



# Plan Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Cuerpos de Agua Superficiales

Costa Rica

2013



El presente documento fue elaborado y revisado por el grupo de trabajo interinstitucional, en el cual participaron los siguientes miembros, en representación de las instituciones mencionadas.



Álvaro Porras Vega  
Andrea Barrantes Acuña  
Esmeralda Vargas Madrigal  
Jorge Bonilla Cervantes  
José Joaquín Chacón Solano  
Marilyn Mora Vega  
Vivian González Jiménez



Karla Ruíz Hidalgo  
Juan S. Chin Pampillo  
Monika Springer  
Roberto Villalobos Landázuri  
Víctor Arias Mora  
Yamileth Astorga Espeleta



Douglas Ureña Cubillo  
Marco Chinchilla Salazar



Alvaro Baldioceda Garro  
Andrea Suárez Serrano  
Christian Golcher Benavides  
Erika Herrera Delgado  
José Félix Rojas Marín  
María de Jesús Arias Andrés  
Silvia Echeverría Sáenz



Marian Rojas Acosta



Ana Villalobos Villalobos  
Carlos Murillo Segura  
Elizabeth González Pérez  
Marjorie Bustos Vargas



Virginia Montero Campos  
Odette Mora Dittel  
Jesús Mora Molina  
Laura Robleto Villalobos



Hernán Villalobos Slon

## Contenido

1. Alcance.....	1
2. Objetivo General .....	1
3. Objetivos Específicos.....	1
4. Metas .....	1
5. Metodología .....	2
1. Selección de los sitios de muestreo .....	2
2. Toma de muestras.....	2
3. Frecuencia de monitoreo .....	3
4. Parámetros fisicoquímicos y biológicos.....	4
5. Reporte de Resultados.....	5
6. Red de Monitoreo.....	6
6.1 Fase 1: Cuencas de la Zona Pacífico Central. ....	6
6.2 Fase 2: Cuencas de la Zona Caribe. ....	10
6.3 Fase 3: Cuencas de la Zona Pacífico Norte.....	14
6.4 Fase 4: Cuencas de la Zona Norte.....	17
6.5 Fase 5: Cuencas de la Zona Pacífico Sur. ....	20
8. Cronograma.....	23
9. Costos.....	24
Anexos.....	27

## 1. Alcance

El Plan de Monitoreo de la Calidad de las Aguas Superficiales está elaborado en el marco del Programa Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Cuerpos de Agua del país y establece todo lo referente a la puesta en marcha del monitoreo de aguas superficiales a nivel de cuencas hidrográficas, con el fin de evaluar y clasificar las mismas en términos de calidad del agua.

## 2. Objetivo General

Elaborar e implementar un plan nacional de monitoreo permanente para determinar la clasificación de la calidad de las aguas superficiales de las cuencas hidrográficas del país.

## 3. Objetivos Específicos

- Establecer los lineamientos generales para el monitoreo de la calidad de los cuerpos de aguas superficiales.
- Desarrollar e implementar una red nacional de monitoreo de la calidad de los cuerpos de agua del país, a nivel de cuenca.
- Establecer el cronograma para la ejecución del plan de monitoreo de la calidad de los cuerpos de agua superficial.
- Realizar la clasificación de la calidad del agua de las cuencas según el Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales, Decreto N° 33903-MINAE-S.
- Divulgar la clasificación de los cuerpos de agua, conforme se va finalizando el estudio en cada una de las cuencas.

## 4. Metas

- Ejecutar el Plan de Monitoreo de Aguas Superficiales con un ciclo de 5 Fases, donde cada fase corresponda a un año de monitoreo en las cuencas de una zona hidrográfica del país.
- Obtener las líneas base sobre el estado de la calidad del agua de todas las cuencas del país, después de la ejecución de las 5 fases del Plan de Monitoreo.

- Ejecutar el Plan de Monitoreo, maximizando los recursos presupuestarios, el tiempo y la capacidad de monitoreo y análisis de los laboratorios públicos del país, garantizando el cumplimiento de los reglamentos asociados.
- Contar con información homogénea en cuanto a metodologías de muestreo, de análisis físico-químico y biológico de análisis y de índices de calidad, de tal manera que permitan su comparabilidad.
- Establecer la red de monitoreo a nivel nacional, a nivel de cuenca.
- Cumplir con el cronograma de monitoreo.
- Clasificar y divulgar la calidad de las aguas superficiales de cada cuenca según lo establecido en el Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales, Decreto N° 33903-MINAE-S, conforme se termina el ciclo de monitoreo de cada cuenca.
- Darle continuidad al monitoreo de cuencas, de manera que cuando se complete el monitoreo de todas las cuencas del país, se inicie nuevamente el ciclo.

## 5. Metodología

### 1. Selección de los sitios de muestreo

El número mínimo de sitios de muestreo por cuenca se establecerá de acuerdo al número de micro-cuencas que conformen la misma y al nivel de intervención en actividades socioproductivas y de uso de suelo. Para el primer ciclo de muestreo se definirán puntos en los cauces principales de las cuencas así como en los cauces secundarios que se consideren importantes, Para la ubicación de los sitios se tomarán en cuenta los siguientes criterios:

- Cambios importantes en el uso de suelo en la cuenca
- Ubicación de centros urbanos importantes y/o actividad económica representativa.
- Pendiente y topografía del terreno.
- Facilidades de acceso a los sitios para la toma de muestra

Antes de iniciar el segundo ciclo de muestreo se analizará la posibilidad de incluir o eliminar puntos de monitoreo en cada cuenca, según los resultados que arroje la línea base en el primer ciclo.

### 2. Toma de muestras

En cada punto de muestreo se deberán tomar muestras para el análisis de los parámetros físicos, químicos y biológicos en forma simultánea.

Los funcionarios de la Dirección de Agua realizarán, en la medida de sus posibilidades, visitas de acompañamiento a los funcionarios de los laboratorios participantes durante las campañas de recolección de muestras.

La toma de muestras para análisis fisicoquímicos y biológicos se debe realizar conforme a lo establecido en el Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales, Decreto N° 33903-MINAE-S que dicta: “Los métodos de referencia para la toma de muestras y para los análisis de aguas superficiales serán los contenidos en la última edición de los “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater”, según decreto N° 25018-MEIC, publicado en el Diario Oficial La Gaceta N° 59 del 25 de marzo de 1996”.

