenibilidad del suministro de agua en Tegucigalpa y se atribuía principalmente a actividades humanas como la agricultura, la ganadería, la industrialización y el crecimiento urbano sin planificación adecuada. La situación justificó el análisis completo de la calidad del agua en la subcuenca.

Para profundizar en la comprensión del problema, se realizó una extensa investigación bibliográfica, que incluyó la revisión de estudios anteriores realizados por alumnos egresados de la universidad y otras investigaciones relevantes sobre la calidad del agua en cuencas similares. Este proceso fue complementado con asesorías técnicas, donde se revisaron aspectos de estructura, redacción y fondo de la investigación para asegurar la coherencia y el rigor metodológico.

Después de establecer el problema y analizarlo a través de la investigación, se seleccionaron cuatro estaciones de muestreo en todo el Río Guacerique, desde la parte más alta antes de la Ciudad Mateo hasta la zona más cercana a su desembocadura en la represa Los Laureles. Se definió que las estaciones utilizadas en el estudio anterior estaban bien, excepto la tercera estación, que se modificó al hacer el muestreo. Debido a que algunas pruebas requerían equipos y técnicas especializadas que no estaban disponibles en el laboratorio de la universidad, fue necesario contactar a laboratorios externos para la recolección de muestras y el análisis de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

#### 4.7. METODOLOGÍA DE VALIDACIÓN

La validación del estudio se llevó a cabo a través de dos enfoques principales: el pilotaje y la triangulación de expertos. Para garantizar la eficacia y representatividad del proceso de muestreo, se llevó a cabo un pilotaje previo a la toma de muestras. El pilotaje tuvo un papel clave en la modificación y mejora de los métodos de recolección, garantizando que las muestras recolectadas reflejaran de manera precisa las condiciones del agua en el Río Guacerique.

Se descubrieron cambios importantes en el muestreo durante el pilotaje, como el uso de contenedores específicos de 500 ml para garantizar la integridad de las muestras. Se determinó que la muestra debía tomarse sin burbujas para la prueba de Demanda Bioquímica de Oxígeno a 5 días (DBO5), lo que requería sellar el contenedor mientras estaba sumergido en agua. Aunque existía la opción de medir el oxígeno disuelto en laboratorio, se determinó que fijar la muestra en el sitio era esencial. Se optó por una medición directa mediante instrumentos especializados en campo porque no había la preparación adecuada para esta técnica.

Posteriormente, se realizó una exhaustiva triangulación de expertos con los datos recopilados. El proceso incluyó la verificación de los resultados por parte de un doctor en microbiología, ingeniero ambiental, ingeniero químico e ingeniero industrial experto en ANOVA, quien brindó apoyo especializado en el análisis estadístico. Esta revisión detallada permitió confirmar la precisión de los resultados y la idoneidad de los métodos utilizados, asegurando que las conclusiones del estudio fueran sólidas y confiables.

### 4.8. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

**Tabla 5** Cronograma de Actividades

| ACTIVIDADES/TAREAS                              | Julio    |    |          |    |    |          |    | Agosto   |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |   |           |   | Septiembre |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
|---|----------|----|----------|----|----|----------|----|----------|----|----------|----|----------|----|----------|----|----------|----|----------|---|-----------|---|------------|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|
|   | SEMANA 1 |    | SEMANA 2 |    |    | SEMANA 3 |    | SEMANA 4 |    | SEMANA 5 |    | SEMANA 6 |    | SEMANA 7 |    | SEMANA 8 |    | SEMANA 9 |   | SEMANA 10 |   |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
|   | L        | M  | J        | V  | S  | D        | L  | M        | J  | V        | S  | D        | L  | M        | J  | V        | S  | D        | L | M         | J | V          | S | D | L | M | J  | V  | S  | D  | L  | M  | J  | V  | S  | D  |    |    |    |  |  |
| Identificar el Problema                         | 15       | 16 | 17       | 18 | 19 | 20       | 21 | 22       | 23 | 24       | 25 | 26       | 27 | 28       | 29 | 30       | 31 | 1        | 2 | 3         | 4 | 5          | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |  |  |
| Investigar Problemática                         |          |    |          |    |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |   |           |   |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| Plantear el Problema                            |          |    |          |    |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |   |           |   |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| Presentar Propuesta                             |          |    |          |    |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |   |           |   |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| Desarrollar Estado del Arte                     |          |    |          |    |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |   |           |   |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| Investigar/Desarrollar Metodología              |          |    |          |    |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |   |           |   |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| Contacto con Asesores                           |          |    |          |    |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |   |           |   |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| Entregar Primer Avance                          |          |    |          |    |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |   |           |   |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| Planificar la Toma de Datos                     |          |    |          |    |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |   |           |   |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| Gestionar Materiales Necesarios                 |          |    |          |    |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |   |           |   |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| Pilotaje de Toma de Muestras                    |          |    |          |    |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |   |           |   |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| Tomar Muestras                                  |          |    |          |    |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |   |           |   |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| Entregar Muestras al Laboratorio                |          |    |          |    |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |   |           |   |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| Realizar Pruebas de Laboratorio QQ              |          |    |          |    |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |   |           |   |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| Analizar Resultados Obtenidos                   |          |    |          |    |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |   |           |   |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| Realizar Cálculos en Base a los Resultados      |          |    |          |    |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |   |           |   |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| Aplicar Herramientas/Metodología                |          |    |          |    |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |   |           |   |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| Analizar Resultados Obtenidos de la Metodología |          |    |          |    |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |   |           |   |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| Asesorías con Expertos para Triangulación       |          |    |          |    |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |   |           |   |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| Presentar Segundo Avance                        |          |    |          |    |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |   |           |   |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| Analizar lo visto con Asesores                  |          |    |          |    |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |   |           |   |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| Realizar Correcciones de Avances                |          |    |          |    |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |   |           |   |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| Redactar Conclusiones y Recomendaciones         |          |    |          |    |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |   |           |   |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| Entrega de Tercer Avance                        |          |    |          |    |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |   |           |   |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| Realizar Correcciones de Avances                |          |    |          |    |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |   |           |   |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| Entrega Final                                   |          |    |          |    |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |    |          |   |           |   |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |

TERNA

## V. RESULTADOS Y ANÁLISIS

### 5.1 TOMA DE MUESTRAS EN EL RÍO GUACERIQUE

#### 5.1.1 PILOTAJE DE TOMA DE MUESTRAS

Previo a la toma de muestras finales se realizó un pilotaje con el propósito de aplicar las técnicas correctas de recolección, ya que esta varía según el parámetro para el cual se necesita. Antes de recolectar las muestras, del pilotaje, se realizó un lavado triple para cada uno de los recipientes utilizados para el traslado de las muestras, ya que esto ayudó a minimizar la posibilidad de contaminación cruzada y así asegurar que las muestras reflejen correctamente las condiciones en las que se encuentra el agua en el cuerpo receptor, como se aprecia en la *Ilustración 2: Transporte de muestras en refrigeración*. Este proceso implicó enjuagar los recipientes de muestreo con el agua del río en tres ocasiones antes de tomar la muestra.



**Ilustración 2:** Transporte de muestras en refrigeración

Se realizaron algunos parámetros "in-situ" esto con el propósito de obtener resultados confiables y reducir alteraciones en cada uno de ellos. Para esto se utilizaron dos tipos de instrumentos, para el análisis de Ph y temperatura se utilizó un Ph-metro y para la medición de oxígeno disuelto se utilizó un oxímetro, estas herramientas se pueden observar en la siguiente ilustración 3 Para la toma de estas muestras, se debe de limpiar antes de sumergir la manguera que se conecta a los instrumentos para evitar cualquier tipo de alteración en los resultados.



**Ilustración 3:** Toma de muestras de pH in-situ

Al momento de recolectar las muestras para el análisis de DBO5 se realizó previamente un enjuague triple para evitar cualquier tipo de recolección y cuando ya se estaba tomando la muestra final se utilizó una técnica de recolección eficaz para evitar que los envases aparte de agua trasladen burbujas, ya que estas alteran lo que es la concentración de oxígeno disuelto en las muestras. La presencia de burbujas puede llevar a una sobreestimación del oxígeno disuelto, ya que el aire atrapado puede aumentar el nivel de oxígeno en el envase de forma artificial. Este exceso puede afectar la precisión del análisis, ya que el parámetro DBO5 mide cantidad de oxígeno que los microorganismos consumen para descomponer la materia orgánica.

### 5.1.2 TOMA DE MUESTRAS FINALES

Luego de realizar el pilotaje de la toma de muestras, se procedió a la recolección final de las muestras siguiendo las técnicas optimizadas aprendidas durante el proceso previo. Se realizaron ajustes específicos para la toma de muestras de DBO5, donde se determinó la necesidad de ocultarse detrás de piedras para evitar la influencia de la corriente en las muestras. Además, se estableció que la recolección debía llevarse a cabo lejos de la orilla y preferiblemente en zonas donde la corriente no fuera fuerte, asegurando así la precisión de los datos.

Durante la toma de muestras, se aplicó un triple lavado a todos los recipientes, excepto a los destinados para coliformes totales, dado que estos envases ya estaban esterilizados. Este proceso incluyó sumergir las tapas de los botes en el agua y agitarlas vigorosamente para cubrir la mayor superficie interna posible, garantizando la fiabilidad de los resultados. Asimismo, se cerraron los envases de DBO5 dentro del agua para evitar la formación de burbujas, lo que podría alterar la concentración de oxígeno disuelto en las muestras y, en consecuencia, afectar la precisión del análisis.

#### 5.1.2.1 Toma de muestras de parámetros in-situ

##### 5.1.2.1.1 PH

El pH de las muestras recolectas se midió in-situ, esto quiere decir que se midieron en el momento y en la estación seleccionada, esta decisión se tomó en consideración debido a que el pH puede variar según a la temperatura que se expone, la presión y el contacto con el aire. Estos cambios pueden ocurrir cuando se realiza el traslado de las muestras a los laboratorios, ya que para esto se necesita colocar las muestras en hieleras con suficiente hielo para mantener la preservación de las condiciones originales de cada muestra.

#### 5.1.2.1.2 TEMPERATURA

Durante la toma de muestras finales, se decidió medir la temperatura in-situ utilizando una sonda en lugar de un termómetro de campo, dado que la sonda permite obtener lecturas más precisas al alcanzar mayores profundidades en el agua. Esta decisión se basó en la necesidad de minimizar las variaciones en la temperatura que podrían ocurrir una vez que la muestra es extraída del río. Al medir la temperatura en el momento y lugar de recolección, se evitó la alteración de los datos durante el transporte y almacenamiento de las muestras. Para preservar la integridad de cada muestra, estas se colocaron en hieleras con suficiente hielo, asegurando que se mantuvieran lo más cercanas posible a las condiciones en las que fueron recolectadas.

#### 5.1.2.1.3 OXÍGENO DISUELTO

Para medir el oxígeno disuelto en las muestras recolectadas, se optó por realizar el análisis in-situ utilizando un oxímetro calibrado, lo que garantizó resultados más precisos. Esta técnica fue elegida para obtener datos más precisos y relevantes al evitar posibles alteraciones en las muestras durante su traslado. Durante el pilotaje, se descubrieron dificultades para medir el oxígeno disuelto en laboratorio. Estos incluían el uso de contenedores Winkler, que eran delicados y difíciles de manejar sin la preparación adecuada, y la necesidad de fijar la muestra con reactivos in situ. Como resultado, se decidió utilizar la medición instrumental directa, que resultó ser más conveniente y confiable.

### 5.1.2.2 TOMA DE MUESTRAS PARÁMETROS LABORATORIO DE QUÍMICA EN UNITEC

#### 5.1.2.2.1 SÓLIDOS SEDIMENTABLES

El análisis de sólidos sedimentables se realizó en el laboratorio de la universidad, utilizando un procedimiento simplificado gracias a las lecciones aprendidas en el pilotaje. Se llenó un litro de agua en un envase de plástico para cada muestra, asegurándose de que el recipiente se llenara hasta el borde para obtener el mayor volumen posible. La única preparación adicional requerida antes de la recolección de muestras fue el triple lavado de los recipientes. Posteriormente, las

muestras se transportaron utilizando la cadena de frío para mantener sus propiedades físicas y químicas.

#### 5.1.2.2.2 TURBIDEZ

La toma de muestras para el análisis de turbidez se realizó de manera similar a la de los sólidos sedimentables. Se llenaron los recipientes, para las muestras de los sólidos sedimentables, hasta su máxima capacidad para asegurar que se disponía del volumen necesario, ya que solo se necesitaban 5 ml para el análisis de turbidez. Al igual que en los sólidos sedimentables, se aplicó un triple lavado a los envases antes de la recolección, y se mantuvo la cadena de frío para preservar las características físicas y químicas de las muestras.

#### 5.1.2.3 TOMA DE MUESTRAS PARÁMETROS LABORATORIOS EXTERNOS

##### 5.1.2.3.1 DBO5

Debido a restricciones de tiempo y la disponibilidad limitada del laboratorio de química en UNITEC, se decidió realizar la prueba de DBO5 en un laboratorio externo privado. Durante el pilotaje, se aprendió que, para obtener muestras precisas, era crucial recolectarlas en áreas donde la corriente no fuera demasiado fuerte, ya que esto podría afectar la cantidad de oxígeno disuelto en el agua. Además, se debía cerrar el recipiente dentro del agua, permitiendo que todas las burbujas salieran antes de sellarlo, para evitar la formación de burbujas dentro de la muestra, lo que podría alterar los resultados. Estas medidas fueron esenciales para asegurar que las muestras reflejaran con precisión las condiciones del agua en el momento de la recolección.

##### 5.1.2.3.2 NITRATOS Y FOSFATOS

Las muestras para la medición de nitratos y fosfato se recolectaron en contenedores proporcionados por el laboratorio estatal y fueron analizadas por el mismo laboratorio. Para garantizar que los niveles de nitratos reflejaran con precisión las condiciones del agua en el

momento de la toma, las muestras fueron transportadas en hieleras con suficiente hielo, preservando su integridad química y biológica hasta su análisis.

#### 5.1.2.3.3 COLIFORMES FECALES

Las pruebas de coliformes fecales se realizaron en un laboratorio externo de carácter municipal. Se optó por hacerlo de esta manera debido a la disponibilidad del laboratorio. Para la toma de muestras de este parámetro es esencial y necesario utilizar envases totalmente esterilizados, esto debido a las contaminaciones existentes en el envase. Los resultados obtenidos se muestran en el Anexo 43 Muestras para Coliformes Fecales Laboratorio Estatal sin embargo, se colocaron en la tabla a continuación los resultados específicos necesarios de coliformes fecales:

### 5.1.3 RESULTADOS ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

#### 5.1.3.1 RESULTADOS DE PARÁMETROS IN-SITU

##### 5.1.3.1.1 PH

**Tabla 6** Resultados in situ de pH

| PARAMETRO                    | NO. DE MUESTRA | ESTACION # 1 | ESTACION # 2 | ESTACION # 3 | ESTACION # 4 |
|------------------------------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| POTENCIAL<br>DE<br>HIDROGENO | Muestra #1     | 7.1          | 7.75         | 7.34         | 7.88         |
|                              | Muestra #2     | 7.05         | 7.60         | 7.35         | 7.92         |
|                              | Muestra #3     | 7.05         | 7.75         | 7.30         | 7.80         |
|                              | Muestra #4     | 7.15         | 7.75         | 7.35         | 7.85         |

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla de arriba, las estaciones #2 y #4 tienen los valores de pH más altos, como se puede ver en la tabla anterior, y estos valores se encuentran principalmente en el rango alcalino. Esto podría ser una indicación de la acción humana, como la presencia de materiales alcalinos cerca, o incluso factores naturales que elevan el pH, como la presencia de ciertos tipos de rocas o suelos, silicatos, carbonatos y sales que liberan compuestos alcalinos al agua. La "Agencia de protección ambiental" establece un rango ideal entre 6.5 y 8.5, y los valores

de los resultados de laboratorio muestran que siguen estando dentro del rango permisible de pH. Esto para ayudar a mantener un entorno saludable para la vida acuática.

#### 5.1.3.1.2 TEMPERATURA

**Tabla 7:** Resultados in- situ de temperatura (°C)

| PARAMETRO:  | NO. DE MUESTRA | ESTACIÓN #1 | ESTACIÓN #2 | ESTACIÓN #3 | ESTACIÓN #4 |
|-------------|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| TEMPERATURA | Muestra #1     | 20.55       | 22.12       | 24.54       | 22.70       |
|             | Muestra #2     | 21.1        | 22.30       | 24.51       | 22.55       |
|             | Muestra #3     | 20.50       | 21.55       | 23.72       | 23.06       |
|             | Muestra #4     | 20.55       | 22.10       | 24.63       | 23.10       |

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla, los resultados de las temperaturas obtenidas en las cuatro estaciones a lo largo del Río Guacerique varían según su proximidad a zonas urbanas, la cobertura vegetal y las diferentes horas en las que se tomaron las muestras, ya que la primera estación fue tomada a las 9 de la mañana y la última estación a las 11 de la mañana. Las estaciones muestran una variación en sus resultados, como se puede ver en la estación #1, que muestra las temperaturas más bajas.

Esto podría deberse a su ubicación, ya que hay una mayor cobertura vegetal en sus alrededores. Las muestras fueron tomadas a las 9:30 a. m. La estación #2 muestra los resultados más altos debido a su exposición al sol y menor cobertura vegetal. Se debe tener en cuenta que las estaciones #3 y #4 están más expuestas al sol y tienen las temperaturas más altas, además de las horas en las que fueron tomadas.

### 5.1.3.1.3 OXÍGENO DISUELTO

**Tabla 7** Resultados in-situ de oxígeno disuelto (mg/L)

| PARAMETRO           | NO. DE MUESTRA | ESTACION # 1 | ESTACION # 2 | ESTACION # 3 | ESTACION # 4 |
|---------------------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| OXIGENO<br>DISUELTO | Muestra #1     | 1.65         | 1.58         | 2.03         | 2.47         |
|                     | Muestra #2     | 1.68         | 1.54         | 2.03         | 2.49         |
|                     | Muestra #3     | 1.62         | 1.55         | 2.10         | 2.43         |
|                     | Muestra #4     | 1.61         | 1.55         | 2.06         | 2.46         |

Fuente: Elaboración propia

Los hallazgos muestran que las estaciones número uno y dos tienen los niveles más bajos de oxígeno disuelto, lo que podría indicar una alta carga de materia orgánica en descomposición o contaminación que consume oxígeno. Se pueden observar niveles más altos en los resultados de la estación número tres en comparación con los niveles anteriormente mencionados, pero esto no implica que sean los niveles ideales. En la última estación, conocida como "estación número cuatro", hay niveles más altos de oxígeno disuelto, lo que podría indicar que, en comparación con las primeras tres estaciones, tiene una carga de materia orgánica menor.

### 5.1.3.2 RESULTADOS OBTENIDO EN EL LABORATORIO DE QUÍMICA EN UNITEC

#### 5.1.3.2.1 TURBIDEZ

**Tabla 8** Resultados de laboratorio de turbidez

| PARAMETRO: | NO. DE MUESTRA | ESTACIÓN #1 | ESTACIÓN #2 | ESTACIÓN #3 | ESTACIÓN #4 |
|------------|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| TURBIDEZ   | Muestra #1     | 26 NTU      | 24 NTU      | 21 NTU      | 22 NTU      |
|            | Muestra #2     | 27 NTU      | 23 NTU      | 21 NTU      | 22 NTU      |
|            | Muestra #3     | 25 NTU      | 22 NTU      | 21 NTU      | 21 NTU      |
|            | Muestra #4     | 26 NTU      | 24 NTU      | 21 NTU      | 21 NTU      |

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la tabla anterior, la estación número uno tiene los niveles más altos de turbiedad. Esto se debe a la mayor presencia de partículas suspendidas en el agua en este momento, que podría estar relacionada con la intensa actividad humana que ocurrió allí. Después, los niveles en la estación dos son ligeramente menores a los de la primera, lo que indica que la presencia de sedimentos y contaminación no es tan intensa como en la primera. Las dos últimas estaciones tienen niveles más bajos que las anteriores, lo que se debe a su ubicación geográfica en áreas menos pobladas.

### 5.1.3.3 RESULTADOS DE PARÁMETROS EN LABORATORIOS EXTERNOS

#### 5.1.3.3.1 DBO5

**Tabla 9** Resultados de laboratorio de DBO5

| PARAMETRO:                         | NO. DE MUESTRA | ESTACIÓN #1 | ESTACIÓN #2 | ESTACIÓN #3 | ESTACIÓN #4 |
|------------------------------------|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| DEMANDA<br>BIOLOGICA<br>DE OXIGENO | Muestra #1     | 10.1 mg/L   | <1 mg/L     | <1 mg/L     | 2.0 mg/L    |
|                                    | Muestra #2     | 8.1 mg/L    | <1 mg/L     | 2.0 mg/L    | 2.0 mg/L    |
|                                    | Muestra #3     | 1.6 mg/L    | 2.0 mg/L    | < 1 mg/L    | 2.0 mg/L    |
|                                    | Muestra #4     | 10.0 mg/L   | <1 mg/L     | 2.0 mg/L    | < 4.5 mg/L  |

Fuente: Elaboración propia

En relación con los resultados mostrados en la tabla anterior de DBO5, algunos valores obtenidos fueron reportados como <1 como se muestra en los resultados de la estación 2, esto se debe al método de evaluación empleado que se denomina como "ME S210-D". Este método de análisis presenta un límite mínimo de detección de valor 1. Por lo tanto, no fue posible obtener valores específicos por debajo de este umbral. Para efectos de las gráficas que se realizarán y se presentarán a continuación, los valores detectados como " <1" se ajustarán a 1, permitiendo así una evaluación y análisis adecuados.

### 5.1.3.3 NITRATOS

El método utilizado en el laboratorio presentó limitaciones que impidieron identificar correctamente los resultados de nitratos. Este método no fue lo suficientemente preciso para medir concentraciones tan bajas, y la resolución del equipo no permitió leer las pequeñas cantidades presentes en las muestras. Además, la interferencia de otros agentes biológicos complicó aún más la medición, ya que su presencia pudo haber afectado la precisión de los resultados. Por lo tanto, las concentraciones de nitratos no fueron detectadas de manera confiable, lo que refleja una limitación técnica en el procedimiento empleado.

La carga orgánica medida en el agua reveló una relación directa entre los bajos niveles de fósforo y los nitratos, reforzando la idea de que ambos compuestos están interrelacionados. La presencia de materia orgánica en las muestras fue un factor clave que dificultó la lectura precisa de los nitratos, lo que llevó a descartar su análisis en esta ocasión. Sin embargo, los resultados del laboratorio se encuentran documentados en los anexos del estudio, donde se evidencia que las pruebas fueron realizadas, aunque no se obtuvieron datos concluyentes. Esto demuestra el rigor del proceso a pesar de las limitaciones encontradas.

### 5.1.3.4 FOSFORO TOTAL

**Tabla 10** Resultados de laboratorio de fosforo total

| PARAMETRO: | NO. DE MUESTRA | ESTACIÓN #1 | ESTACIÓN #2 | ESTACIÓN #3 | ESTACIÓN #4 |
|------------|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| FOSFORO    | Muestra #1     | 0.27 mg/L   | 0.84 mg/L   | 0.02 mg/L   | 0.03 mg/L   |
|            | Muestra #2     | 2.2 mg/L    | 0.03 mg/L   | 0.02 mg/L   | 0.06 mg/L   |
|            | Muestra #3     | 0.16 mg/L   | 0.04 mg/L   | 0.02 mg/L   | 0.02 mg/L   |
|            | Muestra #4     | 0.08 mg/L   | 0.02 mg/L   | 0.02 mg/L   | 0.06 mg/L   |

Fuente: Elaboración propia

El análisis de fósforo total en las muestras de agua del Río Guacerique se llevó a cabo utilizando dos métodos específicos: PART 45-P B-5, que es un método de digestión con persulfato, y el método de cloruro de estaño. Estos procedimientos son ampliamente utilizados para la determinación de fósforo total en muestras de agua, ya que permiten la oxidación y conversión del fósforo en una forma detectable. El método de digestión con persulfato es especialmente eficaz en la descomposición de compuestos orgánicos, permitiendo una medición precisa del fósforo presente en la muestra.

Los resultados obtenidos en las diferentes estaciones, como se puede observar en la tabla 10 ubicada en la parte de arriba, mostraron variaciones significativas. En la estación #1, los valores oscilaron entre 0.08 mg/L y 2.2 mg/L, mientras que en la estación #3, los valores se mantuvieron bajos y constantes en 0.02 mg/L para todas las muestras. Estas diferencias pueden deberse a varios factores, como la proximidad a fuentes de contaminación, uso de fertilizantes o desechos orgánicos, o la capacidad de autodepuración del río en diferentes tramos. La consistencia en los valores bajos de fósforo en ciertas estaciones podría indicar una menor carga contaminante, lo que favorece la sedimentación y absorción de nutrientes.

#### 5.1.3.5 COLIFORMES FECALES

**Tabla 12:** Resultados de laboratorio de coliformes fecales

| PARAMETRO          | NO. DE MUESTRA | ESTACION # 1   | ESTACION # 2   | ESTACION # 3   | ESTACION # 4   |
|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| COLIFORMES FECALES | Muestra #1     | 1200 UFC/100mL | 1800 UFC/100mL | 5000 UFC/100mL | 2050 UFC/100mL |
|                    | Muestra #2     | 1400 UFC/100mL | 1550 UFC/100mL | 4500 UFC/100mL | 1400 UFC/100mL |
|                    | Muestra #3     | 1000 UFC/100mL | 2050 UFC/100mL | 4000 UFC/100mL | 1850 UFC/100mL |
|                    | Muestra #4     | 1250 UFC/100mL | 1550 UFC/100mL | 3000 UFC/100mL | 946 UFC/100mL  |

Fuente: Elaboración propia

Para el análisis de coliformes termotolerantes en las muestras de agua del río Guacerique, se empleó el método 9222-D, el cual es reconocido por su precisión en la detección y cuantificación de bacterias coliformes fecales en cuerpos de agua. Este método implica la filtración de las muestras y su incubación en medios selectivos que favorecen el crecimiento de estas bacterias, permitiendo así una evaluación cuantitativa expresada en Unidades Formadoras de Colonias (UFC) por cada 100 mL de muestra.

Los resultados obtenidos reflejan una considerable variación entre las estaciones de muestreo. En la estación #3, se detectaron los valores más altos, alcanzando hasta 5000 UFC/100 mL en la muestra #1, lo que indica una carga bacteriana significativamente mayor en comparación con las demás estaciones. Estas elevadas concentraciones podrían atribuirse a descargas de aguas residuales no tratadas o a la presencia de actividades ganaderas y agrícolas en las cercanías que incrementan la contaminación fecal. Por otro lado, la estación #4 mostró valores menores, con un mínimo de 946 UFC/100 mL en la Muestra #4, lo que sugiere una posible dilución o menor influencia de fuentes directas de contaminación en esa área.

## 5.2 ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO ENTRE ESTACIONES MUESTREADAS

### 5.2.1 PRUEBAS T

Realizar pruebas T es crucial en este proyecto para establecer si hay diferencias significativas entre los promedios observados en los parámetros seleccionados para el Río Guacerique, como oxígeno disuelto, DBO5 y turbidez, y los estándares definidos por regulaciones locales. Este método estadístico proporciona una base sólida para evaluar si el agua cumple con los criterios de calidad necesarios para su uso seguro y sostenible. Comparando estas medias, se identifican posibles desviaciones que podrían señalar la presencia de contaminantes o alteraciones en el entorno natural. Estos resultados son fundamentales para orientar las acciones correctivas y para respaldar las políticas de gestión del agua.

Para la aplicación de prueba T, se emplean dos tipos de hipótesis para determinar la significancia estadística de las diferencias entre las medias de los parámetros obtenidos de las muestras y las medias dictadas por las normativas locales; La hipótesis nula ( $H_0$ ) postula que no existe una diferencia significativa entre la media de los parámetros medidos en las muestras y la media especificada por las normativas locales, mientras que la hipótesis alternativa ( $H_1$ ) sugiere que existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de los parámetros medidos en las muestras y la media estipulada por las normativas.

La tabla que se presenta a continuación es una herramienta fundamental para evaluar y gestionar la calidad del agua en el marco de este proyecto. Compila los límites permisibles para una variedad de parámetros críticos de calidad del agua, de acuerdo con estándares establecidos por entidades reguladoras internacionales y por leyes locales de Honduras. Cada columna de la tabla mostrada a continuación detalla los límites permitidos para el parámetro correspondiente, la organización que lo estipula y las referencias normativas que aplican. El uso de la tabla es fundamental para la realización de las pruebas T determinando así si los resultados obtenidos en los laboratorios se encuentran dentro de los rangos permitidos.

**Tabla 13** Límites Aceptables utilizados para las Pruebas T

| Parametro          | Límite Aceptable  | Normativa de Referencia                                     | Organizaciones Locales            |
|--------------------|---|---|-----------------------------------|
| Coliformes fecales | $\leq 5000$ UFC/ 100 mL   | Normas de calidad de aguas residuales en cuerpos receptores | SERNA                             |
| DBO5               | $\leq 50$   | Normas de calidad de aguas residuales en cuerpos receptores | SANAA, SERNA                      |
| Fosforo            | $\leq 5$ mg/ L (aguas resiguales) $\leq 0.1$ mg / L (para evitar eutrofización) | Normas de calidad de aguas residuales en cuerpos receptores | Ley de aguas nacionales, Honduras |
| Nitratos           | $\leq 10$ mg/L  | RTCA 11.01.33.08, Normas centroamericanas                   | SANAA, RTCA                       |
| Oxígeno disuelto   | $> 5$ mg/L  | Normativa General del Agua, Honduras                        | SANAA, SERNA                      |
| pH                 | 6.0 – 9.0   | Normas de calidad de aguas residuales en cuerpos receptores | SERNA                             |
| Solidos disueltos  | $\leq 500$ mg / L (   | RTCA 11.01.33.08, Normas centroamericanas                   | SANAA, RTCA                       |
| Temperatura        | $\leq 5$ grados centígrados   | Normas de calidad de aguas residuales en cuerpos receptores | SERNA                             |
| Turbidez           | $\leq 50$ NTU (agua potable)  | RTCA 11.01.33.08, Normas centroamericanas                   | SANAA, RTCA                       |

### 5.2.1.1 Pruebas T Temperatura

#### Test

Null hypothesis  $H_0: \mu = 25$

Alternative hypothesis  $H_1: \mu > 25$

#### T-Value P-Value

-30.42 1.000

#### Ilustración 4 Pruebas T para temperatura en estación 1

En la estación 1, se realizó una prueba T para analizar la temperatura del agua, comparando los valores obtenidos con el límite normativo de 25°C. La hipótesis nula ( $H_0$ ) proponía que la media de la temperatura era igual o menor a 25°C, mientras que la hipótesis alterna ( $H_1$ ) sugería que superaba dicho límite. Los resultados mostraron un valor T de -30.42 y un valor p de 1.000. Estos resultados indican que no hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula, lo que implica que la temperatura en esta estación está muy por debajo del límite permitido. En conclusión, los niveles de temperatura en esta estación cumplen con la normativa vigente, sin representar problemas de exceso de temperatura.

#### Test

Null hypothesis  $H_0: \mu = 25$

Alternative hypothesis  $H_1: \mu > 25$

#### T-Value P-Value

-18.39 1.000

#### Ilustración 5 Pruebas T para temperatura en estación 2

En la estación 2, se realizó una prueba T para evaluar la temperatura del agua, comparando los valores obtenidos con el límite normativo de 25°C. La hipótesis nula ( $H_0$ ) planteaba que la media de la temperatura era igual o menor a 25°C, mientras que la hipótesis alterna ( $H_1$ ) sugería que superaba dicho valor. Los resultados mostraron un valor T de -18.39 y un valor p de 1.000. Estos resultados indican que no se puede rechazar la hipótesis nula, lo que implica que la temperatura en esta estación está significativamente por debajo del límite permitido. En conclusión, los niveles de temperatura en la estación 2 cumplen con los estándares normativos, sin representar un riesgo de sobrecalentamiento del agua.

### Test

Null hypothesis  $H_0: \mu = 25$

Alternative hypothesis  $H_1: \mu > 25$

**T-Value P-Value**

-3.07    0.973

### **Ilustración 6** Pruebas T para temperatura en estación 3

En la estación 3, se realizó una prueba T para analizar la temperatura del agua, comparando los valores obtenidos con el límite normativo de 25°C. La hipótesis nula ( $H_0$ ) proponía que la media de la temperatura era igual o menor a 25°C, mientras que la hipótesis alterna ( $H_1$ ) sugería que superaba dicho límite. Los resultados mostraron un valor T de -3.07 y un valor p de 0.973. Estos resultados indican que no hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula, lo que implica que la temperatura en esta estación está muy cerca del límite, pero no lo excede. En conclusión, los niveles de temperatura en la estación 3 cumplen con la normativa vigente, sin representar un problema de calidad del agua en términos de temperatura.

