



UNIVERSIDAD CENTRAL “MARTHA ABREU” DE LAS VILLAS

FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA

Tesis en opción al Título de Master en Gestión Ambiental

TITULO

**INDICADORES AMBIENTALES PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL AGUA (ICA) Y
SU APLICACIÓN EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA SAGUA LA GRANDE.**

Aspirante: Ing. Maritza Teonila Moreno Mata

Tutor: Dra. Elena Rosa Domínguez

Consultante: MSc. Rodolfo Sánchez Morales

2009

“Año del 50 Aniversario del Triunfo de la Revolución”

AGRADECIMIENTOS

A todos aquellos que de alguna forma han colaborado en la realización de esta Tesis, deseo expresarle mis sinceros agradecimientos, pero en especial:

- A mi tutora, Dra. Elena Rosa Domínguez, que desde un inicio confió en mi y me alentó a la realización del trabajo, acompañado por sus siempre sabias recomendaciones;
- Al Lic. Iván Brito Fuentes, por su ayuda incondicional y permanente;
- Al Lic. Rodolfo Sánchez Morales quien en todo momento me dedicó su tiempo y sus conocimientos.
- Al Ing. Roberto Cabrera, fiel colaborador y maestro en el novedoso tema de los Sistemas de Información Geográfica y el procesamiento geoespacial de los datos;
- Al Dr. Jorge Mario García Fernández, quien sugirió el tema y aportó sus siempre acertadas opiniones;
- A mi compañera y amiga Ing. Aurora Fundora Villa, quien además de su valiosa ayuda en conocimientos colaboró en la conformación del texto y la presentación del trabajo;
- A todos mis compañeros de trabajo que toleraron las tensiones que una labor como esta genera y en especial a la dirección administrativa que respaldó el ejercicio académico y los recursos e información necesaria para la realización de la tesis
- A mis familiares, en especial a mi hija, quien a pesar de su juventud asumió las funciones hogareñas para que pudiera dedicarme a tan laboriosa labor, mi madre y hermanas que apoyaron y propiciaron una ayuda valiosa.

RESUMEN

El agua, esencial para toda forma de vida, resulta vulnerable a impactos influenciados por prácticas inadecuadas, requiriendo una mejor administración para propiciar su uso racional y una adecuada gestión.

Facilita su evaluación implementar índices que agrupen parámetros de referencia unificados, tales como los **Índices de Calidad del Agua (ICA)**, que identifican el grado de deterioro o mejora de un cuerpo de agua y proporcionan un valor global del comportamiento de parámetros seleccionados.

El trabajo, tras una recopilación y análisis de los métodos más utilizados, adopta el ICA propuesto por *Dinius* (1987), ampliando la cantidad de parámetros que se evalúan, al considerar otros de alta significación planteados por las Normas Cubanas.

El mismo utiliza determinaciones analíticas, acotadas al área de la Cuenca Hidrográfica Sagua la Grande, obtenidas por la “Red de Monitoreo de Observaciones de la Calidad de las Aguas” (RedCal) con datas históricas de más de 20 años y establece rangos de calidad en dependencia del uso.

Establecidos los ICA, se confeccionaron mapas para diferentes parámetros, zonificando la cuenca, que resultan útiles para la toma de decisiones en el manejo integrado del recurso agua.

El ICA obtenido puede aplicarse al control operativo y eficaz de la calidad del agua de las principales cuencas hidrográficas del país.

ABSTRACT

The water, a vital substance for the life, is a vulnerable element to the impacts associated with the inadequate practices, requiring a better management to allow its rational use and adequate administration.

This assessment is implemented through index which put together the unified parameters of reference, such as Water Quality Index (WQI), which identifies the level of deterioration or improvement of any water body and provides a global value on performance of the selected parameters.

This work is a result of compilation and analysis of the most used methods, it adopts the Water Quality Index proposed by Dinius (1987) that enlarges the quantity of parameters to be evaluated, by considering other ones of high meanings established by the Cuban Norms.

The work uses the analytical determinations, related to the Sagua la Grande watershed and obtained from the Quality Monitoring Observation Network (RedCal) with historical data over 20 years, it establishes the quality ranges, depending on its use.

Once the Water Quality Index are established, the maps, for different parameters were prepared, zoning the basing, which are useful for the decision making during the integrated management of the water resource.

The obtained Water Quality Index could be applied to the operative and effective control of the water quality for the main watershed of the country.

ÍNDICE

	Pagina
INTRODUCCIÓN	1
Planteamiento del Problema a resolver	2
Hipótesis de la Investigación	3
Objetivo General	3
Objetivos Específicos	3
Estructura y volumen de la Investigación	4
Novedad Científica	4
CAPÍTULO I REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	6
1.1 Cuenca Hidrográfica	6
1.2 Recurso Agua	9
1.3 Características del Ciclo Hidrológico y Balance Hídrico en Cuba	10
1.4 Calidad del Agua	10
1.4.1 Calidad del agua para consumo humano	11
1.4.2 Calidad del agua para riego agrícola	12
1.4.3 Calidad del agua para el uso pesquero	13
1.4.4 Calidad del agua para el uso recreativo y preservación de la vida acuícola	13
1.4.5 Principales factores que inciden en la calidad de las aguas	13
1.5 Clasificación general de las aguas subterráneas y superficiales.	15
1.6 Indicadores ambientales	15
1.6.1 Antecedentes del uso de indicadores de calidad del agua	17
1.6.2 Situación de los indicadores de calidad del agua en Cuba	19
1.7 Red de monitoreo de observaciones sistemáticas de la calidad de las aguas (RedCal)	20
1.8 Conclusiones Parciales	23
CAPÍTULO II MATERIALES Y MÉTODOS	25
2.1 Tratamiento Numérico de la información	25
2.2 Establecimiento de los indicadores de calidad del agua	25
2.2.1 Selección de parámetros	26
2.2.2 Procedimiento de la elaboración de curvas de calidad.	27
2.2.2.1 Curva para Potencial de hidrógeno (pH)	27
2.2.2.2 Curva para Conductividad eléctrica (CE)	28
2.2.2.3 Curva para Color	29
2.2.2.4 Curva para Cloruro (Cl)	30
2.2.2.5 Curva para Nitrato (NO ₃)	30
2.2.2.6 Curva para Demanda Química de Oxígeno (DQO)	31
2.2.2.7 Curva para Coliformes Totales (CT)	32
2.2.2.8 Curva para Coliformes Fecales (CF)	32
2.2.2.9 Curva para Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	33
2.2.2.10 curva Para Fósforo como Fosfato (P-PO ₄)	33
2.2.2.11 Curva para Nitrógeno como Amônio. (N-NH ₄)	34
2.2.2.12 Curva para Turbidez	34
2.2.2.13 Curva para % Saturación de Oxígeno	35

2.2.3	Metodología de cálculo empleada	35
2.2.4	Diseño de la escala general de calidad	36
2.3	Evaluación de la calidad del agua subterránea	36
2.4	Evaluación de la calidad del agua superficial.	38
2.5	Expresión cartográfica de los resultados utilizando SIG	40
2.6	Conclusiones parciales	41
	CAPÍTULO III DESCRIPCIÓN DEL AREA DE ESTUDIO	43
3.1	Características físico-geográficas	43
3.1.1	Ubicación, límite y extensión	43
3.1.2	Clima	44
3.1.3	Hidrografía	45
3.1.4	Geología	49
3.2	Caracterización socio-cultural y estado ambiental de la cuenca	50
3.3	Conclusiones parciales	52
	CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	53
4.1	Caracterización de la RedCal de la cuenca hidrográfica Sagua la Grande	53
4.1.1	Estado de la calidad del agua en las fuentes subterráneas	55
4.1.1.1	Indicadores de calidad del agua (ICA) en fuentes subterráneas	59
4.1.2	Estado de la calidad en las fuentes superficiales	62
4.1.2.1	Indicadores de calidad del agua (ICA) en fuentes superficiales	62
4.1.2.2	Evolución temporal de los Índices de Calidad del Agua (ICA)	66
4.2	Conclusiones parciales	66
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	69
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS DE TABLAS Y FIGURAS	
	Anexo A – Parámetros seleccionados de aguas superficiales y subterráneas	
	Anexo A -1 Subterráneas	
	Anexo A – 2 subterráneas	
	Anexo B Características generales de las Fuentes Contaminantes	
	Anexo C Mapas Fuentes Contaminantes	
	Anexo D ₁ Valores de Q _i y ICA para parámetros seleccionados para aguas subterráneas	
	Anexo D ₂ Valores de Q _i y ICA para parámetros seleccionados para aguas Superficiales	
	Anexo E Evolución temporal de los Indicadores de Calidad de Agua	

INTRODUCCIÓN

En el sistema de elementos bióticos, abióticos y socioeconómicos que interactúan con el hombre, los recursos naturales renovables o no renovables, el **medio ambiente**, constituyen la base sobre la que se sustenta el desarrollo de la sociedad, pues, es un continuo proceso de utilización y transformación que permite satisfacer sus necesidades.

Los **recursos naturales** constituyen la oferta ambiental y la fuente de aprovechamiento a partir de la cual, las poblaciones satisfacen sus necesidades vitales. Las sociedades utilizan los elementos del ambiente, recurren a ellos, y los transforman en recursos que son la base productiva y de desarrollo (*Bernex y Montes, 1996, Martínez – Alier, 19997 y Azqueta y Sotelsek, 1999*).

Entre ambas definiciones concurren elementos de contacto. En primer lugar reflejan que los procesos de generación y utilización de los recursos es una continua interacción hombre-medio ambiente y en segundo lugar, dejan claramente establecido que constituyen el soporte de la base productiva y del desarrollo, visto ello, desde la óptica marxista que fija como centro del análisis las relaciones sociales de producción y la conservación del medio ambiente, independientemente, que pueden tener lugar procesos naturales que escapen al control del hombre.

Entre los elementos que constituyen la oferta ambiental, el recurso hídrico es esencial para toda forma de vida, resultando vulnerable y estratégico, pues sostiene el desarrollo y el ambiente (*Linger, 1998*). Este recurso es vulnerable a sufrir impactos, actualmente acrecentados por los fenómenos de cambios climáticos, contaminación, desertificación, deforestación y sequías, derivados de prácticas inadecuadas que inciden en el ciclo hidrológico, requiriendo una mejor administración para propiciar su uso racional, alcanzable sólo con una adecuada gestión.

Al respecto ha surgido la necesidad de evaluar los cuerpos de agua, aspecto que tiene diferente interpretación entre los encargados de la toma de decisiones y los expertos en el tema, desarrollándose diferentes criterios para evaluar la calidad del agua, lo que, ha motivado la necesidad de desarrollar e implementar un indicador que agrupe parámetros dentro de un marco de referencia unificado, a manera de **indicador ambiental**.

El manejo y control de la calidad del agua, problema asociado a la contaminación ambiental, requiere de la utilización de métodos y técnicas de avanzada capaces de dar una respuesta rápida y eficaz sobre el estado de dicho recurso, sus potencialidades y tendencias en el tiempo de la aptitud de uso, que permitan tomar medidas para preservar su calidad y evitar su deterioro.

Entre estos indicadores ambientales se encuentran los **Índices de Calidad del Agua (ICA)**, que permiten identificar el grado de deterioro o mejora de un cuerpo de agua y proporcionan un valor global del comportamiento de valores reales de una serie de parámetros. Estos índices permiten establecer un sistema de alerta temprana para su mejor uso, resultando prácticos al presentar la gran cantidad de parámetros que se evalúan en una forma más simple, sin sacrificio de que el valor arrojado sea representativo e indicativo del nivel de contaminación, comparables con criterios preestablecidos para enmarcar rangos y detectar tendencias.

En el trabajo se presenta una recopilación de los métodos para el cálculo de Índices de Calidad del Agua (ICA) y se adopta el propuesto por *Dinius* (1987), ampliando la cantidad de parámetros que se evalúan, al considerarse otros que son importantes para calificar los cuerpos de agua en el área de estudio.

Se parte de las determinaciones analíticas de la base de datos de la “Red de Monitoreo para el Control de la Calidad de las Aguas Superficiales y Subterráneas” (RedCal) que de forma sistemática se realiza por el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) y posee una serie histórica de más de 20 años, acotadas para el presente trabajo al área de la Cuenca Hidrográfica Sagua la Grande.

Planteamiento del problema a resolver.

Existen diferencias en la interpretación de los datos disponibles en la RedCal por parte de los encargados de la administración y toma de decisiones acerca del uso del recurso agua, por lo que, surge la necesidad de disponer de un sistema indicador que agrupe los parámetros de calidad más representativos dentro de un marco de referencias unificado.

El empleo de índices de calidad de las aguas, ajustados a las condiciones y características de la información disponible en la RedCal, constituye una forma operativa y práctica de evaluar la calidad de los cuerpos de agua terrestres y sustenta criterios para implementar un Plan de Manejo para el uso sostenible de este recurso.

Hipótesis de la Investigación.

Si se utilizan índices de calidad del agua a partir del procesamiento de la información de la RedCal, se posibilita evaluar de forma eficaz, práctica y operativa la calidad de los cuerpos de agua superficiales y subterráneos y se facilita la toma de decisiones para el mejor manejo de este recurso.

Objetivo General

- ✓ Definir y aplicar un Índice de Calidad del Agua para el procesamiento de los datos hidroquímicos de la red de calidad de las aguas en la Cuenca Hidrográfica Sagua la Grande.

Objetivos Específicos

- ✓ Definir un Índice de Calidad para evaluar la calidad de las aguas superficiales y subterráneas.
- ✓ Aplicar el Índice de Calidad en la Cuenca Hidrográfica Sagua la Grande.
- ✓ Evaluar la evolución temporal del Índice de Calidad de Agua.
- ✓ Confeccionar mapas de calidad de aguas superficiales y subterráneas utilizando SIG.

Principales tareas realizadas

Para el desarrollo de la tesis se realizaron trabajos de gabinete, fundamentalmente, basados en la búsqueda de información bibliográfica, a través, de publicaciones e informes. Se trabajó además, en la actualización de la base de datos y procesamiento de la misma mediante modelos estadísticos. Se elaboraron gráficos mediante distintos software, así como, la mapificación de los resultados, usando Sistema de Información Geográfica **ARGIS 9.1**.

Estructura y volumen de la investigación.

La tesis consta de Introducción, Fundamentación Teórica, Marco Geográfico, Materiales y Métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones, Recomendaciones, Bibliografía y Anexos.

En la Introducción se plantea la justificación del tema, la hipótesis del trabajo, los objetivos generales y específicos, la novedad científica y valor práctico de la Tesis

En el Capítulo “Fundamentos Teóricos” se hace una revisión bibliográfica donde se presentan y discuten aspectos sobre el recurso agua y su calidad, el tratamiento de los Índices de Calidad del Agua (ICA) mas empleados para evaluar este recurso, los modelos, algoritmos y sistemas informáticos utilizados.

En el Capítulo “Marco Físico Geográfico” aparecen los principales rasgos relacionados con la localización, características de los suelos, geomorfología, geología, hidrología, hidrogeología, clima, así como, datos socioeconómicos del área de estudio: la Cuenca Hidrográfica del Sagua la Grande.

En el Capítulo “Materiales y Métodos” se presentan los pasos a seguir para realizar el cálculo de los Indicadores Ambientales de Calidad de Agua para evaluar las fuentes superficiales y subterráneas de la Cuenca Hidrográfica Sagua la Grande, a partir de la información generada por la red de monitoreo de observaciones sistemáticas de la calidad de las aguas, Redcal.

En el Capítulo, "Resultados y Discusión", se evalúa la calidad de las aguas superficiales y subterráneas, mediante indicadores Ambientales de Calidad de Agua (IACA); se realiza un análisis de tendencia para conocer su evolución y finalmente se representan en forma de mapas esquemáticos.

Por último, se presenta en la tesis las “Conclusiones y Recomendaciones”, así como, la Bibliografía y los Anexos que contienen información auxiliar.

Novedad científica

La novedad del trabajo radica en el empleo de índices de calidad del agua ajustados a las condiciones de disponibilidad de información por los administradores del recurso, introduciendo importantes variaciones a las formas tradicionales de evaluación, los que minimizan los inconvenientes de estimaciones subjetivas, derivando en una herramienta útil de evaluación.

Una vez establecidos los índices de calidad generales se confeccionan mapas de calidad del agua en la cuenca, los cuales resultan de gran utilidad como materiales de consulta para las autoridades y explotadores del recurso.

CAPÍTULO I: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Cuenca Hidrográfica

Según definición, **cuenca hidrográfica** es un área natural en la que el agua proviene de las precipitaciones y forma un curso principal. La conforman componentes biofísicos (agua, suelo), biológicos (flora, fauna) y antrópicos (socioeconómicos, culturales e institucionales), que están relacionados y en equilibrio entre sí, de tal manera que al afectarse uno de ellos, se produce un desbalance que pone en riesgo todo el sistema (*Remakrisma*, 1997).

En términos de evaluación geográfica del medio físico, una cuenca hidrográfica se define como un territorio que esta limitado por cerros, partes elevadas montañosas de las cuales se configura una red de drenaje superficial, que en presencia de precipitaciones de lluvias forma el escurrimiento de un río para conducir sus aguas, un río mas grande u otro principal, lago o mar (Faustino et al; 2 001). También, se expresa como una zona del terreno en la que el agua, los sedimentos y los materiales disueltos drenan hacia un punto

común (Secretaría de Medio Ambiente de España, 1989). Su tamaño puede variar desde las dimensiones de la cuenca del Amazona hasta la del más pequeño arroyo, en función de la escala y el objeto de estudio.

Estas últimas definiciones centran los elementos constitutivos de una cuenca en un contexto geoespacial del medio físico. Sin embargo, las cuencas hidrográficas constituyen unidades territoriales de ordenamiento y planificación de todos los factores que componen el manejo integrado del recurso hídrico, entre ellos, la observación y monitoreo del ciclo hidrológico en diferentes fases, la evaluación de potencialidades, la administración del uso del agua en actividades como el riego, el consumo humano, la industria y, a través, de la infraestructura hidráulica, el establecimiento de medidas de alerta y prevención contra fenómenos de sequía o inundaciones.

Además, como en la definición es básico su entendimiento desde una óptica integral, no puede apartarse de otros elementos presentes en la dinámica de intervención del hombre sobre los recursos naturales del área geográfica de una cuenca hidrográfica, por lo que, hay que tener en cuenta componentes como el bosque, el suelo, las áreas agrícolas, los asentamientos humanos y sus múltiples acciones generadoras de impactos, tales como: la deforestación, la alteración de los cauces de agua, el agotamiento de acuíferos, la erosión del suelo, las descargas de aguas residuales, la sobreexplotación, la pérdida de biodiversidad, por solo citar algunos más significativos.

Por tales razones, se sustenta el enfoque de definición de cuenca hidrográfica hacia aquella que, explícitamente expresa el ser, unidad territorial en la que se asientan ecosistemas vinculados espacial y funcionalmente, con características geográficas, biológicas, económicas, sociales y culturales específicas, estructuradas en torno a la red de drenaje del escurrimiento del agua y material transportado por ella, que se origina en presencia de las precipitaciones y el flujo que a partir de ella, transcurre durante esta fase del ciclo hidrológico. Por ello, será usada en este trabajo la definición dada por *Remakrisma*.

1.2 Recurso Agua

El agua es un elemento indispensable para casi todas las formas de vida en el planeta, las que la utilizan en diferentes rangos de cantidad y calidad en función de sus formas metabólicas. Particularmente para el hombre, el agua constituye un elemento vital para su subsistencia, no solo en el orden fisiológico de la vida constituyendo el 65 % del cuerpo humano y para lo que cada individuo consume diariamente entre 2,5 y 3 litros, sino en el soporte de gran parte de sus actividades económico-sociales, estando presente en diferentes magnitudes a lo largo del desarrollo histórico de la sociedad.

Es un recurso renovable que cubre más del 70 % de la superficie terrestre, en un volumen estimado de 1 400 millones de km³, de los cuales el 97,5 % se encuentra en los mares y océanos, es decir, que es salada y el 2,5 % es dulce. De esta agua dulce el 79 % se encuentra en los casquetes polares, un 20 % es subterránea y solo un 1 % es de fácil acceso sobre la superficie de las tierras emergidas. (Rodríguez Córdova, 2002).

Los volúmenes de agua dulce contenidos en la superficie terrestre, o en acuíferos subterráneos, disponibles para su uso como agua potable, regadío, agente energético, etc se definen como **recursos hídricos** (Montecinos, 2006). Su disponibilidad esta determinada por un conjunto de situaciones, en primera instancia, las condiciones y comportamiento de las características climáticas e hidrológicas existentes en un área determinada pero, muy fuertemente correlacionada con otros componentes ambientales y sociales (García F., J.M. y Cantero Corrales, L., 2008).

Situaciones de déficit en la disponibilidad del agua en algunas regiones del planeta y de un extremo deterioro de su calidad asociados a fenómenos como los cambios climáticos, la deforestación y la contaminación ambiental amenazan su condición de recurso renovable. Tan solo su insalubridad por razones de contaminación cuesta la vida a más de tres millones de personas al año, mientras que 1 200 millones de personas, una quinta parte de los habitantes del planeta, carecen de agua potable (Rodríguez Córdova, 2002).

El déficit de agua y el deterioro de su potabilidad están asociados a la aparición de tecnologías y productos consumistas y contaminantes, al continuo incremento de la demanda para su consumo directo o para la producción de alimentos, que genera el continuo crecimiento de la población (3 000 millones más en los próximos 25 años) y a las prácticas inadecuadas en su uso. Como se aprecia en la Tabla No. 1 la tendencia de la

disponibilidad del recurso hídrico per cápita entre los años 1960 y el 2000 decrece y, en África y Asia se encuentran al borde de una situación crítica.

Tabla No. 1 Recursos hídricos estimados por región geográfica. Potencial y disponibilidad per cápita.

Continente	Escorrentía anual			Recursos hídricos per cápita (miles de m ³ /año)		
	Volumen (km ³)	% del total	Caudal especifico (l/km ²)	1960	1980	2000
África	4 570	10	4,8	16,5	9,4	5,1
Asia	14 410	32	10,5	7,9	5,1	3,3
Australia	348	1	1,4	28,4	19,8	15,0
Europa	3 210	7	9,7	5,4	4,6	4,1
América Central y del Norte	8 200	18	10,7	30,2	21,3	17,5
Oceanía	2 040	5	51,1	132,0	92,4	73,5
América del Sur	11 760	27	21,0	80,2	48,8	28,3
Todo el mundo	44 538	100	10,4	13,7	9,7	7,1

Fuente: Aytibotele (1992); Gleick (1993); Shiklomanov (2 001) citado por Rodríguez Córdova, 2002.

En los principales países asiáticos el agua disponible per cápita es prácticamente la correspondiente a un indicador biológico. Según WRI (*World Resources*, 1986) los recursos hídricos potenciales disponibles pueden variar, en tiempo y espacio, desde 120 000 m³/persona/año en Canadá hasta menos de 100 m³/persona/año en Malta. Esta razón ha provocado la caracterización de los recursos hídricos de acuerdo a la disponibilidad como se aprecia en la Tabla No. 2

Tabla No. 2 Potenciales hídricos disponibles /categoría

Categoría	Disponibilidad <i>per cápita</i> por año	% de países
Muy Bajo	1 000 m ³ o menos	14
Bajo	Entre 1 000 y 5 000 m ³	37
Medio	Entre 5 000 y 10 000 m ³	14
Alto	10 000 m ³ o mas	35

Fuente: WRI, 1986

Esta crisis de la disponibilidad de agua en algunas regiones y países del planeta se agudiza con la problemática de la falta del acceso equitativo a tan importante recurso. Las

políticas de marginalización y el crecimiento demográfico desmedido contribuye a la escasez, junto a la contaminación de las fuentes y la sobreexplotación de acuíferos, factores que llegan a hacerlas inutilizables o requerir de costos adicionales que no pueden ser asumidos por poblaciones empobrecidas.

1.3 Características del Ciclo Hidrológico y Balance Hídrico en Cuba

El agua desarrolla un ciclo en la naturaleza al que se le denomina **ciclo del agua o ciclo hidrológico**. En este, el agua circula del océano hasta la tierra a través de la atmósfera y retorna al océano por medio del escurrimiento superficial y subterráneo, aunque también ocurren vínculos directos que suprimen etapas, tales como, el paso de agua del subsuelo y la superficie terrestre hacia la atmósfera sin llegar a los océanos a causa de la evapotranspiración.

La fuente de energía en este ciclo es la radiación solar y los mecanismos básicos son la evapotranspiración, la precipitación, los escurrimientos superficiales y la infiltración.

Para el análisis de los principales componentes del ciclo hidrológico y su interrelación se elaboran balances hídricos, estableciendo relaciones entre la demanda y la reserva de agua, a partir de la disponibilidad de los datos existentes como resultado de las observaciones sistemáticas de su comportamiento y se tiene en cuenta la información referente a la ocurrencia de precipitaciones, evapotranspiración y el escurrimiento superficial y subterráneo.

La ubicación geográfica del archipiélago y la configuración estrecha y alargada de la Isla principal (Cuba), le confiere determinadas particularidades en la configuración de su red fluvial. Se distinguen dos parte aguas a lo largo del territorio nacional, existiendo dos vertientes, la norte y la Sur.

Los **Recursos Hidráulicos Potenciales** (RHP) del archipiélago cubano se evalúan, según fuentes publicadas entre los años 2002-2006, en el orden de 38,1 km³. De ellos, 6,4 km³ corresponden a aguas subterráneas en 165 cuencas hidrogeológicas y 31,7 km³ a superficiales en 632 cuencas hidrográficas, mientras que, los **Recursos Hidráulicos Aprovechables** (RHA) se estiman en alrededor de 24 km³ anuales, correspondiendo el 75

% a aguas superficiales y el 25 % a las subterráneas. (Citado por García, J. M en Revista Voluntad Hidráulica No 99, 2007).

En la provincia de Villa Clara los RHP ascienden a 2,677 km³, de ellos 1,950 km³ corresponden a aguas superficiales en 20 cuencas hidrográficas y 0,726 km³ a subterráneas en 13 cuencas hidrogeológicas. Por otra parte, los RHA se evalúan en el orden de 1,728 km³, de ellos 1,241 km³ corresponden a aguas superficiales y 0,487 a aguas subterráneas (Balance Hídrico 2008, EAH Villa Clara).

1.4 Calidad del Agua

El agua es un sistema de cierta complejidad, no homogéneo, que puede estar constituido por una fase acuosa, una gaseosa y una o más fases sólidas (Fagundo – 2004). En sus orígenes el agua es pura, prácticamente destilada, sin contenido apreciable de sustancias extrañas ni microorganismos, aun cuando le faltan elementos que son requeridos en un agua apta para beber. En los diferentes procesos del ciclo hidrológico en la atmósfera, el suelo y las corrientes de aguas superficiales y subterráneas se le incorporan elementos (materia orgánica, excretas humanas o de animales, residuos industriales, etc.) y microorganismos indeseables que pueden alterar sus características y deteriorar su calidad.

Según Conesa, (1995) calidad natural del agua es el conjunto de características físico químicas y biológicas que presenta el agua en su estado natural, en ríos, lagos, manantiales, subsuelo o el mar. Se han establecido criterios según sus usos; sea potable, doméstico, urbano, industrial, agrícola, ganadero; según la utilización de cursos de agua, en el baño, la pesca, navegación, recepción de efluentes residuales y según el soporte de las especies.

La calidad del agua no es, pues, un término absoluto, es algo que siempre se expresa en relación con su uso o actividad a que está destinada, calidad de beber, para el riego etc. La calidad del agua es identificada con su estado natural y la pérdida de calidad vendría medida por la distancia a este estado. La alteración de la calidad natural del agua puede impedir que sea adecuada para un uso determinado (Ayers y Westcot., 1985).

Por lo común su calidad se juzga como el grado en el que el agua se ajusta a los estándares físicos, químicos y biológicos que fija el usuario. La calidad no es tan fácil de medir como la cantidad de agua en virtud de las múltiples pruebas que se necesitan para verificar que se alcanzan estos estándares (*Hennry; Heinke.*, 1999).

Para la determinación de la calidad del agua es usual evaluarla a partir de parámetros físico químicos y biológicos, por comparación con criterios definidos como estándares, de acuerdo al uso destinado (*Dinius*, 1987). Es este el criterio asumido en el presente trabajo, por considerarlo como el más objetivo por su enfoque causa-efecto.

1.4.1 Calidad del agua para consumo humano.

Los parámetros de calidad de agua para consumo humano han sido precisados en la mayoría de los países del mundo, además desde el año 1963 la organización Mundial de la Salud (OMS, 1963) estableció las pautas en cuanto a la calidad y aún son utilizadas estas normativas íntegramente en los países subdesarrollados.

Cada país ha establecido los rangos en base a las necesidades y calidad de las fuentes de agua, pero en el marco de las propuestas por la OMS.

En Cuba están implementadas las Normas Cubanas: NC 93-11: 1986 Higiene Comunal. Fuentes de abastecimiento de agua. Calidad y protección sanitaria y la NC 93-02: 1985 Higiene Comunal. Agua potable. Requisitos sanitarios y muestreo, que establecen los parámetros deseables y admisibles de calidad para su utilización en el suministro público.

1.4.2 Calidad del agua para riego agrícola

La calidad del agua para el riego ha sido objeto de estudio y preocupación de diferentes autores debido a las consecuencias prácticas negativas que se derivan por el uso de aguas impropias, especialmente cuando no se toman las medidas de manejo oportunas. Las aguas empleadas para el riego rara vez presentan efectos negativos inmediatos, sin embargo con el paso del tiempo los iones contenidos en ella puede acumularse en el suelo hasta alcanzar concentraciones capaces de afectar sus características físico químicas, y en consecuencia, el desarrollo de los cultivos que crecen en él.

Según *Adairov*, y colaboradores (1985) la calidad del agua para riego adquiere mayor importancia en las zonas áridas y semiáridas del mundo, donde la salinidad constituye el principal factor limitante de la fertilización de los suelos y de la productividad de los cultivos.

La salinización de los suelos agrícolas como consecuencia de la práctica de riego constituye uno de los ejemplos más antiguos de contaminación del suelo, en contraste con otras formas de salinización que tienen lugar en condiciones naturales. La degradación de los suelos por la salinización implica una disminución de su capacidad productiva, pérdida de recursos, descenso en el valor del suelo, una reducción de la población animal y vegetal (Pérez, 2003).

Diversos métodos para clasificar las aguas para el riego fueron publicados alrededor de los años 50 por diversos autores (*Wilcox, 1948, Erton, 1950, Thome y Thome, 1951, Grenc, 1953*), sin embargo, es indudable que el más ampliamente utilizado ha sido el propuesto por el Laboratorio de Salinidad de E.U.en Riverside (California), publicado en *Handbook* No 60 del Departamento de Salinidad de los Estados Unidos (*Richard, 1954*), en el que se sistematizaron por primera vez los conocimientos métodos y técnicas relativas a la salinidad del agua para riego.

1.4.3 Calidad del agua para uso pesquero

Los recursos hídricos dedicados a la actividad pesquera son sometidos generalmente a la influencia negativa, directa o indirecta, de diversas sustancias contaminantes de origen orgánico o inorgánico procedentes de las actividades socioeconómicas, lo cual altera su estado normal e influye negativamente en el equilibrio ecológico requerido para el fomento de los recursos pesqueros.

Por ello, es necesario establecer requisitos de calidad de las aguas dedicadas a la actividad pesquera, creando condiciones para prevenir su deterioro, al ofrecer criterios de calidad que se tomaran en cuenta al determinar si un cuerpo de agua se dedica a esta actividad económica o en el diseño de sistemas de purificación de residuales y en la proyección de embalses, sistemas de riego y otras inversiones con incidencia sobre los

misimos. (NC 25: 1999 Evaluación de los objetos hídricos de uso pesquero. Especificaciones).

1.4.4 Calidad del agua para uso recreativo.

Los cuerpos de agua que son utilizados para el baño o nado de personas, con fines recreativos, deportivo o de salud, requieren determinados requisitos higiénico sanitarios, a fin de no constituir un riesgo para la salud. De ahí que, la determinación de criterios de calidad debe tomarse en cuenta para diseñar, planificar y decidir su uso con tales fines. (NC 22:1999 Lugares de baño en costas y masas de aguas interiores. Requisitos higiénico sanitarios).

1.4.5 Principales Factores que influyen en la calidad de las aguas

Las aguas naturales adquieren su composición química mediante un complejo proceso de interacciones físico – químicas en el que intervienen además factores de tipo geológicos, hidrogeológicos, geomorfológicos, climáticos, microbiológicos y ambientales (Fagundo, 1990).

En Cuba los principales factores que intervienen en la calidad del agua son de tipo geológicos, geográficos y socioeconómicos. (citado por Garcías, J. M. en Revista Voluntad Hidráulica No 99, 2007).

Geológicos: Alrededor del 67 % de la superficie del territorio cubano (106 728 km²) corresponden a complejos de rocas carbonatadas, en gran medida carsificadas y con un alto grado de acuosidad de 10 – 300 L/s (Flores, 2001). El subsuelo y lechos fluviales del país, constituidos en su gran mayoría a partir de rocas calizas y las dolomitas o calizas dolomitas, aportan sales de calcio que son capaces de disolverse en el agua con la que entra en contacto, alterando su contenido salino.

Geográficos: Un factor de suma importancia es la insularidad, que determina una interacción permanente con las aguas marinas o costeras, equilibrio que puede afectarse por causas antropogénicas, aumentando el contenido de sodio y cloruro en las aguas superficiales y subterráneas.

Socio-económicos: Como consecuencia del desarrollo económico y social del país, el agua está sometida a impactos negativos en cuanto a su calidad, como resultado de no disponer de adecuado tratamiento, por el reuso de aguas residuales, la deforestación y el empleo de químicos en la agricultura, acompañado ello, con el mal uso de los suelos.

La contaminación del agua, (*Fired C.*, 1986), puede ser considerada como la modificación de sus propiedades físico, químicas y biológicas, restringiendo su uso en varias aplicaciones donde habitualmente son utilizadas.

Por otra parte, *Mattes, G.* (1984) define el agua contaminada a aquella que ha sido afectada por la acción del hombre, en magnitud por encima de sus variaciones naturales, que hacen que sobrepasen los valores permisibles máximos de las concentraciones establecidas por los estándares para el agua potable, de uso industrial o de uso agrícola.

1.5 Clasificación general de las aguas subterráneas y superficiales

Debido a la presencia de los fenómenos cárlicos y en ausencia de fenómenos antrópicos que puedan causar impactos negativos en su calidad, las aguas, tanto superficiales como subterráneas, del territorio nacional se clasifican generalmente como bicarbonatadas cálcicas o magnésicas, en dependencia del contenido de calcio o magnesio presente en dicha formación geológica. Las sales solubles totales en las aguas subterráneas pueden variar entre 500 mg/L y 1000 mg/L (*García J.M.*, 2007)

Las características de las cuencas subterráneas cuyas aguas están en relación hidráulica con el mar, dependiendo de su manejo y administración, pueden variar de bicarbonatadas cálcicas a magnésicas, o clóricas sódicas y bicarbonatadas sódicas, elevándose en estas las concentraciones de sales a valores cercanos o superiores a 1 g/L de sales solubles totales, lo que imposibilita su uso en el riego agrícola y otros usos.

El color y la turbidez de las agua superficiales varía en dependencia del período lluvioso, menos lluvioso y seco, el contenido de sales generalmente está por debajo de 500 mg/L, aunque en la desembocadura de los ríos se eleva por efectos de la presencia del agua de mar.

1.6 Indicadores Ambientales

El manejo ambiental se aborda, en su expresión más simplificada, como las prácticas que pueden adoptarse en la relación entre la oferta de recursos naturales y procesos ecológicos que sustentan bienes y servicios ambientales y las demandas económico-sociales de la población, en aras de satisfacer las necesidades del desarrollo con mejoras de la calidad de vida; en cuya interacción se originan como salida, o subproducto, residuos o emisiones que retornan a la naturaleza, en un ciclo constante de “entradas” y “salidas” que requiere que, el “stock” resultante que pasa de una generación a otra se mantenga o mejore.

Todo desarrollo implica riesgos, por lo tanto, existe la necesidad de mantener la situación controlada dentro de límites tolerables, para lo cual se utilizan sistemas de vigilancia y evaluación de los impactos de las intervenciones y su expresión en Índices de Calidad Ambiental, que tienen en los indicadores y sus componentes (marco referencial de análisis, objeto de análisis y descriptores) una importante herramienta.

El concepto más generalizado de indicador es el que lo considera como un signo utilizado para expresar una situación o fenómeno en particular, sintetizando la información relevante del mismo mediante el uso y aplicación de estadísticas, parámetros y variables, que permiten valorar el estado y tendencia del mismo.

Pedroni et al (2001) define un indicador, como un parámetro cualitativo y cuantitativo que puede determinarse en una forma verificable y no ambigua, para hacer un juicio sobre el nivel de cumplimiento de un criterio. Describe características del ecosistema o del sistema social, elementos de la gestión, condiciones de manejo u otros procesos inducidos por las actividades humanas que son indicativas del estado del ecosistema o sistema social.

En este mismo orden, se destaca la definición propuesta en publicaciones del Ministerio de Medio Ambiente de España (MMA- Madrid, 1996), que cataloga el indicador como una variable que ha sido socialmente dotada de un significado añadido al derivado de su propia configuración científica, con el fin de reflejar de forma sintética una preocupación

social con respecto al medio ambiente e insertarla de forma coherente en el proceso de toma de decisiones

Acerca de la importancia de los indicadores, *Sepulveda* (2002) señala que los índices o indicadores altamente agregados se encuentran en la punta de la pirámide de información, cuya base lo constituyen los datos primarios derivados del monitoreo y análisis de datos. Este mismo autor afirma que los indicadores representan un modelo empírico de la realidad, pero deben sin embargo, tener factibilidad de ser analizados y una metodología de medición fija.

La utilización de indicadores es un medio reconocido desde hace algún tiempo para evaluar las tendencias y minimizar los riesgos en esferas como la economía, la calidad ambiental y el desarrollo social. Los responsables de la toma de decisiones necesitan información oportuna, precisa y confiable sobre el medio ambiente y el de desarrollo sostenible, teniendo en estas herramientas importantes para la comunicación de la información científica y técnica que ayudan a transformar la información en acción.

En la estructuración de indicadores existen tres elementos a considerar:

- **El marco referencial**, unidad básica de información, generalmente de carácter territorial tales como: un país, una localidad, una cuenca hidrográfica, etc.
- **El objeto de análisis**, categoría del elemento a considerar, tales como: un recurso natural, la población, el costo económico, etc.
- **Los descriptores**, parámetros a utilizar, tales como calidad, cantidad, disponibilidad, comportamiento, etc.

Es frecuente evaluar la sostenibilidad de un sistema a través del seguimiento de la evolución o cambios en el tiempo de determinados índices.

1.6.1 Antecedentes del uso de Índices de Calidad del Agua

Un índice de calidad del agua es un algoritmo que expresa una medida de la evaluación del estado cualitativo del agua. Es una expresión simplificada de la compleja combinación de factores diferentes cuyo éxito depende de su confiabilidad y de la cantidad de información que ofrezca. Su resultado final puede ser un símbolo único o una combinación simple de variables.

Para las evaluaciones de calidad de agua, organizaciones de varias nacionalidades dedicadas al control del recurso agua han usado históricamente y de manera regular, índices físico químicos. Los índices de calidad de agua aparecen en la literatura a principio del año 1965 (*Horton; Liebman.*, 1965), aún cuando la ciencia del desarrollo de los índices no madura hasta los 70, fueron ellos precisamente, los primeros en intentar desarrollar una metodología unificada para el cálculo del ICA, con el propósito de obtener un índice como forma de agrupación simplificada de parámetros, convirtiéndose en una manera de evaluar los cuerpos de agua y comunicar a sus usuarios criterios de aptitud.

Un índice general de calidad de agua fue desarrollado por *Brown* y colaboradores en el año 1970, este plantea que para la agrupación de parámetros existen dos técnicas básicas, las aritméticas y las multiplicativas, a su vez ponderadas o no con pesos. En 1976 se superaba la cifra de cientos de artículos relacionados con los Índices de calidad del agua en el mundo. *Landwehr y Denninger* (1976) demostraron la superioridad del cálculo a través de técnicas multiplicativas, las que son mucho más sensibles a variaciones de los parámetros que las aritméticas, por lo que reflejan con mayor precisión un cambio de calidad.

La EPA en 1978, registró solo en los Estados Unidos de América, una veintena de índices. En la actualidad este número podría ser más del triple de la cifra anterior en todo el mundo. *Ott*, 1978 presenta una discusión detallada de indicadores ambientales y su desarrollo, como también la revisión de los mismos hasta esa época. En cuanto a la ponderación, indica que el asignar pesos específicos a los parámetros seleccionados tiene el riesgo de introducir cierto grado de subjetividad en la evaluación. Por otro lado sugiere que es importante la asignación simplificada y unificada de dichos pesos, de acuerdo al uso del agua y de la importancia de los parámetros en relación al riesgo que implique el aumento o disminución de su concentración.

En 1980 el Departamento de Calidad Ambiental de Oregón, desarrolló su propio índice a partir del NSF (*The Nacional Sanitation Foundation of United States*), realizando un estudio para evaluar el ICA en base a nueve parámetros y en 1971 *Pratti* presenta un trabajo con el empleo de trece parámetros.

En 1987 (*Dinius*) realiza un nuevo diseño del ICA utilizando el método de *Delphi*, basado en encuestas, creado con el objetivo de integrar efectivamente las opiniones de expertos en el tema y eliminar las desventajas colaterales de un proceso de Comité. Agrupó a expertos en cuestiones ambientales y diseño, a partir de evaluaciones e interacciones de ellos, un ICA de tipo multiplicativo y con asignación de pesos específicos por parámetros.

Según *Cude* (2001), desde 1978 hasta 1998, revisiones de literatura de índices de calidad de agua han revelado enfoques nuevos y han proporcionado herramientas para el desarrollo de los índices (*Dinius* 1978; *Stoner* 1978; *Yu and Fugel* 1978; *Joung et al.*, 1979; *Bhardava*, 1983; *Smith*, 1987; *Kung et al.*, 1992; *Doglido et al.*, 1994; en *Cude*, 2001).

En Colombia de acuerdo con Estudios Nacionales del Agua realizados (IDEAM, 2000), se demostró que la medición de parámetros fisicoquímicos es una actividad rutinaria, sin embargo, no ha sido así con el cálculo de Índices de Calidad de Agua, a partir de las recomendaciones implícitas en la legislación ambiental.

El índice INDIC–SEDUE fue el primero en desarrollarse y aplicarse en México, en Jalisco tuvo un uso común en la Antigua Secretaria de Desarrollo Urbano y Ecología, por el Departamento de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental de la Subdelegación de Ecología de la Delegación SEDUE – JALISCO (González, 1980). Este índice de calidad de agua está basado en el índice desarrollado por *Dinius* y adaptado y modificado por la Dirección General de Protección y Ordenamiento Ecológico (DGPOE) de la SEDUE (*Montoya, et al.*, 1997).

1.6.2 Situación de los Índices de Calidad del Agua en Cuba.

En Cuba, varios investigadores han desarrollado un índice general para evaluar la calidad de agua para diferentes usos. Desde los años sesenta un grupo de especialistas del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos comenzaron a elaborar y aplicar diferentes índices de calidad de agua (superficial y subterránea) para el control, estudio y evaluación de los recursos hídricos del país (González y Gutiérrez 1974), (Gutiérrez, García y Beato 1979 y 1981). Estos estaban orientados fundamentalmente a los problemas vinculados a la disposición de residuales orgánicos biodegradables y a los efectos de intrusión salina. En la Tabla No. 3 se resumen los citados índices.

Tabla No. 3 Índices de calidad desarrollados por autores cubanos

Autores	Año	Tipo	Aplicaciones del índice hallado
González y Gutiérrez	1974	Deductivo	Aguas subterráneas, mapas de calidad provinciales y nacional escala 1:250 000
Gutiérrez, García y Beato	1979	Deductivo	Aguas subterráneas, mapas de calidad provinciales y nacional escala 1:250 000
Gutiérrez y García	1982	Deductivo	Aguas subterráneas, estudio acuífero Sur
Gutiérrez, García y Beato	1983	Deductivo	Aguas superficiales, varios ríos y corrientes principales del país
García y Gutiérrez	1988	Deductivo	Aguas subterráneas, acuíferos cársicos de la llanura Sur
García y Gutiérrez	1988	Inductivo	Aguas subterráneas, acuíferos cársicos de la llanura Sur

Los resultados de la red de monitoreo de observaciones sistemáticas de la calidad del agua y la aplicación de índices de la calidad posibilitó la elaboración de los mapas de calidad de las aguas superficiales y subterráneas de la República de Cuba, así como el Estudio de la Cuenca Sur Habana – Matanzas. Para el diseño de los índices se utilizó en todos los casos el método deductivo.

Morales Campos (2004) desarrolló un índice de calidad para evaluar la calidad de las aguas de los ríos que vierten a la bahía de la Habana, la selección de parámetros fue fundamentada en consideraciones básicas de calidad, en los aspectos en que se pueda ver alterada, teniendo en cuenta los usos principales del cuerpo de agua y los tipos de contaminaciones más comunes, tomando como parámetros aquellos más indicativos de la calidad de agua, asumiendo valores estándares o admisibles de la normativa vigente.