La metodología de muestreo que se seguirá para el monitoreo biológico es la que está establecida en el Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales, Decreto N° 33903-MINAE-S.

Además se deberá recopilar la información que dicta el apéndice IV del Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales, Decreto N° 33903-MINAE-S, del protocolo de campo.

### 3. Frecuencia de monitoreo

El programa de monitoreo se dividirá en 5 fases, donde cada fase corresponde a una región hidrográfica del país y a un período de un año, por tanto el ciclo de monitoreo de todas las cuencas hidrográficas del país se completará en 5 años. El orden de ejecución de las regiones hidrográficas se establece en el cuadro 1.

**Cuadro 1.** Fases de ejecución del Plan de Monitoreo de la Calidad del Agua según región hidrográfica y cuencas hidrográficas correspondientes.

Fase	Región	Cuencas
1	Pacífico Central	Tárcoles, Damas y otros, Jesús María, Tusubres, Parrita, Naranjo, Barú y Savegre
2	Caribe	Reventazón, Madre de Dios, Moín, Matina, Pacuare, Bananito, Banano, Estrella, Sixaola y Tortuguero
3	Pacífico Norte	Península Nicoya, Tempisque, Abangares, Barranca y Bebedero
4	Norte	Frío, Pocosol, San Carlos, Cureña, Sarapiquí y Chirripó
5	Pacífico Sur	Térraba, Península Osa, Esquinas

Se deberán realizar cuatro campañas de muestreo durante cada fase, preferiblemente en época seca, lluviosa y las dos épocas de transición, para cada cuenca.



Se seguirá el plan de monitoreo hasta completar la clasificación de todas las cuencas en el primer ciclo, cuando esto ocurra se deberá iniciar el ciclo siguiente no sin antes contar con la evaluación por parte del Comité de Trabajo a quien le corresponde definir si se deben agregar o eliminar parámetros físico-químicos o puntos de muestreo.

#### 4. Parámetros fisicoquímicos y biológicos

Los parámetros físico-químicos a ser analizados para la clasificación inicial o re-clasificación de la calidad de las aguas de las cuencas hidrográficas, son aquellos establecidos en el Artículo 4° y 5° del Capítulo II del Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales, Decreto N° 33903-MINAE-S, los cuales son porcentaje de saturación de oxígeno (%SO), demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y nitrógeno amoniacal (N-Amoniacal).

La clasificación biológica de la calidad de los cuerpos de agua superficiales deberá realizarse utilizando como indicadores a los grupos representantes de los macro invertebrados bentónicos según lo que establece el Capítulo V del Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales, Decreto N° 33903-MINAE-S.

En los casos en que proceda se realizará el análisis a los parámetros complementarios que se definen en el artículo 5 del Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales, Decreto N° 33903-MINAE-S, el cuadro 2 muestra los parámetros complementarios que se establecen en dicho reglamento. Los análisis de parámetros complementarios que se realicen deberán ser aprobados por la Dirección de Aguas del Ministerio de Ambiente y Energía, los mismos se realizarán en casos justificables, como por ejemplo que se encuentren actividades particulares o cambios importantes de uso de suelo en las zonas de muestreo, así como en otros casos que se consideren necesario para el resguardo del medio ambiente y la salud humana.

**Cuadro 2.** Parámetros complementarios para la determinación de la calidad de las aguas superficiales.

Parámetros complementarios (unidades)	
Turbiedad (UNT)	Temperatura (°C)
Potencial de hidrógeno (pH)	Nitratos, $\text{NO}_3^-$ (mgN/L)
Demanda Química de Oxígeno (mg/L)	Cloruros, como Cl (mg/L)
Fluoruros, como F (mg/L)	Color (Pt-Co)
Sólidos Suspendido Totales (mg/L)	Sólidos Disueltos (mg/L)
Grasas y Aceites (mg/L)	Sustancias activas al azul de metileno (mg/L)
Arsénico (mg/L)	Boro (mg/L)

**Cuadro 2 (continuación).** Parámetros complementarios para la determinación de la calidad de las aguas superficiales.

<b>Parámetros complementarios (unidades)</b>	
Cadmio (mg/L)	Cianuro (mg CN <sup>-</sup> /L)
Cobre (mg/L)	Cromo Total (mg/L)
Magnesio (mg MgCO <sub>3</sub> /L)	Mercurio (mg/L)
Níquel (mg/L)	Plomo (mg/L)
Selenio (mg/L)	Sulfatos, (SO <sub>4</sub> ) <sup>-2</sup> (mg/L)
<b>Parámetros orgánicos (unidades)</b>	
Sumatoria de los Compuestos Organoclorados (mg/L)	
Sumatoria de los Compuestos Organofosforados (mg/L)	
<b>Biológicos (unidades)</b>	
Coliformes Fecales (NMP/100 ml)	

## 5. Reporte de Resultados

Cada Laboratorio participante deberá entregar los resultados en un período no mayor a 30 días hábiles después de realizado el muestreo, donde se incluya la calidad físico-química y biológica de los cuerpos de agua superficial que se muestreen y la clasificación de los mismos haciendo uso del Índice de Clasificación Holandés de Valoración y el Índice Biológico (BMWP-CR). En aquellos casos en que el valor del Índice de Clasificación Holandés y el valor del Índice Biológico presenten una diferencia de más de una clase entre ellos, el muestreo se deberá repetir por una vez, en un período no mayor a 30 días naturales. En caso de que se mantenga la diferencia de clases se clasifica en la de menor calidad. En caso que no se pueda realizar el análisis biológico y por tanto se invaliden los análisis físicoquímicos realizados, se deberá repetir el muestreo conjunto.



## 6. Red de Monitoreo

A continuación se presenta una propuesta de red de monitoreo para cada una de las cuencas que conforman el país, exceptuando la cuenca Changuinola que se excluyó de esta propuesta ya que la misma se encuentra en su totalidad dentro del Parque Internacional La Amistad por lo que se trata de una zona de difícil acceso y donde no hay actividades productivas o humanas que puedan afectar la calidad del agua.

Las coordenadas de los puntos seleccionados para el muestreo en cada sitio que se presentan se tomaron por medio de sistemas de información geográfica, se presentan en proyección Costa Rica Lambert Norte, por lo que se aclara que éstas coordenadas no son exactas, en el campo se deberán tomar las coordenadas exactas y en caso que se imposibilite el acceso a un determinado punto, el muestreador deberá ubicar algún punto cercano en el mismo cauce donde se presenten condiciones similares de uso de suelo de el sitio inicialmente propuesto. En todos los puntos se analizarán los parámetros físico químicos de clasificación inicial, porcentaje de saturación de Oxígeno, Demanda Bioquímica de Oxígeno y Nitrógeno Amoniacal, así como el monitoreo biológico de los macro invertebrados bentónicos, además de los parámetros complementarios que se indican en cada punto.