## Test

Null hypothesis  $H_0: \mu = 25$

Alternative hypothesis  $H_1: \mu > 25$

**T-Value P-Value**

-15.89 1.000

### **Ilustración 7** Pruebas T para temperatura en estación 4

En la estación 4, se llevó a cabo una prueba T para evaluar la temperatura del agua, comparando los valores obtenidos con el límite normativo de 25°C. La hipótesis nula ( $H_0$ ) establecía que la media de la temperatura era igual o menor a 25°C, mientras que la hipótesis alterna ( $H_1$ ) proponía que superaba dicho valor. Los resultados arrojaron un valor T de -15.89 y un valor p de 1.000. Estos valores sugieren que no hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula, lo que indica que la temperatura en esta estación está muy por debajo del límite permitido. En conclusión, los niveles de temperatura en la estación 4 cumplen con los estándares normativos, sin riesgo de sobrepasar el límite establecido.

### 5.2.1.2 PRUEBAS T OXÍGENO DISUELTO

#### Test

Null hypothesis  $H_0: \mu = 5$   
Alternative hypothesis  $H_1: \mu > 5$

| <u>T-Value</u> | <u>P-Value</u> |
|----------------|----------------|
| -212.51        | 1.000          |

#### Ilustración 8 Pruebas T para oxígeno disuelto en estación 1

Debido a que el valor p obtenido es igual a 1.000, y 1.000 es mayor que 0.05, se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ) que establece que los valores de resultado de laboratorio de oxígeno disuelto son iguales a 5 mg/L. Sin embargo, el valor de T de -212.51 indica que los valores observados de oxígeno disuelto son significativamente menores que 5 mg/L. A pesar de que técnicamente la hipótesis nula ha sido aceptada, la realidad mostrada por el alto valor de T negativo confirma que la concentración real de oxígeno disuelto está muy por debajo del estándar de 5 mg/L. Esto significa que los niveles en las estaciones analizadas son inadecuados y no cumplen con los estándares requeridos para mantener la salud acuática óptima ni para el uso seguro del agua.

#### Test

Null hypothesis  $H_0: \mu = 5$   
Alternative hypothesis  $H_1: \mu > 5$

| <u>T-Value</u> | <u>P-Value</u> |
|----------------|----------------|
| -397.79        | 1.000          |

#### Ilustración 9 Pruebas T para oxígeno disuelto en estación 2

Debido a que el valor p obtenido es igual a 1.000, y 1.000 es mayor que 0.05, se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ) que establece que los valores de resultado de laboratorio de oxígeno disuelto son iguales a 5 mg/L. No obstante, el valor de T de -397.79 sugiere que los valores observados de oxígeno disuelto son significativamente menores que 5 mg/L. A pesar de que técnicamente la hipótesis nula ha sido aceptada, el extremadamente alto valor de T negativo indica que la concentración real de oxígeno disuelto en la estación 2 está muy por debajo del estándar de 5 mg/L. Esto significa que los niveles en esta estación son inadecuados y no cumplen con los estándares necesarios para asegurar la salud acuática óptima ni para el uso seguro del agua.

### Test

Null hypothesis  $H_0: \mu = 5$   
 Alternative hypothesis  $H_1: \mu > 5$

| <u>T-Value</u> | <u>P-Value</u> |
|----------------|----------------|
| -177.59        | 1.000          |

### Ilustración 10 Pruebas T para oxígeno disuelto en estación 3

Debido a que el valor p obtenido es igual a 1.000, y 1.000 es mayor que 0.05, se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ) que establece que los valores de resultado de laboratorio de oxígeno disuelto son iguales a 5 mg/L. Sin embargo, el valor de T de -177.59 indica que los valores observados de oxígeno disuelto son significativamente menores que 5 mg/L. Aunque la hipótesis nula ha sido técnicamente aceptada, el extremadamente alto valor de T negativo demuestra que la concentración real de oxígeno disuelto en la estación 3 está muy por debajo del estándar de 5 mg/L. Esto implica que los niveles en esta estación son inadecuados y no cumplen con los estándares requeridos para mantener una salud acuática óptima ni para el uso seguro del agua.

### Test

Null hypothesis  $H_0: \mu = 5$   
Alternative hypothesis  $H_1: \mu > 5$

| <u>T-Value</u> | <u>P-Value</u> |
|----------------|----------------|
| -203.00        | 1.000          |

#### Ilustración 11 Pruebas T para oxígeno disuelto en estación 4

Debido a que el valor p obtenido es igual a 1.000, y 1.000 es mayor que 0.05, se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ) que establece que los valores de resultado de laboratorio de oxígeno disuelto son iguales a 5 mg/L. Sin embargo, el valor de T de -203.00 sugiere que los valores observados de oxígeno disuelto son significativamente menores que 5 mg/L. A pesar de que la hipótesis nula ha sido técnicamente aceptada, el muy alto valor de T negativo indica que la concentración real de oxígeno disuelto en la estación 4 está muy por debajo del estándar de 5 mg/L. Esto significa que los niveles en esta estación son inadecuados y no cumplen con los estándares necesarios para asegurar la salud acuática óptima ni para el uso seguro del agua.

#### 5.2.1.3 PRUEBAS T TURBIDEZ

### Test

Null hypothesis  $H_0: \mu = 50$   
Alternative hypothesis  $H_1: \mu > 50$

| <u>T-Value</u> | <u>P-Value</u> |
|----------------|----------------|
| -58.79         | 1.000          |

#### Ilustración 12 Pruebas T para turbidez en estación 1

En la evaluación del parámetro de turbidez en la estación 1, se realizó una prueba T comparando los valores obtenidos con el límite permisible establecido por la normativa, que es de 50 NTU. La hipótesis nula ( $H_0$ ) planteaba que la media de la turbidez era igual o menor a 50 NTU, mientras que la hipótesis alterna ( $H_1$ ) sugería que la media era mayor a este límite. Los resultados de la

prueba indicaron un valor T de -58.79 y un valor p de 1.000, lo que sugiere que no hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula. Estos valores indican que la turbidez en esta estación está significativamente por debajo del límite normativo. En consecuencia, se concluye que los niveles de turbidez en la estación 1 cumplen con la normativa vigente y no exceden los 50 NTU.

### Test

Null hypothesis  $H_0: \mu = 50$   
Alternative hypothesis  $H_1: \mu > 50$

### T-Value P-Value

-55.88 1.000

#### **Ilustración 13** Pruebas T para turbidez en estación 2

En la estación 2, se realizó una prueba T para evaluar la turbidez, comparando los resultados obtenidos con el límite normativo de 50 NTU. La hipótesis nula ( $H_0$ ) planteaba que la media de turbidez era igual o menor a 50 NTU, mientras que la hipótesis alterna ( $H_1$ ) sugería que la media superaba dicho límite. Los resultados mostraron un valor T de -55.88 y un valor p de 1.000. Estos valores indican que no hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula, lo que implica que la turbidez en la estación 2 está significativamente por debajo del límite permitido. En consecuencia, se concluye que la calidad del agua en cuanto a turbidez cumple con la normativa establecida, sin representar un problema en esta estación.

### Test

Null hypothesis  $H_0: \mu = 50$   
Alternative hypothesis  $H_1: \mu > 50$

### T-Value P-Value

-115.00 1.000

#### **Ilustración 14** Pruebas T para turbidez en estación 3

En la estación 3, se realizó una prueba T para analizar la turbidez, comparando los valores obtenidos con el límite normativo de 50 NTU. La hipótesis nula ( $H_0$ ) planteaba que la media de turbidez era igual o menor a 50 NTU, mientras que la hipótesis alterna ( $H_1$ ) sugería que superaba dicho límite. Los resultados mostraron un valor T de -115.00 y un valor p de 1.000. Estos resultados indican que no se puede rechazar la hipótesis nula, lo que implica que la turbidez en esta estación está muy por debajo del límite permitido. En conclusión, los niveles de turbidez en la estación 3 cumplen con los estándares normativos, sin presentar riesgo de contaminación por este parámetro.

### Test

Null hypothesis  $H_0: \mu = 50$   
 Alternative hypothesis  $H_1: \mu > 50$

| <u>T-Value</u> | <u>P-Value</u> |
|----------------|----------------|
| -113.00        | 1.000          |

#### **Ilustración 15** Pruebas T para turbidez en estación 4

En la estación 4, se llevó a cabo una prueba T para evaluar la turbidez, comparando los valores obtenidos con el límite normativo de 50 NTU. La hipótesis nula ( $H_0$ ) proponía que la media de turbidez era igual o menor a 50 NTU, mientras que la hipótesis alterna ( $H_1$ ) planteaba que superaba dicho valor. Los resultados mostraron un valor T de -113.00 y un valor p de 1.000. Estos resultados sugieren que no se puede rechazar la hipótesis nula, lo que indica que los niveles de turbidez en esta estación están significativamente por debajo del límite permitido. En conclusión, la turbidez en la estación 4 cumple con la normativa vigente, sin representar un problema de calidad del agua.

#### 5.2.1.4 PRUEBAS T DBO5

### Test

Null hypothesis  $H_0: \mu = 5$

Alternative hypothesis  $H_1: \mu > 5$

### T-Value P-Value

1.22      0.154

#### **Ilustración 16** Pruebas T para DBO5 en estación 1

En la estación 1, se realizó una prueba T para evaluar los niveles de DBO5 tomando en cuenta el límite de < 5 mg/L aplicable para cuerpos de agua dulce, en lugar del límite de < 50 mg/L para aguas residuales. La hipótesis nula ( $H_0$ ) establecía que la media de DBO5 era igual o menor a 5 mg/L, mientras que la hipótesis alterna ( $H_1$ ) sugería que la media era mayor. Los resultados mostraron un T-Value de 1.22 y un P-Value de 0.154, lo que indica que no hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula. En consecuencia, se concluye que los niveles de DBO5 en la estación 1 cumplen con los límites de 5 mg/L para cuerpos de agua dulce y no representan un riesgo significativo de contaminación.

### Test

Null hypothesis  $H_0: \mu = 5$

Alternative hypothesis  $H_1: \mu > 5$

### T-Value P-Value

-15.00      1.000

#### **Ilustración 17** Pruebas T para DBO5 en estación 2

En la estación 2, se realizó una prueba T para evaluar los niveles de DBO5, tomando en cuenta el límite normativo de < 5 mg/L para cuerpos de agua dulce, en lugar del límite de < 50 mg/L para aguas residuales. La hipótesis nula ( $H_0$ ) proponía que la media de DBO5 era igual o menor a 5 mg/L, mientras que la hipótesis alterna ( $H_1$ ) sugería que la media era mayor. Los resultados mostraron un T-Value de -15.00 y un P-Value de 1.000, lo que indica que no hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula. Esto sugiere que los niveles de DBO5 en la estación 2 son significativamente bajos y están muy por debajo del límite permitido de 5 mg/L, cumpliendo con los estándares para cuerpos de agua dulce.

### Test

Null hypothesis  $H_0: \mu = 5$

Alternative hypothesis  $H_1: \mu > 5$

**T-Value P-Value**

-12.12      0.999

### **Ilustración 18** Pruebas T para DBO5 en estación 3

En la estación 3, se llevó a cabo una prueba T para analizar los niveles de DBO5, considerando el límite normativo de < 5 mg/L para cuerpos de agua dulce, en contraste con el límite de < 50 mg/L para aguas residuales. La hipótesis nula ( $H_0$ ) planteaba que la media de DBO5 era igual o menor a 5 mg/L, mientras que la hipótesis alterna ( $H_1$ ) sugería que la media era mayor. Los resultados mostraron un T-Value de -12.12 y un P-Value de 0.999, lo que indica que no hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula. En conclusión, los niveles de DBO5 en la estación 3 están muy por debajo del límite permitido de 5 mg/L, cumpliendo con los estándares de calidad para cuerpos de agua dulce.

## Test

Null hypothesis  $H_0: \mu = 5$

Alternative hypothesis  $H_1: \mu > 5$

**T-Value P-Value**

-3.80      0.984

### Ilustración 19 Pruebas T para DBO5 en estación 4

En la estación 4, se realizó una prueba T para evaluar los niveles de DBO5, tomando en cuenta el límite normativo de < 5 mg/L para cuerpos de agua dulce, en lugar del límite de < 50 mg/L para aguas residuales. La hipótesis nula ( $H_0$ ) planteaba que la media de DBO5 era igual o menor a 5 mg/L, mientras que la hipótesis alterna ( $H_1$ ) sugería que la media era mayor. Los resultados mostraron un T-Value de -3.80 y un P-Value de 0.984, lo que indica que no hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula. En consecuencia, los niveles de DBO5 en la estación 4 son significativamente bajos y cumplen con los límites de 5 mg/L para cuerpos de agua dulce, sin representar un riesgo de contaminación.

### 5.2.1.5 PRUEBAS T FÓSFORO TOTAL

Debido a las concentraciones mínimas en los niveles de fósforo, se optó por no evaluar el índice de calidad del agua bajo los estándares de aguas residuales, sino bajo los parámetros de agua que determinan el nivel de eutrofización que existe en el agua, lo cual permitió realizar pruebas T que proporcionan datos estadísticos útiles. Este enfoque es valioso para obtener resultados, independientemente de si los valores están dentro o fuera de los límites permisibles.

#### Test

Null hypothesis  $H_0: \mu = 0.1$

Alternative hypothesis  $H_1: \mu > 0.1$

#### T-Value P-Value

1.13 0.170

#### **Ilustración 20** Pruebas T para fósforo total en estación 1

En la estación 1, se realizó una prueba T para evaluar si la concentración de fosfatos supera el límite normativo de 0.1 mg/L. La hipótesis nula plantea que la concentración promedio es igual a 0.1 mg/L y la alternativa que es mayor. Con un valor T de 1.13 y un p de 0.170, no se encontró suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula, indicando que los fosfatos no son significativamente superiores al límite. Aunque el valor T sugiere una leve tendencia al alza, el valor p alto indica que esta diferencia no es estadísticamente significativa.

#### Test

Null hypothesis  $H_0: \mu = 0.1$

Alternative hypothesis  $H_1: \mu > 0.1$

#### T-Value P-Value

0.65 0.280

#### **Ilustración 21** Pruebas T para fósforo total en estación 2

En la estación 2, se llevó a cabo una prueba T para determinar si la concentración de fosfatos supera el límite normativo de 0.1 mg/L. La hipótesis nula ( $H_0$ ) establece que la concentración promedio es igual a 0.1 mg/L, mientras que la hipótesis alternativa ( $H_1$ ) sugiere que es mayor. El valor T obtenido fue de 0.65 y el valor p fue de 0.280, lo que indica que no hay suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula. Esto significa que no se puede concluir que la concentración de fosfatos en la estación 2 sea significativamente mayor a 0.1 mg/L. El valor p alto sugiere que la diferencia observada entre la media y el límite normativo es poco significativa desde un punto de vista estadístico.

## Test

Null hypothesis  $H_0: \mu = 0.1$

Alternative hypothesis  $H_1: \mu > 0.1$

**T-Value P-Value**

\*

\*

### **Ilustración 22** Pruebas T para fósforo total en estación 3

En la estación 3, no se obtuvieron valores de T ni de p en la prueba T para evaluar si la concentración de fosfatos supera el límite normativo de 0.1 mg/L. Esto puede deberse a la falta de datos suficientes o a una inconsistencia en la ejecución del análisis estadístico. La ausencia de estos valores implica que no se pudo realizar una conclusión estadística sobre si la concentración de fosfatos en la estación 3 es mayor al límite de 0.1 mg/L. Es recomendable revisar los datos o el procedimiento para asegurar que se pueda realizar un análisis adecuado y obtener resultados confiables en esta estación.

## Test

Null hypothesis  $H_0: \mu = 0.1$

Alternative hypothesis  $H_1: \mu > 0.1$

**T-Value P-Value**

-5.58      0.994

### **Ilustración 23** Pruebas T para fósforo total en estación 4

En la estación 4, se realizó una prueba T para evaluar si la concentración de fosfatos es mayor que el límite normativo de 0.1 mg/L. La hipótesis nula ( $H_0$ ) establece que la concentración promedio es igual a 0.1 mg/L, mientras que la hipótesis alternativa ( $H_1$ ) plantea que es mayor. El valor T obtenido fue de -5.58, lo que indica que la media de fosfatos está muy por debajo del límite de 0.1 mg/L. Además, el valor p de 0.994 es extremadamente alto, lo que significa que no hay evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula. En conclusión, los resultados sugieren que la concentración de fosfatos en la estación 4 es significativamente menor que 0.1 mg/L, lo que se confirma tanto por el valor T negativo como por el alto valor p.

### 5.2.1.6 PRUEBAS T COLIFORMES FECALES

#### Test

Null hypothesis  $H_0: \mu = 5000$

Alternative hypothesis  $H_1: \mu > 5000$

**T-Value P-Value**

-45.85 1.000

#### **Ilustración 24** Pruebas T para coliformes fecales en estación 1

En la estación 1, se realizó una prueba T para evaluar los coliformes fecales, comparando los valores obtenidos con el límite normativo de 5000 UFC/100 mL. La hipótesis nula ( $H_0$ ) planteaba que la media de coliformes fecales era igual o menor a 5000 UFC/100 mL, mientras que la hipótesis alterna ( $H_1$ ) sugería que superaba dicho límite. Los resultados mostraron un valor T de -45.85 y un valor p de 1.000. Esto indica que no se puede rechazar la hipótesis nula, lo que implica que los niveles de coliformes fecales en la estación 1 están significativamente por debajo del límite permitido. En conclusión, los coliformes fecales en esta estación cumplen con la normativa vigente y no representan un riesgo de contaminación microbiológica.

#### Test

Null hypothesis  $H_0: \mu = 5000$

Alternative hypothesis  $H_1: \mu > 5000$

**T-Value P-Value**

-27.26 1.000

#### **Ilustración 25** Pruebas T para coliformes fecales en estación 2

En la estación 2, se realizó una prueba T para analizar los coliformes fecales, comparando los valores obtenidos con el límite normativo de 5000 UFC/100 mL. La hipótesis nula ( $H_0$ ) proponía que la media de coliformes fecales era igual o menor a 5000 UFC/100 mL, mientras que la hipótesis alterna ( $H_1$ ) sugería que superaba dicho valor. Los resultados mostraron un valor T de -27.26 y un valor p de 1.000, lo que indica que no se puede rechazar la hipótesis nula. En consecuencia, los niveles de coliformes fecales en la estación 2 están muy por debajo del límite permitido. En conclusión, los coliformes fecales en esta estación cumplen con los estándares normativos, sin riesgo de contaminación microbiológica.

### Test

Null hypothesis  $H_0: \mu = 5000$

Alternative hypothesis  $H_1: \mu > 5000$

**T-Value P-Value**

-2.05      0.934

### **Ilustración 26** Pruebas T para coliformes fecales en estación 3

En la estación 3, se realizó una prueba T para evaluar los coliformes fecales, comparando los valores obtenidos con el límite normativo de 5000 UFC/100 mL. La hipótesis nula ( $H_0$ ) proponía que la media de coliformes fecales era igual o menor a 5000 UFC/100 mL, mientras que la hipótesis alterna ( $H_1$ ) sugería que superaba dicho valor. Los resultados mostraron un valor T de -2.05 y un valor p de 0.934, lo que indica que no se puede rechazar la hipótesis nula. Estos resultados sugieren que los niveles de coliformes fecales en la estación 3 están cercanos al límite, pero no lo superan. En conclusión, los coliformes fecales en esta estación cumplen con la normativa vigente, sin representar un riesgo significativo de contaminación.

## Test

Null hypothesis  $H_0: \mu = 5000$

Alternative hypothesis  $H_1: \mu > 5000$

**T-Value P-Value**

-13.97      1.000

### **Ilustración 27** Pruebas T para coliformes fecales en estación 4

En la estación 4, se llevó a cabo una prueba T para analizar los coliformes fecales, comparando los valores obtenidos con el límite normativo de 5000 UFC/100 mL. La hipótesis nula ( $H_0$ ) establecía que la media de coliformes fecales era igual o menor a 5000 UFC/100 mL, mientras que la hipótesis alterna ( $H_1$ ) proponía que superaba dicho valor. Los resultados mostraron un valor T de -13.97 y un valor p de 1.000, lo que indica que no hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula. Esto sugiere que los niveles de coliformes fecales en la estación 4 están significativamente por debajo del límite permitido. En conclusión, los coliformes fecales en esta estación cumplen con los estándares normativos, sin riesgo de contaminación microbiológica.

## 5.2.2 INTERVALOS DE CONFIANZA PARA PH

Dado que la normativa nacional, como se muestra en el estado del arte, establece un límite permisible de 6 a 9, se decidió realizar un análisis utilizando intervalos de confianza para determinar si los valores se encuentran dentro de este rango. Este enfoque permitió evaluar si las estaciones estaban por debajo del límite permitido o si lo sobrepasaban. A continuación, se muestra una imagen con el procedimiento que se llevó a cabo en Excel.

| Resultados de PH            |              |              |              |              |
|-----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                             | ESTACION # 1 | ESTACION # 2 | ESTACION # 3 | ESTACION # 4 |
|                             | 7.1          | 7.75         | 7.34         | 7.88         |
|                             | 7.05         | 7.6          | 7.35         | 7.92         |
|                             | 7.05         | 7.75         | 7.3          | 7.8          |
|                             | 7.15         | 7.75         | 7.35         | 7.85         |
| <b>Media=</b>               | 7.0875       | 7.7125       | 7.335        | 7.8625       |
| <b>Desviación Estándar=</b> | 0.047871355  | 0.075        | 0.023804761  | 0.05057997   |
| <b>Error estándar=</b>      | 0.023935678  | 0.0375       | 0.011902381  | 0.025289985  |
| <b>Valor t =</b>            | 3.182446305  | 3.182446305  | 3.182446305  | 3.182446305  |
| <b>Intervalo superior =</b> | 7.163674009  | 7.831841736  | 7.372878688  | 7.942984019  |
| <b>Intervalo inferior =</b> | 7.011325991  | 7.593158264  | 7.297121312  | 7.782015981  |
| <b>Formula</b>              |              |              |              |              |
| <b>Intervalo=</b>           | 0.076174009  | 0.119341736  | 0.037878688  | 0.080484019  |
| <b>Intervalo Superior=</b>  | 7.163674009  | 7.831841736  | 7.372878688  | 7.942984019  |
| <b>Intervalo Inferior=</b>  | 7.011325991  | 7.593158264  | 7.297121312  | 7.782015981  |

**Ilustración 28.** Intervalos de confianza para resultados de ph

La imagen presenta los resultados de las mediciones de pH en cuatro estaciones de muestreo, cada una con cuatro valores registrados. Para cada estación se calcularon estadísticos clave, como la media, desviación estándar, error estándar y los intervalos de confianza para las medias. Estas herramientas permiten hacer un análisis detallado de los resultados obtenidos en cada estación y evaluar la variabilidad de las mediciones.

En primer lugar, se calculó la media para cada estación, lo que proporciona un valor promedio del pH en cada lugar de muestreo. Por ejemplo, la media del pH en la Estación 1 es 7.0875, mientras que en la Estación 4 es 7.8625. Estos valores indican que, en promedio, las estaciones tienen un pH cercano al neutro, aunque algunas estaciones, como la Estación 4, se acercan más a valores ligeramente alcalinos.

La desviación estándar en la tabla mide la dispersión de los datos alrededor de la media. En el caso de la Estación 1, la desviación estándar es de 0.0478, lo que indica que las mediciones de pH en esta estación son bastante consistentes y presentan poca variabilidad. En contraste, la Estación 3 muestra una mayor dispersión con una desviación estándar de 0.238, lo que sugiere que las mediciones de pH en esa estación son más variadas, y podría existir mayor fluctuación en la calidad del agua en ese punto.

El error estándar proporciona una estimación de la precisión de las medias obtenidas. Dado que los errores estándar en todas las estaciones son bajos, esto sugiere que las medias calculadas son representativas del pH en cada estación y que las mediciones fueron realizadas con precisión. Valores más bajos de error estándar, como en la Estación 1, indican una mayor confianza en la media calculada.

Finalmente, los intervalos de confianza ofrecen un rango dentro del cual es probable que se encuentre el valor verdadero del pH con un 95% de confianza. Por ejemplo, en la Estación 1, el intervalo de confianza es de 7.011 a 7.163. Esto significa que, aunque la media es 7.0875, se puede afirmar con un alto grado de certeza que el valor real del pH está dentro de este rango. Los intervalos de confianza son especialmente útiles en estudios ambientales, ya que permiten inferir la estabilidad o variabilidad de un parámetro en función de la precisión de las muestras tomadas, proporcionando un margen de seguridad para la toma de decisiones.

El uso de intervalos de confianza es fundamental en estudios de este tipo porque ayuda a evaluar la calidad de los datos, tomando en cuenta la variabilidad natural del entorno y la precisión del muestreo. Además, permite comparar estaciones y determinar si alguna de ellas podría estar fuera de los límites normativos, lo cual es esencial para la toma de decisiones relacionadas con la gestión y protección de recursos hídricos.

### 5.2.3 ANÁLISIS DE VARIANZA

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) con el objetivo de evaluar y comparar los resultados obtenidos en cada una de las estaciones de muestreo. Este método se aplicó para cada uno de los parámetros analizados. Posteriormente, se llevaron a cabo pruebas de comparaciones múltiples de Tukey para identificar las medias que compartían una misma letra, con el fin de determinar cuáles presentaban diferencias estadísticamente significativas entre si. Las estaciones de muestreo se determinaron como "Factor" y la representación de la variabilidad dentro de las estaciones se denomina como "Error".

#### 5..2.3.1 ANÁLISIS DE VARIANZA PH

##### Analysis of Variance

| <u>Source</u> | <u>DF</u> | <u>Adj SS</u> | <u>Adj MS</u> | <u>F-Value</u> | <u>P-Value</u> |
|---------------|-----------|---------------|---------------|----------------|----------------|
| Factor        | 3         | 1.49577       | 0.498590      | 180.62         | 0.000          |
| Error         | 12        | 0.03313       | 0.002760      |                |                |
| Total         | 15        | 1.52889       |               |                |                |

#### **Ilustración 29** Análisis de varianza para pH

El análisis de varianza muestra que el pH varía significativamente entre las estaciones de muestreo. El valor de F elevado (180.62) y el P-Value de 0.000 indican que las diferencias observadas en el pH entre las estaciones no son producto del azar, sino que hay una diferencia estadísticamente significativa en los niveles de pH en las diferentes estaciones. Esto implica que las condiciones ambientales o fuentes de contaminación podrían estar afectando el pH de manera distinta en cada estación de muestreo.

### Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

| Factor     | N | Mean   | Grouping |
|------------|---|--------|----------|
| ESTACION_4 | 4 | 7.8625 | A        |
| ESTACION_2 | 4 | 7.7125 | B        |
| ESTACION_3 | 4 | 7.3350 | C        |
| ESTACION_1 | 4 | 7.0875 | D        |

Means that do not share a letter are significantly different.

### Ilustración 30 Prueba Tukey para pH

Para la prueba de comparaciones múltiples de Tukey mostrada en la imagen anterior, se utilizó un nivel de confianza del 95%, muestra que las medias de pH de las estaciones de muestreo se agrupan en cuatro categorías distintas. Cada grupo está representado por una letra, y las estaciones que no comparten una letra presentan diferencias significativas en sus niveles de pH. Las estaciones de muestreo presentan diferencias significativas en los niveles de pH, con la Estación 4 teniendo los valores más altos y la Estación 1 los más bajos. Esto se debe a que las condiciones del pH se ven afectadas por diversas fuentes de contaminación o condiciones ambientales en cada lugar.

#### 5.2.3.2 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA OXÍGENO DISUELTO

### Analysis of Variance

| Source | DF | Adj SS  | Adj MS   | F-Value | P-Value |
|--------|----|---------|----------|---------|---------|
| Factor | 3  | 2.09557 | 0.698523 | 923.67  | 0.000   |
| Error  | 12 | 0.00908 | 0.000756 |         |         |
| Total  | 15 | 2.10464 |          |         |         |

### Ilustración 31 Análisis de varianza para oxígeno disuelto

Los resultados del análisis de varianza para el oxígeno disuelto destacan variaciones considerables entre las estaciones, con un F-Value de 923.67 y un P-Value de 0.000, lo que confirma que las discrepancias son significativas. El ajuste de la suma de cuadrados muestra que la mayor parte de la diferencia en los niveles de oxígeno se debe a las estaciones evaluadas, lo que sugiere influencias ambientales o locales que afectan de manera diferente a cada estación de muestreo.

### Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

| <u>Factor</u> | <u>N</u> | <u>Mean</u> | <u>Grouping</u> |
|---------------|----------|-------------|-----------------|
| ESTACION_4    | 4        | 2.4625      | A               |
| ESTACION_3    | 4        | 2.0550      | B               |
| ESTACION_1    | 4        | 1.6400      | C               |
| ESTACION_2    | 4        | 1.55500     | D               |

*Means that do not share a letter are significantly different.*

#### **Ilustración 32** Prueba Tukey para oxígeno disuelto

El análisis de la prueba de Tukey para el parámetro de oxígeno disuelto revela diferencias significativas entre las estaciones de muestreo. Los datos muestran que las estaciones se agrupan en cuatro categorías claramente diferenciadas, lo que indica variabilidad sustancial en los niveles de oxígeno disuelto entre las ubicaciones. La Estación 4 presenta el promedio más alto de oxígeno disuelto (2.4625) y se ubica en el grupo A, lo que significa que sus niveles son significativamente mayores que los de todas las demás estaciones. Por otro lado, la Estación 3, con un promedio de 2.0550, pertenece al grupo B, siendo distinta de las estaciones 1 y 2, pero aún inferior a la Estación 4.

En el caso de la Estación 1, con un promedio de 1.6400, se encuentra en el grupo C, diferenciándose significativamente de las estaciones 2 y 3, pero sin alcanzar los niveles de oxígeno disuelto observados en la Estación 4. Finalmente, la Estación 2 presenta el valor promedio más bajo de oxígeno disuelto (1.5550) y se agrupa en la categoría D, lo que la diferencia notablemente de todas las demás estaciones.

### 5.2.3.3 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA TURBIDEZ

#### Analysis of Variance

| <u>Source</u> | <u>DF</u> | <u>Adj SS</u> | <u>Adj MS</u> | <u>F-Value</u> | <u>P-Value</u> |
|---------------|-----------|---------------|---------------|----------------|----------------|
| Factor        | 3         | 54.687        | 18.2292       | 35.00          | 0.000          |
| Error         | 12        | 6.250         | 0.5208        |                |                |
| Total         | 15        | 60.937        |               |                |                |

#### Ilustración 33 Análisis de varianza para turbidez

El análisis de varianza para la turbidez muestra que existen diferencias significativas entre las estaciones de muestreo. La variabilidad entre estaciones es mucho mayor que la variabilidad dentro de ellas, lo que indica que las diferencias en los niveles de turbidez entre las estaciones son reales. El valor F es 35.00, lo que indica que la variabilidad explicada por las diferencias entre las estaciones es significativamente mayor que la variabilidad dentro de las estaciones. El valor p es 0.000, lo que indica que las diferencias observadas en la turbidez entre las estaciones son estadísticamente significativas con un nivel de confianza del 99.9%.

#### Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

| <u>Factor</u> | <u>N</u> | <u>Mean</u> | <u>Grouping</u> |
|---------------|----------|-------------|-----------------|
| ESTACION_1    | 4        | 26.000      | A               |
| ESTACION_2    | 4        | 23.250      | B               |
| ESTACION_4    | 4        | 21.750      | B C             |
| ESTACION_3    | 4        | 21.250      | C               |

*Means that do not share a letter are significantly different.*

#### Ilustración 34 Prueba Tukey para turbidez

Para la prueba de comparaciones múltiples de Tukey, se utilizó un nivel de confianza del 95%, que revela que las estaciones de muestreo presentan diferencias significativas en los niveles de turbidez. Las estaciones se agrupan en tres categorías distintas, representadas por las

letras A, B, y C, lo que indica que las estaciones que no comparten una letra tienen diferencias significativas en sus niveles de turbidez.

La estación 1 tiene un nivel de turbidez significativamente mayor que todas las demás estaciones, mientras que las estaciones 3 y 4 tienen niveles de turbidez más bajos y similares. Las estaciones 2 y 4 presentan niveles intermedios de turbidez, pero no son significativamente diferentes entre sí. Esto sugiere que existen fuentes o condiciones que afectan la turbidez de manera distinta en cada estación, especialmente en la Estación 1, que podría estar expuesta a mayor contaminación o sedimentos.