Por otra parte, De las Cuevas Ferreiro. (2007) diseña un índice de calidad general para evaluar la calidad de las aguas superficiales y subterráneas, mediante la utilización de nueve parámetros físico químicos y bacteriológicos, como los más indicativos de la calidad de agua, considerando los valores admisibles o estándares de las normas que ampara los usos principales del agua como: fuentes de abasto para consumo humano, uso pesquero, baño directo, riego agrícola; tomando como criterio que el uso fundamental fue de preservar la calidad del agua subterránea y determinar las diferentes calidades de agua para el área de estudio.

Para las aguas superficiales el autor anteriormente referido, estableció como criterio el de preservar la vida acuática, en este caso las curvas de calidad de cada parámetro fueron

creadas a partir de los rangos admisibles establecidos en las normas vigentes que amparan los principales usos. En sentido general, consideramos que debieron establecerse rangos admisibles para cada uso en específico y no utilizar uno general, lo que implica que el resultado del ICA puede dar como resultado un agua de no aceptable para un uso y sin embargo para otro es aceptable.

Independientemente del seguimiento de la metodología del cálculo del ICA, se debe analizar individualmente el valor de calidad de cada parámetro, con el objetivo de determinar las causas que deterioran el agua, si es ocasionada por alta salinidad, dureza del agua, contaminación orgánica, nitrificación, etc.

1.7 Red de Monitoreo de Observaciones Sistemáticas de la Calidad de las Aguas (RedCal).

En la Ley 81 “Del Medio Ambiente” se establece la obligación del estado a la protección del medio ambiente, constituyendo una responsabilidad dentro de la esfera de sus respectivas competencias, de todos los órganos y organismos estatales adoptar las medidas para la protección del medio ambiente y los recursos naturales.

En esta propia Ley, en el Artículo 27 declara al INRH, en coordinación con otros organismos competentes, el encargado del control y desarrollo de las acciones encaminadas a la gestión de las aguas terrestres, con excepción de las aguas minero – medicinales. Quedando así, sentadas las bases para llevar a cabo la evaluación del potencial hídrico de la nación y propiciar a las autoridades de los gobiernos centrales y provinciales la información requerida para el sistema de observación y prevención hidrológica.

Antecedentes de la red de monitoreo de observaciones sistemáticas de la calidad de las aguas.

- ✓ Antes de la creación del INRH, el control de la calidad de las aguas sólo se le realizaba a los acueductos de las capitales provinciales.
- ✓ Una vez creado el INRH se inicia el diseño de las redes de observación sistemática. En la década del 70 se crea la red de monitoreo de la calidad físico – químico y bacteriológica de las aguas subterráneas, la información obtenida

permitió realizar el primer mapa de calidad de las aguas subterráneas de cada provincia y de la república de Cuba.

- ✓ En el año 1980 se realiza un reajuste en el diseño de la red, dirigido hacia los principales cuerpos de agua y elementos del ciclo hidrológico, de manera que permitiera reflejar las relaciones entre el ecosistema, el uso de sus aguas y su manejo, sus características, así como, la identificación de las variables indicadoras de la calidad de las aguas. La información obtenida posibilitó la elaboración de la segunda versión del mapa de calidad de las aguas subterráneas y la primera de las aguas superficiales, provinciales y de la república de Cuba. Desde esta fecha se implementó la Red Nacional de Observaciones Sistemáticas de la Calidad de las Aguas.

Desde que se estableció el diseño de la red de monitoreo en el año 1980 hasta el 2000, la evolución de la red respondió, esencialmente, a las necesidades del control de la calidad de las aguas para diferentes usos, en especial de las fuentes para abasto a la población, aunque sometida a un proceso de ajuste y revisión encaminado a su mejoramiento.

No fue, hasta finales del 90 que se comenzó a manejar de forma integral, el concepto de cuenca hidrográfica y los cambios realizados en la red diseñada desde inicios de los 80, estuvieron regidos más bien por la disponibilidad de los recursos económicos que por la explotación de los recursos hídricos.

La densidad y distribución de la Red de monitoreo permaneció casi invariable desde 1980 hasta 2001 lo que, aunque daba una visión general de la calidad de las aguas, no respondía a los requerimientos actuales para el manejo y explotación eficiente de los recursos hídricos por cuencas hidrográficas, ya que no había correspondencia entre el número de estaciones y los recursos explotables.

Teniendo en cuenta lo anterior, el INRH orientó a las Delegaciones Provinciales realizar anualmente el rediseño del programa de monitoreo de la Calidad de las Aguas, de manera que responda a los objetivos previstos. Para ello se establecieron dos tipos de estaciones de monitoreo (Básicas y de Vigilancia).

Las **Estaciones Básicas** tienen por objetivo obtener información descriptiva a largo plazo de los cuerpos de agua más importantes en la provincia, específicamente el control de la calidad del agua entregada a usuarios: acueducto, industria, agricultura y el sector pecuario.

Las **Estaciones de Vigilancia** tienen por objetivo obtener información prescriptita a corto y largo plazo que sirva de apoyo a las acciones de regulación y control a la contaminación, incluye además, las estaciones de control ecológico, específicamente el grado de eutrofización y estratificación térmica de los cuerpos de agua (embalses, ríos), la intrusión salina, etc.

El diseño de los puntos de muestreo cubre toda la provincia, la cantidad y diversidad de las estaciones está en función de las características de cada cuenca, el desarrollo de la misma y los problemas de calidad y contaminación de las aguas.

La Frecuencia de monitoreo esta en función del tipo de fuentes.

- ✓ Para fuentes de abasto superficiales se establece 4 veces al año (trimestral), según NC 92-02: 1985.
- ✓ Para fuentes de abasto subterráneas, 2 veces al año, fin de período seco (abril) y fin de período húmedo (noviembre).

1.8 Conclusiones Parciales

1. El agua, recurso indispensable para el hombre y sus actividades económico-sociales, en particular las de fuentes superficiales o acuíferos subterráneos empleada como agua potable, regadío o agente energético, dado la situación de deterioro actual a causa de eventos como los cambios climáticos, la deforestación, la contaminación ambiental y las practicas inadecuadas en su uso, requiere del monitoreo y evaluación de su calidad ajustado a estándares físicos, químicos y biológicos fijados por normas de acuerdo al uso destinado, con un enfoque causa-efecto.
2. Para realizar estas evaluaciones se reconoce la utilidad de los Índices de Calidad del Agua (ICA) que facilitan analizar las tendencias y evolución en el tiempo de su comportamiento, ayudando a planificar el manejo del recurso y contribuyendo a minimizar los riegos de afectaciones a la salud, la agricultura, la actividad pesquera,

la recreación, etc. Los responsables de la toma de decisiones necesitan, para ello, de información oportuna, precisa y confiable, teniendo en el conocimiento de estos índices valiosas herramientas sustentado en la ciencia y la técnica, ayudando a transformar la información en acción.

3. El conocimiento que brinda la revisión de varios trabajos sobre el tema, revela que surgen enfoques nuevos y herramientas para el desarrollo de los Índices de Calidad del Agua, desde que aparecen en la literatura a principio del año 1965 cuando aún el soporte científico era incipiente, transitando por un desarrollo a partir de los años 70, hasta finales de los 90 cuando florece el empleo de nuevas tecnologías que permitían el análisis acelerado y eficaz de gran cantidad de datos para el cálculo del ICA, con agrupación simplificada de parámetros y expresión geoespacial de la evaluación de los cuerpos de agua, facilitando comunicar a sus usuarios, criterios de aptitud y acciones a poner en práctica,
4. La mayor parte de los ICA desarrollados plantean la agrupación de parámetros según dos técnicas básicas, las aritméticas y las multiplicativas, a su vez ponderadas o no con pesos, demostrándose la superioridad del cálculo a través de técnicas multiplicativas, las que son mucho más sensibles a variaciones de los parámetros que las aritméticas, por lo que reflejan con mayor precisión un cambio de calidad.
5. En Cuba existen antecedentes de autores cuyos trabajos han abordado el establecimiento de los índices de calidad, en un inicio asociados a la disposición de residuales orgánicos y los efectos de la intrusión salina, evolucionando hacia la indicadores para evaluar las fuentes de agua superficiales y subterráneas en función de sus usos, enfoque este último que se considera válido y se tuvo en cuenta en el presenta trabajo.
6. La información generada por el sistema de monitoreo para el control de la calidad de las aguas (RedCal) es de gran utilidad ya que permite valorar con mayor rigor cuales son los parámetro más significativos para evaluar la calidad de agua.

CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS

El objetivo y alcance del trabajo requirió de la utilización de métodos y técnicas de avanzada, capaces de dar una respuesta, rápida y eficaz, sobre el estado de la calidad del agua en las fuentes del área de estudio y su evolución en el tiempo, según el uso para el que está destinado, cuya evaluación permita tomar medidas para preservar su calidad y evitar su deterioro.

2.1 Tratamiento numérico de la información

Para evaluar la calidad del agua de las fuentes del área objeto de estudio se utilizaron los datos que se procesan por la Red de Observación de Calidad de las Aguas del INRH (RedCal), referidos a las fuentes, superficiales y subterráneos, ubicadas en la cuenca hidrográfica Sagua la Grande y su comparación con escalas de valores creadas, teniendo en cuenta las normas vigentes que amparan el uso de las aguas.

El procesamiento estadístico de estos datos puede brindar información acerca de las regularidades matemáticas entre las diferentes variables. Así por ejemplo, es posible encontrar algunas relaciones simples, al menos para determinados intervalos, que se aproximen a las funciones reales y permitan estimar unas variables en función de otras de más fácil medición.(Güerón et al. 1993)

Para el procesamiento de los datos de la serie histórica (1993 - 2008) se utilizaron los procedimientos de estadística descriptiva contenidos en el tabulador Microsof Office 2003.

La base de datos se estructuró a partir de los resultados cuantitativos obtenidos de los parámetros seleccionados para las aguas subterráneas y superficiales que aparecen el Anexo A

2.2 Establecimiento de los Índices de Calidad del Agua (ICA)

Para establecer los Índices de Calidad se consultó a un grupo de especialistas del INRH y del CITMA, expertos en los temas relacionados con la calidad de las aguas interiores, procediéndose a.

- ✓ Selección de Parámetros
- ✓ Transformación de los valores analíticos de los parámetros en una unidad común a todos (desarrollo de curvas de calidad)
- ✓ Unificación de esta información en un índice de calidad (desarrollo de la fórmula de agregación)
- ✓ Explicación de la escala general de calidad.

La selección de parámetros, según criterios de expertos, sirvió de base para identificar aquellas condiciones sustantivas por las que la calidad del agua se puede ver alterada, tales como: caracteres organolépticos, características físico-químicas, presencia de compuestos no deseados y caracteres microbiológicos.

Estos parámetros se analizaron en el contexto de las características del área de estudio, según los usos principales de los cuerpos de agua analizados y los tipos de contaminación que comúnmente se producen en ella, auxiliado por la información recopilada en la Base de Datos de la RedCal.

Se asumieron **valores límites**, acordes con los establecidos en la normativa vigente en el país, procedimiento este validado en trabajos de autores consultados como parte de la revisión bibliográfica. De esta manera se preestableció como premisa los requerimientos de calidad que deben mostrar las fuentes, superficiales y subterráneas, para un determinado uso.

Las normativas y procedimientos utilizados fueron las siguientes;

- NC 93-02:1985 Higiene Comunal. Agua potable. Requisitos sanitarios y muestreo.

- NC 93-11: 1986 Higiene Comunal. Fuentes de abastecimiento de agua. Calidad y protección sanitaria.
- NC 22: 1999 Lugares de baño en costas y en masas de aguas interiores. Requisitos higiénico sanitario.
- NC 25: 1999 Evaluación de los objetivos hídricos de uso pesquero. Especificaciones
- NC 27: 1999 Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado. Especificaciones
- Métodos de Clasificación de Agua para Riego, Según el método a emplear y el tipo de cultivo.

2.2.1 Selección de parámetros

Los parámetros seleccionados, como los de mayor significación, para evaluar la calidad de las fuentes de aguas subterráneas fueron:

- Caracteres organolépticos (Color)
- Características físico químicas (pH, Dureza Total, CE, DQO, Cloruros)
- Compuestos no deseados (Nitratos)
- Caracteres microbiológicos (Coliformes Totales y Fecales)

Por otra parte, los parámetros seleccionados para evaluar las aguas superficiales resultaron ser:

- Caracteres organolépticos (Turbidez)
- Características Físico - Química (pH, CE, Cl, OD, DBO₅)
- Compuestos no deseados (N-NH₄, P-PO₄)
- Caracteres Microbiológicos (CT)

2.2.2 Procedimiento del diseño de las Curvas Estándares o de Calidad

Las curvas de calidad, paso importante en el diseño de un índice de calidad y esencia del desarrollo de esta herramienta., se confeccionaron acompañadas de funciones que permiten, a partir de un valor de los parámetros seleccionados, obtener una medida del efecto del mismo sobre la calidad. Así se obtiene una valoración de todos los parámetros

en una unidad común, que permite su comparación y su introducción conjunta en la fórmula final del índice.

Las curvas se construyeron a partir de valores puntuales relacionados a límites establecidos en las distintas normativas y asociándolos a distintos estados de la calidad. Se ajustaron utilizando el software Tablecurve-2DXS, obteniéndose las expresiones matemáticas que relacionan cada parámetro con la calidad, escogiendo siempre aquellas funciones que ajustaran con coeficientes de regresión mayor de 0.98.

La obtención de las ecuaciones matemáticas de mejor ajuste para las curvas facilita el cálculo del índice mediante ordenador, permitiendo la obtención automatizada de los coeficientes de calidad (Q_i) directamente a partir de la Base de Datos. El cálculo de (Q_i) se realiza sustituyendo el valor del parámetro en la ecuación de ajuste de la curva establecida para cada uno de los indicadores utilizados, obteniendo un valor que oscila entre 0 y 100.

Las siguientes curvas de calidad, obtenidas para cada variable analizada, fueron las utilizadas para determinar (Q_i) de aguas superficiales y subterráneas.

Para seleccionar los tipos de curva se siguieron los criterios de diferentes autores y expertos en materia de calidad de agua.

2.2.2.1 Curva para pH

La curva ajustada (Figura No. 1) describe la calidad en función de este parámetro en el intervalo de 0 - 14 unidades.

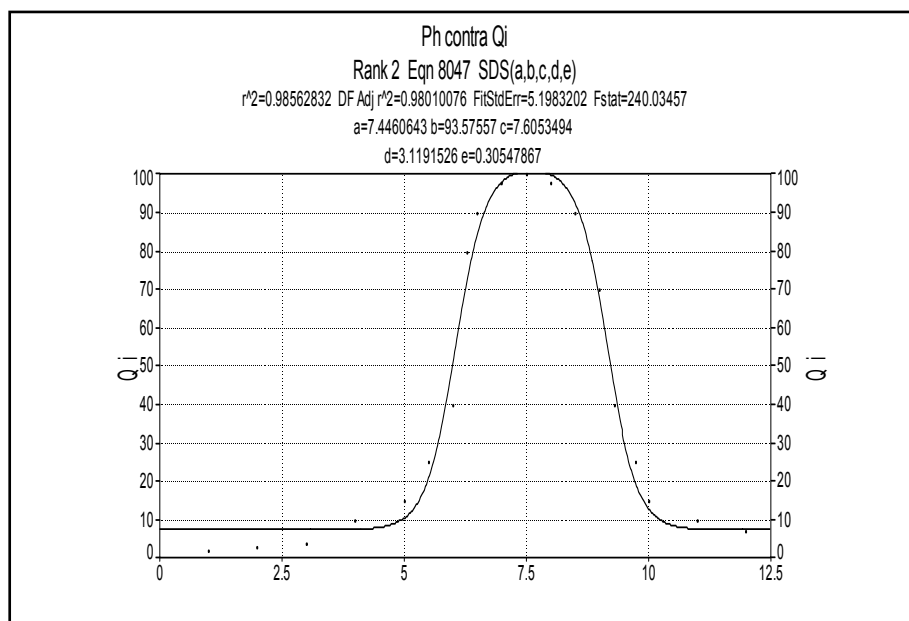


Figura No 1: Curva de Calidad en función del pH.

2.2.2.2 Curva para la Conductividad Eléctrica

La curva ajustada (Figura No. 2) expresa la calidad (Q_i) en función del parámetro (CE) en el rango de 1 $\mu\text{S/cm}$ a 2000 $\mu\text{S/cm}$, a valores cercanos o iguales a 2000 $\mu\text{S/cm}$ el valor de calidad (Q_i) decrece y a valores menores a 500 $\mu\text{S/cm}$ se obtienen rangos de calidad excelentes.

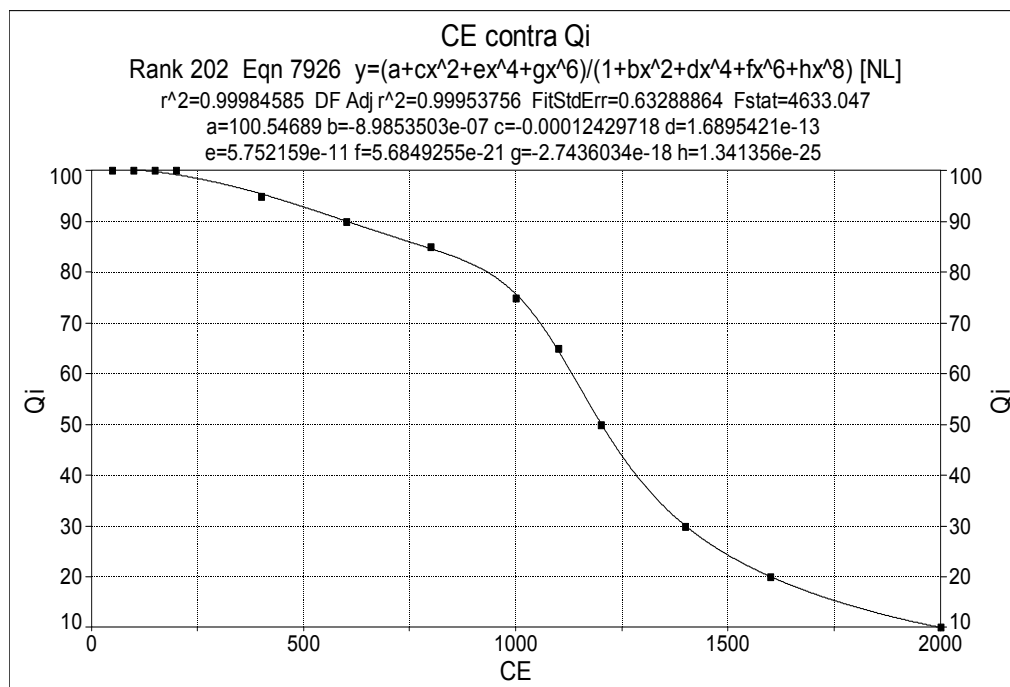


Figura No 2. Curva de calidad en función de la Conductividad eléctrica

2.2.2.3 Curva para color

En la Figura No 3 se expone la curva ajustada que expresa la calidad (Q_i) en función del parámetro (Color) en el rango de 2 a 100 Unidades, a valores cercanos o iguales a 100 el valor de calidad (Q_i) < 5 y a valores < 5 U se obtienen la mayor calidad.

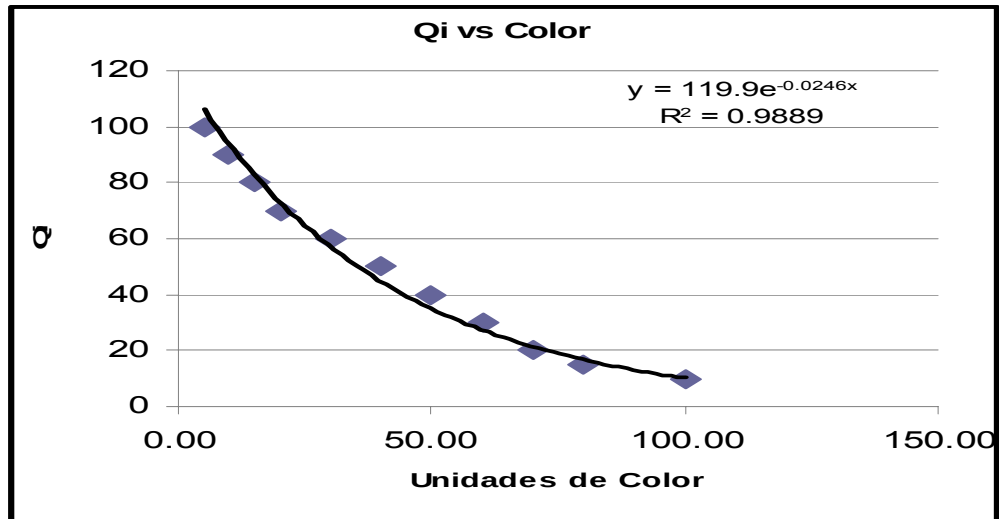


Figura No 3 Curva de calidad en función del Color

2.2.2.4 Curva para Cloruros

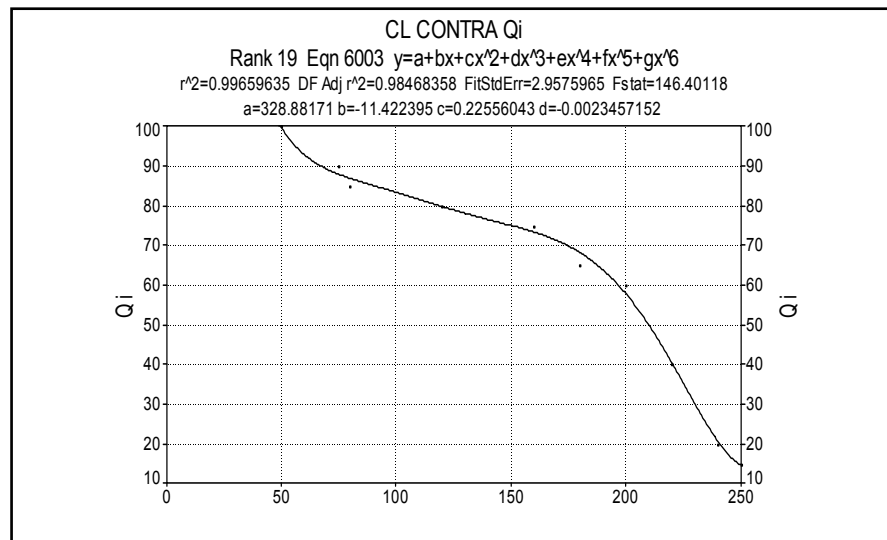


Figura No 4 Curva de calidad en función del parámetro Cloruro.

La curva ajustada (Figura No 4) describe la calidad en función del parámetro Cloruro en un rango de 50 mg/L a 250 mg/L. A valores de Cl^- < 50 mg/L la calidad es 100 y si la concentración es mayor de 250 mg/L, la calidad es cercana a cero.

2.2.2.5 Curva para Nitratos

La curva ajustada (Figura No 5) describe la calidad en función del parámetro Nitrato en un rango de 5 mg/L a 60 mg/L. A valores de $\text{NO}_3 < 5 \text{ mg/l}$ la calidad es 100 y si la concentración es mayor de 60 mg/L, la calidad es cercana a cero.

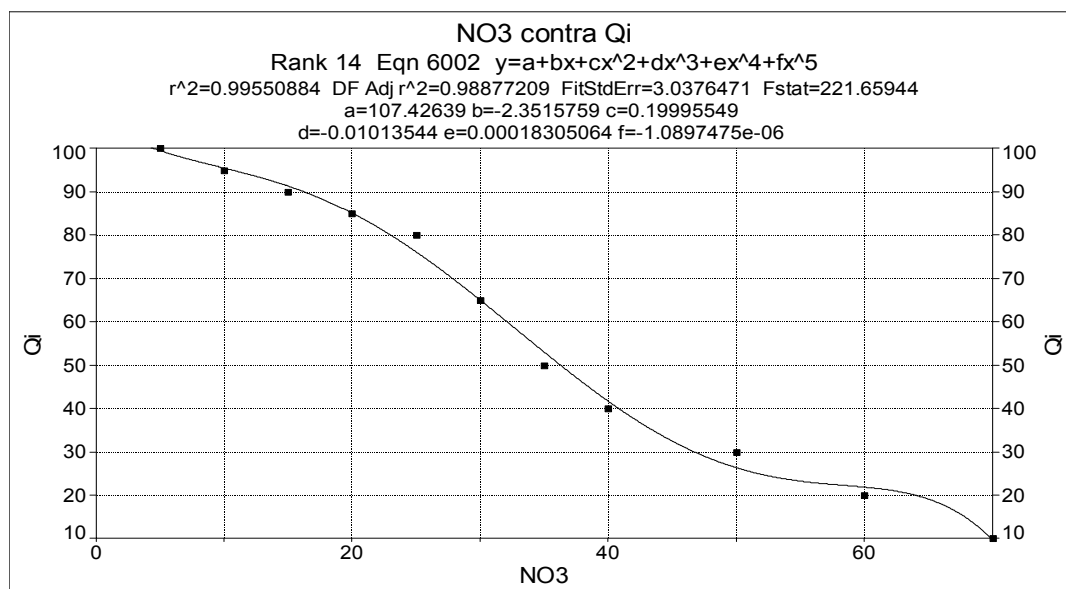


Figura No 5 Curva de calidad en función del parámetro Nitrato.

2.2.2.6 Curva para DQO.

La curva ajustada en la figura No 6 describe la calidad en función del parámetro DQO en un rango de 2 mg/L a 10 mg/L. A valores de $\text{DQO} < 2 \text{ mg/l}$ la calidad es 100 y si la concentración es mayor de 10 mg/L, la calidad es cercana a cero.

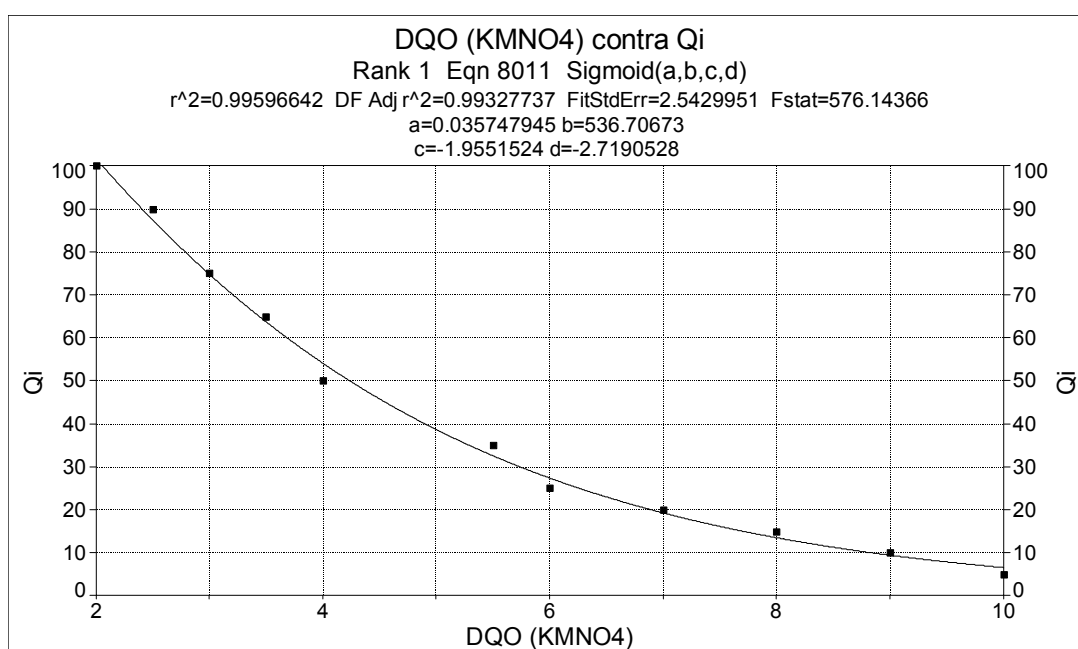


Figura No 6 Curva de calidad en función del parámetro DQO.

2.2.2.7 Curva para Coliformes totales.

La curva ajustada (Figura No 7) describe la calidad en función del parámetro Coliformes Totales en un rango de 10^2 NMP/100mL a 10^6 NMP/100mL. A valores de CT < 10^2 NMP/100mL, la calidad es 100 y si los valores de CT > de 10^6 NMP/100mL, la calidad es cercana a cero.

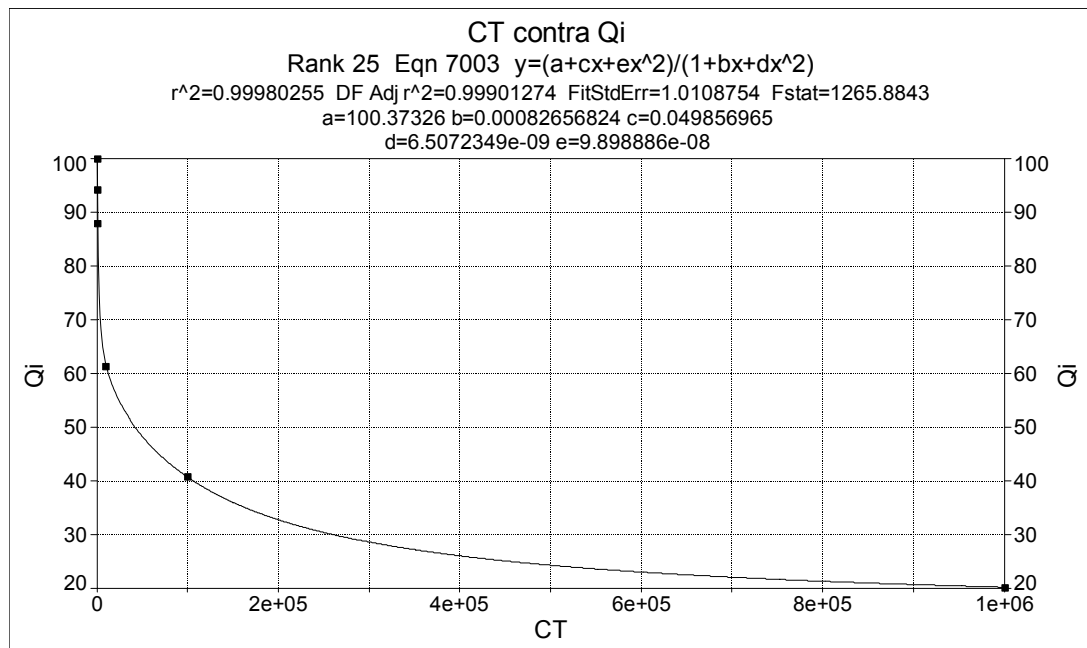


Figura No 7 Curva de calidad en función del parámetro CT

2.2.2.8 Curva para Coliformes Fecales

La curva de ajuste de la figura No 8 describe la calidad en función del parámetro Coliformes Fecales en un rango de 250 NMP/100mL a $12 \cdot 10^3$ NMP/100mL. A valores de CF < 250 NMP/100mL, la calidad es 100 y si los valores de CF > $12 \cdot 10^3$ NMP/100mL, la calidad es cercana a cero.

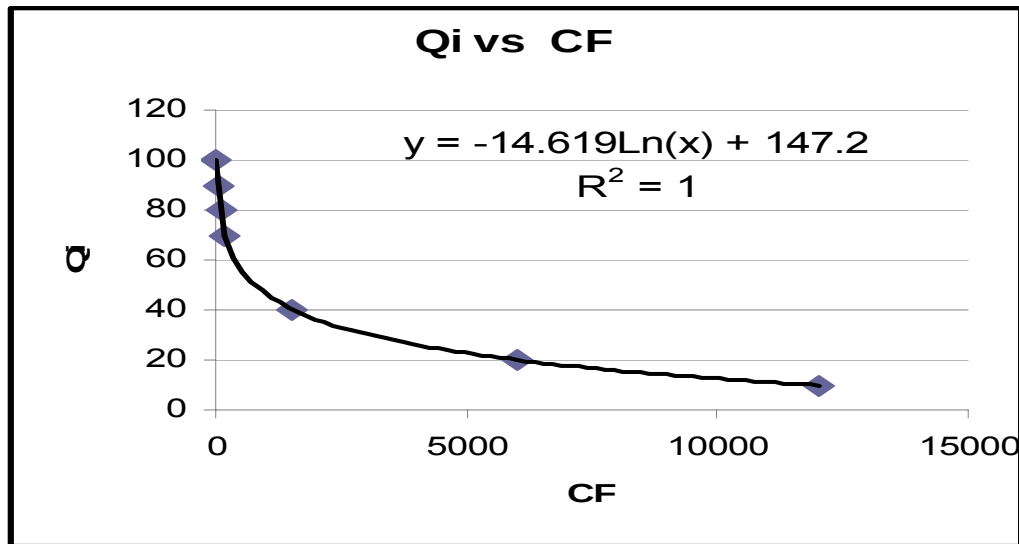


Figura No 8 Curva de calidad en función del parámetro CF

2.2.2.9 Curva para DBO₅

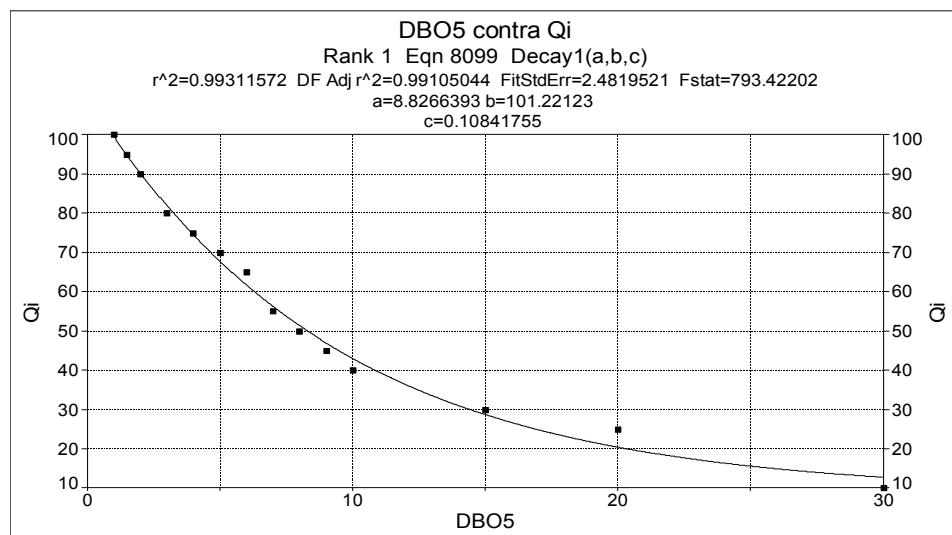


Figura No 9 Curva de calidad en función del parámetro DBO₅

La curva ajustada (Figura No 9) describe la calidad en función del parámetro DBO₅ en un rango de 1 mg/L a 30 mg/L. A valores de DBO₅ < 1 mg/L, la calidad es 100 y si los valores de DBO₅ > 30 mg/L, la calidad es cercana a cero.

2.2.2.10 Curva para Fosfatos

La curva ajustada (Figura No. 10) describe la calidad en función del parámetro P-PO₄ en un rango de 0,05 mg/L a 1 mg/L. A valores de P-PO₄ < 1 mg/L, la calidad es 100 y si los valores de P-PO₄ > 1 mg/L, la calidad es cercana a cero.

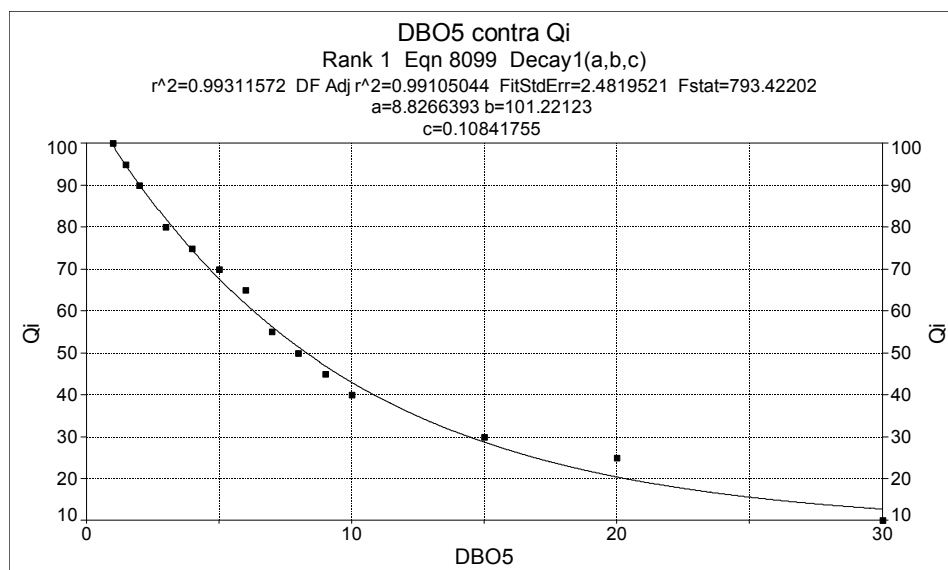


Figura No.10 Curva de Calidad en Función del Parámetro P-PO₄

2.2.2.11 Curva para Amoníaco.

La curva ajustada (Figura No. 11) describe la calidad en función del parámetro N-NH₄ en un rango de 0,05 mg/L a 4,0 mg/L. A valores de N-NH₄ < 0,05 mg/L, la calidad es 100 y si los valores de N-NH₄ > 4,0 mg/L, la calidad es cercana a cero.

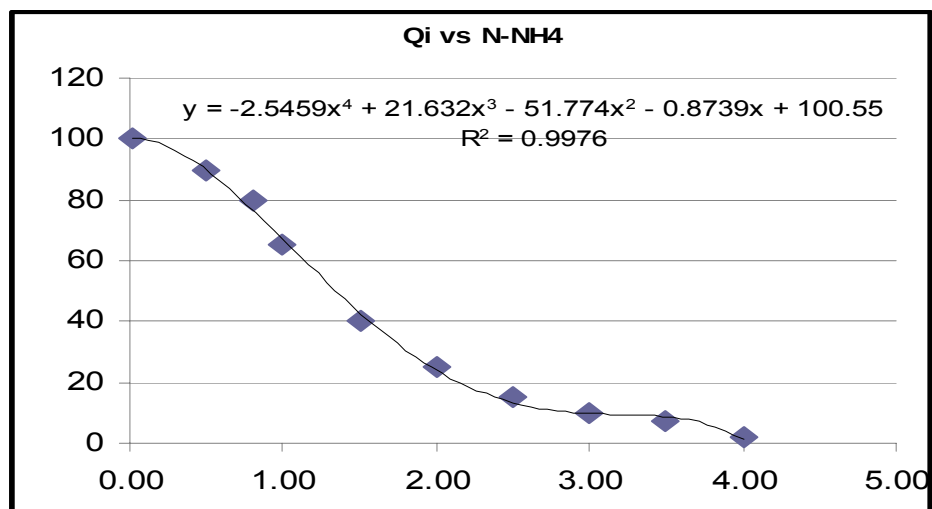


Figura No 11 Curva de calidad en función del parámetro N-NH₄

2.2.2.12 Curva para Turbidez

La curva ajustada (Figura No. 12) describe la calidad en función del parámetro Turbidez en un rango de 5 UNT a 80 UNT. A valores de Turbidez < 5 UNT, la calidad es 100 y si los valores de Turbidez > 80 NTU, la calidad es cercana a cero.

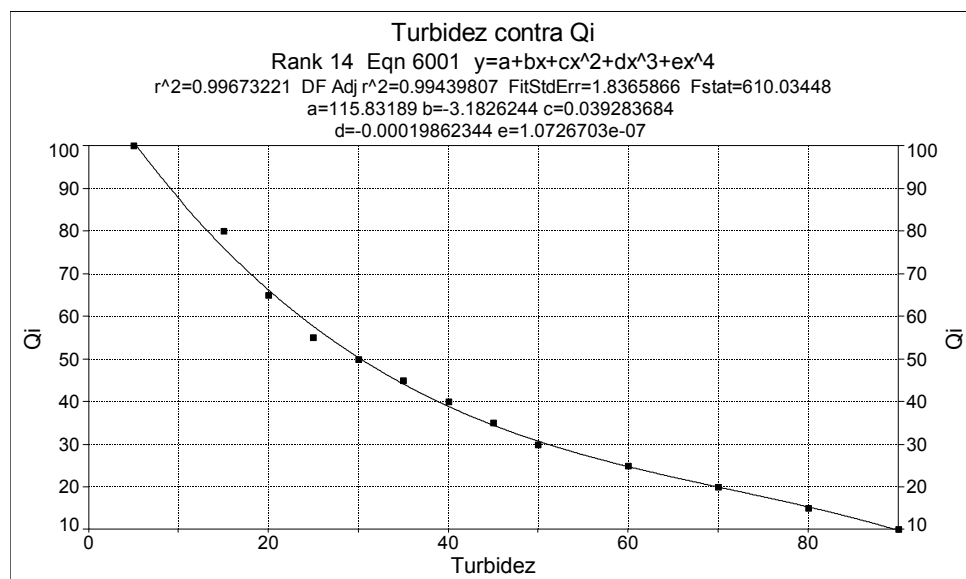


Figura No 12 Curva de calidad en función del parámetro Turbidez

2.2.2.13 Curva para % de saturación de Oxígeno.

La curva ajustada (Figura No. 13) describe la calidad en función del parámetro Oxígeno Disuelto (% de Saturación de Oxígeno) en un rango de 1% a 125 % Saturación. A valores de OD < 10 la calidad es de 10 y si los valores de OD > 90 %, la calidad es cercana a 100.

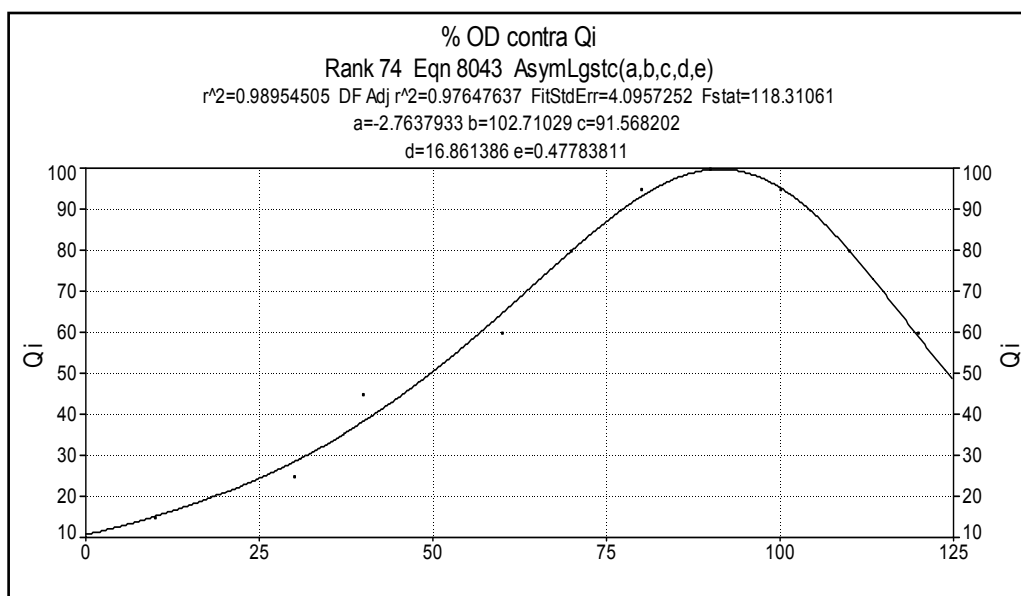


Figura No 13 Curva de calidad en función del parámetro % de Saturación de Oxígeno

El desarrollo de las curvas basadas en las diferentes normativas posee como principales ventajas que los valores fijados en las normas en general responden a criterios científicos

y marcan límites por efectos muy concretos, por lo que, el método ofrece buenos resultados cuando el índice es diseñado para usos específicos como es en el caso de estudio.

2.2.3 Metodología de Cálculo Empleada

Se aplicó la metodología (*Dinius*, 1987), modificada con la inclusión de algunos parámetros. La evaluación del ICA utilizando técnicas multiplicativas y ponderadas con la asignación de pesos específicos se debe a *Brauw* et al. (1983), obteniéndose a partir de una media geométrica. Ecuación No, 1

$$ICA = \prod_{i=1}^n \left[Q_i^{W_i} \right] \quad (1)$$

Donde W_i son los pesos específicos asignados a cada parámetro (i) y ponderados entre 0 y 1, de tal forma que se cumpla que la sumatoria sea igual a uno Q_i es la calidad del parámetro (i), que se calcula en función de la magnitud del parámetro evaluado, según las curvas de calidad, cuya clasificación oscila entre 0 y 100. La sumatoria representa la operación multiplicativa de las variables Q_i elevado a la W_i .

Finalmente el ICA que arroja la ecuación (1) es un número que oscila entre 0 y 100, que califica la calidad, a partir del cual y en función del uso del agua, permiten estimar el nivel de contaminación.

2.2.4 Diseño de la escala general de calidad.

Para completar el diseño del índice de calidad se requiere adoptar una escala general, que vincule los valores del índice con una descripción de la calidad del cuerpo de agua. En este caso se asume una escala General de Calidad, estableciendo rangos específicos para los principales usos del agua (fuente de abasto, uso pesquero, recreativo y riego),

De esta manera, el ICA adopta, para condiciones óptimas de calidad, un valor máximo de 100 que va disminuyendo con el aumento de la contaminación del cuerpo de agua en estudio.

2.3 Evaluación de la calidad de las aguas subterráneas

En la Tabla No 4 se muestran, los parámetros seleccionados para las aguas subterráneas, las unidades de medida utilizadas y los valores de los pesos asignados W_i , de acuerdo a los criterios de especialistas y los reportes de diferentes autores citados en el Capítulo I.