### 6.1 Fase 1: Cuencas de la Zona Pacífico Central.

**Cuadro 3.** Red de monitoreo para la cuenca Tárcoles.

Punto	Cuerpo de Agua	Coordenadas		Justificación del punto	Parámetros complementarios
		Latitud	Longitud		
1	Tárcoles	219040	540852	Cuenca alta	Temperatura, pH, SST
2	Tárcoles	218381	535447	Cuenca alta, primera zona urbana	Temperatura, pH, SST, SAAM
3	Tárcoles	217087	528048	Cuenca media alta, zona urbana y beneficio de café	Temperatura, pH, SST, SAAM, grasas y aceites, DQO
4	Tárcoles	217195	517358	Cuenca media, zona urbana	Temperatura, pH, SST, SAAM
5	Tárcoles	212979	507249	Cuenca media baja, zona urbana	Temperatura, pH, SST, SAAM
6	Tárcoles	212627	494770	Cuenca baja, zona urbana y agricultura	Temperatura, pH, SST, SAAM, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO
7	Tárcoles	214531	497144	Afluente principal de la cuenca	Temperatura, pH, SST
8	Tárcoles	207217	478248	Cuenca baja	Temperatura, pH, SST

**Cuadro 4.** Red de monitoreo para la cuenca Damas y otros.

Punto	Cuerpo de Agua	Coordenadas		Justificación del punto	Parámetros complementarios
		Latitud	Longitud		
1	Damas	168480	515853	Cuenca alta, vegetación natural	Temperatura, pH, SST
2	Damas	167021	510835	Cuenca baja, cultivo palma africana	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO
3	Paquita	165850	525890	Cuenca alta, vegetación natural	Temperatura, pH, SST
4	Paquita	160324	516688	Cuenca baja, cultivo palma africana	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO

**Cuadro 5.** Red de monitoreo para la cuenca Jesús María.

Punto	Cuerpo de Agua	Coordenadas		Justificación del punto	Parámetros complementarios
		Latitud	Longitud		
1	Jesús María	215909	469811	Cuenca media, zona urbana y turística	Temperatura, pH, SST, SAAM
2	Jesús María	215909	469811	Cuenca baja, zona urbana y turística	Temperatura, pH, SST, SAAM
3	Jesús María	211420	463300	Accesibilidad	Temperatura, pH, SST,
4	Jesús María	210597	462680	Cuenca baja, zona agrícola, recoge aguas de los ríos de la cuenca.	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO
5	Machuca	212513	479228	Cercanía a centro urbano	Temperatura, pH, SST, SAAM
6	Machuca	209232	469761	Cuenca baja, zona agrícola	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO
7	Machuca	207609	461544	Cuenca baja, zona protegida Reserva Tivives	Temperatura, pH, SST, SAAM

**Cuadro 6.** Red de monitoreo para la cuenca Barú.

Punto	Cuerpo de Agua	Coordenadas		Justificación del punto	Parámetros complementarios
		Latitud	Longitud		
1	Diamante	138988	560026	Cuenca alta, afluente más importante	Temperatura, pH, SST
2	Barú	139424	557338	Cuenca media, accesibilidad zona urbana	Temperatura, pH, SST, SAAM
3	Barú	139804	551980	Cuenca baja, zona urbana	Temperatura, pH, SST, SAAM

**Cuadro 7.** Red de monitoreo para la cuenca Parrita.

Punto	Cuerpo de Agua	Coordenadas		Justificación del punto	Parámetros complementarios
		Latitud	Longitud		
1	Pirrís	181370	545189	Cuenca alta antes de zona agrícola	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO
2	Pirrís	182503	531171	Cuenca alta después de zona agrícola y antes de PH Pirrís del ICE	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO
3	Pirrís	181921	508797	Cuenca media, antes de unión al Río Parrita y después de PH Pirrís	Temperatura, pH, SST
4	Candelaria	195846	515646	Cuenca alta	Temperatura, pH, SST
5	Candelaria	194689	500479	Cuenca Alta, antes de unión al Río Parrita	Temperatura, pH, SST
6	Parrita	176337	502489	Antes de agricultura y zona urbana	Temperatura, pH, SST
7	Parrita	166483	500646	Después de agricultura y zona urbana	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO, SAAM

**Cuadro 8.** Red de monitoreo para la cuenca Tusubres.

Punto	Cuerpo de Agua	Coordenadas		Justificación del punto	Parámetros complementarios
		Latitud	Longitud		
1	Agujas	189001	466907	Cuenca baja, centro urbano y turístico	Temperatura, pH, SST, SAAM
2	Copey	177921	467216	Cuenca baja, centro urbano y turístico	Temperatura, pH, SST, SAAM
3	Turrubaritos	179326	479128	Cuenca baja	Temperatura, pH, SST
4	Tusubres	182705	484321	Cuenca media	Temperatura, pH, SST
5	Tusubres	173108	481451	Cuenca baja	Temperatura, pH, SST
6	Tusubres	172955	477982	Cuenca baja, zona agrícola	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO
7	Tulin	174191	491188	Cuenca baja	Temperatura, pH, SST
8	Chires	182038	493709	Cuenca media	Temperatura, pH, SST

**Cuadro 9.** Red de monitoreo para la cuenca Naranjo.

Punto	Cuerpo de Agua	Coordenadas		Justificación del punto	Parámetros complementarios
		Latitud	Longitud		
1	Naranjo	167123	532875	Cuenca media alta	Temperatura, pH, SST
2	Naranjo	160949	528732	Cuenca baja, antes de agricultura	Temperatura, pH, SST
3	Naranjo	153255	522934	Cuenca baja, zona agrícola, drena hacia Parque Nacional Manuel Antonio	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO
4	Escandalosa	153040	529457	Cuenca baja, zona agrícola, drena hacia Parque Nacional Manuel Antonio	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO

**Cuadro 10.** Red de monitoreo para la cuenca Savegre.

Punto	Cuerpo de Agua	Coordenadas		Justificación del punto	Parámetros complementarios
		Latitud	Longitud		
1	Savegre	171336	557943	Cuenca alta con accesibilidad	Temperatura, pH, SST
2	Savegre	170351	557253	Cuenca alta, zona turística y urbana	Temperatura, pH, SST, SAAM
3	Savegre	159268	534995	Cuenca media, zona urbana aguas arriba del afluente del Río División	Temperatura, pH, SST, SAAM
4	Savegre	150161	533870	Cuenca baja, siembra de palma africana y zona urbana	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO, SAAM
5	División	164153	562880	Cuenca alta del afluente más importante	Temperatura, pH, SST
6	División	156967	551943	Punto aguas arriba de la unión con el Río Savegre, zona urbana	Temperatura, pH, SST, SAAM

## 6.2 Fase 2: Cuencas de la Zona Caribe.

**Cuadro 11.** Red de monitoreo para la cuenca Reventazón.

Punto	Cuerpo de Agua	Coordenadas		Justificación del punto	Parámetros complementarios
		Latitud	Longitud		
1	Taras	543020	207350	Cuenca alta, extremo noroeste, recibe mucha carga orgánica e inorgánica	Temperatura, pH, SST, SAAM, grasas y aceites, DQO
2	Purires	535672	201667	Cuenca alta, extremo noroeste, zona rural	Temperatura, pH, SST
3	Purires	541200	204780	Cuenca baja, extremo noroeste, zona rural, agrícola intensiva, urbana e industrial	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, grasas y aceites, DQO, SAAM
4	Agua Caliente	550522	199168	Cuenca baja, recibe aguas de todo Cartago, zona rural, urbana e industrial	Temperatura, pH, SST, SAAM, grasas y aceites, DQO
5	Grande de Orosí	553163	196888	Cuenca baja, zona rural	Temperatura, pH, SST
6	Pejibaye	571332	202258	Cuenca baja, zona rural	Temperatura, pH, SST
7	Atirro	574442	201773	Cuenca baja, zona rural	Temperatura, pH, SST
8	Tuis	577489	204390	Cuenca baja, zona rural	Temperatura, pH, SST
9	Turrialba	570020	210830	Cuenca baja, centro ciudad Turrialba, zona urbana	Temperatura, pH, SST, SAAM, grasas y aceites, DQO
10	Paez	552079	203057	Río bastante limpio, puede servir de referencia, zona rural	Temperatura, pH, SST
11	Reventazón	573651	208525	Cuenca media, zona rural y agrícola intensiva	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, grasas y aceites, DQO, SAAM
12	Reventazón	587724	232192	Cuenca alta, zona rural y agrícola intensiva	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, grasas y aceites, DQO, SAAM
13	Reventazón	591524	241490	Cuenca alta, zona rural y agrícola intensiva	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, grasas y aceites, DQO, SAAM

**Cuadro 12.** Red de monitoreo para la cuenca Madre de Dios.

Punto	Cuerpo de Agua	Coordenadas		Justificación del punto	Parámetros complementarios
		Latitud	Longitud		
1	Madre de Dios	229054	600797	Cuenca alta, bosque	Temperatura, pH, SST
2	Caño Azul	229785	622400	Cuenca baja, afluente importante, importancia toxicológica cultivos agrícolas	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO
3	Madre de Dios	229785	622400	Cuenca baja, cultivos agrícolas	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO

**Cuadro 13.** Red de monitoreo para la cuenca Moín.

Punto	Cuerpo de Agua	Coordenadas		Justificación del punto	Parámetros complementarios
		Latitud	Longitud		
1	Victoria	213746	627869	Cuenca alta, bosque	Temperatura, pH, SST
2	Moín	219715	632266	Cuenca baja, zona industrial y comercial	Temperatura, pH, SST, grasas y aceites, DQO
3	Limoncito	215248	638999	Cuenca baja, parches de bosque y potrero, antes de zona urbana	Temperatura, pH, SST
4	Limoncito	218910	641266	Cuenca baja, luego de zona urbana industrial y comercia	Temperatura, pH, SST, grasas y aceites, DQO, SAAM

**Cuadro 14.** Red de monitoreo para la cuenca Bananito.

Punto	Cuerpo de Agua	Coordenadas		Justificación del punto	Parámetros complementarios
		Latitud	Longitud		
1	Vizcaya	209898	642905	Cercano a parcelas con riego, zona urbana y agrícola	Temperatura, pH, SST, SAAM, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO
2	Bananito	207033	645184	Cercano a parcelas con riego, zona urbana y turística	Temperatura, pH, SST, SAAM
3	Bananito	208975	647359	Posterior a parcelas cultivadas, zona agrícola	Temperatura, pH, SST, SAAM nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO
4	San Andrés	204230	651669		Temperatura, pH, SST

**Cuadro 15.** Red de monitoreo para la cuenca Matina.

Punto	Cuerpo de Agua	Coordenadas		Justificación del punto	Parámetros complementarios
		Latitud	Longitud		
1	Matina	234323	620681	Cuenca baja, zona agrícola y urbana	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforado, DQO, SAAM
2	Matina	233758	623978	Cuenca baja, zona agrícola y urbana	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforado, DQO, SAAM
3	Matina	228842	615768	Cuenca baja media, zona agrícola y urbana	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforado, DQO, SAAM
4	Barbilla	227590	605276	Cuenca media alta	Temperatura, pH, SST
5	Chirripó	221538	613655	Cuenca alta	Temperatura, pH, SST
6	Chirripó	211855	607676	Cuenca alta	Temperatura, pH, SST
7	Chirripó	195623	604814	Cuenca alta	Temperatura, pH, SST
8	Chirripó	181892	596576	Cuenca alta	Temperatura, pH, SST

**Cuadro 16.** Red de monitoreo para la cuenca Pacuare.

Punto	Cuerpo de Agua	Coordenadas		Justificación del punto	Parámetros complementarios
		Latitud	Longitud		
1	Pacuare	201295	590313	Cuenca alta, línea base	Temperatura, pH, SST
2	Pacuare	218897	585902	Punto antes de los poblados	Temperatura, pH, SST
3	Siquirres	237125	597744	Se acumula mucha contaminación de aguas residuales ordinarias.	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO, SAAM
4	Pacuare	230681	592708	Contaminación de poblados	Temperatura, pH, SST, SAAM
5	Pacuare	237351	598207	Contaminación por bananeras, contaminación de origen ordinario.	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO, SAAM
6	Pacuare	242710	609227	Antes de desembocar a canales del Tortuguero	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO, SAAM



