

**Fortalecimiento de las capacidades del Instituto de
Investigaciones Marinas y Costeras - INVEMAR- mediante la
implementación de la ciencia de datos en investigación marina y
costera**

Anexo 6
***Manual del Sistema y Hoja Metodológica para el Cálculo
del Indicador de Calidad de las Aguas Marinas y
Costeras para la Preservación de la Fauna y Flora
Silvestre***
Documento Preliminar



Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras
“José Benito Vives de Andr is” - INVEMAR

Santa Marta D.T.C.H., enero de 2021

CUERPO DIRECTIVO INVEMAR

Director General

Francisco Armando Arias Isaza

Subdirector de Coordinación Científica

Jesús Antonio Garay Tinoco

Subdirectora Administrativa

Sandra Rincón Cabal

**Coordinadora de Investigación e Información
para la**

Gestión Marina y Costera (GEZ)

Paula Cristina Sierra Correa

**Coordinador Programa de Biodiversidad y
Ecosistemas Marinos (BEM)**

David Alejandro Alonso Carvajal

**Coordinadora Programa Calidad Ambiental
Marina (CAM)**

Luisa Fernanda Espinosa Díaz

**Coordinadora Programa Geociencias
Marinas y Costeras (GEO)**

Constanza Ricaurte Villota

**Coordinador Programa Valoración y
Aprovechamiento de Recursos Marinos y
Costeros (VAR)**

Mario Enrique Rueda Hernández

Documento compilado por: Julio Bohórquez, Paola Obando

INVEMAR

Calle 25 No. 2-55, Playa Salguero

Santa Marta D.T.C.H., Colombia

Teléfono: (57) (5) 4328600

www.invemar.org.co



Contenido

OBJETIVO	4
ALCANCE.....	4
DESCRIPCIÓN.....	4
1.1 Arquitectura.....	4
1.2 Modelo Entidad – Relación	6
1.3 Flujo de datos y origen por defecto de valores	19
1.4 Descripciones aclaratorias a tener en cuenta	23
1.5 Credenciales del manejo y control de la data	24
1.5.1 Credenciales del manejo.....	24
1.5.2 control de la data	24
1.6 Documentos referidos a reglas de validación y consistencia.....	25
1.7 Derivaciones y formulas o áreas temáticas de control de datos	29



OBJETIVO

Identificar la estructura del Sistema de Información REDCAM que soporta la operación estadística (OE) índice de Calidad de Aguas Marinas y Costeras – ICAM, mediante el cual se procesan los datos de forma ordenada y organizada, brindando precisión sobre los registros y los datos allí contenidos con el fin de evitar ambigüedades, malas interpretaciones y facilidad en la actualización o integración de nuevas entidades al sistema.

ALCANCE

Este manual aplica a todos los usuarios especializados del sistema REDCAM definiendo datos de entrada y salida, diagramas de datos o procesos, modelo entidad – relación y demás componentes de la base de datos.

DESCRIPCIÓN

1.1 Arquitectura

El sistema de información REDCAM se encuentra integrado al sistema de soporte multi-temático para el monitoreo ambiental (ARGOS) del SIAM. La arquitectura de ARGOS está creada para dar soporte a cualquier monitoreo ambiental, permitiendo una versátil adopción de las variables requeridas por la metodología particular de un monitoreo. A nivel conceptual ARGOS se divide en tres ramas principales, mediante las cuales se organizan y almacenan correctamente los datos de monitoreo.

En el diagrama de la estructura de la base de datos de la REDCAM en ARGOS, la primera rama en color verde, contiene los elementos relacionados a la definición conceptual de la actividad del monitoreo y establece la metodología o diseño experimental, las variables que se muestrean, los métodos, y las unidades de medida. La rama en color morado, se refiere a la administración de usuarios que interactúan en el sistema y, la última rama en color rojo, representa las unidades espaciales de referencia, denominadas nodos (usuarios de la información), que aplican para la agregación geográfica de los datos. Para el caso del sistema de información REDCAM se utiliza la siguiente jerarquía en lo que ubicación geográfica se refiere, desde una escala local como el punto de muestreo o estación hasta una escala regional o nacional ([Obando et al., 2016](#)):

- Estación o punto de muestreo
- Zona y Sector
- Departamento – asociado a la jurisdicción de una Corporación.
- Región (Caribe, Pacífico)
- Nacional – incluye la información de los departamentos costeros analizados en el seguimiento de calidad de aguas



Definiciones:

Base de datos: Es una colección organizada de información estructurada o no estructurada, generalmente almacenada dentro de un sistema informático, de manera que pueda ser utilizada eficientemente por una empresa, organización comercial, científica o técnica determinada.

Dataframe: Estructura bidimensional de apariencia matricial (tabular) cuyas columnas pueden contener datos de diferentes tipos.

Datos: los datos son mediciones (o en caso de las variables cualitativas, observaciones) de los valores adoptados por la variable en diferentes tiempos, lugares, poblaciones (en sentido genérico, como por ejemplo países, grupos sociales, lugares geográficos) o combinaciones de las tres categorías (Gallopín, 2006). Son el componente más básico de un indicador; así como los indicadores son la base de los índices y de la información

Departamento: de acuerdo con el Artículo 298 de la actual Constitución Política de Colombia, es una entidad territorial que goza de autonomía para la administración de los asuntos seccionales y la planificación y promoción del desarrollo económico y social dentro de su territorio en los términos establecidos por la Constitución y las leyes. Los departamentos ejercen funciones administrativas, de coordinación, de complementariedad de la acción municipal, de intermediación entre la Nación y los municipios y de prestación de los servicios que determinen la Constitución y las leyes (DANE, 2020¹).

En el sistema REDCAM departamentos se refiere al área geográfica que involucra la zona costera de las divisiones políticas y administrativas que conforman el territorio nacional, que en Colombia corresponde a los 12 departamentos costeros del Caribe y Pacífico colombianos.

Estación: se refiere al sitio (punto de muestreo relativamente exacto) en el cual se toma la muestra; se identifica por las coordenadas geográficas del lugar. El código de la estación incluye el del sector.

Índice: es una variable derivada de la transformación y agregación de múltiples variables o indicadores simples. Indicador por medio del cual se representa el grado de contaminación ambiental encontrado en la estación, sector o área de estudio, tiene asociados un color y un rango.

Indicador: es una expresión cualitativa o cuantitativa observable, que permite describir características, comportamientos o fenómenos de la realidad a través de la evolución de una variable o el establecimiento de una relación entre variables, la que, comparada con períodos anteriores, productos similares o una meta o compromiso, permite evaluar el desempeño y su evolución en el tiempo.

Información: elemento simbólico utilizado para comunicar el conocimiento, independientemente de su carácter (número, texto, etc.), de los soportes materiales, de la forma de presentación. Se refiere tanto al contenido o sustancia de los documentos como su existencia material.

Investigador: se refiere a las personas que realizan el muestreo, hacen las mediciones y toman las muestras en campo. Los investigadores están asignados a una entidad.

Método analítico: cubre los diferentes métodos y técnicas analíticas utilizadas para la evaluación de la muestra y la obtención de las mediciones de la variable observada; una variable puede ser analizada con diferentes métodos.

¹ https://www.dane.gov.co/files/inf_geo/4Ge_ConceptosBasicos.pdf



Profundidad: especifica el nivel de profundidad en el cuerpo de agua (punto de muestreo) donde se tomó la muestra.

Proyecto: corresponde a la fuente del requerimiento identificado, sea proyecto o actividad de investigación bajo el cual se realiza la toma y evaluación de una muestra.

Región: variable que identifica la zona marina o costera en la cual se toma la muestra: Caribe o Pacífico.

Sector: datos que identifican un área geográfica de características semejantes, dentro de un mismo departamento.

Sistema de Gestión de Base de Datos (SGBD): colección de datos interrelacionados y un conjunto de programas para acceder a dichos datos. Estos están almacenados en conjunto sin redundancias perjudiciales o innecesarias; su finalidad es la de servir a una aplicación o más, de la mejor manera posible; los datos se almacenan de modo que resulten independientes de los programas que los usan. Se emplean métodos bien determinados para incluir datos nuevos y para modificar o extraer los datos almacenados. Los componentes principales de un sistema de bases de datos son información, el equipo, los programas y los usuarios.

Tipo sustrato: agrupamiento de las materias que se recogen en campo de acuerdo a su origen o naturaleza física.

Temporada: indica una época climática del momento en que se tomó la muestra.

Unidad de medida: conjunto de todas las unidades de medida que pueden ser usadas para indicar el valor de la concentración de una variable.

Variable: simboliza la imagen de una propiedad del sistema definida en términos de un procedimiento específico de medición u observación (Gallopín, 2006). En el sistema REDCAM se refiere al compendio de mediciones fisicoquímicas, microbiológicas y tóxicos químicos que son observadas y registradas en el sistema. El análisis en conjunto de estas variables provee información (importante para la toma de decisiones) sobre la condición y/o tendencia de un atributo del sistema considerado, en este caso el estado o condiciones de calidad ambiental de las aguas marinas y costeras.

VMVARIABLE_GEOG: vista materializada creada para mostrar la información unificada de muestreos y variables en las consultas en línea del Sistema de Información.

Límite de Detección (LD): valores que surgen cuando la técnica implementada no puede determinar con precisión la concentración del analito.²

1.2 Modelo Entidad – Relación

El modelo entidad-relación representa las relaciones de integridad entre los atributos que se validan y relacionan entre sí, mediante la lógica de programación. En el sistema de información REDCAM se representa en el meta-modelo (Figura 1), donde se visualizan todos los componentes que participan en su operatividad y en la (Tabla 1) se describe la lista detallada y aplicación de los objetos asociados.

Para cada metodología y proyecto, el sistema ARGOS genera vistas materializadas en la que los datos se disponen en un arreglo horizontal. Esta matriz es utilizada para validar los datos ingresados. Para el caso

² Componente de interés analítico de una muestra.

del sistema de la REDCAM la vista generada con los micro datos se denomina VM_AGM_2050_800, (ver atributos - Tabla 2). Los datos libres de errores se organizan nuevamente, pero esta vez en función de las necesidades de agregación y procesamiento para la OE ICAM, en una vista materializada denominada VM_VARIABLEGEOG_ICAM, en el esquema de la base de datos que contiene la lógica para el sistema REDCAM, denominado CAM_ADMON.

Cuatro procedimientos PL/SQL secuenciales, representados como consultas lógicas encadenadas que se alimentan dinámicamente (con nombres CAM_ADMON.VSPINCAM_ICAM2011_****), conducen a la vista VMSPINCAM_ICAM2011_FINAL que contiene la OE ICAM y cada uno de los promedios para las variables que lo conforman (Tabla 3, Tabla 4).

Los datos relacionados con los usuarios, principalmente su nombre, correo y filiación contractual se almacena en el esquema denominado USUARIOS_SCI, y se acceden mediante la vista pública CDIRCOLECTOR (Tabla 6).

Los datos relacionados con las propiedades de los puntos de monitoreo, por ejemplo, su código, toponimia, coordenadas, sustrato se almacena en el esquema de la base de datos denominado GEOGRAFICOS, a los mismos se accede por medio de la vista materializada CLOCALIDADT (Tabla 7).

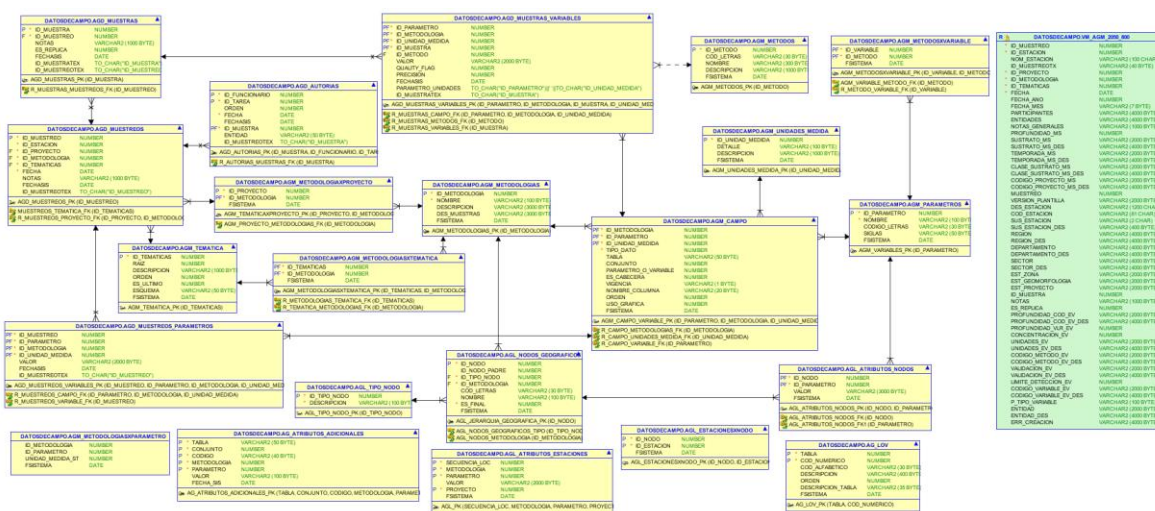


Figura 1. Diagrama del modelo de datos ARGOS, en donde está integrado el sistema de la REDCAM.