#### 5.2.3.4 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA DBO5

### Analysis of Variance

| <b>Source</b> | <b>DF</b> | <b>Adj SS</b> | <b>Adj MS</b> | <b>F-Value</b> | <b>P-Value</b> |
|---------------|-----------|---------------|---------------|----------------|----------------|
| Factor        | 3         | 100.34        | 33.447        | 7.35           | 0.005          |
| Error         | 12        | 54.61         | 4.551         |                |                |
| Total         | 15        | 154.95        |               |                |                |

#### **Ilustración 35** Análisis de varianza para DBO5

El análisis de varianza realizado para los niveles de DBO5 revela diferencias estadísticamente significativas entre las estaciones de muestreo. El valor F obtenido es 7.35, con un P-Value de 0.005, lo que indica que las diferencias observadas en DBO5 entre las estaciones no son aleatorias y son estadísticamente relevantes. El análisis muestra que una buena parte de la variabilidad total de los datos se debe a las diferencias entre las estaciones, como lo indica la suma de cuadrados ajustada del factor (100.34) frente a la suma de cuadrados del error (54.61). Esto significa que el lugar de muestreo es un factor importante que afecta los niveles de DBO5.

### Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

| <u>Factor</u> | <u>N</u> | <u>Mean</u> | <u>Grouping</u> |
|---------------|----------|-------------|-----------------|
| ESTACION 1    | 4        | 7.45        | A               |
| ESTACION 4    | 4        | 2.625       | B               |
| ESTACION 3    | 4        | 1.500       | B               |
| ESTACION 2    | 4        | 1.250       | B               |

*Means that do not share a letter are significantly different.*

#### **Ilustración 36** Prueba Tukey para DBO5

La prueba de comparaciones múltiples de Tukey, se muestra que las estaciones de muestreo se agrupan en dos categorías diferentes en cuanto a sus niveles de DBO5. La Estación 1 tiene la media más alta de DBO5 (7.45) y pertenece al grupo A, lo que significa que es significativamente diferente de todas las demás estaciones, mientras que las estaciones 2, 3 y 4 tienen medias mucho más bajas (1.250, 1.500 y 2.625, respectivamente) y pertenecen al grupo B, lo que indica que no hay diferencias significativas entre ellas, pero sí son significativamente diferentes de la Estación 1.

#### 5.2.3.5 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA COLIFORMES FECALES

#### **Analysis of Variance**

| <u>Source</u> | <u>DF</u> | <u>Adj SS</u> | <u>Adj MS</u> | <u>F-Value</u> | <u>P-Value</u> |
|---------------|-----------|---------------|---------------|----------------|----------------|
| Factor        | 3         | 21182747      | 7060916       | 26.75          | 0.000          |
| Error         | 12        | 3168037       | 264003        |                |                |
| Total         | 15        | 24350784      |               |                |                |

#### **Ilustración 37** Análisis de varianza para coliformes fecales

El análisis de varianza para los coliformes fecales muestra diferencias significativas entre las estaciones de muestreo, con un valor F de 26.75 y un P-Value de 0.000, lo que confirma que las variaciones observadas no son aleatorias. La gran suma de cuadrados asociada al factor (21,182,747) indica que la mayor parte de la variabilidad en los niveles de coliformes fecales es atribuible a las diferencias entre estaciones. Esto sugiere que algunas estaciones están expuestas

a mayores fuentes de contaminación fecal, lo cual puede estar relacionado con actividades humanas o condiciones ambientales específicas en cada ubicación.

### Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

| <b>Factor</b> | <b>N</b> | <b>Mean</b> | <b>Grouping</b> |
|---------------|----------|-------------|-----------------|
| ESTACION_3    | 4        | 4125        | A               |
| ESTACION_2    | 4        | 1738        | B               |
| ESTACION_4    | 4        | 1562        | B               |
| ESTACION_1    | 4        | 1212.5      | B               |

*Means that do not share a letter are significantly different.*

#### **Ilustración 38** Prueba Tukey para coliformes fecales

Como se puede observar en la imagen anterior, muestra que la Estación 3 tiene un nivel de coliformes fecales significativamente mayor que las otras tres estaciones. Esto presenta la media más alta de coliformes fecales (4125) y pertenece al grupo A, lo que indica que es significativamente diferente de todas las demás estaciones. Las estaciones 1, 2 y 4 tienen medias más bajas de coliformes fecales (1212.5, 1738, y 1562, respectivamente) y pertenecen al grupo B, lo que indica que no hay diferencias significativas entre ellas. Este patrón podría reflejar diferentes grados de exposición a fuentes de contaminación en las estaciones, siendo la Estación 3 la más impactada.

**Tabla 14** Promedios totales de cada parámetro evaluado por estación

| PARÁMETRO          | ESTACIÓN #1 | ESTACIÓN #2 | ESTACIÓN #3 | ESTACIÓN #4 |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Coliformes fecales | 1212.5      | 1737.5      | 4125        | 1561.5      |
| DBO5               | 7.45        | 1.25        | 1.5         | 2.625       |
| Fosforos totales   | 0.6775      | 0.2325      | 0.02        | 0.0425      |
| Turbidez           | 26          | 23.25       | 21.25       | 21.75       |
| Solidos disueltos  | 1.64        | 1.555       | 2.055       | 2.4625      |
| Temperatura        | 20.675      | 22.0175     | 24.35       | 22.8525     |
| Oxigeno disueltos  | 1.64        | 1.555       | 2.055       | 2.4625      |
| Ph                 | 7.0875      | 7.7125      | 7.335       | 7.8625      |

Para el cálculo del Índice de Calidad del Agua (ICA), se emplearon las medias de los resultados obtenidos en cada estación de muestreo, ya que estas permiten representar de manera más precisa y completa el comportamiento general de los parámetros evaluados. Al realizar múltiples réplicas en cada estación, el uso de las medias facilitó la integración de los valores individuales y permitió minimizar el impacto de posibles fluctuaciones puntuales en los datos. De esta forma, se logró obtener un panorama más robusto y representativo de las condiciones del agua en cada estación, favoreciendo la consistencia y confiabilidad de los resultados finales del ICA.

## 5.4 CÁLCULO DEL ICA

Para el cálculo del Índice de Calidad del Agua (ICA), se empleó la calculadora WQI proporcionada por ENVIRAJ Consulting, ya que fue la herramienta que mejor se adaptó a los parámetros disponibles en este estudio. En otros casos, el uso de calculadoras alternativas requería datos como los niveles de nitratos y E. coli, los cuales no pudieron ser obtenidos durante el muestreo. Esta calculadora permitió realizar el cálculo del ICA utilizando los parámetros medidos, lo que facilitó una evaluación precisa de la calidad del agua. Esta estrategia permitió que el análisis se ajustara a las limitaciones de los datos recolectados, manteniendo el rigor científico y asegurando que los resultados fueran válidos y representativos del estado del recurso hídrico analizado.

La calculadora WQI de ENVIRAJ clasifica la calidad del agua en cinco rangos, que varían desde "Excelente" (91-100), donde el agua es apta para consumo humano sin tratamiento, hasta "Muy pobre" (0-10), donde el agua no es adecuada para la vida acuática, pero puede usarse para riego. Entre estos extremos, se evalúan distintos grados de tratamiento necesarios para consumo o sostenibilidad de ecosistemas, permitiendo ajustar las acciones de manejo del recurso según su estado.

| WQI                   | INTERPRETATION   |
|-----------------------|--|
| 91-100<br>(Excellent) | Water quality is exceptional, meeting all safety standards for human consumption suggested by various agencies around the world.       |
| 61-90<br>(Good)       | Water quality is good, generally safe for human consumption but may require some treatment to address minor issues.                    |
| 41-60 (Fair)          | Water quality is fair, can sustain aquatic life and ecosystems but may require significant treatment for human consumption.            |
| 11-40 (Poor)          | Water quality is poor, may be suitable for tolerant species but attention needed for sustaining sensitive aquatic life and ecosystems. |
| 0-10 (Very Poor)      | Water quality is very poor, not suitable for aquatic life and ecosystems, but it may be suitable for irrigation.                       |

*Ilustración 39 Criterios para la clasificación del ICA según la calculadora ENVIRAJ*

| NSF-WQI values | Water quality | Class |
|----------------|---------------|-------|
| 0-25           | Very bad      | I     |
| 26-50          | Bad           | II    |
| 51-70          | Medium        | III   |
| 71-90          | Good          | IV    |
| 91-100         | Excellent     | V     |

Ilustración 40 Criterios para la clasificación del ICA según la calculadora NSF

#### 5.4.1 ICA ESTACIÓN 1

Water Quality Index Calculator

pH  
7.085

TDS (mg/L)  
44

Turbidity (NTU)  
26

Dissolved Oxygen (mg/L)  
1.64

Submit data to Global WQI Map

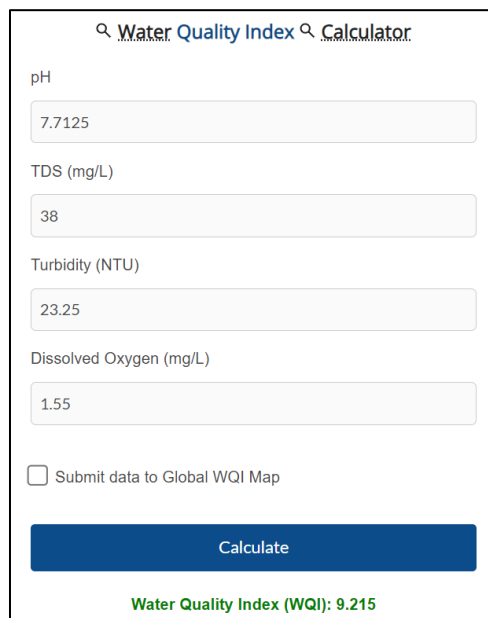
Calculate

Water Quality Index (WQI): 11.506

**Ilustración 41** Cálculo del ICA Estación 1

El resultado de 11.506 obtenido para la estación 1, según la calculadora WQI de ENVIRAJ, indica una baja calidad del agua, ubicándola en la categoría de "pobre". Esto sugiere que solo especies acuáticas tolerantes podrían sobrevivir en este medio, con limitaciones para otros usos más sensibles. Según la clasificación de la National Sanitation Foundation (NSF), este valor corresponde a la categoría "0-25: muy mala, Clase I", lo que refuerza el diagnóstico de una calidad de agua inadecuada tanto para consumo humano como para el sostenimiento de ecosistemas con especies menos resistentes.

## 5.4.2 ICA ESTACIÓN 2



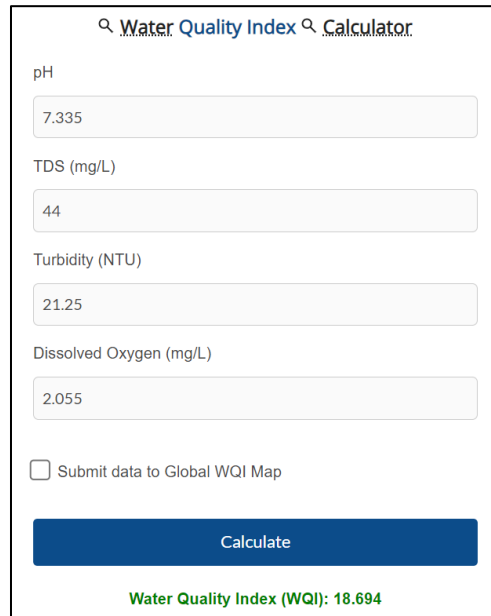
The image shows a web-based calculator for the Water Quality Index (WQI). The interface includes the following elements:

- Search bar: "Water Quality Index Calculator"
- Input fields for:
  - pH: 7.7125
  - TDS (mg/L): 38
  - Turbidity (NTU): 23.25
  - Dissolved Oxygen (mg/L): 1.55
- Checkbox: "Submit data to Global WQI Map" (unchecked)
- Button: "Calculate" (blue)
- Result: "Water Quality Index (WQI): 9.215" (green text)

**Ilustración 42** Cálculo del ICA Estación 2

El resultado de 9.215 obtenido para la estación 2 refleja una calidad de agua aún más deficiente que la de la estación 1, ubicándose en el rango de "muy pobre" según la calculadora WQI de ENVIRAJ. Este valor, de acuerdo con la escala de la National Sanitation Foundation (NSF), corresponde a la categoría "0-25: muy mala, Clase I", lo que indica que el agua no es adecuada para la vida acuática, excepto para especies altamente tolerantes. Además, este nivel de calidad es inadecuado para la mayoría de los usos, incluyendo el consumo humano.

### 5.4.3 ICA ESTACIÓN 3



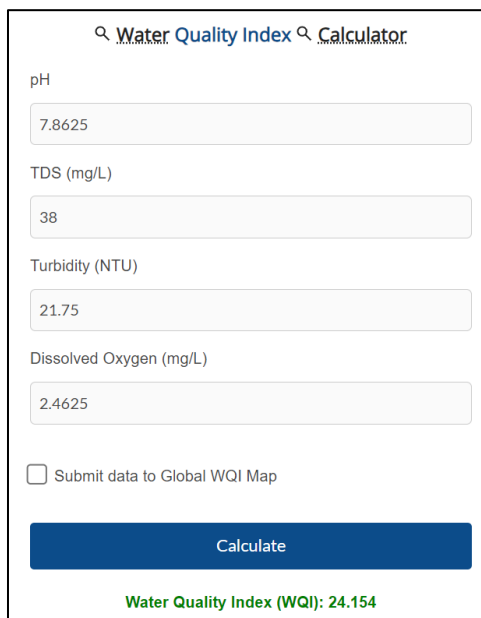
The image shows a web-based calculator for the Water Quality Index (WQI). The interface includes the following elements:

- Search bar: "Water Quality Index Calculator"
- Input fields for:
  - pH: 7.335
  - TDS (mg/L): 44
  - Turbidity (NTU): 21.25
  - Dissolved Oxygen (mg/L): 2.055
- Checkbox: "Submit data to Global WQI Map" (unchecked)
- Button: "Calculate"
- Result: "Water Quality Index (WQI): 18.694" (displayed in green text)

**Ilustración 43** Cálculo del ICA Estación 3

El resultado de 18.694 para la estación 3 muestra una leve mejora en comparación con las estaciones anteriores; sin embargo, la calidad del agua sigue siendo deficiente. Según el WQI de ENVIRAJ se clasifica este valor como "pobre", lo que indica que, aunque ha habido una ligera mejora en la calidad, el agua solo es adecuada para especies acuáticas muy tolerantes. Este resultado también cae dentro del rango "0-25: muy mala, Clase I" según la escala de la National Sanitation Foundation (NSF), lo que confirma que el agua sigue sin ser adecuada para la mayoría de los usos sensibles, como el consumo humano o el mantenimiento de ecosistemas delicados.

#### 5.4.4 ICA ESTACIÓN 4



The image shows a web-based calculator for the Water Quality Index (WQI). The interface includes the following elements:

- Search bar: "Water Quality Index Calculator"
- Input fields for:
  - pH: 7.8625
  - TDS (mg/L): 38
  - Turbidity (NTU): 21.75
  - Dissolved Oxygen (mg/L): 2.4625
- Checkbox: "Submit data to Global WQI Map" (unchecked)
- Button: "Calculate"
- Result: "Water Quality Index (WQI): 24.154" (displayed in green text)

**Ilustración 44** Ilustración 24 Cálculo del ICA Estación 4

El ICA en la estación 4 mejoró significativamente en comparación con las estaciones anteriores, pero el resultado de 24.154 no fue suficiente para clasificar el agua como de buena calidad. El valor se encuentra en la categoría "pobre" según la calculadora WQI de ENVIRAJ, lo que indica que solo algunas especies tolerantes pueden prosperar en este entorno. El agua sigue en el rango "0-25: muy mala, Clase I" según la escala de la National Sanitation Foundation (NSF), lo que indica que, a pesar del progreso, el recurso hídrico sigue siendo inapropiado para usos sensibles como el consumo humano o el sostenimiento de ecosistemas más vulnerables.

## 5.5 VALIDACIÓN DEL ESTUDIO

El proceso de validación de la investigación fue esencial para garantizar la calidad, precisión y confiabilidad de los resultados obtenidos. Se implementaron dos enfoques principales para validar tanto los procedimientos como los resultados del estudio: el pilotaje y la triangulación por expertos. Estos métodos permitieron asegurar que cada fase de la investigación estuviera respaldada por técnicas adecuadas y por el conocimiento de profesionales con experiencia en los campos relevantes.

### 5.5.1 PILOTAJE

El pilotaje se llevó a cabo como una fase preliminar del estudio, diseñada para evaluar las condiciones en las que se realizaría el muestreo y garantizar que las técnicas utilizadas fueran apropiadas para los objetivos de la investigación. Este proceso fue fundamental para identificar posibles problemas o ajustes que debían realizarse antes de proceder con la toma de muestras definitiva. Se consideraron tanto las características del entorno como la metodología empleada, asegurando que el estudio fuera lo más representativo posible de la realidad del Río Guacerique.

#### 5.5.1.1 Pilotaje de las Estaciones de Muestreo

El pilotaje en las estaciones de muestreo implicó una verificación exhaustiva de las condiciones físicas y ambientales en las áreas seleccionadas para el estudio. Se llevó a cabo una evaluación detallada de los puntos de acceso a las estaciones, asegurando que el equipo pudiera realizar el muestreo de manera segura y eficiente. Además, se evaluaron factores críticos como la corriente del agua, la profundidad del río y la ubicación de las estaciones con respecto al flujo del río.

El objetivo de esta fase fue determinar si las condiciones ambientales eran idóneas para la recolección de muestras representativas del Río Guacerique. Por ejemplo, en estaciones donde la corriente era demasiado fuerte, se identificó un riesgo de que las muestras fueran alteradas debido al flujo elevado de agua, lo que podría afectar los parámetros medidos, como la concentración de nutrientes y contaminantes. Se seleccionaron zonas de menor corriente para minimizar esta influencia, y se verificó que la profundidad en estas zonas fuera suficiente para obtener muestras de calidad, sin alteraciones por sedimentación superficial o interferencias ambientales.

Además, se hizo un análisis del entorno en términos de accesibilidad y seguridad, lo cual fue clave para garantizar que el equipo pudiera trabajar de manera eficiente sin comprometer la calidad de las muestras o la seguridad de los investigadores. Este análisis incluyó la identificación de puntos donde la profundidad y la corriente permitían un acceso seguro al equipo de muestreo, evitando áreas de riesgo que pudieran afectar tanto el proceso como la integridad de las muestras.

**Tabla 15** Aprendizaje Posterior al Pilotaje en Estaciones de Muestreo

| No. | Aspecto Evaluado   | Nivel de aprendizaje |            |      |
|-----|--|----------------------|------------|------|
|     |  | Bajo                 | Intermedio | Alto |
| 1   | Verificación de condiciones físicas y ambientales en las áreas seleccionadas para el estudio             |                      |            | ✓    |
| 2   | Evaluación detallada de los puntos de acceso a las estaciones de muestreo                                |                      |            | ✓    |
| 3   | Evaluación de factores como la corriente del agua, profundidad del río y ubicación respecto al flujo     |                      |            | ✓    |
| 4   | Identificación de riesgos en estaciones con corrientes demasiado fuertes                                 |                      |            | ✓    |
| 5   | Selección de zonas de menor corriente para minimizar la alteración de las muestras                       |                      |            | ✓    |
| 6   | Verificación de que la profundidad de las zonas seleccionadas es suficiente para evitar alteraciones     |                      |            | ✓    |
| 7   | Análisis de accesibilidad y seguridad en las zonas de muestreo   |                      |            | ✓    |
| 8   | Identificación de puntos con condiciones óptimas de corriente y profundidad para acceso seguro al equipo |                      |            | ✓    |

### 5.5.1.2 PILOTAJE EN EL MUESTREO

El pilotaje en el proceso de muestreo fue supervisado y guiado por un técnico especializado de un laboratorio Estatal, quien aportó conocimientos sobre las mejores prácticas para la recolección de muestras de agua en cuerpos de agua como el Río Guacerique. Durante esta fase, se implementaron varias técnicas avanzadas de muestreo, como el triple lavado de los recipientes, para garantizar que las muestras no estuvieran contaminadas y representaran con precisión las condiciones del agua.

Se realizó una verificación cuidadosa de cada procedimiento utilizado durante la recolección de muestras. El equipo fue instruido para buscar zonas profundas donde los recipientes de muestreo pudieran sumergirse completamente, evitando la formación de burbujas de aire en el interior de los botes, un aspecto crítico en el muestreo de demanda bioquímica de oxígeno (DBO5). La presencia de burbujas podría alterar los valores medidos, lo que afectaría la precisión de los resultados obtenidos para este parámetro clave en la calidad del agua.

Asimismo, se identificaron áreas donde la corriente del río no era excesivamente fuerte, lo que podría distorsionar los valores de los parámetros medidos. En estas áreas, se pudo realizar el muestreo de manera controlada, asegurando que los valores de las muestras fueran representativos de las condiciones naturales del río y no estuvieran alterados por el movimiento del agua. Mientras el equipo realizaba estas actividades, el técnico supervisaba cada paso del proceso, proporcionando retroalimentación en tiempo real y verificando que se cumpliera con los estándares establecidos para el muestreo.

**Tabla 16** Aprendizaje Posterior al Pilotaje

| Aspecto Evaluado   | Aprendido | Intermedio | No Aprendido |
|--|-----------|------------|--------------|
| Uso triple lavado para envases de muestras                     | ✓         |            |              |
| Recolección de muestras estériles                              | ✓         |            |              |
| Técnica de muestreo sin burbujas para DBO5                     | ✓         |            |              |
| Toma de muestras contra corriente                              | ✓         |            |              |
| Determinación de la profundidad adecuada para toma de muestras | ✓         |            |              |
| Medición de pH y oxígeno disuelto in-situ                      | ✓         |            |              |
| Aprendizaje en el uso de turbidímetro                          | ✓         |            |              |
| Conservación de muestras y traslado                            | ✓         |            |              |
| Uso de instrumentos de laboratorio y herramientas calibradas   | ✓         |            |              |

#### 5.4.2 TRIANGULACIÓN POR EXPERTOS

La triangulación por expertos fue un componente central del proceso de validación de la investigación. Este enfoque consistió en consultar a seis especialistas en distintos campos relacionados con el estudio, quienes revisaron y proporcionaron retroalimentación sobre las diferentes fases del proceso investigativo. El objetivo fue asegurar que cada aspecto del estudio estuviera alineado con las mejores prácticas y respaldado por el conocimiento de profesionales altamente capacitados.

Para la comprensión general de los cuerpos de agua y los parámetros ambientales medidos, se contó con la asesoría de dos expertos: una ingeniera ambiental y un doctor en microbiología. Ambos revisaron los fundamentos teóricos del estudio, evaluaron la elección de los parámetros monitoreados, y verificaron que la metodología utilizada fuera adecuada para estudiar el comportamiento del Río Guacerique. La ingeniera ambiental proporcionó insights sobre la dinámica de los cuerpos de agua en zonas urbanas y su interacción con factores de

contaminación, mientras que el doctor en microbiología revisó los aspectos relacionados con la calidad microbiológica del agua.

En cuanto a la toma de muestras, se contó nuevamente con la asesoría del doctor en microbiología, así como de un técnico especializado de un laboratorio estatal. Este último aportó una visión práctica sobre las técnicas de muestreo, verificando que los métodos empleados cumplieran con los estándares establecidos para estudios de calidad del agua. Su revisión incluyó una evaluación de la selección de puntos de muestreo, las técnicas de recolección, y las prácticas utilizadas para evitar la contaminación de las muestras.

Para la validación de las pruebas de laboratorio, se consultó a dos ingenieros químicos, quienes revisaron los procedimientos empleados para el análisis de las muestras. Su rol fue fundamental para asegurar que las técnicas analíticas fueran apropiadas y precisas, y que los equipos utilizados estuvieran calibrados correctamente. Además, los ingenieros químicos verificaron que las metodologías empleadas para medir parámetros como los niveles de nitratos y la DBO5 fueran confiables y estuvieran alineadas con los protocolos internacionales.

Finalmente, el análisis estadístico fue validado por un ingeniero especializado en el tratamiento de datos ambientales. Este experto revisó el procesamiento de los datos obtenidos en el muestreo y la forma en que se realizaron los análisis estadísticos. Su revisión incluyó una evaluación de las técnicas estadísticas empleadas para interpretar los resultados y asegurar que las conclusiones fueran sólidas y representativas de la realidad observada. La triangulación por expertos proporcionó una validación exhaustiva de los procedimientos, técnicas y resultados de la investigación, asegurando la calidad y fiabilidad del estudio.

## VI. CONCLUSIONES

### 6.1 CONCLUSIONES ESPECÍFICAS

1. Los niveles de pH en todas las estaciones muestreadas (estaciones 1 a 4) fueron analizados y se demostró que los valores estaban significativamente por encima del umbral mínimo de 6.5. Esto demuestra que todas las estaciones cumplen con los requisitos de calidad del agua para el pH. Por lo tanto, el agua en estas estaciones cumple con las normas locales y no presenta riesgo de acidificación. Este resultado es beneficioso porque un pH adecuado es fundamental para mantener la salud de los organismos acuáticos y la estabilidad del ecosistema acuático.
2. Los hallazgos de la investigación indican que los niveles de oxígeno disuelto en todas las estaciones están significativamente por debajo del estándar de 5 mg/L, lo que indica una falta significativa en la concentración de oxígeno requerida para una vida acuática saludable. Además, los niveles de turbidez en las estaciones 3 y 4 exceden ampliamente el límite de 1 NTU, lo que indica graves problemas de calidad del agua que podrían afectar negativamente la salud pública y los ecosistemas acuáticos. Esto destaca la urgencia de realizar acciones para mejorar la calidad del agua en estas zonas.
3. El cálculo del Índice de Calidad del Agua (ICA) con la calculadora WQI de ENVIRAJ muestra que el agua del Río Guacerique es deficiente en todas las estaciones muestreadas: Estación 1 (ICA de 11.506), Estación 2 (ICA de 9.215), y Estación 3 (ICA de 18.694) se clasifican como "pobre", mientras que la Estación 4 (ICA de 24.154) aún cae en la categoría de "pobre". Estos resultados, equivalentes a "0-25: muy mala, Clase I" según la National Sanitation Foundation (NSF), indican que el agua no es apta para el consumo humano ni para la mayoría de los usos sensibles, destacando la necesidad urgente de mejorar la calidad del recurso hídrico.
4. La validación del estudio, empleando métodos de pilotaje y triangulación por expertos, ha garantizado la calidad, precisión y fiabilidad de los procedimientos y resultados obtenidos. El pilotaje permitió ajustar las técnicas de muestreo y las condiciones del entorno, asegurando que las muestras recolectadas fueran representativas. La triangulación por expertos, que incluyó la revisión de especialistas en ingeniería ambiental, microbiología, química y análisis estadístico, validó los métodos y análisis utilizados, confirmando que el estudio sigue las

mejores prácticas y estándares internacionales. Este enfoque integral asegura que los resultados de la investigación sean sólidos y confiables.

## 6.2 CONCLUSIÓN GENERAL

El análisis exhaustivo de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del Río Guacerique, complementado por el uso de herramientas de Diseño de Experimentos, ha permitido identificar y caracterizar las fuentes de contaminación presentes en el cuerpo de agua. Los resultados revelan una variabilidad significativa en los parámetros medidos a lo largo de las diferentes estaciones de muestreo. Los valores de pH oscilaron entre 7.05 y 7.92, con las estaciones #2 y #4 mostrando las lecturas más alcalinas, posiblemente debido a la influencia de materiales alcalinos o condiciones naturales específicas.

La temperatura del agua varió de 20.50°C a 24.63°C, mostrando un patrón de incremento hacia las estaciones más expuestas al sol. Este cambio térmico podría influir en la actividad biológica y química del río, afectando la calidad del agua. En términos de oxígeno disuelto, las concentraciones variaron de 1.58 mg/L en las estaciones más contaminadas a 2.49 mg/L en la estación menos afectada, lo que indica un posible consumo de oxígeno por materia orgánica en descomposición.

Los sólidos sedimentables se mantuvieron constantes a 0.1 mL en todas las estaciones, sugiriendo una baja variabilidad en la sedimentación. La turbidez mostró los niveles más altos en la estación #1 (26 NTU), correlacionados con una mayor presencia de partículas suspendidas y actividad humana intensa. En cuanto a la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), se detectaron niveles elevados en la estación #1 (hasta 10.1 mg/L), indicando una alta carga de materia orgánica, mientras que las otras estaciones presentaron valores menores.

Los niveles de coliformes fecales alcanzaron hasta 5000 UFC/100 mL en la estación #3, señalando una alta contaminación fecal, atribuible a descargas de aguas residuales y actividades agrícolas cercanas. En contraste, la estación #4 mostró los niveles más bajos de coliformes fecales, con un mínimo de 946 UFC/100 mL. Estos hallazgos destacan la necesidad de implementar medidas de gestión y control para reducir la contaminación en el Río Guacerique y mejorar la calidad del agua para la salud pública y el ecosistema.

## VII. RECOMENDACIONES

### 7.1 RECOMENDACIONES DE INVESTIGACIÓN

- Realizar un mapeo detallado de la zona de muestreo es crucial para conocer a fondo el cuerpo de agua antes de comenzar el pilotaje. Esto implica identificar fuentes potenciales de contaminación, características geográficas, y factores ambientales que puedan influir en la calidad del agua, como la topografía y el uso de suelo. Tener un conocimiento completo del área permite establecer una estrategia de muestreo más precisa y focalizada, optimizando la recolección de datos y mejorando la fiabilidad de los resultados obtenidos en los análisis posteriores.
- Investigar y seleccionar laboratorios acreditados para realizar las pruebas de calidad del agua es una tarea fundamental. Es vital conocer los métodos analíticos específicos que utilizan, así como sus límites de detección y precisión para garantizar la validez de los resultados. Asegurarse de que los laboratorios cumplan con los estándares internacionales permite comparar los resultados de manera confiable con estudios anteriores o con normas vigentes, lo que fortalece la calidad científica del análisis y su aplicabilidad en la toma de decisiones.
- Garantizar que el equipo encargado del muestreo esté correctamente capacitado en las técnicas de recolección y manejo de muestras es esencial para evitar errores en los datos. El personal debe estar entrenado en el uso adecuado de los equipos de medición y recolección, así como en la prevención de contaminaciones que puedan afectar los resultados. Una adecuada formación del equipo no solo mejora la precisión del muestreo, sino que también asegura la integridad de las muestras durante su transporte y análisis en el laboratorio.
- Mantener una documentación exhaustiva de todos los procedimientos empleados durante el muestreo y el análisis es indispensable para garantizar la transparencia y calidad del estudio. Los registros deben incluir detalles sobre el equipo utilizado, las condiciones ambientales al momento del muestreo y los métodos analíticos aplicados. Esta información es vital para facilitar la replicación del estudio en investigaciones futuras y permite una verificación rigurosa de los resultados obtenidos, asegurando la validez científica del trabajo realizado.

## 7.2 RECOMENDACIONES PARA EL RUBRO

- Para mejorar la precisión y la confiabilidad de los estudios sobre la calidad del agua, es importante desarrollar y mantener protocolos de calidad rigurosos y métodos estandarizados. Estos deben abarcar desde la toma de muestras hasta el análisis y la interpretación de datos. La implementación de métodos estandarizados asegura que los resultados sean comparables a nivel nacional e internacional y facilita la replicación de los estudios. La formación continua del personal en estas técnicas y la calibración regular del equipo son fundamentales para mantener la integridad de los datos.
- La adopción de tecnología avanzada, como sensores remotos, plataformas de monitoreo en tiempo real y técnicas analíticas modernas, puede mejorar significativamente la capacidad para detectar y analizar contaminantes en cuerpos de agua. Estas tecnologías permiten una vigilancia continua y detallada de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, proporcionando datos más precisos y actualizados. Además, la integración de sistemas de información geográfica puede ayudar a mapear y analizar las fuentes de contaminación de manera más efectiva.
- Invertir en la formación y el desarrollo de habilidades técnicas del personal involucrado en la investigación y gestión de la calidad del agua es esencial. Esto incluye capacitar a los investigadores en nuevas metodologías, técnicas de muestreo y análisis, así como en el uso de tecnología avanzada. El fortalecimiento de las capacidades técnicas no solo mejora la calidad de los estudios, sino que también contribuye a una respuesta más eficaz ante problemas de contaminación.