**Cuadro 17.** Red de monitoreo para la cuenca Banano.

Punto	Cuerpo de Agua	Coordenadas		Justificación del punto	Parámetros complementarios
		Latitud	Longitud		
1	Banano	211095	636777	Cercano a zona urbana	Temperatura, pH, SST, SAAM
2	Banano	211265	643998	Recibe influencia urbana, con alguna influencia de agricultura	Temperatura, pH, SST, SAAM, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO

**Cuadro 18.** Red de monitoreo para la cuenca Estrella.

Punto	Cuerpo de Agua	Coordenadas		Justificación del punto	Parámetros complementarios
		Latitud	Longitud		
1	Estrella	190630	628903	Finalización del punto alto de la cuenca	Temperatura, pH, SST,
2	Estrella	190421	634312	Punto antes del inicio de los cultivos agrícolas de banano	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO
3	Estrella	192821	651523	Punto después de los cultivos agrícolas de banano	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO
4	Estrella	197233	655526	Punto Final de la Cuenca, antes de la desembocadura	Temperatura, pH, SST, SAAM

**Cuadro 19.** Red de monitoreo para la cuenca Sixaola.

Punto	Cuerpo de Agua	Coordenadas		Justificación del punto	Parámetros complementarios
		Latitud	Longitud		
1	Sixaola	177162	661368	Cuenca media, después de zona indígena	Temperatura, pH, SST
2	Sixaola	175134	661368	Cuenca baja, zona agrícola	Temperatura, pH, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO
3	Sixaola	165433	688635	Cuenca baja, zona agrícola	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO

**Cuadro 20.** Red de monitoreo para la cuenca Tortuguero.

Punto	Cuerpo de Agua	Coordenadas		Justificación del punto	Parámetros complementarios
		Latitud	Longitud		
1	Tortuguero	245085	557135	Es en la zona donde empieza el río, zona agropecuarias y rural	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO
2	Tortuguero	243428	557567	Interseca la Quebrada Flores, zona agrícola y rural	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO, SAAM
3	Tortuguero	252474	560300	Interseca el Río San Rafael y este puede afectar los parámetros del río Tortuguero, es de fácil acceso	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO, SAAM,
4	Tortuguero	261922	570725	Zona piñera y en este punto desemboca el río Guápiles	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO, SAAM
5	Tortuguero	263958	572354	Último punto antes de Parque Nacional Tortuguero	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO, SAAM

### 6.3 Fase 3: Cuencas de la Zona Pacífico Norte.

**Cuadro 21.** Red de monitoreo para la cuenca Península Nicoya.

Punto	Cuerpo de Agua	Coordenadas		Justificación del punto	Parámetros complementarios
		Latitud	Longitud		
1	Morote	232.000	386421	Cuenca alta	Temperatura, pH, SST
2	Morote	228792	392000	Cuenca media, presencia de minería y cultivo de melón	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO
3	Morote	227321	401871	Cuenca baja	Temperatura, pH, SST
4	Nosara	217913	353860	Cuenca baja	Temperatura, pH, SST
5	Nosara	222351	367821	Cuenca alta	Temperatura, pH, SST
6	Bongo	192237	403517	Cuenca baja	Temperatura, pH, SST
7	Blanco	202122	406000	Cuenca alta	Temperatura, pH, SST
8	Ario	190214	404453	Cuenca baja	Temperatura, pH, SST
9	Ario	192036	414433	Cuenca alta	Temperatura, pH, SST

**Cuadro 22.** Red de monitoreo para la cuenca Tempisque.

Punto	Cuerpo de Agua	Coordenadas		Justificación del punto	Parámetros complementarios
		Latitud	Longitud		
1	Tempisquito	310834	367410	Cuenca alta	Temperatura, pH, SST
2	Los Ahogados	302955	370257	Cuenca alta	Temperatura, pH, SST
3	Colorado	290936	365379	Cuenca alta, con zona agrícola	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO
4	Liberia	291396	380596	Cuenca alta, poco alterada	Temperatura, pH, SST
5	Tempisque	274635	364929	Zona agrícola, zona urbana	Temperatura, pH, SST, SAAM, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO
6	Tempisque	269600	367525	Zona agrícola, zona urbana	Temperatura, pH, SST, SAAM, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO
7	Tempisque	262357	379006	Zona agrícola, zona urbana	Temperatura, pH, SST, SAAM, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO
8	Bolsón	267082	381683	Zona agrícola	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO
9	Diría	248705	363273	Zona agrícola, zona urbana	Temperatura, pH, SST, SAAM, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO
10	Nimboyores	255132	354386	Forestal alterada con producción agrícola	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO
11	Nimboyores	257453	360279	Zona agrícola	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO

**Cuadro 23.** Red de monitoreo para la cuenca Abangares.

Punto	Cuerpo de Agua	Coordenadas		Justificación del punto	Parámetros complementarios
		Latitud	Longitud		
1	Gongolona	253480	436580	Cuenca alta, después de unión de afluentes importantes	Temperatura, pH, SST, mercurio
2	Abangares	251820	434715	Cuenca alta, donde nace Río Abangares	Temperatura, pH, SST, mercurio
3	Abangares	251555	430750	Cuenca media, zona urbana	Temperatura, pH, SST, SAAM
4	Abangares	250270	426475	Cuenca media, actividad agrícola	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO
5	Abangares	245205	423240	Cuenca baja, actividad agrícola	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO
6	Abangares	241395	422440	Cuenca baja, actividad agrícola	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO
7	Abangares	238160	422400	Cuenca baja, actividad agrícola	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO

**Cuadro 24.** Red de monitoreo para la cuenca Barranca.

Punto	Cuerpo de Agua	Coordenadas		Justificación del punto	Parámetros complementarios
		Latitud	Longitud		
1	La Cabra	233575	471195	Aguas arriba de mina Chassoul	Temperatura, pH, SST, DQO
2	La Cabra	231972	469762	Aguas abajo de mina Chassoul, para evaluar impacto	Temperatura, pH, SST, DQO, metales
3	Jabonal	228875	466534	Cuenca alta, afluente importante	Temperatura, pH, SST
4	Barranca	241193	498432	Zona urbana, Zarcero	Temperatura, pH, SST, SAAM
5	Barranca	227427	478141	Zona urbana, San Ramón	Temperatura, pH, SST, SAAM, grasas y aceites, DQO
6	Barranca	222431	466595	Zona urbana y rural agrícola, San Jerónimo	Temperatura, pH, SST, SAAM, grasas y aceites, DQO
7	Barranca	219875	460254	Zona urbana, Esparza	Temperatura, pH, SST, SAAM, grasas y aceites, DQO
8	Barranca	219033	458634	Barranca y actividad industrial	Temperatura, pH, SST, SAAM, grasas y aceites, DQO