Tabla No. 4 Parámetros y pesos asignados.

PARÁMETROS	UNIDADES MEDIDA	VALOR W_i
Color	Unidades	0.08
Potencial de Hidrógeno	Unidades	0.10
Cloruros	mg/L	0.05
Dureza Total	mg/L	0.10
Conductividad Eléctrica	$\mu\text{S/cm}$	0.10
Nitrógeno como Nitrato	mg/L	0.12
Coliformes Totales	NMP/100 ml	0.15
Coliformes Fecales	mg/L	0.15
Demanda Química De xígeno(KMnO_4)	mg/L	0.15

La tabla No 5 expone el rango de valores que se estableció para clasificar las aguas subterráneas en función de su uso como fuente de abasto para consumo humano.

Tabla No 5. Rango de valores para clasificar las aguas. (Fuente de abasto para consumo Humano).

CLASE	CALIFICACIÓN CUERPO DE AGUA	RANGO DE VALOR DEL ICA
1	Excelente Calidad	90 – 100
2	Aceptable Calidad	80 - 90
3	Ligeramente Contaminada	70 – 80
4	Contaminada	60 – 70
5	Altamente Contaminada	< 60

- Los acuíferos cuyas aguas se clasifica de Calidad “**Excelente**” no requieren de tratamiento. Se caracterizan por presentar buena calidad bacteriológica, no presentan influencia de contaminantes, poseen bajo contenido de sales y no presentan intrusión salina ni problemas de nitrificación.
- Los acuíferos cuyas aguas se clasifican de Calidad “**Aceptable**” requieren tratamiento menor (filtración, desinfección). Presentan buena calidad bacteriológica y el contenido de sales, nitratos y otros componentes están en el rango admisible establecido por la norma que ampara su uso como fuente de abasto.
- Los acuíferos que presentan aguas con clasificación de Calidad “**Ligeramente Contaminada**” es obligatorio el tratamiento convencional.
- Los acuíferos con agua catalogada de “**Contaminada**” y “**Muy Contaminada**” no están aptos para su uso como fuentes de abasto, presentan contenidos de uno o varios parámetros por encima del valor admisible para fuentes que requieren tratamiento convencional.

2.4 Evaluación de la calidad de las aguas superficiales.

En la tabla No.6 se muestran los parámetros seleccionados para las aguas superficiales, las unidades de medida y los valores de los pesos asignados W_i .

Tabla No. 6 Parámetros seleccionados y pesos asignados

PARÁMETROS	UNIDADES MEDIDA	VALOR W_i
Potencial de Hidrógeno	Unidades	0.05
Conductividad Eléctrica	$\mu\text{S/cm}$	0.10
Turbidez	Unidades	0.10
Cloruros	mg/L	0.10
Oxígeno Disuelto	mg/L	0.15
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	0.15
Nitrógeno como Amoníaco	mg/L	0.10
Fósforo como PO_4	NMP/100 ml	0.10
Coliformes Totales	NMP/100 ml	0.15

En las tablas No 7, 8 y 9 se exponen lo criterios generales que se tuvieron en cuenta para establecer los rangos de valores de calidad (ICA), en función de sus usos.

Tabla No.7. Rango de valores para Clasificar las Aguas Superficiales para su uso para la Pesca y la Vida Acuática.

CLASE	CALIFICACIÓN CUERPO DE AGUA	RANGO DE VALOR DEL ICA	NIVEL DE TOLERANCIA
1	Excelente Calidad	70 -100	Pesca y vida acuática. abundante
2	Aceptable Calidad	60 - 70	Peces muy sensibles
3	Ligeramente Contaminada	40 - 50	Peces muy resistentes
4	Contaminada	30 - 40	Inaceptable uso pesquero
5	Altamente Contaminada	< 30	Poco apta para la vida acuática.

- Los cuerpos de agua con ICA que clasifican como “**Excelente Calidad**” son capaces de poseer una alta diversidad de vida acuática y son excelentes para uso pesquero.
- Los cuerpos de aguas con ICA catalogados como “**Aceptable**” son capaces de poseer diversidad de vida acuática y son aptas para peces muy sensibles.
- Los cuerpos de agua con ICA de Clasificación “**Ligeramente Contaminada**” se caracterizan por poseer menor diversidad de organismos acuáticos, son aptas para peces muy resistentes. En ellos se favorecen los procesos de eutrofización y el crecimiento de algas. Los cuerpos de agua con ICA de clasificaciones “**Contaminada**” y “**Altamente Contaminada**” son inaceptables para el uso pesquero y poseen baja aptitud para la vida acuática.

Tabla No 8 Rango de valores para Clasificar las aguas Superficiales para uso recreativo.

CLASE	CALIFICACIÓN CUERPO DE AGUA	RANGO DE VALOR DEL ICA	NIVEL DE TOLERANCIA
1	Excelente Calidad	70 -100	Para cualquier tipo de deporte
2	Aceptable Calidad	60 - 70	Restringido para inmersión
3	Ligeramente Contaminada	40 - 50	No apto para contacto directo
4	Contaminada	30 - 40	Sólo navegación
5	Altamente Contaminada	< 30	Inaceptable

- Las aguas con Clasificación de Calidad “**Excelente**” son aptas para todo tipo de deporte (con o sin inmersión).
- Las aguas con Clasificación de Calidad “**Aceptable**” son restringidas para deportes con inmersión y con precaución por si se ingiere, dada la posibilidad de la presencia de bacterias del tipo Coliformes

- Las aguas Con Clasificación de Calidad “**Ligeramente Contaminada**”, no están aptas para deportes con contacto directo.
- Las aguas con Clasificación de Calidad “**Contaminada**” están restringidas para deportes con embarcaciones (lanchas, botes etc.)
- Las aguas con Clasificación de “**Altamente Contaminada**” no están aptas para ningún tipo de deporte.

Tabla No 9. Rango de valores para Clasificar las aguas Superficiales para uso en la Agricultura.

CLASE	CALIFICACIÓN CUERPO DE AGUA	RANGO DE VALORES (ICA)	NIVEL DE TOLERANCIA
1	Excelente Calidad	90 -100	Para todo tipo de cultivo
2	Aceptable Calidad	70 - 90	Tratamiento menor
3	Ligeramente Contaminada	70 - 50	La mayoría de los cultivos
4	Contaminada	50 - 40	Cultivos Específicos
5	Altamente Contaminada	< 40	Inaceptable

- Las aguas de Clasificación de Calidad “**Excelente**” no requieren de tratamiento, están aptas para el riego de todo tipo de cultivo.
- Las aguas de Clasificación de Calidad “**Aceptable**” requieren de tratamiento menor (desinfección) para aquellos cultivos que se consumen de forma directa sin cocción.
- Las aguas de Clasificación de Calidad “**Ligeramente Contaminadas**” son aptas para la mayoría de los cultivos. En este caso es necesario información adicional del tipo de cultivo y la tolerancia de los mismos
- Las aguas de Clasificación de Calidad “**Contaminadas**” son aptas sólo para cultivos específicos, muy tolerantes al contenido de sales, cloruro, boro etc.
- Las aguas de Clasificación de Calidad “**Muy Contaminadas**” no están aptas para el riego.

2.5 Expresión cartográfica de los resultados utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Una vez que se tiene toda la información referente a; ubicación de las estaciones de monitoreo, datos de las mismas y los valores de ICA de aguas subterráneas y superficiales se crean las tablas en EXCEL y se exportan para el SIG (ARGIS 9.1), lo que facilita la creación de diferentes capas, cada una de las cuales tendrá asociada su información descriptiva, lo que permite obtener mapas temáticos donde se agrupan todas las capas que se emplearon dentro del SIG. En la figura No. 14 se muestra el procedimiento para obtener los mapas.

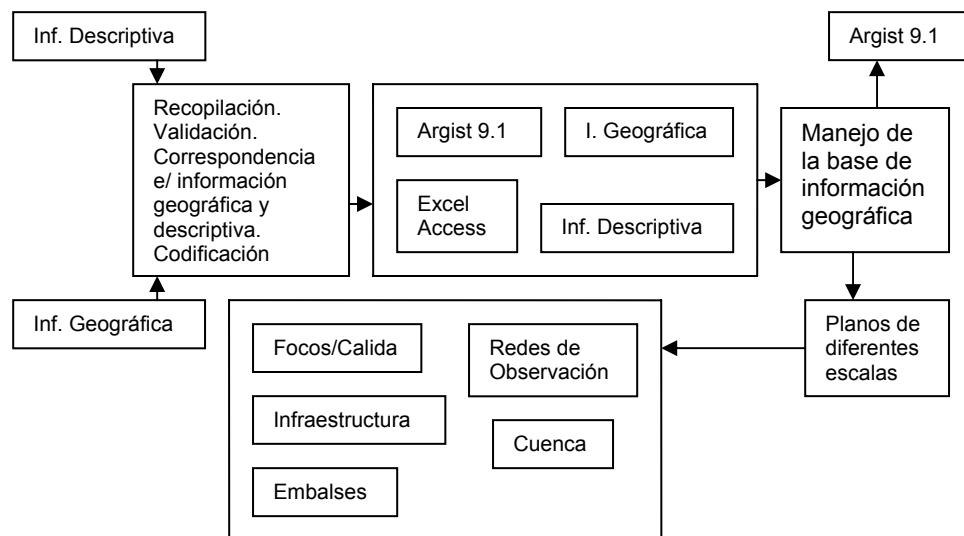


Figura No. 14 Expresión cartográfica de los resultados utilizando SIG

El trabajo contó con un geoprocesamiento espacial de los datos sustentados en herramientas del Sistema de Información Geográfica ARGIS, versión 9.1, en dos capas fundamentales:

- La confección de mapas de objetos georeferenciados correspondiente a las fuentes de abasto que conforman las estaciones de monitoreo recogidas en el la Red de Observaciones Sistemáticas de la Calidad de las Aguas (RedCAL) ubicadas en áreas de la cuenca.
- Procesamiento digital de mapas de contorno de las isolineas que determinan la zonificación del comportamiento de las variables:
 - Cloruros

- Dureza Total.
- Nitratos
- Calidad del Agua en fuentes subterráneas (ICA)

Conclusiones Parciales

1. El empleo de tecnologías y herramientas de avanzada en el cálculo del ICA, partiendo de la selección de parámetros significativos (por criterio de expertos y por estar establecidas en normativas vigentes), el desarrollo de curvas de calidad para cada parámetro seleccionado, el calculo del valor del índice (resultado de la aplicación de una formula de agregación multiplicativa) y la adopción de rangos de calidad en función de sus usos, constituyeron el soporte del trabajo, complementado con la expresión geoespacial de los resultados.
2. Esta metodología permite alcanzar el objetivo de obtener índices que evalúen la calidad de las aguas superficiales y subterráneas en una Cuenca Hidrográfica posibilitando su evolución temporal, con expresión en mapas y capas informativas de un SIG que facilita su aplicación al manejo del recurso y la planeación de las acciones requeridas para ello.

CAPITULO III DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.1 Caracterización físico – geográfica

3.1.1 Ubicación, límites y extensión

La **Cuenca Hidrográfica Sagua la Grande** se ubica al noroeste de la provincia de Villa Clara, en la macro cuenca hidrográfica septentrional del centro de Cuba, ocupando gran parte del centro, oeste y norte de este territorio. Limita al **Este** con la cuenca del Sagua la Chica, al **Oeste** con la cuenca de Río Cañas, al **Sur** con las del Hanábana, Damují, Caunao, Arimao y Agabama y por el **Norte** el Canal Viejo de Bahamas.



Figura No. 15. Límite de la Cuenca

Esta cuenca es la mayor de la provincia y la de más extensión territorial de la vertiente norte de Cuba. Posee una extensión total de 2 188 km², de la que, pertenecen a Villa Clara 2 130 km² (97 %) y representan el 21,3 % de la provincia.

Geográficamente, la cuenca del río Sagua la Grande se encuentra enmarcada entre las siguientes coordenadas:

Orientación	Coordenadas	Coordenadas
	X	Y
Norte	600000	342000
Sur	610000	268000

Oeste	551000	321000
Este	614000	272000

La cuenca abarca territorios de varios municipios como puede observarse en la figura No. 16, incluyendo importante extensiones en los municipios de Santa Clara, Ranchuelo, Santo Domingo, Quemado de Güines, Cifuentes y Sagua la Grande, en la parte alta incluye una porción del municipio de Manicaragua, para alcanzar un total de 7 municipios en los que tiene incidencia.

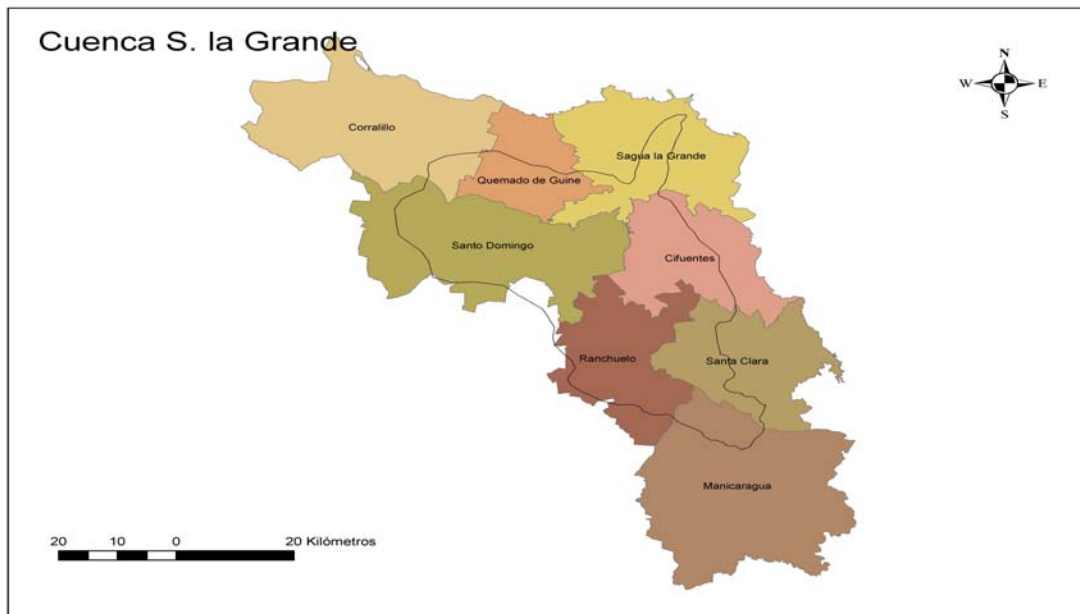


Figura No. 16. Municipios de la cuenca Sagua La Grande

Tributa al acuatorio marino del Norte de Villa Clara, por lo que actividades socioeconómicas vinculadas con la pesca y la industria asentada en esta región se relacionan, directa o indirectamente, con los aportes de agua y elementos de contaminación arrastrados por el río. Por esta razón, el análisis de los problemas ambientales asociados a la cuenca desborda sus propios límites geográficos.

3.1.2 Clima

Las condiciones climáticas de la cuenca se comportan de igual manera que las caracterizadas para de todo el país, o sea, las propias de un **clima tropical húmedo**, con dos estaciones bien definidas; una de lluvia que abarca los meses de mayo a octubre y

otra de seca, de noviembre hasta abril, aún cuando en algunas partes de la zona alta de la cuenca existen influencias del relieve, así como marino-costera en la parte baja, lo que produce una diferenciación en la distribución y comportamiento de las condiciones del clima local.

Régimen Térmico

La temperatura del aire en la cuenca presenta dos períodos definidos dentro del año, uno de mayo a octubre y otro de noviembre hasta abril.

En el primero las temperaturas en general son más elevadas, conociéndose como período cálido, comportamiento que no difiere al de la provincia. El mes más caluroso corresponde a Julio, con temperatura media (Tm) histórica de 26.5 °C y el mes más frío al mes de Enero, con una Tm de 20.6 °C. El valor medio de la Tm histórica anual es de 23.9 °C. (Figura No. 17)

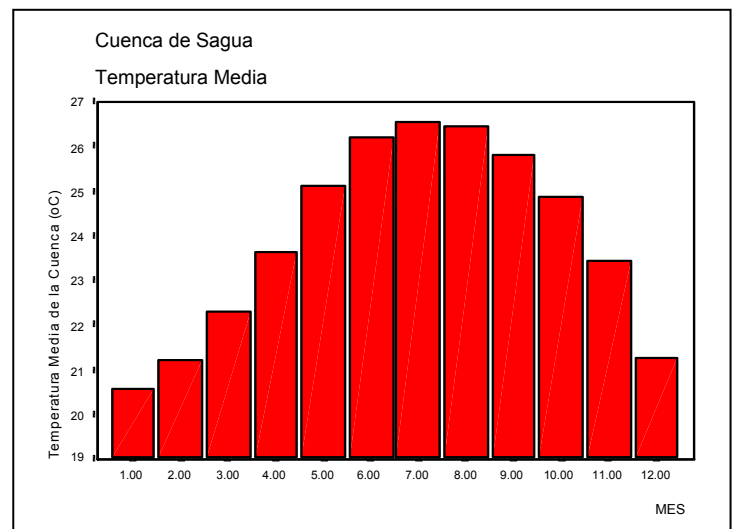


Figura No.17 Temperatura Media

Precipitaciones.

El régimen medio histórico de la precipitación muestra el comportamiento de estas en dos períodos, el lluvioso Mayo - Octubre y el seco Noviembre - Abril (Figura No 18).

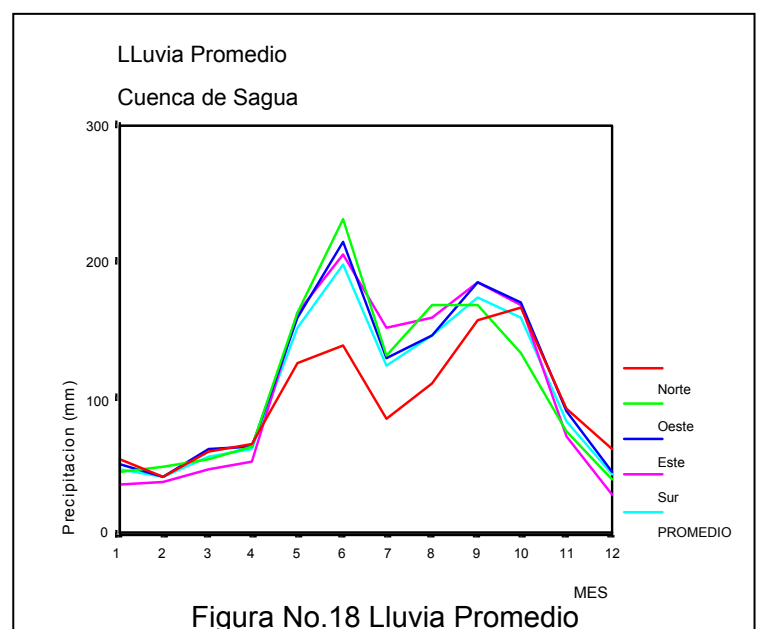


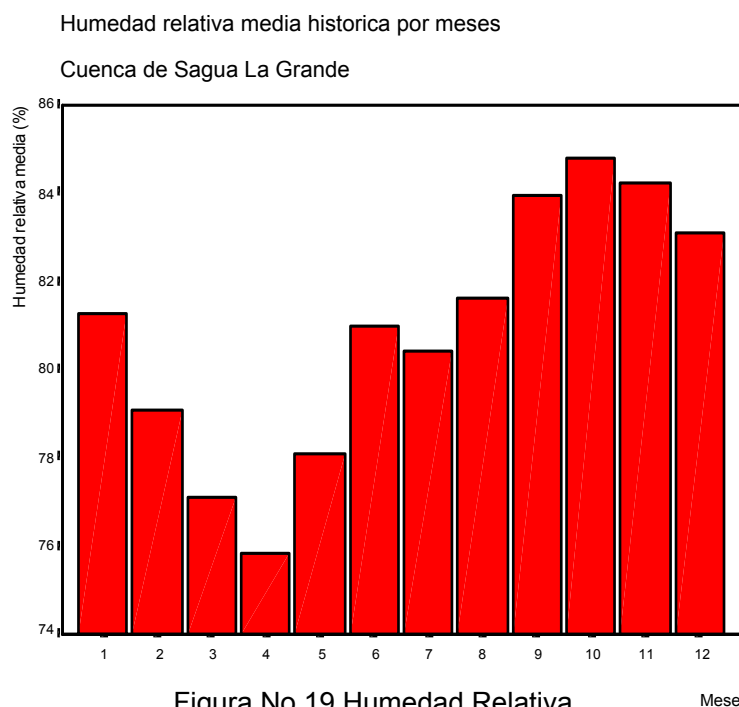
Figura No.18 Lluvia Promedio

El mes más lluvioso corresponde a Junio con 196.7 mm y el más seco a Febrero con un acumulado de 42.5 mm como promedio histórico mensual.

El mes más lluvioso corresponde a Junio con 196.7 mm y el más seco a Febrero con un acumulado de 42.5 mm como promedio histórico mensual.

Humedad del Aire

La Humedad Relativa Media (Figura No 19) del aire tiene una tendencia de disminución de Noviembre a Abril, coincidiendo con el período seco, siendo la de Abril la mas baja del año con un valor de 75.8 %, mientras que de mayo a octubre aumenta, alcanzando su mayor valor en el mes de octubre, registrando un valor medio de 84.8 %



Evaporación.

El valor medio anual de la evaporación desde la superficie del agua, según datos del INRH, alcanza una magnitud de 2184,5 mm, con una distribución anual con los valores máximos en abril (200,0 a 224,9 mm) y los mínimos en diciembre (140,0 mm). Por otra parte la evaporación desde la superficie del suelo, como promedio es de 1000 mm.

Tabla No. 10 Distribución anual de la evaporación

Parámetro	UM	E	F	M	A	M	J	J	A	S
Evaporación	mm	146.8	157.7	214.8	224.9	215.5	192.0	208.9	209.6	178.6
	%	6.7	6.9	9.8	10.3	9.9	8.8	9.6	9.6	8.2

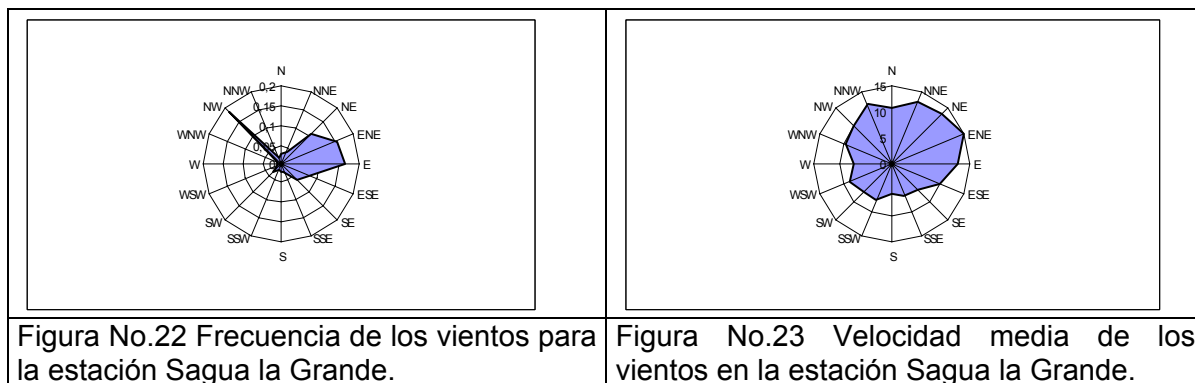
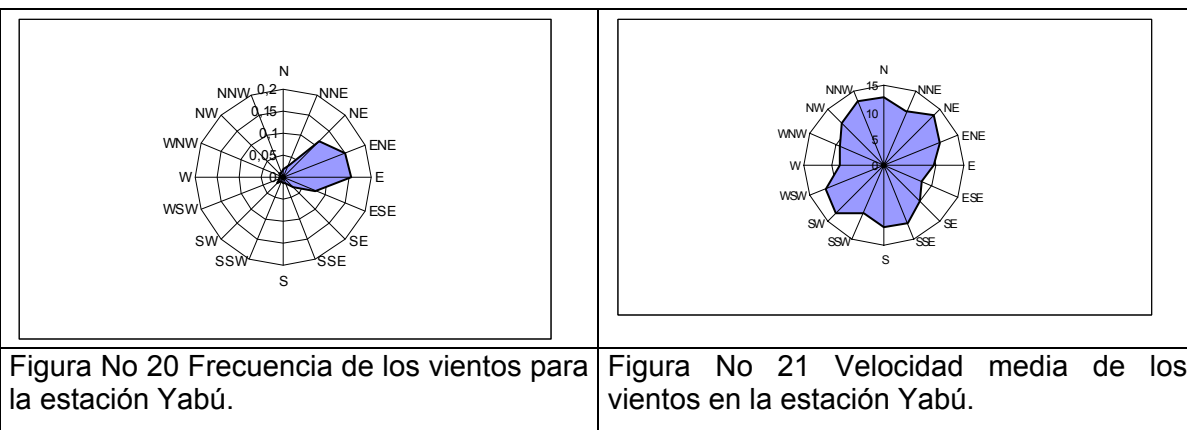
Parámetro	UM	O	N	D	TOTAL ANUAL	PERIODO SECO
Evaporación	mm	161.7	140.0	140.0	2184.5	871.4
	%	7.4	6.4	6.4	100	40.6

Dirección y velocidad del viento

El viento, elemento importante del clima local con influencias sobre los recursos hídricos, en la cuenca del Sagua la Grande responde al comportamiento de los vientos alisios que inciden sobre la región central de Cuba, con predominio de las brisas costeras en la zona norte. Es por ello que se produce una diferenciación entre las componentes predominantes del viento en las regiones más interiores de la cuenca de aquellas cercanas a la costa.

En general, el comportamiento del régimen de vientos alcanza una velocidad media anual de 10 Km/ h con una dirección predominante Este – Nordeste, con un máximo en el mes de Marzo, con 9.7 km/h y un mínimo en el mes de Septiembre, con 5.4 km/h.

El comportamiento del viento localmente puede apreciarse con más claridad al evaluar las características de las Rosas de los Vientos. En las Figuras 20 – 23 se presentan los valores correspondientes a las estaciones de Santa Clara (Yabú) y Sagua la Grande.



Nótese que existe una diferencia en el comportamiento de los vientos en ambas estaciones, dado la posición respecto a la costa. En el Yabú la frecuencia predominante es la del **ENE**, al igual que en Sagua La Grande, pero con un aumento significativo en la frecuencia de los vientos de dirección **NW** para la estación de Sagua La Grande, producto a la incidencia de los sistemas frontales y sus vientos acompañantes. En cuanto a la velocidad media son significativamente menos importantes los de región **Sur** en la estación de Sagua La Grande.

Régimen de Horas Luz

La distribución de la insolación media histórica por meses (Figura No. 24) muestra en la un comportamiento irregular durante el año, con un valor máximo promedio de 9 horas-luz en el mes de Abril y un mínimo de 6.6 horas-luz en el mes de Noviembre. Presenta un mínimo relativo en el mes de Junio con 7.6 horas-luz.

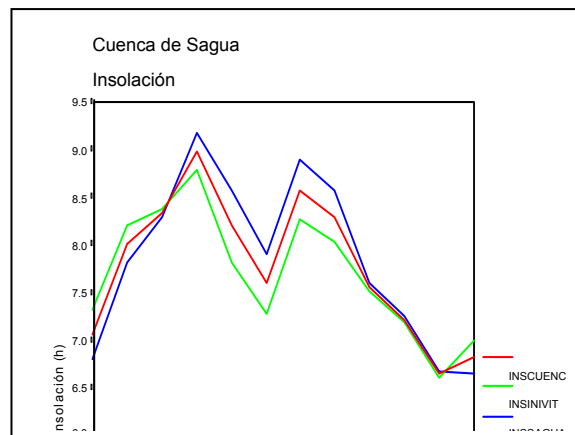


Figura No. 24 Insolación

En la cuenca estudiada la red hidrográfica, mostrada en la Figura No 25, está bien desarrollada, se clasifica como dendrítica y la corriente principal de la cuenca es el río Sagua la Grande que nace en las lomas septentrionales del Escambray a una altura de 245 m sobre el nivel medio del mar siguiendo el curso del mismo cerca del poblado de Santo Domingo el cauce se orienta hacia el norte hasta su desembocadura en la costa, cerca de Isabela de Sagua, hasta este lugar la longitud total del río principal es de 153 km con una pendiente natural media 1.9% por mil

Los afluentes más significativos de la corriente principal son por la margen derecha los arroyos Ranchuelito, Grande y Yabú, mientras que por la margen izquierda son Trancas, Jiquiabo, Roble y Monasterio.

Una parte de la cuenca es atravesada por varios canales magistrales, entre los que se encuentran Alacranes- Calabazar, Armonía y Macún.

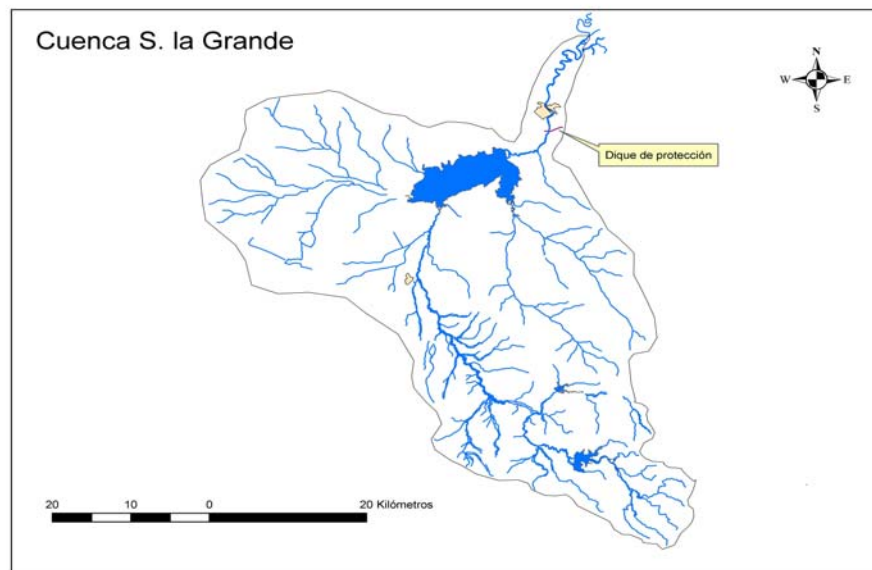


Figura No. 25 Red Hidrográfica Sagua la Grande

3.1.3 Geología.

Las características geológicas de la cuenca se describen en base al Mapa Geológico a escala 1: 250 000, confeccionados por la Academia de Ciencias de Cuba y Bulgaria; así como diferentes materiales de archivos que tienen incluidos los más recientes trabajos de campo realizados por las empresas e identidades de la provincia que estudian y trabajan en las ramas de la referida ciencia.

La tectónica ha jugado un importante papel en la formación del relieve de la cuenca reflejando en la disposición alineada de las cimas, sus facetas y la sinuosidad o cambios bruscos en el cauce del río, el cual corre adaptándose a posibles líneas de fallas. Desde este punto de vista el área de la cuenca presenta cierta consideración en cuanto a su complejidad, encontrándonos una serie de estructuras plicativas (pliegues) y dislocaciones disyuntivas (fallas).

En la porción Suroeste y centro de la cuenca se encuentra la Depresión de Santo Domingo que está incluida dentro de la Zona Estructurofacial Zaza, el resto del área de la cuenca se halla ocupada por las Zonas Estructurofaciales Placetas, Camajuaní y una

pequeña parte de Remedios. La conforman una variada litología en su mayor parte de edad Cretácico Inferior y Superior (K^{1-2}) que constituyen su basamento. Rellenan la depresión los depósitos Maestrichtiano-Paleogénicos (K_2^{m-p}) que estructuralmente representan un piso estructural unitario, localizados hacia la parte norte y este. Aparecen además rocas de origen vulcanógeno-sedimentario y numerosas intrusiones de serpentinitas y gabroides. Estas litologías constituyen el piso inferior, el superior lo forman sus efluvios y sedimentos aluviales que van desde arcilla hasta arena gruesa, con gran distribución y potencia. Todo lo cual se muestra a continuación en la Figura No. 26.

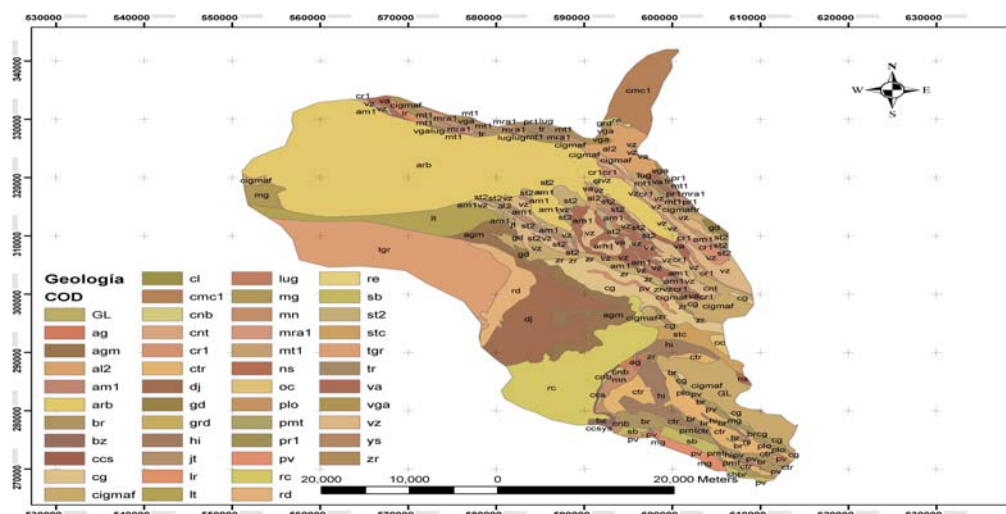


Figura No 26. Mapa Geológico Cuenca Hidrográfica Sagua la Grande

3.2 Caracterización socio-cultural y estado ambiental de la cuenca

La cuenca del río Sagua la Grande constituye la principal de la provincia de Villa Clara, tanto por su extensión territorial (es la mayor de la vertiente Norte de Cuba) como por el nivel de significación que tiene en el contexto socioeconómico.

En ella reside el 20 % de la población de la provincia (al cierre del 2 003 se estimó en cerca de 41726 habitantes), gran parte de ella radicada en asentamientos distribuidos en toda el área, siendo los principales las ciudades de Santa Clara, Sagua la Grande, Sto. Domingo, Ranchuelo, Quemado de Güines y Cifuentes y más de 20 pueblos y poblados con diferentes características demográficas y socioeconómicas. Estos asentamientos están interconectados por vías nacionales (Autopista Nacional, Carretera Central, Carretera Circuito Norte, Carretera a Camajuaní-Caibarien y el Ferrocarril Central) o locales.

Por la fertilidad de sus suelos y las características climatológicas y geomorfológicas, en el área de esta cuenca se desarrollan las principales actividades agropecuarias de la provincia, en primer lugar la agricultura cañera y la de producción de alimentos, que junto a la ganadería son renglones primordiales en la economía local.

La actividad industrial tiene en los sectores azucarero, elaboración de alimentos, la producción de ron y licores, las industrias mecánica, de producciones domésticas, de materiales para construcción y la electroquímica gran desarrollo, por la infraestructura instalada y las tradiciones y capacidad de las fuerzas productivas del territorio.

La pesca, el turismo y la recreación tienen en el sector costero y las obras hidráulicas una enorme potencialidad. Estas últimas constituyen el más importante potencial hidráulico, contando con uno de los mayores embalses del país (Alacranes) cuya función principal es el riego.

Estas actividades socioeconómicas generan impactos negativos en el medio, lo cual se traduce en áreas deforestadas por la tala y la quema, pérdida de suelos por arrastres en zonas sin protección, erosión, afectaciones a la flora y la fauna y contaminación de las aguas. Existe una marcada incidencia de la carga contaminante que es arrojada a las aguas superficiales de la cuenca, con residuos orgánicos e inorgánicos (metales pesados entre estos últimos).

Están identificadas 72 fuentes emisoras de aguas residuales, distribuidas en el área de la cuenca (CITMA-INRH-2008), con o sin tratamiento o tratamiento deficiente. Por esta causa se vierten, directa o indirectamente, a las corrientes superficiales tributarias del río principal de la cuenca, aportando una carga orgánica en términos de DBO₅ en el orden de 2 829 t/año (Reporte CITMA-2008). En los Anexos B y C se reportan las características generales y la localización de dichas fuentes contaminantes.

Entre las de mayor aporte se destacan el alcantarillado de Santa Clara con 1 012 ton/año, la Cervecería de Manacas con 400 ton/año, que juntas constituyen casi el 40% de la carga total vertida en la cuenca.

La ciudad de Sagua La Grande también aporta un volumen importante de contaminantes, en el curso bajo del río. Dada su posición, incide prácticamente sobre la zona costera. La carga aportada desde la misma asciende a 365 ton/año, incidiendo significativamente instalaciones como el Matadero “Lorenzo González”. No puede dejar de considerarse el efecto de la Planta Cloro Sosa, con su aporte de metales pesados como el mercurio (unos 0.48 kg/año)

3.3 Conclusiones parciales

1. La cuenca del río Sagua la Grande es la principal de la provincia de Villa Clara por su extensión territorial y significación en el contexto socioeconómico en el abasto de agua a la población, el riego de áreas agrícolas, el turismo, la recreación y la hidroenergía.
2. El recurso agua en esta cuenca es objeto de actividades que deterioran su calidad, teniendo en la contaminación, los efectos de los arrastres por la erosión de los suelos y la tala sus principales causas, lo cual requiere de un reforzamiento de la vigilancia y monitoreo para la evaluación de su aptitud para diferentes usos.

CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Caracterización de la Red de Monitoreo (RedCal) de la Cuenca Hidrográfica Sagua la Grande.

La red de estaciones de monitoreo para el control de la calidad de las aguas en la cuenca está constituida por 30 estaciones, de ellas 23 corresponden a aguas subterráneas y 7 a superficiales. Los usos principales de las aguas están destinados al abastecimiento para consumo humano (73 %), industria (6.7 %), riego agrícola (6.7 %) y estaciones para el control de la contaminación (13.3 %).

En la figura No 27 se muestra la distribución espacial de las fuentes subterráneas ubicados en la Cuenca.

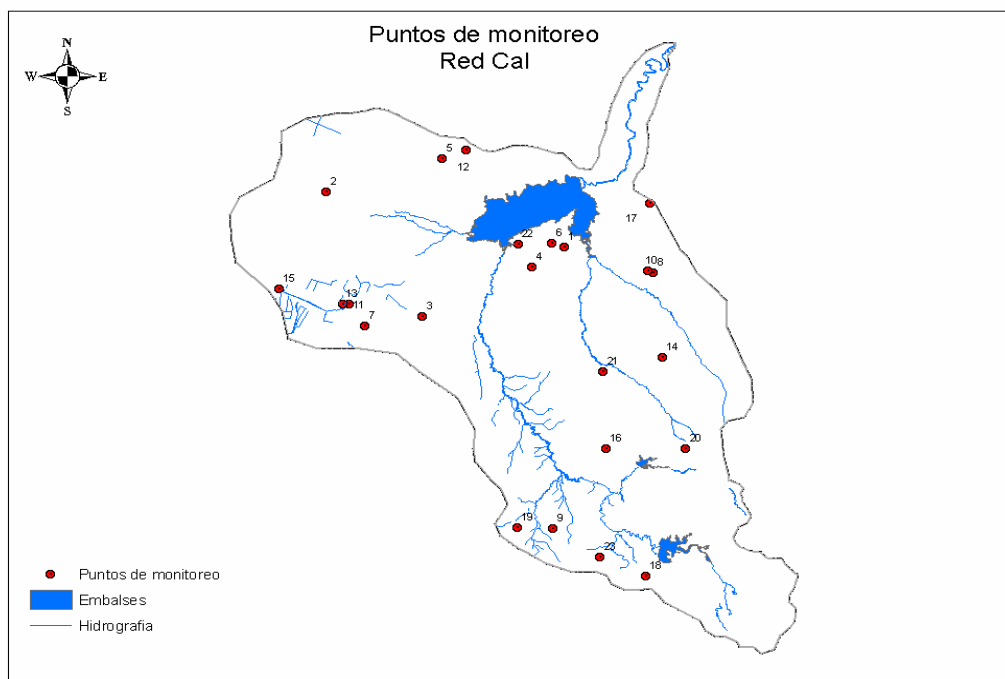


Figura No. 27 Localización de las estaciones de monitoreo subterráneas.

En la tabla No 11 se muestra de forma resumida la información de las estaciones, referente a localización, tipo de uso, tipo de fuentes y municipio al que pertenecen.

Tabla No 11. Información de las estaciones subterráneas y superficiales ubicadas en la cuenca.

Código	Nombre Estación	Coordenadas		Municipios	Tipo de Uso	Tipo Fuente
		N	E			
VC-066	Emb. Palmarito Toma	280,900	598,200	Santa Clara	C Humano	Sup
VC-067	R. Sagua Pte Esperanza	288,800	590,900	Ranchuelo	Control Cont.	Sup
VC-068	Est. Aforo Sto. Domingo	308,900	579,200	Sto Dgo	Conrol. Cont.	Sup
VC-070	Abto Cervecería Mcas	310,210	563,800	Sto Dgo	Industrial	Subt
VC-074	Abto. Batey P. Gómez	327,800	574,800	Qdo Guines	C Humano	Subt
VC-081	Embalse Arroyo Gde. II	290,500	596,700	Ranchuelo	Riego	Sup
VC-091	Abasto Wilfredo Pagés	303,700	599,200	Cifuentes	C Humano	Subt
VC-093	Acdto. Mordazo	312,080	556,800	Sto Dgo	C Humano	Subt
VC-095	San Juan de los Yeras	279,500	592,300	Ranchuelo	C Humano	Subt
VC-096	Micro O. Herrera	277,100	597,400	Ranchuelo	C Humano	Subt

VC-105	Abto. J. Grima. Yabú	292,600	601,700	Santa Clara	C Humano	Subt
VC-106	Zona Des. Q. de Guines	328,900	577,400	Qdo Guines	C Humano	Subt
VC-110	Abto Cifuentes Distancia	314,250	597,520	Cifuentes	C Humano	Subt
VC-111	San Diego del Valle	302,000	592,600	Cifuentes	C Humano	Subt
VC-112	Acdto. Esperanza	292,600	593,000	Ranchuelo	C Humano	Subt
VC-113	Acdto. Amaro	317,600	586,900	Sto Dgo	C Humano	Subt
VC-115	Acdto. Santo Domingo	308,670	572,600	Sto Dgo	C Humano	Subt
VC-116	Acdto. Manacas	307,560	566,240	Sto Dgo	C Humano	Subt
VC-118	Abto. Sabino Hdez.	310,200	564,600	Sto Dgo	C Humano	Subt
VC-120	CAI I. Alfonso	283,060	583,130	Ranchuelo	C Humano	Subt
VC-122	Embalse Alacranes	324,300	590,300	Sag. la Gde	Riego	Sup
VC-130	Río Yabú. Pte Amaro	318,100	590,600	Sto Dgo	C. Contam.	Sup
VC-148	Río Sagua Curamaguey	276,200	606,300	Santa Clara	C. Contam.	Sup
VC-152	Abto F. Refresco Amaro	317,100	588,300	Sto Dgo	Industrial	Subt
VC-153	Abasto Salvadora	323,850	562,000	Sto Dgo	C Humano	Subt
VC-162	Abto. Rodrigo	317,500	583,200	Sto Dgo	C Humano	Subt
VC-188	Abto. El Rubí	282,870	587,100	Ranchuelo	C Humano	Subt
VC-180	Acdto.Cifuentes	314,003	598,205	Cifuentes	C Humano	Subt
VC-190	Abto. Las Nieves	314,700	584,800	Sto Dgo	C Humano	Subt
VC-191	Abto. Batey M. Grajales	322,400	597,800	Sag. la Gde	C Humano	Subt

4.2 Estado de la Calidad del Agua en las fuentes subterráneas.

Los valores de calidad (Q_i) obtenidos de las curvas desarrolladas para cada parámetro y los valores del Índice de Calidad del Agua (ICA) se tabulan en el Anexo D.

El cálculo de los Q_i realizado para cada uno de los parámetros seleccionados en las estaciones subterráneas evaluadas, denota que en la cuenca predominan las fuentes que presentan valores de ICA superiores a 80, que representan el 52 % del total, lo que indica que las mismas presentan buena calidad, no mostrando alteraciones significativas en ninguna de las variables analizadas y que el deterioro de la calidad del agua en algunas de ellas esta dado por; alto contenido de cloruro, dureza total y nitratos, registrándose valores por encima de lo admisible en la norma que ampara el uso de las aguas, lo que corrobora

la validez de los resultados del ICA implementado. Esto se sustenta en el análisis realizado de los principales parámetros que afectan la calidad del agua en la cuenca.

Los altos contenidos de dureza total, por encima de lo admisible (400 mg/L), se registran en las estaciones de Abasto Wilfredo Pages (VC-091), Abasto San Juan de los Yeras (VC-095), Abasto Julián Grimaó (VC-105) y Abasto San Diego del Valle (VC-111). La estación que históricamente se ha caracterizado por presentar los mayores valores de dureza total es la (VC-095), en la figura No 28 se muestra su tendencia a mantenerse cercano a 600 mg/L; su contenido elevado está estrechamente relacionado con la litología imperante en la zona.