## **VII APLICABILIDAD / IMPLEMENTACION**

La aplicabilidad de este estudio se fundamenta en su capacidad para proporcionar una base científica sólida para la gestión y mejora de la calidad del agua en el río Guacerique. Al analizar detalladamente los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, se ha logrado identificar y caracterizar las principales fuentes de contaminación presentes en el río. Esta identificación permite, no solo entender el estado actual del agua, sino también evaluar el impacto que las diferentes actividades humanas y naturales están teniendo sobre la calidad del recurso; facilitando la toma de decisiones informadas para mitigar los efectos de la contaminación y establecer estrategias más eficientes de control y remediación.

Asimismo, los resultados obtenidos proporcionan información clave para diseñar e implementar estrategias de tratamiento adaptadas a las condiciones específicas del río Guacerique. Asegurando que las intervenciones no solo se enfoquen en reducir los niveles de contaminantes, sino que también se ajusten a las características dinámicas del río, considerando aspectos como la corriente y la actividad antropogénica en cada zona. Este enfoque localizado permite optimizar los recursos disponibles y maximizar el impacto de las acciones correctivas.

Una contribución importante de este estudio es que ofrece una metodología robusta y replicable para la evaluación de cuerpos de agua. Su base en el Índice de Calidad del Agua (ICA) y en técnicas avanzadas de análisis estadístico, no solo es aplicable en el contexto del río Guacerique, sino que también puede ser utilizada en otros cuerpos de agua que enfrentan problemas similares. Ofreciendo un enfoque estandarizado y validado, el estudio facilita la comparabilidad de resultados y permite que los gestores de recursos hídricos en otras regiones puedan aplicar las mismas técnicas y obtener datos confiables para sus respectivos ecosistemas acuáticos.

## **IX EVOLUCION DE TRABAJO ACTUAL / TRABAJO FUTURO**

La investigación actual sobre la calidad del agua del río Guacerique ha permitido identificar no solo los niveles de contaminación presentes, sino también las fuentes que contribuyen a esta problemática. A través de un análisis exhaustivo de parámetros físico-químicos y microbiológicos, se han desarrollado recomendaciones específicas para mitigar los impactos negativos en la salud pública y el medio ambiente. Este trabajo ha sentado las bases para una mejor comprensión de la situación hídrica en Tegucigalpa, destacando la necesidad de implementar estrategias de gestión sostenibles y efectivas.

Mirando hacia el futuro, se plantea la necesidad de realizar estudios adicionales que aborden la dinámica de la contaminación a lo largo del tiempo, considerando factores como el crecimiento poblacional, el desarrollo urbano y el cambio climático. Estos estudios podrían incluir un enfoque más amplio que involucre la participación comunitaria en la monitorización de la calidad del agua, así como la implementación de tecnologías innovadoras para el tratamiento y purificación del agua. Además, se sugiere la creación de políticas públicas que fomenten la conservación de las cuencas hidrográficas y la regulación de actividades industriales y agrícolas que impacten negativamente en la calidad del agua.

Mientras el trabajo actual proporciona una base sólida para la comprensión de la calidad del agua del río Guacerique, las investigaciones futuras deben centrarse en soluciones integrales que garanticen la sostenibilidad del recurso hídrico y protejan la salud de las comunidades locales. Es fundamental que estos estudios no solo aborden la calidad del agua, sino que también consideren aspectos socioeconómicos y ambientales que influyen en la gestión de los recursos hídricos. Esto implica promover la educación y concienciación de la población sobre la importancia de conservar las fuentes de agua y participar activamente en su monitoreo y protección.

## ANEXOS

**Tabla 17:** Normas de calidad para descarga de aguas residuales en cuerpos receptores

| <b>NORMAS DE CALIDAD PARA DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES EN CUERPOS RECEPTORES</b>  |  |
|---|--|
| <b>GRUPO A</b><br><br><b>PARÁMETRO</b><br><br>Temperatura<br>Color<br>pH<br>Volumen Descargado receptor.                                | <b>CONCENTRACION MÁXIMA PERMISIBLE</b><br><br>< 25.00 Grados Centígrados<br>< 200.00 UC<br>6.00 a 9.00<br>< 10% del caudal o volumen promedio del cuerpo |
| <b>GRUPO B</b><br><br><b>PARÁMETRO</b><br><br>Sólidos Sedimentales (S.Sed)<br>Sólidos Suspendedos (S.Sus)<br>Material Flotante y Espuma | <b>CONCENTRACION MÁXIMA PERMISIBLE</b><br><br>1.00 ml/l/h<br>100.00 mg/l<br>AUSENTE  |
| <b>GRUPO C</b><br><br><b>PARÁMETRO</b><br><br>DBO<br>DQO<br>Grasas y Aceites  | <b>CONCENTRACION MÁXIMA PERMISIBLE</b><br><br>50.00 mg/l<br>200.00 mg/l<br>10.00 mg/l  |
| <b>GRUPO D</b><br><br><b>PARÁMETRO</b><br><br>Nitrógeno Total Kjeldahl<br>Nitrógeno Amoniacal<br>Fósforo Total<br>Sulfuros              | <b>CONCENTRACION MÁXIMA PERMISIBLE</b><br><br>30.00 mg/l<br>20.00 mg/l<br>5.00 mg/l<br>0.25 mg/l   |

Elaboración: Norma Técnica Nacional para la Calidad de Agua Residuales

## Anexo 1 Resultado de DBO5 Punto 1 Muestra 1

**INFORME DE ENSAYOS**

Laboratorio de Análisis Industriales MQ

Teléfono: (504) 2221-0242 / 3362-5025

Correo electrónico: info@labmq.com / laboratoriomq@gmail.com

Colonia Matamoros frente al Centro Nacional del Diabético, Tegucigalpa Honduras.

Código: RT-26

Versión: Cuarta

Página 1 de 1

Correlativo: 28598-1



|  |   |
|--|---|
| Cliente: Maria José Obando                 | Tipo de muestra: Agua superficial                 |
| Contacto: Maria José Obando                | Punto de toma de muestra: P1M1                    |
| Dirección: No indicado por el cliente      | Responsable de toma de muestra: Maria José Obando |
| Teléfono: No indicado por el cliente       | Fecha de toma de muestra: 16/08/2024              |
| Fecha de recibido: 16/08/2024              | Hora de toma de muestra: N/A                      |
| Fecha de análisis: 16/08/2024 - 22/08/2024 | Entregado por: Maria José Obando                  |
| Fecha de informe: 26/08/2024               | Número de Muestras: 1                             |
| No laboratorio: 110529                     | Cantidad de Muestra: 1 litro                      |
| Preservación: Apto                         | Tipo de envase: Plástico                          |

| ANALISIS     | RESULTADO | UNIDADES | METODO ANALISIS |
|--------------|-----------|----------|-----------------|
| DBO5 Total * | 10,1      | mg/L     | ME 5210-D       |

Observaciones: Esta es una enmienda del informe original crr 28598.

\* Ensayo acreditado [consultar alcance de acreditación en https://sde.gob.hn/oha/](https://sde.gob.hn/oha/)

\*\* Ensayo no acreditado



| ENSAYO | Incertidumbre k=2 Límite de confianza 95 % |
|--------|--|
| DBO5*  | ± 1,5 mg/L                                 |

ME: Método de Ensayo Según el Text Standard Methods for Examination of Water and Waste Water 24ND Edition

Firma Responsable  
 Ing. Nadezda Chané

El material bajo análisis se conservará en custodia por el Laboratorio 24 h después de entregado el presente informe para cualquier observación de su parte.  
 Estos análisis, opiniones o interpretaciones están basados en material proporcionado por el cliente. Este documento es de uso exclusivo y confidencial del mismo. No se permite la reproducción parcial ni total de este informe RTNMQ 08019995332108

## Anexo 2 Resultado de DBO5 Punto 1 Muestra 2

### INFORME DE ENSAYOS

Laboratorio de Análisis Industriales MQ

Teléfono: (504) 2221-0242 / 3362-5025

Correo electrónico: info@labmq.com / laboratoriomq@gmail.com

Colonia Matamoras frente al Centro Nacional del Diabético, Tegucigalpa Honduras.

Código: RT-26

Versión: Cuarta

Página 1 de 1

Correlativo: 28598-1



|  |   |
|--|---|
| Cliente: Maria José Obando                 | Tipo de muestra: Agua superficial                 |
| Contacto: Maria José Obando                | Punto de toma de muestra: P1M2                    |
| Dirección: No indicado por el cliente      | Responsable de toma de muestra: Maria José Obando |
| Teléfono: No indicado por el cliente       | Fecha de toma de muestra: 16/08/2024              |
| Fecha de recibido: 16/08/2024              | Hora de toma de muestra: N/A                      |
| Fecha de análisis: 16/08/2024 - 22/08/2024 | Entregado por: Maria José Obando                  |
| Fecha de informe: 26/08/2024               | Número de Muestras: 1                             |
| No laboratorio: 110530                     | Cantidad de Muestra: 1 litro                      |
| Preservación: Apto                         | Tipo de envase: Plástico                          |

| ANALISIS     | RESULTADO | UNIDADES | METODO ANALISIS |
|--------------|-----------|----------|-----------------|
| DBO5 Total * | 8,1       | mg/L     | ME 5210-D       |

Observaciones: Esta es una enmienda del informe original crr 28598.

\* Ensayo acreditado [consultar alcance de acreditación en https://sde.gob.hn/oha/](https://sde.gob.hn/oha/)

\*\* Ensayo no acreditado



| ENSAYO | Incertidumbre k=2 Límite de confianza 95 % |
|--------|--|
| DBO5*  | ± 1,2 mg/L                                 |

ME: Método de Ensayo Según el Text Standard Methods for Examination of Water and Waste Water 24ND Edition

Firma Responsable  
 Ing. Nadezda Chang

El material bajo análisis se conservará en custodia por el Laboratorio 24 h después de entregado el presente informe para cualquier observación de su parte.  
 Estos análisis, opiniones o interpretaciones están basados en material proporcionado por el cliente. Este documento es de uso exclusivo y confidencial del mismo. No se permite la reproducción parcial ni total de este informe RTNMQ 08019995332108

### Anexo 3 Resultado de DBO5 Punto 1 Muestra 3

**INFORME DE ENSAYOS**

Laboratorio de Análisis Industriales MQ  
 Teléfono: (504) 2221-0242 / 3362-5025  
 Correo electrónico: info@labmq.com / laboratoriomq@gmail.com  
 Colonia Matamoros frente al Centro Nacional del Diabético, Tegucigalpa Honduras.

Código: RT-26  
 Versión: Cuarta  
 Página 1 de 1  
 Correlativo: 28598-1



|  |   |
|--|---|
| Cliente: Maria José Obando                 | Tipo de muestra: Agua superficial                 |
| Contacto: Maria José Obando                | Punto de toma de muestra: P1M3                    |
| Dirección: No indicado por el cliente      | Responsable de toma de muestra: Maria José Obando |
| Teléfono: No indicado por el cliente       | Fecha de toma de muestra: 16/08/2024              |
| Fecha de recibido: 16/08/2024              | Hora de toma de muestra: N/A                      |
| Fecha de análisis: 16/08/2024 - 22/08/2024 | Entregado por: Maria José Obando                  |
| Fecha de informe: 26/08/2024               | Número de Muestras: 1                             |
| No laboratorio: 110531                     | Cantidad de Muestra: 1 litro                      |
| Preservación: Apto                         | Tipo de envase: Plástico                          |

| ANALISIS     | RESULTADO | UNIDADES | METODO ANALISIS |
|--------------|-----------|----------|-----------------|
| DBO5 Total * | 1,6       | mg/L     | ME 5210-D       |

Observaciones: Esta es una enmienda del informe original crr 28598.

\* Ensayo acreditado [consultar alcance de acreditación en https://sde.gob.hn/oha/](https://sde.gob.hn/oha/)

\*\* Ensayo no acreditado



| ENSAYO | Incertidumbre k=2 Límite de confianza 95 % |
|--------|--|
| DBO5 * | ± 0,2 mg/L                                 |

ME: Método de Ensayo Según el Text Standard Methods for Examination of Water and Waste Water 24ND Edition

Firma Responsable  
 Ing. Nadezda Chang

El material bajo análisis se conservará en custodia por el Laboratorio 24 h después de entregado el presente informe para cualquier observación de su parte. Estos análisis, opiniones o interpretaciones están basados en material proporcionado por el cliente. Este documento es de uso exclusivo y confidencial del mismo. No se permite la reproducción parcial ni total de este informe RTNMQ 08019995332108

## Anexo 4 Resultado de DBO5 Punto 1 Muestra 4

### INFORME DE ENSAYOS

Laboratorio de Análisis Industriales MQ

Teléfono: (504) 2221-0242 / 3362-5025

Correo electrónico: info@labmq.com / laboratoriomq@gmail.com

Colonia Matamoros frente al Centro Nacional del Diabético, Tegucigalpa Honduras.

Código: RT-26

Versión: Cuarta

Página 1 de 1

Correlativo: 28598-1



|  |   |
|--|---|
| Cliente: Maria José Obando                 | Tipo de muestra: Agua superficial                 |
| Contacto: Maria José Obando                | Punto de toma de muestra: P1M4                    |
| Dirección: No indicado por el cliente      | Responsable de toma de muestra: Maria José Obando |
| Teléfono: No indicado por el cliente       | Fecha de toma de muestra: 16/08/2024              |
| Fecha de recibido: 16/08/2024              | Hora de toma de muestra: N/A                      |
| Fecha de análisis: 16/08/2024 - 22/08/2024 | Entregado por: Maria José Obando                  |
| Fecha de informe: 26/08/2024               | Número de Muestras: 1                             |
| No laboratorio: 110532                     | Cantidad de Muestra: 1 litro                      |
| Preservación: Apto                         | Tipo de envase: Plástico                          |

| ANALISIS     | RESULTADO | UNIDADES | METODO ANALISIS |
|--------------|-----------|----------|-----------------|
| DBO5 Total * | 10,0      | mg/L     | ME 5210-D       |

Observaciones: Esta es una enmienda del informe original crr 28598.

\* Ensayo acreditado consultar alcance de acreditación en <https://sde.gob.hn/oha/>

\*\* Ensayo no acreditado



| ENSAYO | Incertidumbre k=2 Limite de confianza 95 % |
|--------|--|
| DBO5*  | ± 1,5 mg/L                                 |

ME: Método de Ensayo Según el Text Standard Methods for Examination of Water and Waste Water 24ND Edition

Firma Responsable  
 Ing. Nadéza Chang

El material bajo análisis se conservará en custodia por el Laboratorio 24 h después de entregado el presente informe para cualquier observación de su parte. Estos análisis, opiniones o interpretaciones están basados en material proporcionado por el cliente. Este documento es de uso exclusivo y confidencial del mismo. No se permite la reproducción parcial ni total de este informe RTNMQ 08019995332108

## Anexo 5 Resultado de DBO5 Punto 2 Muestra 1

**INFORME DE ENSAYOS**

Laboratorio de Análisis Industriales MQ

Teléfono: (504) 2221-0242 / 3362-5025

Correo electrónico: info@labmq.com / laboratoriomq@gmail.com

Colonia Matamoros frente al Centro Nacional del Diabético, Tegucigalpa Honduras.

Código: RT-26

Versión: Cuarta

Página 1 de 1

Correlativo: 28598-1



|  |   |
|--|---|
| Cliente: Maria José Obando                 | Tipo de muestra: Agua superficial                 |
| Contacto: Maria José Obando                | Punto de toma de muestra: P2M1                    |
| Dirección: No indicado por el cliente      | Responsable de toma de muestra: Maria José Obando |
| Teléfono: No indicado por el cliente       | Fecha de toma de muestra: 16/08/2024              |
| Fecha de recibido: 16/08/2024              | Hora de toma de muestra: N/A                      |
| Fecha de análisis: 16/08/2024 - 22/08/2024 | Entregado por: Maria José Obando                  |
| Fecha de informe: 26/08/2024               | Número de Muestras: 1                             |
| No laboratorio: 110533                     | Cantidad de Muestra: 1 litro                      |
| Preservación: Apto                         | Tipo de envase: Plástico                          |

| ANALISIS     | RESULTADO | UNIDADES | METODO ANALISIS |
|--------------|-----------|----------|-----------------|
| DBO5 Total * | < 1       | mg/L     | ME 5210-D       |

Observaciones: Esta es una enmienda del informe original crr 28598.

\* Ensayo acreditado [consultar alcance de acreditación en https://sde.gob.hn/oha/](https://sde.gob.hn/oha/)

\*\* Ensayo no acreditado



ME: Método de Ensayo Según el Text Standard Methods for Examination of Water and Waste Water 24ND Edition

Firma Responsable  
 Ing. Nadezda Chang

El material bajo análisis se conservará en custodia por el Laboratorio 24 h después de entregado el presente informe para cualquier observación de su parte.  
 Estos análisis, opiniones o interpretaciones están basados en material proporcionado por el cliente. Este documento es de uso exclusivo y confidencial del mismo. No se permite la reproducción parcial ni total de este informe RTNMQ 08019995332108

## Anexo 6 Resultado de DBO5 Punto 2 Muestra 2

**INFORME DE ENSAYOS**

Laboratorio de Análisis Industriales MQ

Teléfono: (504) 2221-0242 / 3362-5025

Correo electrónico: [info@labmq.com](mailto:info@labmq.com) / [laboratoriomq@gmail.com](mailto:laboratoriomq@gmail.com)

Colonia Matamoros frente al Centro Nacional del Diabético, Tegucigalpa Honduras.

Código: RT-26

Versión: Cuarta

Página 1 de 1

Correlativo: 28598-1



|  |   |
|--|---|
| Cliente: Maria José Obando                 | Tipo de muestra: Agua superficial                 |
| Contacto: Maria José Obando                | Punto de toma de muestra: P2M2                    |
| Dirección: No indicado por el cliente      | Responsable de toma de muestra: Maria José Obando |
| Teléfono: No indicado por el cliente       | Fecha de toma de muestra: 16/08/2024              |
| Fecha de recibido: 16/08/2024              | Hora de toma de muestra: N/A                      |
| Fecha de análisis: 16/08/2024 - 22/08/2024 | Entregado por: Maria José Obando                  |
| Fecha de informe: 26/08/2024               | Número de Muestras: 1                             |
| No laboratorio: 110534                     | Cantidad de Muestra: 1 litro                      |
| Preservación: Apto                         | Tipo de envase: Plástico                          |

| ANALISIS     | RESULTADO | UNIDADES | METODO ANALISIS |
|--------------|-----------|----------|-----------------|
| DBO5 Total * | < 1       | mg/L     | ME 5210-D       |

Observaciones: Esta es una enmienda del informe original crr 28598.

\* Ensayo acreditado [consultar alcance de acreditación en https://sde.gob.hn/oha/](https://sde.gob.hn/oha/)

\*\* Ensayo no acreditado



ME: Método de Ensayo Según el Text Standard Methods for Examination of Water and Waste Water 24ND Edition

Firma Responsable  
 Ing. Nadezda Chang

El material bajo análisis se conservará en custodia por el Laboratorio 24 h después de entregado el presente informe para cualquier observación de su parte.  
 Estos análisis, opiniones o interpretaciones están basados en material proporcionado por el cliente. Este documento es de uso exclusivo y confidencial del mismo. No se permite la reproducción parcial ni total de este informe RTNMQ 08019995332108

## Anexo 7 Resultado de DBO5 Punto 2 Muestra 3

**INFORME DE ENSAYOS**

Laboratorio de Análisis Industriales MQ  
 Teléfono: (504) 2221-0242 / 3362-5025  
 Correo electrónico: info@labmq.com / laboratoriomq@gmail.com  
 Colonia Matamoros frente al Centro Nacional del Diabético, Tegucigalpa Honduras.

Código: RT-26  
 Versión: Cuarta  
 Página 1 de 1  
 Correlativo: 28598-1



|  |   |
|--|---|
| Cliente: Maria José Obando                 | Tipo de muestra: Agua superficial                 |
| Contacto: Maria José Obando                | Punto de toma de muestra: P2M3                    |
| Dirección: No indicado por el cliente      | Responsable de toma de muestra: Maria José Obando |
| Teléfono: No indicado por el cliente       | Fecha de toma de muestra: 16/08/2024              |
| Fecha de recibido: 16/08/2024              | Hora de toma de muestra: N/A                      |
| Fecha de análisis: 16/08/2024 - 22/08/2024 | Entregado por: Maria José Obando                  |
| Fecha de informe: 26/08/2024               | Número de Muestras: 1                             |
| No laboratorio: 110535                     | Cantidad de Muestra: 1 litro                      |
| Preservación: Apto                         | Tipo de envase: Plástico                          |

| ANALISIS     | RESULTADO | UNIDADES | METODO ANALISIS |
|--------------|-----------|----------|-----------------|
| DBO5 Total * | 2,0       | mg/L     | ME 5210-D       |

Observaciones: Esta es una enmienda del informe original crr 28598.

\* Ensayo acreditado [consultar alcance de acreditación en https://sde.gob.hn/oha/](https://sde.gob.hn/oha/)

\*\* Ensayo no acreditado



| ENSAYO | Incertidumbre k=2 Límite de confianza 95 % |
|--------|--|
| DBO5*  | ± 0,3 mg/L                                 |

ME: Método de Ensayo Según el Text Standard Methods for Examination of Water and Waste Water 24ND Edition

Firma Responsable  
 Ing. Nadezda Chang

El material bajo análisis se conservará en custodia por el Laboratorio 24 h después de entregado el presente informe para cualquier observación de su parte.  
 Estos análisis, opiniones o interpretaciones están basados en material proporcionado por el cliente. Este documento es de uso exclusivo y confidencial del mismo. No se permite la reproducción parcial ni total de este informe RTNMQ 08019995332108

## Anexo 8 Resultado de DBO5 Punto 2 Muestra 4

**INFORME DE ENSAYOS**

Laboratorio de Análisis Industriales MQ

Teléfono: (504) 2221-0242 / 3362-5025

Correo electrónico: info@labmq.com / laboratoriomq@gmail.com

Colonia Matamoros frente al Centro Nacional del Diabético, Tegucigalpa Honduras.

Código: RT-26

Versión: Cuarta

Página 1 de 1

Correlativo: 28598-1



|  |   |
|--|---|
| Cliente: Maria José Obando                 | Tipo de muestra: Agua superficial                 |
| Contacto: Maria José Obando                | Punto de toma de muestra: P2M4                    |
| Dirección: No indicado por el cliente      | Responsable de toma de muestra: Maria José Obando |
| Teléfono: No indicado por el cliente       | Fecha de toma de muestra: 16/08/2024              |
| Fecha de recibido: 16/08/2024              | Hora de toma de muestra: N/A                      |
| Fecha de análisis: 16/08/2024 - 22/08/2024 | Entregado por: Maria José Obando                  |
| Fecha de informe: 26/08/2024               | Número de Muestras: 1                             |
| No laboratorio: 110536                     | Cantidad de Muestra: 1 litro                      |
| Preservación: Apto                         | Tipo de envase: Plástico                          |

| ANALISIS     | RESULTADO | UNIDADES | METODO ANALISIS |
|--------------|-----------|----------|-----------------|
| DBO5 Total * | < 1       | mg/L     | ME 5210-D       |

Observaciones: Esta es una enmienda del informe original crr 28598.

\* Ensayo acreditado [consultar alcance de acreditación en https://sde.gob.hn/oha/](https://sde.gob.hn/oha/)

\*\* Ensayo no acreditado



ME: Método de Ensayo Según el Text Standard Methods for Examination of Water and Waste Water 24ND Edition

Firma Responsable  
 Ing. Nadéxda Chang

El material bajo análisis se conservará en custodia por el Laboratorio 24 h después de entregado el presente informe para cualquier observación de su parte.  
 Estos análisis, opiniones o interpretaciones están basados en material proporcionado por el cliente. Este documento es de uso exclusivo y confidencial del mismo. No se permite la reproducción parcial ni total de este informe RTNMQ 08019995332108

## Anexo 9 Resultado de DBO5 Punto 3 Muestra 1

**INFORME DE ENSAYOS**

Laboratorio de Análisis Industriales MQ

Teléfono: (504) 2221-0242 / 3362-5025

Correo electrónico: [info@labmq.com](mailto:info@labmq.com) / [laboratoriomq@gmail.com](mailto:laboratoriomq@gmail.com)

Colonia Matamoros frente al Centro Nacional del Diabético, Tegucigalpa Honduras.

Código: RT-26

Versión: Cuarta

Página 1 de 1

Correlativo: 28598-1



|  |   |
|--|---|
| Cliente: María José Obando                 | Tipo de muestra: Agua superficial                 |
| Contacto: María José Obando                | Punto de toma de muestra: P3M1                    |
| Dirección: No indicado por el cliente      | Responsable de toma de muestra: María José Obando |
| Teléfono: No indicado por el cliente       | Fecha de toma de muestra: 16/08/2024              |
| Fecha de recibido: 16/08/2024              | Hora de toma de muestra: N/A                      |
| Fecha de análisis: 16/08/2024 - 22/08/2024 | Entregado por: María José Obando                  |
| Fecha de informe: 26/08/2024               | Número de Muestras: 1                             |
| No laboratorio: 110537                     | Cantidad de Muestra: 1 litro                      |
| Preservación: Apto                         | Tipo de envase: Plástico                          |

| ANALISIS     | RESULTADO | UNIDADES | METODO ANALISIS |
|--------------|-----------|----------|-----------------|
| DBO5 Total * | < 1       | mg/L     | ME 5210-D       |

Observaciones: Esta es una enmienda del informe original crr 28598.

\* Ensayo acreditado [consultar alcance de acreditación en https://sde.gob.hn/oha/](https://sde.gob.hn/oha/)

\*\* Ensayo no acreditado



ME: Método de Ensayo Según el Text Standard Methods for Examination of Water and Waste Water 24ND Edition

Firma Responsable \*  
 Ing. Nadezda Chang

El material bajo análisis se conservará en custodia por el Laboratorio 24 h después de entregado el presente informe para cualquier observación de su parte. Estos análisis, opiniones o interpretaciones están basados en material proporcionado por el cliente. Este documento es de uso exclusivo y confidencial del mismo. No se permite la reproducción parcial ni total de este informe RTNMQ 08019995332108

## Anexo 10 Resultado de DBO5 Punto 3 Muestra 2

### INFORME DE ENSAYOS

Laboratorio de Análisis Industriales MQ

Teléfono: (504) 2221-0242 / 3362-5025

Correo electrónico: info@labmq.com / laboratoriomq@gmail.com

Colonia Matamoros frente al Centro Nacional del Diabético, Tegucigalpa Honduras.

Código: RT-26

Versión: Cuarta

Página 1 de 1

Correlativo: 28598-1



|  |   |
|--|---|
| Cliente: Maria José Obando                 | Tipo de muestra: Agua superficial                 |
| Contacto: Maria José Obando                | Punto de toma de muestra: P3M2                    |
| Dirección: No indicado por el cliente      | Responsable de toma de muestra: Maria José Obando |
| Teléfono: No indicado por el cliente       | Fecha de toma de muestra: 16/08/2024              |
| Fecha de recibido: 16/08/2024              | Hora de toma de muestra: N/A                      |
| Fecha de análisis: 16/08/2024 - 22/08/2024 | Entregado por: Maria José Obando                  |
| Fecha de informe: 26/08/2024               | Número de Muestras: 1                             |
| No laboratorio: 110538                     | Cantidad de Muestra: 1 litro                      |
| Preservación: Apto                         | Tipo de envase: Plástico                          |

| ANALISIS     | RESULTADO | UNIDADES | METODO ANALISIS |
|--------------|-----------|----------|-----------------|
| DBO5 Total * | 2,0       | mg/L     | ME 5210-D       |

Observaciones: Esta es una enmienda del informe original crr 28598.

\* Ensayo acreditado [consultar alcance de acreditación en https://sde.gob.hn/oha/](https://sde.gob.hn/oha/)

\*\* Ensayo no acreditado



| ENSAYO | Incertidumbre k=2 Limite de confianza 95 % |
|--------|--|
| DBO5 * | ± 0,3 mg/L                                 |

ME: Método de Ensayo Según el Text Standard Methods for Examination of Water and Waste Water 24ND Edition

Firma Responsable  
 Ing. Nadezda Chang

El material bajo análisis se conservará en custodia por el Laboratorio 24 h después de entregado el presente Informe para cualquier observación de su parte. Estos análisis, opiniones o interpretaciones están basados en material proporcionado por el cliente. Este documento es de uso exclusivo y confidencial del mismo. No se permite la reproducción parcial ni total de este informe RTNMQ 08019995332108

## Anexo 11 Resultado de DBO5 Punto 3 Muestra 3

**INFORME DE ENSAYOS**

Laboratorio de Análisis Industriales MQ

Teléfono: (504) 2221-0242 / 3362-5025

Correo electrónico: info@labmq.com / laboratoriomq@gmail.com

Colonia Matamoros frente al Centro Nacional del Diabético, Tegucigalpa Honduras.

Código: RT-26

Versión: Cuarta

Página 1 de 1

Correlativo: 28598-1



|  |   |
|--|---|
| Cliente: Maria José Obando                 | Tipo de muestra: Agua superficial                 |
| Contacto: Maria José Obando                | Punto de toma de muestra: P3M3                    |
| Dirección: No indicado por el cliente      | Responsable de toma de muestra: Maria José Obando |
| Teléfono: No indicado por el cliente       | Fecha de toma de muestra: 16/08/2024              |
| Fecha de recibido: 16/08/2024              | Hora de toma de muestra: N/A                      |
| Fecha de análisis: 16/08/2024 - 22/08/2024 | Entregado por: Maria José Obando                  |
| Fecha de informe: 26/08/2024               | Número de Muestras: 1                             |
| No laboratorio: 110539                     | Cantidad de Muestra: 1 litro                      |
| Preservación: Apto                         | Tipo de envase: Plástico                          |

| ANALISIS     | RESULTADO | UNIDADES | METODO ANALISIS |
|--------------|-----------|----------|-----------------|
| DBO5 Total * | < 1       | mg/L     | ME 5210-D       |

Observaciones: Esta es una enmienda del informe original crr 28598.

\* Ensayo acreditado [consultar alcance de acreditación en https://sde.gob.hn/oha/](https://sde.gob.hn/oha/)

\*\* Ensayo no acreditado



ME: Método de Ensayo Según el Text Standard Methods for Examination of Water and Waste Water 24ND Edition

Firma Responsable  
 Ing. Nadezda Chang

El material bajo análisis se conservará en custodia por el Laboratorio 24 h después de entregado el presente Informe para cualquier observación de su parte. Estos análisis, opiniones o Interpretaciones están basados en material proporcionado por el cliente. Este documento es de uso exclusivo y confidencial del mismo. No se permite la reproducción parcial ni total de este Informe RTNMQ 08019995332108

## Anexo 12 Resultado de DBO5 Punto 3 Muestra 4

**INFORME DE ENSAYOS**

Laboratorio de Análisis Industriales MQ

Teléfono: (504) 2221-0242 / 3362-5025

Correo electrónico: info@labmq.com / laboratoriomq@gmail.com

Colonia Matamoros frente al Centro Nacional del Diabético, Tegucigalpa Honduras.

Código: RT-26

Versión: Cuarta

Página 1 de 1

Correlativo: 28598-1



|  |   |
|--|---|
| Cliente: Maria José Obando                 | Tipo de muestra: Agua superficial                 |
| Contacto: Maria José Obando                | Punto de toma de muestra: P3M4                    |
| Dirección: No indicado por el cliente      | Responsable de toma de muestra: Maria José Obando |
| Teléfono: No indicado por el cliente       | Fecha de toma de muestra: 16/08/2024              |
| Fecha de recibido: 16/08/2024              | Hora de toma de muestra: N/A                      |
| Fecha de análisis: 16/08/2024 - 22/08/2024 | Entregado por: Maria José Obando                  |
| Fecha de informe: 26/08/2024               | Número de Muestras: 1                             |
| No laboratorio: 110540                     | Cantidad de Muestra: 1 litro                      |
| Preservación: Apto                         | Tipo de envase: Plástico                          |

| ANALISIS     | RESULTADO | UNIDADES | METODO ANALISIS |
|--------------|-----------|----------|-----------------|
| DBO5 Total * | 2,0       | mg/L     | ME 5210-D       |

Observaciones: Esta es una enmienda del informe original crr 28598.