**Cuadro 25.** Red de monitoreo para la cuenca Bebedero.

Punto	Cuerpo de Agua	Coordenadas		Justificación del punto	Parámetros complementarios
		Latitud	Longitud		
1	Cañas	267035	417058	Cuenca baja, después de zona urbana	Temperatura, pH, SST, SAAM
2	Bagaces	264249	403626	Cuenca baja, después de zona urbana y agrícola	Temperatura, pH, SST
3	Bebedero	260221	405279	Cuenca baja después de zona agrícola, antes de desembocadura	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO
4	Santa Rosa	273620	430061	Cuenca alta, zona urbana	Temperatura, pH, SST, SAAM
5	Blanco	296300	403904	Cuenca alta	Temperatura, pH, SST

#### 6.4 Fase 4: Cuencas de la Zona Norte.

**Cuadro 26.** Red de monitoreo para la cuenca Pocosol.

Punto	Cuerpo de Agua	Coordenadas		Justificación del punto	Parámetros complementarios
		Latitud	Longitud		
1	Infiernillo	319506	499801	Para evaluar la afectación por actividades agrícolas y ganaderas	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO
2	Pocosol	295737	476240	Línea Base puede verse afectación por zona agrícola	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO
3	Pocosol	315187	476605	Evaluar afectaciones por actividades agrícolas	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO
4	Pocosol	323108	484519	Evaluar actividades agrícolas y conocer con que calidad las aguas ingresan a territorio nicaragüense.	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO
5	Medio Queso	335124	462551	Evaluar actividades agrícolas y conocer con que calidad las aguas ingresan a territorio nicaragüense.	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO
6	Medio Quesito	333688	473430	Evaluar actividades agrícolas y conocer con que calidad las aguas ingresan a territorio nicaragüense.	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO, SAAM

**Cuadro 27.** Red de monitoreo para la cuenca Frío.

Punto	Cuerpo de Agua	Coordenadas		Justificación del punto	Parámetros complementarios
		Latitud	Longitud		
1	Samen	297336	432255	Cuenca alta, sector este	Temperatura, pH, SST
2	Celeste	301206	439138	Cuenca alta, sector este, recoge aguas de Volcán Tenorio, zona turística	Temperatura, pH, SST, SAAM
3	Mónico	309853	442719	Cuenca baja, sector este, drena directo a humedal Refugio Nacional de Vida Silvestre Caño Negro, zona agrícola	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO
4	Frio	316364	449244	Cuenca baja, Refugio Nacional de Vida Silvestre	Temperatura, pH, SST
5	Sabogal	315134	458621	Cuenca baja, sector oeste, zona agrícola	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO

**Cuadro 28.** Red de monitoreo para la cuenca San Carlos.

Punto	Cuerpo de Agua	Coordenadas		Justificación del punto	Parámetros complementarios
		Latitud	Longitud		
1	San Carlos	264556	481877	Cuenca media, zona agrícola y urbana	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO, SAAM
2	San Carlos	268610	484825	Cuenca media, zona agrícola y urbana	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO, SAAM
3	San Carlos	278622	483785	Cuenca media, zona agrícola y urbana	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO, SAAM
4	San Carlos	280608	482535	Cuenca media, zona agrícola y urbana	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO, SAAM
5	San Carlos	292788	507541	Cuenca baja, zona agrícola y urbana	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO, SAAM
6	San Carlos	306600	514716	Cuenca baja, zona agrícola y urbana	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO, SAAM

**Cuadro 29.** Red de monitoreo para la cuenca Sarapiquí.

Punto	Cuerpo de Agua	Coordenadas		Justificación del punto	Parámetros complementarios
		Latitud	Longitud		
1	La Paz	243085	518652	Zona ganadera	Temperatura, pH, SST
2	Cariblanco	249843	516726	Zona agrícola	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO
3	Puerto Viejo	268770	535336	Zona agrícola bananera	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO
4	Sarapiquí	270213	536195	Zona urbana y muelle	Temperatura, pH, SST, SAAM grasas y aceites
5	Sarapiquí	288827	535553	Aporte del Río Sucio y zona urbana	Temperatura, pH, SST, SAAM
6	Toro	288822	531212	Aporte del Río Toro y zona agrícola	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO

**Cuadro 30.** Red de monitoreo para la cuenca Cureña.

Punto	Cuerpo de Agua	Coordenadas		Justificación del punto	Parámetros complementarios
		Latitud	Longitud		
1	Cureña	290998	519237	Cuenca alta, zona rural	Temperatura, pH, SST
2	Cureña	299807	521430	Cuenca baja, zona rural	Temperatura, pH, SST

**Cuadro 31.** Red de monitoreo para la cuenca Chirripó.

Punto	Cuerpo de Agua	Coordenadas		Justificación del punto	Parámetros complementarios
		Latitud	Longitud		
1	Sucio	236650	542166	Cuenca alta, Parque Nacional Braulio Carrillo	Temperatura, pH, SST
2	Toro Amarillo	238424	557730	Cuenca alta, límite Parque Nacional Braulio Carrillo, porcinas y tilapias	Temperatura, pH, SST, SAAM, DQO, grasas y aceites
3	Sucio	271548	538781	Cuenca baja, zona agrícola y rural	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO, SAAM
4	Chirripó	262229	551654	Cuenca baja, zona agrícola y rural	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO, SAAM
5	Sucio	261661	547504	Cuenca baja, zona agrícola y rural	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO, SAAM