Tabla 1. Objetos más representativos del esquema Argos y su uso

NOMBRE DE LA TABLA	APLICACIÓN
AGD_AUTORIAS	Usuarios involucrados en la gestión de los datos y sus roles
AG_LOV	Listados de dominios reconocidos para el sistema
AGD_MUESTRAS_VARIABLES	Registro del resultado de la medición de una variable y sus atributos relacionados (cuantitativo o cualitativo)
AGD_MUESTREOS	Ingreso control para cada salida de campo (datos que se toman en el mismo lugar, en la misma fecha, con la misma metodología)
AGD_MUESTREOS_PARAMETROS	Atributos que complementan la información referente a la unidad "Salida de campo"
AGE_ESQUEMASXMETO	Esquema dentro del Sistema de Base de Datos desde donde se obtienen los productos finales de usuario para la metodología y que por tanto debe tener acceso a los microdatos
AGL_ATRIBUTOS_ESTACIONES	Atributos adicionales que documentan un punto de muestreo
AGL_ATRIBUTOS_NODOS	Atributos adicionales que documentan las unidades espaciales de orden superior a la estación
AGL_ESTACIONESXNODO	Objeto que agrupa el nivel básico de unidad espacial de la metodología con el nivel jerárquico inmediatamente superior
AGL_METODOLOGIA_EQUIVALENTE	Objeto que permite a varias metodologías aplicar para la agregación las mismas unidades espaciales que usa otra metodología. Diferentes componentes temáticos monitorean en los mismos puntos. La lista en esta tabla permite tener una lista única para los nodos geográficos
AGL_NODOS_GEOGRAFICOS	Tabla que almacena la jerarquía de las estaciones, como su agrupación.
AGL_TIPO_NODO	Lista de unidades espaciales disponibles de acuerdo a su escala geográfica
AGM_CAMPO	Define las variables que se incluyen dentro de una metodología
AGM_METODOLOGIAS	Lista de metodologías inscritas en el sistema
AGM_METODOLOGIASXPARAMETRO	Variables reconocidas para una metodología
AGM_METODOLOGIASXTEMATICA	Lista metodologías aceptadas para una temática
AGM_METODOLOGIASXPROYECTO	Lista de metodologías definidas como aceptables para un proyecto en particular
AGM_METODOS	Métodos aplicados para la medición de variables
AGM_METODOSXVARIABLE	Métodos permitidos para una variable en particular. Tabla para la validación de la integridad de los datos
AGM_PARAMETROS	Variables reconocidas por el sistema

NOMBRE DE LA TABLA	APLICACIÓN
AGM_TEMATICA	Temáticas reconocidas para el sistema
AGM_UNIDADESXVARIABLE	Unidades de medida aceptadas para una variable. Objeto que aplica para la validación de la integridad de los datos
AGM_UNIDADES_CONVERSION	Para validar y ejecutar las conversiones entre datos reportados
AGM_UNIDADES_MEDIDA	Listado de unidades de medida y su representación estándar
AG_ESPECIES	Lista para el control de ingreso de datos taxonómicos
AGD_MUESTRAS	Ingreso por cada conjunto de datos recolectados en un punto de muestreo

Tabla 2. Diccionario de datos de la vista VM_AGM_2050_800, Vista materializada con microdatos para el sistema REDCAM

NOMBRE DEL CAMPO	TAMAÑO	TIPO DE DATO	DESCRIPCION
CODIGO_METODO_EV	2.000	CADENA	Código para el Método utilizado para evaluar la concentración o valor cuantitativo del compuesto químico o propiedad física medida
CODIGO_METODO_EV_DES	4.000	CADENA	Método utilizado para evaluar la concentración o valor cualitativo del compuesto químico o propiedad física medida
CODIGO_PROYECTO_MS	2.000	CADENA	Código proyecto o actividad que financia la recolección de datos
CODIGO_PROYECTO_MS_DES	4.000	CADENA	Proyecto o actividad que financia la recolección de datos para un intervalo de tiempo corto
CODIGO_VARIABLE_EV	2.000	CADENA	Código para la variable medida
CODIGO_VARIABLE_EV_DES	4.000	CADENA	Descripción para el código de la variable medida
COD_ESTACION	324	CADENA	Código de la estación o punto en donde se recoge la muestra
CONCENTRACION_EV	22	NÚMÉRICO	Valor cuantitativo obtenido del proceso analítico
DEPARTAMENTO	4.000	CADENA	Código para el departamento
DEPARTAMENTO_DES	4.000	CADENA	Nombre departamento
DES_ESTACION	4.000	CADENA	Toponimia para la estación
ENTIDADES	4.000	CADENA	Entidades a las que se encuentran vinculadas las personas

NOMBRE DEL CAMPO	TAMAÑO	TIPO DE DATO	DESCRIPCION
			involucradas en la recolección, análisis de la muestra y su posterior inclusión en el sistema
ERR_CREACION	4.000	CADENA	Campo en el que el procedimiento escribe mensajes que documentan la muestra o errores en los datos
EST_GEOMORFOLOGIA	2.000	CADENA	Unidad de paisaje para la estación
EST_PROYECTO	2.000	CADENA	Proyecto o actividad que estableció el punto de muestreo
EST_ZONA	2.000	CADENA	Unidad espacial de agrupamiento de la información que está por encima del sector y por debajo de la región
ES_REPLICA	22	NÚMÉRICO	Establece el número consecutivo de la muestra cuando se toma más de una muestra en el mismo lugar y momento para el mismo objetivo
FECHA	7	DATE	Fecha toma de los datos
FECHA_AÑO	22	NÚMÉRICO	Año toma de los datos
FECHA_MES	7	CADENA	Mes toma de los datos
ID_ESTACION	22	NÚMÉRICO	Código para el punto de muestreo
ID_METODOLOGIA	22	NÚMÉRICO	Código metodología
ID_MUESTRA	22	NÚMÉRICO	ID único para cada muestra
ID_MUESTREO	22	NÚMÉRICO	Código único para la recolección de datos perteneciente a una "salida de campo"
ID_MUESTREOTX	40	CADENA	Columna virtual, que representa como texto el ID del muestro
ID_PROYECTO	22	NÚMÉRICO	Código del proyecto
ID_Tematicas	22	NÚMÉRICO	Código Temática
LIMITE_DETECCION_EV	22	NÚMÉRICO	Valor mínimo cuantificable para el método
MUESTREO	22	NÚMÉRICO	Código único de la muestra
NOM_ESTACION	400	CADENA	Topónimo para el lugar del monitoreo
NOTAS	1.000	CADENA	Notas para la muestra, principalmente las relacionadas

NOMBRE DEL CAMPO	TAMAÑO	TIPO DE DATO	DESCRIPCION
			con los límites de detección o alguna aclaración respecto al resultado
NOTAS_GENERALES	1.000	CADENA	Notas para el muestro
PARTICIPANTES	4.000	CADENA	Personas que intervienen en la recolección, análisis, procesamiento y publicación del dato
PROFUNDIDAD_COD_EV	2.000	CADENA	Código cualitativo para la profundidad a la que se tomó la muestra
PROFUNDIDAD_COD_EV_DES	4.000	CADENA	Descripción del código cualitativo para la profundidad
PROFUNDIDAD_MS	22	NÚMÉRICO	Profundidad a la que se toma la muestra
PROFUNDIDAD_VLR_EV	22	NÚMÉRICO	Valor cuantitativo para la profundidad a la que se toma la muestra
P_TIPO_VARIABLE	100	CADENA	Grupo al cual pertenece la variable medida
QUALITY_FLAG	22	NÚMÉRICO	Bandera de calidad: Calificación del grado de certeza para el dato
REGION_DES	4.000	CADENA	Descripción para la unidad espacial región
SECTOR	4.000	CADENA	Unidad espacial sector
SECTOR_DES	4.000	CADENA	Toponimia para el sector
SUSTRATO_MS	2.000	CADENA	Código para el sustrato o medio físico que se va a evaluar
SUSTRATO_MS_DES	4.000	CADENA	Descripción medio físico a evaluar
SUS_ESTACION	8	CADENA	Código medio físico para el punto de monitoreo
SUS_ESTACION_DES	400	CADENA	Descripción medio físico para el del punto de monitoreo en el que se toma la muestra
TEMPORADA_MS	2.000	CADENA	Código para la temporada climática relacionada con la toma de la muestra

NOMBRE DEL CAMPO	TAMAÑO	TIPO DE DATO	DESCRIPCION
TEMPORADA_MS_DES	4.000	CADENA	Descripción para la temporada climática
UNIDADES_EV	2.000	CADENA	código para la Unidad estándar para el valor cuantitativo obtenido
UNIDADES_EV_DES	4.000	CADENA	Unidad estándar para el valor cualitativo obtenido
VERSION_PLANTILLA_DES	4.000	CADENA	Descripción versión plantilla
VERSION_PLANTILLA	2.000	CADENA	Control de trazabilidad para la versión de la plantilla Excel en la que se recolectaron los datos
URL_METADATO	4000	CADENA	URL para la documentación del conjunto de datos generado por salida de campo: resume los registros generados, las variables medidas.

Tabla 3 Diccionario de datos de la vista materializa (VM_VARIABLEGEOG_ICAM) donde se organizan los datos.

NOMBRE DEL CAMPO	TAMAÑO	TIPO DE DATO	DESCRIPCIÓN
ANO	4	CADENA	Año de toma de la muestra
CODEST	160	CADENA	Código de la estación o punto en donde se recoge la muestra
CODIGO_UM	2.000	CADENA	Código de la Unidad de medida
CODVAR	2.000	CADENA	Código para la variable medida
COD_DEPTO	4.000	CADENA	Código departamento
DEPTO	4.000	CADENA	Descripción para el departamento
FECHA	10	CADENA	fecha toma del dato
HORA	8	CADENA	hora toma del dato
IDZONA	2.000	CADENA	Unidad espacial de agrupamiento de la información que está por encima del sector y por debajo de la región
LABEL	1.600	CADENA	Etiqueta para mostrar en gráficas o el geovisor
LAT	22	NÚMÉRICO	Coordenadas latitud en decimales
LD	22	NÚMÉRICO	Límite de detección, aplica solo a las técnicas de cromatografía
LON	22	NÚMÉRICO	Coordenadas longitud en decimales
MES	2	CADENA	Mes de toma de la muestra

NOMBRE DEL CAMPO	TAMAÑO	TIPO DE DATO	DESCRIPCIÓN
METODO	2.000	CADENA	Método utilizado para evaluar la concentración o valor cuantitativo del compuesto químico o propiedad física medida
MUESTRA	22	NÚMÉRICO	Código único de la muestra
MUESTREO	22	NÚMÉRICO	Código que relaciona las muestras tomadas en la misma fecha/hora/estación
NOMBREZONA	400	CADENA	Toponimia asignada a la zona geográfica
NOMEST	416	CADENA	Toponimia para la estación
NOMVAR	4.000	CADENA	Nombre de la variable
PROF	2.000	CADENA	Código cualitativo para la profundidad a la que se tomó la muestra
PROYECTO	22	NÚMÉRICO	Proyecto de largo plazo al cual se incorporan los datos
PROY_DUENO	2.000	CADENA	Proyecto o actividad que financia la recolección de datos para un intervalo de tiempo corto
REGION	8	CADENA	Unidad espacial que organiza la información a escala nacional
REPLICA	22	NÚMÉRICO	Indica si los resultados provienen de una segunda muestra tomada en el mismo lugar. Para el pacífico está relacionada con el estado de la marea
SUSTRATO	8	CADENA	Código para el sustrato o medio físico que se va a evaluar
SUSTRATO_DES	400	CADENA	Descripción medio físico a evaluar
TEMPO	1	CADENA	Código para la temporada climática relacionada con la toma de la muestra
TEMPO_DES	8	CADENA	Descripción para la temporada climática
TIPO	100	CADENA	Grupo al cual pertenece la variable medida
TIPO_SUSTRATO	100	CADENA	Medio físico del que se extrae la muestra a analizar
UNIDAD	4.000	CADENA	Unidad estándar para el valor cuantitativo obtenido
VALOR	22	NÚMÉRICO	Valor cuantitativo obtenido del proceso analítico
COD_PROYECTO	21	NUMERICO	
QUALITY_FLAG	2	NUMERICO	Bandera de calidad para el registro: 1,3
CUANTIFICABLE	1	CADENA	S/N de acuerdo al contenido del campo valor. Aplica para valores censurados: < LD, <LC,, >LC
LIMITE_DETECCION	10	NUMERICO	Valor para el límite de detección en los datos censurados
VIGENTE	4	CADENA	Indica si se espera seguir tomando datos en el mismo punto de muestreo o no

Tabla 4. Campos de la vista materializada (VMSPINCAM_ICAM2011_FINAL) que soporta la operación estadística ICAM

NOMBRE CAMPO	TAMAÑO	TIPO DE DATO	DESCRIPCIÓN
ANO	4,00	CADENA	Año
MES	2	CADENA	MES
MUESTREO	46	CADENA	Consecutivo para la campaña de muestreo
DEPARTAMENTO	4.000	CADENA	Nombre departamento
CODUER	160	CADENA	Código unidad espacial de referencia: Región/departamento/sector
ESTACION	1.600	CADENA	Descripción estación (punto de toma de la muestra)
CA_CLA	22,00	NÚMERO	Evaluación porcentual para clorofila -a (CLA) de acuerdo a la curva de calibración
CA_CTE	22,00	NÚMERO	Evaluación porcentual para coniformes totales (CTE) de acuerdo a la curva de calibración
CA_DBO	22,00	NÚMERO	Evaluación porcentual para demanda bioquímica de oxígeno (DBO) de acuerdo a la curva de calibración
CA_HDD	22,00	NÚMERO	Evaluación porcentual para HDD de acuerdo a la curva de calibración
CA_NO3	22,00	NÚMERO	Evaluación porcentual para nitratos (NO3) de acuerdo a la curva de calibración
CA_OD	22,00	NÚMERO	Evaluación porcentual para oxígeno disuelto (OD) de acuerdo a la curva de calibración
CA_PH	22,00	NÚMERO	Evaluación porcentual para PH de acuerdo a la curva de calibración
CA_PO4	22,00	NÚMERO	Evaluación porcentual para fosfatos (PO4) de acuerdo a la curva de calibración
CA_SST	22	NÚMERO	Evaluación porcentual para solidos suspendidos totales (SST) de acuerdo a la curva de calibración
NUM_VARIABLE	22	NÚMERO	Numero de parámetros total que intervienen en el cálculo del ICAM para la estación
EVAL_CLA	10	CADENA	Resultado evaluación cualitativa para CLA de acuerdo a curva de calibración
EVAL_CTE	10	CADENA	Resultado evaluación cualitativa para CTE de acuerdo a curva de calibración
EVAL_DBO	10	CADENA	Resultado evaluación cualitativa para DBO de acuerdo a curva de calibración
EVAL_HDD	10	CADENA	Resultado evaluación cualitativa para HDD de acuerdo a curva de calibración