\* Ensayo acreditado [consultar alcance de acreditación en https://sde.gob.hn/oha/](https://sde.gob.hn/oha/)

\*\* Ensayo no acreditado



| ENSAYO | Incertidumbre k=2 Limite de confianza 95 % |
|--------|--|
| DBO5*  | ± 0,3 mg/L                                 |

ME: Método de Ensayo Según el Text Standard Methods for Examination of Water and Waste Water 24ND Edition

Firma Responsable  
 Ing. Nadexda Chang

El material bajo análisis se conservará en custodia por el Laboratorio 24 h después de entregado el presente informe para cualquier observación de su parte. Estos análisis, opiniones o Interpretaciones están basados en material proporcionado por el cliente. Este documento es de uso exclusivo y confidencial del mismo. No se permite la reproducción parcial ni total de este informe RTNMQ 08019995332108

## Anexo 13 Resultado de DBO5 Punto 4 Muestra 1

**INFORME DE ENSAYOS**

Laboratorio de Análisis Industriales MQ

Teléfono: (504) 2221-0242 / 3362-5025

Correo electrónico: [info@labmq.com](mailto:info@labmq.com) / [laboratoriomq@gmail.com](mailto:laboratoriomq@gmail.com)

Colonia Matamoros frente al Centro Nacional del Diabético, Tegucigalpa Honduras.

Código: RT-26

Versión: Cuarta

Página 1 de 1

Correlativo: 28598-1



|  |   |
|--|---|
| Cliente: Maria José Obando                 | Tipo de muestra: Agua superficial                 |
| Contacto: Maria José Obando                | Punto de toma de muestra: P4M1                    |
| Dirección: No indicado por el cliente      | Responsable de toma de muestra: Maria José Obando |
| Teléfono: No indicado por el cliente       | Fecha de toma de muestra: 16/08/2024              |
| Fecha de recibido: 16/08/2024              | Hora de toma de muestra: N/A                      |
| Fecha de análisis: 16/08/2024 - 22/08/2024 | Entregado por: Maria José Obando                  |
| Fecha de informe: 26/08/2024               | Número de Muestras: 1                             |
| No laboratorio: 110541                     | Cantidad de Muestra: 1 litro                      |
| Preservación: Apto                         | Tipo de envase: Plástico                          |

| ANALISIS     | RESULTADO | UNIDADES | METODO ANALISIS |
|--------------|-----------|----------|-----------------|
| DBO5 Total * | 2,0       | mg/L     | ME 5210-D       |

Observaciones: Esta es una enmienda del informe original crr 28598.

\* Ensayo acreditado [consultar alcance de acreditación en https://sde.gob.hn/oha/](https://sde.gob.hn/oha/)

\*\* Ensayo no acreditado



| ENSAYO | Incertidumbre k=2 Limite de confianza 95 % |
|--------|--|
| DBO5*  | ± 0,3 mg/L                                 |

ME: Método de Ensayo Según el Text Standard Methods for Examination of Water and Waste Water 24ND Edition

Firma Responsable  
 Ing. Nadezda Chang

El material bajo análisis se conservará en custodia por el Laboratorio 24 h después de entregado el presente informe para cualquier observación de su parte.  
 Estos análisis, opiniones o Interpretaciones están basados en material proporcionado por el cliente. Este documento es de uso exclusivo y confidencial del mismo. No se permite la reproducción parcial ni total de este informe RTNMQ 08019995332108

## Anexo 14 Resultado de DBO5 Punto 4 Muestra 2

**INFORME DE ENSAYOS**

Laboratorio de Análisis Industriales MQ

Teléfono: (504) 2221-0242 / 3362-5025

Correo electrónico: info@labmq.com / laboratoriomq@gmail.com

Colonia Matamoros frente al Centro Nacional del Diabético, Tegucigalpa Honduras.

Código: RT-26

Versión: Cuarta

Página 1 de 1

Correlativo: 28598-1



|  |   |
|--|---|
| Cliente: Maria José Obando                 | Tipo de muestra: Agua superficial                 |
| Contacto: Maria José Obando                | Punto de toma de muestra: P4M2                    |
| Dirección: No indicado por el cliente      | Responsable de toma de muestra: Maria José Obando |
| Teléfono: No indicado por el cliente       | Fecha de toma de muestra: 16/08/2024              |
| Fecha de recibido: 16/08/2024              | Hora de toma de muestra: N/A                      |
| Fecha de análisis: 16/08/2024 - 22/08/2024 | Entregado por: Maria José Obando                  |
| Fecha de informe: 26/08/2024               | Número de Muestras: 1                             |
| No laboratorio: 110542                     | Cantidad de Muestra: 1 litro                      |
| Preservación: Apto                         | Tipo de envase: Plástico                          |

| ANALISIS     | RESULTADO | UNIDADES | METODO ANALISIS |
|--------------|-----------|----------|-----------------|
| DBO5 Total * | 2,0       | mg/L     | ME 5210-D       |

Observaciones: Esta es una enmienda del informe original crr 28598.

\* Ensayo acreditado [consultar alcance de acreditación en https://sde.gob.hn/oha/](https://sde.gob.hn/oha/)

\*\* Ensayo no acreditado



| ENSAYO | Incertidumbre k=2 Limite de confianza 95 % |
|--------|--|
| DBO5*  | ± 0,3 mg/L                                 |

ME: Método de Ensayo Según el Text Standard Methods for Examination of Water and Waste Water 24ND Edition

Firma Responsable \*  
 Ing. Nadezda Chang

El material bajo análisis se conservará en custodia por el Laboratorio 24 h después de entregado el presente informe para cualquier observación de su parte.  
 Estos análisis, opiniones o Interpretaciones están basados en material proporcionado por el cliente. Este documento es de uso exclusivo y confidencial del mismo. No se permite la reproducción parcial ni total de este informe RTNMQ 08019995332108

## Anexo 15 Resultado de DBO5 Punto 4 Muestra 3

### INFORME DE ENSAYOS

Laboratorio de Análisis Industriales MQ

Teléfono: (504) 2221-0242 / 3362-5025

Correo electrónico: info@labmq.com / laboratoriomq@gmail.com

Colonia Matamoros frente al Centro Nacional del Diabético, Tegucigalpa Honduras.

Código: RT-26

Versión: Cuarta

Página 1 de 1

Correlativo: 28598-1



|  |   |
|--|---|
| Cliente: Maria José Obando                 | Tipo de muestra: Agua superficial                 |
| Contacto: Maria José Obando                | Punto de toma de muestra: P4M3                    |
| Dirección: No indicado por el cliente      | Responsable de toma de muestra: Maria José Obando |
| Teléfono: No indicado por el cliente       | Fecha de toma de muestra: 16/08/2024              |
| Fecha de recibido: 16/08/2024              | Hora de toma de muestra: N/A                      |
| Fecha de análisis: 16/08/2024 - 22/08/2024 | Entregado por: Maria José Obando                  |
| Fecha de informe: 26/08/2024               | Número de Muestras: 1                             |
| No laboratorio: 110543                     | Cantidad de Muestra: 1 litro                      |
| Preservación: Apto                         | Tipo de envase: Plástico                          |

| ANALISIS     | RESULTADO | UNIDADES | METODO ANALISIS |
|--------------|-----------|----------|-----------------|
| DBO5 Total * | 2,0       | mg/L     | ME 5210-D       |

Observaciones: Esta es una enmienda del informe original crr 28598.

\* Ensayo acreditado [consultar alcance de acreditación en https://sde.gob.hn/oha/](https://sde.gob.hn/oha/)

\*\* Ensayo no acreditado



| ENSAYO | Incertidumbre k=2 Limite de confianza 95 % |
|--------|--|
| DBO5 * | ± 0,2 mg/L                                 |

ME: Método de Ensayo Según el Text Standard Methods for Examination of Water and Waste Water 24ND Edition

Firma Responsable  
 Ing. Nadezda Chang

El material bajo análisis se conservará en custodia por el Laboratorio 24 h después de entregado el presente informe para cualquier observación de su parte. Estos análisis, opiniones o interpretaciones están basados en material proporcionado por el cliente. Este documento es de uso exclusivo y confidencial del mismo. No se permite la reproducción parcial ni total de este informe RTNMQ 08019995332108



## Anexo 16 Resultado de DBO5 Punto 4 Muestra 4

**INFORME DE ENSAYOS**

Laboratorio de Análisis Industriales MQ

Teléfono: (504) 2221-0242 / 3362-5025

Correo electrónico: info@labmq.com / laboratoriomq@gmail.com

Colonia Matamoros frente al Centro Nacional del Diabético, Tegucigalpa Honduras.

Código: RT-26

Versión: Cuarta

Página 1 de 1

Correlativo: 28598-1



|  |   |
|--|---|
| Cliente: María José Obando                 | Tipo de muestra: Agua superficial                 |
| Contacto: María José Obando                | Punto de toma de muestra: P4M4                    |
| Dirección: No indicado por el cliente      | Responsable de toma de muestra: María José Obando |
| Teléfono: No indicado por el cliente       | Fecha de toma de muestra: 16/08/2024              |
| Fecha de recibido: 16/08/2024              | Hora de toma de muestra: N/A                      |
| Fecha de análisis: 16/08/2024 - 22/08/2024 | Entregado por: María José Obando                  |
| Fecha de informe: 26/08/2024               | Número de Muestras: 1                             |
| No laboratorio: 110544                     | Cantidad de Muestra: 1 litro                      |
| Preservación: Apto                         | Tipo de envase: Plástico                          |

| ANALISIS     | RESULTADO | UNIDADES | METODO ANALISIS |
|--------------|-----------|----------|-----------------|
| DBO5 Total * | < 4,5     | mg/L     | ME 5210-D       |

Observaciones: Esta es una enmienda del informe original crr 28598.

\* Ensayo acreditado [consultar alcance de acreditación en https://sde.gob.hn/oha/](https://sde.gob.hn/oha/)

\*\* Ensayo no acreditado

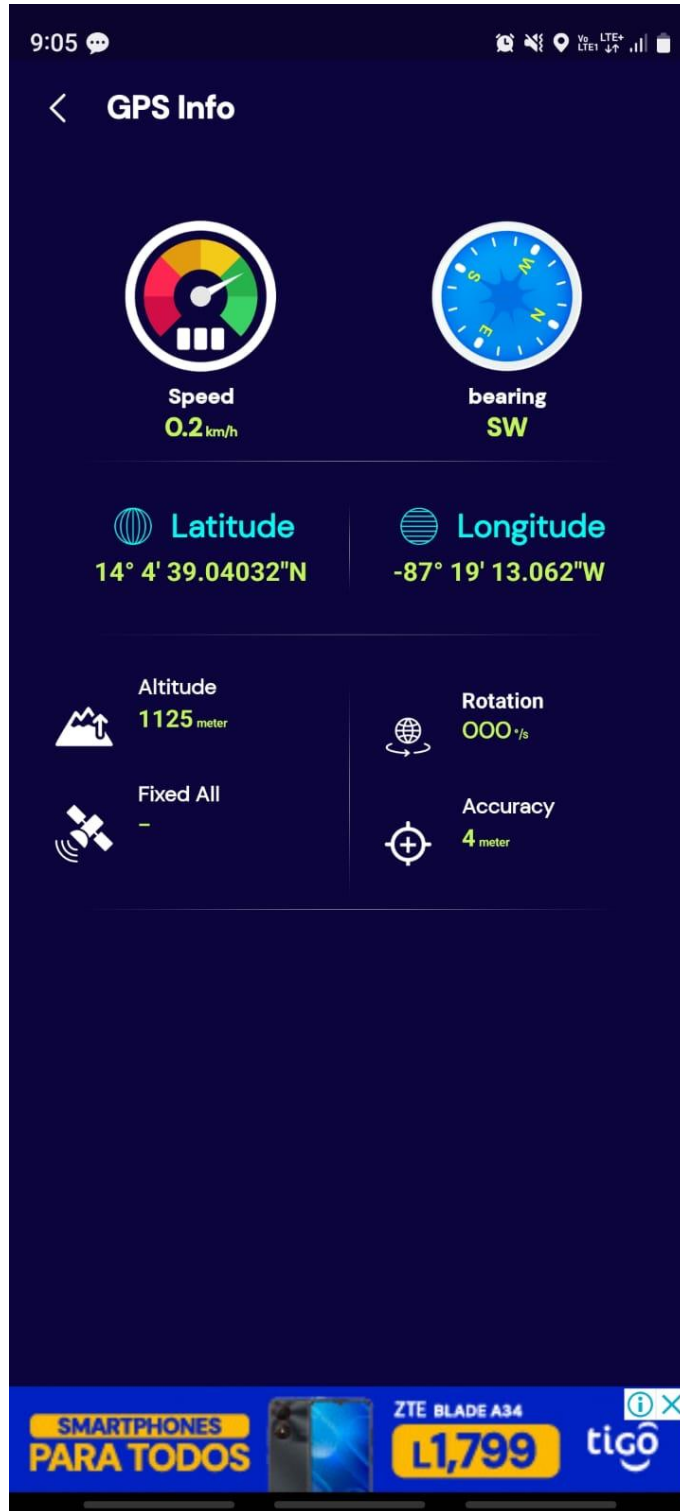


ME: Método de Ensayo Según el Text Standard Methods for Examination of Water and Waste Water 24ND Edition

Firma Responsable  
 Ing. Nadejda Chang

El material bajo análisis se conservará en custodia por el Laboratorio 24 h después de entregado el presente Informe para cualquier observación de su parte.  
 Estos análisis, opiniones o interpretaciones están basados en material proporcionado por el cliente. Este documento es de uso exclusivo y confidencial del mismo. No se permite la reproducción parcial ni total de este Informe RTNMQ 08019995332108

## Anexo 17 Georreferencia Estación 1



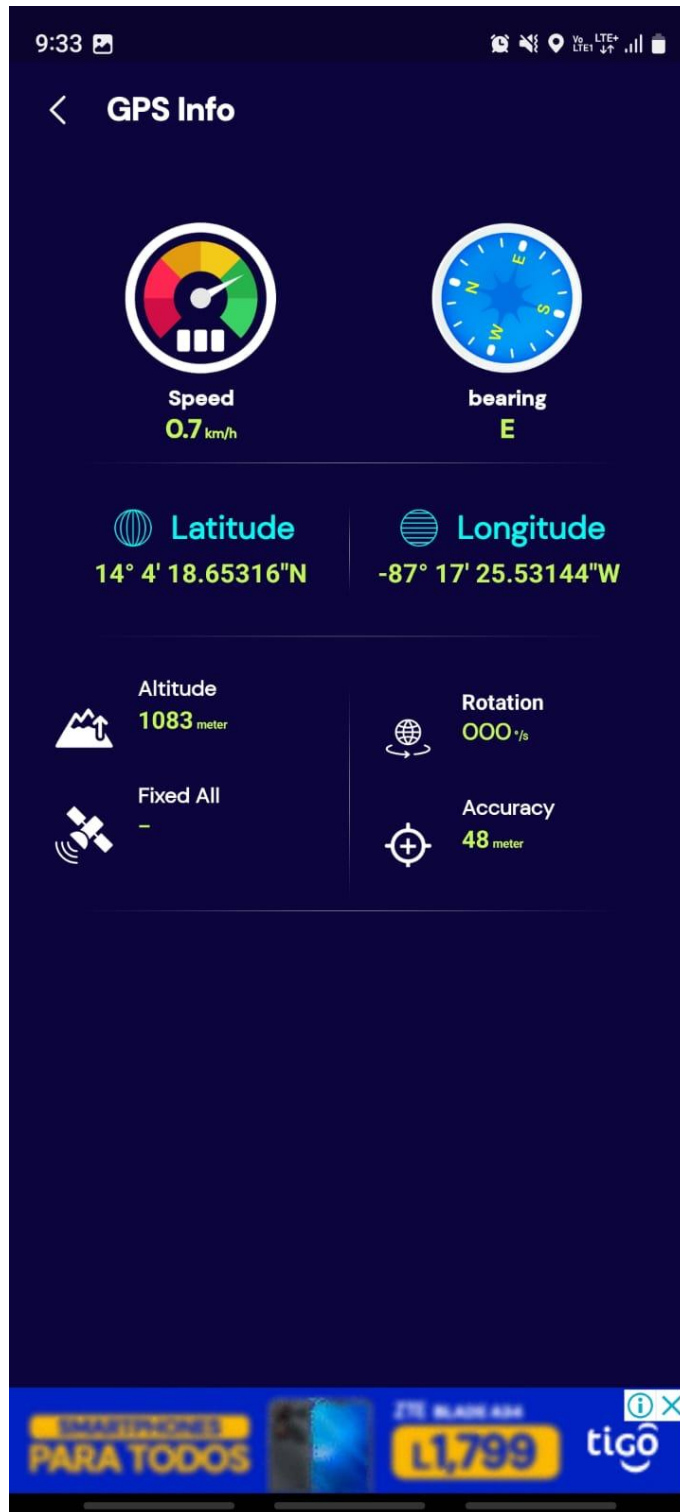
**Anexo 18** Toma de pH Estación 1



Anexo 19 Toma de DO Estación 1



## Anexo 20 Georreferencia Estación 2



**Anexo 21** Toma de pH Estación 2



Anexo 22 Toma de DO Estación 2



### Anexo 23 Georreferencia Estación 3

10:20

< GPS Info

**Speed**  
2 km/h

**bearing**  
NE

**Latitude**  
14° 4' 13.53036"N

**Longitude**  
-87° 16' 49.7964"W

**Altitude**  
1061 meter

**Rotation**  
000 °/s

**Fixed All**  
-

**Accuracy**  
5 meter

SMARTPHONES PARA TODOS

ZTE BLADE A34

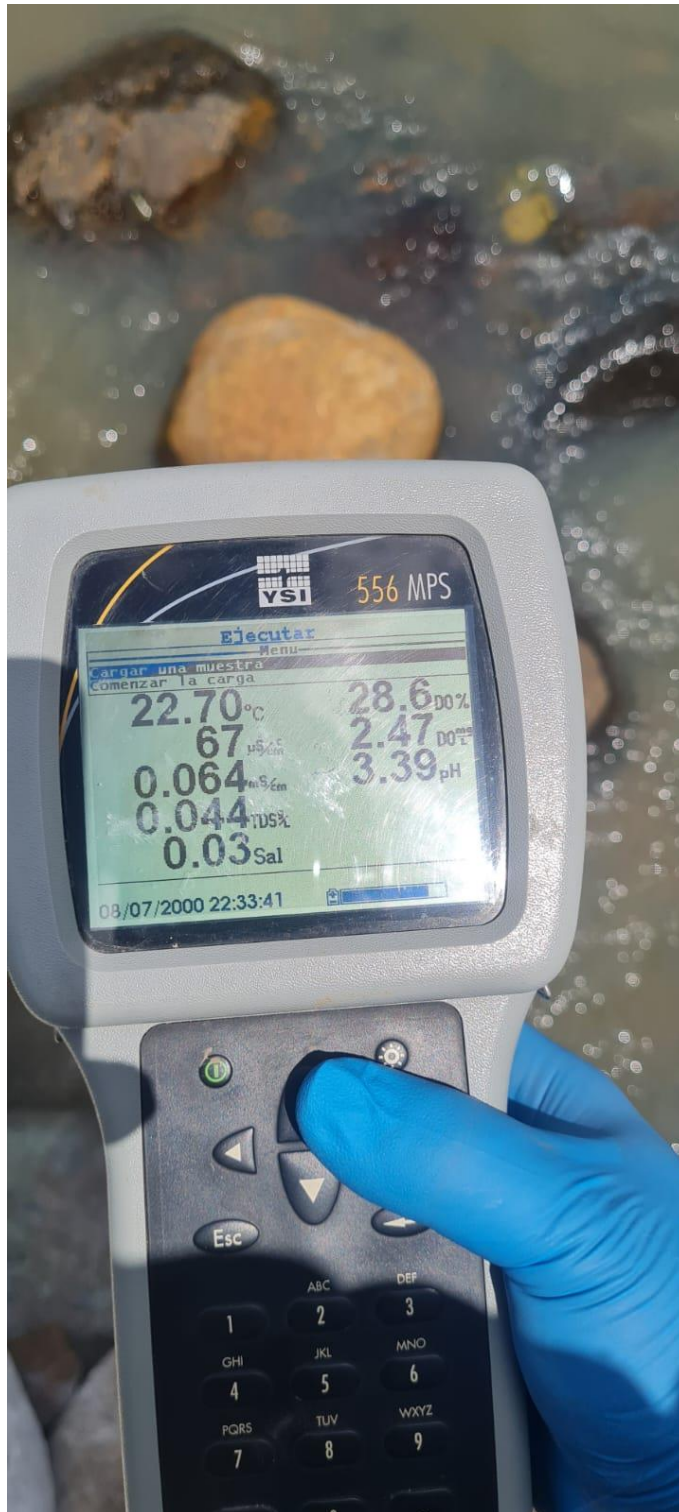
L1,799

tigo

**Anexo 24** Toma de pH Estación 3




**Anexo 25** Toma de DO Estación 3





Anexo 26 Georreferencia Estación 4


12:14 Vo LTE+ 5G


< **GPS Info**


  
**Speed**  
0.5 km/h


  
**bearing**  
NE


 **Latitude**  
14° 4' 4.45116"N


 **Longitude**  
-87° 15' 43.17732"W

 **Altitude**  
1045 meter

 **Rotation**  
000 °/s

 **Fixed All**  
-

 **Accuracy**  
6 meter

**McFLURRY**<sup>MR</sup> **33% MÁS PRODUCTO** **PIDE AQUÍ** 

**Anexo 27** Toma de pH Estación 4



**Anexo 28** Toma de DO Estación 4



**Anexo 29** Toma de Muestra DBO5



**Anexo 30** Muestras de DBO5 en Refrigeración



**Anexo 31** Estación 3



### Anexo 32 Toma de Muestras In Situ



**Anexo 33** Ruta hacia Estación 4



**Anexo 34** Materiales para Muestreo



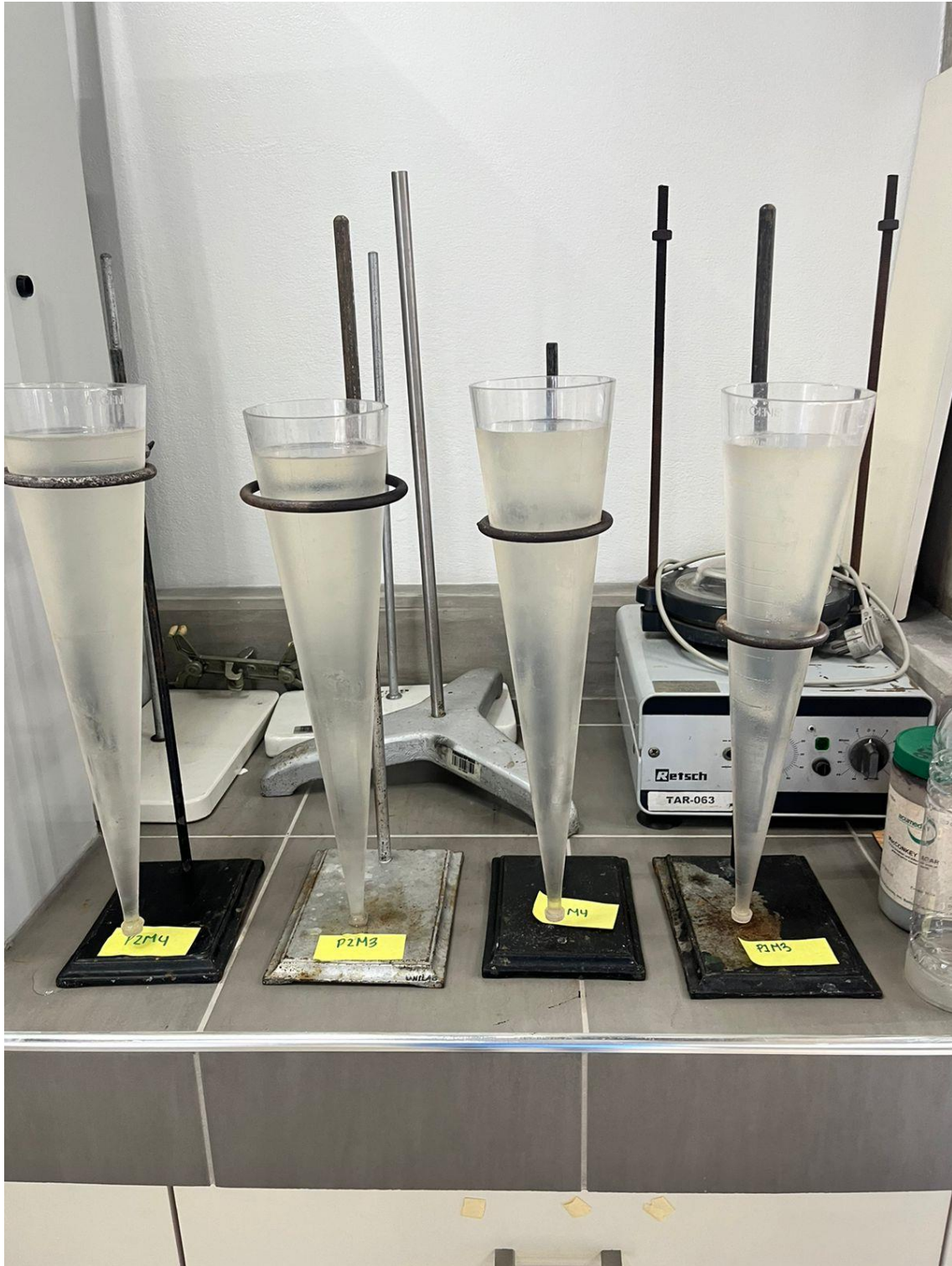
**Anexo 35** Toma de Muestras para Laboratorio UNITEC



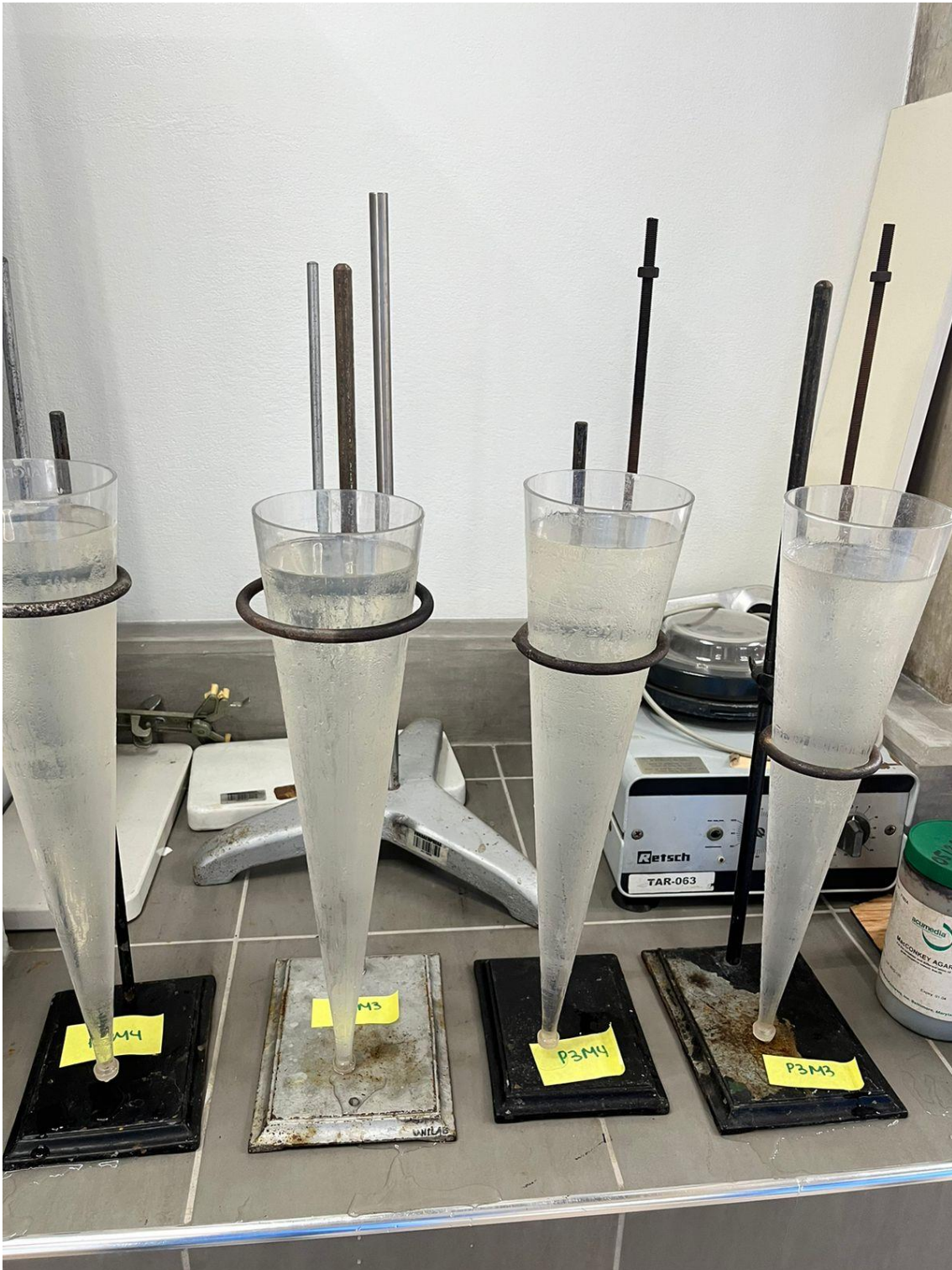
**Anexo 36** Pruebas de Sólidos Sedimentables #1



**Anexo 37** Pruebas de Sólidos Sedimentables #2



**Anexo 38** Pruebas de Sólidos Sedimentables #3



**Anexo 39** Pruebas de Sólidos Sedimentables #4



**Anexo 40** Prueba de Turbidez Laboratorio UNITEC



**Anexo 41** Lectura de Muestra en Turbidímetro Laboratorio UNITEC



**Anexo 42** Limpieza de Materiales Laboratorio UNITEC



**Anexo 43** Muestras para Coliformes Fecales Laboratorio Estatal



**Anexo 44 Estación 4**



### Anexo 45 Toma de Datos In Situ

| Muestras In-situ          |            |            |            |            |
|---------------------------|------------|------------|------------|------------|
| Temperatura → unidades °C |            |            |            |            |
| No. de Muestra            | Estación 1 | Estación 2 | Estación 3 | Estación 4 |
| #1                        | 20.55      | 22.12      | 24.54      | 22.70      |
| 2                         | 21.1       | 22.30      | 24.51      | 22.55      |
| 3                         | 20.5       | 21.55      | 23.72      | 23.06      |
| 4                         | 20.55      | 21.10      | 24.63      | 23.10      |

| Sólidos Disueltos → unidades mg/L |            |            |            |            |
|-----------------------------------|------------|------------|------------|------------|
| No. de Muestra                    | Estación 1 | Estación 2 | Estación 3 | Estación 4 |
| 1                                 | 53         | 44         | 38         | 44         |
| 2                                 | 53         | 44         | 38         | 44         |
| 3                                 | 53         | 44         | 38         | 44         |
| 4                                 | 53         | 44         | 38         | 44         |

| PH             |            |            |            |            |
|----------------|------------|------------|------------|------------|
| No. de Muestra | Estación 1 | Estación 2 | Estación 3 | Estación 4 |
| 1              | 7.1        | 7.75       | 7.34       | 7.88       |
| 2              | 7.05       | 7.60       | 7.35       | 7.92       |
| 3              | 7.05       | 7.75       | 7.30       | 7.80       |
| 4              | 7.15       | 7.75       | 7.35       | 7.85       |

| oxígeno disuelto → |      |      |      |      |
|--------------------|------|------|------|------|
| No. de Muestra     | E1   | E2   | E3   | E4   |
| 1                  | 1.65 | 1.58 | 2.03 | 2.47 |
| 2                  | 1.68 | 1.54 | 2.03 | 2.49 |
| 3                  | 1.62 | 1.55 | 2.10 | 2.43 |
| 4                  | 1.61 | 1.55 | 2.00 | 2.45 |

Observaciones

- basura alrededor del río estación 2 y 4
- animales estación 3
- estación 1 lavan ropa, carros y personas se bañan
- cultivos cerca
- estación 2 mayor movimiento del agua

## Anexo 46 Coliformes Fecales P1M1



**Centro de Estudios y Control de Contaminantes, CESCO**  
 Barrio Morazán, frente a la Central de Bomberos, Tegucigalpa, M.D.C.  
 Tel: (504) 231-1006 ó 239-0194 Fax: 239-0954  
 Correo electrónico: cescco@serna.gob.hn  
 CESCO-MC-PT09-F02-MBA

Pag. 1/1

### Unidad de Microbiología INFORME DE ANALISIS DE LABORATORIO

**Informe No.:** 447      **Fecha:** 27/08/2024      **Orden de Pago:** 054      **Fecha:** 15/8/2024  
**Recibo No.:** 13079266      **Fecha:** 15/08/2024      **Valor:** Lps. 12,851.20

|  |  |
|--|--|
| 1. Nombre del Solicitante: María José Obando.                        | 2. Dirección del Solicitante: Tegucigalpa M.D.C.                   |
| 3. Tipo de Muestra: Agua Superficial.                                | 4. Recolectada por: José Gallegos.                                 |
| 5. Fecha y Hora de recolección de la muestra: 20/08/2024 / 9:30 a.m. | 6. Fecha y Hora de ingreso al laboratorio: 20/08/2024 / 11:30 a.m. |
| 7. Punto de Recolección: Punto 1 – Muestra 1.                        | 8. Procedencia de la muestra: Muestra 1                            |

#### RESULTADOS

| # MUESTRA | FECHA DE EJECUCIÓN DEL ANÁLISIS | MÉTODO APLICADO <sup>1</sup> | ANÁLISIS                               | RESULTADO       | VALOR REFERENCIA <sup>2</sup> |
|-----------|---------------------------------|------------------------------|--|-----------------|-------------------------------|
| 432       | 20-08-2024                      | 9222-D                       | Recuento de Coliformes Termotolerantes | 1 200 UFC/100mL | 5 000 UFC/100 mL              |

REFERENCIA DEL METODO<sup>1</sup>: Métodos Estándar para el Análisis de Agua y Agua Residual 23 Edición |

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA<sup>2</sup> Propuesta de Norma técnica para usos del agua, uso en preservación de flora y fauna.