### 6.5 Fase 5: Cuencas de la Zona Pacífico Sur.

**Cuadro 32.** Red de monitoreo para la cuenca Grande de Térraba.

Punto	Cuerpo de Agua	Coordenadas		Justificación del punto	Parámetros complementarios
		Latitud	Longitud		
1	Quebradas	156285	569405	Cuenca alta, línea base en toma agua AyA	Temperatura, pH, SST
2	Pedregoso	148780	566865	Cuenca media, después de San Isidro del General, recoge todas aguas domesticas, beneficios y lagunas aguas residuales AyA	Temperatura, pH, SST, SAAM, grasas y aceites, DQO
3	Pacuar	146300	566775	Cuenca media, recoge aguas de todos afluentes importantes que pasan por zonas urbanas	Temperatura, pH, SST, SAAM, grasas y aceites, DQO
4	General	139220	576880	Cuenca media, zona agrícola y urbana	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO, SAAM
5	Volcán	132845	596845	Cuenca alta, limpia	Temperatura, pH, SST
6	Volcán	129500	599500	Cuenca media, zona agrícola, cultivos piña	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO
7	Cotro Brus	99360	642830	Cuenca alta, zona urbana San Vito y zona agrícola	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO, SAAM
8	Cotro Brus	109830	625910	Cuenca media, zona agrícola y urbana	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO, SAAM

**Cuadro 33.** Red de monitoreo para la cuenca Esquinas.

Punto	Cuerpo de Agua	Coordenadas		Justificación del punto	Parámetros complementarios
		Latitud	Longitud		
1	Piedras Blancas	86770	621735	Cerca de la naciente, zona boscosa y montañosa	Temperatura, pH, SST
2	Piedras Blancas	85504	619766	Zona agrícola y urbana	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO, SAAM
3	Claro	73065	640455	Zona agrícola	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO

**Cuadro 33 (continuación).** Red de monitoreo para la cuenca Esquinas.

Punto	Cuerpo de Agua	Coordenadas		Justificación del punto	Parámetros complementarios
		Latitud	Longitud		
4	Coto Colorado	70863	638594	Zona agrícola y ganadera	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO
5	Corredores	70528	652991	Zona agrícola y urbana	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO, SAAM
6	Coloradillo	66308	657429	Zona agrícola y urbana	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO, SAAM

**Cuadro 34.** Red de monitoreo para la cuenca Península Osa.

Punto	Cuerpo de Agua	Coordenadas		Justificación del punto	Parámetros complementarios
		Latitud	Longitud		
1	Sierpe	91096	598861	Norte de la Península, zona agrícola	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO
2	Sierpe	88207	610962	Norte de la Península, zona agrícola	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO
3	Drake	78039	577286	Zona agrícola y ganadera	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO
4	Drake	78785	575475	Zona agrícola y ganadera	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO
5	El Carmen	75598	573654	Zona agrícola y urbana	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO, SAAM
6	Rincón	67327	593019	Afluente importante de la cuenca Bosque	Temperatura, pH, SST
7	Rincón	75483	594188	Zona agrícola, urbana y ganadera	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO, SAAM

**Cuadro 34 (continuación).** Red de monitoreo para la cuenca Península Osa.

Punto	Cuerpo de Agua	Coordenadas		Justificación del punto	Parámetros complementarios
		Latitud	Longitud		
8	Tigre	57130	602492	Zona agrícola y urbana	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO, SAAM
9	Tigre	59749	609839	Zona agrícola, urbana y ganadera	Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO, SAAM
10	Cacao	58582	613255	Zona urbana	Temperatura, pH, SST, SAAM

## 8. Cronograma

Cada año deben realizarse cuatro campañas de muestreo y análisis, durante las épocas seca (febrero), lluviosa (agosto) y las dos épocas de transición (mayo y noviembre), las campañas deben realizarse cada 3 meses, por tanto el cronograma de ejecución va a depender de cuando se inicien los análisis y la contratación que se realice con los laboratorios. Una vez definidos los contratos con los laboratorios se elaborará un cronograma detallado, con fechas exactas y sitios a muestrear por cada gira que se realizará, este cronograma será aprobado por la Dirección de Agua en el marco de la ejecución del Plan Nacional de Monitoreo y se presentará como un anexo a este documento.

**Cuadro 35.** Cronograma preliminar.

Año	Campaña	Mes	Actividad	Cuencas a monitorear
1	1	Febrero	Muestreo y análisis	Tárcoles, Damas y otros, Jesús María, Tusubres, Parrita, Naranjo, Barú y Savegre
	2	Mayo	Muestreo y análisis	Tárcoles, Damas y otros, Jesús María, Tusubres, Parrita, Naranjo, Barú y Savegre
	3	Agosto	Muestreo y análisis	Tárcoles, Damas y otros, Jesús María, Tusubres, Parrita, Naranjo, Barú y Savegre
	4	Noviembre	Muestreo y análisis	Tárcoles, Damas y otros, Jesús María, Tusubres, Parrita, Naranjo, Barú y Savegre
2	1	Febrero	Muestreo y análisis	Reventazón, Madre de Dios, Moín, Matina, Pacuare, Bananito, Banano, Estrella, Sixaola y Tortuguero
	2	Mayo	Muestreo y análisis	Reventazón, Madre de Dios, Moín, Matina, Pacuare, Bananito, Banano, Estrella, Sixaola y Tortuguero
	3	Agosto	Muestreo y análisis	Reventazón, Madre de Dios, Moín, Matina, Pacuare, Bananito, Banano, Estrella, Sixaola y Tortuguero
	4	Noviembre	Muestreo y análisis	Reventazón, Madre de Dios, Moín, Matina, Pacuare, Bananito, Banano, Estrella, Sixaola y Tortuguero
3	1	Febrero	Muestreo y análisis	Península Nicoya, Tempisque, Abangares, Barranca y Bebedero
	2	Mayo	Muestreo y análisis	Península Nicoya, Tempisque, Abangares, Barranca y Bebedero
	3	Agosto	Muestreo y análisis	Península Nicoya, Tempisque, Abangares, Barranca y Bebedero
	4	Noviembre	Muestreo y análisis	Península Nicoya, Tempisque, Abangares, Barranca y Bebedero

**Cuadro 35 (continuación).** Cronograma preliminar.

Año	Campaña	Mes	Actividad	Cuencas a monitorear
4	1	Febrero	Muestreo y análisis	Frío, Pocosal, San Carlos, Cureña, Sarapiquí y Chirripó
	2	Mayo	Muestreo y análisis	Frío, Pocosal, San Carlos, Cureña, Sarapiquí y Chirripó
	3	Agosto	Muestreo y análisis	Frío, Pocosal, San Carlos, Cureña, Sarapiquí y Chirripó
	4	Noviembre	Muestreo y análisis	Frío, Pocosal, San Carlos, Cureña, Sarapiquí y Chirripó
5	1	Febrero	Muestreo y análisis	Térraba, Península Osa, Esquinas
	2	Mayo	Muestreo y análisis	Térraba, Península Osa, Esquinas
	3	Agosto	Muestreo y análisis	Térraba, Península Osa, Esquinas
	4	Noviembre	Muestreo y análisis	Térraba, Península Osa, Esquinas

## 9. Costos

Para calcular los costos tanto de los análisis fisicoquímicos como biológicos se utilizaron como referencia los precios indicados por los laboratorios de las Universidades públicas que se dedican a realizar estos análisis, se realizó un cálculo del costo analítico de cada punto, según los parámetros que se van a monitorear y al final se sumaron los costos de cada punto por cuenca y en total por cada fase a ejecutar. En los cuadros del 36 al 40 se indican las estimaciones de costos analíticos para cada fase.