NOMBRE CAMPO	TAMAÑO	TIPO DE DATO	DESCRIPCIÓN
EVAL_NO3	10	CADENA	Resultado evaluación cualitativa para NO3 de acuerdo a curva de calibración
EVAL_OD	10	CADENA	Resultado evaluación cualitativa para OD de acuerdo a curva de calibración
EVAL_PH	10	CADENA	Resultado evaluación cualitativa para PH de acuerdo a curva de calibración
EVAL_PO4	10	CADENA	Resultado evaluación cualitativa para PO4 de acuerdo a curva de calibración
EVAL_SST	10	CADENA	Resultado evaluación cualitativa para SST de acuerdo a curva de calibración
ICAM	22	NÚMERO	Calificación cuantitativa total en porcentaje para el ICAM
ICAM_CALIFICACION	10	CADENA	Calificación cualitativa total en porcentaje para el ICAM
IDZONA	2.000	CADENA	Código para la zona geográfica
NOMBREZONA	400	CADENA	Zona geográfica para el dato
LAT	22	NÚMERO	Latitud en decimales
LON	22	NÚMERO	Longitud en decimales
PESO	22	NÚMERO	Ponderación grado de incertidumbre en la curva de calibración
PROY_DUENO	2.000	CADENA	Proyecto que financia la campaña
SUSTRATO	8	CADENA	Código para el sustrato

Tabla 5. Campos de la vista materializada CDIRCOLECTOR (usuarios) con los atributos definidos para REDCAM

NOMBRE CAMPO	TAMAÑO	TIPO DE DATO	DESCRIPCIÓN
CODIGO_CO	10	Número	ID Identificador del usuario
ID	10	Número	ID Identificador del usuario
PASSWORD	2000	CADENA	Contraseña encriptada
NOMBRE_APELLIDO	4.000	CADENA	Nombre apellidos del usuario
APELLIDO_NOMBRE	4000	CADENA	Apellidos nombres del usuario
CORREO_CO	2000	CADENA	Correo institucional
ACTIVO	1	CADENA	S/N Usuario vinculado o usuario retirado
INSTITUTO_CO	100	CADENA	Entidad a la que está vinculado el usuario

NOMBRE CAMPO	TAMAÑO	TIPO DE DATO	DESCRIPCIÓN
INTERES_CO	100	CADENA	Especialidad académica o área de interés específica del usuario
FACTUALIZO	10	FECHA	Fecha en la que se generó la vista materializada

Tabla 6. Campos de la vista materializada CLOCALIDAD, (diseño espacial de la recolección de datos) como objeto compartido solo algunos de sus atributos son específicos de REDCAM y algunos otros creados o compartidos con miras a la integración de datos temáticos

NOMBRE CAMPO	TAMAÑO	TIPO DE DATO	DESCRIPCIÓN
ID_ESTACION	10	NUMERO	ID para el nodo geográfico
SECUENCIA_LOC	10	NUMERO	ID para el nodo geográfico
PAIS_LOC	3	CADENA	Código ISO para el país
PROYECTO_LOC		NUMERO	ID proyecto que genero el nodo geográfico
NOMBRE_ALTERNO	100	CADENA	Nombre corto del proyecto que generó el nodo geográfico
PREFIJO_CDG_EST_LOC	40	CADENA	Nomenclatura del usuario para el nodo geográfico -Prefijo
CODIGO_ESTACION_LOC	5	NUMERO	Nomenclatura del usuario para el nodo geográfico - Código
LUGAR	4000	CADENA	Toponimia para el nodo geográfico ejemplo "Playa blanquita"
PATH_CODIGO	4000	CADENA	Descripción en códigos del usuario de las categorías jerárquicas de las que depende el nodo
PATH_LUGAR	4000	CADENA	Descripción en toponimias de las categorías jerárquicas de las que depende el nodo
PATH_TIPO_NODO	4000	CADENA	Descripción de las categorías jerárquicas de las que depende el nodo
VIGENTE_LOC	1	CADENA	S/N asignación con respecto si para el lugar existe continuidad futura en la recolección de datos
ID_METODOLOGIA	5	NUMERO	ID Metodología
ID_TIPO_REGISTRO	1	NUMERO	Marca para diferenciar el último nodo
NODO_PADRE	10	NUMERO	Nodo padre para el nodo actual
NODO_FINAL	1	NUMERO	Marca para diferenciar el último nodo

TIPO_NODO	5	NUMERO	Código categoría para el nodo geográfico, ejemplo parcela, área, departamento
TIPO_NODO_DES	120	CADENA	Descripción categoría para el nodo geográfico, ejemplo parcela, área, departamento
FSISTEMA		FECHA	Fecha en la que se ingresó el nodo geográfico al catalogo
AMBIENTE_LOC	10	NUMERO	Código para el ambiente
AREA_HA	10	NUMERO	Para parcelas de muestreo el área muestreada
AREA_PROTEGIDA	4000	CADENA	Si el nodo está dentro de un área protegida marina el nombre corto de la misma
AZIMUT	10	NUMERO	Azimut
BARCO_LOC	4000	CADENA	Para campañas el nombre corto de la plataforma marina -barco
CAMPANA_LOC	4000	CADENA	Nombre de la campaña
CAR	4000	CADENA	Nombre corto corporación o entidad que administra el nodo (REDCAM)
CATEGORIA_UNI_MANEJO	4000	CADENA	Código para la unidad de manejo (manglares)
CDG_DPTO		NUMERO	Código del departamento
CUENCA_HDG	4000	CADENA	Nombre cuenca hidrográfica
CUERPO_AGUA_LOC	4000	CADENA	Tipo del cuerpo de agua, para REDCAM se asocia a la salinidad del agua
DESC_AREA	4000	CADENA	Descripción del área
DESCRIPCION_ESTACION_LOC	4000	CADENA	Descripción paisaje de la estación
DESCRIPCION_NODO	4000	CADENA	Nombre corto para el nodo geográfico
DISTANCIACOSTA_LOC		NUMERO	Distancia en Km de la costa
ECORREGION_LOC		NUMERO	Código para la ecorregión marina en la que se ubica el nodo geográfico
ENTIDAD_LOC	4000	CADENA	Sigla de la entidad que administra el nodo
FECHA_INSTALACION_PAR	4000	CADENA	Fecha en que se ejecutó el primer monitoreo para la parcela (manglares)
FORMA_PARCELA		NUMERO	Código para la forma de la parcela (monitoreo manglares)
GEOMORFOLOGIA	4000	CADENA	Descripción corta geomorfología
HONDOAGUA_LOC		NUMERO	Profundidad del agua en el punto del muestreo (metros)

LATITUDFIN_LOC		NUMERO	Latitud final para un arrastre u observación en transecto
LATITUDINICIO_LOC		NUMERO	Latitud del nodo geográfico o Latitud inicial para un arrastre u observación en transecto
LONGITUDFIN_LOC		NUMERO	Longitud final para un arrastre u observación en transecto
LONGITUDINICIO_LOC		NUMERO	Longitud del nodo geográfico o longitud inicial para un arrastre u observación en transecto
NOTAS_LOC	4000	CADENA	Observaciones para el nodo geográfico respecto a las actividades de campo. Ejemplo se tomaron solo muestras de fitoplancton
OBSERVACIONES_LOC	4000	CADENA	Observaciones respecto a los datos o al registro en la base de datos
PROF_MAX_LOC		NUMERO	Profundidad máxima en metros para un arrastre o toma de muestra en agua
PROF_MIN_LOC		NUMERO	Profundidad mínima en metros para un arrastre o toma de muestra en agua
PROYECTO_DUENO	4000	CADENA	Código proyecto al que se pueden agregar los datos por su contenido y origen (REDCAM)
REGION	4000	CADENA	Texto breve para la descripción de la región. PACIFICO
SALODULCE_LOC	4000	CADENA	Salinidad de la estación texto
SUSTRATO_LOC		NUMERO	Sustrato del nodo geográfico
TIPO_COMPONENTE		NUMERO	Código componente
TIPO_FISIOGRAFICO		NUMERO	Código tipo fisiográfico
TOPONIMIA_LOC		NUMERO	Código estandarizado para la toponimia (lugar del nodo geográfico)
UAC		NUMERO	Código para la Unidad Ambiental Costera a la que pertenece el nodo geográfico
WKT_AREA_MUESTREO	4000	CADENA	Coordenadas para línea o polígono en formato WKT
ZONA	4000	CADENA	Código para la zona REDCAM
ZONA_PROTEGIDA	4000	CADENA	Si el nodo está dentro de un área protegida el nombre corto usual de la misma



Tabla 7. Diccionario de datos de la vista VRESULTADOS_ICAM, que contiene los resultados de la operación estadística ICAM.

NOMBRE DEL CAMPO	TAMAÑO	TIPO DE DATO	DESCRIPCIÓN
TIPO	4.000	CADENA	Tipo de ICAM
DEPTO	4.000	CADENA	Departamento para el que se realizó el cálculo
ANO	4.000	CADENA	Año en el que se realizó el cálculo
MUESTREO	4.000	CADENA	Fecha de muestreo en la que se realizó el cálculo
SUSTRATO	4.000	CADENA	Tipo de sustrato para el que se realizó el cálculo
ICAM		BINARY_DOUBLE	Resultado del cálculo
CONFIANZA		BINARY_DOUBLE	Porcentaje de confianza del calculo
NUM_VARIABLE		NUMERO	Numero de variables utilizadas para calcular el ICAM
ICAM_CLASIFICACION		CADENA	Atributo categórico para clasificar el resultado
DESVIACION		BINARY_DOUBLE	Desviación de las variables utilizadas para realizar el cálculo

Tabla 8. AESTACION_ICAM - Listado preliminar de las estaciones que se deben considerar para calcular el ICAM. Algunas serán excluidas si para el periodo a calcular no reúnen el conjunto de datos evaluado mínimo.

NOMBRE DEL CAMPO	TAMAÑO	TIPO DE DATO	DESCRIPCION
CODEST	11	CADENA	Código del usuario para la estación
FECHA_SISTEMA		FECHA	Fecha en la que se agregó la estación a la lista

1.3 Flujo de datos y origen por defecto de valores

Para la recolección de datos no se usan valores por defecto, cada atributo debe ser explícitamente declarado siempre. Los datos se recolectan en campo mediante el proceso de captura (MN-CAM-6) y se almacenan cumpliendo el flujo en el sistema REDCAM (Figura 2 y Figura 3), los cuales se organizan en plantillas Excel programadas, siguiendo el proceso indicado en el Manual ejecución operativa.

El flujo de ingreso comienza con el reporte de laboratorio que recibe el administrador temático, quien verifica la entrega de registros contra el plan de muestreo diligenciado. Se documenta el muestreo en un metadato y se estandarizan los datos en la plantilla de ingreso disponible en web

(http://cinto.invemar.org.co/download/Plantillas_ARGOS_Plus/), La plantilla tiene programadas fórmulas y funciones para validar el ingreso de datos, macros que mapean los atributos correspondientes de la base de datos ARGOS, y un grupo de macros que realizan conexión a la base de datos usando un servicio web REST para descargar listas de dominios controlados y para agregarlos a la base de datos centralizada, para lo cual se emplea el gestor de base de datos ORACLE.

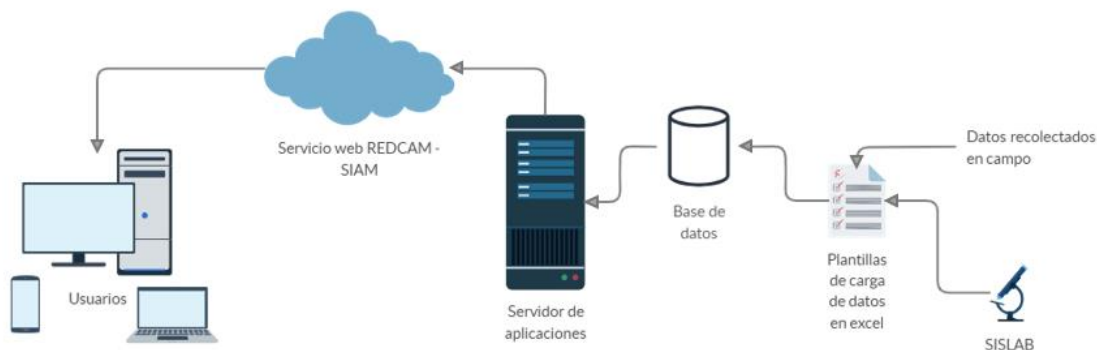


Figura 2. Flujo de datos e información del sistema REDCAM.

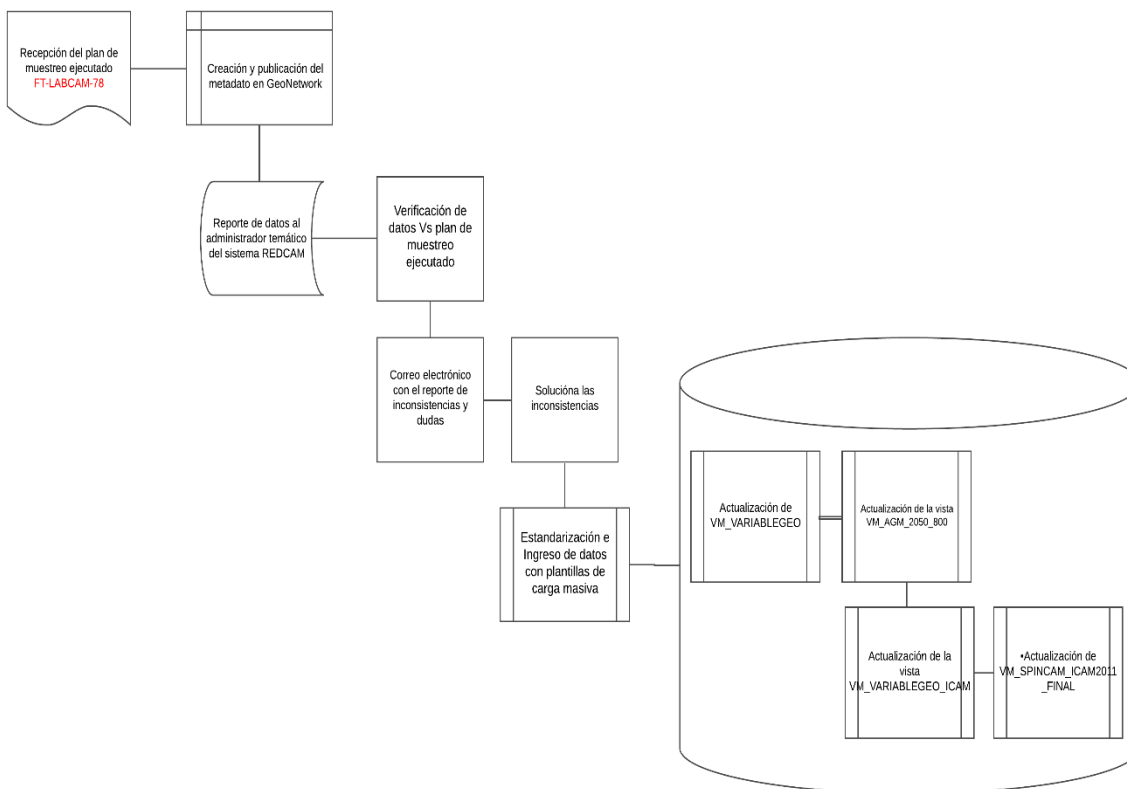


Figura 3. Flujo de datos e información asociados a la operación estadística ICAM, a partir de la ejecución del muestreo y el reporte de datos



Las plantillas Excel con los datos originales reportados por el laboratorio, se almacenan en el backup institucional desde el equipo de trabajo del Administrador del Sistema REDCAM.