OBSERVACIONES: Esta muestra puntual recolectada por personal técnico de CESCO, cumple con los límites máximos permisibles en la norma de referencia para el parámetro de Coliformes termotolerantes. |

Abreviaciones:  
 UFC/100 mL= Unidad(es) Formadora(s) de Colonia(s) en cien mililitros

**DR. VICTOR MANNEL PINEDA**  
 Jefe de Laboratorio Microbiología

**ING. LOLY GUTIERREZ**  
 Directora  
 CESCO-SERNA

Despacho de Recursos Naturales y Ambiente  
 100 mts. al Sur del Estadio Nacional  
 Tegucigalpa M.D.C., Honduras, C.A.  
 Teléfonos: (504) 2232-9200

@sernaHN

www.mhrr.gob.hn

## Anexo 47 Coliformes Fecales P1M2



**Centro de Estudios y Control de Contaminantes, CESCO**  
 Barrio Morazán, frente a la Central de Bomberos, Tegucigalpa, M.D.C.  
 Tel: (504) 231-1006 ó 239-0194 Fax: 239-0954  
 Correo electrónico: cescco@serna.gob.hn  
 CESCO-MC-PT09-F02-MBA

Pag. 1/1

### Unidad de Microbiología INFORME DE ANALISIS DE LABORATORIO

**Informe No.:** 451      **Fecha:** 27/08/2024      **Orden de Pago:** 054      **Fecha:** 15/8/2024  
**Recibo No.** 13079266      **Fecha:** 15/08/2024      **Valor:** Lps. 12,851.20

|  |  |
|--|--|
| 1. <b>Nombre del Solicitante:</b> María José Obando.                           | 2. <b>Dirección del Solicitante:</b> Tegucigalpa M.D.C.                      |
| 3. <b>Tipo de Muestra:</b> Agua Superficial.                                   | 4. <b>Recolectada por:</b> José Gallegos.                                    |
| 5. <b>Fecha y Hora de recolección de la muestra:</b><br>20/08/2024 / 9:55 a.m. | 6. <b>Fecha y Hora de ingreso al laboratorio:</b><br>20/08/2024 / 11:30 a.m. |
| 7. <b>Punto de Recolección:</b> Punto 1 – Muestra 2.                           | 8. <b>Procedencia de la muestra:</b> Muestra 2                               |

#### RESULTADOS

| # MUESTRA   | FECHA DE EJECUCIÓN DEL ANÁLISIS | MÉTODO APLICADO <sup>1</sup> | ANÁLISIS                               | RESULTADO       | VALOR REFERENCIA <sup>2</sup> |
|---|---------------------------------|------------------------------|--|-----------------|-------------------------------|
| 436   | 20-08-2024                      | 9222-D                       | Recuento de Coliformes Termotolerantes | 1 400 UFC/100mL | 5 000 UFC/100 mL              |
| <b>REFERENCIA DEL METODO<sup>1</sup>:</b>   Métodos Estándar para el Análisis de Agua y Agua Residual 23 Edición  |                                 |                              |  |                 |                               |
| <b>REFERENCIA BIBLIOGRAFICA<sup>2</sup></b> Propuesta de Norma técnica para usos del agua, uso en preservación de flora y fauna.  |                                 |                              |  |                 |                               |
| <b>OBSERVACIONES:</b>   Esta muestra puntual recolectada por personal técnico de CESCO, cumple con los límites máximos permisibles en la norma de referencia para el parámetro de Coliformes termotolerantes. |                                 |                              |  |                 |                               |
| <b>Abreviaciones:</b><br>UFC/100 mL= Unidad(es) Formadora(s) de Colonia(s) en cien mililitros   |                                 |                              |  |                 |                               |

**DR. VÍCTOR MANUEL PINEDA**  
 Jefe de Laboratorio Microbiología

**ING. LOLY GUTIERREZ**  
 Directora  
 CESCO-SERNA



Despacho de Recursos Naturales y Ambiente  
 100 mts. al Sur del Estadio Nacional  
 Tegucigalpa M.D.C., Honduras, C.A.  
 Teléfonos: (504) 2232-9200

@sernaHN

www.mhambiente.gob.hn

## Anexo 48 Coliformes Fecales P1M3



**Centro de Estudios y Control de Contaminantes, CESCO**  
 Barrio Morazán, frente a la Central de Bomberos, Tegucigalpa, M.D.C.  
 Tel: (504) 231-1006 ó 239-0194 Fax: 239-0954  
 Correo electrónico: cescco@serna.gob.hn  
 CESCO-MC-PT09-F02-MBA

Pag. 1/1

### Unidad de Microbiología INFORME DE ANALISIS DE LABORATORIO

**Informe No.:** 455      **Fecha:** 27/08/2024      **Orden de Pago:** 054      **Fecha:** 15/8/2024  
**Recibo No.** 13079266      **Fecha:** 15/08/2024      **Valor:** Lps. 12,851.20

|  |   |
|--|---|
| 1. <b>Nombre del Solicitante:</b> María José Obando.                         | 2. <b>Dirección del Solicitante:</b> Tegucigalpa M.D.C.                   |
| 3. <b>Tipo de Muestra:</b> Agua Superficial.                                 | 4. <b>Recolectada por:</b> José Gallegos.                                 |
| 5. <b>Fecha y Hora de recolección de la muestra:</b> 20/08/2024 / 10:12 a.m. | 6. <b>Fecha y Hora de ingreso al laboratorio:</b> 20/08/2024 / 11:30 a.m. |
| 7. <b>Punto de Recolección:</b> Punto 1 – Muestra 3.                         | 8. <b>Procedencia de la muestra:</b> Muestra 3                            |

#### RESULTADOS

| # MUESTRA   | FECHA DE EJECUCIÓN DEL ANÁLISIS | MÉTODO APLICADO <sup>1</sup> | ANÁLISIS                               | RESULTADO       | VALOR REFERENCIA <sup>2</sup> |
|---|---------------------------------|------------------------------|--|-----------------|-------------------------------|
| 440   | 20-08-2024                      | 9222-D                       | Recuento de Coliformes Termotolerantes | 1 000 UFC/100mL | 5 000 UFC/100 mL              |
| <b>REFERENCIA DEL METODO<sup>1</sup>:</b> Métodos Estándar para el Análisis de Agua y Agua Residual 23 Edición  |                                 |                              |  |                 |                               |
| <b>REFERENCIA BIBLIOGRAFICA<sup>2</sup>:</b> Propuesta de Norma técnica para usos del agua, uso en preservación de flora y fauna.   |                                 |                              |  |                 |                               |
| <b>OBSERVACIONES:</b> Esta muestra puntual recolectada por personal técnico de CESCO, cumple con los límites máximos permisibles en la norma de referencia para el parámetro de Coliformes termotolerantes. |                                 |                              |  |                 |                               |
| <b>Abreviaciones:</b><br>UFC/100 mL= Unidad(es) Formadora(s) de Colonia(s) en cien mililitros   |                                 |                              |  |                 |                               |

**DR. VÍCTOR MANUEL PINEDA**  
 Jefe de Laboratorio Microbiología

**ING. LOLY GUTIERREZ**  
 Directora  
 CESCO-SERNA



Despacho de Recursos Naturales y Ambiente  
 100 mts. al Sur del Estadio Nacional  
 Tegucigalpa M.D.C., Honduras, C.A.  
 Teléfonos: (504) 2232-9200

@sernaHN

www.mhserna.gob.hn

## Anexo 49 Coliformes Fecales P1M4



**Centro de Estudios y Control de Contaminantes, CESCO**  
 Barrio Morazán, frente a la Central de Bomberos, Tegucigalpa, M.D.C.  
 Tel: (504) 231-1006 ó 239-0194 Fax: 239-0954  
 Correo electrónico: cescco@serna.gob.hn  
 CESCO-MC-PT09-F02-MBA

Pag. 1/1

### Unidad de Microbiología INFORME DE ANALISIS DE LABORATORIO

**Informe No.:** 459      **Fecha:** 27/08/2024      **Orden de Pago:** 054      **Fecha:** 15/8/2024  
**Recibo No.** 13079266      **Fecha:** 15/08/2024      **Valor:** Lps. 12,851.20

|   |  |
|---|--|
| 1. <b>Nombre del Solicitante:</b> María José Obando.                            | 2. <b>Dirección del Solicitante:</b> Tegucigalpa M.D.C.                      |
| 3. <b>Tipo de Muestra:</b> Agua Superficial.                                    | 4. <b>Recolectada por:</b> José Gallegos.                                    |
| 5. <b>Fecha y Hora de recolección de la muestra:</b><br>20/08/2024 / 10:38 a.m. | 6. <b>Fecha y Hora de ingreso al laboratorio:</b><br>20/08/2024 / 11:30 a.m. |
| 7. <b>Punto de Recolección:</b> Punto 1 – Muestra 4.                            | 8. <b>Procedencia de la muestra:</b> Muestra 4                               |

#### RESULTADOS

| # MUESTRA   | FECHA DE EJECUCIÓN DEL ANÁLISIS | MÉTODO APLICADO <sup>1</sup> | ANÁLISIS                               | RESULTADO       | VALOR REFERENCIA <sup>2</sup> |
|---|---------------------------------|------------------------------|--|-----------------|-------------------------------|
| 444   | 20-08-2024                      | 9222-D                       | Recuento de Coliformes Termotolerantes | 1 250 UFC/100mL | 5 000 UFC/100 mL              |
| <b>REFERENCIA DEL METODO<sup>1</sup>:</b>   Métodos Estándar para el Análisis de Agua y Agua Residual 23 Edición  |                                 |                              |  |                 |                               |
| <b>REFERENCIA BIBLIOGRAFICA<sup>2</sup>:</b> Propuesta de Norma técnica para usos del agua, uso en preservación de flora y fauna.   |                                 |                              |  |                 |                               |
| <b>OBSERVACIONES:</b>   Esta muestra puntual recolectada por personal técnico de CESCO, cumple con los límites máximos permisibles en la norma de referencia para el parámetro de Coliformes termotolerantes. |                                 |                              |  |                 |                               |
| <b>Abreviaciones:</b><br>UFC/100 mL= Unidad(es) Formadora(s) de Colonia(s) en cien mililitros   |                                 |                              |  |                 |                               |

**DR. VICTOR MANUEL PINEDA**  
 Jefe de Laboratorio Microbiología

**ING. LOLY GUTIERREZ**  
 Directora  
 CESCO-SERNA



Despacho de Recursos Naturales y Ambiente  
 100 mts. al Sur del Estadio Nacional  
 Tegucigalpa M.D.C., Honduras, C.A.  
 Teléfonos: (504) 2232-9200

@sernaHN

www.recursosnaturales.gub.hn

## Anexo 50 Coliformes Fecales P2M1



**Centro de Estudios y Control de Contaminantes, CESCO**  
 Barrio Morazán, frente a la Central de Bomberos, Tegucigalpa, M.D.C.  
 Tel: (504) 231-1006 ó 239-0194 Fax: 239-0954  
 Correo electrónico: cescco@serna.gob.hn  
 CESCO-MC-PT09-F02-MBA

Pag. 1/1

### Unidad de Microbiología INFORME DE ANALISIS DE LABORATORIO

**Informe No.:** 448      **Fecha:** 27/08/2024      **Orden de Pago:** 054      **Fecha:** 15/8/2024  
**Recibo No.** 13079266      **Fecha:** 15/08/2024      **Valor:** Lps. 12,851.20

|  |  |
|--|--|
| 1. Nombre del Solicitante: María José Obando.                        | 2. Dirección del Solicitante: Tegucigalpa M.D.C.                   |
| 3. Tipo de Muestra: Agua Superficial.                                | 4. Recolectada por: José Gallegos.                                 |
| 5. Fecha y Hora de recolección de la muestra: 20/08/2024 / 9:30 a.m. | 6. Fecha y Hora de ingreso al laboratorio: 20/08/2024 / 11:30 a.m. |
| 7. Punto de Recolección: Punto 2 – Muestra 1.                        | 8. Procedencia de la muestra: Muestra 1                            |

#### RESULTADOS

| # MUESTRA  | FECHA DE EJECUCIÓN DEL ANÁLISIS | MÉTODO APLICADO <sup>1</sup> | ANÁLISIS                               | RESULTADO       | VALOR REFERENCIA <sup>2</sup> |
|--|---------------------------------|------------------------------|--|-----------------|-------------------------------|
| 433  | 20-08-2024                      | 9222-D                       | Recuento de Coliformes Termotolerantes | 1 800 UFC/100mL | 5 000 UFC/100 mL              |
| REFERENCIA DEL METODO <sup>1</sup> :   Métodos Estándar para el Análisis de Agua y Agua Residual 23 Edición  |                                 |                              |  |                 |                               |
| REFERENCIA BIBLIOGRAFICA <sup>2</sup> Propuesta de Norma técnica para usos del agua, uso en preservación de flora y fauna.   |                                 |                              |  |                 |                               |
| OBSERVACIONES:   Esta muestra puntual recolectada por personal técnico de CESCO, cumple con los límites máximos permisibles en la norma de referencia para el parámetro de Coliformes termotolerantes. |                                 |                              |  |                 |                               |
| Abreviaciones:<br>UFC/100 mL= Unidad(es) Formadora(s) de Colonia(s) en cien mililitros   |                                 |                              |  |                 |                               |

**DR. VICTOR MANUEL PINEDA**  
 Jefe de Laboratorio Microbiología

**ING. LOLY GUTIERREZ**  
 Directora  
 CESCO-SERNA



Despacho de Recursos Naturales y Ambiente  
 100 mts. al Sur del Estadio Nacional  
 Tegucigalpa M.D.C., Honduras, C.A.  
 Teléfonos: (504) 2232-9200

@sernaHN

www.muestreos.gob.hn

## Anexo 51 Coliformes Fecales P2M2



**Centro de Estudios y Control de Contaminantes, CESCO**  
 Barrio Morazán, frente a la Central de Bomberos, Tegucigalpa, M.D.C.  
 Tel: (504) 231-1006 ó 239-0194 Fax: 239-0954  
 Correo electrónico: cescco@serna.gob.hn  
 CESCO-MC-PT09-F02-MBA

Pag. 1/1

### Unidad de Microbiología INFORME DE ANALISIS DE LABORATORIO

**Informe No.:** 452      **Fecha:** 27/08/2024      **Orden de Pago:** 054      **Fecha:** 15/8/2024  
**Recibo No.** 13079266      **Fecha:** 15/08/2024      **Valor:** Lps. 12,851.20

|  |  |
|--|--|
| 1. <b>Nombre del Solicitante:</b> María José Obando.                           | 2. <b>Dirección del Solicitante:</b> Tegucigalpa M.D.C.                      |
| 3. <b>Tipo de Muestra:</b> Agua Superficial.                                   | 4. <b>Recolectada por:</b> José Gallegos.                                    |
| 5. <b>Fecha y Hora de recolección de la muestra:</b><br>20/08/2024 / 9:55 a.m. | 6. <b>Fecha y Hora de ingreso al laboratorio:</b><br>20/08/2024 / 11:30 a.m. |
| 7. <b>Punto de Recolección:</b> Punto 2 – Muestra 2.                           | 8. <b>Procedencia de la muestra:</b> Muestra 2                               |

#### RESULTADOS

| # MUESTRA   | FECHA DE EJECUCIÓN DEL ANÁLISIS | MÉTODO APLICADO <sup>1</sup> | ANÁLISIS                               | RESULTADO       | VALOR REFERENCIA <sup>2</sup> |
|---|---------------------------------|------------------------------|--|-----------------|-------------------------------|
| 437   | 20-08-2024                      | 9222-D                       | Recuento de Coliformes Termotolerantes | 1 550 UFC/100mL | 5 000 UFC/100 mL              |
| <b>REFERENCIA DEL METODO<sup>1</sup>:</b>   Métodos Estándar para el Análisis de Agua y Agua Residual 23 Edición  |                                 |                              |  |                 |                               |
| <b>REFERENCIA BIBLIOGRAFICA<sup>2</sup></b> Propuesta de Norma técnica para usos del agua, uso en preservación de flora y fauna.  |                                 |                              |  |                 |                               |
| <b>OBSERVACIONES:</b>   Esta muestra puntual recolectada por personal técnico de CESCO, cumple con los límites máximos permisibles en la norma de referencia para el parámetro de Coliformes termotolerantes. |                                 |                              |  |                 |                               |
| <b>Abreviaciones:</b><br>UFC/100 mL= Unidad(es) Formadora(s) de Colonia(s) en cien mililitros   |                                 |                              |  |                 |                               |

**DR. VÍCTOR MANUEL RINDA**  
 Jefe de Laboratorio Microbiología

**ING. LOLY GUTIERREZ**  
 Directora  
 CESCO-SERNA



Despacho de Recursos Naturales y Ambiente  
 100 mts. al Sur del Estadio Nacional  
 Tegucigalpa M.D.C., Honduras, C.A.  
 Teléfonos: (504) 2232-9200

@sernaHN

www.mambiente.gob.hn

## Anexo 52 Coliformes Fecales P2M3



**Centro de Estudios y Control de Contaminantes, CESCO**  
 Barrio Morazán, frente a la Central de Bomberos, Tegucigalpa, M.D.C.  
 Tel: (504) 231-1006 ó 239-0194 Fax: 239-0954  
 Correo electrónico: cescco@serna.gob.hn  
 CESCO-MC-PT09-F02-MBA

Pag. 1/1

### Unidad de Microbiología INFORME DE ANALISIS DE LABORATORIO

**Informe No.:** 456      **Fecha:** 27/08/2024      **Orden de Pago:** 054      **Fecha:** 15/8/2024  
**Recibo No.** 13079266      **Fecha:** 15/08/2024      **Valor:** Lps. 12,851.20

|  |   |
|--|---|
| 1. <b>Nombre del Solicitante:</b> María José Obando.                         | 2. <b>Dirección del Solicitante:</b> Tegucigalpa M.D.C.                   |
| 3. <b>Tipo de Muestra:</b> Agua Superficial.                                 | 4. <b>Recolectada por:</b> José Gallegos.                                 |
| 5. <b>Fecha y Hora de recolección de la muestra:</b> 20/08/2024 / 10:12 a.m. | 6. <b>Fecha y Hora de ingreso al laboratorio:</b> 20/08/2024 / 11:30 a.m. |
| 7. <b>Punto de Recolección:</b> Punto 2 – Muestra 3.                         | 8. <b>Procedencia de la muestra:</b> Muestra 3                            |

#### RESULTADOS

| # MUESTRA   | FECHA DE EJECUCIÓN DEL ANÁLISIS | MÉTODO APLICADO <sup>1</sup> | ANÁLISIS                               | RESULTADO       | VALOR REFERENCIA <sup>2</sup> |
|---|---------------------------------|------------------------------|--|-----------------|-------------------------------|
| 441   | 20-08-2024                      | 9222-D                       | Recuento de Coliformes Termotolerantes | 2 050 UFC/100mL | 5 000 UFC/100 mL              |
| <b>REFERENCIA DEL METODO<sup>1</sup>:</b>   Métodos Estándar para el Análisis de Agua y Agua Residual 23 Edición  |                                 |                              |  |                 |                               |
| <b>REFERENCIA BIBLIOGRAFICA<sup>2</sup>:</b> Propuesta de Norma técnica para usos del agua, uso en preservación de flora y fauna.   |                                 |                              |  |                 |                               |
| <b>OBSERVACIONES:</b>   Esta muestra puntual recolectada por personal técnico de CESCO, cumple con los límites máximos permisibles en la norma de referencia para el parámetro de Coliformes termotolerantes. |                                 |                              |  |                 |                               |
| <b>Abreviaciones:</b><br>UFC/100 mL= Unidad(es) Formadora(s) de Colonia(s) en cien mililitros   |                                 |                              |  |                 |                               |

**DR. VÍCTOR MANUEL PINEDA**  
 Jefe de Laboratorio Microbiología

**ING. LOLY GUTIERREZ**  
 Directora  
 CESCO-SERNA



Despacho de Recursos Naturales y Ambiente  
 100 mts. al Sur del Estadio Nacional  
 Tegucigalpa M.D.C., Honduras, C.A.  
 Teléfonos: (504) 2232-9200

@sernaHN

www.mmbiomas.gob.hn

## Anexo 53 Coliformes Fecales P2M4



**Centro de Estudios y Control de Contaminantes, CESCO**  
 Barrio Morazán, frente a la Central de Bomberos, Tegucigalpa, M.D.C.  
 Tel: (504) 231-1006 ó 239-0194 Fax: 239-0954  
 Correo electrónico: cescco@serna.gob.hn  
 CESCO-MC-PT09-F02-MBA

Pag. 1/1

### Unidad de Microbiología INFORME DE ANALISIS DE LABORATORIO

**Informe No.:** 460      **Fecha:** 27/08/2024      **Orden de Pago:** 054      **Fecha:** 15/8/2024  
**Recibo No.** 13079266      **Fecha:** 15/08/2024      **Valor:** Lps. 12,851.20

|   |  |
|---|--|
| <b>1. Nombre del Solicitante:</b> María José Obando.                            | <b>2. Dirección del Solicitante:</b> Tegucigalpa M.D.C.                      |
| <b>3. Tipo de Muestra:</b> Agua Superficial.                                    | <b>4. Recolectada por:</b> José Gallegos.                                    |
| <b>5. Fecha y Hora de recolección de la muestra:</b><br>20/08/2024 / 10:38 a.m. | <b>6. Fecha y Hora de ingreso al laboratorio:</b><br>20/08/2024 / 11:30 a.m. |
| <b>7. Punto de Recolectación:</b> Punto 2 – Muestra 4.                          | <b>8. Procedencia de la muestra:</b> Muestra 4                               |

#### RESULTADOS

| # MUESTRA   | FECHA DE EJECUCIÓN DEL ANÁLISIS | MÉTODO APLICADO <sup>1</sup> | ANÁLISIS                               | RESULTADO       | VALOR REFERENCIA <sup>2</sup> |
|---|---------------------------------|------------------------------|--|-----------------|-------------------------------|
| 445   | 20-08-2024                      | 9222-D                       | Recuento de Coliformes Termotolerantes | 1 550 UFC/100mL | 5 000 UFC/100 mL              |
| <b>REFERENCIA DEL METODO<sup>1</sup>:</b>   Métodos Estándar para el Análisis de Agua y Agua Residual 23 Edición  |                                 |                              |  |                 |                               |
| <b>REFERENCIA BIBLIOGRAFICA<sup>2</sup></b> Propuesta de Norma técnica para usos del agua, uso en preservación de flora y fauna.  |                                 |                              |  |                 |                               |
| <b>OBSERVACIONES:</b>   Esta muestra puntual recolectada por personal técnico de CESCO, cumple con los límites máximos permisibles en la norma de referencia para el parámetro de Coliformes termotolerantes. |                                 |                              |  |                 |                               |
| <b>Abreviaciones:</b><br>UFC/100 mL= Unidad(es) Formadora(s) de Colonia(s) en cien mililitros   |                                 |                              |  |                 |                               |

**DR. VICTOR MANUEL PINEDA**  
 Jefe de Laboratorio Microbiología

**ING. LOLY GUTIERREZ**  
 Directora  
 CESCO-SERNA

Despacho de Recursos Naturales y Ambiente  
 100 mts. al Sur del Estadio Nacional  
 Tegucigalpa M.D.C., Honduras, C.A.  
 Teléfonos: (504) 2232-9200

@sernaHN

www.mhambientes.gob.hn

## Anexo 54 Coliformes Fecales P3M1



**Centro de Estudios y Control de Contaminantes, CESCO**  
 Barrio Morazán, frente a la Central de Bomberos, Tegucigalpa, M.D.C.  
 Tel: (504) 231-1006 ó 239-0194 Fax: 239-0954  
 Correo electrónico: cescco@serna.gob.hn  
 CESCO-MC-PT09-F02-MBA

Pag. 1/1

### Unidad de Microbiología INFORME DE ANALISIS DE LABORATORIO

**Informe No.:** 449      **Fecha:** 27/08/2024      **Orden de Pago:** 054      **Fecha:** 15/8/2024  
**Recibo No.:** 13079266      **Fecha:** 15/08/2024      **Valor:** Lps. 12,851.20

|   |   |
|---|---|
| 1. <b>Nombre del Solicitante:</b> María José Obando.                        | 2. <b>Dirección del Solicitante:</b> Tegucigalpa M.D.C.                   |
| 3. <b>Tipo de Muestra:</b> Agua Superficial.                                | 4. <b>Recolectada por:</b> José Gallegos.                                 |
| 5. <b>Fecha y Hora de recolección de la muestra:</b> 20/08/2024 / 9:30 a.m. | 6. <b>Fecha y Hora de ingreso al laboratorio:</b> 20/08/2024 / 11:30 a.m. |
| 7. <b>Punto de Recolección:</b> Punto 3 – Muestra 1.                        | 8. <b>Procedencia de la muestra:</b> Muestra 1                            |

#### RESULTADOS

| # MUESTRA   | FECHA DE EJECUCIÓN DEL ANÁLISIS | MÉTODO APLICADO <sup>1</sup> | ANÁLISIS                               | RESULTADO       | VALOR REFERENCIA <sup>2</sup> |
|---|---------------------------------|------------------------------|--|-----------------|-------------------------------|
| 434   | 20-08-2024                      | 9222-D                       | Recuento de Coliformes Termotolerantes | 5 000 UFC/100mL | 5 000 UFC/100 mL              |
| <b>REFERENCIA DEL METODO<sup>1</sup>:</b>   Métodos Estándar para el Análisis de Agua y Agua Residual 23 Edición  |                                 |                              |  |                 |                               |
| <b>REFERENCIA BIBLIOGRAFICA<sup>2</sup></b> Propuesta borrador de norma técnica para usos del agua, uso en preservación de flora y fauna.   |                                 |                              |  |                 |                               |
| <b>OBSERVACIONES:</b>   Esta muestra puntual recolectada por personal técnico de CESCO, cumple con los límites máximos permisibles en la norma de referencia para el parámetro de Coliformes termotolerantes. |                                 |                              |  |                 |                               |
| <b>Abreviaciones:</b><br>UFC/100 mL= Unidad(es) Formadora(s) de Colonia(s) en cien mililitros   |                                 |                              |  |                 |                               |

**DR. VICTOR MANUEL PINERA**  
 Jefe de Laboratorio Microbiología

**ING. LILY GUTIERREZ**  
 Directora  
 CESCO-SERNA



Despacho de Recursos Naturales y Ambiente  
 100 mts. al Sur del Estadio Nacional  
 Tegucigalpa M.D.C., Honduras, C.A.  
 Teléfonos: (504) 2232-9200

@sernaHN

www.honduras.gob.hn

## Anexo 55 Coliformes Fecales P3M2



**Centro de Estudios y Control de Contaminantes, CESCO**  
 Barrio Morazán, frente a la Central de Bomberos, Tegucigalpa, M.D.C.  
 Tel: (504) 231-1006 ó 239-0194 Fax: 239-0954  
 Correo electrónico: cescco@serna.gob.hn  
 CESCO-MC-PT09-F02-MBA

Pag. 1/1

### Unidad de Microbiología INFORME DE ANALISIS DE LABORATORIO

**Informe No.:** 453      **Fecha:** 27/08/2024      **Orden de Pago:** 054      **Fecha:** 15/8/2024  
**Recibo No.:** 13079266      **Fecha:** 15/08/2024      **Valor:** Lps. 12,851.20

|  |  |
|--|--|
| 1. Nombre del Solicitante: María José Obando.                        | 2. Dirección del Solicitante: Tegucigalpa M.D.C.                   |
| 3. Tipo de Muestra: Agua Superficial.                                | 4. Recolectada por: José Gallegos.                                 |
| 5. Fecha y Hora de recolección de la muestra: 20/08/2024 / 9:55 a.m. | 6. Fecha y Hora de ingreso al laboratorio: 20/08/2024 / 11:30 a.m. |
| 7. Punto de Recolección: Punto 3 – Muestra 2.                        | 8. Procedencia de la muestra: Muestra 2                            |

#### RESULTADOS

| # MUESTRA | FECHA DE EJECUCIÓN DEL ANÁLISIS | MÉTODO APLICADO <sup>1</sup> | ANÁLISIS                               | RESULTADO       | VALOR REFERENCIA <sup>2</sup> |
|-----------|---------------------------------|------------------------------|--|-----------------|-------------------------------|
| 438       | 20-08-2024                      | 9222-D                       | Recuento de Coliformes Termotolerantes | 4 500 UFC/100mL | 5 000 UFC/100 mL              |

REFERENCIA DEL METODO<sup>1</sup>: | Métodos Estándar para el Análisis de Agua y Agua Residual 23 Edición |

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA<sup>2</sup>: Propuesta de Norma técnica para usos del agua, uso en preservación de flora y fauna.