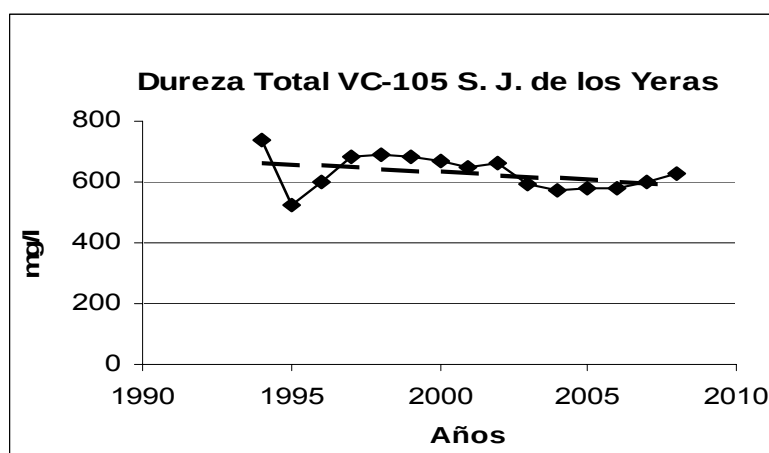


Figura No 28 Tendencia de Dureza Total

En la figura No 29 se muestra la zonificación del contenido de la Dureza Total en la cuenca, donde predominan las estaciones con rangos de 200 mg/L a 300 mg/L y de 300 mg/L a 400 mg/L.

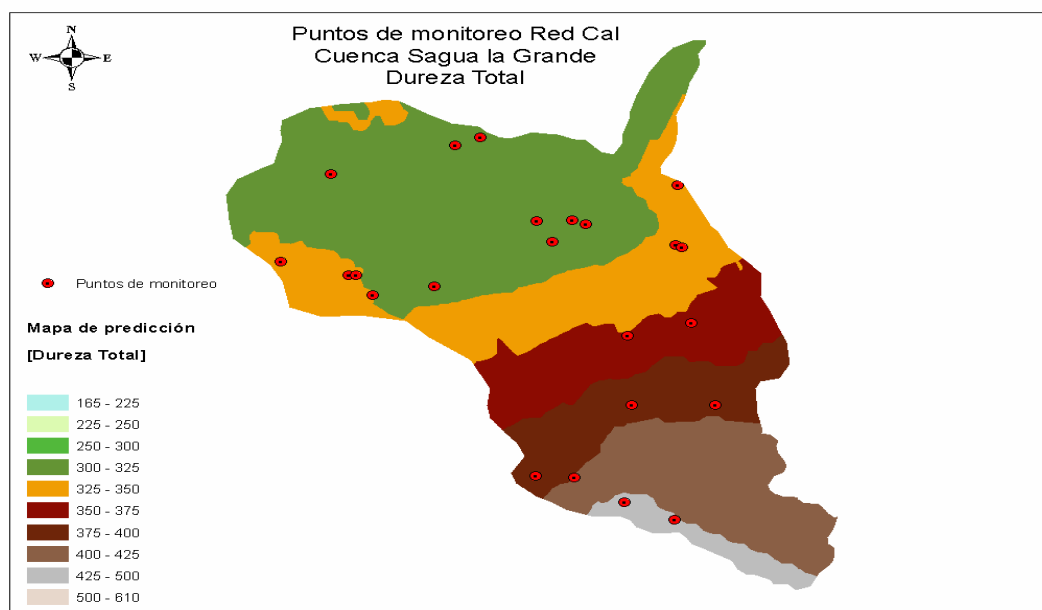


Figura No 29 Zonificación del contenido de Dureza Total (CaCO_3).

En la figura No 30 se muestran las isolíneas de cloruro, predominando en la parte central de la cuenca un rango de 50 mg/L a 100 mg/L y en la parte Sur predominan los valores de 100 mg/L a 200 mg/L y solo en un área puntual, alcanza valores mayores a 250 m/L, que corresponde a la estación San Juan de los Yeras (VC-095).

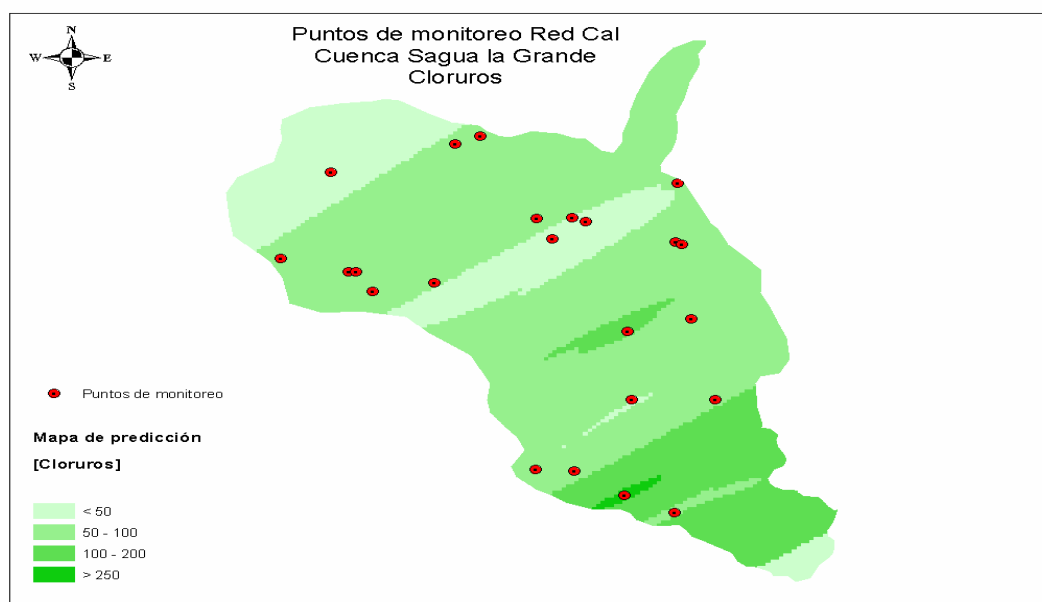


Figura No 30 Zonificación del contenido de Cloruros

En la figura No 31 se presenta la zonificación del contenido de nitrato, predominando el rango de 10 mg/L a 25 mg/L en la parte central de la cuenca y el rango de 25 mg/L a 45 mg/L en la parte del centro al sur de la misma. Solo se observa un área puntual donde se

alcanzan valores superiores a 45 mg/L en la fuente del asentamiento San Juan de los Yeras. Altos valores de nitrato se registran además, en la fuente VC-105 (abasto Julián Grima) y VC-106 (abasto a la Zona Desarrollo Quemado de Guines). Estas estaciones, históricamente han presentado valores superiores o cercanos al valor máximo admisible establecido de la NC 93-02: 1985.

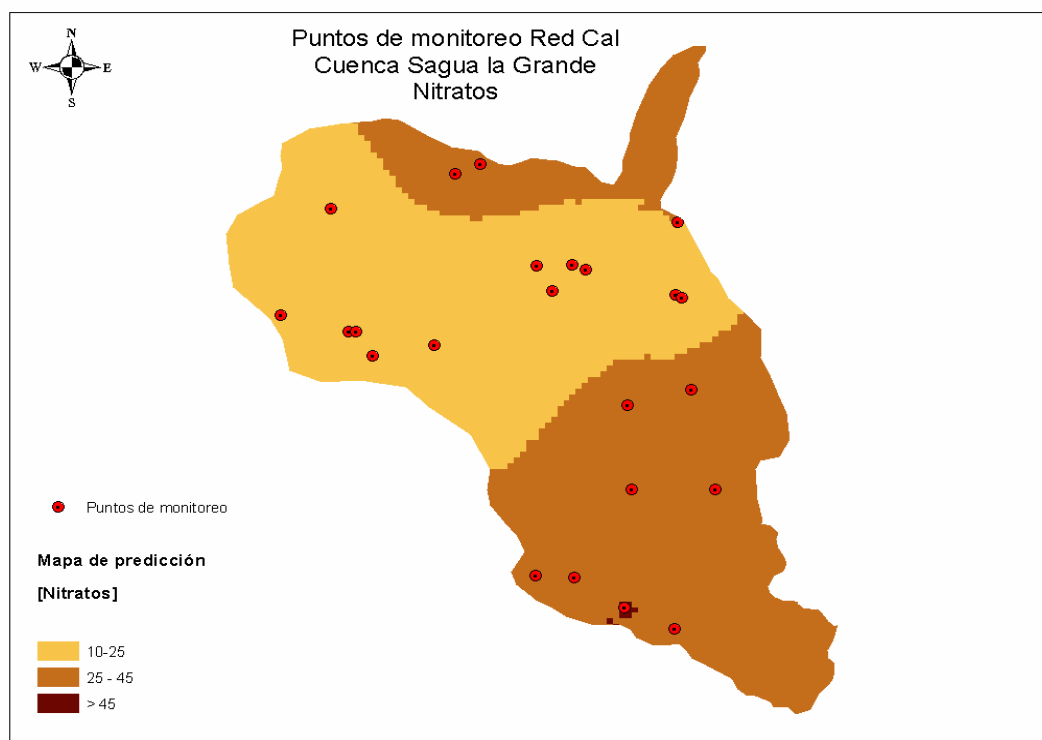


Figura No 31. Zonificación del contenido de Nitratos

Las principales causas del incremento de la concentración de nitratos en estas estaciones es debido a:

- VC-095 abasto a San Juan de los Yeras, dado la influencia de la infiltración de residuales domésticos en áreas tributarias del acuífero, ya que, la misma se localiza en el asentamiento San Juan de los Yeras, poblado de 824 habitantes, de ellos sólo el 1.8 % con sistema de alcantarillado y el 98.2 % evacuando hacia fosas y letrinas, (EAA, 2008), no respetándose la Zona de Protección Sanitaria de la fuentes de abasto (NC 93-01-209: 1990). El contenido de materia orgánica nitrogenada de estos residuales experimenta una degradación bioquímica en el suelo, transformándose en compuestos más simples por la acción de los

microorganismos, donde el amoníaco se oxida a nitrato, siendo esta la principal causa de su incremento.

- VC-105 abasto Julián Grimau, dado la influencia del riego con aguas albañales procedentes del embalse Arroyo Grande I en áreas agrícolas circundantes y la aplicación de fertilizantes inorgánicos en el área de influencia categorizada como Zona de Protección Sanitaria de esta fuente que. debido a esta situación, también, han tenido afectaciones en la calidad de las aguas otras fuentes ubicadas en el área, que abastecen a centros internos y otros núcleos urbanos cercanos, según investigaciones realizadas (Peñate, 2006; Moreno, 2008).
- VC-106 abasto Zona Desarrollo Quemado de Güines, dado la influencia de los residuales albañales del poblado de Quemado de Güines, donde los residuales producidos por el 97.8 % de la población total (10497 hab.), es dispuesto hacia fosas y letrinas (EAAL-VC, 2008).

En los gráficos de tendencia (figuras 32, 33 y 34) se muestra la evolución del comportamiento del contenido de nitrato. La fuente San Juan de los Yeras presenta una tendencia a incrementar sus valores, mientras que las fuentes Julián Grimau y Quemado de Güines a disminuir, pero cercanas al valor máximo admisible (45 mg/L).

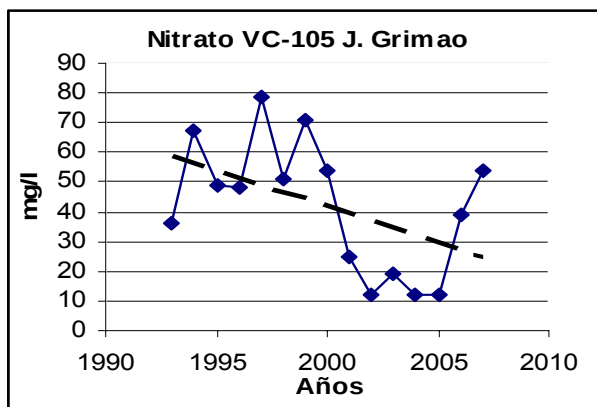


Figura No 32 Tendencia NO₃ (VC-095)

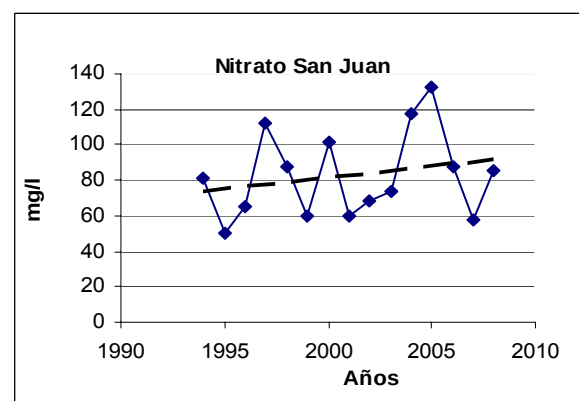


Figura No 33 Tendencia NO₃ (VC-105)

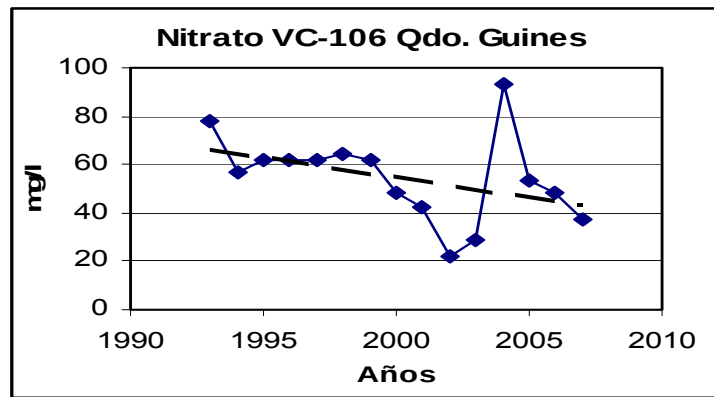


Figura No 34 Tendencia NO_3 (VC-106)

4.2.1 Indicadores de Calidad del Agua (ICA) en fuentes subterráneas.

Para el cálculo de los ICAs se utilizaron los datos de los parámetros seleccionados de las estaciones de la RedCal, contenida en la Base de Datos (PRODAT del INRH-VC), procesándose la información a partir del año 1993 y hasta el 2008. El cálculo se realizó a través del tabulador Excel de Microsoft Office 2003.

Una vez calculados los ICA se procedió a plantear una prueba de hipótesis para la comparación de los valores medios del ICA del período seco y del húmedo, tomando en consideración la desviación estándar de cada media. Se consideró un intervalo de confianza de 95 %. Las hipótesis planteadas fueron:

H_0 : Media ICA_{PS} = ICA_{PH}

H_1 : Hipótesis alternativa, medias del ICA_{PS} $\neq$ ICA_{PH}

Asumiendo varianzas iguales, el valor calculado del estadístico t fue igual a - 0.490455 y el valor de la probabilidad P igual a 0.6238. No se rechaza la hipótesis nula para alfa igual a 0.05, dado que el valor de $P > 0.05$.

Asumiendo que las varianzas no son iguales, el valor del estadístico $t = -0.489727$ y la probabilidad $p = 0.624324 > 0.05$, en esta prueba tampoco se rechaza la Hipótesis nula. Por tanto, no existen diferencias significativas entre los valores del ICA para el período seco y húmedo, por lo que se procedió a realizar el análisis de los ICA obtenidos tomando valores medios de la serie histórica de datos a lo largo de todo el año. En la Figura 35 se muestra el comportamiento del ICA para las estaciones subterráneas evaluadas, a partir de los datos de la tabla del Anexo D.

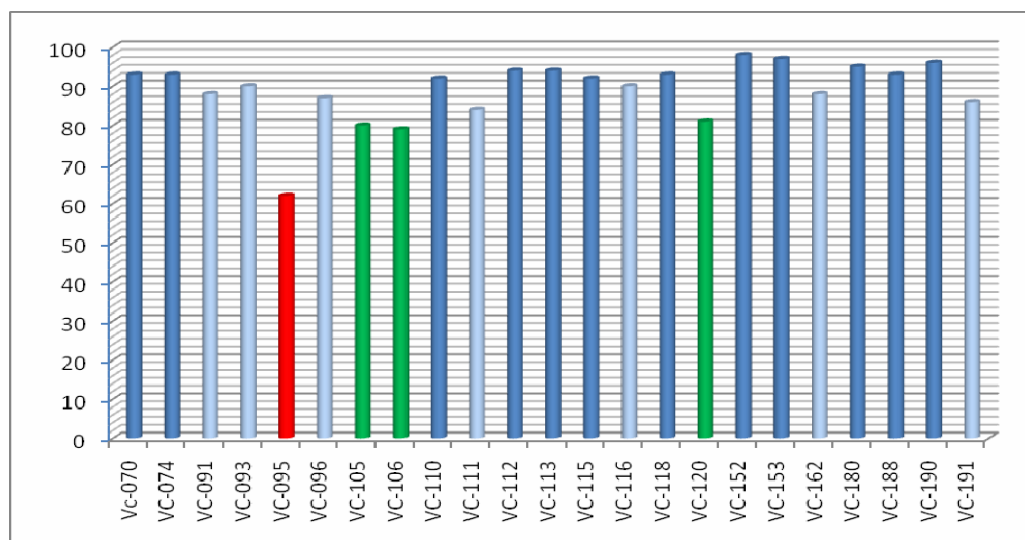


Figura No 35 Valores ICA de las fuentes subterráneas

Leyenda

Rangos de valores ICA

- 60-70 Contaminada
- 70-80 Ligeramente contaminada
- 80-90 Aceptable calidad de agua
- 90-100 Excelente calidad de agua

Del resultado del ICA obtenido, se determinó que de un total de 23 estaciones, 12 presentan una calidad excelente, 7 calidad aceptable, 3 calidad ligeramente contaminada y sólo una fuente con calidad de contaminada; representando el 52, 30, 13 y 4 % del total de estaciones, respectivamente.

La selección de parámetros como indicadores para evaluar la aptitud de la calidad de las fuentes subterráneas para el uso a que están destinadas, ha dado resultados satisfactorios, ya que permiten identificar el deterioro o mejora de la misma. Convirtiéndose estos, en indicadores claves para determinar impactos sobre la biosfera, así como, sobre el medio ambiente en general.

Espacialmente, en la cuenca se presentan diferentes rangos de calidad, los cuales están asociados estrechamente con la litología imperante en cada área y del grado de influencia de la acción antrópica. En la figura No 36 se muestra el rango de calidad de agua obtenido por la aplicación del ICA.

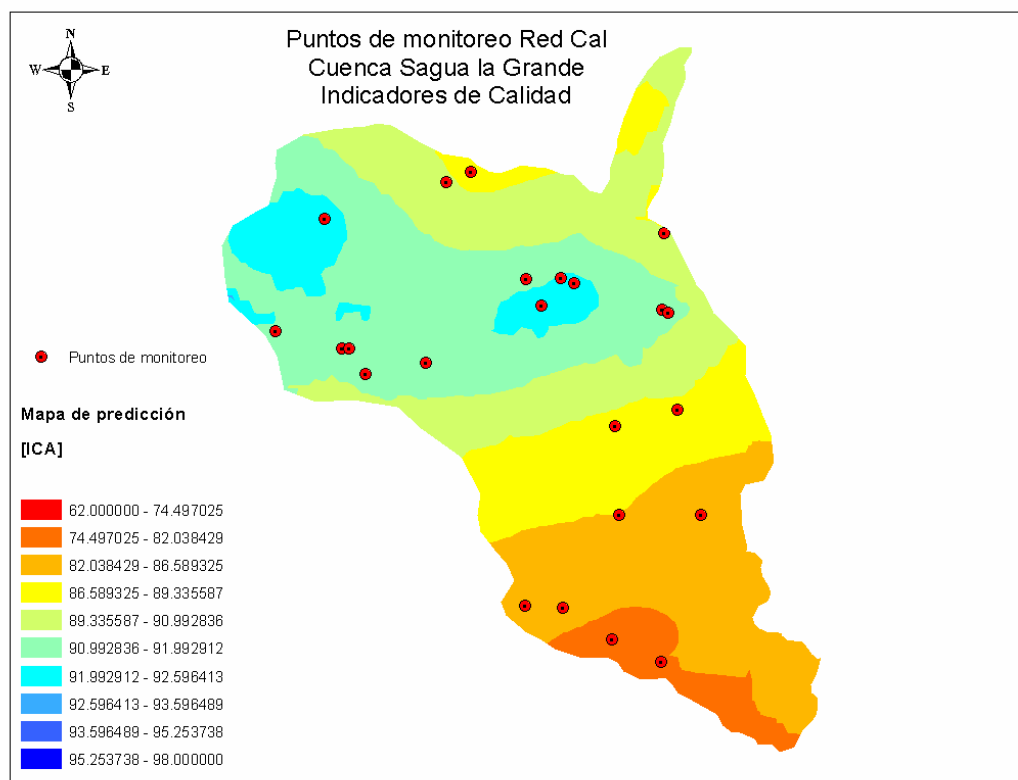


Figura No.36 Zonificación de la Calidad de Agua en la Cuenca Sagua la Grande.

De la zonificación de la calidad en la cuenca, se evidencia que la zona donde se deteriora en mayor grado la calidad del agua se corresponde con las fuentes que presentan afectaciones en alguno de sus parámetros. En este caso nos referimos a las fuentes Julián Grimaú con valor de ICA 80 y San Juan de los Yeras, 62. En el caso de Quemado de Güines, con valor de ICA 79 no se delimita bien por ser una estación puntual ubicada en el área el rango de valores del ICA entre 80 y 100.

Las fuentes de abasto de San Juan de los Yeras y Quemado de Güines no están aptas como fuentes de abastecimiento para consumo humano. Se requiere la búsqueda de nuevas fuentes. Las principales afectaciones están dadas por el alto contenido del ión nitrato (NO_3^-), el cual resulta tóxico para el hombre al ser consumido en el agua de bebida, ya que reacciona con el organismo, transformándose en el ión (NO_2^-), que en altas dosis provocan envenenamiento de la sangre (anoxia); así como, la formación de nitrosaminas que poseen propiedades cancerígenas. La dureza de las aguas también es otro factor de gran incidencia a la salud, altos contenidos de la misma provoca afectaciones renales y cardiovasculares.

4.3 Estado de la Calidad del Agua en las fuentes superficiales

Para aplicar los índices establecidos para evaluar las fuentes superficiales se seleccionaron 7 estaciones de monitoreo de la RedCal. Se procesó toda la información necesaria y finalmente se obtuvo el valor de ICA para cada curso de agua. El valor obtenido del ICA se muestra en la figura No 37.

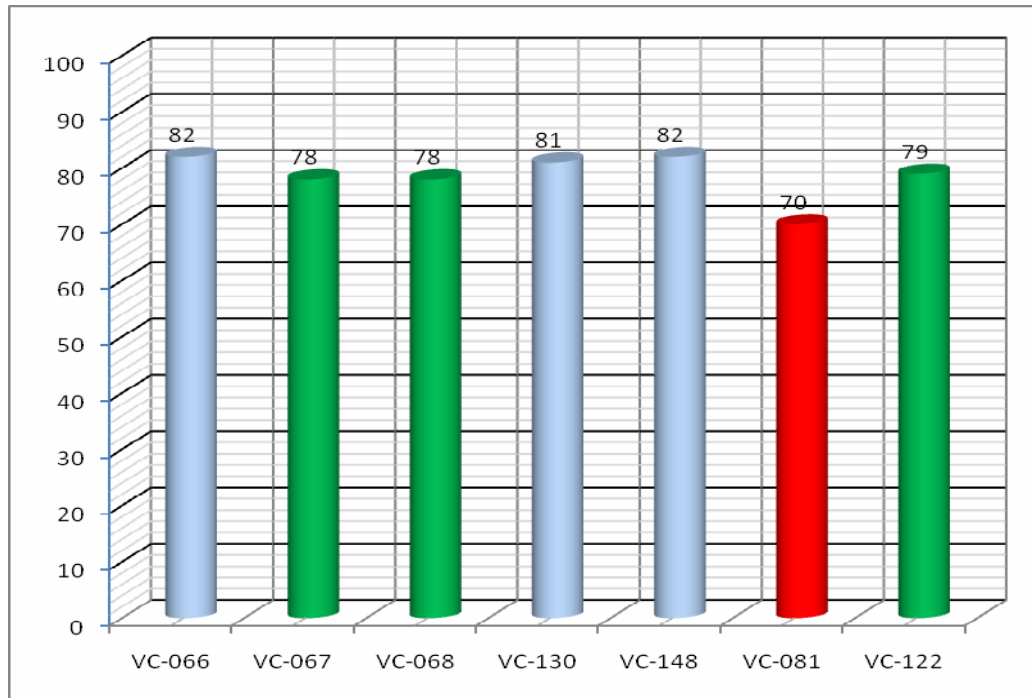


Figura No 37. Valores de ICA para cada estación superficial estudiada.

4.3.1 Indicadores de Calidad del Agua (ICA) en fuentes superficiales.

De la evaluación de los ICA realizada se observa que: tres estaciones superficiales tienen una evaluación de Calidad Aceptable; (VC-148) Embalse Palmarito, (VC-148) Río Sagua la Grande y (VC-130) Río Yabú; tres estaciones obtuvieron la clasificación de Ligeramente Contaminadas (VC-066) Río Sagua en el Puente Esperanza, (VC-068) Río Sagua en el Puente Santo Domingo y (VC-122) Embalse Alacranes; la estación de peor calidad de agua es el Embalse Arroyo Grande II (VC-081, que está entre el rango de Ligeramente Contaminada a Contaminada.

En la figura No 38 se muestra la clasificación de calidad obtenida para estación considerada. En este caso no se realiza la zonificación de la calidad, ya que se dispone de pocos puntos de monitoreo para definir la calidad de toda la red hídrica superficial de la cuenca hidrográfica Sagua La Grande.

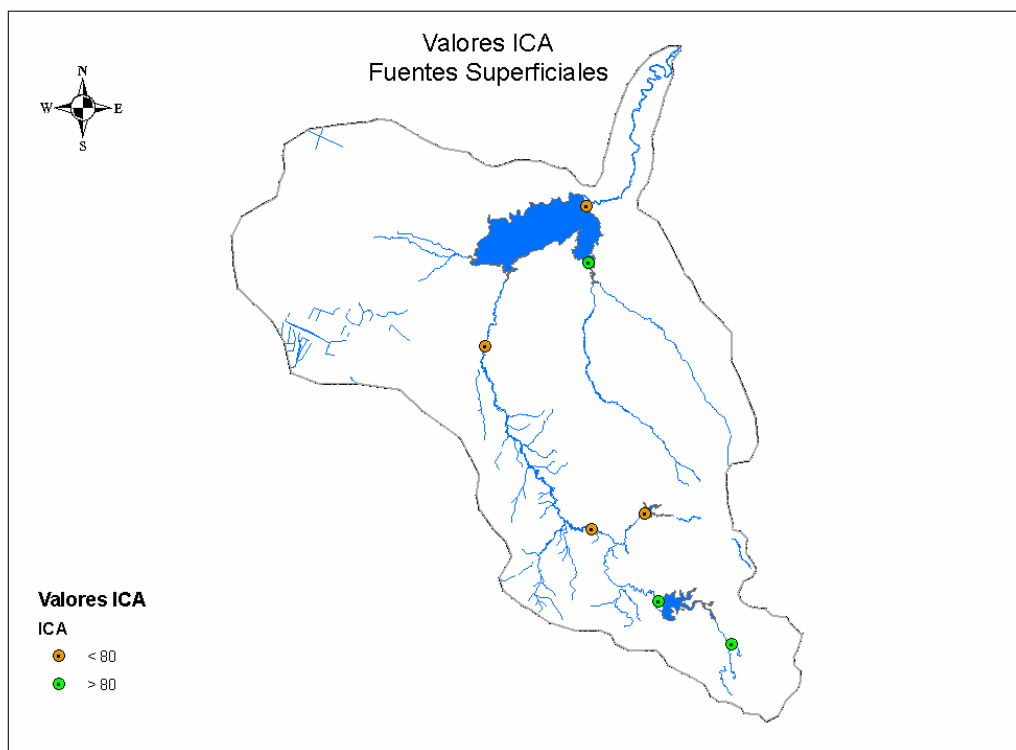


Figura No 38 Localización de las estaciones superficiales y representación de su calidad por rangos del ICA.

Las aguas superficiales son más vulnerables a la contaminación generada por las actividades agrícolas, industriales, forestales intensivas y el deficiente tratamiento de los residuales domésticos.

Las principales causas del deterioro de las fuentes de agua superficiales evaluadas están dadas por el vertimiento de residuales albañales desde fuentes difusas o puntuales, siendo los parámetros oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno, fosfato y coliformes totales, los que presentan menores valores de calidad (Q_i). Las fuentes que presentan alteraciones en estos parámetros son:

- Corriente superficial “Río Sagua la Grande”;

VC-067(Puente Esperanza): presenta alteraciones en los parámetros de oxígeno disuelto y demanda química de oxígeno, producto a que este curso de agua recibe las aguas provenientes de los embalses Arroyo Grande I y II, siendo este el principal receptor de las aguas albañales del 80 % de la población de la ciudad de Santa Clara y de las principales industrias. Estas aguas poseen contenidos de materia orgánica, que para su degradación demandan concentraciones de oxígeno, provocando una disminución de este en los cursos de agua.

VC-130 (Puente Santo Domingo): Presenta alteraciones en los mismos parámetros que la estación anterior, el deterioro de estos está dado fundamentalmente por los residuales albañales del asentamiento de de Santo Domingo, el cual tiene una población de 17000 habitantes y de ellos, sólo 4.3 % posee servicio de alcantarillado, el 95.7 % es evacuado hacia fosas y letrinas, constituyendo estas fuentes difusas de contaminación. Otras de las causas, el desarrollo agrícola y agropecuario de la cuenca colectora del drenaje superficial que tributa al río.

VC-148 (En el puente, localidad Curamagüey): Presenta las mismas alteraciones de las citadas estaciones, pero se presenta con menos intensidad que las anteriores, ya que el nacimiento del río está a menos 1 km, en la loma de “Los Azules”, no existiendo vertimientos de residuales desde fuentes puntuales, predominando las del tipo difusas, provenientes del desarrollo ganadero de la zona tributaria a esta corriente. Aguas debajo de esta estación el río es represado y se construyó el embalse Palmarito, el cual se utiliza como fuente de abasto de la Ciudad de Santa Clara.

- Corriente Superficial Río Yabú (VC-130): El déficit de oxígeno disuelto e incremento de la demanda química de oxígeno están dados fundamentalmente por el inadecuado tratamiento de los residuales albañales e industriales, los que inciden de forma directa o indirecta hacia esta corriente y sus tributarias. Los de mayor incidencia son; fábrica de conservas San Diego y el asentamiento y lo que se le incorpora desde el río Maguaraya, el cual es receptor de los residuales de los asentamientos Cifuentes y Wilfredo Pagés y del drenaje de áreas agrícolas y ganaderas.

- VC-066 (Embalse Palmarito): Ha presentado afectaciones en las concentraciones de OD y DBO₅, ya que está referida la toma de agua, que en este caso es de fondo, donde existe una menor calidad de agua, que los estratos superiores cercanos a la superficie.
- VC-122 (Embalse Alacranes). Las principales afectaciones de la calidad están dadas por el OD, DBO₅, ya que esta es receptora del río principal (Sagua la Grande), que en su trayecto se le incorporan residuales de tipo albañal, industrial y agrícola, provenientes de asentamientos poblacionales, siendo el de mayor incidencia la ciudad de Santa Clara. Otra corriente de gran repercusión es el río Monasterio, que recibe los aportes de residuales desde el CAI y el Batey George Whashington y la fábrica de rones “Agustín Menas”, además, de los vertimientos eventuales desde el CAI Carlos Baliño.
- VC-081 “Embalse Arroyo Grande II: Es la estación que mayor afectación tiene en la calidad del agua, presenta alteraciones en los parámetros, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno, amonio y fosfatos. Esta situación se debe a que el sistema hidráulico Arroyo Grande I y II es el receptor de las aguas residuales albañales de la ciudad de Santa Clara, recibe un caudal aproximado de 1.27 m³ /d (fuente. Peñate, 2006).

Clasificación de los ICA en función de sus usos

- La Estación (VC-066) Embalse Palmarito obtuvo un ICA en el rango de 80 a 90, se Clasifica como Aceptable, está apta para su uso como fuente de abasto.
- Las Estaciones ubicadas en el río Sagua la Grande; VC-067, VC-068 y VC-148, presentan valores de ICA de 78, 78, 82, respectivamente. Las mismas se Clasifican de Excelente, teniendo el rango establecido para preservar la vida acuática y todo tipo de deportes sin inmersión.
- Las estación VC-122 obtuvo un valor ICA de 79, se Clasifica de Excelente Calidad, según el uso de sus aguas destinado a la pesca y el riego agrícola y el rango establecido para evaluar las mismas.
- La estación VC-081 obtuvo un ICA de 70, se clasifica según sus uso para riego como ligeramente contaminada, está apta para el riego de cultivos que no se consumen de forma directa. No se puede aplicar el riego en las zonas de

protección sanitaria establecidas para las fuentes de abasto para consumo humano

4.4 Evaluación temporal de los Índices de Calidad del Agua

Para determinar la evolución temporal de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas se realiza un análisis de tendencia a partir de los valores de ICA calculado para la serie histórica de las estaciones seleccionadas en la cuenca. Los resultados se exponen en los anexos E.

De los resultados obtenidos al evaluar las aguas subterráneas se determina que existe una tendencia a mantener la calida en 16 estaciones, lo que representa un 69.6 % del total, 6 a incrementar, para un 26 % y 1 a disminuir su calidad, este último influenciado por el incremento del contenido de nitratos.

En las aguas superficiales prevalece la tendencia a manter la calidad, mostrando alteraciones de la calidad en la época lluviosa, específicamente en el contenido de turbidez y materia orgánica.

4.5 Conclusiones parciales

1. En las fuentes subterráneas predominan los valores del ICA superiores a 80, indicador de buena calidad físico-química y bacteriológica, según los rangos permisibles en las normas de referencia que apan el uso a que están destinadas.
2. Las fuentes con valores inferiores a 80, presentan valores de los parámetros de cloruros, dureza total y nitratos fuera del rango admisible, lo que se refleja en los correspondientes valores del ICA. Estos casos tienen carácter local, influenciados por la litología.y la acción antrópica.
3. En la parte central de la cuenca predominan la zona con valores de cloruros, en rango de 50 mg/L a 100 mg/L; mientras que en la parte Sur, predominan los valores del orden de 100 mg/L a 200 mg/L. Sólo en áreas de la estación de San Juan de los Yeras (VC-095) se alcanza valores mayores a 250 mg/L, asociados a la influencia del vertido de residuales domésticos.

4. En la parte central de la cuenca predominan la zona de nitratos, en el rango de 10 mg/L a 25 mg/L; mientras que en la parte del centro-sur predomina el rango de 25 mg/L a 45 mg/L. Sólo se observan valores superiores a 45 mg/L. en las estaciones VC-095 (abasto San Juan de los Yeras), VC-105 (abasto Julián Grimaú) y VC-106 (abasto Zona Desarrollo Quemado de Güines), también asociados a la influencia del vertido de residuales domésticos, al existir un deficiente tratamiento de las aguas albañales en estos asentamientos.
5. Del resultado del ICA obtenido se determinó que de un total de 23 estaciones subterráneas, 12 presentan una calidad excelente, para un 52 % del total, 7 con Aceptable Calidad para 34 %, 3 con calidad ligeramente contaminadas para un 13 % y sólo una fuente se clasifica de contaminada.
6. Las principales afectaciones de la calidad de las aguas superficiales se deben alteraciones de los parámetros oxígeno disuelto, demanda bioquímica, coliformes totales y nutriente ($P-PO_4$, $N-NH_4$), provocados por fuentes de contaminación difusa o puntual de origen urbano, industrial y agrícola.
7. La evolución temporal de la calidad de las aguas subterráneas es a mantener la calidad en el 69.6 % del total de estaciones, a incrementar en un 26 % y sólo el 0.4 % a disminuir.

CONCLUSIONES

1. Se diseñó un Índice de Calidad de Agua (ICA) en base a variables físicas, químicas y bacteriológicas, que permite evaluar las variaciones temporales, espaciales y estacionales del estado de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas.
2. El desarrollo de curvas de calidad basadas en normativas preestablecidas que marcan límites concretos de valores fijados y refrendados legalmente, ofrece buenos resultados para el diseño de Índices de calidad en usos específicos que evalúan su aptitud. La expresión matemática de los modelos facilita el cálculo y brinda valores más confiables para cada parámetro.
3. El diseño del ICA ha permitido simplificar y organizar la inmensa cantidad de datos que se genera por la RedCal, en un marco homogéneo y dinámico, el cual permite evaluar la aptitud de los cuerpos de agua en función de sus usos. Ello constituye una valiosa herramienta para que usuarios y administradores del recurso dispongan de información fácilmente comprensible, que propicie una gestión integrada del agua.
4. La evaluación realizada a las fuentes subterráneas, utilizando el ICA generado, ha dado como resultado que las mismas en el área de la Cuenca Sagua la Grande presentan en general buena calidad, indicativo de no estar bajo la influencia de contaminantes que deterioren su calidad.
5. El uso del Sistema de Información Geográfica posibilita la representación de los resultados de la calidad del agua en mapas temáticos que constituyen una herramienta para la toma de decisiones en la planificación territorial y el manejo integrado de los recursos en la cuenca.

RECOMENDACIONES

1. Aplicar el procedimiento para la determinación de Índices de Calidad del Agua (ICA) utilizado en el trabajo, en las demás cuencas hidrográficas de la provincia, dado la similitud de condiciones físico geográficas y socioeconómico de estas, lo que posibilitará disponer de una zonificación integral de la calidad del agua en el territorio y perfeccionar el manejo de estas unidades de funcionamiento espacial.
2. Continuar aplicando y validando los pesos específicos asignados a los parámetros seleccionados, a los efectos de minimizar el sesgo que puede introducir en el cálculo del ICA.
3. Adicionalmente a los lineamientos planteados para el calculo del ICA , se recomienda analizar de forma individual cada una de las clasificaciones obtenidas para los parámetros seleccionados , con el objetivo de determinar cual es el que deteriora la calidad del agua y su posible incidencia en la salud, en aquellas estaciones destinadas al abastecimiento para consumo humano.
4. Elevar la gestión integrada hacia un mejor manejo en las fuentes donde se demostró el deterioro de su calidad por la existencia de condiciones incidentes, principalmente a causa del vertido e infiltración de contaminantes en las Zonas de Protección Sanitaria.

BIBLIOGRAFÍA

Academia de Ciencias de Cuba, (1989): Mapa Geológico de Cuba. Mapa. Escala 1: 250 000. Instituto de Geología de la Academia de Ciencias de la URSS.

APHA – AWWA – WPCF, (1992): Métodos Normalizados para el análisis de Aguas Potables y Aguas Residuales, Am. Public Assoc., Edición 17th. Editorial Grijalbo (Madrid), 4-1 -4-235.

Ayers, R., S. (1985): Westcot DW . Water Quality for agricultural, irrigation and drainages paper. Roma. Italia.

http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/004/W4745S/w4745s00.htm

Barrios, E. (1999): Red Nacional de la calidad del Agua, Rediseño y Descentralización. La Habana. INRH.

Beato, O. (2003): Diseño de redes de monitoreo para el control del ciclo hidrológico y la calidad de las aguas. CD Memorias del VI Congreso Internacional de Ingeniería Hidráulica Ciego de Ávila. Cuba.

Bermúdez, J. (2004). Um Indicador Global para la Calidad del Agua. Aplicación a las Aguas Superficiales de la Comunidad de Valencia. España, Vol.46 Num. 156, pp 357 a 358.

http://www.ine.es/revistas/estaespa/156_6.pdf.

Browmn, R. (1983): A Water Quality Index –Dove-Dove” Water Sencage Works, Pp. 339 -343.

Brown, R., N. Mcchelland (1973): Warwe Quality Index. Do We Dore. Water Sewage. Workos, pp. 339-343.

Campos M. C. (2004): Determinación de Índices de Calidad y empleo de los Sistemas de Información Geográfica para el manejo y gestión de los ríos que vierten a la bahía de la Habana. Centro de Hidrología y Calidad del Agua INRH. Habana. Cuba.

Catalán, J. (1988). Química del Agua. Ed. CNIC., La Habana, Cuba, pp. 422.

CEPIS, (1975). Planificación, proyecto y operación de sistemas de monitoreo comprehensivas de calidad de aguas. América Latina. Serie Documentos Técnicos No 1, Lima Perú, OMS-OPS.

Céspedes M., M., F: (2004). Cobertura Boscosa de la Cuenca Hidrográfica Sagua la Grande. Tesis en opción al Título de Master en Ciencias.

CEPIS, GEM, (1983), Guía operacional, sistema mundial de monitoreo del ambiente, Lima Perú.

Céspedes Marín, M. F. (2008): Cobertura Boscosa de la Cuenca Hidrográfica Sagua la Grande. Tesis en opción de master en Ciencias. Villa Clara, Cuba.

CEPIS/HPE/OPS, 1981-1990: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, Programa Regional. 51pp.

<http://www.cepis.ops-oms.org/bvsacd/eco/027205/027205-05.pdf>.

Cobertura de Saneamiento (2008). PNA Empresa de Acueducto y Alcantarillado. Villa Clara

Conesa Fernández-Vitoria. (2000): Guía Metodológica para Evaluación de Impacto Del Ambiente. Ediciones Mundi-Prese. Tercera Edición. Barcelona-México, 401 p.

Conesa, Fernández-Vitoria. (1995): Guía Metodológica para Evaluación de Impacto del Ambiente. Ediciones Mundi-Prese. Segunda Edición. Madrid.

Córdoba, Núñez A. (2002): Evaluación de la Calidad del Agua. En Manual del Curso Internacional Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas en el siglo XXI. Turrialba. Costa Rica. 2002.

Cude, C. (2001). Oregon Water Quality Index. A tool for evaluating water quality Management effectiveness paper No 99051 of the Journal of American Resources Association. P. 125-138.

De las Cuevas, Fernández R. (2007): Evaluación de la Calidad de las Aguas de la Cuenca Cochino- Bermejo mediante Indices Generales de Calidad de Aguas (ICA). Tesis en opción de Master en Ciencias. ISPJAE. Habana Cuba.

DINIUS, S. H., (1987): "Design of a Water Quality Index", W. R. Bulletin. V 23, No 5 Pp. 833-45.

Faustino, J., García S. (2001): Enfoques y criterios prácticos para aplicar el manejo de cuencas. Conceptos, procesos de gestión e implementación y monitoreo. San Salvador. 53 p.

Fagundo, J. R., (1990): Evolución química y relaciones empíricas en aguas naturales, efecto de los factores geológicos, hidrogeológicos y ambientales. Hidrogeología (Granada) 5: 33-46.

Fernández Parada, N. J.,;Solano Ortega F.(2008): Índices de Calidad de Agua e Índices de Contaminación. Capítulo II. pp 27 -33. ISBN 958 -33-7810-0
<http://www.google.com.cu/search?hl=es&q=icatest-cap%C3%ADtulo+2-pdf&btnG=Buscar+con+Google&meta>

Fundora, Villa, A. (2007): Evaluación del Comportamiento de la Salinidad y de la Nitrificación del Período Seco, por Cuencas Hidrográficas". Informe Técnico XVI Forum de Ciencia y Técnica

Fundora, A.; Moreno, M. Quintana B.(1992): Esquema Regional Precisado. Protección del Recurso Agua. Provincia de Villa Clara, Departamento de Cuencas y Aguas. Dirección Provincial de Recursos Hidráulicos.

Fernández Parada, N. J.,;Solano Ortega F.(2008): Índices de Calidad de Agua e Índices de Contaminación. Capítulo II. pp 27 -33. ISBN 958 -33-7810-0

<http://www.google.com.cu/search?hl=es&q=icatest-cap%C3%ADtulo+2-pdf&btnG=Buscar+con+Google&meta=>

Flores, E. (2001): Investigaciones hidrogeológicas de Cuba. Publicación del Quinto Curso Internacional de Agua Subterránea y del Medio Ambiente.

Fried, C. (1986): Warer quality criteria the resource Agencia of California. State water Quality Control Boacd. Sacramento California. Pub. 3ª Tercera edición 548 pp.

García Fernández J. M.;Cantero Corrales L. (2008): Indicadores Globales para la Evaluación del Uso Sostenible del Recurso Agua: Caso Cubano. Voluntad Hidráulica No 95 (2008), ISSN 0505-9461.

García Fernández J. M (2006): Experiencias Cubanas en la institucionalización del manejo Integrado de Cuencas. Voluntad Hidráulica. Año 44 (98), ISSN-0505-9461,p. 15-28.

García Fernández J. M; Santos Rey O. (2005): Foros de Negociación e Instrumentos Jurídicos Internacionales en materia de medio ambiente y desarrollo sostenible. La Habana, Centro Félix Varela. Publicaciones Acuario.

García Fernández J. M; Gutiérrez Días J. (1988): Índices de calidad del agua; Resumen de las Experiencias Cubanas, XXIII Congreso de la Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. La Habana, Editora Palacio de las Convenciones La Habana Cuba. 1992. T. I.Pt, I. p 104 -107.

García Fernández J. M.; Gutiérrez Días J. (1982): Un índice regional de calidad de agua para acuíferos cársicos. Memorias del coloquio Internacional sobre Hidrología Cársica en la región del Caribe. La Habana UNESCO – PHI- Instituto de Hidroeconomía p. 567-588.

García, J. M., Beato, O., Gutiérrez, J. (1979): Índice para Evaluar la Calidad de las Aguas Superficiales. Voluntad Hidráulica, C. Habana, Cuba, 20(62), 1983. SIN 0505-9461, p. 47-52.