Una vez almacenados los datos en la bodega de datos de **monitoreo marino** del SIAM, un proceso automatizado (P_GENERAR_TABLA) los transpone a una tabla que tiene un formato similar al de la plantilla Excel fuente, complementados con atributos que provienen de las listas controladas y otra información que asegura su integridad referencial.

Los datos son entonces sometidos a un proceso de depuración descrito en el Manual de reglas de validación y consistencia, en el que se eliminan errores y se normalizan, esto último principalmente en lo relacionado con las unidades de medida. Al finalizar el proceso de depuración los datos son movidos del esquema de monitoreo al esquema especializado en la temática de calidad de aguas, generando el objeto VM_VARIABLEGEOG, con el contenido filtrado únicamente para las variables y estaciones que pertenecen a la operación estadística se crea la vista materializada VM_VARIABLEGEOG_ICAM. En este punto se verifica que en el objeto AESTACION_ICAM estén las estaciones que se procesarán.

Para calcular el ICAM, siguiendo el documento metodológico donde se describe, se desarrolló un paquete en el sistema administrador de base de datos - ICAM_2011_API-, en el que principalmente una función recibe el dato de concentración resultado del monitoreo y devuelve su valor equivalente calculado sobre una curva de calibración para el impacto en la calidad del agua específica de cada variable medida (ejemplo salinidad).

El paquete es invocado desde vistas lógicas dinámica que conducen a la vista lógica VSPINCAM_ICAM2011_4_FINAL, que se convierte en vista materializada VMSPINCAM_ICAM2011_FINAL para agilizar su consulta en la web. Este objeto se somete a pruebas de contenido y publicación preliminares al azar que permiten verificar la exactitud de los datos, se verifica además que se encuentre el ICAM para cada departamento/estación en conformidad con lo establecido en el plan de muestreo anual.

Una vez hecho los chequeos de aseguramiento de la calidad se procede a solicitar mediante correo dirigido al LABSIS la difusión del ICAM.

El Administrador LABSIS ejecuta el procedimiento PUBLICACION_ICAM (año), que lleva como parámetro el año a publicar y ejecuta las siguientes acciones en el esquema O_ESTADISTICAS:

- Insertar en una tabla espejo de VMSPINCAM_ICAM2011_FINAL los registros correspondientes al año pasado como parámetro, este objeto es el consumido finalmente por los servicios web de la REDCAM.
- Inserta en una copia de VM_VARIABLEGEOG_ICAM los registros filtrados para el año pasado en el parámetro.
- Inserta en una copia de VM_AGM_2050_800 los registros filtrados para el año pasado en el parámetro.
- Copia con fines de soporte documental en objetos espejo las siguientes tablas:
 - AGM_METODOS
 - AGM_PARAMETROS
 - AGM_UNIDADES_MEDIDA
 - AG_LOV
 - AESTACION_ICAM



Una vez terminada la ejecución del proceso se verifica que la información esté disponible en los canales de difusión establecidos para la OE ICAM y se envía por medio del aplicativo de soporte de SYT la petición de ejecutar un backup de la base de datos.

Desde esta replica es que los aplicativos, que ejecutan en ambiente Linux y con programación principalmente en Python, generan los diferentes servicios web que ofrece la REDCAM, que en general se clasifican en consultas alfanuméricas y consultas espaciales ejecutadas sobre un visualizador geográfico (GEOVISOR)

Posteriormente, los datos almacenados en VMSPINCAM_ICAM2011_FINAL se utilizan como insumo para ejecutar un procedimiento que se encarga de calcular el ICAM departamental y nacional. El procedimiento se desarrolló para la versión Oracle R 1.5.1, utilizando la versión de R 3.3.0, la última soportada por el Oracle R en su momento.

El procedimiento inicia realizando una conexión con la base de datos y sincronizando el entorno R con la tabla “VMSPINCAM_ICAM2011_FINAL”. Luego de hacer la sincronización, se extrae la información de la base de datos y se convierte dicha información en un dataframe dentro del entorno R.

Para realizar el cálculo de los indicadores, se necesita obtener la media de todas las transformaciones adimensionales (CA_), por lo cual se realiza dicha instrucción para todas las columnas del dataframe que almacenan datos relacionados a estas transformaciones. Luego, habiendo realizado el cálculo, se eliminan aquellos registros que contienen valores nulos dentro de las columnas “DEPTO”, “MUESTREO” y “SUSTRATO”. El resultado de esta operación se almacena en un dataframe adicional y se le asignan nombres de fila para convertirlo en una estructura indexada.

Teniendo el dataframe indexado, se realiza el cálculo del ICAM para cada fila del dataframe. Este dataframe inicial es el que se utilizará como insumo para calcular los diferentes tipos de ICAM departamental y el ICAM nacional.

Primero, se realiza el cálculo del indicador para el departamento a partir del sustrato. Para realizar el cálculo, que utiliza como criterio de clasificación el año, se necesita crear dicha variable ya que esta no existe en el dataframe original. Esta se crea tomando como valor los primeros cuatro dígitos de la variable muestreo. Luego se aplica la media sobre los resultados del ICAM, teniendo como criterio de agrupación el departamento, el año y el sustrato, y se ordena el dataframe a partir de las mismas variables.

También se calcula el indicador a partir del muestreo. Para este caso se realiza el mismo procedimiento mencionado anteriormente, calculando la media entre los valores de la columna ICAM del dataframe inicial (de insumo), pero esta vez teniendo como criterios el departamento y el muestreo. El ICAM ANUAL independiente del sustrato se calcula de la misma manera, aplicando la media, pero esta vez teniendo como criterios el departamento y el año.

Para el cálculo del ICAM Nacional, se realiza un procedimiento diferente. Para realizar el cálculo de este indicador se tiene como insumo un dataframe generado anteriormente, el ICAM por muestreo. A partir de la columna muestreo de este dataframe se extrae el año como en uno de los procedimientos anteriores. Asimismo, se generan dos columnas adicionales dentro del dataframe, una que almacena la ponderación el valor del ICAM multiplicado por el peso de su respectivo departamento, y otra variable que contiene el peso del respectivo departamento. A partir de estas columnas se generan dos dataframes adicionales, uno que contiene la suma de las ponderaciones y otro con la suma de los pesos, ambos agrupados por muestreo. Ahora se actualiza el dataframe que almacena el ICAM nacional a partir de una combinación de estos dos últimos dataframes. Por último, sobre el dataframe ICAM nacional actualizado, se itera fila a fila dividiendo

el resultado de la columna que almacena la suma de ponderaciones sobre la columna que almacena la suma de los pesos.

Realizado ya el proceso del cálculo de los indicadores, se hace necesario también realizar el cálculo de las desviaciones de los mismos. Para realizar el cálculo de la desviación para el ICAM nacional se crea un dataframe con los datos que contenía el dataframe del ICAM nacional anterior a su actualización. Con este dataframe se utiliza como insumo para calcular la media ponderada por muestreo, una variable requerida para calcular las desviaciones. Estos resultados se combinan con el dataframe que almacenará la desviación nacional, teniendo como criterio de combinación el muestreo. Para cada fila de este último dataframe se calcula la varianza ponderada, y sobre esta se obtiene la desviación (la raíz cuadrada de la varianza).

Por otro lado, para el cálculo de la desviación departamental, se inicia construyendo un nuevo dataframe a partir de la información extraída inicialmente de la base de datos, y se eliminan las columnas que no utilizarán para realizar el cálculo. Sobre este dataframe se calcula la media para todas las variables teniendo como criterio de agrupación el departamento, muestreo y sustrato, y se combina con el dataframe que contiene el ICAM departamental por sustrato. Sobre este nuevo dataframe se calcula la desviación a través de un proceso iterativo que almacena el resultado de una expresión en una columna de nombre DESVIACION. Posteriormente esta columna se añade al dataframe que almacena los resultados del ICAM departamental por sustrato.

Teniendo los resultados de los diferentes ICAM, se crea un nuevo dataframe que contenta todos los resultados de los diferentes ICAM departamental y el ICAM nacional. Antes de realizar esta combinación, sobre cada dataframe del ICAM se crea una columna llamada TIPO que almacena el nombre del dataframe con el ICAM calculado (ICAM-MUESTREO, ICAM-DEP, ICAM-ANUAL, ICAM-DEP-SUS, ICAM-NACIONAL) respectivamente. Por último, este dataframe final que contiene la combinación de todos los resultados del ICAM se exporta a la base de datos a través del usuario CAM_ADMON, generando una tabla de nombre RESULTADOS_ICAM y una vista de nombre VRESULTADOS_ICAM.

1.4 Descripciónes aclaratorias a tener en cuenta

El Sistema de Gestión utilizado para la Base de Datos es ORACLE; en este sistema los objetos y las estructuras lógicas, se relacionan y se organizan en esquemas asociados a un usuario. Todos los sistemas de monitoreo de INVEMAR comparten un metamodelo de base de datos donde se comparte el mismo esquema con los otros sistemas de monitoreo y tiene uno propio para la lógica de su negocio en específico, al cual acceden principalmente los usuarios con perfil de investigador, que encuentran los insumos y procedimientos para calcular cifras e indicadores de utilidad para la REDCAM. En el caso de la REDCAM, el sistema ofrece insumos que sirven para calcular el ICAM y presentarlo en el marco de varios proyectos en los que participan varios países, particularmente, en la Red de Información y datos del Pacífico Sur en apoyo a la Gestión Integrada de Áreas Costeras – SPINCAM.

Adicionalmente, se definen esquemas que comparten datos o procedimientos. Uno de ellos está enfocado a los usuarios que sirven de apoyo para la administración y gestión de los datos, con permisos exclusivamente de lectura y de ejecución de procedimientos específicos de depuración o refrescamiento de vistas materializadas; Otro esquema corresponde a la bodega de datos para las operaciones estadísticas, donde solo tiene acceso el personal con el rol de Administrador de la Base de Datos.



1.5 Credenciales del manejo y control de la data

El Sistema ARGOS, organiza los usuarios que tienen acceso a los datos o metodologías por proyectos de acuerdo a roles que se definen para cada proyecto en particular, discriminándolos como administrador, usuarios y superusuarios. En este caso, en el sistema REDCAM los roles reconocidos son:

1.5.1 Credenciales del manejo

Administrador de la base de datos (LABSIS): Encargado de la custodia y funcionalidad informática del conjunto de herramientas y gestores de base de datos.

Equipo Administrador del Centro de Datos (SyT): Equipo encargado de establecer los lineamientos para la gestión de la información, desarrollo y administración de sistemas de información y componentes de infraestructura tecnológica del instituto.

Jefe del LABSIS: Encargado de la coordinación del Sistema de Información Ambiental.

Administrador temático del Sistema: Usuario que lleva la responsabilidad de controlar el ingreso de datos y verificar que estén libres de errores. Este usuario es el interlocutor principal con los usuarios externos involucrados. Participa en las propuestas de mejoras para los aplicativos y servicios que hacen parte de la REDCAM.

Usuarios Técnicos de Apoyo: Apoyan las tareas de recopilación y depuración de los datos

Usuarios Involucrados: Usuarios directamente involucrados en la generación de datos y en el uso de los mismos de manera permanente, corresponden a los funcionarios de las Corporaciones Autónomas Regionales y el MinAmbiente.

Usuarios Investigadores: Personas que utilizan los datos de la REDCAM con fines de Investigación o de elaborar reportes técnicos de interés para la gestión ambiental, otros estudios o requerimientos.

Público en General: Los usuarios que utilizan los datos para ejercer sus derechos a un ambiente sano y a la participación ciudadana.

Comité de difusión: conformado mínimo por el líder de la operación estadística ICAM, el coordinador del Programa y el administrador temático. El comité se encarga de revisar, analizar y aprobar los resultados que pasan a difusión. Debe confirmar que la operación estadística cumple con los criterios y atributos de la norma para dar visto bueno antes de su publicación por los canales de comunicación oficiales definidos en el manual de difusión.

1.5.2 control de la data

Para el control sobre los datos, las principales tablas de la base de datos tienen como atributo adicional para cada registro la fecha en el servidor (DD/MM/YY – HH:MI) al momento en el cual se insertó el registro, lo que permite controlar el ingreso de datos globalmente. El usuario Administrador Temático y los usuarios de Apoyo para la organización e ingreso de datos no tienen privilegios que les permitan borrar/actualizar microdatos, al igual que los usuarios involucrados e investigadores. Estas acciones se realizan únicamente por parte del Desarrollador de Software o Administrador de la Base de Datos a petición del usuario Administrador Temático. Esta asignación de credenciales se utiliza para mantener un control eficiente sobre la información que se suministra.



Las acciones de restauración de la base de datos se hacen por parte del Equipo Administrador del Centro de Datos y únicamente por petición del Jefe del LABSIS.

En general, mantener la integridad del sistema de información se considera parte de la responsabilidad que tienen los usuarios Administrador y de Apoyo, como trabajadores del INVEMAR, con acceso a la base de datos.