**Cuadro 36.** Costos de análisis fisicoquímicos y biológicos para la Fase 1.

Detalles	Costo (colones)
Costo análisis físicos y químicos	4 371 470
Costo análisis macro invertebrados bentónicos	9 165 000
Total 1 campaña	13 536 470
<b>TOTAL FASE 1 (4 campañas)</b>	<b>54 145 880</b>

**Cuadro 37.** Costos de análisis fisicoquímicos y biológicos para la Fase 2.

Detalles	Costo (colones)
Costo análisis físicos y químicos	7 334 155
Costo análisis macro invertebrados bentónicos	10 335 000
Total 1 campaña	17 669 155
<b>TOTAL FASE 2 (4 campañas)</b>	<b>70 676 620</b>

**Cuadro 38.** Costos de análisis fisicoquímicos y biológicos para la Fase 3.

Detalles	Costo (colones)
Costo análisis físicos y químicos	3 600 230
Costo análisis macro invertebrados bentónicos	7 020 000
Total 1 campaña	10 620 230
<b>TOTAL FASE 3 (4 campañas)</b>	<b>42 480 920</b>

**Cuadro 39.** Costos de análisis fisicoquímicos y biológicos para la Fase 4.

Detalles	Costo (colones)
Costo análisis físicos y químicos	5 576 365
Costo análisis macro invertebrados bentónicos	5 850 000
Total 1 campaña	11 426 365
<b>TOTAL FASE 4 (4 campañas)</b>	<b>45 705 460</b>

**Cuadro 40.** Costos de análisis fisicoquímicos y biológicos para la Fase 5.

Detalles	Costo (colones)
Costo análisis físicos y químicos	4 692 110
Costo análisis macro invertebrados bentónicos	4 680 000
Total 1 campaña	9 372 110
<b>TOTAL FASE 5 (4 campañas)</b>	<b>37 488 440</b>

Para estimar los costos de muestreo, se tomó en cuenta los datos presentados en el Programa Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Cuerpos de Agua del País, donde se habían estimado los costos de muestreo por cada gira tomando en cuenta los viáticos de las personas participantes y un promedio de kilometraje, el cual se presenta en el cuadro 41.

**Cuadro 41.** Costo estimado de muestreo para una gira de 3 días en que participan 3 personas y se muestrean 10 puntos aproximadamente.

Detalle	Costo (colones)
Viáticos	225 000
Kilometraje	90 000
<b>Costo Total</b>	<b>315 000</b>

Tomando en cuenta esos valores, se realizó una estimación de cuantas giras se necesitarían para cubrir cada campaña de muestreo y por tanto las 4 campañas por fase, según el número de puntos que se deben monitorear, las estimaciones de estos costos se presentan en el cuadro 42.

En el cuadro 43 se presenta el resumen donde se incluyen los costos de los análisis, los costos de muestreo y se incluye un 10% sobre la suma de los dos anteriores como costos por imprevistos.

**Cuadro 42.** Costos estimados de muestreo para cada fase.

Fase	# puntos	# giras por campaña	# giras por fase	Costo por gira (colones)	Costo por fase (colones)
1	47	6	24	315 000	7 560 000
2	53	6	24	315 000	7 560 000
3	36	5	20	315 000	6 300 000
4	30	4	16	315 000	5 040 000
5	24	4	16	315 000	5 040 000
<b>Costo total del ciclo</b>					<b>31 500 000</b>

Los costos por imprevistos cubrirán los casos en los que se requieran más giras de las planteadas inicialmente por razones de dificultad en el acceso a algunas zonas, la necesidad de repetir muestreos por la invalidación de alguna muestra o resultado de análisis, los posibles requerimientos de muestrear y analizar parámetros no contemplados inicialmente según las condiciones que se definan en el campo, así como que se requiera agregar más puntos de muestreos según requerimientos de cada cuenca en particular. Todas las posibles modificaciones que se requieran y consideren dentro de los imprevistos deberán ser solicitadas por los laboratorios a la Dirección de Agua del Ministerio de Ambiente, quien dispondrá de una boleta como la que se adjunta en anexos, deberá estar firmada por el responsable del laboratorio, la Dirección de Agua será el encargado de aprobar las modificaciones que procedan como imprevistos, dando el visto bueno respectivo a la boleta de solicitud.

**Cuadro 43.** Cuadro resumen de costos de análisis, muestreo, imprevistos y totales para cada fase y el ciclo total de 5 años.

Fase	Costo analítico (colones)	Costo muestreo (colones)	Costos imprevistos (colones)	Costo total (colones)
1	54 145 880	7 560 000	6 170 588	67 876 468
2	70 676 620	7 560 000	7 823 662	86 060 282
3	42 480 920	6 300 000	4 878 092	53 659 012
4	45 705 460	5 040 000	5 074 546	55 820 006
5	37 488 440	5 040 000	4 252 844	46 781 284
<b>Costo total del ciclo</b>				<b>310 197 052</b>

Los costos que aquí se presentan son calculados según el precio del dólar y las tablas de viáticos vigentes actualmente, sin embargo cada año deberán revisarse y ajustarse según las modificaciones que sufran los montos de viáticos aprobados por la Contraloría General de la República, por las variaciones del dólar y por la inflación.



# Anexos

PLAN NACIONAL DE MONITOREO DE LA CALIDAD DE LOS CUERPOS DE  
AGUA SUPERFICIALES

## SOLICITUD DE APROBACIÓN DE IMPREVISTOS

Fecha:	
Nombre del Solicitante:	
Laboratorio:	
Fecha del imprevisto:	
Detalle del imprevisto ocurrido:	
Detalle de lo que se solicita:	
Firma del responsable y sello del laboratorio:	
V°B° Dirección de Agua MINAE	Nombre: _____  Firma: _____