Gómez, Urea D. (2003): Evaluación de Impacto. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid-Barcelona-México. Segunda Edición, Apéndice 1, pp 655-661

Gutiérrez, Días J. (1980): Términos de referencia para la elaboración de la Red Nacional de Observaciones Sistemáticas de la Calidad de las Aguas de la República de Cuba, Ciudad de la Habana Folleto interno del INRH, 10 pp.

Henry J. Glynn., Heinke G.W (1999): Ingeniería Ambiental. Segunda Edición en Español, México 1999. ISBN: 970-17-0266. 778 pp. (380-415p).

Horton R.,K. (1965): An Index Number System for rating water quality. Jr. of WPCF. Vol. 37.

IDEAM (2001); Sinchi, IAVH, INVEMAR. Sistema de información Ambiental de Colombia SIAC. Primera Generación de Indicadores de la línea base de la información ambiental de Colombia, ISBN 958-8067-08-1.

JENKIS: Química del Agua. Limusa. Noriega Editores.

Landwehr, J., Deninger, R. (1976): Comparison of Several Water Quality Indices", water Pollution Control Fed. 48 (5), Pp.954 – 958.

Laís Averjoff, O. R. (2003): "Fitoplancton y su Inter-relación con los Ambientes Físicos y Químicos en cuanto a Embalses de la Región Central de Cuba. Tesis en opción al Título de Master "Biología Marina y Acuicultura en mención Acuicultura

LEON, L. F. (1991): Índices de Calidad de Agua, (ICA) Inf No SH – 9101/01. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua" México 36 p.

http://www.google.com/cu/search?hl=es&lr=lang_es&q=indicadores+de+calidad+d

LEON, V. L. (1992): Índices de Calidad de Agua (ICA), forma de estimarlos y aplicación en la Cuenca Lerma-Chapala. Memorias del VII Congreso Nacional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Cocoyac Mora México. 20-26 p.

http://www.google.com/cu/search?hl=es&lr=lang_es&q=indicadores+de+calidad+d

Luque, Luque N. (2004): Análisis de la Intervención del Plan de Mejoramiento Ambiental de la parte alta de la Cuenca del Río Virilla. Costa Rica.

<http://orton.catie.ac.cr/REPDOC/A0373E/A0373E.PDF>

Martínez De B., G. (1979): Establecimiento de una metodología para conocer la calidad del agua. Boletín Informativo del Medio Ambiente. Madrid, España, Pág. 30-51.

Machado, Parares E. O. (2002): Microorganismos Indicadores de la calidad del Agua de Consumo Humano en Lima Metropolitano. Tesis en la Opción de profesional Biólogo con Mención en Microbiología y Parasitología. Lima, Perú.

http://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtualData/Tesis/Basic/Marchand_P_E/tesis_completo.pdf

Más M., R. (2008): Manejo Integral de la Subcuenca Ranchuelo en la Cuenca Hidrográfica Sagua la Grande. Tesis en opción al grado académico de Maestro en Agricultura Sostenible.

Mattes G. (1984); Hidrogeological criteria for the self purication of polluted groundwater 24 th international Geological Congress Montreal Canada.

Ministerio del Medio Ambiente (1998). Secretaría General de medio Ambiente. Guía para la elaboración de estudio del medio físico. P 363- 460.

Montecinos Larrosa, A. (2006): Hacia la cultura solar. Selección de textos. Editorial CUBASOLAR. La Habana. 2006.

Montoya, H., Contreras, C., Gracia, V. (1997): Estudio Integral de la Calidad del Agua en el Estado de Jalisco. Com. Nal. Agua. ; Geren. Dig. Lermasantiago. Gadalajara, 106 Pp.

Molina, V. y Sánchez, R. (1994): Relaciones del Patrón de Circulación con la calidad del agua del embalse Hanabanilla. IN: IX Forum Ramal Nacional de Ciencia y Técnica. 21 pp. INRH-DI-199/95.

Mora, Ramos L., Mena Ruiz D., Del Toro, Sánchez (2008): Inventario Hídrico Sanitario de la Cuenca Sagua la Grande. ISBN-975-959-247-058-3 Editorial Obras.

Moreno Mata M., (2008): Reuso de aguas residuales y su impacto en la calidad de las fuentes de abasto en el Valle del Yabú. Memorias del IV Taller Nacional de Potabilización y Medio Ambiente. Santa Clara. 2008.

Moreno, Mata M., (2007): Río Cubanicay. Impacto del saneamiento a la calidad de sus aguas. Ponencia Forum de Ciencia y Técnica. 2007.

MMA (1996): Indicadores Ambientales, una propuesta para España. Ministerio del Medio Ambiente. Madrid

NC 93-02: 1985 Higiene Comunal. Agua Potable. Requisitos Sanitarios y Muestreo. Oficina Nacional de Normalización (La Habana, Cuba), 8 pp.

.NC 93-11: 1986 Higiene Comunal. Fuentes de Abastecimiento de Agua. Calidad y Protección Sanitaria. Oficina Nacional de Normalización (La Habana, Cuba), 6 pp.

NC 22: 1999 Lugares de Baño en Costas y en Masas de Aguas Interiores. Requisitos higiénico sanitarios.

NC 25: 1999: Evaluación de los Objetivos Hídricos de uso Pesquero. Especificaciones. Oficina Nacional de Normalización (La Habana, Cuba), 9 pp.

NC 22: 1999 Lugares de Baño en Costas y en Masas de Aguas Interiores, Requisitos Higiénico Sanitarios. Oficina Nacional de Normalización (La Habana, Cuba), 9 pp.

NC 27: 1999 Vertimiento de Aguas residuales a las Aguas Terrestres y al alcantarillado. Especificaciones. Oficina Nacional de normalización (La Habana, Cuba), 14 pp

NC 93-01-209: 1990 Procedimiento de Cálculo para la Determinación de la Zona de Protección Sanitaria. Oficina Nacional de Normalización.

Moreno, Mata M., (2007): Río Cubanicay. Impacto del saneamiento a la calidad de sus aguas. Ponencia Forum de Ciencia y Técnica. 2007.

Oregon. DEQ 1980: Assesesment of Oregón S Water Quality and Water Pollution Control Program, Oregon Departament of Enviromental Quality Port Land, Oregon.

Orozco, De la Mora C., Flores, Gamica J.G., Ruíz Corral J.A., García, Velazco J. (2004): Modelaje Estocástico de la variabilidad de la calidad del agua en un Ecosistema Lacustre. Revista Internacional de Contaminación Ambiental. ISSN (versión Impresa): 0188-4999. México.

Ortiz, Gallarza S.M, Hernández, Llamas A., Ortega, Rubio A. (2005): Diseño, Construcción y Aplicabilidad del Índice de Evaluación Ambiental de Ecosistemas Acuáticos (IEAEA).ISSN (Versión Impresa): 0378-1844. Venezuela.

Ott, W. (1978): Environment Indices. Theory And Practice. Ann Arbor Science, Michigan.

Pedroni, L.Camino R. (2001).Un marco lógico para la formulación de stándades de manejo forestal sostenible, colección Manejo Diversificado de Bosques Naturales CATIE Torinalba, Costa Rica.

Peñate Fleites, J. L. (2006): Riesgos y Consecuencias Ambientales a los suelos y las aguas subterráneas por el uso del agua residual generada de la ciudad de Santa Clara. Tesis en opción al Título de Master en Seguridad Tecnológica y Ambiental de los Procesos Químicos. UCLV, Santa Clara, Villa Clara.

Peñate,Fleites, J. L.(2005): Contaminación de las Aguas Superficiales de la Cuenca del río Sagua la Grande. Revista Voluntad Hidráulica No 97. Ciudad de la habana. Pp. 23-29.

Peñate Fleites, J. L.(2004): Análisis actual y perspectivo de la Cuenca del Río Sagua la Grande en relación con el Desarrollo Hídrico. Memorias III Simposio Internacional “Arquitectura e Ingeniería aplicada a la construcción ARISEMA 2004.On Line. Gráfica de Ingenieros, ISBN-959-247-00665. Ciudad de la Habana.

Pérez, Pérez, H. (2003): Embalse Arroyo Grande I y II. Su calidad para riego e influencia en algunas características de las aguas subterráneas y los suelos. Tesis en opción al título de Master en Ciencias. Villa Clara, Cuba.

Pratti, L., R. Pavanello (1971): Assesesment of Surface Water Quality by a Single Index. Of Pollution, water resources, research. Vol. 5 may 19771, pp. 456-467.

Ramírez, A, Restripo, R, Fernández, N.(2005): Programa de Monitoreo sobre Aguas Continentales para la Evaluación de Impactos Ambientales por Vertimientos, Revista Bistua, Vol 3, En prensa.

Remakrishna, B. (1997): Estrategia de Extensión para el manejo de Cuencas Hidrográficas, Conceptos y experiencias IICA/GT2 sobre Agricultura, Recursos naturales y Desarrollo Sostenible, San José, Costa Rica 319 p.

Sánchez, Morales R., Moreno, Mata M., Areas, Barreto R. (2000): Estudio Limnológico del Embalse Hanabanilla. Memorias II Simposio Internacional del Uso Integral del Agua, La Habana Cuba, 2004 ISBN-959-247-010-3.

Sánchez, Morales R., Moreno, Mata M., Áreas, Barreto R. (2000): Estudio Limnológico del Embalse Hanabanilla. Memorias II Simposio Internacional del Uso Integral del Agua, La Habana Cuba, 2004 ISBN-959-247-010-3.

Salas, H. J. y Marino, P. (1990): Metodologías Simplificadas para la Evaluación de la Eutrofización en Lagos Cálidos Tropicales.

SEDUE (1986): Estudio para el ordenamiento ecológico de la cuenca del Lerma Chapala. Santiago. México. Secretaria Desarrollo Urbano y Ecológico 68 p.

Secretaria y Medio Ambiente de España (1998): Manual de Interpretación y elaboración de informes, Directivas, relativas a la calidad y métodos de medición, frecuencia de las muestras y del análisis de las aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable. Madrid.

. http://www.ine.es/revistas/estaespa/156_6.pdf.

Toro Sánchez, R. (2004): Regionalización Hidrogeológica de la Cuenca Hidrográfica Sagua la Grande. Memorias 1^{er} Simposio Científico Técnico EXPOAGUA-2004.

WRI: World Resources (1986): An Assessment of the Resource Base That supports the Global Economy. WRI. Washington D.C. Basic Book Inc NY, 1986. 353 p.

Anexo A

A.1 Data Histórica de los parámetros seleccionados en las estaciones de agua subterránea

Código	Fecha	PH	CE	Color	Cl	Dza Tot.	NO ₃	DQO	CT	CF
VC-070	04/03/1993	6.80	798	10	70	345	15	2.0	56	22
VC-070	20/08/1993	6.80	770	10	63	349	17	2.1	36	16
VC-070	08/02/1994	7.80	681	10	46	292	27	2.24	22	6.2
VC-070	16/08/1994	7.90	614	5	63	308	22	2.18	48	22
VC-070	19/04/1995	7.30	775	5	38	412	40	2.08	66	3.2
VC-070	18/10/1995	6.90	900	35	63	358	6	2.24	36	12.2
VC-070	15/04/1996	6.90	808	5	52	398	24	2.56	18	1
VC-070	03/11/1996	8.00	812	5	56	331	15	1.9	78	22
VC-070	29/04/1997	7.40	810	10	42	361	16	1.8	12	1
VC-070	19/10/1997	7.00	762	5	45	375	18	2.16	43	36
VC-070	09/05/1998	7.50	780	5	56	316	9	1.8	42	6.2
VC-070	24/11/1998	7.80	760	5	49	301	25	2.3	56	12.2
VC-070	22/04/1999	7.30	770	5	49	399	45	2.24	36	12.2
VC-070	30/10/1999	7.00	780	10	45	371	9	1.92	22	3.2
VC-070	28/04/2000	7.20	765	5	56	358	10	1.85	42	6.2
VC-070	27/10/2000	7.40	730	5	40	333	16	1.75	12.2	1
VC-070	03/05/2001	7.40	730	5	42	359	10	2.24	42	6.2
VC-070	15/04/2002	6.90	680	5	45	379	7	1.95	22	6.2
VC-070	01/04/2003	7.30	800	10	56	390	15	1.9	46	12.2
VC-070	27/04/2004	6.70	670	10	52	369	10	1.85	28	9.2
VC-070	19/04/2005	6.80	780	10	46	364	12	2.16	36	6.2
VC-070	17/04/2006	7.40	690	10	49	300	10	2.15	22	3.2
VC-070	13/04/2007	7.60	787	10	49	300	19	1.75	36	12.2
VC-070	16/10/2007	7.10	834	10	63	330	6	1.85	22	3.2
VC-070	15/04/2008	7.70	777	10	46	295	7	1.95	36	6.2
PROMEDIO		7.28	762.52	8.60	51.24	347.72	16.40	2.04	36.61	9.90
MAXIMO		8.00	900.00	35.00	70.00	412.00	45.00	2.56	78.00	36.00
MINIMO		6.70	614.00	5.00	38.00	292.00	6.00	1.75	12.00	1.00
DESV. EST.		0.3811	60.1728	6.0415	8.3879	35.7066	9.8995	0.2068	16.2867	8.4103
INTERV-CONF		0.1525	24.0737	2.4171	3.3558	14.2853	3.9606	0.0827	6.5159	3.3648

Anexo A
A.1 Data Histórica de los parámetros seleccionados en las estaciones
de agua subterránea

Código	Fecha	PH	CE	Color	Cl	Dza Tot.	NO ₃	DQO	CT	CF
VC-074	28/10/1993	7.2	870	10	50	350	22	1.75	12	3.2
VC-074	22/04/1994	7.2	860	10	52	292	28	2.05	32	6.2
VC-074	01/11/1994	7.3	850	10	50	308	20	2.18	6.6	1
VC-074	25/04/1995	7.1	880	5	52	412	26	2.07	36	12.2
VC-074	26/10/1995	7.2	840	10	50	358	15	1.95	12	3.2
VC-074	22/04/1996	7.1	860	5	52	383	26	1.85	6.2	1
VC-074	20/10/1996	7.3	850	10	45	331	18	2.38	22	1
VC-074	26/04/1997	7.2	875	5	54	362	22	2.05	18	1
VC-074	23/10/1997	7.3	845	10	50	375	16	2.33	36	3.6
VC-074	21/04/1998	7.25	865	5	58	316	23	2.08	28	3.3
VC-074	26/11/1998	7.2	850	10	50	371	18	1.88	22	3.6
VC-074	25/04/1999	7.1	860	5	45	358	21	1.75	18	1
VC-074	03/11/1999	7	850	10	45	333	15	1.85	22	3.2
VC-074	26/04/2000	7.25	870	5	55	335	22	2	36	3.2
VC-074	03/11/2000	7.3	850	10	45	350	18	1.98	38	3.6
VC-074	01/05/2001	7.2	890	5	55	386	25	2.1	22	3.2
VC-074	25/10/2001	7.1	830	15	50	390	12	2.05	26	3.6
VC-074	05/05/2002	7.6	850	5	56	380	18	2.55	9.2	1
VC-074	01/11/2002	7.2	820	10	50	375	12	2.35	12	3.2
VC-074	25/04/2003	7.1	865	5	56	390	23	2	22	3
VC-074	03/11/2003	7.2	835	10	50	380	15	2.35	18	3.2
VC-074	21/04/2004	7.1	870	5	35	359	22	2.05	26	3.6
VC-074	26/10/2004	7.3	855	10	35	365	13	2.15	36	12.2
VC-074	05/05/2005	7.25	885	5	36	394	26	2.25	18	3.2
VC-074	10/11/2005	7.2	825	15	35	385	15	2.3	22	3.1
VC-074	21/05/2006	7.3	875	10	38	300	25	2.1	1	1
VC-074	26/10/2006	7.2	750	15	25	320	12	1.98	9.6	1
VC-074	22/05/2007	7.1	890	10	36	300	23	2.06	9.6	3.2
VC-074	28/10/2007	7.25	850	10	35	300	15	2.07	36	12.6
VC-074	22/04/2008	7.46	923	10	53	295	42	2.16	9.2	1
PROMEDIO		7.23	855.33	8.75	45.50	352.08	19.63	2.12	21.53	3.40
MAXIMO		7.60	923.00	15.00	58.00	394.00	42.00	2.55	38.00	12.60
MINIMO		7.00	750.00	5.00	25.00	295.00	12.00	1.75	1.00	1.00
DESV. EST.		0.1250	32.2162	3.3783	9.0554	32.9781	6.5263	0.1880	10.0926	2.9719
INTERV-CONF		0.0500	12.8889	1.3516	3.6228	13.1938	2.6110	0.0752	4.0378	1.1890

Anexo A
A.1 Data Histórica de los parámetros seleccionados en las estaciones
de agua subterránea

Código	Fecha	PH	CE	Color	Cl	Dza Tot.	NO ₃	DQO	CT	CF
VC-091	13/04/1993	7.30	750	5	50	318	31	4.6	120	43
VC-091	13/10/1993	7.00	884	5	66	328	30	2.16	60	33
VC-091	14/01/1994	7.50	710	10	59	366	32	2.2	80	25
VC-091	27/04/1994	7.60	798	5	59	331	35	3.2	120	33
VC-091	23/07/1994	7.80	887	5	56	400	30	3.48	50	33
VC-091	26/10/1994	7.60	840	5	42	330	44	2.15	33	12
VC-091	28/04/1995	6.80	868	5	52	415	42	2.04	90	23
VC-091	30/04/1996	7.30	795	10	49	330	43	2.05	66	12
VC-091	31/05/1996	7.30	931	5	70	332	12	2.16	70	12
VC-091	16/07/1996	7.10	895	10	52	347	41	2.2	23	8
VC-091	04/11/1996	7.50	867	5	35	358	32	2.32	80	25
VC-091	04/04/1997	7.50	890	5	49	360	37	2.15	90	25
VC-091	28/04/1998	7.20	900	5	42	350	28	1.94	88	15
VC-091	09/07/1998	7.80	740	5	42	355	31	2.32	88	20
VC-091	10/12/1998	7.40	770	5	60	360	42	2.06	90	18
VC-091	11/06/1999	7.40	800	5	60	360	39	2.05	80	20
VC-091	05/08/1999	7.10	840	5	56	350	37	2.06	24	6
VC-091	29/10/1999	7.50	870	5	70	350	40	2.44	35	12
VC-091	18/04/2000	7.30	800	5	70	340	40	3.88	70	25
VC-091	30/10/2000	7.40	850	10	66	374	30	1.96	85	20
VC-091	22/05/2001	7.80	880	5	46	360	25	2.24	90	30
VC-091	31/10/2001	7.80	910	5	56	365	22	2.05	60	20
VC-091	12/03/2002	7.70	900	5	56	360	14	2.04	93	12
VC-091	02/04/2002	7.30	790	10	49	318	14	2.08	65	23
VC-091	14/04/2003	7.10	820	10	60	330	15	3.7	25	6
VC-091	27/04/2004	7.10	780	5	45	333	15	2.32	80	30
VC-091	26/04/2005	7.20	800	10	49	330	15	2.08	88	35
VC-091	26/04/2006	7.20	920	10	70	368	10	2.45	90	25
VC-091	18/04/2007	7.25	947	10	70	350	44	2.05	120	75
VC-091	22/04/2008	7.30	957	10	67	379	14	2.15	95	14
PROMEDIO		7.36	854.40	6.80	55.32	352.16	29.04	2.28	72.72	20.92
MAXIMO		7.80	957.00	10.00	70.00	415.00	44.00	3.88	120.00	75.00
MINIMO		6.80	740.00	5.00	35.00	318.00	10.00	1.94	23.00	6.00
DESV. EST.		0.2507	59.3710	2.4495	10.637	20.4220	12.2321	0.4757	25.8610	13.644
INTERV-CONF		0.1003	23.7529	0.9800	4.2556	8.1703	4.8938	0.1903	10.3464	5.4587

Anexo A
A.1 Data Histórica de los parámetros seleccionados en las estaciones
de agua subterránea

Código	Fecha	PH	CE	Color	Cl	Dza Tot.	NO ₃	DQO	CT	CF
VC-093	13/05/1993	7.30	704	5	49	270	22	2.24	25	6
VC-093	11/11/1993	7.90	600	11	42	249	24	5.28	32	6
VC-093	11/05/1994	7.70	754	10	49	309	29	2.32	12	3
VC-093	16/10/1994	6.90	772	5	52	340	40	2.08	9.2	1
VC-093	17/04/1995	7.60	818	10	45	392	56	2.2	22	6
VC-093	20/10/1995	7.40	807	15	70	338	6	2.16	15	1
VC-093	30/05/1996	7.20	786	5	49	334	40	2.16	10	1
VC-093	31/10/1996	7.20	672	5	49	311	28	2.48	22	1
VC-093	29/04/1997	8.00	754	5	56	272	33	1.88	9.2	1
VC-093	27/10/1997	8.10	710	5	56	338	38	2.18	9.2	21
VC-093	24/04/1998	7.40	760	5	63	338	36	3.84	16	1
VC-093	30/10/1998	7.10	680	10	45	329	21	2.18	18	2
VC-093	28/04/1999	7.50	750	10	56	340	36	2.08	9.2	1
VC-093	26/10/1999	7.50	750	10	63	320	40	2.08	32	6
VC-093	27/04/2000	7.30	710	5	66	362	46	2.24	18	6
VC-093	27/10/2000	7.40	710	10	49	302	28	5.2	32	12
VC-093	03/05/2001	7.20	640	5	38	299	15	2.32	6.8	1
VC-093	31/10/2001	7.22	800	5	49	299	8	2.08	28	6.8
VC-093	15/04/2002	7.20	670	5	49	340	15	2.16	9.2	1
VC-093	26/11/2002	7.40	750	10	52	367	14	2.55	18	3
VC-093	15/04/2003	7.30	790	10	49	299	12	2.1	9.2	3
VC-093	21/10/2003	6.90	640	5	52	312	12	2.08	9.1	1
VC-093	20/04/2004	6.90	650	10	33	239	14	2.48	1	1
VC-093	19/10/2004	7.20	870	5	46	312	12	2.4	6.6	1
VC-093	19/04/2005	7.30	700	10	49	371	15	2.48	3.6	1
VC-093	19/10/2005	7.30	680	10	56	359	11	2.2	6	1
VC-093	17/04/2006	7.20	760	10	49	289	5	2.08	3	1
VC-093	17/10/2006	7.30	850	10	63	292	40	1.95	19	9
VC-093	13/04/2007	7.30	795	10	56	371	12	2.1	3.6	1
VC-093	16/10/2007	7.20	870	10	63	379	42	1.95	9.2	1
VC-093	15/04/2008	7.50	797	10	53	362	13	2.08	1	1
PROMEDIO		7.32	740.08	8.00	51.64	324.92	20.52	2.40	13.31	2.79
MAXIMO		7.80	870.00	10.00	73.00	379.00	46.00	5.20	32.00	12.00
MINIMO		6.90	620.00	5.00	21.00	239.00	5.00	1.95	1.00	1.00
DESV. EST.		0.2180	71.6397	2.5000	11.0675	34.7993	12.6264	0.6982	9.7535	3.0438
INTERV-CONF		0.0872	28.6613	1.0002	4.4278	13.9224	5.0515	0.2793	3.9022	1.2178

Anexo A
A.1 Data Histórica de los parámetros seleccionados en las estaciones
de agua subterránea

Código	Fecha	PH	CE	Color	Cl	Dza Tot.	NO ₃	DQO	CT	CF
VC-095	08/04/1993	7.00	1390	5	140	565	59	3.2	12.6	3.2
VC-095	12/10/1993	7.00	1524	5	189	470	60	3.2	22	3.1
VC-095	11/04/1994	7.70	1630	20	217	740	60	3.6	22	6.2
VC-095	13/10/1994	7.60	1345	5	157	570	61	2.88	18	3.2
VC-095	11/04/1995	7.80	1540	5	203	525	50	4.2	36	12.2
VC-095	18/10/1995	7.20	1550	10	210	820	62	2.55	88	9.2
VC-095	03/05/1996	8.20	1493	5	186	602	65	8.08	26	3.2
VC-095	11/11/1996	6.80	1615	5	196	671	62	3.24	25	3.2
VC-095	09/04/1997	7.10	1265	5	189	681	61	2.64	36	3.2
VC-095	06/10/1997	8.10	1600	5	206	687	63	2.8	9.2	3.8
VC-095	06/05/1998	6.90	1300	5	207	690	65	2.72	12.2	3.1
VC-095	03/11/1998	7.30	1290	5	180	650	68	2.2	22	3.2
VC-095	04/05/1999	7.90	1650	5	234	681	67	2.84	36	12.2
VC-095	02/12/1999	8.00	1700	5	168	608	66	4.96	36	6.2
VC-095	18/04/2000	7.60	1700	5	227	668	69	2.6	26	3.2
Vc-095	02/11/2000	7.10	1221	5	207	530	56	2.08	36	6.2
VC-095	24/04/2001	7.20	1200	5	270	649	67	3.24	9.6	3.2
VC-095	17/11/2001	7.80	1507	5	178	600	69	2.48	36	12.2
VC-095	02/04/2002	6.90	1700	5	260	660	68	3.12	9.2	1
VC-095	23/10/2002	7.30	1590	5	265	550	50	3.2	12.2	1
VC-095	01/04/2003	7.00	1600	10	275	592	69	3.84	22	6.2
VC-095	23/10/2003	7.50	1300	10	270	540	55	2.2	32	3.6
VC-095	06/04/2004	6.90	1150	20	275	569	69	2.48	12.2	3.2
VC-095	26/10/2004	7.60	1200	10	265	540	68	2.4	22	3.2
VC-095	05/04/2005	7.10	1500	10	270	579	65	2.3	18	3.2
VC-095	18/10/2005	7.50	1400	10	275	550	63	2.5	16	3.2
VC-095	04/04/2006	7.00	1494	10	265	588	65	2.2	22	6.2
VC-095	21/10/2006	7.40	1320	10	260	550	62	3.3	12.2	1
VC-095	21/04/2007	7.02	1627	10	265	602	58	2.8	12.2	1
VC-095	09/10/2007	7.00	1560	10	270	542	46	3.15	16.6	1
VC-095	08/04/2008	7.10	1485	10	265	631	69	3.2	12.2	1
PROMEDIO		7.34	1,466.00	7.74	227.23	609.68	62.48	3.10	23.46	4.35
MAXIMO		8.20	1,700.00	20.00	275.00	820.00	69.00	8.08	88.00	12.20
MINIMO		6.80	1,150.00	5.00	140.00	470.00	46.00	2.08	9.20	1.00
DESV. EST.		0.3959	166.1168	4.0494	41.6531	73.5551	6.0930	1.1154	15.1104	3.2285
INTERV-CONF		0.1584	66.4594	1.6201	16.6644	29.4276	2.4377	0.4462	6.0453	1.2916

Anexo A
A.1 Data Histórica de los parámetros seleccionados en las estaciones
de agua subterránea

Código	Fecha	PH	CE	Color	Cl	Dza Tot.	NO ₃	DQO	CT	CF
VC-096	08/04/1993	7.00	958	5	52	460	45	2.24	6.6	1
VC-096	13/10/1993	7.00	967	5	52	310	4	2.32	7.6	1
VC-096	11/04/1994	7.60	861	40	42	400	12	2.12	8.8	1
VC-096	13/10/1994	7.40	1000	5	31	368	6	2.05	9.3	1
VC-096	11/04/1995	7.30	1020	5	56	320	11	1.98	6.3	1
VC-096	18/10/1995	7.40	1000	10	39	449	47	4.08	12	1
VC-096	03/05/1996	8.20	935	5	31	280	52	3.12	9.6	1
VC-096	11/11/1996	7.00	900	5	126	442	20	2.08	6.6	1
VC-096	09/04/1997	7.50	950	5	49	441	53	2.24	6	1
VC-096	13/11/1997	8.00	920	10	49	448	43	2.08	9.6	1
VC-096	10/04/1998	7.60	895	5	35	410	9	2.09	12	1
VC-096	02/11/1998	7.00	1011	5	38	475	5	2.5	9.6	1
VC-096	17/04/1999	7.60	861	40	35	400	12	2.2	8.8	1
VC-096	02/11/1999	8.10	870	10	32	417	18	4.72	6	1
VC-096	18/04/2000	7.00	810	5	42	412	21	2.24	6.3	1
VC-096	22/10/2000	6.40	960	5	38	465	62	2.04	7	1
VC-096	24/04/2001	7.30	910	5	42	387	20	2.32	8.6	1
VC-096	03/11/2001	7.50	900	10	38	350	15	1.95	9.2	1
VC-096	02/04/2002	7.10	900	5	42	430	10	2.05	7.6	1
VC-096	01/04/2003	7.20	760	10	35	391	12	3.8	6.6	1
VC-096	06/04/2004	7.00	930	10	24	350	62	2.48	7	1
VC-096	05/04/2005	7.10	800	15	49	290	31	2.07	9	1
VC-096	04/04/2006	7.20	783	10	48	350	28	2.06	6.6	1
VC-096	02/04/2007	6.92	808	10	17	362	34	2.55	7.3	1
VC-096	08/04/2008	7.01	805	10	14	340	28	2.06	6.1	1
PROMEDIO		7.30	900.56	10.00	42.24	389.88	26.40	2.46	8.00	1.00
MAXIMO		8.20	1,020.0	40.00	126.00	475.00	62.00	4.72	12.00	1.00
MINIMO		6.40	760.00	5.00	14.00	280.00	4.00	1.95	6.00	1.00
DESV. EST.		0.4077	75.3149	9.4648	20.323	56.0099	18.4233	0.7142	1.7499	0.0000
INTERV-CONF		0.1631	30.1317	3.7867	8.1307	22.4082	7.3707	0.2857	0.7001	0.450

Anexo A
A.1 Data Histórica de los parámetros seleccionados en las estaciones
de agua subterránea

Código	Fecha	PH	CE	Color	Cl	Dza Tot.	NO ₃	DQO	CT	CF
VC-105	23/03/1993	7.10	1050	5	59	400	36	1.80	9.2	1
VC-105	13/04/1993	7.80	1116	5	80	435	67	2.06	12.2	1
VC-105	19/07/1993	8.20	1036	5	87	415	50	2.07	22	6.2
VC-105	20/10/1993	7.00	1162	10	105	421	45	2.04	12.2	1
VC-105	18/01/1994	8.40	1131	5	101	410	49	2.72	36	6.2
VC-105	13/05/1994	7.60	1140	5	91	340	48	2.50	9.2	1
VC-105	17/07/1994	7.80	1088	5	84	385	62	2.06	12.2	1
VC-105	24/10/1994	7.50	1184	5	91	470	50	2.00	26	1
VC-105	24/04/1995	8.40	1194	5	98	380	79	2.16	22	3.2
VC-105	03/11/1995	7.90	1090	5	91	410	66	1.90	12.2	1
VC-105	24/04/1996	7.60	1042	5	77	430	51	2.04	12.2	3.2
VC-105	05/11/1996	7.20	1107	5	112	459	37	6.80	9.2	1
VC-105	22/04/1997	7.30	1310	5	98	410	35	2.28	12.2	1
VC-105	24/10/1997	7.80	1000	5	98	401	25	2.80	22	3.2
VC-105	29/04/1998	7.70	1000	5	91	420	71	2.40	9.2	1
VC-105	29/10/1998	7.20	1600	5	87	420	35	2.16	12.2	3.2
VC-105	22/04/1999	7.50	1550	15	140	420	54	2.20	9.2	1
VC-105	22/10/1999	7.00	1200	10	105	350	25	2.28	12.2	1
VC-105	10/04/2000	8.00	1200	5	105	420	30	1.96	22	3.2
VC-105	02/04/2002	7.30	1100	10	70	370	25	1.88	9.2	1
VC-105	23/10/2002	7.40	1200	5	112	430	8	3.28	21	1
VC-105	08/04/2003	7.30	1060	10	119	440	12	2.80	9.2	1
VC-105	27/04/2004	7.20	1100	10	105	385	19	2.24	12.2	3.2
VC-105	27/04/2005	7.30	1100	10	105	400	12	3.20	9.2	1
VC-105	26/04/2006	7.40	1230	10	102	440	12	2.50	12.2	3.2
VC-105	18/04/2007	7.19	1246	10	105	430	39	3.00	22	1
VC-105	22/04/2008	7.21	1247	10	102	415	54	2.50	36	3.2
PROMEDIO		7.54	1,172.7	7.20	99.24	410.84	39.72	2.55	16.13	2.12
MAXIMO		8.40	1,600.0	15.00	140.00	470.00	79.00	6.80	36.00	6.20
MINIMO		7.00	1,000.0	5.00	70.00	340.00	8.00	1.88	9.20	1.00
DESV. EST.		0.4009	145.2	2.9155	14.072	30.2664	19.5523	0.9701	8.0577	1.6000
INTERV-CONF		0.1604	58.0923	1.1664	5.6299	12.1089	7.8224	0.3881	3.2237	0.6401

Anexo A

A.1 Data Histórica de los parámetros seleccionados en las estaciones de agua subterránea

Código	Fecha	PH	CE	Color	Cl	Dza Tot.	NO ₃	DQO	CT	CF
VC-106	26/04/1993	7.80	840	10	77	292	69	2.05	9.2	1
VC-106	23/01/1994	7.40	816	5	73	189	57	2.15	12.2	3.2
VC-106	25/04/1994	7.70	712	5	70	359	62	1.95	36	3.2
VC-106	23/07/1994	7.20	791	5	70	350	53	2.25	12.2	3.2
VC-106	25/10/1994	7.70	857	5	73	390	70	2.07	36	6.2
VC-106	25/05/1995	7.50	800	10	65	370	62	2.72	9.2	1
VC-106	25/10/1995	7.80	640	10	66	318	44	2.07	12.2	1
VC-106	02/11/1996	7.70	877	5	66	380	49	2.08	36	12.2
VC-106	24/01/1997	7.70	919	5	84	402	62	2.16	12.2	1
VC-106	30/04/1997	7.70	912	5	70	351	62	2.06	36	6.2
VC-106	28/10/1997	7.20	800	5	77	391	53	2.07	9.2	1
VC-106	29/05/1998	7.70	840	5	74	272	54	1.98	12.2	1
VC-106	27/04/1999	7.60	920	10	81	392	64	1.94	12.2	1
VC-106	27/10/1999	7.30	820	10	77	279	72	2.16	9.2	1
VC-106	27/04/2000	7.10	950	5	119	482	62	2.44	12.2	3.2
VC-106	25/04/2001	7.50	900	10	56	358	50	2.00	12.2	3.2
VC-106	02/04/2002	7.30	900	10	77	379	42	2.06	36	36.2
VC-106	15/04/2003	6.90	950	10	81	360	22	2.16	9.2	1
VC-106	27/04/2004	7.30	920	10	70	292	29	2.08	9.2	1
VC-106	26/04/2005	7.40	1000	20	77	329	72	2.1	12	1
VC-106	26/04/2006	7.60	83	10	70	333	53	2.15	12.2	1
VC-106	18/04/2007	6.92	1134	10	112	429	48	2.18	150	11
VC-106	22/04/2008	6.95	1137	10	105	420	37	2.2	120	9.4
PROMEDIO		7.13	815.67	7.97	74.82	338.71	52.33	2.06	26.26	4.58
MAXIMO		7.80	1,137.0	20.00	119.00	482.00	72.00	2.72	150.00	36.20
MINIMO		0.16	58.09	1.17	5.63	12.11	7.82	0.39	3.22	0.64
DESV. EST.		1.5110	254.585	3.7802	20.796	92.1581	15.9961	0.3918	35.4061	7.5367
INTERV-CONF		0.6045	101.853	1.5124	8.3198	36.8703	6.3996	0.1568	14.1651	3.0152

Anexo A
A.1 Data Histórica de los parámetros seleccionados en las estaciones
de agua subterránea

Código	Fecha	PH	CE	Color	Cl	Dza Tot.	NO ₃	DQO	CT	CF
VC-110	13/04/1993	6.90	590	5	52	300	22	2.08	86	18
VC-110	13/11/1993	7.10	761	5	52	290	25	1.95	20	1
VC-110	27/04/1994	7.30	602	5	45	330	19	4.8	25	1
VC-110	28/11/1994	6.90	742	5	42	349	22	4.56	52	12
VC-110	28/04/1995	6.60	785	5	45	311	27	2	22	1
VC-110	26/10/1995	7.30	760	20	59	298	12	2.54	88	20
VC-110	15/04/1996	7.50	795	5	63	379	24	2.08	9.2	1
VC-110	04/11/1996	7.30	668	5	49	307	10	2.08	56	10
VC-110	05/02/1997	7.40	735	5	84	294	19	2	12	1
VC-110	29/04/1997	7.30	771	5	42	320	14	2.18	15	1
VC-110	21/04/1998	7.90	750	5	63	331	5	7.36	9.2	1
VC-110	19/12/1998	7.00	700	5	56	303	19	2.06	12	1
VC-110	11/06/1999	7.10	760	5	52	350	38	2.08	22	1
VC-110	29/10/1999	8.00	690	5	52	350	21	2.55	56	12
VC-110	18/04/2000	7.40	720	5	56	366	14	1.98	38	8
VC-110	12/10/2000	7.80	710	5	52	302	20	2.32	9	1
VC-110	22/05/2001	8.20	760	5	46	287	10	2.16	80	22
VC-110	01/11/2001	8.10	720	5	56	321	12	1.98	56	10
VC-110	02/04/2002	7.30	810	10	63	359	12	2.56	48	8
VC-110	09/07/2002	7.10	720	10	56	348	3	2.95	25	1
VC-110	12/12/2002	7.30	690	5	30	301	22	2.48	18	1
VC-110	15/04/2003	7.10	850	10	53	322	12	2.5	12	1
VC-110	21/10/2003	7.10	640	5	56	300	3	2.48	460	93
VC-110	27/04/2004	6.90	750	5	56	310	1	2.16	58	6
VC-110	12/10/2004	7.30	730	10	63	338	6	3	12	1
VC-110	01/02/2005	7.20	860	10	56	381	27	2.04	9.1	1
VC-110	13/07/2005	7.00	710	10	70	371	8	2.08	14	1
VC-110	26/04/2006	6.80	880	10	63	328	12	2.18	15	1
VC-110	18/07/2006	6.50	900	20	56	350	11	1.95	3.6	1
VC-110	18/04/2007	6.86	917	10	63	341	35	2.08	1	1
VC-110	22/04/2008	6.90	927	10	60	322	42	2.05	1	1
PROMEDIO		7.20	779.96	9.20	56.56	333.68	11.44	2.44	55.49	8.23
MAXIMO		8.10	927.00	20.00	91.00	400.00	42.00	3.80	460.00	93.00
MINIMO		6.50	620.00	5.00	30.00	300.00	0.00	1.95	1.00	1.00
DESV. EST.		0.3833	85.6842	4.0000	11.1657	26.5781	10.4765	0.5077	97.4299	18.6506
INTERV-CONF		0.1533	34.2802	1.6003	4.4671	10.6332	4.1914	0.2031	38.9794	7.4617

Anexo A
A.1 Data Histórica de los parámetros seleccionados en las estaciones
de agua subterránea

Código	Fecha	PH	CE	Color	Cl	Dza Tot.	NO ₃	DQO	CT	CF
VC-111	04/03/1993	7.20	1335	10	126	410	48	2.60	22.0	3.2
VC-111	24/11/1993	7.70	1266	10	115	440	41	1.20	36.0	3.6
VC-111	09/04/1994	7.70	1274	5	120	410	50	1.50	12.2	1.0
VC-111	27/10/1994	8.00	1273	10	129	426	40	1.20	22.0	3.6
VC-111	01/05/1995	7.80	1310	10	126	430	45	3.50	12.2	1.0
VC-111	18/10/1995	7.00	1292	5	133	372	35	1.80	16.0	3.2
VC-111	29/04/1996	7.80	1229	5	147	478	52	1.60	32.0	3.6
VC-111	04/11/1996	7.60	1270	5	126	476	53	1.70	28.0	3.2
VC-111	13/05/1997	7.20	1352	5	133	462	72	1.50	32.0	3.6
VC-111	24/10/1997	7.70	1280	5	126	430	56	3.10	22.0	3.2
VC-111	21/04/1998	7.70	1250	5	140	480	40	1.08	32.0	3.6
VC-111	10/11/1998	6.80	1300	5	147	406	71	1.68	52.0	9.2
VC-111	11/05/1999	7.20	1380	5	186	459	70	1.20	36.0	3.6
VC-111	22/11/1999	7.50	1350	5	210	460	72	2.80	22.0	3.2
VC-111	18/04/2000	7.20	1250	15	160	436	55	2.20	12.2	3.2
VC-111	25/10/2000	7.70	1200	10	150	410	50	1.50	28.0	3.2
VC-111	22/04/2001	7.20	1300	10	146	390	40	1.63	22.0	3.2
VC-111	25/10/2001	7.50	1290	10	120	380	38	1.40	28.0	3.2
VC-111	09/04/2002	7.50	1350	5	140	479	72	2.40	36.0	9.2
VC-111	21/10/2002	7.70	1300	10	120	420	53	1.20	22.0	3.2
VC-111	15/04/2003	7.40	1400	10	147	450	36	1.30	36.0	3.6
VC-111	26/10/2003	7.50	1350	10	130	400	40	2.10	22.0	3.2
VC-111	20/04/2004	7.40	1500	10	128	470	38	2.50	12.2	1.0
VC-111	25/10/2004	7.50	1350	10	120	410	37	1.80	36.0	3.2
VC-111	20/04/2005	7.20	1400	10	130	420	45	2.10	22.0	3.2
VC-111	21/10/2005	7.50	1300	10	120	400	43	2.20	28.0	3.2
VC-111	12/04/2006	7.10	1390	10	130	410	48	2.00	12.2	1.0
VC-111	28/10/2006	7.50	1300	10	120	400	45	2.20	22.0	3.2
VC-111	13/04/2007	7.30	1260	5	130	420	48	2.10	32.0	2.2
VC-111	22/10/2007	7.50	1200	5	110	390	45	2.00	22.0	3.2
VC-111	15/04/2008	7.30	1300	5	126	400	44	2.00	9.2	1.0
PROMEDIO		7.42	1,314.04	7.80	137.68	429.44	50.52	1.89	26.31	3.46
MAXIMO		7.80	1,500.00	15.00	210.00	480.00	72.00	3.10	52.00	9.20
MINIMO		6.80	1,200.00	5.00	110.00	380.00	36.00	1.08	9.20	1.00
DESV. EST.		0.2327	69.3172	2.9155	22.0279	32.5897	12.0593	0.5051	9.6071	1.9005
INTERV-CONF		0.0931	27.7321	1.1664	8.8128	13.0384	4.8246	0.2021	3.8436	0.7603

Anexo A
A.1 Data Histórica de los parámetros seleccionados en las estaciones
de agua subterránea

Código	Fecha	PH	CE	Color	Cl	Dza Tot.	NO ₃	DQO	CT	CF
VC-112	22/04/1993	7.2	900	5	28	421	15	0.56	35.0	6.2
VC-112	26/10/1993	7.5	850	10	63	359	5	1.65	18.0	3.1
VC-112	21/04/1994	7.1	910	5	54	380	12	1.00	9.2	1.0
VC-112	25/10/1994	7.5	820	10	32	370	6	1.00	12.2	1.0
VC-112	23/04/1995	7.3	890	5	38	380	8	0.95	22.0	3.2
VC-112	21/10/1995	7.6	850	10	28	365	6	1.00	12.2	1.0
VC-112	15/04/1996	7.1	910	10	42	380	14	1.20	22.0	3.2
VC-112	22/10/1996	7.6	820	10	28	360	10	0.80	36.0	3.6
VC-112	25/04/1997	7.3	900	5	38	385	13	0.95	9.2	1.0
VC-112	21/10/1997	7.6	850	10	28	360	10	1.25	3.6	1.0
VC-112	22/04/1998	7.2	890	5	42	380	18	0.85	12.2	1.0
VC-112	21/10/1998	7.4	870	10	28	350	8	0.90	22.0	3.2
VC-112	15/04/1999	7.3	870	5	38	385	19	0.85	3.6	1.0
VC-112	23/10/1999	7.5	890	10	32	370	11	1.50	12.2	1.0
VC-112	26/04/2000	7.3	880	5	32	380	15	1.10	16.0	3.2
VC-112	03/11/2000	7.7	835	10	28	360	8	1.00	9.2	1.0
VC-112	23/04/2001	7.1	880	5	32	375	13	1.05	12.2	1.0
VC-112	27/10/2001	7.5	890	10	38	380	10	1.60	36.0	9.2
VC-112	02/04/2002	7.1	910	5	28	421	15	0.56	6.1	1.0
VC-112	26/11/2002	7.2	650	5	63	359	5	1.60	18.0	3.1
VC-112	01/04/2003	7.2	750	10	42	329	2	2.00	9.2	1.0
VC-112	21/10/2003	7.0	710	5	38	329	9	0.80	15.0	1.0
VC-112	06/04/2004	7.1	790	5	32	368	15	0.60	9.2	1.0
VC-112	17/10/2004	7.3	780	5	35	321	6	0.60	6.2	1.0
VC-112	05/04/2005	7.2	850	10	49	321	17	1.20	9.2	1.0
VC-112	19/10/2005	6.9	800	10	70	379	5	2.10	53.0	6.2
VC-112	04/04/2006	7.9	792	10	21	380	3	2.50	3.6	1.0
VC-112	12/10/2006	7.2	840	5	58	380	44	2.50	36.0	3.2
VC-112	02/04/2007	7.4	925	10	32	381	22	0.85	3.2	1.0
VC-112	06/10/2007	7.9	790	10	63	372	15	0.75	15.2	3.2
VC-112	08/04/2008	7.4	935	10	24	372	43	1.10	9.2	1.0
PROMEDIO		7.34	840.28	7.80	38.44	367.08	14.00	1.21	15.49	2.16
MAXIMO		7.90	935.00	10.00	70.00	421.00	44.00	2.50	53.00	9.20
MINIMO		6.90	650.00	5.00	21.00	321.00	2.00	0.56	3.20	1.00
DESV. EST.		0.2580	69.6351	2.5331	12.9296	22.9690	10.2184	0.5588	12.5501	1.9977
INTERV-CONF		0.1032	27.8593	1.0134	5.1728	9.1894	4.0882	0.2236	5.0210	0.7992