Adicionalmente, la implementación de un mecanismo de registro automatizado y discriminado por usuario para este tipo de acciones se encuentra dentro de las actividades de mejora para realizar al sistema de monitoreo ARGOS a mediano plazo.

1.6 Documentos referidos a reglas de validación y consistencia.

A continuación, se presentan las diferentes validaciones para la consistencia de los datos asociados a la operación estadística ICAM.

Las reglas de validación y consistencia para el objeto VM_VARIABLEGEOG_ICAM, se describen en el documento

La información de los puntos de muestreo o estaciones de encuentra en el objeto CLOCALIDADT, las estaciones que se incluyen en el ICAM son aquellas cuyos códigos de usuario se incluyan en el objeto AESTACION_ICAM del esquema de negocios de REDCAM. Ambas tablas son alimentadas y verificadas por el administrador del sistema REDCAM.

Las listas de investigadores asociados a REDCAM se encuentran en el objeto CDIRCOLECTOR y la existencia de los mismos se verifica por relaciones de integridad entre los objetos. Los datos del investigador correo y nombres son ingresados por el administrador del sistema REDCAM.

Algunos objetos del esquema de **monitoreo** declaran dominios que tienen como finalidad validar los registros, estos se listan en la Tabla 9.

Tabla 9. Objetos del esquema de monitoreo que se enfocan en la validación de atributos

NOMBRE DE LA TABLA	APLICACIÓN
AG_LOV	Listados de dominios reconocidos para el sistema: Temporada, sustratos, tipo de variables, bandera de calidad, profundidad.
AGM_METODOLOGIAS	Lista de metodologías inscritas en el sistema
AGM_METODOLOGIASXPARAMETRO	Variables reconocidas para una metodología
AGM_METODOS	Métodos aplicados para la medición de variables
AGM_METODOSXVARIABLE	Métodos permitidos para una variable en particular. Tabla para la validación de la integridad de los datos
AGM_PARAMETROS	Variables reconocidas por el sistema

NOMBRE DE LA TABLA	APLICACIÓN
AGM_UNIDADES_X_VARIABLE	Unidades de medida aceptadas para una variable. Objeto que aplica para la validación de la integridad de los datos
AGM_UNIDADES_MEDIDA	Listado de unidades de medida y su representación estándar

Para los atributos que tienen listas controladas de valores (AG_LOV), se listan los posibles contenidos en el documento.

Las reglas de validación contenidas en VM_VARIABLEGEOG_ICAM y VMSPINCAM_ICAM2011_FINAL se encuentran documentadas en el MN-CAM-4 Manual de Reglas de Validación. Por otro lado, la tabla que almacena los resultados de la operación no presenta reglas de validación ya que se obtiene como producto de un proceso estadístico a través de ROracle.

Tabla 10. Código estándar de la División Político-administrativa de Colombia (DIVIPOLA) y nombres de los departamentos

Código departamento	Nombre departamento
05	Antioquia
08	Atlántico
13	Bolívar
19	Cauca
23	Córdoba
27	Chocó
44	La Guajira
47	Magdalena
52	Nariño
70	Sucre
76	Valle del Cauca
88	Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina

Tabla 12. Códigos de las variables, nombre y tipo.

CODVAR	NOMBRE VAR	TIPO DE VARIABLE
OD	Oxígeno Disuelto	Físico/Químicas
PH	pH	Físico/Químicas
SST	Solidos Suspendidos totales	Físico/Químicas
DBO	Demanda bioquímica de oxígeno	Físico/Químicas
P-PO4	Nut. Ortofosfatos	Físico/Químicas
N-NO3	Nitratos	Físico/Químicas
CTE	Coliformes termotolerantes	Microbiológicas
HPDD	Hidrocarburos del petróleo Disueltos y Dispersos equivalentes al Criseno	Hidrocarburos del petróleo
CLA	Clorofila A	Físico/Químicas

Tabla 13. Códigos de la unidad de medida por variable.

CODIGO_UM	UNIDAD	CODVAR	Nombre Variables
13	mg/L	OD	Oxígeno Disuelto
19	Unidad	PH	pH
13	mg/L	SST	Sólidos Suspendidos Totales
13	mg/L	DBO	Demanda bioquímica de oxígeno
1	µg/L	P-PO4	Nut. Ortofosfatos
1	µg/L	N-NO3	Nitratos
8	NMP/100mL	CTE	Coliformes termotolerantes
1	µg/L	CLA	Clorofila a
1	µg/L	HPDD	Hidrocarburos del petróleo Disueltos y Dispersos equivalentes al Criseno

Tabla 54. Código del proyecto al que se asocia una estación de muestreo

CODIGO_PR	NOMBRE_PR
REDCAM	Red de Calidad Ambiental Marina de Colombia
BPIN_ESTADISTICAS_2019	Fortalecimiento del Sistema de operaciones estadísticas ambientales

Tabla 15. Código de las personas involucradas en el proceso de ejecución y procesamiento.

CODIGO	NOMBRE_INVESTIGADOR	INVESTIGADOR
3473	Paola Obando	paola.obando@invemar.org.co
3480	i.cuadrado Cuadrado	i.cuadrado
5458	Camila Padilla	camila.padilla@invemar.org.co

Tabla 16. Tabla de los métodos analíticos de las variables del ICAM

ID_PARA METRO	NOMBRE	CODIGO LETRAS	ID_M ETODO	NOMBRE_M
52	Oxígeno Disuelto	OD	25	Método electrométrico por membrana
56	pH	PH	32	Método potenciométrico
97	Sólidos Suspendidos Totales	SST	28	Gravimétrico filtración-secado 103-105 °C
19	Demanda bioquímica de oxígeno	DBO	12	Inc directa 20°C por 5 días
58 y 1067	Nut. Ortofosfatos	P-PO4	20	Método del ácido ascórbico
48 y 1065	Nitratos	N-NO3	19	Método colorimétrico basado en la reducción con cadmio y reacción sulfanilimida
15	Coliformes termotolerantes	CTE	10	Fermentación en tubos múltiples
8	Clorofila a	CLA	18	Método de Lorenzen

36	Hidrocarburos disueltos y dispersos	HPDD	8	Extracción líquido-líquido con hexano y cuantificación fluorométrica
----	-------------------------------------	------	---	--

1.7 Derivaciones y formulas o áreas temáticas de control de datos

Para el ingreso de datos al sistema, el administrador temático efectúa controles verificando que el set de datos reportados en el registro RE-ESC-01 contenga valores numéricos o alfanuméricos válidos para el ingreso al sistema, los cuales se transcriben a una plantilla desarrollada en Excel, programada para conectarse a la base de datos, permitiendo descargar las listas de dominios controlados para asignar códigos a cada uno de los atributos recopilados en la hoja, organizar los datos en estructuras equivalentes a las de la base de datos de Argos e importarlos a la misma. Una vez se encuentran en el Sistema ARGOS, los datos se someten a un proceso automatizado que tiene como objetivo ofrecer a los usuarios, administradores del sistema, una vista materializada organizada y segregada por proyecto (VM_AGM_2050_800) con lo que el Administrador y el personal de soporte pueden visualizar y manejar de manera autónoma todos los datos pertenecientes al sistema REDCAM para realizar las actividades de validación de los datos (Verificación de rangos permitidos, variables, completitud de los datos, validación de magnitudes). En la Tabla 17 se describen las consultas de verificación de la información.

En el procedimiento más usual de corrección de errores, los datos son corregidos en la plantilla Excel, y el conjunto de datos se borran de la base de datos e importan nuevamente. Existe la opción de ejecutar actualizaciones puntuales directamente sobre el objeto de la base de datos, acción que solo es permitida actualmente al grupo de desarrolladores de software.

Algunos referentes en el ingreso de los datos tienen características especiales con campos obligatorios, descritos en los manuales de captura MN-CAM-6, usuario MN-CAM-5 y proceso MN-CAM-1.

Tabla 17. Consultas de verificación de la información

Acción/Consulta	Regla a verificar	Resultado
Verificación de los datos tomados en campo y registrados en FT-LABCAM-78	Comprobar valores atípicos de las mediciones in situ	Errores de digitación, información faltante.
	Comprobar el número de muestras tomadas en campo según el plan de muestreo	Generación del metadato del muestreo
Verificación de los datos reportados en RE-ESC-01	Identificar posibles errores en las unidades de medidas, métodos y valor del registro asignado	Conociendo el tipo de datos ambientales que representa cada variable, se identifica cuales estarían fuera de esto.
	Coincidencia entre la variable y el tipo de registros que genera	Variables que generalmente se reportan por un único método y unidad de medida.

Acción/Consulta	Regla a verificar	Resultado
Reporte en balance de datos FT-ESC-06	El número de datos generados e ingresado por tipo de variable	Evidencia si ocurre alguna falla en el ingreso sistematizado

**FICHA METODOLÓGICA, OPERACIÓN ESTADÍSTICA ICAM**

Nombre de la operación estadística y sigla: INDICE DE CALIDAD DE AGUAS MARINAS Y COSTERAS - ICAM

Entidad responsable: INSTITUTO DE INVESTIGACIONES MARINAS Y COSTERAS - INVEMAR

Tipo de operación estadística: muestreo no probabilístico

ANTECEDENTES

Desde la formulación del proyecto “Diagnóstico y evaluación de la calidad ambiental marina en el Caribe y Pacífico colombiano. Red de vigilancia para la conservación y protección de la calidad de las aguas marinas y costeras” financiado por el Banco Interamericano de desarrollo (BID), el Ministerio del Medio Ambiente (actualmente Minambiente) y el Instituto de investigaciones marinas y costeras – INVEMAR, en el año 2000, surgió la REDCAM (INVEMAR et al., s/f) la cual se diseñó e implementó como parte integral del proyecto con su sistema de información para el monitoreo de la calidad ambiental de las aguas marinas y costeras colombianas, donde se plantearon las siguientes acciones a largo plazo:

- ✓ Trabajar en pro de la continuidad de la REDCAM.
- ✓ Responder por el funcionamiento de la Base de Datos (SIICAM).
- ✓ Garantizar el acceso de los usuarios a la información.

Para el desarrollo del Proyecto, participaron como co-ejecutores principales las doce (12) Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible costeras del Caribe y Pacífico colombiano (CORALINA, CORPOGUAJIRA, CORPAMAG, CRA, CARDIQUE, CARSUCRE, CVS, CORPOURABA, CODECHOCO, CVC, CRC Y CORPONARIÑO), así como autoridades ambientales regionales, entre ellos el Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico –IIAP- adscrito al Ministerio del Medio Ambiente y responsable de liderar el Programa AGENDA PACIFICO 21, y los Centros de Investigación de DIMAR, el CIOH y el CCCP, dado su relevante papel en la evaluación de la contaminación marina de las áreas de interés.

En el proceso de estructuración y diagrama funcional se dimensionaron todas las entradas de información y como parte de las salidas del sistema se propusieron los indicadores de calidad ambiental de aguas marinas y costeras, los cuales desarrolló el INVEMAR desde el año 2001 en su primera versión como una batería de indicadores orientado a dos tipo de aguas (marinas y estuarina) y usos (Preservación flora y fauna, Recreación y Recepción de vertimientos) con sus curvas de función y ecuaciones integradoras, denominado “índice de calidad de aguas marinas y costeras (ICAM)”. En el año 2002 con la información nacional disponible se hizo una aplicación a los 12 departamentos costeros y se publicó en la *Primera Generación de Indicadores de la Línea Base de la Información Ambiental de Colombia* del Sistema de Información Ambiental de Colombia – SIAC (IDEAM, 2002).

En el 2003 se evaluó la formulación del ICAM considerando la clasificación de las aguas marinas y se excluyó de la batería el índice para “recepción de vertimientos”; también se fusionaron las variables fisicoquímicas y contaminantes en una solo ecuación de promedio aritmético ponderado y se ajustaron las ponderaciones de las variables considerando el tipo de agua y los usos de preservación de flora y fauna (ICAM_{PFF}) y de Recreación, Actividades náuticas y Playas (ICAM_{RAP}; Marín et al., 2003). En el 2006 se inició la publicación del ICAM en el Informe del Estado de los Ambientes Marinos y



	<p>Costeros en Colombia: año 2006 usando los resultados de la REDCAM (Troncoso et al., 2007), donde se utilizaron dos indicadores, el de preservación de flora y fauna (ICAM_{PFFM}) y el de Recreación, Actividades náuticas y Playas (ICAM_{RAPM}) para aguas marinas. Y en el mismo año Vivas-Aguas (2006) desarrolló una “<i>Propuesta de alternativas de cálculo de los indicadores de la calidad de las aguas marinas y costeras de Colombia en diferentes escenarios</i>”, considerando las limitaciones en la ausencia de datos de las variables en la ecuación de la primera versión.</p> <p>No obstante, el utilizar entre 12 y 15 variables para calcular el ICAM era una limitante porque no todas las de estaciones de muestreo, contaban con ese número de mediciones, lo cual reducía la posibilidad de aplicarlo en la mayoría sitios, y bajaba la representatividad de aplicación a escala nacional, lo cual se convirtió en un reto por revisar. Y a través del “<i>Proyecto Piloto Sobre el Protocolo de Monitoreo y Seguimiento del Agua Marino-Costera</i>” se desarrolló como uno de objetivos del proyecto, la calibración, validación e implementación de la batería de indicadores de la calidad de las aguas marinas y costeras de Colombia (Vivas-Aguas, 2007), donde se identificaron los puntos críticos donde era necesario realizar ajustes del ICAM para lograr una mayor precisión, en las curvas de calidad de las variables y la ecuación de agregación del ICAM estableciendo varios aspectos por mejorar.</p> <p>En el 2011 se desarrolló la nueva formulación del ICAM con sólo ocho (8) variables, asumiendo un alcance regional y nacional, acorde con las metas de la iniciativa de la Red de información y datos del Pacífico Sur para el apoyo a la Gestión Integrada del Área Costera (SPINCAM). Este nuevo enfoque buscaba mejorar la precisión del ICAM, tener mayor cobertura geográfica, considerando estaciones que no median toda la cantidad de variables que requería el ICAM anterior, ajustar las curvas de calidad, los rangos o escala de calidad y la ecuación integradora para que fuera más sensible a los cambios (Vivas-Aguas, 2011). El ICAM actual utiliza una ecuación de promedio geométrico ponderado que integra ocho (8) variables: oxígeno disuelto, pH, nitratos, ortofosfatos, sólidos suspendidos totales, hidrocarburos del petróleo disueltos y dispersos, demanda bioquímica de oxígeno y coliformes termotolerantes, como variables determinantes en procesos naturales y antropogénicos asociados a las aguas marinas y costeras, que permiten cuantificar el estado de conservación o deterioro de este tipo de aguas, en una escala de cinco categorías de calidad definidas entre 0 y 100 (Vivas-Aguas, 2011).</p>
OBJETIVO GENERAL	<p>Generar información estadística que permita evaluar y hacer seguimiento al estado de la calidad de las aguas marinas y costeras en los departamentos de La Guajira, Magdalena, Atlántico, Sucre, Córdoba, Chocó, Cauca y Nariño.</p>
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	<ul style="list-style-type: none"> • Estimar el indicador de cada una de las 8 variables que integran el índice de calidad de aguas marinas y costeras - ICAM (oxígeno disuelto, pH, nitratos, ortofosfatos, sólidos suspendidos, hidrocarburos disueltos y dispersos, y coliformes termotolerantes) en las estaciones de los departamentos de La Guajira, Magdalena, Atlántico, Sucre, Córdoba, Chocó, Cauca y Nariño. • Estimar el índice de calidad de aguas marinas y costeras en las estaciones de los departamentos de La Guajira, Magdalena, Atlántico, Sucre, Córdoba, Chocó, Cauca y Nariño. • Estimar el índice de calidad de aguas marinas y costeras en los departamentos La Guajira, Magdalena, Atlántico, Sucre, Córdoba, Chocó, Cauca y Nariño.