OBSERVACIONES: | Esta muestra puntual recolectada por personal técnico de CESCO, cumple con los límites máximos permisibles en la norma de referencia para el parámetro de Coliformes termotolerantes. |

Abreviaciones:  
 UFC/100 mL= Unidad(es) Formadora(s) de Colonia(s) en cien mililitros

**DR. VICTOR MANUEL PINEDA**  
 Jefe de Laboratorio Microbiología

**ING. LOLY GUTIERREZ**  
 Directora  
 CESCO-SERNA

Despacho de Recursos Naturales y Ambiente  
 100 mts. al Sur del Estadio Nacional  
 Tegucigalpa M.D.C., Honduras, C.A.  
 Teléfonos: (504) 2232-9200

@sernaHN

www.mambiente.gob.hn

## Anexo 56 Coliformes Fecales P3M3



**Centro de Estudios y Control de Contaminantes, CESCO**  
 Barrio Morazán, frente a la Central de Bomberos, Tegucigalpa, M.D.C.  
 Tel: (504) 231-1006 ó 239-0194 Fax: 239-0954  
 Correo electrónico: cescco@serna.gob.hn  
 CESCO-MC-PT09-F02-MBA

Pag. 1/1

### Unidad de Microbiología INFORME DE ANALISIS DE LABORATORIO

**Informe No.:** 457      **Fecha:** 27/08/2024      **Orden de Pago:** 054      **Fecha:** 15/8/2024  
**Recibo No.** 13079266      **Fecha:** 15/08/2024      **Valor:** Lps. 12,851.20

|   |  |
|---|--|
| 1. <b>Nombre del Solicitante:</b> María José Obando.                            | 2. <b>Dirección del Solicitante:</b> Tegucigalpa M.D.C.                      |
| 3. <b>Tipo de Muestra:</b> Agua Superficial.                                    | 4. <b>Recolectada por:</b> José Gallegos.                                    |
| 5. <b>Fecha y Hora de recolección de la muestra:</b><br>20/08/2024 / 10:12 a.m. | 6. <b>Fecha y Hora de ingreso al laboratorio:</b><br>20/08/2024 / 11:30 a.m. |
| 7. <b>Punto de Recolección:</b> Punto 3 – Muestra 3.                            | 8. <b>Procedencia de la muestra:</b> Muestra 3                               |

#### RESULTADOS

| # MUESTRA   | FECHA DE EJECUCIÓN DEL ANÁLISIS | MÉTODO APLICADO <sup>1</sup> | ANÁLISIS                               | RESULTADO       | VALOR REFERENCIA <sup>2</sup> |
|---|---------------------------------|------------------------------|--|-----------------|-------------------------------|
| 442   | 20-08-2024                      | 9222-D                       | Recuento de Coliformes Termotolerantes | 4 000 UFC/100mL | 5 000 UFC/100 mL              |
| <b>REFERENCIA DEL METODO<sup>1</sup>:</b>   Métodos Estándar para el Análisis de Agua y Agua Residual 23 Edición  |                                 |                              |  |                 |                               |
| <b>REFERENCIA BIBLIOGRAFICA<sup>2</sup>:</b> Propuesta de Norma técnica para usos del agua, uso en preservación de flora y fauna.   |                                 |                              |  |                 |                               |
| <b>OBSERVACIONES:</b>   Esta muestra puntual recolectada por personal técnico de CESCO, cumple con los límites máximos permisibles en la norma de referencia para el parámetro de Coliformes termotolerantes. |                                 |                              |  |                 |                               |
| <b>Abreviaciones:</b><br>UFC/100 mL= Unidad(es) Formadora(s) de Colonia(s) en cien mililitros   |                                 |                              |  |                 |                               |

**DR. VICTOR MANUEL PINEDA**  
 Jefe de Laboratorio Microbiología

**ING. LOLY GUTIERREZ**  
 Directora  
 CESCO-SERNA



Despacho de Recursos Naturales y Ambiente  
 100 mts. al Sur del Estadio Nacional  
 Tegucigalpa M.D.C., Honduras, C.A.  
 Teléfonos: (504) 2232-9200

@sernaHN

www.mhambiente.gob.hn

## Anexo 57 Coliformes Fecales P3M4



**Centro de Estudios y Control de Contaminantes, CESCO**  
 Barrio Morazán, frente a la Central de Bomberos, Tegucigalpa, M.D.C.  
 Tel: (504) 231-1006 ó 239-0194 Fax: 239-0954  
 Correo electrónico: cescco@serna.gob.hn  
 CESCO-MC-PT09-F02-MBA

Pag. 1/1

### Unidad de Microbiología INFORME DE ANALISIS DE LABORATORIO

**Informe No.:** 461      **Fecha:** 27/08/2024      **Orden de Pago:** 054      **Fecha:** 15/8/2024  
**Recibo No.** 13079266      **Fecha:** 15/08/2024      **Valor:** Lps. 12,851.20

|   |  |
|---|--|
| <b>1. Nombre del Solicitante:</b> María José Obando.                            | <b>2. Dirección del Solicitante:</b> Tegucigalpa M.D.C.                      |
| <b>3. Tipo de Muestra:</b> Agua Superficial.                                    | <b>4. Recolectada por:</b> José Gallegos.                                    |
| <b>5. Fecha y Hora de recolección de la muestra:</b><br>20/08/2024 / 10:38 a.m. | <b>6. Fecha y Hora de ingreso al laboratorio:</b><br>20/08/2024 / 11:30 a.m. |
| <b>7. Punto de Recolección:</b> Punto 3 – Muestra 4.                            | <b>8. Procedencia de la muestra:</b> Muestra 4                               |

#### RESULTADOS

| # MUESTRA   | FECHA DE EJECUCIÓN DEL ANÁLISIS | MÉTODO APLICADO <sup>1</sup> | ANÁLISIS                               | RESULTADO       | VALOR REFERENCIA <sup>2</sup> |
|---|---------------------------------|------------------------------|--|-----------------|-------------------------------|
| 446   | 20-08-2024                      | 9222-D                       | Recuento de Coliformes Termotolerantes | 3 000 UFC/100mL | 5 000 UFC/100 mL              |
| <b>REFERENCIA DEL METODO<sup>1</sup>:</b>   Métodos Estándar para el Análisis de Agua y Agua Residual 23 Edición  |                                 |                              |  |                 |                               |
| <b>REFERENCIA BIBLIOGRAFICA<sup>2</sup></b> Propuesta de Norma técnica para usos del agua, uso en preservación de flora y fauna.  |                                 |                              |  |                 |                               |
| <b>OBSERVACIONES:</b>   Esta muestra puntual recolectada por personal técnico de CESCO, cumple con los límites máximos permisibles en la norma de referencia para el parámetro de Coliformes termotolerantes. |                                 |                              |  |                 |                               |
| <b>Abreviaciones:</b><br>UFC/100 mL= Unidad(es) Formadora(s) de Colonia(s) en cien mililitros   |                                 |                              |  |                 |                               |

**DR. VICTOR MANUEL PINEDA**  
 Jefe de Laboratorio Microbiología

**ING. LOLY GUTIERREZ**  
 Directora  
 CESCO-SERNA



Despacho de Recursos Naturales y Ambiente  
 100 mts. al Sur del Estadio Nacional  
 Tegucigalpa M.D.C., Honduras, C.A.  
 Teléfonos: (504) 2232-9200

@sernaHN

www.muestreos.gob.hn

## Anexo 58 Coliformes Fecales P4M1



**Centro de Estudios y Control de Contaminantes, CESCO**  
 Barrio Morazán, frente a la Central de Bomberos, Tegucigalpa, M.D.C.  
 Tel: (504) 231-1006 ó 239-0194 Fax: 239-0954  
 Correo electrónico: cescco@serna.gob.hn  
 CESCO-MC-PT09-F02-MBA

Pag. 1/1

### Unidad de Microbiología INFORME DE ANALISIS DE LABORATORIO

**Informe No.:** 450      **Fecha:** 27/08/2024      **Orden de Pago:** 054      **Fecha:** 15/8/2024  
**Recibo No.** 13079266      **Fecha:** 15/08/2024      **Valor:** Lps. 12,851.20

|  |  |
|--|--|
| 1. <b>Nombre del Solicitante:</b> María José Obando.                           | 2. <b>Dirección del Solicitante:</b> Tegucigalpa M.D.C.                      |
| 3. <b>Tipo de Muestra:</b> Agua Superficial.                                   | 4. <b>Recolectada por:</b> José Gallegos.                                    |
| 5. <b>Fecha y Hora de recolección de la muestra:</b><br>20/08/2024 / 9:30 a.m. | 6. <b>Fecha y Hora de ingreso al laboratorio:</b><br>20/08/2024 / 11:30 a.m. |
| 7. <b>Punto de Recolección:</b> Punto 4 – Muestra 1.                           | 8. <b>Procedencia de la muestra:</b> Muestra 1                               |

#### RESULTADOS

| # MUESTRA   | FECHA DE EJECUCIÓN DEL ANÁLISIS | MÉTODO APLICADO <sup>1</sup> | ANÁLISIS                               | RESULTADO       | VALOR REFERENCIA <sup>2</sup> |
|---|---------------------------------|------------------------------|--|-----------------|-------------------------------|
| 435   | 20-08-2024                      | 9222-D                       | Recuento de Coliformes Termotolerantes | 2 050 UFC/100mL | 5 000 UFC/100 mL              |
| <b>REFERENCIA DEL METODO<sup>1</sup>:</b>   Métodos Estándar para el Análisis de Agua y Agua Residual 23 Edición  |                                 |                              |  |                 |                               |
| <b>REFERENCIA BIBLIOGRAFICA<sup>2</sup></b> Propuesta de Norma técnica para usos del agua, uso en preservación de flora y fauna.  |                                 |                              |  |                 |                               |
| <b>OBSERVACIONES:</b>   Esta muestra puntual recolectada por personal técnico de CESCO, cumple con los límites máximos permisibles en la norma de referencia para el parámetro de Coliformes termotolerantes. |                                 |                              |  |                 |                               |
| <b>Abreviaciones:</b><br>UFC/100 mL= Unidad(es) Formadora(s) de Colonia(s) en cien mililitros   |                                 |                              |  |                 |                               |

**DR. VICTOR MANUEL PINEDA**  
 Jefe de Laboratorio Microbiología

**ING. LOLY GUTIERREZ**  
 Directora  
 CESCO-SERNA



Despacho de Recursos Naturales y Ambiente  
 100 mts. al Sur del Estadio Nacional  
 Tegucigalpa M.D.C., Honduras, C.A.  
 Teléfonos: (504) 2232-9200

@sernaHN

www.mmbiomas.gob.hn

## Anexo 59 Coliformes Fecales P4M2



**Centro de Estudios y Control de Contaminantes, CESCO**  
 Barrio Morazán, frente a la Central de Bomberos, Tegucigalpa, M.D.C.  
 Tel: (504) 231-1006 ó 239-0194 Fax: 239-0954  
 Correo electrónico: cescco@serna.gob.hn  
 CESCO-MC-PT09-F02-MBA

Pag. 1/1

### Unidad de Microbiología INFORME DE ANALISIS DE LABORATORIO

**Informe No.:** 454      **Fecha:** 27/08/2024      **Orden de Pago:** 054      **Fecha:** 15/8/2024  
**Recibo No.** 13079266      **Fecha:** 15/08/2024      **Valor:** Lps. 12,851.20

|  |  |
|--|--|
| 1. Nombre del Solicitante: María José Obando.                        | 2. Dirección del Solicitante: Tegucigalpa M.D.C.                   |
| 3. Tipo de Muestra: Agua Superficial.                                | 4. Recolectada por: José Gallegos.                                 |
| 5. Fecha y Hora de recolección de la muestra: 20/08/2024 / 9:55 a.m. | 6. Fecha y Hora de ingreso al laboratorio: 20/08/2024 / 11:30 a.m. |
| 7. Punto de Recolección: Punto 4 – Muestra 2.                        | 8. Procedencia de la muestra: Muestra 2                            |

#### RESULTADOS

| # MUESTRA  | FECHA DE EJECUCIÓN DEL ANÁLISIS | MÉTODO APLICADO <sup>1</sup> | ANÁLISIS                               | RESULTADO       | VALOR REFERENCIA <sup>2</sup> |
|--|---------------------------------|------------------------------|--|-----------------|-------------------------------|
| 439  | 20-08-2024                      | 9222-D                       | Recuento de Coliformes Termotolerantes | 1 400 UFC/100mL | 5 000 UFC/100 mL              |
| REFERENCIA DEL METODO <sup>1</sup> :   Métodos Estándar para el Análisis de Agua y Agua Residual 23 Edición  |                                 |                              |  |                 |                               |
| REFERENCIA BIBLIOGRAFICA <sup>2</sup> Propuesta de Norma técnica para usos del agua, uso en preservación de flora y fauna.   |                                 |                              |  |                 |                               |
| OBSERVACIONES:   Esta muestra puntual recolectada por personal técnico de CESCO, cumple con los límites máximos permisibles en la norma de referencia para el parámetro de Coliformes termotolerantes. |                                 |                              |  |                 |                               |
| Abreviaciones:<br>UFC/100 mL= Unidad(es) Formadora(s) de Colonia(s) en cien mililitros   |                                 |                              |  |                 |                               |

**DR. VÍCTOR MANUEL PINEDA**  
 Jefe de Laboratorio Microbiología

**ING. LOLY GUTIERREZ**  
 Directora  
 CESCO-SERNA



Despacho de Recursos Naturales y Ambiente  
 100 mts. al Sur del Estadio Nacional  
 Tegucigalpa M.D.C., Honduras, C.A.  
 Teléfonos: (504) 2232-9200

@sernaHN

www.mtamambiente.gob.hn

## Anexo 60 Coliformes Fecales P4M3



**Centro de Estudios y Control de Contaminantes, CESCO**  
 Barrio Morazán, frente a la Central de Bomberos, Tegucigalpa, M.D.C.  
 Tel: (504) 231-1006 ó 239-0194 Fax: 239-0954  
 Correo electrónico: cescco@serna.gob.hn  
**CESCO-MC-PT09-F02-MBA**

Pag. 1/1

### Unidad de Microbiología INFORME DE ANALISIS DE LABORATORIO

**Informe No.:** 458      **Fecha:** 27/08/2024      **Orden de Pago:** 054      **Fecha:** 15/8/2024  
**Recibo No.** 13079266      **Fecha:** 15/08/2024      **Valor:** Lps. 12,851.20

|   |  |
|---|--|
| 1. <b>Nombre del Solicitante:</b> María José Obando.                            | 2. <b>Dirección del Solicitante:</b> Tegucigalpa M.D.C.                      |
| 3. <b>Tipo de Muestra:</b> Agua Superficial.                                    | 4. <b>Recolectada por:</b> José Gallegos.                                    |
| 5. <b>Fecha y Hora de recolección de la muestra:</b><br>20/08/2024 / 10:12 a.m. | 6. <b>Fecha y Hora de ingreso al laboratorio:</b><br>20/08/2024 / 11:30 a.m. |
| 7. <b>Punto de Recolección:</b> Punto 4 – Muestra 3.                            | 8. <b>Procedencia de la muestra:</b> Muestra 3                               |

#### RESULTADOS

| # MUESTRA   | FECHA DE EJECUCIÓN DEL ANÁLISIS | MÉTODO APLICADO <sup>1</sup> | ANÁLISIS                               | RESULTADO       | VALOR REFERENCIA <sup>2</sup> |
|---|---------------------------------|------------------------------|--|-----------------|-------------------------------|
| 443   | 20-08-2024                      | 9222-D                       | Recuento de Coliformes Termotolerantes | 1 850 UFC/100mL | 5 000 UFC/100 mL              |
| <b>REFERENCIA DEL METODO<sup>1</sup>:</b>   Métodos Estándar para el Análisis de Agua y Agua Residual 23 Edición  |                                 |                              |  |                 |                               |
| <b>REFERENCIA BIBLIOGRAFICA<sup>2</sup></b> Propuesta de Norma técnica para usos del agua, uso en preservación de flora y fauna.  |                                 |                              |  |                 |                               |
| <b>OBSERVACIONES:</b>   Esta muestra puntual recolectada por personal técnico de CESCO, cumple con los límites máximos permisibles en la norma de referencia para el parámetro de Coliformes termotolerantes. |                                 |                              |  |                 |                               |
| <b>Abreviaciones:</b><br>UFC/100 mL= Unidad(es) Formadora(s) de Colonia(s) en cien mililitros   |                                 |                              |  |                 |                               |

**DR. VICTOR MANUEL PINEDA**  
 Jefe de Laboratorio de Microbiología

**ING. LOLY GUTIERREZ**  
 Directora  
 CESCO-SERNA



Despacho de Recursos Naturales y Ambiente  
 100 mts. al Sur del Estadio Nacional  
 Tegucigalpa M.D.C., Honduras, C.A.  
 Teléfonos: (504) 2232-9200

@sernaHN

www.mhrr.gob.hn

# Anexo 61 Coliformes Fecales P4M4



**Centro de Estudios y Control de Contaminantes, CESCO**  
 Barrio Morazán, frente a la Central de Bomberos, Tegucigalpa, M.D.C.  
 Tel: (504) 231-1006 ó 239-0194 Fax: 239-0954  
 Correo electrónico: cescco@serna.gob.hn  
 CESCO-MC-PT09-F02-MBA

Pag. 1/1

## Unidad de Microbiología INFORME DE ANALISIS DE LABORATORIO

**Informe No.:** 462      **Fecha:** 27/08/2024      **Orden de Pago:** 054      **Fecha:** 15/8/2024  
**Recibo No.** 13079266      **Fecha:** 15/08/2024      **Valor:** Lps. 12,851.20

|   |  |
|---|--|
| 1. Nombre del Solicitante: María José Obando.                         | 2. Dirección del Solicitante: Tegucigalpa M.D.C.                   |
| 3. Tipo de Muestra: Agua Superficial.                                 | 4. Recolectada por: José Gallegos.                                 |
| 5. Fecha y Hora de recolección de la muestra: 20/08/2024 / 10:38 a.m. | 6. Fecha y Hora de ingreso al laboratorio: 20/08/2024 / 11:30 a.m. |
| 7. Punto de Recolección: Punto 4 – Muestra 4.                         | 8. Procedencia de la muestra: Muestra 4                            |

### RESULTADOS

| # MUESTRA | FECHA DE EJECUCIÓN DEL ANÁLISIS | MÉTODO APLICADO <sup>1</sup> | ANÁLISIS                               | RESULTADO     | VALOR REFERENCIA <sup>2</sup> |
|-----------|---------------------------------|------------------------------|--|---------------|-------------------------------|
| 447       | 20-08-2024                      | 9222-D                       | Recuento de Coliformes Termotolerantes | 946 UFC/100mL | 5 000 UFC/100 mL              |

**REFERENCIA DEL METODO<sup>1</sup>:** Métodos Estándar para el Análisis de Agua y Agua Residual 23 Edición

**REFERENCIA BIBLIOGRAFICA<sup>2</sup>** Propuesta de Norma técnica para usos del agua, uso en preservación de flora y fauna.

**OBSERVACIONES:** Esta muestra puntual recolectada por personal técnico de CESCO, Si cumple con los límites máximos permisibles en la norma de referencia para el parámetro de Coliformes termotolerantes.

**Abreviaciones:**  
 UFC/100 mL= Unidad(es) Formadora(s) de Colonia(s) en cien mililitros

**DR. VICTOR MANUEL PINEDA**  
 Jefe de Laboratorio Microbiología

**ING. LOLY GUTIERREZ**  
 Directora  
 CESCO-SERNA



Despacho de Recursos Naturales y Ambiente  
 100 mts. al Sur del Estadio Nacional  
 Tegucigalpa M.D.C., Honduras, C.A.  
 Teléfonos: (504) 2232-9200

@sernaHN

www.mundobonopas.hn

## Anexo 62 Parámetros Físico-químicos P1M1



**Centro de Estudios y Control de Contaminantes, CESCO**  
 Barrio Morazán, frente a la Central de Bomberos, Tegucigalpa, M.D.C.  
 Tel: (504) 231-1006 ó 239-0194 Fax: 239-0954  
 Correo electrónico: cescco@serna.gob.hn  
 CESCO-MC-PT09-F02-CAL

Pag. 1/2

### Unidad de Calidad de Aguas INFORME DE ANALISIS DE LABORATORIO

**Informe No.:** 483      **Fecha:** 30/08/2024      **Orden de Pago:** 054      **Fecha:** 15/8/2024  
**Recibo No.:** 13079266      **Fecha:** 15/08/2024      **Valor:** Lps. 12,851.20

|   |  |
|---|--|
| 1. Nombre del Solicitante: María José Obando.                           | 2. Dirección del Solicitante: Tegucigalpa M.D.C.                     |
| 3. Tipo de Muestra: Agua Superficial.                                   | 4. Recolectada por: Mario Padilla.                                   |
| 5. Fecha y Hora de recolección de la muestra:<br>16/08/2024 / 8:40 a.m. | 6. Fecha y Hora de ingreso al laboratorio:<br>16/08/2024 / 2:00 p.m. |
| 7. Punto de Recolección: Punto 1  | 8. Procedencia de la muestra: Punto 1                                |

### RESULTADOS

| # MUESTRA | FECHA DE EJECUCIÓN DEL ANÁLISIS | MÉTODO APLICADO <sup>1</sup>  | ANÁLISIS                | RESULTADO     | VALOR REFERENCIA <sup>2</sup> |
|-----------|---------------------------------|---|-------------------------|---------------|-------------------------------|
| 416       | 16/08/24                        | Part 2550 B (Laboratorio y Método de Campo)   | *Temperatura            | 20,5° C       | -/-                           |
|           | 16/08/24                        | Part 4500-H+ B (Método Electrométrico)  | *Potencial de hidrógeno | 7,1 a 20,5 °C | 4,5 - 9,5                     |
|           | 16/08/24                        | Part 4500-O G (Método de electrodo de Membrana)                                       | *Oxígeno Disuelto       | 1,65 mg/L     | ≥ 3,00 mg/L                   |
|           | 26/08/24                        | Part 4500-P B-5 (Método de Digestión con Persulfato); D (Método de cloruro de estaño) | Fósforo Total           | 0,27 mg/L     | -/-                           |
|           | 16/08/24                        | Part 4500-NO <sub>3</sub> B (Método de Espectrofotometría ultravioleta)               | Nitratos                | **NR          | 50,0 mg/L                     |

Despacho de Recursos Naturales y Ambiente  
 100 mts. al Sur del Estadio Nacional  
 Tegucigalpa M.D.C., Honduras, C.A.  
 Teléfonos: (504) 2232-9200

[Twitter](#) [Facebook](#) [Instagram](#) @sernaHN

www.muestreos.gob.hn

## Anexo 63 Parámetros Físico-químicos P1M2



**Centro de Estudios y Control de Contaminantes, CESCO**  
 Barrio Morazán, frente a la Central de Bomberos, Tegucigalpa, M.D.C.  
 Tel: (504) 231-1006 ó 239-0194 Fax: 239-0954  
 Correo electrónico: cescco@serna.gob.hn  
 CESCO-MC-PT09-F02-CAL

Pag. 1/2

### Unidad de Calidad de Aguas INFORME DE ANALISIS DE LABORATORIO

**Informe No.:** 484      **Fecha:** 30/08/2024      **Orden de Pago:** 054      **Fecha:** 15/8/2024  
**Recibo No.:** 13079266      **Fecha:** 15/08/2024      **Valor:** Lps. 12,851.20

|   |  |
|---|--|
| 1. Nombre del Solicitante: María José Obando.                           | 2. Dirección del Solicitante: Tegucigalpa M.D.C.                     |
| 3. Tipo de Muestra: Agua Superficial.                                   | 4. Recolectada por: Mario Padilla.                                   |
| 5. Fecha y Hora de recolección de la muestra:<br>16/08/2024 / 8:40 a.m. | 6. Fecha y Hora de ingreso al laboratorio:<br>16/08/2024 / 2:00 p.m. |
| 7. Punto de Recolección: Punto 1  | 8. Procedencia de la muestra: Punto 1                                |

### RESULTADOS

| # MUESTRA | FECHA DE EJECUCIÓN DEL ANÁLISIS | MÉTODO APLICADO <sup>1</sup>  | ANÁLISIS                | RESULTADO     | VALOR REFERENCIA <sup>2</sup> |
|-----------|---------------------------------|---|-------------------------|---------------|-------------------------------|
| 417       | 16/08/24                        | Part 2550 B (Laboratorio y Método de Campo)   | *Temperatura            | 20,5° C       | -/-                           |
|           | 16/08/24                        | Part 4500-H+ B (Método Electrométrico)  | *Potencial de hidrógeno | 7,1 a 20,5 °C | 4,5 - 9,5                     |
|           | 16/08/24                        | Part 4500-O G (Método de electrodo de Membrana)                                       | *Oxígeno Disuelto       | 1,65 mg/L     | ≥ 3,00 mg/L                   |
|           | 26/08/24                        | Part 4500-P B-5 (Método de Digestión con Persulfato); D (Método de cloruro de estaño) | Fósforo Total           | 2,20 mg/L     | -/-                           |
|           | 16/08/24                        | Part 4500-NO <sub>3</sub> B (Método de Espectrofotometría ultravioleta)               | Nitratos                | **NR          | 50,0 mg/L                     |

Despacho de Recursos Naturales y Ambiente  
 100 mts. al Sur del Estadio Nacional  
 Tegucigalpa M.D.C., Honduras, C.A.  
 Teléfonos: (504) 2232-9200

@sernaHN

www.municipio.gob.hn

## Anexo 64 Parámetros Físico-químicos P1M3



**Centro de Estudios y Control de Contaminantes, CESCO**  
 Barrio Morazán, frente a la Central de Bomberos, Tegucigalpa, M.D.C.  
 Tel: (504) 231-1006 ó 239-0194 Fax: 239-0954  
 Correo electrónico: cescco@serna.gob.hn  
 CESCO-MC-PT09-F02-CAL

Pag. 1/2

### Unidad de Calidad de Aguas INFORME DE ANALISIS DE LABORATORIO

**Informe No.:** 485      **Fecha:** 30/08/2024      **Orden de Pago:** 054      **Fecha:** 15/8/2024  
**Recibo No.:** 13079266      **Fecha:** 15/08/2024      **Valor:** Lps. 12,851.20

|  |   |
|--|---|
| 1. Nombre del Solicitante: María José Obando.                        | 2. Dirección del Solicitante: Tegucigalpa M.D.C.                  |
| 3. Tipo de Muestra: Agua Superficial.                                | 4. Recolectada por: Mario Padilla.                                |
| 5. Fecha y Hora de recolección de la muestra: 16/08/2024 / 8.40 a.m. | 6. Fecha y Hora de ingreso al laboratorio: 16/08/2024 / 2.00 p.m. |
| 7. Punto de Recolección: Punto 1                                     | 8. Procedencia de la muestra: Punto 1                             |

### RESULTADOS

| # MUESTRA | FECHA DE EJECUCIÓN DEL ANÁLISIS | MÉTODO APLICADO <sup>1</sup>  | ANÁLISIS                | RESULTADO     | VALOR REFERENCIA <sup>2</sup> |
|-----------|---------------------------------|---|-------------------------|---------------|-------------------------------|
| 418       | 16/08/24                        | Part 2550 B (Laboratorio y Método de Campo)   | *Temperatura            | 20,5° C       | -/-                           |
|           | 16/08/24                        | Part 4500-H+ B (Método Electrométrico)  | *Potencial de hidrógeno | 7,1 a 20,5 °C | 4,5 - 9,5                     |
|           | 16/08/24                        | Part 4500-O G (Método de electrodo de Membrana)                                       | *Oxígeno Disuelto       | 1,65 mg/L     | ≥ 3,00 mg/L                   |
|           | 26/08/24                        | Part 4500-P B-5 (Método de Digestión con Persulfato); D (Método de cloruro de estaño) | Fósforo Total           | 0,16 mg/L     | -/-                           |
|           | 16/08/24                        | Part 4500-NO <sub>3</sub> B (Método de Espectrofotometría ultravioleta)               | Nitratos                | **NR          | 50,0 mg/L                     |

Despacho de Recursos Naturales y Ambiente  
 100 mts. al Sur del Estadio Nacional  
 Tegucigalpa M.D.C., Honduras, C.A.  
 Teléfonos: (504) 2232-9200

@sernaHN

www.municipio.gob.hn

## Anexo 65 Parámetros Físico-químicos P1M4



### Centro de Estudios y Control de Contaminantes, CESCO

Barrio Morazán, frente a la Central de Bomberos, Tegucigalpa, M.D.C.

Tel: (504) 231-1006 ó 239-0194 Fax: 239-0954

Correo electrónico: cescco@serna.gob.hn

CESCCO-MC-PT09-F02-CAL

Pag. 1/2

### Unidad de Calidad de Aguas INFORME DE ANALISIS DE LABORATORIO

**Informe No.:** 486      **Fecha:** 30/08/2024      **Orden de Pago:** 054      **Fecha:** 15/8/2024  
**Recibo No.:** 13079266      **Fecha:** 15/08/2024      **Valor:** Lps. 12,851.20

|  |   |
|--|---|
| 1. <b>Nombre del Solicitante:</b> María José Obando.                           | 2. <b>Dirección del Solicitante:</b> Tegucigalpa M.D.C.                     |
| 3. <b>Tipo de Muestra:</b> Agua Superficial.                                   | 4. <b>Recolectada por:</b> Mario Padilla.                                   |
| 5. <b>Fecha y Hora de recolección de la muestra:</b><br>16/08/2024 / 8:40 a.m. | 6. <b>Fecha y Hora de ingreso al laboratorio:</b><br>16/08/2024 / 2:00 p.m. |
| 7. <b>Punto de Recolección:</b> Punto 1  | 8. <b>Procedencia de la muestra:</b> Punto 1                                |

### RESULTADOS

| # MUESTRA | FECHA DE EJECUCIÓN DEL ANÁLISIS | MÉTODO APLICADO <sup>1</sup>  | ANÁLISIS                | RESULTADO     | VALOR REFERENCIA <sup>2</sup> |
|-----------|---------------------------------|---|-------------------------|---------------|-------------------------------|
| 419       | 16/08/24                        | Part 2550 B (Laboratorio y Método de Campo)   | *Temperatura            | 20,5° C       | -/-                           |
|           | 16/08/24                        | Part 4500-H+ B (Método Electrométrico)  | *Potencial de hidrógeno | 7,1 a 20,5 °C | 4,5 - 9,5                     |
|           | 16/08/24                        | Part 4500-O G (Método de electrodo de Membrana)                                       | *Oxígeno Disuelto       | 1,65 mg/L     | ≥ 3,00 mg/L                   |
|           | 26/08/24                        | Part 4500-P B-5 (Método de Digestión con Persulfato); D (Método de cloruro de estaño) | Fósforo Total           | 0,08 mg/L     | -/-                           |
|           | 16/08/24                        | Part 4500-NO <sub>3</sub> B (Método de Espectrofotometría ultravioleta)               | Nitratos                | **NR          | 50,0 mg/L                     |

Despacho de Recursos Naturales y Ambiente  
100 mts. al Sur del Estadio Nacional  
Tegucigalpa M.D.C., Honduras, C.A.  
Teléfonos: (504) 2232-9200

[Twitter](#) [Facebook](#) [Instagram](#) @sernaHN

www.muestreos.gob.hn

## Anexo 66 Parámetros Físico-químicos P2M1



### Centro de Estudios y Control de Contaminantes, CESCO

Barrio Morazán, frente a la Central de Bomberos, Tegucigalpa, M.D.C.

Tel: (504) 231-1006 ó 239-0194 Fax: 239-0954

Correo electrónico: cescco@serna.gob.hn

CESCCO-MC-PT09-F02-CAL

Pag. 1/2

### Unidad de Calidad de Aguas INFORME DE ANALISIS DE LABORATORIO

**Informe No.:** 487      **Fecha:** 30/08/2024      **Orden de Pago:** 054      **Fecha:** 15/8/2024  
**Recibo No.:** 13079266      **Fecha:** 15/08/2024      **Valor:** Lps. 12,851.20

|  |   |
|--|---|
| 1. <b>Nombre del Solicitante:</b> María José Obando.                           | 2. <b>Dirección del Solicitante:</b> Tegucigalpa M.D.C.                     |
| 3. <b>Tipo de Muestra:</b> Agua Superficial.                                   | 4. <b>Recolectada por:</b> Mario Padilla.                                   |
| 5. <b>Fecha y Hora de recolección de la muestra:</b><br>16/08/2024 / 9:33 a.m. | 6. <b>Fecha y Hora de ingreso al laboratorio:</b><br>16/08/2024 / 2:00 p.m. |
| 7. <b>Punto de Recolección:</b> Punto 2  | 8. <b>Procedencia de la muestra:</b> Punto 2                                |

### RESULTADOS

| # MUESTRA | FECHA DE EJECUCIÓN DEL ANÁLISIS | MÉTODO APLICADO <sup>1</sup>  | ANÁLISIS                | RESULTADO     | VALOR REFERENCIA <sup>2</sup> |
|-----------|---------------------------------|---|-------------------------|---------------|-------------------------------|
| 420       | 16/08/24                        | Part 2550 B (Laboratorio y Método de Campo)   | *Temperatura            | 22,1° C       | -/-                           |
|           | 16/08/24                        | Part 4500-H+ B (Método Electrométrico)  | *Potencial de hidrógeno | 7,5 a 22,1 °C | 4,5 - 9,5                     |
|           | 16/08/24                        | Part 4500-O G (Método de electrodo de Membrana)                                       | *Oxígeno Disuelto       | 1,58 mg/L     | ≥ 3,00 mg/L                   |
|           | 26/08/24                        | Part 4500-P B-5 (Método de Digestión con Persulfato); D (Método de cloruro de estaño) | Fósforo Total           | 0,84 mg/L     | -/-                           |
|           | 16/08/24                        | Part 4500-NO <sub>3</sub> B (Método de Espectrofotometría ultravioleta)               | Nitratos                | **NR          | 50,0 mg/L                     |

Despacho de Recursos Naturales y Ambiente  
100 mts. al Sur del Estadio Nacional  
Tegucigalpa M.D.C., Honduras, C.A.  
Teléfonos: (504) 2232-9200

@sernaHN

www.mmbiomas.gob.hn

## Anexo 67 Parámetros Físico-químicos P2M2



### Centro de Estudios y Control de Contaminantes, CESCO

Barrio Morazán, frente a la Central de Bomberos, Tegucigalpa, M.D.C.