Anexo A

A.1 Data Histórica de los parámetros seleccionados en las estaciones de agua subterránea

Código	Fecha	PH	CE	Color	Cl	Dza Tot.	NO ₃	DQO	CT	CF
VC-113	12/05/1993	7.20	730	10	31	347	10	1.1	22	3.1
VC-113	11/11/1993	7.50	696	10	24	242	20	0.16	36	9.2
VC-113	08/02/1994	7.60	757	10	32	302	28	0.77	96	12.2
VC-113	17/08/1994	7.40	605	5	35	260	32	0.75	9.2	1
VC-113	18/04/1995	7.70	615	10	31	260	46	0.88	12	1
VC-113	18/10/1995	7.40	874	5	42	279	5	1.52	12.2	3.2
VC-113	19/01/1996	7.80	744	5	42	252	23	0.65	12.2	1
VC-113	19/07/1996	7.30	737	5	35	204	29	0.85	12.2	1
VC-113	05/04/1997	7.20	750	5	35	311	14	0.32	12.2	1
VC-113	27/10/1997	7.70	675	5	35	289	20	0.95	22	3.2
VC-113	22/04/1998	7.40	710	5	35	319	20	2.16	36	12.2
VC-113	30/10/1998	7.40	720	10	31	302	13	0.4	12.2	1
VC-113	28/04/1999	7.60	720	5	42	400	25	0.75	9.6	1
VC-113	26/10/1999	7.20	720	10	42	293	22	0.64	12.2	1
VC-113	26/04/2000	7.40	680	5	38	329	24	0.8	9.6	3.1
VC-113	31/07/2000	7.20	660	5	42	308	12	2.1	12.2	1
VC-113	20/04/2001	7.20	700	5	35	323	13	0.75	12.2	3.1
VC-113	31/10/2001	8.40	1000	5	63	390	40	2.48	9.2	1
VC-113	15/04/2002	6.90	700	5	35	340	5	0.85	12.2	3.2
VC-113	26/11/2002	7.50	745	10	42	279	5	1.68	3.6	1
VC-113	01/04/2003	7.30	670	10	35	300	6	1.35	9.2	1
VC-113	21/10/2003	6.70	610	5	32	300	6	0.32	3.6	1
VC-113	20/04/2004	6.60	660	5	21	251	6	0.56	1	1
VC-113	19/10/2004	7.00	700	5	18	272	5	0.53	12.2	1
VC-113	19/04/2005	6.80	700	10	14	269	6	0.6	1	1
VC-113	19/10/2005	6.70	670	10	21	250	4	1.4	1	1
VC-113	17/04/2006	7.00	775	10	21	264	5	1.1	1	1
VC-113	17/10/2006	7.10	830	20	42	301	20	0.95	1	1
VC-113	13/04/2007	7.5	765	10	21	259	5	1.10	43	3.6
VC-113	16/10/2007	7.40	850	10	56	310	25	1.2	42	1
VC-113	15/04/2008	7.50	775	10	18	250	2	1.1	39	3
PROMEDIO		7.23	728.40	7.60	33.92	298.16	12.60	1.42	12.46	1.70
MAXIMO		8.40	1,000.00	20.00	63.00	400.00	40.00	5.20	43.00	3.60
MINIMO		6.60	610.00	5.00	14.00	250.00	2.00	0.32	1.00	1.00
DESV. EST.		0.3974	79.3820	3.5707	12.3218	38.8026	9.5960	1.2264	12.0334	1.0402
INTERV-CONF		0.1590	31.7588	1.4286	4.9297	15.5240	3.8391	0.4906	4.8143	0.4162

Anexo A
A.1 Data Histórica de los parámetros seleccionados en las estaciones
de agua subterránea

Código	Fecha	PH	CE	Color	Cl	Dza Tot.	NO ₃	DQO	CT	CF
VC-115	01/03/1993	6.70	910	10	56	308	10	2.3	22	1
VC-115	11/11/1993	7.40	879	11	67	381	16	2.64	36	12.2
VC-115	11/05/1994	7.40	775	10	74	339	21	2.28	9.2	1
VC-115	17/11/1994	6.70	843	5	56	391	32	2	9.2	1
VC-115	17/04/1995	7.80	588	5	52	242	50	2.08	22	3.1
VC-115	18/10/1995	7.20	852	10	84	309	6	2.24	22	3.2
VC-115	30/05/1996	7.10	860	5	70	393	31	2.04	12.2	1
VC-115	29/10/1996	6.90	776	5	77	379	28	2.2	12.2	3.2
VC-115	29/04/1997	7.30	876	5	77	391	36	2.09	12.2	1
VC-115	27/10/1997	7.20	950	5	98	422	24	2.32	12.2	1
VC-115	28/04/1998	7.50	930	5	49	289	10	3.28	12.2	1
VC-115	30/10/1998	7.10	750	10	66	392	5	2.4	6.2	1
VC-115	30/04/1999	7.60	750	5	70	287	6	2	12.2	1
VC-115	26/10/1999	7.30	920	5	108	301	18	3.76	36	3.2
VC-115	31/01/2000	6.60	890	5	70	280	5	2.8	12.2	1
VC-115	12/10/2000	7.10	800	5	70	380	12	4.56	12.2	1
VC-115	27/04/2001	7.20	820	5	70	358	12	3.82	6.2	1
VC-115	31/10/2001	7.80	810	30	140	321	12	3.5	6.6	1
VC-115	15/04/2002	6.90	740	10	70	238	9	2.07	9.2	1
VC-115	26/11/2002	7.50	850	10	98	350	12	2.88	6.2	1
VC-115	01/04/2003	7.20	750	40	49	338	7	3	12.2	1
VC-115	21/10/2003	6.70	800	5	70	318	5	2.32	12.2	1
VC-115	20/04/2004	6.80	700	5	46	281	11	2.32	6.2	1
VC-115	19/10/2004	7.00	810	10	49	309	4	2.8	12.2	1
VC-115	13/04/2005	7.00	730	10	42	312	15	1.98	12.2	1
VC-115	19/10/2005	6.90	690	10	49	290	5	2.2	6.2	1
VC-115	17/04/2006	7.40	865	20	56	299	7	2	22	3.2
VC-115	18/07/2006	7.00	790	20	48	303	8	2.05	9.2	1
VC-115	13/04/2007	7.2	769	10	56	269	0	2.15	9.2	3.1
VC-115	16/10/2007	7.3	818	10	52	290	15	2	6.2	1
VC-115	15/04/2008	7.30	767	10	53	260	2	2.08	6.2	1
PROMEDIO		7.14	780.36	11.40	64.56	314.00	8.24	2.33	10.31	1.35
MAXIMO		7.80	900.00	40.00	140.00	381.00	22.00	3.50	22.00	3.20
MINIMO		6.70	690.00	5.00	35.00	238.00	0.00	1.98	6.20	1.00
DESV. EST.		0.2987	61.8654	8.2310	23.1374	35.1556	5.7248	0.4202	4.7704	0.8140
INTERV-CONF		0.1195	24.7508	3.2930	9.2567	14.0649	2.2904	0.1681	1.9085	0.3257

Anexo A
A.1 Data Histórica de los parámetros seleccionados en las estaciones
de agua subterránea

Código	Fecha	PH	CE	Color	Cl	Dza Tot.	NO ₃	DQO	CT	CF
VC-116	12/05/1993	7.60	760	11	77	347	25	2.5	9.2	1
VC-116	25/11/1993	6.70	842	11	80	370	28	3.04	12.2	1
VC-116	11/05/1994	6.90	817	10	70	328	43	2.06	3.6	1
VC-116	16/11/1994	7.10	781	5	52	352	52	2.1	9.2	1
VC-116	17/04/1995	7.10	766	5	56	340	61	2.1	9.2	1
VC-116	18/10/1995	7.40	782	5	84	368	12	2.6	9.2	1
VC-116	17/04/1996	7.80	681	10	77	291	38	2.16	3.6	1
VC-116	31/10/1996	7.20	763	5	70	358	39	2.16	3.6	1
VC-116	29/04/1997	7.90	699	5	63	271	46	2.24	12.2	1
VC-116	27/10/1997	8.00	655	5	77	311	36	2.08	3.6	1
VC-116	22/04/1998	7.40	700	5	56	329	29	2.64	9.2	1
VC-116	30/10/1998	7.20	680	5	45	332	19	2.48	9.2	1
VC-116	28/04/1999	8.20	680	10	63	318	30	2.64	9.2	1
VC-116	26/10/1999	7.40	650	5	53	301	68	2.32	3.6	1
VC-116	26/04/2000	7.00	660	5	56	309	20	2.76	9.2	1
VC-116	17/10/2000	7.50	720	5	63	357	15	2.64	9.2	1
VC-116	03/05/2001	7.70	700	5	52	331	10	2.54	1	1
VC-116	31/10/2001	7.30	825	5	77	341	14	2.65	3.6	1
VC-116	15/04/2002	6.90	680	5	70	342	6	2.16	1	1
VC-116	26/11/2002	7.30	650	5	49	329	15	2.2	3.6	1
VC-116	01/04/2003	7.20	720	20	56	330	11	2.84	3.6	1
VC-116	21/10/2003	6.80	690	5	70	308	4	2.08	23	1
VC-116	20/04/2004	6.70	740	5	52	291	14	2.64	1	1
VC-116	19/10/2004	7.10	770	5	45	299	15	2.75	46	3.6
VC-116	19/04/2005	6.90	800	10	42	279	7	2.84	290	93
VC-116	19/10/2005	7.20	890	10	56	312	3	2.2	240	75
VC-116	17/04/2006	7.30	725	10	35	289	6	2.85	12.2	3.2
VC-116	17/10/2006	7.10	990	10	91	289	32	2.09	1	1
VC-116	13/04/2007	7.20	891	10	35	302	5	2.15	1	1
VC-116	16/10/2007	7.20	900	10	84	311	20	2.05	23	1
VC-116	15/04/2008	7.30	899	10	32	288	9	2.09	3	3
PROMEDIO		7.27	750.00	7.20	57.12	309.36	15.92	2.46	28.02	7.91
MAXIMO		8.20	990.00	20.00	91.00	357.00	68.00	3.36	290.00	93.00
MINIMO		6.70	600.00	5.00	32.00	251.00	2.00	2.05	1.00	1.00
DESV. EST.		0.3260	100.3602	3.5590	15.7012	25.7081	14.2095	0.3496	72.3887	23.0590
INTERV-CONF		0.1304	40.1517	1.4239	6.2817	10.2852	5.6849	0.1399	28.9610	9.2253

Anexo A

A.1 Data Histórica de los parámetros seleccionados en las estaciones de agua subterránea

Código	Fecha	PH	CE	Color	Cl	Dza Tot.	NO ₃	DQO	CT	CF
VC-118	12/05/1993	7.80	720	10	66	328	20	2.06	12.2	3.2
VC-118	17/11/1993	7.00	826	10	66	380	17	2.35	12.2	1
VC-118	10/02/1994	7.60	695	10	70	280	25	2.08	3.6	1
VC-118	12/05/1994	7.10	812	10	77	360	16	2.05	3	1
VC-118	16/11/1994	6.70	867	5	70	360	29	2.55	12.2	3.2
VC-118	17/04/1995	7.90	793	5	59	370	48	2.05	12.2	1
VC-118	18/10/1995	7.00	833	5	84	370	15	2.64	3.6	1
VC-118	03/04/1996	7.80	799	5	84	360	12	2.6	36	3.2
VC-118	30/05/1996	7.10	847	5	63	375	25	3.28	12.2	1
VC-118	18/07/1996	7.10	816	5	63	257	27	2.24	12.2	1
VC-118	24/01/1997	7.10	831	5	70	380	20	2.24	9.2	1
VC-118	07/05/1997	7.70	840	5	77	350	22	2.86	3.2	1
VC-118	01/08/1997	7.60	914	5	133	340	27	2.32	12.2	1
VC-118	27/10/1997	8.00	800	5	77	350	24	2.24	22	3.2
VC-118	28/01/1998	7.20	710	5	42	390	31	2.02	18	1
VC-118	22/04/1998	7.30	830	5	70	325	18	2.35	9.2	1
VC-118	31/07/1998	7.10	740	5	28	320	4	2.08	12.2	3.2
VC-118	30/10/1998	7.40	750	5	73	270	17	2.08	9.2	1
VC-118	30/01/1999	7.90	620	5	52	300	2	2.05	12.2	3.2
VC-118	28/04/1999	7.40	690	5	56	354	9	2.06	12.2	1
VC-118	29/10/1999	7.60	725	5	91	440	24	2.08	9.2	1
VC-118	27/04/2000	7.80	530	5	52	396	6	2.24	6.2	1
VC-118	27/10/2000	7.50	770	5	77	380	18	2.6	6.2	1
VC-118	03/05/2001	7.80	770	5	63	350	20	2.06	12.2	3.2
VC-118	14/04/2002	7.10	720	5	77	300	8	2.16	9.2	1
VC-118	01/04/2003	7.00	750	10	56	320	12	2.07	3	1
VC-118	20/04/2004	7.40	720	5	49	315	14	2.06	9.2	1
VC-118	19/04/2005	7.10	810	10	56	320	9	2.1	12.2	3.2
VC-118	17/04/2006	7.20	865	5	45	300	10	2.08	6.2	1
VC-118	13/04/2007	7.30	700	10	49	320	6	2.06	3.6	1
VC-118	15/04/2008	7.35	705	10	49	300	3	2.05	3.6	1
PROMEDIO		7.43	759.88	6.00	64.44	337.68	15.24	2.27	10.67	1.53
MAXIMO		8.00	914.00	10.00	133.00	440.00	31.00	3.28	36.00	3.20
MINIMO		7.00	530.00	5.00	28.00	257.00	2.00	2.02	3.00	1.00
DESV. EST.		0.3096	81.4920	2.0412	20.4513	41.6140	8.3929	0.3114	6.9275	0.9590
INTERV-CONF		0.1239	32.6030	0.8167	8.1821	16.6488	3.3578	0.1246	2.7715	0.3837

Anexo A

A.1 Data Histórica de los parámetros seleccionados en las estaciones de agua subterránea

Código	Fecha	PH	CE	Color	Cl	Dza Tot.	NO ₃	DQO	CT	CF
VC-120	22/01/1993	6.80	950	5	52	365	59	2.3	12.2	1
VC-120	08/04/1993	7.30	930	5	31	383	33	5.8	36	12.2
VC-120	12/07/1993	7.30	1028	5	31	350	32	2.8	12.2	1
VC-120	08/10/1993	7.10	1066	10	59	400	42	2.1	22	3.2
VC-120	12/01/1994	7.80	902	5	28	322	38	2.08	12.2	1
VC-120	11/04/1994	7.80	1044	10	46	405	43	2.2	36	3.6
VC-120	11/10/1994	6.80	915	5	31	385	46	6.24	12.2	1
VC-120	10/04/1995	7.80	1010	5	42	320	12	2.75	26.2	3.6
VC-120	26/10/1995	7.10	930	10	45	378	31	5.44	12.2	1
VC-120	29/04/1996	7.40	1310	5	70	469	50	2.44	26	3.2
VC-120	06/11/1996	7.80	990	5	53	382	26	2.2	12.2	3.2
VC-120	02/04/1997	8.20	912	5	47	378	38	2.3	22	3.6
VC-120	06/10/1997	8.00	1000	5	56	438	36	2.72	9.2	1
VC-120	14/04/1998	7.20	980	5	56	410	59	2.64	12.2	1
VC-120	04/05/1999	7.20	965	5	46	436	45	2.44	9.2	1
VC-120	02/12/1999	7.80	820	5	105	455	18	4.72	12.2	1
VC-120	18/04/2000	7.80	1150	5	63	400	24	2.76	22	3.2
VC-120	23/04/2001	7.80	1000	5	49	370	45	4.1	12.2	1
VC-120	02/04/2002	7.10	1200	5	63	398	53	2.55	12.2	3.1
VC-120	01/04/2003	7.10	900	5	63	400	12	3.1	12.2	1
VC-120	09/04/2004	7.00	860	5	49	375	15	2.5	9.2	1
VC-120	05/04/2005	7.20	910	10	49	403	22	2.2	6.2	1
VC-120	04/04/2006	7.30	953	5	50	380	28	2.5	22	3.2
VC-120	02/04/2007	7.13	948	5	55	410	72	2.5	9.2	1
VC-120	08/04/2008	6.80	1115	5	42	400	50	2	9.2	1
PROMEDIO		7.39	991.52	5.80	51.24	392.48	37.16	3.02	15.94	2.28
MAXIMO		8.20	1,310.00	10.00	105.00	469.00	72.00	6.24	36.00	12.20
MINIMO		6.80	820.00	5.00	28.00	320.00	12.00	2.00	6.20	1.00
DESV. EST.		0.4050	110.0784	1.8708	15.6106	34.9346	15.5823	1.2242	8.2514	2.3551
INTERV-CONF		0.1620	44.0397	0.7485	6.2454	13.9765	6.2341	0.4898	3.3012	0.9422

Anexo A
A.1 Data Histórica de los parámetros seleccionados en las estaciones
de agua subterránea

Código	Fecha	PH	CE	Color	Cl	Dza Tot.	NO₃	DQO	CT	CF
VC-152	15/04/1993	6.8	300	5	35	155	12	2	12.2	1
VC-152	18/11/1993	7.0	390	10	35	180	8	2.05	9.2	1
VC-152	12/04/1994	7.1	290	5	21	160	15	2.06	12.2	1
VC-152	20/10/1994	7.2	290	10	21	145	6	2.15	3.6	1
VC-152	22/04/1995	7.05	250	10	35	155	22	2	9.2	1
VC-152	22/10/1995	7.2	280	10	21	145	5	2.07	12.2	3.1
VC-152	02/05/1996	6.9	270	5	35	170	15	2.05	9.2	1
VC-152	25/10/1996	7.1	250	10	21	150	6	2.45	12.2	1
VC-152	21/04/1997	7.0	290	5	38	160	18	2.05	12.2	1
VC-152	03/11/1997	7.1	260	10	21	145	8	2.07	9.2	1
VC-152	25/04/1998	7.0	270	5	35	155	22	2.08	3.6	1
VC-152	05/11/1998	7.15	290	5	21	145	9	2.05	12.2	1
VC-152	25/04/1999	6.9	280	5	35	160	21	2.06	12.2	1
VC-152	05/11/1999	7.0	295	10	21	145	12	2.07	9.2	1
VC-152	05/05/2000	7.05	265	5	35	160	18	2.05	3.6	1
VC-152	25/10/2000	7.0	290	10	21	145	8	2	12.2	1
VC-152	15/04/2001	6.20	290	5	49	270	20	2	9.2	1
VC-152	22/10/2001	6.80	285	10	21	150	10	2.08	9.2	1
VC-152	25/04/2002	6.90	295	5	35	165	12	2.06	3.6	1
VC-152	03/11/2002	6.80	265	10	21	145	8	2.1	12.2	1
VC-152	01/04/2003	7.40	370	5	21	130	2	2.15	12	1
VC-152	26/10/2003	7.10	300	5	24	115	8	2.16	3.6	1
VC-152	20/04/2004	6.60	320	10	38	240	8	2.48	22	6.2
VC-152	05/11/2004	6.80	300	10	21	150	6	2.05	9.2	1
VC-152	13/04/2005	6.70	380	10	35	250	15	2.08	9.2	1
VC-152	25/10/2005	7.00	320	10	24	150	10	2.05	3.6	1
VC-152	17/04/2006	7.20	455	10	28	190	9	2.06	6.2	1
VC-152	25/10/2006	7.10	325	10	24	155	6	2.1	3.6	1
VC-152	13/04/2007	7.4	549	5	28	165	9	2.15	3	1
VC-152	05/11/2007	7.10	355	10	24	160	8	2.16	3.6	1
VC-152	15/04/2008	7.50	551	5	25	150	7	2.1	6.2	1
PROMEDIO		6.99	324.80	7.60	28.04	164.80	11.00	2.11	8.49	1.21
MAXIMO		7.50	551.00	10.00	49.00	270.00	22.00	2.48	22.00	6.20
MINIMO		6.20	250.00	5.00	21.00	115.00	2.00	2.00	3.00	1.00
DESV. EST.		0.2680	81.3496	2.5495	7.7700	36.3284	5.2994	0.1155	4.5137	1.0400
INTERV-CONF		0.1072	32.5460	1.0200	3.1086	14.5341	2.1202	0.0462	1.8058	0.4161

Anexo A
A.1 Data Histórica de los parámetros seleccionados en las estaciones
de agua subterránea

Código	Fecha	PH	CE	Color	Cl	Dza Tot.	NO ₃	DQO	CT	CF
VC-153	22/04/1993	7.2	680	5	28	258	8	2.05	12.2	1
VC-153	22/10/1993	7.6	650	10	24	245	6	2.075	6.6	1
VC-153	03/05/1994	7.3	690	5	25	263	6	2.05	12.2	3.1
VC-153	25/10/1994	7.2	666	10	21	245	5	2.65	6.6	1
VC-153	26/04/1995	7.3	685	5	25	242	7	2.45	12.2	1
VC-153	26/10/1995	7.1	655	10	21	237	5	2.05	6.6	1
VC-153	03/05/1996	7.5	670	10	24	280	4	2.08	6.6	1
VC-153	22/10/1996	7.0	645	10	21	232	5	2.075	3.6	1
VC-153	25/04/1997	7.3	695	5	24	232	6	2	12.2	1
VC-153	20/10/1997	7.0	625	10	21	232	5	1.95	3.2	1
VC-153	26/04/1998	7.5	655	5	24	247	5	2.05	6.2	1
VC-153	25/10/1998	7.2	640	10	21	245	4	2.068	3.6	1
VC-153	23/04/1999	7.5	675	5	28	255	5	2	12.2	3.1
VC-153	25/11/1999	7.1	650	10	21	243	4	1.95	3.6	1
VC-153	26/04/2000	7.4	685	5	28	237	5	2.1	3.6	1
VC-153	05/11/2000	7.1	650	5	21	232	4	2.06	12.2	1
VC-153	03/12/2001	7.3	700	10	21	272	5	2.04	16	1
VC-153	23/04/2002	7.4	720	5	28	300	3	1.98	12.2	1
VC-153	03/11/2002	7.2	650	10	21	232	5	2.08	3.6	1
VC-153	15/04/2003	7.0	640	10	28	271	6	2.56	12.2	1
VC-153	22/11/2003	7.2	650	10	21	245	5	2.06	3.6	1
VC-153	14/04/2004	6.8	630	10	21	258	5	2.25	22	3.2
VC-153	22/10/2004	7.0	625	10	21	236	4	2.05	3.6	1
VC-153	26/04/2005	7.4	650	10	28	279	5	2.07	3.6	1
VC-153	03/11/2005	7.2	630	10	21	245	4	2.06	9.2	3.1
VC-153	26/04/2006	7.2	720	5	25	285	2	1.98	1	1
VC-153	26/10/2006	7.3	665	10	24	250	4	2.06	3.6	1
VC-153	16/04/2007	7.3	728	10	28	300	3	2	3.6	1
VC-153	23/10/2007	7.1	685	10	21	250	5	2.55	9.2	1
VC-153	03/04/2008	7.3	727	10	25	315	7	2.18	1	1
PROMEDIO		7.2	666.60	8.60	23.48	256.40	4.60	2.09	7.12	1.26
MAXIMO		7.50	728.00	10.00	28.00	315.00	7.00	2.56	22.00	3.20
MINIMO		6.80	625.00	5.00	21.00	232.00	2.00	1.95	1.00	1.00
DESV. EST.		0.1827	32.5794	2.2913	2.9456	24.5527	1.0408	0.1536	5.2182	0.7077
INTERV-CONF		0.0731	13.0342	0.9167	1.1785	9.8229	0.4164	0.0614	2.0877	0.2832

Anexo A

A.1 Data Histórica de los parámetros seleccionados en las estaciones de agua subterránea

Código	Fecha	PH	CE	Color	Cl	Dza Tot.	NO ₃	DQO	CT	CF
VC-162	15/04/1993	7.1	1250	5	120	437	12	2.55	12	1
VC-162	03/11/1993	7.5	1150	10	115	405	10	2.06	9.2	1
VC-162	25/04/1994	6.9	1200	10	128	436	15	2.55	22	3.2
VC-162	28/11/1995	7.3	1180	10	115	418	8	2.08	12.2	1
VC-162	03/05/1996	7.0	1260	5	120	436	12	2.07	9.2	1
VC-162	25/11/1996	7.4	1190	10	110	400	10	2.65	9.2	1
VC-162	26/04/1997	7.1	1200	5	118	440	15	2.55	9.2	1
VC-162	22/11/1997	7.2	1150	10	115	405	10	2.65	3.6	1
VC-162	26/04/1998	7.1	1220	5	120	432	12	2.55	3.6	1
VC-162	03/11/1998	7.3	1150	10	115	410	8	2.7	9.2	1
VC-162	25/04/1999	7.1	1200	5	120	423	12	2.07	12.2	1
VC-162	03/11/1999	7.5	1186	10	110	400	10	2.05	16.2	3.2
VC-162	25/04/2000	6.9	1200	10	115	428	15	2.08	9.2	1
VC-162	05/11/2000	7.3	1120	10	110	405	8	2	3.6	1
VC-162	26/04/2001	7.1	1200	5	115	393	10	2.06	3.6	1
VC-162	03/11/2001	7.3	1300	10	110	375	9	2.55	3.6	1
VC-162	15/04/2002	7.10	1200	5	119	440	12	2.32	9.2	1
VC-162	25/10/2002	7.20	1150	10	115	417	10	2.05	3.6	1
VC-162	01/04/2003	7.40	1400	20	154	468	6	2.08	22	3.1
VC-162	22/10/2003	7.10	1250	10	125	400	11	2.07	12.2	3.1
VC-162	20/04/2004	6.90	1150	5	126	358	16	2.4	9.2	3.1
VC-162	28/10/2004	7.20	1180	10	115	375	10	2.08	12.2	3.1
VC-162	19/04/2005	7.20	1200	10	112	380	19	2.1	36	1
VC-162	03/11/2005	7.50	1180	10	110	372	10	2.15	9.2	3.1
VC-162	17/04/2006	7.40	1390	20	119	408	15	2.07	12.2	1
VC-162	25/10/2006	7.00	1250	10	115	378	12	2.07	9.2	1
VC-162	13/04/2007	7.3	1355	5	126	429	14	2.1	12.2	1
VC-162	25/10/2007	7.10	1200	10	115	380	8	2.05	3.6	1
VC-162	15/04/2008	7.20	1349	10	123	430	2	1.98	3.6	1
PROMEDIO		7.20	1,225.20	9.20	118.08	407.28	11.04	2.22	9.87	1.51
MAXIMO		7.50	1,400.00	20.00	154.00	468.00	19.00	2.70	36.00	3.20
MINIMO		6.90	1,120.00	5.00	110.00	358.00	2.00	1.98	3.60	1.00
DESV. EST.		0.1670	77.1757	4.0000	8.9904	27.0085	3.5057	0.2409	7.1171	0.9228
INTERV-CONF		0.0668	30.8761	1.6003	3.5968	10.8055	1.4026	0.0964	2.8474	0.3692

Anexo A
A.1 Data Histórica de los parámetros seleccionados en las estaciones
de agua subterránea

Código	Fecha	PH	CE	Color	Cl	Dza Tot.	NO ₃	DQO	CT	CF
VC-180	18/04/1993	7.1	800	10	75	375	18	2.5	14	1
VC-180	26/10/1993	7.5	785	10	70	345	15	1.95	22	1
VC-180	25/04/1994	7.1	810	10	74	367	17	2.0	9.2	1
VC-180	22/10/1994	7.3	785	10	70	321	10	1.98	22	3.1
VC-180	02/05/1995	7.2	795	5	72	310	12	2.05	9.2	1
VC-180	26/10/1995	7.5	780	10	70	316	10	1.98	12.2	1
VC-180	26/04/1996	7.2	795	5	72	348	15	2.1	28	3.2
VC-180	03/11/1996	7.5	800	10	70	308	8	2.05	9	1
VC-180	26/04/1997	7.1	780	5	74	335	10	2.06	12	1
VC-180	24/10/1997	7.5	788	10	68	317	8	1.98	18	1
VC-180	27/04/1998	7.05	800	5	72	324	14	2	1	1
VC-180	22/10/1998	7.35	780	10	66	317	12	2.05	12	3.2
VC-180	28/04/1999	7.0	810	5	70	330	18	2	18	1
VC-180	22/10/1999	7.4	765	15	66	303	8	2.1	9.2	1
VC-180	26/04/2000	7.05	800	5	70	326	15	2.09	12.2	1
VC-180	03/11/2000	7.3	750	10	66	300	10	2	9.2	1
VC-180	05/05/2001	7	810	5	72	337	14	2.08	3.2	1
VC-180	03/11/2001	7.25	750	10	68	313	8	2.66	12.2	1
VC-180	03/05/2002	7.05	777	5	70	325	13	2.1	22	1
VC-180	28/10/2002	7.55	755	10	68	322	7	2.88	36	3.6
VC-180	26/04/2003	7.01	795	5	70	323	12	2.07	22	1
VC-180	22/10/2003	7.25	777	5	66	325	8	2.88	9.2	1
VC-180	26/04/2004	7.1	815	5	72	320	16	2.1	3.6	1
VC-180	22/10/2004	7.3	760	10	66	297	12	2.08	9.2	1
VC-180	26/04/2005	7.1	778	5	70	320	10	2.07	3.6	1
VC-180	25/10/2005	7.2	760	10	66	333	8	2.85	12.2	1
VC-180	22/04/2006	7.1	778	5	77	327	12	1.98	18	3.2
VC-180	22/10/2006	7.4	766	5	72	300	8	2.88	9.2	1
VC-180	26/04/2007	7.04	811	10	77	400	18	2.05	12	1
VC-180	22/10/2007	7.5	788	10	70	308	10	2.09	22	3.2
VC-180	22/04/2008	7.15	810	10	49	380	42	2.0	12.2	1
PROMEDIO		7.23	783.52	7.80	68.92	324.48	12.44	2.21	13.73	1.47
MAXIMO		7.55	815.00	15.00	77.00	400.00	42.00	2.88	36.00	3.60
MINIMO		7.00	750.00	5.00	49.00	297.00	7.00	1.98	1.00	1.00
DESV. EST.		0.1820	20.2343	2.9155	5.2195	22.7507	6.9467	0.3224	8.8348	0.9676
INTERV-CONF		0.0728	8.0953	1.1664	2.0882	9.1020	2.7792	0.1290	3.5346	0.3871

Anexo A

A.1 Data Histórica de los parámetros seleccionados en las estaciones de agua subterránea

Código	Fecha	PH	CE	Color	Cl	Dza Tot.	NO ₃	DQO	CT	CF
VC-188	12/04/1993	7.1	1000	5	35	375	20	2.16	12.2	1
VC-188	22/10/1993	7.2	1110	5	38	392	25	2.08	22	3.2
VC-188	22/04/1994	7.15	1000	10	35	300	18	2.0	12.2	1
VC-188	26/10/1994	7.4	998	10	30	313	10	2.19	9.2	1
VC-188	26/04/1995	7.1	1000	5	38	305	12	1.98	36	6.2
VC-188	22/10/1995	7.3	900	10	32	308	22	2.09	22	3.2
VC-188	22/04/1996	7	1000	5	38	325	24	2.08	12.2	1
VC-188	26/10/1996	7.35	995	5	35	308	14	2.05	36	3.6
VC-188	26/04/1997	7.1	1000	5	32	325	9	2.08	9.2	1
VC-188	28/10/1997	7.4	990	10	30	322	12	2.0	12.2	1
VC-188	22/04/1998	7	1100	5	38	358	18	2.08	9.2	1
VC-188	03/11/1998	7.3	1000	5	35	300	12	2.07	26	3.2
VC-188	26/04/1999	7.1	1200	5	36	342	16	2.15	22	3.2
VC-188	05/11/1999	7.4	999	10	35	308	10	2	3.6	1
VC-188	22/04/2000	7	1000	5	32	325	14	1.98	22	3.6
VC-188	03/11/2000	7.3	890	10	30	300	12	2	12.2	1
VC-188	25/04/2001	7.1	1100	5	35	333	18	2.05	36	3.6
VC-188	26/10/2001	7.4	1000	5	38	300	16	2	12.2	1
VC-188	22/04/2002	7.1	1050	5	36	375	22	2.08	9.2	1
VC-188	20/10/2002	7.3	980	10	32	325	20	2.075	12.2	1
VC-188	27/04/2003	7	1000	10	38	328	12	2	9.2	1
VC-188	26/10/2003	7.3	1100	5	35	305	16	2.05	9.2	1
VC-188	28/04/2004	7.0	1050	5	36	336	20	2	3.2	1
VC-188	03/11/2004	7.5	1100	10	35	316	15	2.1	32	3.2
VC-188	22/04/2005	7.3	1200	5	36	358	18	2.05	12.2	3.2
VC-188	03/11/2005	7.4	1100	5	35	342	14	2.16	12.2	1
VC-188	26/04/2006	7.1	1000	5	38	308	12	2	9.2	1
VC-188	22/11/2006	7.3	998	10	35	325	16	2.05	22	3.2
VC-188	02/04/2007	7.0	1200	10	35	392	34	2	16	3.2
VC-188	09/10/2007	6.9	1120	10	74	401	46	2.2	36	6.2
VC-188	22/04/2008	7	100	5	40	375	35	2.1	22	3.2
PROMEDIO		7.19	1,010.88	6.80	36.76	333.28	18.20	2.06	16.70	2.14
MAXIMO		7.50	1,200.00	10.00	74.00	401.00	46.00	2.20	36.00	6.20
MINIMO		6.90	100.00	5.00	30.00	300.00	9.00	1.98	3.20	1.00
DESV. EST.		0.1761	205.0478	2.4495	8.1511	28.6742	8.6265	0.0571	9.9666	1.4280
INTERV-CONF		0.0704	82.0347	0.9800	3.2610	11.4719	3.4513	0.0228	3.9874	0.5713

Anexo A
A.1 Data Histórica de los parámetros seleccionados en las estaciones
de agua subterránea

Código	Fecha	PH	CE	Color	Cl	Dza Tot.	NO ₃	DQO	CT	CF
VC-190	22/04/1993	7.8	550	10	10	300	22	2.03	3.2	1
VC-190	25/10/1993	7.9	540	10	15	280	18	1.98	6.2	1
Vc-190	25/04/1994	7.5	555	5	15	300	25	2	3.2	1
VC-190	20/10/1994	7.8	535	10	10	270	15	2.1	12.2	1
VC-190	16/04/1995	7.7	560	5	21	280	20	2.05	6.2	1
VC-190	22/10/1995	7.8	540	10	10	260	18	2.16	12.2	1
VC-190	21/04/1996	7.5	565	5	15	270	21	2.45	6.2	1
VC-190	25/10/1996	7.8	535	10	10	260	17	2	22	3.2
VC-190	19/04/1997	7.4	560	5	15	280	22	2.05	12.2	3.2
VC-190	23/10/1997	7.8	545	10	10	260	15	2.6	12.2	3.2
VC-190	22/04/1998	7.5	550	5	21	270	23	2.45	3.6	1
VC-190	25/10/1998	7.7	530	10	10	260	12	2.07	12.2	1
VC-190	14/04/1999	7.6	570	5	28	275	23	2.55	22	3.6
VC-190	21/10/1999	7.7	520	10	10	260	14	2.05	12.2	1
VC-190	22/04/2000	7.5	565	10	15	265	22	2.1	3.6	1
VC-190	15/10/2000	7.7	515	10	10	260	12	2.07	12.2	1
VC-190	18/04/2001	7.3	530	5	21	270	25	2	9.2	1
VC-190	23/10/2001	7.5	515	10	10	260	14	2.45	22	3.6
VC-190	14/04/2002	7.7	555	5	15	270	19	2.05	9.2	1
VC-190	22/10/2002	7.8	520	10	10	260	13	2.06	22	3.2
VC-190	18/04/2003	7.3	535	10	15	270	21	2.15	9.2	12
VC-190	22/10/2003	7.5	520	10	10	260	15	2.05	3.6	1
VC-190	18/04/2004	7.4	535	5	15	280	22	2.16	9.2	1
VC-190	25/10/2004	7.6	515	10	10	250	11	2	16	3.2
VC-190	21/04/2005	7.3	555	5	15	275	20	2.15	12.2	1
VC-190	14/10/2005	7.6	500	10	15	260	18	2.09	9.2	1
VC-190	22/04/2006	7.5	530	5	21	280	21	2.55	3.6	1
VC-190	14/10/2006	7.7	505	10	10	250	10	2.35	12.2	1
VC-190	21/04/2007	7.5	525	5	15	265	18	2.2	9.2	1
VC-190	18/10/2007	7.7	490	10	10	250	12	2.15	12.2	1
VC-190	23/04/2008	7.7	500	5	15	260	16	2.25	22	3.2
PROMEDIO		7.57	531.40	7.80	14.04	264.80	17.44	2.20	11.98	2.18
MAXIMO		7.80	570.00	10.00	28.00	280.00	25.00	2.60	22.00	12.00
MINIMO		7.30	490.00	5.00	10.00	250.00	10.00	2.00	3.60	1.00
DESV. EST.		0.1568	22.2448	2.5331	4.6947	8.9536	4.4355	0.1949	6.0526	2.3183
INTERV-CONF		0.0627	8.8996	1.0134	1.8782	3.5821	1.7745	0.0780	2.4215	0.9275

Anexo A
A.1 Data Histórica de los parámetros seleccionados en las estaciones
de agua subterránea

Código	Fecha	PH	CE	Color	Cl	Dza Tot.	NO ₃	DQO	CT	CF
VC-191	22/04/1993	7.4	730	10	75	409	40	2.05	12.2	1
VC-191	22/10/1993	7.6	700	10	65	390	32	2.5	22	3.2
VC-191	21/04/1994	7.3	750	10	70	400	35	2.45	9.2	1
VC-191	23/10/1994	7.5	680	10	60	380	32	2.55	16	3.2
VC-191	21/04/1995	7.4	725	5	70	390	40	2.6	3.6	1
VC-191	22/10/1995	7.7	700	10	60	370	30	2.65	12.2	1
VC-191	20/04/1996	7.3	710	5	65	390	38	2.5	22	3.2
VC-191	26/10/1996	7.8	650	10	55	360	31	2.6	16	1
VC-191	21/04/1997	7.4	730	5	70	390	35	2.75	9.2	1
VC-191	23/10/1997	7.7	680	10	60	375	30	2.85	36	3.6
VC-191	21/04/1998	7.3	705	10	65	380	41	2.9	3.6	1
VC-191	20/10/1998	7.5	655	10	60	360	30	2.6	9.2	1
VC-191	26/04/1999	7.3	670	5	65	380	40	2.45	12.2	1
VC-191	23/10/1999	7.5	660	10	55	370	32	2.55	9.2	1
VC-191	21/04/2000	7.5	705	5	70	390	41	2.5	22	3.2
VC-191	25/10/2000	7.7	655	10	50	350	30	2.6	16	1
VC-191	19/04/2001	7.2	715	5	75	390	45	2	9.2	1
VC-191	21/10/2001	7.8	650	10	65	370	29	2.6	36	3.2
VC-191	23/04/2002	7.3	720	5	70	380	41	2.95	3.6	1
VC-191	28/10/2002	7.8	645	10	55	365	26	2.65	9.2	1
VC-191	24/04/2003	7.5	730	5	75	380	39	2.45	3.6	1
VC-191	21/10/2003	7.7	700	10	60	370	36	2.6	16	3.2
VC-191	22/04/2004	7.4	680	5	65	385	39	2.5	3.6	1
VC-191	25/10/2004	7.6	650	5	55	360	30	2.75	9.2	1
VC-191	24/04/2005	7.2	730	5	70	385	37	2.45	3.6	1
VC-191	21/10/2005	7.7	690	10	50	360	35	2.6	9.2	1
VC-191	25/04/2006	7.8	700	5	65	380	41	2.5	3.6	1
VC-191	24/10/2006	7.8	650	5	55	370	33	2.4	22	3.2
VC-191	23/04/2007	7.5	680	5	60	370	30	2.55	9.2	1
VC-191	25/10/2007	7.7	650	10	50	360	31	2.9	12.2	1
VC-191	22/04/2008	7.4	727	5	70	400	45	2.5	3.6	1
PROMEDIO		7.54	685.48	7.20	62.20	374.80	35.40	2.59	12.37	1.54
MAXIMO		7.80	730.00	10.00	75.00	400.00	45.00	2.95	36.00	3.60
MINIMO		7.20	645.00	5.00	50.00	350.00	26.00	2.00	3.60	1.00
DESV. EST.		0.2039	30.4879	2.5331	7.6485	12.6227	5.3929	0.1970	9.2496	0.9908
INTERV-CONF		0.0816	12.1975	1.0134	3.0600	5.0501	2.1576	0.0788	3.7006	0.3964

Anexo A
A.2 Data Histórica de los parámetros seleccionados en las estaciones
de agua superficial

Código	Fecha	PH	CE	Turbidez	CI	N-NH ₄	P-PO ₄	DBO ₅	CT	OD	% Saturación OD
VC - 067	20/04/1993	8.00	550	5.80	40	0.008	0.002	3.50	22	5.8	70.7
VC - 067	26/11/1993	7.80	500	7.50	35	0.005	0.005	4.20	36	6.3	79.7
VC - 067	25/04/1994	8.10	490	5.50	45	0.015	0.003	4.10	22	6.8	81.9
VC - 067	26/10/1994	7.90	420	6.00	28	0.007	0.003	5.20	28	5.8	87.8
VC - 067	03/05/1995	8.20	475	6.20	38	0.009	0.004	3.80	56	7.2	96.2
VC - 067	27/10/1995	7.80	430	5.80	35	0.002	0.002	4.50	36	7.6	70.6
VC - 067	28/04/1996	7.90	500	7.50	28	0.008	0.005	3.80	88	5.8	84.7
VC - 067	03/11/1996	7.80	480	5.80	45	0.015	0.004	2.80	56	6.6	75.4
VC - 067	25/04/1997	7.10	520	7.20	36	0.009	0.002	5.50	22	6.2	87.0
VC - 067	26/10/1997	7.60	475	6.50	38	0.018	0.008	8.60	28	6.9	69.4
VC - 067	26/04/1998	8.00	480	6.00	50	0.005	0.003	2.60	36	7.0	58.4
VC - 067	03/11/1998	7.70	400	5.80	38	0.009	0.004	3.20	42	5.5	69.3
VC - 067	16/04/1999	7.90	560	9.00	35	0.003	0.001	2.50	36	4.8	58.4
VC - 067	22/10/1999	7.80	480	8.10	50	0.019	0.002	5.20	66	6.1	78.3
VC - 067	24/04/2000	8.05	570	7.60	38	0.008	0.002	4.80	58	5.3	64.5
VC - 067	05/11/2000	7.80	490	8.00	35	0.004	0.006	8.00	140	5.8	73.1
VC - 067	20/04/2001	8.30	500	6.00	42	0.006	0.002	7.20	58	6.4	80.1
VC - 067	05/11/2001	7.90	470	8.30	48	0.015	0.009	5.50	120	5.3	66.8
VC - 067	02/04/2002	8.50	610	5.80	45	0.006	0.002	6.00	22	4.9	58.5
VC - 067	26/11/2002	7.30	430	6.80	56	0.002	0.003	4.00	58	4.0	51.3
VC - 067	15/04/2003	8.00	470	5.90	50	0.200	0.085	12.00	38	5.3	64.5
VC - 067	21/10/2003	7.77	400	6.45	48	0.085	0.055	5.80	50	6.1	76.9
VC - 067	09/04/2004	8.10	500	6.00	55	0.002	0.008	2.00	56	5.1	60.9
VC - 067	19/10/2004	8.00	590	6.60	35	0.0015	0.009	4.20	80	4.9	61.8
VC - 067	05/04/2005	8.60	560	5.80	49	0.015	0.005	3.80	48	5.0	60.8
VC - 067	19/10/2005	7.30	450	6.80	32	0.210	0.018	4.00	36	5.4	68.1
VC - 067	04/04/2006	8.30	520	5.90	21	0.050	0.009	4.60	42	5.5	65.7
VC - 067	17/10/2006	7.60	500	6.90	35	0.180	0.008	4.00	53	3.8	48.7
VC - 067	02/04/2007	8.23	588	5.50	35	0.008	0.002	2.20	90	4.9	59.6
VC - 067	09/10/2007	7.50	730	6.00	24	0.017	0.002	3.60	76	5.0	63.1
VC - 067	08/04/2008	8.19	583	5.70	32	0.020	0.005	4.00	100	7.0	83.6
PROMEDIO		7.90	507.13	6.54	39	0.031	0.009	4.68	55	5.7	70.2
MAXIMO		8.60	730.00	9.00	56.00	0.21	0.09	12.00	140.00	7.60	96.20
MINIMO		7.10	400.00	5.50	21.00	0.00	0.00	2.00	22.00	3.80	48.70
DESV. EST.		0.3367	69.4520	0.9299	8.7509	0.0576	0.0171	2.0569	29.0567	0.9190	11.3647
INTERV-CONF		0.0077	1.5934	0.0213	0.2008	0.0013	0.0004	0.0472	0.6666	0.0211	0.2607