	<ul style="list-style-type: none"> Determinar el índice de calidad de aguas marinas y costeras agregado con los departamentos de La Guajira, Magdalena, Atlántico, Sucre, Córdoba, Chocó, Cauca y Nariño.
ALCANCE TEMÁTICO	<p>Calidad ambiental del recurso hídrico en particular las aguas marinas y costeras para el uso de preservación de la flora y fauna marina y costera. El índice de calidad de aguas marinas y costeras - ICAM es un indicador de “estado” que proporciona información resumida de la calidad del recurso hídrico marino y costero, así como de sus características y cambios, debido a condiciones naturales y la influencia de actividades antropogénicas que pueden afectar el recurso hídrico marino y costero. El ICAM utiliza en su cálculo ocho (8) variables (oxígeno disuelto, pH, nitratos, ortofosfatos, sólidos suspendidos, hidrocarburos disueltos y dispersos, y coliformes termotolerantes), las cuales representan una calidad del agua en función de concentraciones de aceptación o rechazo según los valores de referencia de normas nacionales o internacionales para la preservación de la flora y fauna (ICAMPFF). Las condiciones que reflejan las variables analizadas permiten caracterizar el nivel de oxígeno, eutrofización, aspectos de salud, características físicas, entre otros. Actualmente la información se recolecta en ocho departamentos costeros del país.</p>
CONCEPTOS BÁSICOS	<p>Índice de calidad de aguas: Los índices de calidad del agua (ICA) pretenden dar un valor único de calidad en un cuerpo de agua sobre la base de una lista de componentes y sus concentraciones presentes (Abbasi, 2002). Los ICA son básicamente una expresión de un número de parámetros o variables que permiten valorar el recurso hídrico para un determinado uso o criterio y son representados en forma de número, rango, descripción verbal, símbolo o color (Fernández et al., 2004). Los ICA son además una herramienta útil para la gestión del agua y la toma de decisiones, por ello es necesario el monitoreo continuo de cada variable que permita adecuar el índice a escala regional, nacional y local, como es el caso del ICA que se propone en este documento.</p> <p>Calidad del agua: El término calidad del agua es relativo, referido a la composición del agua en la medida en que ésta es afectada por la concentración de sustancias producidas por procesos naturales y actividades humanas. Como tal, es un término neutral que no pueda ser clasificado como bueno o malo, sin hacer referencia al uso para el cual el agua es destinada. La calidad del agua en este caso depende de las características químicas, físicas y biológicas que son adquiridas a través de diferentes procesos naturales y antropogénicos, y para evaluarla se deben tener en cuenta diferentes variables según el uso al cual este destinado el cuerpo de agua (Beamonte et al., 2004).</p> <p>Variable: Una variable es una representación operativa de un atributo (calidad, característica, propiedad) de un sistema. Simboliza la imagen de una propiedad del sistema definida en términos de un procedimiento específico de medición u observación. Provee información (importante para la toma de decisiones) sobre la condición y/o tendencia de un atributo del sistema considerado, y está asociada a un conjunto particular de entidades a través de las cuales se manifiesta, que usualmente son llamadas estados (o valores) de la variable (Gallopín, 2006). El término parámetro que muchas veces se usa de sinónimo de variable es una propiedad que se mide u observa (OECD, 2003).</p> <p>Aguas marinas y costeras: Las aguas marinas en Colombia están definidas como las contenidas en la zona económica exclusiva, mar territorial y aguas interiores con su lecho y subsuelo de acuerdo con la normatividad vigente en la materia. Para los efectos del decreto 3930 se subdividen en aguas costeras y oceánicas. Son aquellas cuyas características ambientales les sean inherentes o propias, a su fragilidad biológica o</p>



ecológica o al uso por el hombre; son particularmente sensibles al impacto de las aguas residuales domésticas ([Convenio de Cartagena, 1983](#)).

En este tipo de aguas se incluyen entre otras:

- a. Aguas que contienen arrecifes de coral, praderas marinas o manglares,
- b. Zonas críticas para la reproducción, cría y alimentación de la vida acuática y terrestre,
- c. Zonas que proporcionan hábitat para las especies protegidas en virtud del protocolo relativo a las áreas, fauna y flora silvestre, especialmente protegidas del convenio (Protocolo SPAW)
- d. Zonas protegidas incluidas en el protocolo SPAW; y
- e. Aguas utilizadas para recreación.

Aguas costeras o interiores: Son las aguas superficiales situadas entre las líneas de base recta de conformidad con el Decreto 1436 de 1984 que sirve para medir la anchura del mar territorial y la línea de la más baja marea promedio. Comprende las contenidas en las lagunas costeras, humedales costeros, estuarios, ciénagas y las zonas húmedas próximas a la costa que, verificando los criterios de tamaño y profundidad presenten una influencia marina que determine las características de las comunidades biológicas presentes en ella, debido a su carácter salino o hipersalino. Esta influencia dependerá del grado de conexión con el mar, que podrá variar desde una influencia mareal a una comunicación ocasional ([MAVDT, 2010](#) y [Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015](#))

Aguas oceánicas: Las comprendidas entre las líneas de base recta y los límites de la zona económica exclusiva, de conformidad con el derecho internacional ([MAVDT, 2010](#)).

Preservación de flora y fauna: Uso del agua para actividades destinadas a mantener la vida natural de los ecosistemas acuáticos y terrestres y de sus ecosistemas asociados, sin causar alteraciones sensibles en ellos, o para actividades que permitan la reproducción, supervivencia, crecimiento, extracción y aprovechamiento de especies hidrobiológicas en cualquiera de sus formas, tal como en los casos de pesca y acuicultura (Artículo 31, [\(Ministerio de Salud, 1984; Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015\)](#)).

Cuerpo de agua: Sistema de origen natural o artificial localizado, sobre la superficie terrestre, conformado por elementos físicos-bióticos y masas o volúmenes de agua, contenidas o en movimiento.

Recurso hídrico: Aguas superficiales, subterráneas, meteóricas y marinas.

Concentración de una sustancia, elemento o compuesto en un líquido: La relación existente entre su masa y el volumen del líquido que lo contiene.

Vertimiento: Descarga final a un cuerpo de agua, a un alcantarillado o al suelo, de elementos, sustancias o compuestos contenidos en un medio líquido.

Usos del agua: El agua es un recurso limitado en la naturaleza y ofrece una multiplicidad de usos que no siempre son compatibles entre sí. Algunos usos extraen el agua de su ciclo natural por períodos largos de tiempo, otros por un tiempo corto y otros simplemente no extraen el agua, aun cuando la usan, a este último grupo pertenecen los



	<p>usos no extractivos. En este documento solo atenderemos los usos que o extraen el recurso. Preservación de flora y fauna y Recreativo.</p> <p>Departamento: Entidad territorial de primer nivel de la división político-administrativa del Estado que agrupa municipios y áreas no municipalizadas. Goza de autonomía para la administración de los asuntos seccionales y la planificación y promoción del desarrollo económico y social dentro de su territorio en los términos establecidos por la Constitución y las leyes. Los departamentos ejercen funciones: administrativas, de coordinación, de complementariedad de la acción municipal, de intermediación entre la Nación y los municipios y de prestación de los servicios que determinen la Constitución y las leyes. (Constitución política de Colombia, artículos 286 y 298).</p> <p>Zona costera³: La zona costera colombiana es un espacio del territorio nacional definido con características naturales, demográficas, sociales, económicas y culturales propias y específicas. Está formada por una franja de anchura variable de tierra firme y espacio marítimo en donde se presentan procesos de interacción entre el mar y la tierra; contiene ecosistemas muy ricos, diversos y productivos dotados de gran capacidad para proveer bienes y servicios que sostienen actividades como la pesca, el turismo, la navegación, el desarrollo portuario, la explotación minera y donde se dan asentamientos urbanos e industriales. Es un recurso natural único, frágil y limitado del país que exige un manejo adecuado para asegurar su conservación, su desarrollo sostenible y la preservación de los valores culturales de las comunidades tradicionalmente allí asentadas (Ministerio del Medio Ambiente, 2000).(Ministerio del Medio Ambiente, 2000)</p>
VARIABLES	<p>Oxígeno Disuelto (mg/L): Esta variable es necesaria para la respiración de los microorganismos, así como para otras formas de vida, es una medida de la capacidad del agua para sostener vida acuática; esta variable es necesaria para medir y controlar los niveles de oxígeno, conocer la supervivencia de las especies y los procesos biológicos de producción. Las reducciones por debajo del porcentaje de saturación generan efectos negativos sobre la biodiversidad, el crecimiento, la reproducción y la actividad de éstas especies. El oxígeno disuelto determina si en los procesos de degradación dominan los organismos aerobios o los anaerobios, lo que marca la capacidad del agua para llevar a cabo procesos de auto purificación.</p> <p><u><i>Métodos de Análisis: Medición en campo con electrodo de membrana (Standard Methods 4500-O G; APHA et al., 2012).</i></u></p> <p>pH (Unidades): El pH es considerado una variable común entre los ICA por su potencial como indicador de la calidad del agua en general. El pH controla las cantidades en que se disuelven muchas sustancias, un mantenimiento del pH apropiado en el agua ayuda a prevenir el grado de afectación por agentes contaminantes y también sirve para conocer la subsistencia de las comunidades que habitan dentro de un sistema lagunar.</p> <p><u><i>Métodos de Análisis: Medición potenciométrica con sonda portátil (Standard Methods 4500-H B; APHA et al., 2012).</i></u></p> <p>Nitratos N-NO₃- (µg/L): Son compuestos formados por nitrógeno y oxígeno. Los nitratos procedentes de aguas residuales o de fertilizantes contaminan el recurso hídrico provocando la eutrofización. La presencia de niveles altos de nitrato en algunos cuerpos</p>

³ Política nacional ambiental para el desarrollo sostenible de los espacios oceánicos y las zonas costeras e insulares de Colombia



de agua indica aportes antropogénicos como la contaminación del agua subterránea, ya que el nitrato es el producto final de estabilización de los desechos.

Método de análisis: Método colorimétrico basado en la reducción con cadmio y reacción por sulfanilamida (Garay et al., 2003).

Ortofosfatos P-PO₄⁻³ (µg/L): Son compuestos formados por fósforo y oxígeno. Aunque son necesarios para la vida, los excesos de fosfatos causan desarrollo excesivo de las algas y la eutrofización de las fuentes de agua, a las que entra por escurrimiento del suelo, operaciones industriales y aguas negras o residuales.

Método de análisis: Método colorimétrico del ácido ascórbico (Garay et al., 2003).

Sólidos Suspendedos Totales (mg/L): Esta variable se refiere a la cantidad de sólidos suspendidos que corren o albergan en un cuerpo de agua. Los altos niveles de sólidos suspendidos totales pueden resultar dañinos a los hábitats y causar condiciones anaerobias en los lagos, ríos y mares, debido a la descomposición de los sólidos, además reduce la penetración de luz solar al cuerpo de agua, disminuye la columna de agua y generar problemas de colmatación.

Método de análisis: Filtración en membrana de fibra de vidrio, secado 103-105°C y gravimetría (Standard Methods N° 2540-D, APHA et al., 2012).

Coliformes termotolerantes - CTE (NMP/100mL): Es un indicador de contaminación biológico de contaminación que se incorporó para evaluar la presencia en determinadas concentraciones asociadas a la ocurrencia de agentes patógenos y a un riesgo de afectación en la salud de las personas.

Método de análisis: Fermentación en tubos múltiples método de números más probable (Standard Methods 9221-B; APHA et al., 2012).

Hidrocarburos del petróleo disueltos y dispersos equivalentes de criseno - HPDD (µg/L): La evaluación de hidrocarburos se centra en los compuestos aromáticos disueltos y dispersos, por ser los más tóxicos para el medio marino. Los hidrocarburos impiden el intercambio gaseoso con la atmósfera, iniciando una serie de procesos físico-químicos simultáneos, como evaporación y penetración, que dependiendo del tipo de hidrocarburo, temperatura y cantidad vertida pueden ser procesos más o menos lentos lo que ocasiona una mayor toxicidad; además impiden la entrada de luz y el intercambio gaseoso, dando comienzo a la solubilización de compuestos hidrosolubles y a la afección de diferentes poblaciones.

Método de análisis: Extracción líquido-líquido con diclorometano y cuantificación fluorométrica (UNESCO, 1984; Garay et al., 2003).

Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L): Es un indicador de contaminación orgánica que se usa para medir el contenido de materia orgánica y determina el oxígeno requerido por los organismos para su degradación. El aumento de la DBO ocasiona disminución del oxígeno disuelto, afectando la vida acuática. La putrefacción de la materia orgánica en el agua produce una disminución de la cantidad de oxígeno que causa graves daños a la flora y fauna acuática, pero que desaparece al término del proceso de putrefacción.

Método de análisis: Incubación sin dilución durante 5 días a 20 °C (Standard Methods N° 5210 B; APHA et al., 2012).

INDICADORES

Índice de Calidad de aguas marinas y costeras - ICAM

$$ICAM = \left(\prod_{j=1}^m x_j^{w_j} \right)^{\frac{1}{\sum_{j=1}^m w_j}}$$

Con *j* el subíndice asociado a las variables consideradas para el cálculo del ICAM, que toma valores entre 1 y m, siendo m la cantidad de variables. *x_j* y *w_j* son respectivamente el valor del indicador y el peso de la variable *j*.

Variable	<i>j</i>	<i>w_j</i>
Oxígeno disuelto	1	0.16
Potencial de hidrógeno	2	0.12
Sólidos Suspendidos Totales	3	0.13
Demanda bioquímica de oxígeno	4	0.13
Coliformes termotolerantes	5	0.14
hidrocarburos del petróleo disueltos y dispersos	6	0.12
Nitratos	7	0.09
Fosfatos	8	0.13

El índice de calidad de aguas marinas y costeras - ICAM es un indicador de “estado” que proporciona información resumida de la calidad del recurso hídrico marino y costero, así como de sus características y cambios, debido a condiciones naturales y la influencia de actividades antropogénicas que pueden afectar el recurso hídrico marino y costero. El ICAM utiliza en su cálculo ocho (8) variables (oxígeno disuelto, pH, nitratos, ortofosfatos, sólidos suspendidos, hidrocarburos del petróleo disueltos y dispersos, demanda bioquímica de oxígeno y coliformes termotolerantes), las cuales representan una calidad del agua en función de concentraciones de aceptación o rechazo, según los valores de referencia de normas nacionales o internacionales para la preservación de la flora y fauna (ICAM_{PFF}).

Tabla 6. Escala de valoración del índice de calidad de aguas marinas y costeras – ICAM (Vivas-Aguas, 2011)

Escala de calidad	Categorías	Descripción
Óptima	100-90	Calidad excelente del agua
Adecuada	90-70	Agua con buenas condiciones para la vida acuática



	<p>Aceptable 70-50 Agua que conserva buenas condiciones pero pocas restricciones de uso</p> <p>Inadecuada 50-25 Agua que presenta muchas restricciones de uso</p> <p>Pésima 25-0 Aguas con muchas restricciones que no permiten un uso adecuado</p>																						
	INCLUIR LA DESCRIPCION DE CADA INDICADOR SEGÚN OS OBJETIVOS ESPECÍFICOS																						
PARÁMETROS	Índice de Calidad de aguas marinas y costeras - ICAM																						
NOMENCLATURAS Y CLASIFICACIONES	<p>En esta operación estadística se emplean las siguientes nomenclaturas:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>NOMBRE VARIABLE</th><th>NOMENCLATURAS</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Índice de Calidad de Aguas Marinas y Costeras</td><td>ICAM</td></tr> <tr> <td>Preservación de flora y fauna</td><td>PFF</td></tr> <tr> <td>Oxígeno disuelto (mg O₂/L)</td><td>OD</td></tr> <tr> <td>pH (unidades)</td><td>PH</td></tr> <tr> <td>Nitratos (µg N-NO₃⁻/L):</td><td>NO₃</td></tr> <tr> <td>Ortofosfatos (µg P-PO₄³⁻/L):</td><td>PO₄⁻</td></tr> <tr> <td>Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)</td><td>SST</td></tr> <tr> <td>Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)</td><td>DBO</td></tr> <tr> <td>Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)</td><td>CTE</td></tr> <tr> <td>Hidrocarburos del petróleo disueltos o dispersos - HPDD (µg/L equivalentes de criseno)</td><td>HPDD</td></tr> </tbody> </table> <p>CORREGIR</p> <p>Se hace uso de las siguientes clasificaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • División Político-administrativa de Colombia - Divipola (DANE⁴) • APHA, AWWA y WEF. 2017. Standard methods for the examination of water and wastewater. 23 ed. United States of America. 1463 p. • Strickland J.D.H. y Parsons T.R. 1972. A practical handbook of seawater analysis. Fish Research Board of Canada. 2 ed. Ottawa. 295p. • UNESCO. 1984. Manual para la vigilancia del aceite y de los hidrocarburos del petróleo disueltos/dispersos en el agua de mar y en las playas. Manuales y guías No. 13 de la COI. 87 p. 	NOMBRE VARIABLE	NOMENCLATURAS	Índice de Calidad de Aguas Marinas y Costeras	ICAM	Preservación de flora y fauna	PFF	Oxígeno disuelto (mg O ₂ /L)	OD	pH (unidades)	PH	Nitratos (µg N-NO ₃ ⁻ /L):	NO ₃	Ortofosfatos (µg P-PO ₄ ³⁻ /L):	PO ₄ ⁻	Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	SST	Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	DBO	Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)	CTE	Hidrocarburos del petróleo disueltos o dispersos - HPDD (µg/L equivalentes de criseno)	HPDD
NOMBRE VARIABLE	NOMENCLATURAS																						
Índice de Calidad de Aguas Marinas y Costeras	ICAM																						
Preservación de flora y fauna	PFF																						
Oxígeno disuelto (mg O ₂ /L)	OD																						
pH (unidades)	PH																						
Nitratos (µg N-NO ₃ ⁻ /L):	NO ₃																						
Ortofosfatos (µg P-PO ₄ ³⁻ /L):	PO ₄ ⁻																						
Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	SST																						
Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	DBO																						
Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)	CTE																						
Hidrocarburos del petróleo disueltos o dispersos - HPDD (µg/L equivalentes de criseno)	HPDD																						
UNIVERSO DE ESTUDIO	El universo de estudio está conformado por las aguas marinas y costeras de la extensión del territorio colombiano, teniendo en cuenta en el Caribe las fronteras internacionales con Jamaica, Haití y República Dominicana al norte, con Costa Rica y Nicaragua al noroccidente, hacia el oriente limita con Venezuela, en donde la frontera cruza la línea de costa en el sector de Castilletes (N 11°50', W 71°20') y al occidente comparte frontera																						

⁴ <https://geoportal.dane.gov.co/pruebadiVIPola/>



	con Panamá, cruzando la zona costera en cabo Tiburón (N 08°41’7,3” W 77°21’50,9”). En el Pacífico tiene fronteras internacionales con Panamá, cruzando la zona costera en Rocas Octavia (N 7°12’39,3” W 77°53’20,9”) con el Océano Pacífico limita al occidente (N 5°00’00” W 79°52’00”) y al suroccidente (N 1° 25' 0,001" W 85° 0' 0,000"), hacia el occidente comparte límites con Ecuador en Cabo Manglares (N1° 25' 48,041" W 78° 48' 57,835"). (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2007)																																																																				
POBLACIÓN OBJETIVO	La población objetivo está conformada por las aguas marinas y costeras de los departamentos de La Guajira, Magdalena, Atlántico, Sucre, Córdoba, Chocó, Cauca y Nariño.																																																																				
UNIDADES ESTADÍSTICAS	Las muestras de agua de los puntos de muestreo en las aguas marinas y costeras de los departamentos de La Guajira, Magdalena, Atlántico, Sucre, Córdoba, Chocó, Cauca y Nariño																																																																				
MARCO (CENSAL O MUESTRAL)	El tipo de marco es geoestadístico y está compuesto por el conjunto de coordenadas que conforman las aguas marinas y costeras de los departamentos de La Guajira, Magdalena, Atlántico, Sucre, Córdoba, Chocó, Cauca y Nariño.																																																																				
FUENTES	Primaria: muestras de aguas marinas y costeras Secundaria: No aplica																																																																				
TAMAÑO DE MUESTRA (SI APLICA)	<div>La cantidad de estaciones es fijo (203), sin embargo ha variado dependiendo de los recursos disponibles para realizar el muestreo cada año y en cada departamento, además, el número de variables medidas en cada estación no son suficientes para calcular el ICAM o los datos no son cuantificables.</div> <table><tr><th rowspan="2">Departamentos</th><th rowspan="2">Cantidad fija por departamento</th><th colspan="3">Estaciones donde se calcula el ICAM</th></tr><tr><th>2016</th><th>2017</th><th>2018</th></tr><tr><td>Antioquia</td><td>12</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Atlántico</td><td>8</td><td>6</td><td>12</td><td>14</td></tr><tr><td>Bolívar</td><td>26</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Cauca</td><td>9</td><td>5</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Choco</td><td>14</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Córdoba</td><td>11</td><td>3</td><td>3</td><td>5</td></tr><tr><td>La Guajira</td><td>19</td><td>7</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Magdalena</td><td>33</td><td>12</td><td>10</td><td>19</td></tr><tr><td>Nariño</td><td>15</td><td>8</td><td>8</td><td></td></tr><tr><td>San Andres</td><td>25</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Sucre</td><td>26</td><td>9</td><td>9</td><td>9</td></tr><tr><td>Valle del Cauca</td><td>5</td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	Departamentos	Cantidad fija por departamento	Estaciones donde se calcula el ICAM			2016	2017	2018	Antioquia	12				Atlántico	8	6	12	14	Bolívar	26				Cauca	9	5			Choco	14				Córdoba	11	3	3	5	La Guajira	19	7			Magdalena	33	12	10	19	Nariño	15	8	8		San Andres	25				Sucre	26	9	9	9	Valle del Cauca	5			
Departamentos	Cantidad fija por departamento			Estaciones donde se calcula el ICAM																																																																	
		2016	2017	2018																																																																	
Antioquia	12																																																																				
Atlántico	8	6	12	14																																																																	
Bolívar	26																																																																				
Cauca	9	5																																																																			
Choco	14																																																																				
Córdoba	11	3	3	5																																																																	
La Guajira	19	7																																																																			
Magdalena	33	12	10	19																																																																	
Nariño	15	8	8																																																																		
San Andres	25																																																																				
Sucre	26	9	9	9																																																																	
Valle del Cauca	5																																																																				



	TOTAL GENERAL	203	50	42	47														
DISEÑO MUESTRAL (SI APLICA)	<p>Para la operación se define un tipo de muestreo no probabilístico. En particular, la operación se enmarca en el diseño de una red de muestreo para monitoreo. Por lo que se definen criterios para la ubicación y diseño de la red de puntos de muestreo (estaciones) descritos a continuación:</p> <p>Dentro de los lineamientos tenidos en cuenta para el diseño de la Red de muestreo para el monitoreo de calidad de aguas marinas y costeras de la REDCAM, se encuentra la presencia de fuentes de contaminación y actividades productivas (puertos, industrias), presencia de ecosistemas marinos y costeros estratégicos, sitios de especial interés como playas turísticas, cuenca baja de los ríos tributarios a la zona costera (río arriba, desembocadura y frente al río mar adentro), humedales costeros, áreas con figuras de protección (algunas en jurisdicción de Parques Nacionales), zonas portuarias y vertimientos en la franja costera del mar Caribe y el océano Pacífico colombiano. Y de acuerdo a estos criterios se definieron puntos de muestreo cercanos para control y seguimiento.</p> <table><tr><th>CRITERIO</th><th>DESCRIPCIÓN</th></tr><tr><td>a) presencia de ecosistemas marinos y costeros estratégicos</td><td>Corresponde a los principales ecosistemas marinos y costeros estratégicos ubicados en áreas de la zona costera susceptibles de ser un punto de muestreo: <div><div>1.</div>Arrecifes de Coral</div><div><div>2.</div>Manglares</div><div><div>3.</div>Pastos Marinos</div><div><div>4.</div>Ambiente pelágico</div><div><div>5.</div>Litoral Rocosos</div><div><div>6.</div>Playas Arenosas</div><div><div>7.</div>Lagunas costeras</div></td></tr><tr><td>b) Usos del recurso hídrico marino y costero</td><td>Los usos preponderantes que tienen en cuenta para el monitoreo de la REDCAM son los contenidos en el Decreto 3930 de 2010, que son recreativo, preservación de flora y fauna, estético; pesca, maricultura y acuicultura; navegación y transporte acuático</td></tr><tr><td>c) fuentes de contaminación y actividades productivas</td><td>Actividad portuaria Diferentes industrias Turismo Actividades domésticas y municipales Agricultura</td></tr><tr><td>Cuenca baja de los ríos tributarios y humedales</td><td>Descarga de ríos, contaminación por aportes de escorrentías de la cuenca</td></tr><tr><td>Acceso al sitio</td><td>facilidad operativa y en bajos costes para llegar al punto de muestreo</td></tr><tr><td>Presupuesto</td><td>Disponibilidad de recursos financieros para realizar el muestreo</td></tr></table>					CRITERIO	DESCRIPCIÓN	a) presencia de ecosistemas marinos y costeros estratégicos	Corresponde a los principales ecosistemas marinos y costeros estratégicos ubicados en áreas de la zona costera susceptibles de ser un punto de muestreo: <div><div>1.</div>Arrecifes de Coral</div> <div><div>2.</div>Manglares</div> <div><div>3.</div>Pastos Marinos</div> <div><div>4.</div>Ambiente pelágico</div> <div><div>5.</div>Litoral Rocosos</div> <div><div>6.</div>Playas Arenosas</div> <div><div>7.</div>Lagunas costeras</div>	b) Usos del recurso hídrico marino y costero	Los usos preponderantes que tienen en cuenta para el monitoreo de la REDCAM son los contenidos en el Decreto 3930 de 2010, que son recreativo, preservación de flora y fauna, estético; pesca, maricultura y acuicultura; navegación y transporte acuático	c) fuentes de contaminación y actividades productivas	Actividad portuaria Diferentes industrias Turismo Actividades domésticas y municipales Agricultura	Cuenca baja de los ríos tributarios y humedales	Descarga de ríos, contaminación por aportes de escorrentías de la cuenca	Acceso al sitio	facilidad operativa y en bajos costes para llegar al punto de muestreo	Presupuesto	Disponibilidad de recursos financieros para realizar el muestreo
CRITERIO	DESCRIPCIÓN																		
a) presencia de ecosistemas marinos y costeros estratégicos	Corresponde a los principales ecosistemas marinos y costeros estratégicos ubicados en áreas de la zona costera susceptibles de ser un punto de muestreo: <div><div>1.</div>Arrecifes de Coral</div> <div><div>2.</div>Manglares</div> <div><div>3.</div>Pastos Marinos</div> <div><div>4.</div>Ambiente pelágico</div> <div><div>5.</div>Litoral Rocosos</div> <div><div>6.</div>Playas Arenosas</div> <div><div>7.</div>Lagunas costeras</div>																		
b) Usos del recurso hídrico marino y costero	Los usos preponderantes que tienen en cuenta para el monitoreo de la REDCAM son los contenidos en el Decreto 3930 de 2010, que son recreativo, preservación de flora y fauna, estético; pesca, maricultura y acuicultura; navegación y transporte acuático																		
c) fuentes de contaminación y actividades productivas	Actividad portuaria Diferentes industrias Turismo Actividades domésticas y municipales Agricultura																		
Cuenca baja de los ríos tributarios y humedales	Descarga de ríos, contaminación por aportes de escorrentías de la cuenca																		
Acceso al sitio	facilidad operativa y en bajos costes para llegar al punto de muestreo																		
Presupuesto	Disponibilidad de recursos financieros para realizar el muestreo																		