Tel: (504) 231-1006 ó 239-0194 Fax: 239-0954

Correo electrónico: cescco@serna.gob.hn

CESCCO-MC-PT09-F02-CAL

Pag. 1/2

### Unidad de Calidad de Aguas INFORME DE ANÁLISIS DE LABORATORIO

Informe No.: 488

Fecha: 30/08/2024

Orden de Pago: 054

Fecha: 15/8/2024

Recibo No.13079266

Fecha: 15/08/2024

Valor: Lps. 12,851.20

|   |  |
|---|--|
| 1. Nombre del Solicitante: María José Obando.                           | 2. Dirección del Solicitante: Tegucigalpa M.D.C.                     |
| 3. Tipo de Muestra: Agua Superficial.                                   | 4. Recolectada por: Mario Padilla.                                   |
| 5. Fecha y Hora de recolección de la muestra:<br>16/08/2024 / 9:33 a.m. | 6. Fecha y Hora de ingreso al laboratorio:<br>16/08/2024 / 2:00 p.m. |
| 7. Punto de Recolección: Punto 2  | 8. Procedencia de la muestra: Punto 2                                |

### RESULTADOS

| # MUESTRA | FECHA DE EJECUCIÓN DEL ANÁLISIS | MÉTODO APLICADO <sup>1</sup>  | ANÁLISIS                | RESULTADO     | VALOR REFERENCIA <sup>2</sup> |
|-----------|---------------------------------|---|-------------------------|---------------|-------------------------------|
| 421       | 16/08/24                        | Part 2550 B (Laboratorio y Método de Campo)   | *Temperatura            | 22,1° C       | -/-                           |
|           | 16/08/24                        | Part 4500-H+ B (Método Electrométrico)  | *Potencial de hidrógeno | 7,5 a 22,1 °C | 4,5 - 9,5                     |
|           | 16/08/24                        | Part 4500-O G (Método de electrodo de Membrana)                                       | *Oxígeno Disuelto       | 1.58 mg/L     | ≥ 3,00 mg/L                   |
|           | 26/08/24                        | Part 4500-P B-5 (Método de Digestión con Persulfato); D (Método de cloruro de estaño) | Fósforo Total           | 0,03 mg/L     | -/-                           |
|           | 16/08/24                        | Part 4500-NO <sub>3</sub> B (Método de Espectrofotometría ultravioleta)               | Nitratos                | **NR          | 50,0 mg/L                     |

Despacho de Recursos Naturales y Ambiente  
100 mts. al Sur del Estadio Nacional  
Tegucigalpa M.D.C., Honduras, C.A.  
Teléfonos: (504) 2232-9200

@sernaHN

www.municipio.gob.hn

## Anexo 68 Parámetros Físico-químicos P2M3



### Centro de Estudios y Control de Contaminantes, CESCO

Barrio Morazán, frente a la Central de Bomberos, Tegucigalpa, M.D.C.

Tel: (504) 231-1006 ó 239-0194 Fax: 239-0954

Correo electrónico: cescco@serna.gob.hn

CESCCO-MC-PT09-F02-CAL

Pag. 1/2

### Unidad de Calidad de Aguas INFORME DE ANALISIS DE LABORATORIO

**Informe No.:** 489      **Fecha:** 30/08/2024      **Orden de Pago:** 054      **Fecha:** 15/8/2024  
**Recibo No.:** 13079266      **Fecha:** 15/08/2024      **Valor:** Lps. 12,851.20

|  |   |
|--|---|
| 1. <b>Nombre del Solicitante:</b> María José Obando.                           | 2. <b>Dirección del Solicitante:</b> Tegucigalpa M.D.C.                     |
| 3. <b>Tipo de Muestra:</b> Agua Superficial.                                   | 4. <b>Recolectada por:</b> Mario Padilla.                                   |
| 5. <b>Fecha y Hora de recolección de la muestra:</b><br>16/08/2024 / 9:33 a.m. | 6. <b>Fecha y Hora de ingreso al laboratorio:</b><br>16/08/2024 / 2:00 p.m. |
| 7. <b>Punto de Recolección:</b> Punto 2  | 8. <b>Procedencia de la muestra:</b> Punto 2                                |

### RESULTADOS

| # MUESTRA | FECHA DE EJECUCIÓN DEL ANÁLISIS | MÉTODO APLICADO <sup>1</sup>  | ANÁLISIS                | RESULTADO     | VALOR REFERENCIA <sup>2</sup> |
|-----------|---------------------------------|---|-------------------------|---------------|-------------------------------|
| 422       | 16/08/24                        | Part 2550 B (Laboratorio y Método de Campo)   | *Temperatura            | 22,1° C       | -/-                           |
|           | 16/08/24                        | Part 4500-H+ B (Método Electrométrico)  | *Potencial de hidrógeno | 7,5 a 22,1 °C | 4,5 - 9,5                     |
|           | 16/08/24                        | Part 4500-O G (Método de electrodo de Membrana)                                       | *Oxígeno Disuelto       | 1.58 mg/L     | ≥ 3,00 mg/L                   |
|           | 26/08/24                        | Part 4500-P B-5 (Método de Digestión con Persulfato); D (Método de cloruro de estaño) | Fósforo Total           | 0,04 mg/L     | -/-                           |
|           | 16/08/24                        | Part 4500-NO <sub>3</sub> B (Método de Espectrofotometría ultravioleta)               | Nitratos                | **NR          | 50,0 mg/L                     |

Despacho de Recursos Naturales y Ambiente  
 100 mts. al Sur del Estadio Nacional  
 Tegucigalpa M.D.C., Honduras, C.A.  
 Teléfonos: (504) 2232-9200

[Twitter](#) [Facebook](#) [Instagram](#) @sernaHN

www.ambiente.gob.hn

## Anexo 69 Parámetros Físico-químicos P2M4



### Centro de Estudios y Control de Contaminantes, CESCO

Barrio Morazán, frente a la Central de Bomberos, Tegucigalpa, M.D.C.

Tel: (504) 231-1006 ó 239-0194 Fax: 239-0954

Correo electrónico: cescco@serna.gob.hn

CESCCO-MC-PT09-F02-CAL

Pag. 1/2

### Unidad de Calidad de Aguas INFORME DE ANALISIS DE LABORATORIO

**Informe No.:** 489      **Fecha:** 30/08/2024      **Orden de Pago:** 054      **Fecha:** 15/8/2024  
**Recibo No.:** 13079266      **Fecha:** 15/08/2024      **Valor:** Lps. 12,851.20

|  |   |
|--|---|
| 1. <b>Nombre del Solicitante:</b> María José Obando.                           | 2. <b>Dirección del Solicitante:</b> Tegucigalpa M.D.C.                     |
| 3. <b>Tipo de Muestra:</b> Agua Superficial.                                   | 4. <b>Recolectada por:</b> Mario Padilla.                                   |
| 5. <b>Fecha y Hora de recolección de la muestra:</b><br>16/08/2024 / 9:33 a.m. | 6. <b>Fecha y Hora de ingreso al laboratorio:</b><br>16/08/2024 / 2:00 p.m. |
| 7. <b>Punto de Recolección:</b> Punto 2  | 8. <b>Procedencia de la muestra:</b> Punto 2                                |

### RESULTADOS

| # MUESTRA | FECHA DE EJECUCIÓN DEL ANÁLISIS | MÉTODO APLICADO <sup>1</sup>  | ANÁLISIS                | RESULTADO     | VALOR REFERENCIA <sup>2</sup> |
|-----------|---------------------------------|---|-------------------------|---------------|-------------------------------|
| 422       | 16/08/24                        | Part 2550 B (Laboratorio y Método de Campo)   | *Temperatura            | 22,1° C       | -/-                           |
|           | 16/08/24                        | Part 4500-H+ B (Método Electrométrico)  | *Potencial de hidrógeno | 7,5 a 22,1 °C | 4,5 - 9,5                     |
|           | 16/08/24                        | Part 4500-O G (Método de electrodo de Membrana)                                       | *Oxígeno Disuelto       | 1.58 mg/L     | ≥ 3,00 mg/L                   |
|           | 26/08/24                        | Part 4500-P B-5 (Método de Digestión con Persulfato); D (Método de cloruro de estaño) | Fósforo Total           | 0,04 mg/L     | -/-                           |
|           | 16/08/24                        | Part 4500-NO <sub>3</sub> B (Método de Espectrofotometría ultravioleta)               | Nitratos                | **NR          | 50,0 mg/L                     |

Despacho de Recursos Naturales y Ambiente  
 100 mts. al Sur del Estadio Nacional  
 Tegucigalpa M.D.C., Honduras, C.A.  
 Teléfonos: (504) 2232-9200

[Twitter](#) [Facebook](#) [Instagram](#) @sernaHN

www.mambiente.gob.hn

## Anexo 70 Parámetros Físico-químicos P3M1



**Centro de Estudios y Control de Contaminantes, CESCO**  
 Barrio Morazán, frente a la Central de Bomberos, Tegucigalpa, M.D.C.  
 Tel: (504) 231-1006 ó 239-0194 Fax: 239-0954  
 Correo electrónico: cescco@serna.gob.hn  
 CESCO-MC-PT09-F02-CAL

Pag. 1/2

### Unidad de Calidad de Aguas INFORME DE ANALISIS DE LABORATORIO

**Informe No.:** 491      **Fecha:** 30/08/2024      **Orden de Pago:** 054      **Fecha:** 15/8/2024  
**Recibo No.:** 13079266      **Fecha:** 15/08/2024      **Valor:** Lps. 12,851.20

|   |   |
|---|---|
| 1. Nombre del Solicitante: María José Obando.                         | 2. Dirección del Solicitante: Tegucigalpa M.D.C.                  |
| 3. Tipo de Muestra: Agua Superficial.                                 | 4. Recolectada por: Mario Padilla.                                |
| 5. Fecha y Hora de recolección de la muestra: 16/08/2024 / 10:14 a.m. | 6. Fecha y Hora de ingreso al laboratorio: 16/08/2024 / 2:00 p.m. |
| 7. Punto de Recolección: Punto 3                                      | 8. Procedencia de la muestra: Punto 3                             |

### RESULTADOS

| # MUESTRA | FECHA DE EJECUCIÓN DEL ANÁLISIS | MÉTODO APLICADO <sup>1</sup>  | ANÁLISIS                | RESULTADO      | VALOR REFERENCIA <sup>2</sup> |
|-----------|---------------------------------|---|-------------------------|----------------|-------------------------------|
| 424       | 16/08/24                        | Part 2550 B (Laboratorio y Método de Campo)   | *Temperatura            | 22,7° C        | -/-                           |
|           | 16/08/24                        | Part 4500-H+ B (Método Electrométrico)  | *Potencial de hidrógeno | 7,75 a 22,7 °C | 4,5 - 9,5                     |
|           | 16/08/24                        | Part 4500-O G (Método de electrodo de Membrana)                                       | *Oxígeno Disuelto       | 2,47 mg/L      | ≥ 3,00 mg/L                   |
|           | 26/08/24                        | Part 4500-P B-5 (Método de Digestión con Persulfato); D (Método de cloruro de estaño) | Fósforo Total           | <0,02 mg/L     | -/-                           |
|           | 16/08/24                        | Part 4500-NO <sub>3</sub> B (Método de Espectrofotometría ultravioleta)               | Nitratos                | **NR           | 50,0 mg/L                     |

Despacho de Recursos Naturales y Ambiente  
 100 mts. al Sur del Estadio Nacional  
 Tegucigalpa M.D.C., Honduras, C.A.  
 Teléfonos: (504) 2232-9200

[Twitter](#) [Facebook](#) [Instagram](#) @sernaHN

www.medicinas-padilla.com

## Anexo 71 Parámetros Físico-químicos P3M2



**Centro de Estudios y Control de Contaminantes, CESCO**  
 Barrio Morazán, frente a la Central de Bomberos, Tegucigalpa, M.D.C.  
 Tel: (504) 231-1006 ó 239-0194 Fax: 239-0954  
 Correo electrónico: cescco@serna.gob.hn  
 CESCO-MC-PT09-F02-CAL

Pag. 1/2

### Unidad de Calidad de Aguas INFORME DE ANALISIS DE LABORATORIO

**Informe No.:** 492      **Fecha:** 30/08/2024      **Orden de Pago:** 054      **Fecha:** 15/8/2024  
**Recibo No.:** 13079266      **Fecha:** 15/08/2024      **Valor:** Lps. 12,851.20

|   |   |
|---|---|
| 1. Nombre del Solicitante: María José Obando.                         | 2. Dirección del Solicitante: Tegucigalpa M.D.C.                  |
| 3. Tipo de Muestra: Agua Superficial.                                 | 4. Recolectada por: Mario Padilla.                                |
| 5. Fecha y Hora de recolección de la muestra: 16/08/2024 / 10:14 a.m. | 6. Fecha y Hora de ingreso al laboratorio: 16/08/2024 / 2:00 p.m. |
| 7. Punto de Recolección: Punto 3                                      | 8. Procedencia de la muestra: Punto 3                             |

### RESULTADOS

| # MUESTRA | FECHA DE EJECUCIÓN DEL ANÁLISIS | MÉTODO APLICADO <sup>1</sup>  | ANÁLISIS                | RESULTADO      | VALOR REFERENCIA <sup>2</sup> |
|-----------|---------------------------------|---|-------------------------|----------------|-------------------------------|
| 425       | 16/08/24                        | Part 2550 B (Laboratorio y Método de Campo)   | *Temperatura            | 22,7° C        | -/-                           |
|           | 16/08/24                        | Part 4500-H+ B (Método Electrométrico)  | *Potencial de hidrógeno | 7,75 a 22,7 °C | 4,5 - 9,5                     |
|           | 16/08/24                        | Part 4500-O G (Método de electrodo de Membrana)                                       | *Oxígeno Disuelto       | 2,47 mg/L      | ≥ 3,00 mg/L                   |
|           | 26/08/24                        | Part 4500-P B-5 (Método de Digestión con Persulfato); D (Método de cloruro de estaño) | Fósforo Total           | <0,02 mg/L     | -/-                           |
|           | 16/08/24                        | Part 4500-NO <sub>3</sub> B (Método de Espectrofotometría ultravioleta)               | Nitratos                | **NR           | 50,0 mg/L                     |

Despacho de Recursos Naturales y Ambiente  
 100 mts. al Sur del Estadio Nacional  
 Tegucigalpa M.D.C., Honduras, C.A.  
 Teléfonos: (504) 2232-9200

@sernaHN

www.ambiente.gob.hn

## Anexo 72 Parámetros Físico-químicos P3M3



### Centro de Estudios y Control de Contaminantes, CESCO

Barrio Morazán, frente a la Central de Bomberos, Tegucigalpa, M.D.C.

Tel: (504) 231-1006 ó 239-0194 Fax: 239-0954

Correo electrónico: cescco@serna.gob.hn

CESCCO-MC-PT09-F02-CAL

Pag. 1/2

### Unidad de Calidad de Aguas INFORME DE ANALISIS DE LABORATORIO

Informe No.: 493

Fecha: 30/08/2024

Orden de Pago: 054

Fecha: 15/8/2024

Recibo No.13079266

Fecha: 15/08/2024

Valor: Lps. 12,851.20

|   |   |
|---|---|
| 1. Nombre del Solicitante: María José Obando.                         | 2. Dirección del Solicitante: Tegucigalpa M.D.C.                  |
| 3. Tipo de Muestra: Agua Superficial.                                 | 4. Recolectada por: Mario Padilla.                                |
| 5. Fecha y Hora de recolección de la muestra: 16/08/2024 / 10:14 a.m. | 6. Fecha y Hora de ingreso al laboratorio: 16/08/2024 / 2:00 p.m. |
| 7. Punto de Recolección: Punto 3                                      | 8. Procedencia de la muestra: Punto 3                             |

### RESULTADOS

| # MUESTRA | FECHA DE EJECUCIÓN DEL ANÁLISIS | MÉTODO APLICADO <sup>1</sup>  | ANÁLISIS                | RESULTADO      | VALOR REFERENCIA <sup>2</sup> |
|-----------|---------------------------------|---|-------------------------|----------------|-------------------------------|
| 426       | 16/08/24                        | Part 2550 B (Laboratorio y Método de Campo)   | *Temperatura            | 22,7° C        | -/-                           |
|           | 16/08/24                        | Part 4500-H+ B (Método Electrométrico)  | *Potencial de hidrógeno | 7,75 a 22,7 °C | 4,5 - 9,5                     |
|           | 16/08/24                        | Part 4500-O G (Método de electrodo de Membrana)                                       | *Oxígeno Disuelto       | 2,47 mg/L      | ≥ 3,00 mg/L                   |
|           | 26/08/24                        | Part 4500-P B-5 (Método de Digestión con Persulfato); D (Método de cloruro de estaño) | Fósforo Total           | <0,02 mg/L     | -/-                           |
|           | 16/08/24                        | Part 4500-NO <sub>3</sub> B (Método de Espectrofotometría ultravioleta)               | Nitratos                | **NR           | 50,0 mg/L                     |

Despacho de Recursos Naturales y Ambiente  
100 mts. al Sur del Estadio Nacional  
Tegucigalpa M.D.C., Honduras, C.A.  
Teléfonos: (504) 2232-9200

@sernaHN

www.municipio.gob.hn

## Anexo 73 Parámetros Físico-químicos P3M4



**Centro de Estudios y Control de Contaminantes, CESCO**  
 Barrio Morazán, frente a la Central de Bomberos, Tegucigalpa, M.D.C.  
 Tel: (504) 231-1006 ó 239-0194 Fax: 239-0954  
 Correo electrónico: cescco@serna.gob.hn  
 CESCO-MC-PT09-F02-CAL

Pag. 1/2

### Unidad de Calidad de Aguas INFORME DE ANALISIS DE LABORATORIO

**Informe No.:** 494      **Fecha:** 30/08/2024      **Orden de Pago:** 054      **Fecha:** 15/8/2024  
**Recibo No.:** 13079266      **Fecha:** 15/08/2024      **Valor:** Lps. 12,851.20

|   |   |
|---|---|
| 1. Nombre del Solicitante: María José Obando.                         | 2. Dirección del Solicitante: Tegucigalpa M.D.C.                  |
| 3. Tipo de Muestra: Agua Superficial.                                 | 4. Recolectada por: Mario Padilla.                                |
| 5. Fecha y Hora de recolección de la muestra: 16/08/2024 / 10:14 a.m. | 6. Fecha y Hora de ingreso al laboratorio: 16/08/2024 / 2:00 p.m. |
| 7. Punto de Recolección: Punto 3                                      | 8. Procedencia de la muestra: Punto 3                             |

### RESULTADOS

| # MUESTRA | FECHA DE EJECUCIÓN DEL ANÁLISIS | MÉTODO APLICADO <sup>1</sup>  | ANÁLISIS                | RESULTADO      | VALOR REFERENCIA <sup>2</sup> |
|-----------|---------------------------------|---|-------------------------|----------------|-------------------------------|
| 427       | 16/08/24                        | Part 2550 B (Laboratorio y Método de Campo)   | *Temperatura            | 22,7° C        | -/-                           |
|           | 16/08/24                        | Part 4500-H+ B (Método Electrométrico)  | *Potencial de hidrógeno | 7,75 a 22,7 °C | 4,5 - 9,5                     |
|           | 16/08/24                        | Part 4500-O G (Método de electrodo de Membrana)                                       | *Oxígeno Disuelto       | 2,47 mg/L      | ≥ 3,00 mg/L                   |
|           | 26/08/24                        | Part 4500-P B-5 (Método de Digestión con Persulfato); D (Método de cloruro de estaño) | Fósforo Total           | <0,02 mg/L     | -/-                           |
|           | 16/08/24                        | Part 4500-NO <sub>3</sub> B (Método de Espectrofotometría ultravioleta)               | Nitratos                | **NR           | 50,0 mg/L                     |

Despacho de Recursos Naturales y Ambiente  
 100 mts. al Sur del Estadio Nacional  
 Tegucigalpa M.D.C., Honduras, C.A.  
 Teléfonos: (504) 2232-9200

[Twitter](#) [Facebook](#) [Instagram](#) @sernaHN

www.municipio-p3m4.hn

## Anexo 74 Parámetros Físico-químicos P4M1



**Centro de Estudios y Control de Contaminantes, CESCO**  
 Barrio Morazán, frente a la Central de Bomberos, Tegucigalpa, M.D.C.  
 Tel: (504) 231-1006 ó 239-0194 Fax: 239-0954  
 Correo electrónico: cescco@serna.gob.hn  
 CESCO-MC-PT09-F02-CAL

Pag. 1/2

### Unidad de Calidad de Aguas INFORME DE ANALISIS DE LABORATORIO

**Informe No.:** 495      **Fecha:** 30/08/2024      **Orden de Pago:** 054      **Fecha:** 15/8/2024  
**Recibo No.:** 13079266      **Fecha:** 15/08/2024      **Valor:** Lps. 12,851.20

|   |   |
|---|---|
| 1. Nombre del Solicitante: María José Obando.                         | 2. Dirección del Solicitante: Tegucigalpa M.D.C.                  |
| 3. Tipo de Muestra: Agua Superficial.                                 | 4. Recolectada por: Mario Padilla.                                |
| 5. Fecha y Hora de recolección de la muestra: 16/08/2024 / 12:07 a.m. | 6. Fecha y Hora de ingreso al laboratorio: 16/08/2024 / 2:00 p.m. |
| 7. Punto de Recolección: Punto 4                                      | 8. Procedencia de la muestra: Punto 4                             |

### RESULTADOS

| # MUESTRA | FECHA DE EJECUCIÓN DEL ANÁLISIS | MÉTODO APLICADO <sup>1</sup>  | ANÁLISIS                | RESULTADO      | VALOR REFERENCIA <sup>2</sup> |
|-----------|---------------------------------|---|-------------------------|----------------|-------------------------------|
| 428       | 16/08/24                        | Part 2550 B (Laboratorio y Método de Campo)   | *Temperatura            | 24,5 °C        | -/-                           |
|           | 16/08/24                        | Part 4500-H+ B (Método Electrométrico)  | *Potencial de hidrógeno | 7,88 a 24,5 °C | 4,5 - 9,5                     |
|           | 16/08/24                        | Part 4500-O G (Método de electrodo de Membrana)                                       | *Oxígeno Disuelto       | 2,08 mg/L      | ≥ 3,00 mg/L                   |
|           | 26/08/24                        | Part 4500-P B-5 (Método de Digestión con Persulfato); D (Método de cloruro de estaño) | Fósforo Total           | 0,03 mg/L      | -/-                           |
|           | 16/08/24                        | Part 4500-NO <sub>3</sub> B (Método de Espectrofotometría ultravioleta)               | Nitratos                | **NR           | 50,0 mg/L                     |

Despacho de Recursos Naturales y Ambiente  
 100 mts. al Sur del Estadio Nacional  
 Tegucigalpa M.D.C., Honduras, C.A.  
 Teléfonos: (504) 2232-9200

[Twitter](#) [Facebook](#) [Instagram](#) @sernaHN

www.mercurio.gob.hn

## Anexo 75 Parámetros Físico-químicos P4M2



**Centro de Estudios y Control de Contaminantes, CESCO**  
 Barrio Morazán, frente a la Central de Bomberos, Tegucigalpa, M.D.C.  
 Tel: (504) 231-1006 ó 239-0194 Fax: 239-0954  
 Correo electrónico: cescco@serna.gob.hn  
 CESCO-MC-PT09-F02-CAL

Pag. 1/2

### Unidad de Calidad de Aguas INFORME DE ANALISIS DE LABORATORIO

**Informe No.:** 496      **Fecha:** 30/08/2024      **Orden de Pago:** 054      **Fecha:** 15/8/2024  
**Recibo No.:** 13079266      **Fecha:** 15/08/2024      **Valor:** Lps. 12,851.20

|   |   |
|---|---|
| 1. Nombre del Solicitante: María José Obando.                         | 2. Dirección del Solicitante: Tegucigalpa M.D.C.                  |
| 3. Tipo de Muestra: Agua Superficial.                                 | 4. Recolectada por: Mario Padilla.                                |
| 5. Fecha y Hora de recolección de la muestra: 16/08/2024 / 12:07 a.m. | 6. Fecha y Hora de ingreso al laboratorio: 16/08/2024 / 2:00 p.m. |
| 7. Punto de Recolección: Punto 4                                      | 8. Procedencia de la muestra: Punto 4                             |

### RESULTADOS

| # MUESTRA | FECHA DE EJECUCIÓN DEL ANÁLISIS | MÉTODO APLICADO <sup>1</sup>  | ANÁLISIS                | RESULTADO      | VALOR REFERENCIA <sup>2</sup> |
|-----------|---------------------------------|---|-------------------------|----------------|-------------------------------|
| 429       | 16/08/24                        | Part 2550 B (Laboratorio y Método de Campo)   | *Temperatura            | 24,5 °C        | -/-                           |
|           | 16/08/24                        | Part 4500-H+ B (Método Electrométrico)  | *Potencial de hidrógeno | 7,88 a 24,5 °C | 4,5 - 9,5                     |
|           | 16/08/24                        | Part 4500-O G (Método de electrodo de Membrana)                                       | *Oxígeno Disuelto       | 2,08 mg/L      | ≥ 3,00 mg/L                   |
|           | 26/08/24                        | Part 4500-P B-5 (Método de Digestión con Persulfato); D (Método de cloruro de estaño) | Fósforo Total           | 0,06 mg/L      | -/-                           |
|           | 16/08/24                        | Part 4500-NO <sub>3</sub> B (Método de Espectrofotometría ultravioleta)               | Nitratos                | **NR           | 50,0 mg/L                     |

Despacho de Recursos Naturales y Ambiente  
 100 mts. al Sur del Estadio Nacional  
 Tegucigalpa M.D.C., Honduras, C.A.  
 Teléfonos: (504) 2232-9200

[Twitter](#) [Facebook](#) [Instagram](#) @sernaHN

www.mmbiario.gob.hn

## Anexo 76 Parámetros Físico-químicos P4M3



### Centro de Estudios y Control de Contaminantes, CESCO

Barrio Morazán, frente a la Central de Bomberos, Tegucigalpa, M.D.C.

Tel: (504) 231-1006 ó 239-0194 Fax: 239-0954

Correo electrónico: cescco@serna.gob.hn

CESCCO-MC-PT09-F02-CAL

Pag. 1/2

### Unidad de Calidad de Aguas INFORME DE ANALISIS DE LABORATORIO

Informe No.: 497

Fecha: 30/08/2024

Orden de Pago: 054

Fecha: 15/8/2024

Recibo No.13079266

Fecha: 15/08/2024

Valor: Lps. 12,851.20

|   |   |
|---|---|
| 1. Nombre del Solicitante: María José Obando.                         | 2. Dirección del Solicitante: Tegucigalpa M.D.C.                  |
| 3. Tipo de Muestra: Agua Superficial.                                 | 4. Recolectada por: Mario Padilla.                                |
| 5. Fecha y Hora de recolección de la muestra: 16/08/2024 / 12:07 a.m. | 6. Fecha y Hora de ingreso al laboratorio: 16/08/2024 / 2:00 p.m. |
| 7. Punto de Recolección: Punto 4                                      | 8. Procedencia de la muestra: Punto 4                             |

### RESULTADOS

| # MUESTRA | FECHA DE EJECUCIÓN DEL ANÁLISIS | MÉTODO APLICADO <sup>1</sup>  | ANÁLISIS                | RESULTADO      | VALOR REFERENCIA <sup>2</sup> |
|-----------|---------------------------------|---|-------------------------|----------------|-------------------------------|
| 430       | 16/08/24                        | Part 2550 B (Laboratorio y Método de Campo)   | *Temperatura            | 24,5 °C        | -/-                           |
|           | 16/08/24                        | Part 4500-H+ B (Método Electrométrico)  | *Potencial de hidrógeno | 7,88 a 24,5 °C | 4,5 - 9,5                     |
|           | 16/08/24                        | Part 4500-O G (Método de electrodo de Membrana)                                       | *Oxígeno Disuelto       | 2,08 mg/L      | ≥ 3,00 mg/L                   |
|           | 26/08/24                        | Part 4500-P B-5 (Método de Digestión con Persulfato); D (Método de cloruro de estaño) | Fósforo Total           | 0,02 mg/L      | -/-                           |
|           | 16/08/24                        | Part 4500-NO <sub>3</sub> B (Método de Espectrofotometría ultravioleta)               | Nitratos                | **NR           | 50,0 mg/L                     |

Despacho de Recursos Naturales y Ambiente  
100 mts. al Sur del Estadio Nacional  
Tegucigalpa M.D.C., Honduras, C.A.  
Teléfonos: (504) 2232-9200

[Twitter](#) [Facebook](#) [Instagram](#) @sernaHN

www.ambiente.gob.hn

## Anexo 77 Parámetros Físico-químicos P4M4



### Centro de Estudios y Control de Contaminantes, CESCO

Barrio Morazán, frente a la Central de Bomberos, Tegucigalpa, M.D.C.

Tel: (504) 231-1006 ó 239-0194 Fax: 239-0954

Correo electrónico: cescco@serna.gob.hn

CESCCO-MC-PT09-F02-CAL

Pag. 1/2

### Unidad de Calidad de Aguas INFORME DE ANALISIS DE LABORATORIO

**Informe No.:** 498      **Fecha:** 30/08/2024      **Orden de Pago:** 054      **Fecha:** 15/8/2024  
**Recibo No.:** 13079266      **Fecha:** 15/08/2024      **Valor:** Lps. 12,851.20

|   |   |
|---|---|
| 1. Nombre del Solicitante: María José Obando.                         | 2. Dirección del Solicitante: Tegucigalpa M.D.C.                  |
| 3. Tipo de Muestra: Agua Superficial.                                 | 4. Recolectada por: Mario Padilla.                                |
| 5. Fecha y Hora de recolección de la muestra: 16/08/2024 / 12:07 a.m. | 6. Fecha y Hora de ingreso al laboratorio: 16/08/2024 / 2:00 p.m. |
| 7. Punto de Recolección: Punto 4                                      | 8. Procedencia de la muestra: Punto 4                             |

### RESULTADOS

| # MUESTRA | FECHA DE EJECUCIÓN DEL ANÁLISIS | MÉTODO APLICADO <sup>1</sup>  | ANÁLISIS                | RESULTADO      | VALOR REFERENCIA <sup>2</sup> |
|-----------|---------------------------------|---|-------------------------|----------------|-------------------------------|
| 431       | 16/08/24                        | Part 2550 B (Laboratorio y Método de Campo)   | *Temperatura            | 24,5 °C        | -/-                           |
|           | 16/08/24                        | Part 4500-H+ B (Método Electrométrico)  | *Potencial de hidrógeno | 7,88 a 24,5 °C | 4,5 - 9,5                     |
|           | 16/08/24                        | Part 4500-O G (Método de electrodo de Membrana)                                       | *Oxígeno Disuelto       | 2,08 mg/L      | ≥ 3,00 mg/L                   |
|           | 26/08/24                        | Part 4500-P B-5 (Método de Digestión con Persulfato); D (Método de cloruro de estaño) | Fósforo Total           | 0,06 mg/L      | -/-                           |
|           | 16/08/24                        | Part 4500-NO <sub>3</sub> B (Método de Espectrofotometría ultravioleta)               | Nitratos                | **NR           | 50,0 mg/L                     |

Despacho de Recursos Naturales y Ambiente  
 100 mts. al Sur del Estado Nacional  
 Tegucigalpa M.D.C., Honduras, C.A.  
 Teléfonos: (504) 2232-9200

[Twitter](#) [Facebook](#) [Instagram](#) @sernaHN

www.mambiente.gob.hn

## Anexo 78 Información de referencia sobre las pruebas realizadas



**Centro de Estudios y Control de Contaminantes, CESCO**  
 Barrio Morazán, frente a la Central de Bomberos, Tegucigalpa, M.D.C.  
 Tel: (504) 231-1006 ó 239-0194 Fax: 239-0954  
 Correo electrónico: cescco@serna.gob.hn  
**CESCCO-MC-PT09-F02-CAL**

Pag. 2/2

| # MUESTRA   | FECHA DE EJECUCIÓN DEL ANÁLISIS | MÉTODO APLICADO <sup>1</sup> | ANÁLISIS | RESULTADO | VALOR REFERENCIA <sup>2</sup> |
|---|---------------------------------|------------------------------|----------|-----------|-------------------------------|
| <b>REFERENCIA DEL METODO<sup>1</sup>:</b> Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 23th, 2017  |                                 |                              |          |           |                               |
| <b>REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA<sup>2</sup>:</b> Propuesta de Norma Técnica Nacional para Agua de Uso en Flora y Fauna  |                                 |                              |          |           |                               |
| <p><b>OBSERVACIONES:</b> El resultado obtenido para potencial de hidrógeno se encuentra dentro del valor máximo permisible, a excepción del oxígeno disuelto que se encuentra por debajo de la propuesta de norma empleada. En el caso del análisis de nitratos no se especifica una concentración ya que para el método aplicado en la muestra presenta interferencia por materia orgánica.</p> <p>Muestra puntual recolectada por personal técnico de CESCO</p> <p>*Parámetros medidos en campo</p> |                                 |                              |          |           |                               |
| <p><b>Abreviaciones:</b><br/>                     mg/L: miligramos por litro<br/>                     °C: Grados Centígrados<br/>                     **NR: No reportado<br/>                     -/: parámetro no regulado de acuerdo al uso declarado por el cliente.</p>   |                                 |                              |          |           |                               |

**DRA. ARACEY MEMBREÑO**  
 Jefe de Laboratorio Calidad de Aguas



**ING. LOLY GUTIERREZ**  
 Directora  
 CESCO-SERNA



Despacho de Recursos Naturales y Ambiente  
 100 mts. al Sur del Estadio Nacional  
 Tegucigalpa M.D.C., Honduras, C.A.  
 Teléfonos: (504) 2232-9200

@sernaHN

www.miamambiente.gob.hn