Anexo A
A.2 Data Histórica de los parámetros seleccionados en las estaciones
de agua superficial

Código	Fecha	PH	CE	Turbidez	CI	N-NH4	P-PO ₄	DBO ₅	CT	OD	% Saturación OD
VC-068	30/04/1993	8.4	612	13.3	38	0.015	0.09	3.6	1100	6.2	74.1
VC-068	30/10/1993	8.2	665	10.0	35	0.012	0.15	4.0	1000	8	90.0
VC-068	30/04/1994	7.0	596	5.0	42	0.015	0.22	5.0	790	6.2	76.1
VC-068	20/10/1994	7.9	610	8	42	0.02	0.09	4.0	2000	5.5	70.6
VC-068	17/04/1995	8.3	657	7.5	38	0.017	0.11	5.0	1000	6.8	81.3
VC-068	18/10/1995	7.9	410	5.8	28	0.01	0.12	3.0	900	4.8	62.1
VC-068	18/04/1996	8.6	575	5.9	35	0.009	0.09	3.5	740	4.2	51.1
VC-068	23/10/1996	7.2	527	8.8	35	0.011	0.1	3.2	660	6.8	87.3
VC-068	29/04/1997	8.3	595	6.4	51	0.34	0.14	6.0	800	4.6	55.9
VC-068	27/10/1997	8.3	770	6	56	0.022	0.003	5.0	740	6.8	85.8
VC-068	22/04/1998	8.3	700	5.9	49	0.076	0.002	3.0	500	5	60.8
VC-068	30/10/1998	7.9	600	5.7	38	0.015	0.002	6.0	660	4.6	59.1
VC-068	28/04/1999	8.6	560	6.1	39	0.063	0.008	4.0	240	5.1	60.1
VC-068	31/10/1999	7.1	970	9.7	91	0.09	0.005	7.0	550	4.9	61.9
VC-068	04/04/2000	8.8	354	5	49	0.022	0.15	4.0	300	5	60.8
VC-068	11/10/2000	8.2	620	6.6	35	0.009	0.002	3.8	220	6.1	78.3
VC-068	10/04/2001	8.4	700	6.8	63	0.018	0.004	4.8	190	4.8	58.4
VC-068	31/10/2001	8.2	670	7.2	38	0.047	0.08	3.8	240	5.2	65.6
VC-068	15/04/2002	8.3	590	5.2	147	0.02	0.003	4.00	520	5	60.9
VC-068	26/11/2002	7.2	730	7.5	63	0.012	0.002	4.20	220	4.9	62.9
VC-068	01/04/2003	7.3	620	5.9	35	0.012	0.005	3.00	460	5.3	64.5
VC-068	21/10/2003	7.7	420	6.5	38	0.022	0.003	6.00	140	5.7	71.8
VC-068	20/04/2004	7.8	540	5.8	40	0.015	0.002	3.90	550	5.5	65.7
VC-068	19/10/2004	8.2	670	6.1	42	0.018	0.004	5.00	600	5.1	64.3
VC-068	19/04/2005	7.5	660	6.2	42	0.017	0.0038	3.80	240	4.8	57.3
VC-068	19/10/2005	7.4	580	7.5	38	0.05	0.0022	5.00	700	4.7	59.3
VC-068	17/04/2006	7.3	670	5.75	70	0.025	0.001	4.70	520	4.9	58.6
VC-068	17/10/2006	7.9	645	8.8	35	0.015	0.001	3.90	720	5.3	66.9
VC-068	13/04/2007	7.6	810	6.1	35	0.025	0.002	4.20	360	5.1	62.1
VC-068	16/10/2007	7.7	352	9	18	0.02	0.004	4.60	140	4.3	54.2
VC-068	15/04/2008	7.7	830	6.2	32	0.01	0.003	5.20	240	5.1	60.9
PROMEDIO		7.91	622.84	6.98	46	0.035	0.045	4.39	582	5.4	66.1
MAXIMO		8.80	970.00	13.30	147.00	0.34	0.22	7.00	2,000.00	8.00	90.00
MINIMO		7.00	352.00	5.00	18.00	0.01	0.00	3.00	140.00	4.20	51.10
DESV. EST.		0.4908	130.969	1.7772	23.2401	0.0601	0.0625	0.9729	380.8011	0.8491	9.9620
INTERV-CONF		0.0111	2.9559	0.0401	0.5245	0.0014	0.0014	0.0220	8.5945	0.0192	0.2248

Anexo A
A.2 Data Histórica de los parámetros seleccionados en las estaciones
de agua superficial

Código	Fecha	PH	CE	Turbidez	CI	N-NH4	P-PO ₄	DBO ₅	CT	OD	% Saturación OD
VC-130	18/04/1993	7.80	780	5.7	35	0.019	0.002	3.50	22	7.04	8.22
VC-130	26/10/1993	7.60	660	5.5	38	0.025	0.003	3.90	12.2	9.4	100
VC-130	18/04/1994	8.70	473	5.9	42	0.03	0.002	4.00	36	4.6	54.9
VC-130	28/10/1994	7.60	480	6	36	0.027	0.005	5.00	12	7.2	90.8
VC-130	24/04/1995	7.70	550	5.8	49	0.3	0.005	4.80	22	6	73.0
VC-130	04/11/1995	7.90	372	6.1	24	0.025	0.002	4.00	12.2	4.6	58.9
VC-130	04/04/1996	8.20	558	5.8	35	0.045	0.002	4.00	12	4.5	54.7
VC-130	28/10/1996	8.00	572	6.5	36	0.05	0.002	3.80	9.2	7.4	95.0
VC-130	01/05/1997	8.60	385	5.9	35	0.016	0.004	4.2	22	6.9	83.9
VC-130	13/11/1997	8.70	360	6.3	43	0.13	0.006	3.8	12	2.4	30.8
VC-130	22/04/1998	8.10	500	5.75	42	0.1	0.016	5.0	36	3.9	47.5
VC-130	20/10/1998	7.60	585	6.6	49	0.018	0.009	4	12	4.8	60.6
VC-130	28/04/1999	7.80	545	5.9	49	0.014	0.002	3	9.2	5.1	62.1
VC-130	22/10/1999	7.60	310	6	28	0.11	0.008	2.5	22	4.6	58.5
VC-130	17/04/2000	7.6	620	5.8	35	0.014	0.002	2.7	12	4.3	51.9
VC-130	26/11/2000	7.5	490	6.1	70	0.017	0.003	2.2	22	5.2	66.2
VC-130	24/04/2001	8	550	5.9	42	0.019	0.002	3.2	32	4.3	51.2
VC-130	22/10/2001	7.8	480	6.3	46	0.013	0.001	3	12.2	4.5	56.7
VC-130	01/04/2002	7.6	476	5.8	35	0.015	0.0015	3.6	12	4.8	57.9
VC-130	22/10/2002	7.8	470	6.8	48	0.017	0.002	3.9	9.2	4	51.3
VC-130	26/04/2003	7.9	475	5.8	42	0.02	0.002	3.2	12	5.5	66.9
VC-130	22/10/2003	8	490	7.5	35	0.016	0.003	4	22	5.1	64.9
VC-130	27/04/2004	7.8	660	6.0	42	0.018	0.001	4.2	18	4.8	57.9
VC-130	27/10/2004	7.9	550	7.5	36	0.022	0.002	3.8	12	4.2	52.9
VC-130	19/04/2005	7.6	600	6.1	35	0.04	0.002	2.9	32	4	48.7
VC-130	22/10/2005	7.9	550	6.5	38	0.07	0.001	3.2	22	5	63.1
VC-130	17/04/2006	7.3	475	5.8	49	0.05	0.003	5.5	12.2	4.8	50.0
VC-130	26/10/2006	7.8	500	9	36	0.09	0.001	5	36	3.9	50.1
VC-130	24/04/2007	7.8	520	5.6	42	0.026	0.003	5.2	22	4.5	54.7
VC-130	22/10/2007	7.8	520	7.2	52	0.019	0.004	5	22	4.2	52.9
VC-130	13/04/2008	7.6	533	6.1	42	0.015	0.001	4.0	22	4.1	48.9
PROMEDIO		7.86	519.00	6.24	41	0.045	0.003	3.87	19	5.0	58.9
MAXIMO		8.70	780.00	9.00	70.00	0.30	0.02	5.50	36.00	9.40	100.00
MINIMO		7.30	310.00	5.50	24.00	0.01	0.00	2.20	9.20	2.40	8.22
DESV. EST.		0.3284	93.499	0.7226	8.4265	0.0567	0.0031	0.8323	8.4846	1.3499	17.4766
INTERV-CONF		0.0074	2.1102	0.0163	0.1902	0.0013	0.0001	0.0188	0.1915	0.0305	0.3944

Anexo A
A.2 Data Histórica de los parámetros seleccionados en las estaciones
de agua superficial

Código	Fecha	PH	CE	Turbidez	CI	N-NH4	P-PO ₄	DBO ₅	CT	OD	% Saturación OD
VC-148	22/04/1993	8.00	470	2.50	35	0.0180	0.002	2.50	9.20	5.8	70.00
VC-148	26/10/1993	7.80	420	3.60	21	0.0090	0.001	2.00	12.20	5.4	69.30
VC-148	22/04/1994	8.00	455	1.50	38	0.0120	0.003	3.50	22.00	6.6	80.30
VC-148	03/11/1994	7.90	425	2.80	24	0.0080	0.008	2.00	9.20	5	63.60
VC-148	18/04/1995	7.50	510	1.00	35	0.0160	0.002	3.80	16.00	5.6	68.10
VC-148	27/10/1995	7.60	420	2.50	24	0.0075	0.009	2.80	12.20	3.6	45.40
VC-148	22/04/1996	7.70	475	1.80	28	0.0090	0.002	2.80	22.00	5.2	63.70
VC-148	24/11/1996	8.00	400	2.20	21	0.0050	0.007	3.20	26.00	6	76.30
VC-148	15/04/1997	8.10	450	1.20	35	0.0190	0.01	1.50	9.30	5	60.80
VC-148	05/11/1997	8.10	420	1.50	25	0.0080	0.002	2.00	9.20	4.9	62.90
VC-148	22/04/1998	7.90	440	0.80	35	0.0180	0.006	4.50	12.20	5.1	62.00
VC-148	26/10/1998	8.00	400	2.50	24	0.0050	0.002	3.80	16.00	5	60.80
VC-148	15/04/1999	7.90	510	1.00	42	0.0150	0.007	2.00	22.00	4.9	62.90
VC-148	02/11/1999	7.60	460	2.70	21	0.0130	0.009	2.80	12.20	4	50.90
VC-148	21/04/2000	7.90	490	1.50	28	0.0050	0.001	2.40	22.00	3.9	47.40
VC-148	23/10/2000	7.70	410	3.20	24	0.0070	0.002	1.80	28.00	5.1	64.90
VC-148	21/04/2001	7.80	455	1.00	35	0.0180	0.003	1.50	32.00	5.2	63.20
VC-148	25/10/2001	7.60	415	2.90	25	0.0070	0.001	2.00	38.00	5.3	68.00
VC-148	23/04/2002	7.4	400	2.10	28	0.0300	0.002	3.80	9.20	5	60.70
VC-148	08/10/2002	8.2	465	1.50	24	0.0200	0.007	3.00	3.60	5.1	64.30
VC-148	01/04/2003	8.1	650	2.60	25	0.0150	0.006	2.80	12.00	4.8	57.20
VC-148	14/10/2003	7.7	410	5.00	28	0.0170	0.004	2.60	16.00	4.5	57.20
VC-148	09/04/2004	8.2	450	3.60	42	0.0090	0.003	1.50	22.00	4.3	53.20
VC-148	06/10/2004	7.4	670	1.50	35	0.0500	0.008	2.60	22.00	4.2	53.40
VC-148	05/04/2005	7.9	930	0.90	49	0.0020	0.004	2.20	12.00	5.1	62.10
VC-148	09/11/2005	7.3	420	2.60	24	0.0150	0.008	2.00	3.60	5	63.10
VC-148	03/04/2006	8	580	10.00	35	0.0020	0.001	2.50	12.20	4.9	63.10
VC-148	09/10/2006	7.4	546	0.86	35	0.0110	0.009	2.70	22.00	5.2	65.60
VC-148	09/04/2007	8.5	425	1.25	21	0.0080	0.002	2.00	12.20	5.1	61.40
VC-148	09/10/2007	7.82	446	4.50	35	0.0190	0.006	3.60	22.00	4.9	62.90
VC-148	06/05/2008	8.5	429	1.20	37	0.0070	0.002	2.00	12.00	4.6	54.90
PROMEDIO		7.86	478.90	2.38	30.26	0.01	0.00	2.59	16.47	4.98	61.92
MAXIMO		8.50	930.00	10.00	49.00	0.05	0.01	4.50	38.00	6.60	80.30
MINIMO		7.30	400.00	0.80	21.00	0.00	0.00	1.50	3.60	3.60	45.40
DESV. EST.		0.2997	107.479	1.7781	7.3392	0.0093	0.0030	0.7702	8.0358	0.5987	7.3776
INTERV-CONF		0.0068	2.4257	0.0401	0.1656	0.0002	0.0001	0.0174	0.1814	0.0135	0.1665

Anexo A
A.2 Data Histórica de los parámetros seleccionados en las estaciones
de agua superficial

Código	Fecha	PH	CE	Turbidez	CI	N-NH4	P-PO ₄	DBO ₅	CT	OD	% Saturación OD
VC-081	01/03/1993	8.3	705	5.0	42	0.190	0.300	4.30	200	5.1	61
VC-081	17/11/1993	8.0	572	6.9	35	0.037	0.200	7.00	156	4.8	60.6
VC-081	14/05/1994	7.9	582	10.0	42	0.08	0.250	6.40	250	4.2	50.7
VC-081	11/11/1994	7.6	533	6.0	49	0.07	0.200	6.50	300	4.1	52.2
VC-081	26/04/1995	8.1	641	5.0	52	0.098	0.650	6.48	256	5.5	66.3
VC-081	31/10/1995	7.1	559	10.0	38	0.156	0.540	5.00	296	5.1	64.9
VC-081	24/04/1996	8.0	603	7.5	45	0.199	0.700	5.40	256	4.3	51.4
VC-081	05/11/1996	7.3	746	5.0	46	0.09	0.550	5.44	300	4.2	53.0
VC-081	01/04/1997	8.5	713	10.0	51	0.128	0.290	5.20	220	5.2	5.03
VC-081	24/10/1997	7.5	580	6.0	56	0.053	0.120	5.20	156	5.1	65.5
VC-081	15/05/1998	8.7	580	5.0	46	0.12	0.63	2.40	122	4.9	58.5
VC-081	21/10/1998	7.8	600	10.0	49	0.64	0.55	5.88	200	5.3	67.4
VC-081	23/04/1999	8.2	650	5.0	56	0.19	0.81	5.12	250	5.4	65.2
VC-081	31/10/1999	7.4	480	6.0	14	0.23	0.7	6.90	320	5.6	70.6
VC-081	10/04/2000	8.2	490	5.0	45	0.016	0.67	6.64	150	5.2	62.7
VC-081	13/11/2000	8.0	550	5.0	42	0.044	0.2	5.84	176	5.1	65.5
VC-081	25/04/2001	7.7	620	6.0	56	0.65	0.7	4.80	220	5	59.8
VC-081	27/08/2001	8.0	550	5	35	0.18	0.11	4.00	230	4.8	61.1
VC-081	02/04/2002	8.5	680	12	45	0.25	0.83	6.80	250	4.7	56.8
VC-081	26/11/2002	7.7	690	10	63	0.019	0.15	3.60	275	4.6	58.3
VC-081	01/04/2003	7.7	650	5	42	0.12	0.12	4.00	220	4.3	51.9
VC-081	21/10/2003	8.1	630	10	42	0.15	0.15	7.3	156	4.2	53.9
VC-081	09/04/2004	7.8	490	10	42	0.1	0.3	6.8	300	4.1	48.9
VC-081	19/10/2004	8.1	570	10	45	0.09	0.3	6.9	380	4	50.9
VC-081	05/04/2005	8.0	560	6	49	0.1	0.1	5.1	300	5.1	64.9
VC-081	19/10/2005	6.6	790	10	49	0.22	0.099	5.2	320	5.2	67.3
VC-081	12/05/2006	7.3	600	2.6	52	0.15	0.15	5.3	250	5	59.5
VC-081	23/11/2006	7.0	560	1.25	32	0.008	0.12	4.8	275	4.9	63.0
VC-081	10/05/2007	7.9	600	5.9	49	0.1	0.13	3.8	300	3.9	47.0
VC-081	15/10/2007	7.3	585	3.8	32	0.15	0.15	4.0	250	4.2	53.0
PROMEDIO		7.81	605.30	6.83	44.70	0.15	0.36	5.40	244.47	4.77	57.23
MAXIMO		8.70	790.00	12.00	63.00	0.65	0.83	7.30	380.00	5.60	70.60
MINIMO		6.60	480.00	1.25	14.00	0.01	0.10	2.40	122.00	3.90	5.03
DESV. EST.		0.4730	74.0131	2.6928	9.2890	0.1482	0.2514	1.2177	61.0787	0.4970	11.7715
INTERV-CONF		0.0109	1.6980	0.0618	0.2131	0.0034	0.0058	0.0279	1.4013	0.0114	0.2701

Anexo A
A.2 Data Histórica de los parámetros seleccionados en las estaciones
de agua superficial

Código	Fecha	PH	CE	Turbidez	CI	N-NH4	P-PO ₄	DBO ₅	CT	OD	% Saturación OD
VC-122	13/04/1993	7.6	392	5.50	31	0.019	0.076	3.70	200	6.8	81.2
VC-122	06/10/1993	8.1	454	5.80	32	0.019	0.04	4.96	156	5.9	74.4
VC-122	14/04/1994	8.1	475	6.40	42	0.015	0.006	4.60	250	6.6	79.6
VC-122	27/11/1994	8.0	480	6.00	24	0.11	0.21	3.00	300	5.1	65.5
VC-122	28/04/1995	8.0	416	5.80	45	0.12	0.05	4.80	256	4.5	53.8
VC-122	27/10/1995	8.1	390	6.60	38	0.012	0.038	5.68	296	7.6	92.4
VC-122	04/04/1996	8.4	458	5.90	42	0.056	0.002	3.10	256	5.8	73.8
VC-122	12/07/1996	7.7	395	7.20	31	0.14	0.078	5.52	300	6.4	76.5
VC-122	16/02/1997	8.1	480	6.10	31	0.11	0.032	3.6	220	5.1	64.3
VC-122	13/11/1997	8.1	360	8.0	42	0.069	0.2	3.52	156	4.9	58.5
VC-122	29/04/1998	8.5	420	5.9	28	0.1	0.05	5.12	122	5	63.6
VC-122	20/10/1998	7.8	400	6.2	42	0.067	0.09	4.00	200	6.6	79.6
VC-122	30/04/1999	8.6	380	6.5	35	0.11	0.08	4.72	250	5	64.2
VC-122	05/08/1999	8.2	380	7.6	28	0.048	0.13	3.80	320	4.5	54.2
VC-122	17/04/2000	7.6	410	6	21	0.11	0.006	5.12	150	4.3	55.2
VC-122	17/11/2000	8.5	500	7.5	39	0.059	0.13	5.08	176	5.8	69.3
VC-122	22/05/2001	8.4	460	5.5	32	0.12	0.08	5.68	220	5.2	65.6
VC-122	31/10/2001	7.8	480	7	21	0.008	0.002	2.16	230	4.9	59.6
VC-122	02/04/2002	7.8	490	6.6	21	0.009	0.16	2.64	250	4.8	60.7
VC-122	09/07/2002	7.7	396	7.1	21	0.12	0.09	2.30	275	4.5	54.2
VC-122	15/04/2003	8.0	480	6	42	0.009	0.005	2.00	220	4.3	54.7
VC-122	21/10/2003	7.9	300	7.65	24	0.10	0.002	5.20	156	5.8	69.3
VC-122	20/04/2004	7.9	360	5.9	24	0.12	0.07	5.60	300	6.6	83.2
VC-122	12/10/2004	7.6	370	7.4	28	0.005	0.03	1.80	380	8	96.4
VC-122	26/04/2005	7.6	380	6.2	28	0.004	0.002	2.00	300	7	89.9
VC-122	26/10/2005	7.0	390	7.35	21	0.004	0.001	4.10	320	5.5	66.3
VC-122	26/04/2006	8.1	468	8	38	0.012	0.003	2.8	250	6.8	85.8
VC-122	17/10/2006	7.4	430	5.9	35	0.005	0.002	2.2	275	7.3	88.8
VC-122	18/04/2007	7.9	580	6.6	35	0.006	0.003	2	300	7.7	97.1
VC-122	18/10/2007	8.4	396	7.5	28	0.005	0.002	1.8	250	7.1	86.3
PROMEDIO		7.96	425.67	6.59	31.63	0.06	0.06	3.75	244.47	5.85	72.13
MAXIMO		8.60	580.00	8.00	45.00	0.14	0.21	5.68	380.00	8.00	97.10
MINIMO		7.00	300.00	5.50	21.00	0.00	0.00	1.80	122.00	4.30	53.80
DESV. EST.		0.3586	56.8551	0.7650	7.6406	0.0492	0.0606	1.3528	61.0787	1.1172	13.5501
INTERV-CONF		0.0082	1.3044	0.0176	0.1753	0.0011	0.0014	0.0310	1.4013	0.0256	0.3109

Anexo A
A.2 Data Histórica de los parámetros seleccionados en las estaciones
de agua superficial

Código	Fecha	PH	CE	Turbidez	CI	N-NH4	P-PO ₄	DBO ₅	CT	OD	% Saturación OD
Vc-0,066	08/04/1993	8.10	476	1.5	38	0.002	0.001	5.40	56	4.2	50.1
Vc-0,066	13/10/1993	8.00	404	2.0	38	0.002	0.001	6.64	22	4	50.4
Vc-0,066	11/04/1994	8.00	410	1.0	42	0.11	0.002	7.10	120	5.5	66.3
Vc-0,066	03/10/1994	7.70	372	10.0	35	0.078	0.001	5.60	64	4.6	58
Vc-0,066	04/04/1995	7.60	470	3.0	21	0.009	0.005	4.20	42	8.6	100.1
Vc-0,066	18/10/1995	7.40	400	5.0	24	0.003	0.005	2.72	76	7	88.3
Vc-0,066	31/05/1996	7.50	531	3.0	28	0.005	0.002	5.60	12.2	5.8	69.9
Vc-0,066	09/10/1996	7.90	380	2.5	42	0.003	0.002	1.00	22	5.2	65.6
Vc-0,066	13/04/1997	8.20	450	1.5	28	0.01	0.001	5.3	9.2	4.8	57.3
Vc-0,066	24/10/1997	7.40	580	1.0	28	0.006	0.002	1.0	12.2	4.8	61.6
Vc-0,066	03/02/1998	7.80	400	2.0	28	0.003	0.002	1.2	18	4.4	53.5
Vc-0,066	13/08/1998	8.30	440	1	24	0.004	0.001	1.0	22	4.2	53.9
Vc-0,066	22/04/1999	8.3	450	1.2	21	0.027	0.015	2.7	56	4.6	55.9
Vc-0,066	22/09/1999	8.0	370	1.5	17	0.044	0.002	2.36	90	5.2	65.6
Vc-0,066	04/04/2000	8.2	320	1	17	0.06	0.02	2.08	65	4.8	58.3
Vc-0,066	05/10/2000	7.8	480	2	21	0.005	0.002	4.0	100	4.6	59.09
Vc-0,066	24/04/2001	8.5	410	0.14	14	0.008	0.002	2.2	56	5.4	65.7
Vc-0,066	26/10/2001	8.0	395	1.05	21	0.009	0.003	2.04	22	5.2	63.3
Vc-0,066	02/04/2002	8.3	410	1.2	31	0.003	0.002	4.0	9.1	4.2	51.09
Vc-0,066	03/10/2002	8.3	360	1.1	21	0.02	0.001	3.4	3.6	4.4	56.5
Vc-0,066	01/04/2003	8.0	360	0.24	28	0.002	0.001	2	19	4.4	53.6
Vc-0,066	14/10/2003	7.9	370	1.4	35	0.003	0.001	3.5	64	4.4	51.8
Vc-0,066	09/04/2004	7.9	330	3.5	14	0.003	0.002	2	75	5.6	70.6
Vc-0,066	06/10/2004	7.2	380	2.1	21	0.001	0.001	1.2	56	5.4	65.6
Vc-0,066	05/04/2005	7.5	340	2	28	0.002	0.001	2.4	23	5.2	65.8
Vc-0,066	12/10/2005	6.9	400	1	38	0.024	0.003	2.8	120	4.8	58.4
Vc-0,066	04/04/2006	7.4	465	3.1	42	0.003	0.001	1	53	4.8	57.4
Vc-0,066	14/11/2006	7.5	420	0.5	24	0.02	0.002	3	9	4.5	57.8
Vc-0,066	02/04/2007	8.14	387	4	21	0.003	0.001	1	9.2	4.4	53.5
Vc-0,066	09/10/2007	7.8	400	2	30	0.003	0.002	2	30	4	50.4
VC-0,066	08/04/2008	8.1	377	4	20	0.004	0.001	2.3	23	5.2	62.7
PROMEDIO		7.86	410.87	2.15	27.10	0.02	0.00	2.99	43.82	4.97	61.23
MAXIMO		8.50	580.00	10.00	42.00	0.11	0.02	7.10	120.00	8.60	100.10
MINIMO		6.90	320.00	0.14	14.00	0.00	0.00	1.00	3.60	4.00	50.10
DESV. EST.		0.3740	56.7807	1.8616	8.2920	0.0251	0.0041	1.7496	33.4289	0.9194	10.7129
INTERV-CONF		0.0084	1.2815	0.0420	0.1871	0.0006	0.0001	0.0395	0.7545	0.0208	0.2418

Anexo B
Datos generales de las fuentes contaminantes

Código	Nombre	Municipio	Coordenadas		C, Hídrico Afectado	Categoría	Tipo Residual	Organismo	Cuenca
			N	E					
FC-1	Pno Curamagüey	Manicaragua	276350	606400	E. Palmarito	I	Agropecuario	MINFAR	Sup
FC-4	Albañal Sta Clara	Santa Clara	286550	606100	Río Arroyo Gde	III	Municipal	INRH	Sup
FC-6	CAI Panchito G.T.	Qdo Guines	328500	574050	E. Alacranes	III	Industrial	MINAZ	Sup
FC-9	Fca Cons. y Emp. Fecoreza	Ranchuelo	291500	593500	Río Sagua La Gde	V	Industrial	MINAZ	Sup
FC-10	Cervecería A. D. Santana	Santo Dmgo	309700	563700	Manto Freático	II	Industrial	MINAL	Sup
FC-12	Matadero Emp. 10 Octubre	Ranchuelo	283350	590000	Afluente del río S. la Gde	V	Agropecuario	MINAZ	Sup
FC-13	Matadero Chichi Padrón	Santa Clara	288250	605200	Río Arroyo Gde	III	Industrial	MINAL	Sup
FC-15	Matad. Aves Sta Clara	Santa Clara	284.100	607.800	Río Arroyo Gde	III	Industrial	MINAL	Sup
FC-17	Ronera Central S.A	Santo Dmgo	307.605	570500	Río Sagua La Gde	III	Industrial	MINAL	Subt
FC-18	E.C.Mec. F.A.Noriega	Santa Clara	289.250	602.200	Río Arroyo Gde	III	Industrial	SIME	Sup
FC-19	EIMPUD"1 ^{ro} Mayo"	Santa Clara	287650	604600	Río Arroyo Gde	III	Industrial	SIME	Sup
FC-23	E. Indust. Inst. Fijas	Santa Clara	288.050	602900	Río Arroyo Gde	III	Industrial	MITRANS	Sup
FC-24	F. Talleres Sta Clara	Santa Clara	287950	606400	Río Arroyo Gde	III	Industrial	MITRANS	Sup
FC-27	R. Albañal S. Grande	Sagua la Gde	331.000	595.050	Río Sagua la Gde	III	Municipal	INRH	Sup
FC-28	Matadero Res L. González	Sagua la Gde	332.600	595.250	Río Sagua La Gde	III	Industrial	MINAL	Sup
FC-29	Fca "Cloro Sosa	Sagua la Gde	325.700	593.000	Río Sagua La Gde	III	Industrial	MINBAS	Sup

Anexo B
Datos generales de las fuentes contaminantes

Código	Nombre	Municipio	Coordenadas		C, Hídrico Afectado	Categoría	Tipo Residual	Organismo	Cuenca
			N	E					
FC-30	Elect. Elpidio Sosa	Sagua la Gde	329.650	595.100	Río Sagua La Gde	III	Industrial	MINBAS	Sup
FC-31	Ferrot. Sagua Grande	Sagua la Gde	332200	594650	Río Sagua La Gde	III	Industrial	MITRANS	Sup
FC-32	Refinería Alberto Fdz	Santo Dmgo	308.800	570.800	Río Sagua La Gde	V	Industrial	MINAZ	Sup
FC-37	CAI Héctor Rdgez	Sagua la Gde	324.000	593.500	Río Sagua la Gde	V	Industrial	MINAZ	Sup
FC-38	Matadero Emp. MACUN	Sagua la Gde	333.450	583.300	Manto Freático	VI	Agropecuario	MINAG	Subt
FC-40	Granja Agrop. Las Glorias	Santo Dmgo	310.050	580.100	Arroyo Nodo	V	Agropecuario	MINFAR	Sup
FC-43	CAI Ifraín Alfonso.	Ranchuelo	283.400	582.900	Río Sagua La Gde	V	Industrial	MINAZ	Sup
FC-44	Fábrica de Conservas Mady.	Santo Dmgo	309.150	565.900	Arroyo Arenas	V	Industrial	MINAG	Subt
FC-45	CAI Carlos Baliño	Santo Dmgo	316.150	581.900	E. Alacranes	V	Industrial	MINAZ	Sup
FC-48	Fábrica de Bujías	Sagua la Gde	329.650	594.700	Río Sagua La Gde	V	Industrial	MINBAS	Sup
FC-52	Hospital 9 de abril	Sagua la Gde	321.200	593.700	Río Sagua La Gde	V	Doméstico	MINSAP	Sup
FC-59	Pno. Ranchuelo	Ranchuelo	286.800	586.500	Río Ranchuelo	V	Agropecuario	MINAG	Sup
FC-63	Pasteurizado ra Sagua la Grande	Sagua la Gde	331.150	590.200	Manto Freático	VI	Industrial	MINAL	Subt
FC-64	Pasteurizado ra Santa Clara	Santa Clara	284.750	606.700	Río Arroyo Gde	V	Industrial	MINAL	Sup

Anexo B
Datos generales de las fuentes contaminantes

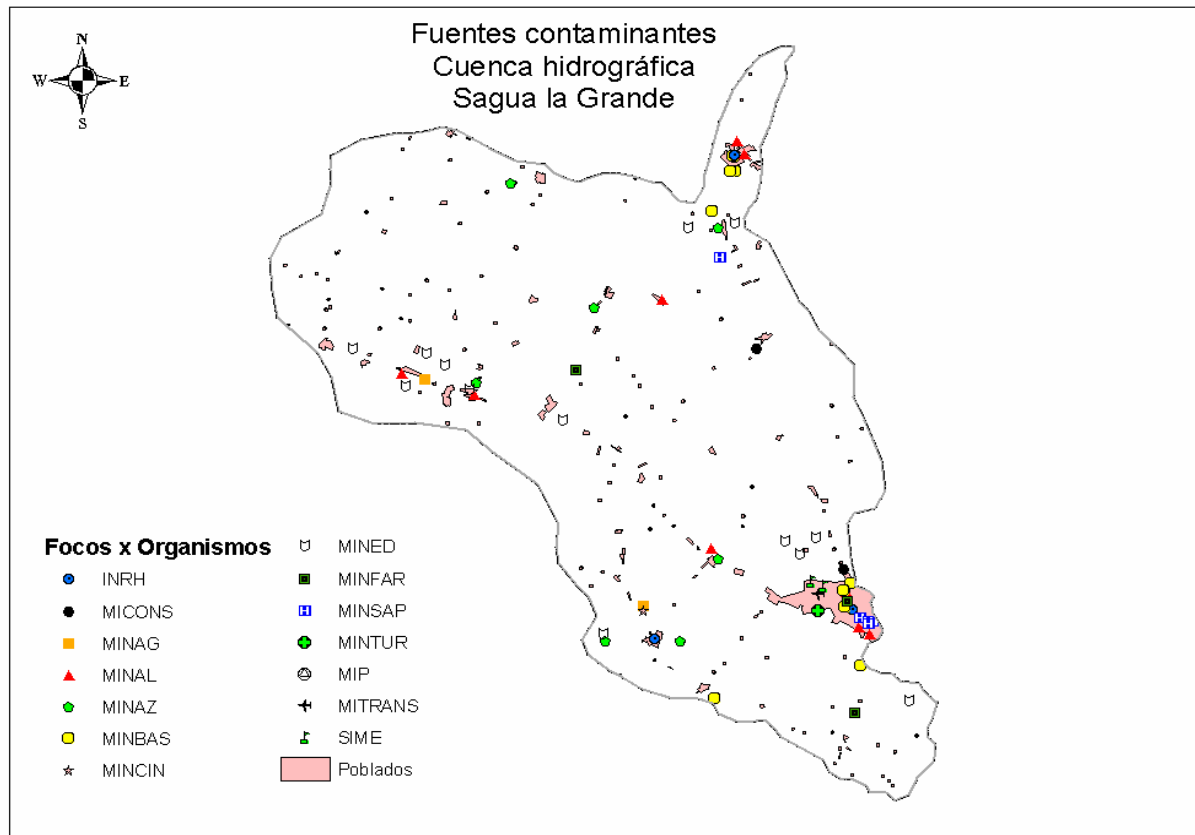
Código	Nombre	Municipio	Coordenadas		C, Hídrico Afectado	Categoría	Tipo Residual	Organismo	Cuenca
			N	E					
CF-71	Fca Conservas Reinado	Cifuentes	292.450	592.800	Río Yabú	III	Industrial	MINAL	Sup
FC-77	Procesadora de Pescado INDUVILLA	Santa Clara	288.362	605.337	Río Arroyo Gde	V	Industrial	MIP	Sup
FC-78	IPUEC "Miguel Diosdado"		324.050	590.700	Manto Freático	V	Doméstico	MINED	Subt
FC-82	IPUEC "Capitán Roberto Rdguez"	Santa Clara	293.552	602.622	Manto Freático	V	Doméstico	MINED	Subt
FC-83	IPUEC "Albaro Barba"	Santa Clara	277.5	611,500	Manto Freático	V	Doméstico	MINED	Subt
FC-84	IPUEC "Carlos Liebknabt"	Santo Dmgo	293.242	599.732	E. Arroyo Gde II	V	Doméstico	MINED	Subt
CF-85	IPI "Miguel A. Pedroso Marrero"	Ranchuelo	284.041	582.726	Manto Freático	V	Doméstico	MINED	Subt
CF-86	IPUEC "José González Guerra"	Santo Dmgo	310.501	567.774	Manto Freático	III	Doméstico	MINED	Subt
CF-87	IPA "Joaquín Domingo"	Santo Dmgo	312.132	559.158	Manto Freático	V	Doméstico	MINED	Subt
FC-88	ESBEC "Agustín Gómez Lubían"	Santo Dmgo	308.442	564.078	Manto Freático	V	Doméstico	MINED	Subt
FC-99	Grupo Elect. Fuell Oill	Santa Clara	289.05	606.050	Río Arroyo Gde	V	Industrial	MINBAS	Sup
CF-100	Porcino Aut. ECOIN 25	Santa Clara	280980	598150	Río Sagua La Gd	V	Agropecuario	MICONs	Sup

Anexo B
Datos generales de las fuentes contaminantes

Código	Nombre	Municipio	Coordenadas		C, Hídrico Afectado	Categoría	Tipo Residual	Organismo	Cuenca
			N	E					
CF-101	Asent. Guillermo Yabre.	Corralillo	337.600	537.800	Manto Freático	V	Doméstico	INRH	Subt
CF-102	ca de Baldosa	Cifuentes	312134	597115	R. Maguaraya	V	Industrial	MICONS	Sup
CF-103	Pta Asfalto	Sta Clara	290418	605309	Manto Freático	V	Industrial	MICONS	Subt
CF-104	Fca Mayones	Sta Clara	288226	605575	Manto Freático	V	Industrial	MINAL	Subt
CF-105	Fca Refresco	Sta Clara	285179	607561	R. Arroyo Gde	IV	Industrial	MINAL	Sup
CF-106	ca Refco Ama	Sto Domingo	317004	588230	E. Alacranes	IV	Industrial	MINAL	Subt
CF-107	MPROMET 9 A	Sagua la Gde	331059	594872	R. Sagua Gde	V	Industrial	MINBAS	Sup
CF-108	Pta de Zeolita	Ranchuelo	277665	593228	R. Sagua Gde	IV	Industrial	MINBAS	Sup
CF-109	capadora Polio	Sta Clara	286673	605388	R. Sagua Gde	IV	Industrial	MINBAS	Sup
CF-110	Pta Acetileno	Sta Clara	280955	606959	R. Sagua Gde	V	Industrial	MINBAS	Sup
CF-111	Imacenes Cup	Sta Clara	288391	605279	R. Arroyo Gde	V	Industrial	MINBAS	Sup
CF-112	Motel Las Teca	Ranchuelo	286405	586465	R. Ranchuelo	V	Doméstico	MINCIN	Sup
CF-113	El Ramón Ribal	Sagua la Gde	324510	595088	Manto Freático	V	Doméstico	MINED	Subt
CF-114	UEC Jesús Mn	Sta Clara	291876	601119	Manto Freático	V	Doméstico	MINED	Subt
CF-115	Rural Julio Pi	Sto Domingo	311646	566052	Manto Freático	V	Doméstico	MINED	Subt
CF-116	PA Martín Torre	Sto Domingo	305139	578922	Manto Freático	V	Doméstico	MINED	Subt
CF-117	PI Félix Alvare	Sto Domingo	308050	570031	Manto Freático	V	Doméstico	MINED	Subt
CF-118	UC Felipe Tor	Sto Domingo	305139	578922	Manto Freático	V	Doméstico	MINED	Sup
CF-119	Hospital Militar	Sta Clara	287297	605619	R. Arroyo Gde	IV	Doméstico	MINFAR	Sup
CF-120	spital Celestino	Sta Clara	285746	606862	R. Arroyo Gde	IV	Doméstico	MINSAP	Sup
CF-121	spital Arnaldo	Sta Clara	285311	608044	R. Arroyo Gde	IV	Doméstico	MINSAP	Sup
CF-122	spital Infantil J.	Sta Clara	285291	607661	R. Arroyo Gde	IV	Doméstico	MINASP	Sup
CF-123	spital Materno	Sta Clara	285128	607671	R. Arroyo Gde	IV	Doméstico	MINSAP	Sup
CF-124	otel Los Caney	Sta Clara	286350	602930	R. Arroyo Gde	IV	Doméstico	MINTUR	Sup
CF-125	entamiento Cf	Cifuentes	313242	597750	R. Maguaraya	IV	Doméstico	INRH	Sup
CF-126	As. Ranchuelo	Ranchuelo	283618	587584	Manto Freático	IV	Doméstico	INRH	Subt
CF-127	Zona D. Sagua	Sagua la Gde	331174	595065	Canal	V	Doméstico	INRH	Sup
CF-128	ca Cons. Favor	Sagua la Gde	331321	596015	R. Arroyo Gde	V	Industrial	MINAL	Sup
CF-129	. Z.D. Sto Dmg	Sagua la Gde	331174	595065	R. Sagua La Gde	V	Doméstico	INRH	Sup
CF-130	. Bicicleta Mine	Sta Clara	288787	603377	R. Arroyo Gde	V	Industrial	SIME	Sup
CF-131	PUEC Tania G	Cifuentes	312130	597118	R. Maguaraya	V	Doméstico	MINED	Sup

Anexo C

Localización de las fuentes contaminantes



Anexo D
D.2 Valores de Q_i e ICA para los parámetros seleccionados en aguas superficiales

Codigo	Fecha	Q_i (pH)	Q_i (CE)	Q_i (Turbidez)	Q_i (Cl)	Q_i (N-NH4)	Q_i (P-PO)	Q_i (OD)	Q_i (DBO5)	Q_i (CT)	ICA (Total)
VC - 067	20/04/1993	100.00	91.46	98.66	100.00	100.00	100.00	30.56	78.09	99.66	79.80
VC - 067	26/11/1993	100.00	92.84	94.09	100.00	100.00	100.00	28.78	73.02	99.22	77.98
VC - 067	25/04/1994	100.00	93.11	99.48	100.00	100.00	100.00	28.39	73.72	99.66	78.45
VC - 067	26/10/1994	100.00	94.93	98.11	100.00	100.00	100.00	27.41	66.43	99.47	76.84
VC - 067	03/05/1995	100.00	93.51	97.56	100.00	100.00	100.00	26.16	75.87	98.60	77.58
VC - 067	27/10/1995	100.00	94.68	98.66	100.00	100.00	100.00	30.59	70.97	99.22	78.89
VC - 067	28/04/1996	100.00	92.84	94.09	100.00	100.00	100.00	27.91	75.87	97.65	77.89
VC - 067	03/11/1996	100.00	93.38	98.66	100.00	100.00	100.00	29.60	83.55	98.60	80.26
VC - 067	25/04/1997	100.00	92.30	94.88	100.00	100.00	100.00	27.54	64.58	99.66	76.12
VC - 067	26/10/1997	100.00	93.51	96.75	100.00	100.00	100.00	30.85	48.67	99.47	74.43
VC - 067	26/04/1998	100.00	93.38	98.11	100.00	100.00	100.00	33.59	85.18	99.22	82.07
VC - 067	03/11/1998	100.00	95.41	98.66	100.00	100.00	100.00	30.87	80.37	99.03	80.53
VC - 067	16/04/1999	100.00	91.18	90.23	100.00	100.00	100.00	33.59	86.02	99.22	81.31
VC - 067	22/10/1999	100.00	93.38	92.52	100.00	100.00	100.00	29.04	66.43	98.30	76.80
VC - 067	24/04/2000	100.00	90.90	93.83	100.00	100.00	100.00	31.99	68.98	98.54	78.29
VC - 067	05/11/2000	100.00	93.11	92.78	100.00	100.00	100.00	30.07	51.35	96.21	74.03
VC - 067	20/04/2001	100.00	92.84	98.11	100.00	100.00	100.00	28.71	55.20	98.54	74.99
VC - 067	05/11/2001	100.00	93.65	92.01	100.00	100.00	100.00	31.44	64.58	96.75	77.18
VC - 067	02/04/2002	100.00	89.78	98.66	100.00	100.00	100.00	33.57	61.64	99.66	77.96
VC - 067	26/11/2002	100.00	94.68	95.94	95.00	100.00	100.00	35.78	74.43	98.54	80.62
VC - 067	15/04/2003	100.00	93.65	98.38	100.00	98.00	100.00	31.99	36.38	99.15	71.60
VC - 067	21/10/2003	100.00	95.41	96.89	100.00	100.00	100.00	29.31	62.80	98.78	76.83
VC - 067	09/04/2004	100.00	92.84	98.11	96.00	100.00	100.00	32.91	90.32	98.60	82.08
VC - 067	19/10/2004	100.00	90.34	96.48	100.00	100.00	100.00	32.67	73.02	97.89	79.30
VC - 067	05/04/2005	99.00	91.18	98.66	100.00	100.00	100.00	32.94	75.87	98.84	80.18
VC - 067	19/10/2005	100.00	94.17	95.94	100.00	98.00	100.00	31.14	74.43	99.22	79.24
VC - 067	04/04/2006	100.00	92.30	98.38	100.00	100.00	100.00	31.70	70.30	99.03	78.95

Anexo D
D.2 Valores de Q_i e ICA para los parámetros seleccionados en aguas superficiales