		<p>De igual forma, se tiene en cuenta la división político administrativa del DANE para la agrupación de estaciones por Departamentos.</p> <p>La agregación por zonas, atiende a un ejercicio de representación geográfica teniendo en cuenta una desagregación menor al departamento por zonas de interés considerando áreas de ecosistemas, cuerpos de agua, ciénagas, lagunas costeras, ríos tributarios, parques naturales, delimitación entre departamentos, entre otros criterios.</p>
PRECISIÓN APLICA)	(SI	No aplica
MANTENIMIENTO DE LA MUESTRA APLICA)	(SI	No aplica
INFORMACIÓN AUXILIAR		<p>Fuentes de Contaminación Marina – FTCM</p> <p>Los análisis de las fuentes de contaminación se hace a partir de la información dispuesta por el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial en los Planes Nacionales de Manejo de Aguas Residuales Municipales en Colombia; la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios en los estudios de Producción de residuos sólidos y sistemas de tratamiento de agua residuales en los municipios costeros, también junto al Departamento Nacional de Planeación – DNP en los Estudios Sectoriales de los servicios públicos domiciliarios de Acueducto y Alcantarillado.</p> <p>Meteorología</p> <p>La fuente de información sobre meteorología son los servicios meteorológicos Golden Gate para el análisis de las series de comportamiento de los fenómenos El Niño y La Niña; el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM sobre Información hidrológica de los litorales Pacífico y Caribe colombiano e información sobre el comportamiento de los fenómenos de variabilidad climática El Niño y La Niña.</p>
COBERTURA GEOGRÁFICA		Cobertura departamental en los departamentos de La Guajira, Magdalena, Atlántico, Sucre, Córdoba, Chocó, Cauca y Nariño
PERIODO REFERENCIA	DE	Semestral
PERIODO PERIODICIDAD RECOLECCIÓN	Y DE	Semestral (inicio primer trimestre y se ejecutan los dos muestreos hasta el último bimestre del año)



<div>MÉTODO RECOLECCIÓN</div>	<div>DE</div> <div>La recolección de la información se hace a través de la ejecución del muestreo de calidad de aguas marinas y costeras en los 8 departamentos, utilizando diferentes métodos de acuerdo a la variable analizada, según la siguiente tabla:</div> <table><thead><tr><th>VARIABLE</th><th>MÉTODOS DE ANÁLISIS</th></tr></thead><tbody><tr><td>Oxígeno disuelto (mg O₂/L)</td><td>Método electrodo de membrana (Standard Methods 4500-O G; APHA et al., 2017). Método sensor óptico (ISO 17289:2014).</td></tr><tr><td>pH (unidades)</td><td>Método potenciométrico (Standard Methods 4500-H⁺ B; APHA et al., 2017).</td></tr><tr><td>Nitratos (µg N-NO₃⁻/L):</td><td>Método colorimétrico basado en la reducción con cadmio y reacción por sulfanilamida (Strickland J. y Parsons T. 1972).</td></tr><tr><td>Ortofosfatos (µg P-PO₄³⁻/L):</td><td>Método colorimétrico del ácido ascórbico (Strickland J. y Parsons T. 1972).</td></tr><tr><td>Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)</td><td>Filtración en membrana de fibra de vidrio, secado 103-105°C y gravimetría (Standard Methods N° 2540-D, APHA et al., 2017).</td></tr><tr><td>Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)</td><td>Incubación sin dilución durante 5 días a 20 °C (Standard Methods N° 5210 B; APHA et al., 2017).</td></tr><tr><td>Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)</td><td>Fermentación en tubos múltiples método de números más probable (Standard Methods 9221-E; APHA et al., 2017).</td></tr><tr><td>Hidrocarburos del petróleo disueltos o dispersos - HPDD (µg/L equivalentes de criseno)</td><td>Extracción líquido-líquido con hexano y cuantificación fluorométrica (UNESCO, 1984).</td></tr></tbody></table>	VARIABLE	MÉTODOS DE ANÁLISIS	Oxígeno disuelto (mg O ₂ /L)	Método electrodo de membrana (Standard Methods 4500-O G; APHA et al., 2017). Método sensor óptico (ISO 17289:2014).	pH (unidades)	Método potenciométrico (Standard Methods 4500-H ⁺ B; APHA et al., 2017).	Nitratos (µg N-NO ₃ ⁻ /L):	Método colorimétrico basado en la reducción con cadmio y reacción por sulfanilamida (Strickland J. y Parsons T. 1972).	Ortofosfatos (µg P-PO ₄ ³⁻ /L):	Método colorimétrico del ácido ascórbico (Strickland J. y Parsons T. 1972).	Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	Filtración en membrana de fibra de vidrio, secado 103-105°C y gravimetría (Standard Methods N° 2540-D, APHA et al., 2017).	Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	Incubación sin dilución durante 5 días a 20 °C (Standard Methods N° 5210 B; APHA et al., 2017).	Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)	Fermentación en tubos múltiples método de números más probable (Standard Methods 9221-E; APHA et al., 2017).	Hidrocarburos del petróleo disueltos o dispersos - HPDD (µg/L equivalentes de criseno)	Extracción líquido-líquido con hexano y cuantificación fluorométrica (UNESCO, 1984).
VARIABLE	MÉTODOS DE ANÁLISIS																		
Oxígeno disuelto (mg O ₂ /L)	Método electrodo de membrana (Standard Methods 4500-O G; APHA et al., 2017). Método sensor óptico (ISO 17289:2014).																		
pH (unidades)	Método potenciométrico (Standard Methods 4500-H ⁺ B; APHA et al., 2017).																		
Nitratos (µg N-NO ₃ ⁻ /L):	Método colorimétrico basado en la reducción con cadmio y reacción por sulfanilamida (Strickland J. y Parsons T. 1972).																		
Ortofosfatos (µg P-PO ₄ ³⁻ /L):	Método colorimétrico del ácido ascórbico (Strickland J. y Parsons T. 1972).																		
Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	Filtración en membrana de fibra de vidrio, secado 103-105°C y gravimetría (Standard Methods N° 2540-D, APHA et al., 2017).																		
Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	Incubación sin dilución durante 5 días a 20 °C (Standard Methods N° 5210 B; APHA et al., 2017).																		
Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)	Fermentación en tubos múltiples método de números más probable (Standard Methods 9221-E; APHA et al., 2017).																		
Hidrocarburos del petróleo disueltos o dispersos - HPDD (µg/L equivalentes de criseno)	Extracción líquido-líquido con hexano y cuantificación fluorométrica (UNESCO, 1984).																		
<div>DESAGREGACIÓN DE RESULTADOS</div>	<div>DE</div> <div>Departamentos</div> <div>Zonas</div> <div>Estación</div> <div>No aplica</div>																		
<div>FRECUENCIA ENTREGA RESULTADOS</div>	<div>DE</div> <div>DE</div> <div>Anual</div>																		
<div>PERIODOS DISPONIBLES PARA LOS RESULTADOS</div>	<div>PUBLICADOS AGREGADOS</div> <div>VARIABLE BASE DE DATOS POR ESTACION</div>																		
<div>MEDIOS DE DIFUSIÓN Y ACCESO</div>	<div>Página web:</div> <div><div>- SIAM - REDCAM: http://siam.invemar.org.co/redcam</div><div>- HUB ICAM: https://icam-invemar.opendata.arcgis.com/</div><div>- SPINCAM: http://www.spincam3.net/index.php</div></div>																		



Informes:

- Informes REDCAM: <http://www.invemar.org.co/redcam>
- Informe del Estado de los Ambientes y Recursos Marinos y Costeros de Colombia

ANEXOS

ANEXO 1.

Revisado por: Luisa F. Espinosa	Cargo: Coordinador del Programa CAM
Aprobado por: Jesús Garay	Cargo: Subdirector de coordinación de investigaciones
Firma:	

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbasi, S. A. 2002. Water Quality Indices: State of the art. Centre for Pollution Control y Energy Technology Pondicherry University. Pondicherry. 66 p.
- APHA – American Public Health Association, AWWA – American Water Works Association y WEF – Water Environment Federation. 2012. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21 ed. United States of America. 1325 p.
- Beamonte, E., A. Casino, E. Veres y J. Bermúdez. 2004. Un indicador global para la calidad del agua. Aplicación a las aguas superficiales de la Comunidad Valenciana. Estadística Española. 46 (156): 357 – 384
- “Convenio de Cartagena”. 1983. Recuperado (<http://cep.unep.org/cartagena-convention/el-texto-del-convenio-de-cartagena>).
- Fernández, N., Ramírez, A., Solano, F. 2004. Physico-chemical Water Quality Indices - a comparative review. Bistua: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas. 19-30.
- Gallopin, G.C. 2006. Los indicadores de desarrollo sostenible: Aspectos conceptuales y metodológicos. FODEPAL. Chile. 36 p.
- Garay, J., G. Ramírez; J. Betancourt, B. Marín, B. Cadavid, L. Panizzo, J. Lesmes, H. Sánchez y A. Franco. 2003. Manual de Técnicas Analíticas para la Determinación de Parámetros Físicoquímicos y Contaminantes Marinos: Aguas, Sedimentos y Organismos. INVEMAR. Serie Documentos Generales N° 13. Santa Marta. 177 p.



- IDEAM (Ed.) 2002. Sistema de Información Ambiental de Colombia -SIAC - Primera Generación de Indicadores de la Línea Base de la Información Ambiental de Colombia. Tomo 2. MMA, IDEAM, SINCHI, IAvH, IIAP, INVEMAR. 941 p. Marín, B., L. Martín, J. Garay, W. Troncoso, J. Betancourt, M. L. Gómez, J. Acosta, A. M. Vélez, G. Ramírez y J. Vivas-Aguas. 2003. Sistema de indicadores de la calidad de las aguas marinas y costeras de Colombia - SISCAM. Informe final. INVEMAR. Santa Marta, 176 p.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2007). *Mapa de oficial de fronteras marítimas y terrestres de Colombia*.
- INVEMAR/MMA-FONAM-BID/ CARs COSTERAS, CIOH, IIAP y DAMARENA. Diagnóstico y evaluación de la calidad ambiental marina en el Caribe y Pacífico colombiano. Red de vigilancia para la conservación y protección de la calidad de las aguas marinas y costeras. Resumen Ejecutivo. 26 p.
- MAVDT. 2010. Decreto 3930 “por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el capítulo II del Título VI – Parte III – Libro II del Decreto – Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones”. 25 octubre de 2010. 29 p.
- Ministerio de Salud. Decreto 1594 de 1984 “Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI - Parte III - Libro II y el Título III de la Parte III Libro I del Decreto 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuo. , Pub. L. No. 1594, 61 (1984).
- Marín, B., L. Martín, J. Garay, W. Troncoso, J. Betancourt, M. L. Gómez, J. Acosta, A. M. Vélez, G. Ramírez y J. Vivas-Aguas. 2003. Sistema de indicadores de la calidad de las aguas marinas y costeras de Colombia - SISCAM. Informe final. INVEMAR. Santa Marta, 176 p.
- OECD - Organisation for Economic Cooperation and Development. 2003. OECD Environmental Indicators. Development, Measurement and use. Reference paper. Paris. 37 p.
- Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. Decreto 1076 de 2015. , Pub. L. No. 1076, 619 (2015)
- Troncoso, W, Gómez, M.L., Vivas, J. y Espinosa, L.F. 2007. La Calidad Ambiental Marina y Costera en Colombia. 25-41. En: INVEMAR. 2007. Informe del Estado de los Ambientes Marinos y Costeros en Colombia: Año 2006. Serie de Publicaciones Periódicas No. 8. Santa Marta, 378 p. ISSN: 1692-5025.
- UNESCO - United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. 1984. Manual para la vigilancia del aceite y de los hidrocarburos del petróleo disueltos/dispersos en el agua de mar y en las playas. Manuales y guías No. 13 de la COI. 87 p.
- Vivas-Aguas, L. J. 2006. Propuesta de alternativas de cálculo de los indicadores de la calidad de las aguas marinas y costeras de Colombia en diferentes escenarios. Programa Calidad Ambiental Marina. INVEMAR. Santa Marta. 20 p.
- Vivas-Aguas, L.J. 2007. Implementar un Proyecto Piloto Sobre el Protocolo de Monitoreo y Seguimiento del Agua Marino-Costera. Calibración, validación e implementación de la batería de indicadores de la calidad de las aguas marinas y costeras de Colombia. Contrato de servicios de consultoría No. 0550-06. Convenio No. 001/04 OEI – MAVDT- IDEAM- INVEMAR. Santa Marta. 46 p.
- Vivas-Aguas, L.J. 2011. Formulación del índice de calidad de aguas costeras (ICAM) para los países del Pacífico Sudeste. Documento Metodológico. Proyecto -SPINCAM. INVEMAR. Santa Marta. 42 p