Código	Fecha	Q _i (pH)	Q _i (CE)	Q _i (Turbidez)	Q _i (Cl)	Q _i (N-NH ₄)	Q _i (P-PO)	Q _i (OD)	Q _i (DBO ₅)	Q _i (CT)	ICA (Total)
VC - 067	17/10/2006	100.00	92.84	95.68	100.00	99.00	100.00	36.69	74.43	98.69	81.10
VC - 067	02/04/2007	100.00	90.40	99.48	100.00	100.00	100.00	33.26	88.57	97.60	82.07
VC - 067	09/10/2007	100.00	86.48	98.11	100.00	100.00	100.00	32.34	77.34	98.00	79.66
VC - 067	08/04/2008	100.00	90.54	98.93	100.00	100.00	100.00	28.10	74.43	97.31	77.89
VC-068	30/04/1993	100.00	89.72	79.99	100.00	100.00	100.00	29.86	77.34	97.31	77.33
VC-068	30/10/1993	100.00	88.24	87.74	100.00	89.00	89.00	27.07	74.43	97.31	74.58
VC-068	30/04/1994	100.00	90.17	100.88	100.00	75.00	75.00	29.46	67.69	97.31	73.13
VC-068	20/10/1994	100.00	89.78	92.78	100.00	100.00	100.00	30.59	74.43	97.31	78.32
VC-068	17/04/1995	100.00	88.47	94.09	100.00	98.00	98.00	28.50	67.69	97.31	76.08
VC-068	18/10/1995	100.00	95.17	98.66	100.00	96.00	96.00	32.59	81.94	97.31	80.53
VC-068	18/04/1996	99.00	90.76	98.38	100.00	100.00	100.00	35.85	78.09	97.34	81.31
VC-068	23/10/1996	100.00	92.10	90.73	100.00	100.00	100.00	27.49	80.37	97.31	77.99
VC-068	29/04/1997	100.00	90.20	97.02	99.00	91.00	91.00	34.32	61.64	97.31	76.32
VC-068	27/10/1997	100.00	85.41	98.11	95.00	100.00	100.00	27.73	67.69	97.31	75.74
VC-068	22/04/1998	100.00	87.29	98.38	100.00	100.00	100.00	32.94	81.94	97.31	80.59
VC-068	30/10/1998	100.00	90.06	98.93	100.00	100.00	100.00	33.40	61.64	97.31	77.67
VC-068	28/04/1999	99.00	91.18	97.83	100.00	100.00	100.00	33.12	74.43	97.34	79.77
VC-068	31/10/1999	100.00	77.86	88.48	85.00	100.00	100.00	32.65	56.22	97.31	73.20
VC-068	04/04/2000	95.00	96.47	100.88	100.00	89.00	89.00	32.94	74.43	97.45	78.40
VC-068	11/10/2000	100.00	89.50	96.48	100.00	100.00	100.00	29.04	75.87	97.31	78.22
VC-068	10/04/2001	100.00	87.29	95.94	92.00	100.00	100.00	33.59	68.98	97.31	77.92
VC-068	31/10/2001	100.00	88.11	94.88	100.00	100.00	100.00	31.72	75.87	97.31	79.01
VC-068	15/04/2002	100.00	90.34	100.32	76.00	100.00	100.00	32.91	74.43	97.31	77.69
VC-068	26/11/2002	100.00	86.48	94.09	92.00	100.00	100.00	32.39	73.02	97.31	77.93
VC-068	01/04/2003	100.00	89.50	98.38	100.00	100.00	100.00	31.99	81.94	97.31	80.44
VC-068	21/10/2003	100.00	94.93	96.75	100.00	100.00	100.00	30.33	61.64	97.31	76.79
VC-068	20/04/2004	100.00	91.74	98.66	100.00	100.00	100.00	31.70	75.15	97.31	79.51

Anexo D
D.2 Valores de Q_i e ICA para los parámetros seleccionados en aguas superficiales

Codigo	Fecha	Q _i (pH)	Q _i (CE)	Q _i (Turbidez)	Q _i (Cl)	Q _i (N-NH ₄)	Q _i (P-PO)	Q _i (OD)	Q _i (DBO ₅)	Q _i (CT)	ICA (Total)
VC-068	19/10/2004	100.00	88.11	97.83	100.00	100.00	100.00	32.04	67.69	97.31	78.02
VC-068	19/04/2005	100.00	88.38	97.56	100.00	100.00	100.00	33.91	75.87	97.31	80.05
VC-068	19/10/2005	100.00	90.62	94.09	100.00	100.00	100.00	33.34	67.69	97.31	78.40
VC-068	17/04/2006	100.00	88.11	98.79	89.00	100.00	100.00	33.54	69.64	97.31	78.05
VC-068	17/10/2006	100.00	88.80	90.73	100.00	100.00	100.00	31.42	75.15	97.31	78.49
VC-068	13/04/2007	100.00	84.33	97.83	100.00	100.00	100.00	32.59	73.02	97.31	78.77
VC-068	16/10/2007	100.00	96.51	90.23	100.00	100.00	100.00	34.84	70.30	97.31	79.54
VC-068	15/04/2008	100.00	83.77	97.56	100.00	100.00	100.00	32.91	66.43	97.31	77.70
VC-130	18/04/1993	100.00	85.15	98.93	100.00	100.00	100.00	77.53	78.09	99.66	91.12
VC-130	26/10/1993	100.00	88.38	99.48	100.00	100.00	100.00	25.65	75.15	99.97	77.11
VC-130	18/04/1994	98.00	93.57	98.38	100.00	100.00	100.00	34.62	74.43	99.22	80.75
VC-130	28/10/1994	100.00	93.38	98.11	100.00	100.00	100.00	26.94	67.69	99.98	76.79
VC-130	24/04/1995	100.00	91.46	98.66	100.00	96.00	100.00	30.08	68.98	99.66	77.82
VC-130	04/11/1995	100.00	96.07	97.83	100.00	100.00	100.00	33.45	74.43	99.97	80.67
VC-130	04/04/1996	100.00	91.24	98.66	100.00	100.00	100.00	34.69	74.43	99.98	80.76
VC-130	28/10/1996	100.00	90.85	96.75	100.00	100.00	100.00	26.33	75.87	100.07	77.54
VC-130	01/05/1997	99.00	95.77	98.38	100.00	100.00	100.00	28.05	73.02	99.66	78.28
VC-130	13/11/1997	98.00	96.34	97.29	100.00	99.00	100.00	45.51	75.87	99.98	84.53
VC-130	22/04/1998	100.00	92.84	98.79	100.00	99.00	100.00	37.14	67.69	99.22	80.42
VC-130	20/10/1998	100.00	90.48	96.48	100.00	100.00	100.00	32.99	74.43	99.98	79.91
VC-130	28/04/1999	100.00	91.60	98.38	100.00	100.00	100.00	32.59	81.94	100.07	81.19
VC-130	22/10/1999	100.00	97.39	98.11	100.00	99.00	100.00	33.57	86.02	99.66	82.50
VC-130	17/04/2000	100.00	89.50	98.66	100.00	100.00	100.00	35.58	84.36	99.98	82.45
VC-130	26/11/2000	100.00	93.11	97.83	89.00	100.00	100.00	31.58	88.57	99.66	80.85
VC-130	24/04/2001	100.00	91.46	98.38	100.00	100.00	100.00	35.82	80.37	99.34	82.01
VC-130	22/10/2001	100.00	93.38	97.29	100.00	100.00	100.00	34.08	81.94	99.97	81.79
VC-130	01/04/2002	100.00	93.49	98.66	100.00	100.00	100.00	33.74	77.34	99.98	81.09
VC-130	22/10/2002	100.00	93.65	95.94	100.00	100.00	100.00	35.78	75.15	100.07	81.25
VC-130	26/04/2003	100.00	93.51	98.66	100.00	100.00	100.00	31.42	80.37	99.98	80.69
VC-130	22/10/2003	100.00	93.11	94.09	100.00	100.00	100.00	31.89	74.43	99.66	79.50

Anexo D
D.2 Valores de Q_i e ICA para los parámetros seleccionados en aguas superficiales

Codigo	Fecha	Q _i (pH)	Q _i (CE)	Q _i (Turbidez)	Q _i (Cl)	Q _i (N-NH ₄)	Q _i (P-PO)	Q _i (OD)	Q _i (DBO ₅)	Q _i (CT)	ICA (Total)
VC-130	27/04/2004	100.00	88.38	98.11	100.00	100.00	100.00	33.74	73.02	99.79	79.87
VC-130	27/10/2004	100.00	91.46	94.09	100.00	100.00	100.00	35.25	75.87	99.98	80.83
VC-130	19/04/2005	100.00	90.06	97.83	100.00	100.00	100.00	36.69	82.74	99.34	82.49
VC-130	22/10/2005	100.00	91.46	96.75	100.00	100.00	100.00	32.34	80.37	99.66	80.67
VC-130	17/04/2006	100.00	93.51	98.66	100.00	100.00	100.00	36.23	64.58	99.97	79.77
VC-130	26/10/2006	100.00	92.84	90.23	100.00	100.00	100.00	36.20	67.69	99.22	79.46
VC-130	24/04/2007	100.00	92.30	99.21	100.00	100.00	100.00	34.69	66.43	99.66	79.49
VC-130	22/10/2007	100.00	92.30	94.88	98.00	100.00	100.00	35.25	67.69	99.66	79.40
VC-130	13/04/2008	100.00	91.94	97.83	100.00	100.00	100.00	36.62	74.43	99.66	81.38
VC-148	22/04/1993	100.00	93.65	100.00	100.00	100.00	100.00	30.72	86.02	100.07	81.37
VC-148	26/10/1993	100.00	94.93	100.00	100.00	100.00	100.00	30.87	90.32	99.97	82.13
VC-148	22/04/1994	100.00	94.04	100.00	100.00	100.00	100.00	28.67	78.09	99.66	79.36
VC-148	03/11/1994	100.00	94.80	100.00	100.00	100.00	100.00	32.21	90.32	100.07	82.66
VC-148	18/04/1995	100.00	92.57	100.00	100.00	100.00	100.00	31.14	75.87	99.85	79.90
VC-148	27/10/1995	100.00	94.93	100.00	100.00	100.00	100.00	37.95	83.55	99.97	83.73
VC-148	22/04/1996	100.00	93.51	100.00	100.00	100.00	100.00	32.19	83.55	99.66	81.53
VC-148	24/11/1996	100.00	95.41	100.00	100.00	100.00	100.00	29.42	80.37	99.53	80.12
VC-148	15/04/1996	100.00	94.17	100.00	100.00	100.00	100.00	32.94	94.86	100.07	83.49
VC-148	22/11/1996	100.00	94.93	100.00	100.00	100.00	100.00	32.54	90.32	100.25	82.82
VC-148	26/04/1997	100.00	94.17	100.00	99.00	99.00	100.00	37.79	85.18	99.97	83.69
VC-148	05/11/1997	100.00	94.93	100.00	100.00	100.00	100.00	32.39	90.32	100.07	82.74
VC-148	22/04/1998	100.00	94.43	100.00	100.00	100.00	100.00	32.62	70.97	99.97	79.83
VC-148	26/10/1998	100.00	95.41	100.00	100.00	100.00	100.00	32.94	75.87	99.85	80.82
VC-148	15/04/1999	100.00	92.57	100.00	100.00	100.00	100.00	32.39	90.32	99.66	82.48
VC-148	02/11/1999	100.00	93.91	100.00	100.00	100.00	100.00	35.92	83.55	99.97	82.95
VC-148	21/04/2000	100.00	93.11	100.00	100.00	100.00	100.00	37.18	86.86	99.66	83.76
VC-148	23/10/2000	100.00	95.17	100.00	100.00	100.00	100.00	31.89	92.10	99.47	82.74
VC-148	21/04/2001	100.00	94.04	100.00	100.00	100.00	100.00	32.31	94.86	99.34	83.15
VC-148	25/10/2001	100.00	95.05	100.00	100.00	100.00	100.00	31.16	90.32	99.15	82.16
VC-148	23/04/2002	100.00	95.41	100.00	100.00	100.00	100.00	32.96	75.87	100.07	80.86
VC-148	08/10/2002	100.00	93.78	100.00	100.00	100.00	100.00	32.04	81.94	100.25	81.33

Anexo D
D.2 Valores de Qi e ICA para los parámetros seleccionados en aguas superficiales

Código	Fecha	Qi (pH)	Qi (CE)	Qi (Turbidez)	Qi (Cl)	Qi (N-NH4)	Qi (P-PO)	Qi (OD)	Qi (DBO5)	Qi (CT)	ICA (Total)
VC-148	01/04/2003	100.00	88.66	100.00	100.00	100.00	100.00	33.94	83.55	99.98	81.78
VC-148	14/10/2003	100.00	95.17	100.00	100.00	100.00	100.00	33.94	85.18	99.85	82.59
VC-148	09/04/2004	100.00	94.17	100.00	100.00	100.00	100.00	35.16	94.86	99.66	84.26
VC-148	06/10/2004	100.00	88.11	100.00	100.00	100.00	100.00	35.09	85.18	99.66	82.34
VC-148	05/04/2005	100.00	80.14	100.00	100.00	100.00	100.00	32.59	88.57	99.98	81.18
VC-148	09/11/2005	100.00	94.93	100.00	100.00	100.00	100.00	32.34	90.32	100.25	82.74
VC-148	03/04/2006	100.00	90.62	100.00	100.00	100.00	100.00	32.34	86.02	99.97	81.72
VC-148	09/10/2006	100.00	91.58	100.00	100.00	100.00	100.00	31.72	84.36	99.66	81.30
VC-148	09/04/2007	100.00	94.80	100.00	100.00	100.00	100.00	32.78	90.32	99.97	82.86
VC-148	09/10/2007	100.00	94.27	100.00	100.00	100.00	100.00	32.39	77.34	99.66	80.73
VC-148	06/05/2008	100.00	94.70	100.00	100.00	100.00	100.00	34.62	90.32	99.98	83.54
VC-081	01/03/1993	100.00	87.15	100.88	100.00	98.66	59.65	30.87	72.33	94.67	74.16
VC-081	17/11/1993	100.00	90.85	95.68	100.00	100.45	78.68	33.59	56.22	95.79	74.53
VC-081	14/05/1994	100.00	90.57	87.74	100.00	100.16	68.81	29.04	59.40	93.49	71.61
VC-081	11/11/1994	100.00	91.94	98.11	100.00	100.24	78.68	31.99	58.86	92.38	74.35
VC-081	26/04/1995	100.00	88.91	100.88	98.00	99.99	15.53	30.07	58.96	93.35	62.56
VC-081	31/10/1995	100.00	91.21	87.74	100.00	99.23	25.63	28.71	67.69	92.46	65.92
VC-081	24/04/1996	100.00	89.98	94.09	100.00	98.49	12.08	31.44	65.19	93.35	62.03
VC-081	05/11/1996	100.00	86.05	100.88	100.00	100.07	24.57	33.57	64.95	92.38	67.38
VC-081	01/04/1997	100.00	86.93	87.74	99.00	99.63	61.43	35.78	66.43	94.19	73.96

Anexo D
D.2 Valores de Q_i e ICA para los parámetros seleccionados en aguas superficiales

Codigo	Fecha	Q _i (pH)	Q _i (CE)	Q _i (Turbidez)	Q _i (Cl)	Q _i (N-NH ₄)	Q _i (P-PO)	Q _i (OD)	Q _i (DBO ₅)	Q _i (CT)	ICA (Total)
VC-081	24/10/1997	100.00	90.62	98.11	95.00	100.36	95.96	31.99	66.43	95.79	77.15
VC-081	15/05/1998	98.00	90.62	100.88	100.00	99.74	17.11	29.31	86.86	96.70	67.23
VC-081	21/10/1998	100.00	90.06	87.74	100.00	84.03	24.57	32.91	62.33	94.67	65.24
VC-081	23/04/1999	100.00	88.66	100.88	95.00	98.66	7.01	32.67	66.93	93.49	59.36
VC-081	31/10/1999	100.00	93.38	98.11	100.00	97.87	12.08	32.94	56.73	91.95	61.48
VC-081	10/04/2000	100.00	93.11	100.88	100.00	100.52	14.06	31.14	58.10	95.94	62.84
VC-081	13/11/2000	100.00	91.46	100.88	100.00	100.41	78.68	31.70	62.57	95.27	75.46
VC-081	25/04/2001	100.00	89.50	98.11	95.00	83.59	12.08	36.69	68.98	94.19	62.97
VC-081	27/08/2001	100.00	91.46	100.88	100.00	98.84	98.25	33.26	74.43	93.95	79.47
VC-081	02/04/2002	100.00	87.83	82.96	100.00	97.42	6.46	32.34	57.25	93.49	56.47
VC-081	26/11/2002	100.00	87.56	87.74	92.00	100.51	89.27	28.10	77.34	92.92	75.16
VC-081	01/04/2003	100.00	88.66	100.88	100.00	99.74	95.96	20.00	74.43	94.19	73.33
VC-081	21/10/2003	100.00	89.22	87.74	100.00	99.33	89.27	15.00	54.70	95.79	65.83
VC-081	09/04/2004	100.00	93.11	87.74	100.00	99.97	59.65	10.00	57.25	92.38	59.88
VC-081	19/10/2004	100.00	90.90	87.74	100.00	100.07	59.65	12.00	56.73	90.75	61.15
VC-081	05/04/2005	100.00	91.18	98.11	100.00	99.97	100.57	29.86	67.06	92.38	76.82
VC-081	19/10/2005	100.00	84.88	87.74	100.00	98.08	100.80	27.07	66.43	91.95	74.04
VC-081	12/05/2006	100.00	90.06	107.82	98.00	99.33	89.27	29.46	65.81	93.49	76.10

Anexo D
D.2 Valores de Q_i e ICA para los parámetros seleccionados en aguas superficiales

Codigo	Fecha	Q _i (pH)	Q _i (CE)	Q _i (Turbidez)	Q _i (Cl)	Q _i (N-NH ₄)	Q _i (P-PO)	Q _i (OD)	Q _i (DBO ₅)	Q _i (CT)	ICA (Total)
VC-081	23/11/2006	100.00	91.18	111.91	100.00	100.54	95.96	30.59	68.98	92.92	78.20
VC-081	10/05/2007	100.00	90.06	98.38	100.00	99.97	93.70	28.50	75.87	92.38	77.08
VC-081	15/10/2007	100.00	90.48	104.29	100.00	99.33	89.27	32.59	74.43	93.49	78.63
VC-122	13/04/1993	100.00	95.61	99.48	100.00	100.00	100.00	28.51	76.60	94.67	78.55
VC-122	06/10/1993	100.00	94.07	98.66	100.00	100.00	100.00	29.80	67.95	95.79	77.61
VC-122	14/04/1994	100.00	93.51	97.02	100.00	100.00	100.00	28.80	70.30	93.49	77.15
VC-122	27/11/1994	100.00	93.38	98.11	100.00	99.00	77.00	31.75	81.94	92.38	77.90
VC-122	28/04/1995	100.00	95.03	98.66	100.00	99.00	100.00	34.97	68.98	93.35	79.37
VC-122	27/10/1995	100.00	95.65	96.48	100.00	100.00	100.00	26.71	63.51	92.46	75.13
VC-122	04/04/1996	100.00	93.96	98.38	100.00	100.00	100.00	29.92	81.15	93.35	79.41
VC-122	12/07/1996	100.00	95.53	94.88	100.00	99.00	100.00	29.38	64.46	92.38	76.16
VC-122	16/02/1997	100.00	93.38	97.83	100.00	99.00	100.00	32.04	77.34	94.19	79.59
VC-122	13/11/1997	100.00	96.34	92.78	100.00	100.00	78.00	33.57	77.94	95.79	78.37
VC-122	29/04/1998	100.00	94.93	98.38	100.00	99.00	100.00	32.21	66.93	96.70	78.42
VC-122	20/10/1998	100.00	95.41	97.56	100.00	100.00	100.00	28.80	74.43	94.67	78.16
VC-122	30/04/1999	99.00	95.89	96.75	100.00	99.00	100.00	32.06	69.50	93.49	78.33
VC-122	05/08/1999	100.00	95.89	93.83	100.00	100.00	94.00	34.84	75.87	91.95	79.54
VC-122	17/04/2000	100.00	95.17	98.11	100.00	99.00	100.00	34.53	66.93	95.94	79.15
VC-122	17/11/2000	100.00	92.84	94.09	100.00	100.00	94.00	30.87	67.18	95.27	76.88
VC-122	22/05/2001	100.00	93.91	99.48	100.00	99.00	100.00	31.72	63.51	94.19	77.33

Anexo D
D.2 Valores de Q_i e ICA para los parámetros seleccionados en aguas superficiales

Codigo	Fecha	Q _i (pH)	Q _i (CE)	Q _i (Turbidez)	Q _i (Cl)	Q _i (N-NH ₄)	Q _i (P-PO)	Q _i (OD)	Q _i (DBO ₅)	Q _i (CT)	ICA (Total)
VC-122	31/10/2001	100.00	93.38	95.41	100.00	100.00	100.00	33.26	88.91	93.95	81.57
VC-122	02/04/2002	100.00	93.11	96.48	100.00	100.00	87.00	32.96	84.85	93.49	79.78
VC-122	09/07/2002	100.00	95.51	95.14	100.00	99.00	100.00	34.84	87.71	92.92	81.92
VC-122	15/04/2003	100.00	93.38	98.11	100.00	100.00	100.00	34.69	90.32	94.19	82.54
VC-122	21/10/2003	100.00	97.58	93.70	100.00	99.00	100.00	30.87	66.43	95.79	77.56
VC-122	20/04/2004	100.00	96.34	98.38	100.00	99.00	100.00	28.17	63.98	92.38	75.93
VC-122	12/10/2004	100.00	96.11	94.35	100.00	100.00	100.00	26.13	92.10	90.75	78.82
VC-122	26/04/2005	100.00	95.89	97.56	100.00	100.00	100.00	27.08	90.32	92.38	79.47
VC-122	26/10/2005	100.00	95.65	94.48	100.00	100.00	100.00	31.56	73.72	91.95	78.55
VC-122	26/04/2006	100.00	93.70	92.78	100.00	100.00	100.00	27.73	83.55	93.49	78.39
VC-122	17/10/2006	100.00	94.68	98.38	100.00	100.00	100.00	27.25	88.57	92.92	79.35
VC-122	18/04/2007	100.00	90.62	96.48	100.00	100.00	100.00	26.04	90.32	92.38	78.47
VC-122	18/10/2007	100.00	95.51	94.09	100.00	100.00	100.00	27.65	92.10	93.49	79.77
Vc-0,066	08/04/1993	100.00	93.49	100.00	100.00	100.00	100.00	36.20	65.19	98.60	79.82
Vc-0,066	13/10/1993	100.00	95.32	100.00	100.00	100.00	100.00	36.09	58.10	99.66	78.69
Vc-0,066	11/04/1994	100.00	95.17	100.00	100.00	99.00	100.00	31.56	55.70	96.75	76.21
Vc-0,066	03/10/1994	100.00	96.07	100.00	100.00	100.00	100.00	33.71	63.98	98.36	78.93
Vc-0,066	04/04/1995	100.00	93.65	100.00	100.00	100.00	100.00	25.63	73.02	99.03	77.15
Vc-0,066	18/10/1995	100.00	95.41	100.00	100.00	100.00	100.00	27.33	84.20	98.00	79.60

Anexo D
D.2 Valores de Qi e ICA para los parámetros seleccionados en aguas superficiales

Código	Fecha	Qi (pH)	Qi (CE)	Qi (Turbidez)	Qi (Cl)	Qi (N-NH4)	Qi (P-PO)	Qi (OD)	Qi (DBO5)	Qi (CT)	ICA (Total)
Vc-0,066	31/05/1996	100.00	91.99	100.00	100.00	100.00	100.00	30.74	63.98	99.97	77.70
Vc-0,066	09/10/1996	100.00	95.89	100.00	100.00	100.00	100.00	31.72	99.65	99.66	83.74
Vc-0,066	13/04/1997	100.00	94.17	100.00	100.00	100.00	100.00	33.91	65.81	100.07	79.38
Vc-0,066	24/10/1997	100.00	90.62	100.00	100.00	100.00	100.00	32.72	99.65	99.97	83.70
Vc-0,066	03/02/1998	100.00	95.41	100.00	100.00	100.00	100.00	35.06	97.70	99.79	84.73
Vc-0,066	13/08/1998	100.00	94.43	100.00	100.00	100.00	100.00	34.94	99.65	99.66	84.83
Vc-0,066	22/04/1999	100.00	94.17	100.00	100.00	100.00	100.00	34.32	84.36	98.60	82.36
Vc-0,066	22/09/1999	100.00	96.11	100.00	100.00	100.00	100.00	31.72	87.20	97.60	81.84
Vc-0,066	04/04/2000	100.00	97.19	100.00	100.00	100.00	100.00	33.62	89.61	98.33	83.08
Vc-0,066	05/10/2000	100.00	93.38	100.00	100.00	100.00	100.00	33.40	74.43	97.31	80.27
Vc-0,066	24/04/2001	100.00	95.17	100.00	100.00	100.00	100.00	31.70	88.57	98.60	82.07
Vc-0,066	26/10/2001	100.00	95.53	100.00	100.00	100.00	100.00	32.29	89.96	99.66	82.65
Vc-0,066	02/04/2002	100.00	95.17	100.00	100.00	100.00	100.00	35.85	74.43	100.07	81.63
Vc-0,066	03/10/2002	100.00	96.34	100.00	100.00	100.00	100.00	34.14	78.84	100.25	81.86
Vc-0,066	01/04/2003	100.00	96.34	100.00	100.00	100.00	100.00	35.03	90.32	99.75	83.80
Vc-0,066	14/10/2003	100.00	96.11	100.00	100.00	100.00	100.00	35.62	78.09	98.36	82.00
Vc-0,066	09/04/2004	100.00	96.98	100.00	100.00	100.00	100.00	30.59	90.32	98.03	81.95
Vc-0,066	06/10/2004	100.00	95.89	100.00	100.00	100.00	100.00	31.72	97.70	98.60	83.36
Vc-0,066	05/04/2005	100.00	96.77	100.00	100.00	100.00	100.00	31.68	86.86	99.63	82.08
Vc-0,066	12/10/2005	100.00	95.41	100.00	100.00	100.00	100.00	33.59	83.55	96.75	81.85

Anexo D

D.2 Valores de Q_i e ICA para los parámetros seleccionados en aguas superficiales

Codigo	Fecha	Q_i (pH)	Q_i (CE)	Q_i (Turbidez)	Q_i (Cl)	Q_i (N-NH ₄)	Q_i (P-PO)	Q_i (OD)	Q_i (DBO ₅)	Q_i (CT)	ICA (Total)
Vc-0,066	04/04/2006	100.00	93.78	100.00	100.00	100.00	100.00	33.88	99.65	98.69	84.26
Vc-0,066	14/11/2006	100.00	94.93	100.00	100.00	100.00	100.00	33.76	81.94	100.08	82.05
Vc-0,066	02/04/2007	100.00	95.72	100.00	100.00	100.00	100.00	35.06	99.65	100.07	85.04
Vc-0,066	09/10/2007	100.00	95.41	100.00	100.00	100.00	100.00	36.09	90.32	99.40	84.05
VC-0,066	08/04/2008	100.00	95.95	100.00	100.00	100.00	100.00	32.44	87.71	99.63	82.43

Anexo D

D.1 Valores de Qi e ICA para los parámetros seleccionados en agua subterráneas

Codigo	T (años)	Qi (pH)	Qi (CE)	Qi (Color)	Qi (Cl)	Qi (Dza Tot)	Qi (NO3)	Qi (DQO)	Qi (CT)	Qi (CF)	ICA
VC-070	04/03/1993	100.00	84.66	94.00	89.00	82.79	91.38	100.00	98.60	100.00	94.50
VC-070	20/08/1993	100.00	85.41	94.00	92.00	82.26	89.18	99.00	99.22	100.00	94.20
VC-070	08/02/1994	100.00	87.80	94.00	100.00	89.11	71.85	95.00	99.66	100.00	92.27
VC-070	16/08/1994	100.00	89.67	100.00	92.00	87.35	81.81	96.00	98.84	100.00	94.52
VC-070	19/04/1995	100.00	85.28	100.00	100.00	73.16	41.64	99.00	98.30	100.00	85.52
VC-070	18/10/1995	100.00	81.45	51.00	92.00	81.04	98.55	95.00	99.22	100.00	86.96
VC-070	15/04/1996	100.00	84.39	100.00	98.00	75.28	78.11	86.00	99.79	100.00	90.67
VC-070	03/11/1996	100.00	84.28	100.00	95.00	84.59	91.38	100.00	97.94	100.00	95.33
VC-070	29/04/1997	100.00	84.33	94.00	100.00	80.63	90.33	100.00	99.98	100.00	94.28
VC-070	19/10/1997	100.00	85.63	100.00	100.00	78.66	87.93	97.00	99.00	95.00	93.36
VC-070	09/05/1998	100.00	85.15	100.00	95.00	86.42	96.21	100.00	99.03	100.00	96.39
VC-070	24/11/1998	100.00	85.68	100.00	100.00	88.14	76.11	93.00	98.60	100.00	92.88
VC-070	22/04/1999	100.00	85.41	100.00	100.00	75.13	32.46	95.00	99.22	100.00	82.84
VC-070	30/10/1999	100.00	85.15	94.00	100.00	79.23	96.21	100.00	99.66	100.00	94.88
VC-070	28/04/2000	100.00	85.55	100.00	95.00	81.04	95.49	100.00	99.03	100.00	95.73
VC-070	27/10/2000	100.00	86.48	100.00	100.00	84.34	90.33	100.00	99.97	100.00	95.71
VC-070	03/05/2001	100.00	86.48	100.00	100.00	80.90	95.49	95.00	99.03	100.00	95.08
VC-070	15/04/2002	100.00	87.83	100.00	100.00	78.08	97.71	100.00	99.66	100.00	95.98
VC-070	01/04/2003	100.00	84.61	94.00	95.00	76.47	91.38	100.00	98.90	100.00	93.80
VC-070	27/04/2004	100.00	88.11	94.00	98.00	79.51	95.49	100.00	99.47	100.00	95.13
VC-070	19/04/2005	100.00	85.15	94.00	100.00	80.21	94.01	97.00	99.22	100.00	94.24
VC-070	17/04/2006	100.00	87.56	94.00	100.00	88.25	95.49	97.00	99.66	100.00	95.65
VC-070	13/04/2007	100.00	84.96	94.00	100.00	88.25	86.57	100.00	99.22	100.00	94.62
VC-070	16/10/2007	100.00	83.66	94.00	92.00	84.72	98.55	100.00	99.66	100.00	95.62
VC-070	15/04/2008	100.00	85.23	94.00	100.00	88.79	97.71	100.00	99.22	100.00	96.09
VC-074	25/04/1993	100.00	81.45	94.00	95.00	82.79	91.38	100.00	100.34	100.00	94.39
VC-074	28/10/1993	100.00	82.54	94.00	100.00	82.13	81.81	100.00	99.98	100.00	93.14
VC-074	22/04/1994	100.00	82.87	94.00	98.00	89.11	69.61	100.00	99.34	100.00	92.05
VC-074	01/11/1994	100.00	83.18	94.00	100.00	87.35	85.09	96.00	100.16	100.00	93.68
VC-074	25/04/1995	100.00	82.20	100.00	98.00	73.16	74.02	100.00	99.22	99.00	91.42
VC-074	26/10/1995	100.00	83.48	94.00	100.00	81.04	91.38	100.00	99.98	100.00	94.37
VC-074	22/04/1996	100.00	82.87	100.00	98.00	77.50	74.02	100.00	100.17	100.00	92.30
VC-074	20/10/1996	100.00	83.18	94.00	100.00	84.59	87.93	91.00	99.66	100.00	92.93
VC-074	26/04/1997	100.00	82.37	100.00	97.00	80.49	81.81	100.00	99.79	100.00	93.66
VC-074	23/10/1997	100.00	83.33	94.00	100.00	78.66	90.33	92.00	99.22	100.00	92.66
VC-074	21/04/1998	100.00	82.70	100.00	94.00	86.42	80.01	99.00	99.47	99.00	93.79
VC-074	26/11/1998	100.00	83.18	94.00	100.00	79.23	87.93	100.00	99.66	100.00	93.64
VC-074	25/04/1999	100.00	82.87	100.00	100.00	81.04	83.51	100.00	99.79	100.00	94.01

Anexo D
D.1 Valores de Q_i e ICA para los parámetros seleccionados en agua subterráneas

Codigo	T (años)	Q_i (pH)	Q_i (CE)	Q_i (Color)	Q_i (Cl)	Q_i (Dza Tot)	Q_i (NO3)	Q_i (DQO)	Q_i (CT)	Q_i (CF)	ICA
VC-074	03/11/1999	100.00	83.18	94.00	100.00	84.34	91.38	100.00	99.66	100.00	94.66
VC-074	26/04/2000	100.00	82.54	100.00	196.00	84.09	81.81	100.00	99.22	100.00	94.01
VC-074	03/11/2000	100.00	83.18	94.00	100.00	82.13	87.93	100.00	99.15	100.00	93.91
VC-074	01/05/2001	100.00	81.83	100.00	96.00	77.06	76.11	99.00	99.66	100.00	92.23
VC-074	25/10/2001	100.00	83.77	83.00	100.00	76.47	94.01	100.00	99.53	100.00	92.60
VC-074	05/05/2002	100.00	83.18	100.00	95.00	77.94	87.93	86.00	100.07	100.00	92.19
VC-074	01/11/2002	100.00	84.06	94.00	100.00	78.66	94.01	91.00	99.98	100.00	93.15
VC-074	25/04/2003	100.00	82.70	100.00	95.00	76.47	80.01	91.00	99.66	100.00	91.65
VC-074	03/11/2003	100.00	83.63	94.00	100.00	77.94	91.38	91.00	99.79	100.00	92.67
VC-074	21/04/2004	100.00	82.54	100.00	100.00	80.90	81.81	100.00	99.53	100.00	93.69
VC-074	26/10/2004	100.00	83.02	94.00	100.00	80.07	93.20	97.00	99.22	100.00	93.89
VC-074	05/05/2005	100.00	82.02	100.00	100.00	75.88	74.02	94.00	99.79	100.00	91.11
VC-074	10/11/2005	100.00	83.91	83.00	100.00	77.21	91.38	93.00	99.66	100.00	91.41
VC-074	21/05/2006	100.00	82.37	94.00	100.00	88.25	76.11	99.00	100.34	100.00	92.89
VC-074	26/10/2006	100.00	85.94	83.00	100.00	85.94	94.01	100.00	100.06	100.00	94.00
VC-074	22/05/2007	100.00	81.83	94.00	100.00	88.25	80.01	100.00	100.06	100.00	93.49
VC-074	28/10/2007	100.00	83.18	94.00	100.00	88.25	91.38	100.00	99.22	100.00	95.03
VC-074	22/04/2008	100.00	80.47	94.00	98.00	88.79	37.64	97.00	100.07	100.00	84.93
VC-091	23/03/1993	100.00	85.68	100.00	100.00	84.47	71.85	100.00	97.45	100.00	92.69
VC-091	13/04/1993	100.00	85.94	100.00	100.00	86.18	62.59	44.00	96.75	92.00	79.70
VC-091	13/10/1993	100.00	82.05	100.00	91.00	84.97	64.97	97.00	98.48	96.00	90.41
VC-091	14/01/1994	100.00	87.02	94.00	94.00	79.93	60.19	96.00	97.89	100.00	89.17
VC-091	27/04/1994	100.00	84.66	100.00	94.00	84.59	52.96	70.00	96.75	96.00	84.01
VC-091	23/07/1994	100.00	81.95	100.00	95.00	74.98	64.97	64.00	98.78	96.00	83.92
VC-091	26/10/1994	100.00	83.48	100.00	100.00	84.72	34.07	97.00	99.31	100.00	84.41
VC-091	28/04/1995	100.00	82.61	100.00	98.00	72.69	37.64	100.00	97.60	100.00	84.21
VC-091	30/04/1996	100.00	84.74	94.00	100.00	84.72	35.80	100.00	98.30	100.00	84.62
VC-091	31/05/1996	100.00	80.09	100.00	89.00	84.47	94.01	97.00	98.18	100.00	94.76
VC-091	16/07/1996	100.00	81.65	94.00	98.00	82.53	39.60	96.00	99.63	100.00	84.76
VC-091	04/11/1996	100.00	82.64	100.00	100.00	81.04	60.19	92.00	97.89	100.00	88.98
VC-091	04/04/1997	100.00	81.83	100.00	100.00	80.77	48.27	97.00	97.60	100.00	87.19
VC-091	28/04/1998	100.00	81.45	100.00	100.00	82.13	69.61	100.00	97.65	100.00	91.65
VC-091	09/07/1998	100.00	86.21	100.00	100.00	81.45	62.59	92.00	97.65	100.00	89.79
VC-091	10/12/1998	100.00	85.41	100.00	93.00	80.77	37.64	100.00	97.60	100.00	85.38
VC-091	11/06/1999	100.00	84.61	100.00	93.00	80.77	43.78	100.00	97.89	100.00	86.90
VC-091	05/08/1999	100.00	83.48	100.00	95.00	82.13	48.27	100.00	99.59	100.00	88.18
VC-091	29/10/1999	100.00	82.54	100.00	89.00	82.13	41.64	89.00	99.25	100.00	84.99
VC-091	18/04/2000	100.00	84.61	100.00	89.00	83.44	41.64	56.00	98.18	100.00	79.48

Anexo D
D.1 Valores de Q_i e ICA para los parámetros seleccionados en agua subterráneas

Codigo	T (años)	Q _i (pH)	Q _i (CE)	Q _i (Color)	Q _i (Cl)	Q _i (Dza Tot)	Q _i (NO3)	Q _i (DQO)	Q _i (CT)	Q _i (CF)	ICA
VC-091	30/10/2000	100.00	83.18	94.00	91.00	78.80	64.97	100.00	97.74	100.00	89.99
VC-091	22/05/2001	100.00	82.20	100.00	100.00	80.77	76.11	95.00	97.60	97.00	91.43
VC-091	31/10/2001	100.00	81.04	100.00	95.00	80.07	81.81	100.00	98.48	100.00	93.27
VC-091	12/03/2002	100.00	81.45	100.00	95.00	80.77	92.33	100.00	97.51	100.00	94.63
VC-091	02/04/2002	100.00	84.88	94.00	100.00	86.18	92.33	99.00	98.33	100.00	94.85
VC-091	14/04/2003	100.00	84.06	94.00	93.00	84.72	91.38	60.00	99.56	100.00	87.80
VC-091	27/04/2004	100.00	85.15	100.00	100.00	84.34	91.38	92.00	97.89	97.00	93.78
VC-091	26/04/2005	100.00	84.61	94.00	100.00	84.72	91.38	99.00	97.65	95.00	93.71
VC-091	26/04/2006	100.00	80.60	94.00	89.00	79.65	95.49	89.00	97.60	100.00	92.40
VC-091	18/04/2007	100.00	79.25	94.00	89.00	82.13	34.07	100.00	96.75	84.00	80.95
VC-091	22/04/2008	100.00	78.68	94.00	90.00	78.08	92.33	97.00	97.45	100.00	92.79
VC-093	04/03/1993	100.00	83.83	100.00	95.00	92.43	92.33	100.42	100.04	100.00	96.62
VC-093	13/05/1993	100.00	87.18	100.00	100.00	91.28	81.81	94.56	99.56	100.00	94.56
VC-093	18/08/1993	100.00	86.75	94.00	95.00	87.01	86.57	100.00	99.98	100.00	94.79
VC-093	11/11/1993	100.00	90.06	91.00	100.00	93.08	78.11	35.09	99.34	100.00	80.44
VC-093	08/02/1994	100.00	85.81	94.00	100.00	84.84	62.59	96.87	100.08	100.00	90.42
VC-093	11/05/1994	100.00	85.84	94.00	100.00	87.24	67.32	92.29	99.98	100.00	90.80
VC-093	16/08/1994	100.00	91.49	100.00	100.00	93.62	30.97	100.12	99.66	100.00	85.52
VC-093	16/10/1994	100.00	85.36	100.00	98.00	83.44	41.64	99.23	100.07	100.00	86.93
VC-093	02/02/1995	100.00	85.52	94.00	94.00	85.58	35.80	93.42	100.18	100.00	84.16
VC-093	17/04/1995	100.00	84.11	94.00	100.00	76.18	22.91	95.71	99.66	100.00	78.94
VC-093	19/07/1995	100.00	84.31	100.00	92.00	94.52	97.71	99.23	99.34	100.00	97.27
VC-093	20/10/1995	100.00	84.42	83.00	89.00	83.70	98.55	96.87	99.88	100.00	93.65
VC-093	18/01/1996	100.00	84.17	100.00	92.00	77.79	52.96	99.83	99.85	100.00	88.77
VC-093	17/04/1996	100.00	88.47	94.00	95.00	85.46	50.59	92.29	100.07	100.00	87.84
VC-093	30/05/1996	100.00	84.99	100.00	100.00	84.21	41.64	96.87	100.04	100.00	86.65
VC-093	18/07/1996	100.00	86.21	100.00	100.00	95.08	35.80	100.12	99.98	100.00	86.68
VC-093	31/10/1996	100.00	88.05	100.00	100.00	87.01	69.61	87.88	99.66	100.00	91.39
VC-093	25/01/1997	100.00	85.41	100.00	95.00	80.77	41.64	94.27	99.34	100.00	85.89
VC-093	29/04/1997	100.00	85.84	100.00	95.00	91.10	57.77	100.00	100.07	100.00	91.36
VC-093	01/08/1997	100.00	83.80	100.00	91.00	81.04	32.46	99.23	100.27	100.00	83.99
VC-093	27/10/1997	100.00	87.02	100.00	95.00	83.70	45.99	96.29	100.07	100.00	87.77
VC-093	28/01/1998	100.00	82.54	83.00	100.00	82.13	80.01	96.87	99.98	100.00	90.97
VC-093	24/04/1998	100.00	85.68	100.00	92.00	83.70	50.59	56.98	99.85	100.00	81.90
VC-093	29/07/1998	100.00	84.33	83.00	100.00	91.38	62.59	100.00	99.66	100.00	89.85
VC-093	30/10/1998	100.00	87.83	94.00	100.00	84.84	83.51	96.29	99.79	100.00	93.70
VC-093	30/01/1999	100.00	87.29	100.00	89.00	80.90	39.60	96.87	99.34	100.00	85.92
VC-093	28/04/1999	100.00	85.94	94.00	95.00	83.44	50.59	99.23	100.07	100.00	88.33

Anexo D
D.1 Valores de Q_i e ICA para los parámetros seleccionados en agua subterráneas

Codigo	T (años)	Q _i (pH)	Q _i (CE)	Q _i (Color)	Q _i (Cl)	Q _i (Dza Tot)	Q _i (NO3)	Q _i (DQO)	Q _i (CT)	Q _i (CF)	ICA
VC-093	30/07/1999	100.00	89.50	100.00	100.00	88.25	96.94	98.93	99.98	100.00	97.14
VC-093	26/10/1999	100.00	85.94	94.00	92.00	85.94	41.64	99.23	99.34	100.00	86.45
VC-093	03/01/2000	100.00	84.61	100.00	92.00	88.25	83.51	81.59	99.88	100.00	92.17
VC-093	27/04/2000	100.00	87.02	100.00	91.00	80.49	30.97	94.56	99.79	100.00	83.11
VC-093	27/10/2000	100.00	87.02	94.00	100.00	88.03	69.61	36.07	99.34	100.00	79.28
VC-093	07/01/2001	100.00	85.94	100.00	95.00	85.70	85.09	56.23	100.07	100.00	87.27
VC-093	03/05/2001	100.00	88.94	100.00	100.00	88.36	91.38	92.29	100.15	100.00	95.43
VC-093	03/07/2001	100.00	85.41	94.00	100.00	88.36	94.01	91.17	99.66	100.00	94.37
VC-093	31/10/2001	100.00	84.61	100.00	100.00	88.36	96.94	99.23	99.47	100.00	96.58
VC-093	15/04/2002	100.00	88.11	100.00	100.00	83.44	91.38	96.87	100.07	100.00	95.48
VC-093	26/11/2002	100.00	85.94	94.00	98.00	79.79	92.33	86.01	99.79	100.00	92.47
VC-093	15/04/2003	100.00	84.88	94.00	100.00	88.36	94.01	98.64	100.07	100.00	95.49
VC-093	21/10/2003	100.00	88.94	100.00	98.00	86.89	94.01	99.23	100.07	100.00	96.63
VC-093	20/04/2004	100.00	88.66	94.00	100.00	93.84	92.33	87.88	100.34	100.00	94.66
VC-093	19/10/2004	100.00	82.54	100.00	100.00	86.89	94.01	90.06	100.16	100.00	94.54
VC-093	19/04/2005	100.00	87.29	94.00	100.00	79.23	91.38	87.88	100.25	100.00	92.80
VC-093	19/10/2005	100.00	87.83	94.00	95.00	80.90	94.77	95.71	100.18	100.00	94.65
VC-093	17/04/2006	100.00	85.68	94.00	100.00	89.42	99.51	99.23	100.27	100.00	96.46
VC-093	17/10/2006	100.00	83.18	94.00	92.00	89.11	41.64	100.00	99.75	100.00	86.63
VC-093	13/04/2007	100.00	84.74	94.00	92.00	79.23	94.01	98.64	100.25	100.00	94.46
VC-093	16/10/2007	100.00	82.54	94.00	92.00	78.08	37.64	100.00	100.07	100.00	84.44
VC-093	15/04/2008	100.00	84.69	94.00	92.00	80.49	93.20	99.23	100.34	100.00	94.60
VC-095	08/04/1993	100.00	30.66	100.00	76.63	48.79	22.13	70.11	99.96	100.00	65.42
VC-095	12/10/1993	100.00	23.11	100.00	64.32	63.97	21.87	70.11	99.66	100.00	65.22
VC-095	11/04/1994	100.00	18.93	73.00	43.28	25.76	21.87	61.63	99.66	100.00	54.96
VC-095	13/10/1994	100.00	34.12	100.00	73.94	48.02	21.56	77.60	99.79	100.00	66.81
VC-095	11/04/1995	100.00	22.40	100.00	55.55	55.10	26.33	50.58	99.22	100.00	62.33
VC-095	18/10/1995	100.00	21.97	94.00	49.81	18.53	21.16	86.01	97.65	100.00	58.23
VC-095	03/05/1996	100.00	24.57	100.00	65.75	43.21	19.09	13.10	99.53	100.00	48.26
VC-095	11/11/1996	100.00	19.46	100.00	60.38	33.73	21.16	69.22	99.56	100.00	59.78
VC-095	09/04/1997	100.00	42.00	100.00	64.32	32.48	21.56	83.64	99.22	100.00	66.28
VC-095	06/10/1997	100.00	20.00	100.00	53.20	31.74	20.65	79.57	100.07	100.00	60.70
VC-095	06/05/1998	100.00	38.25	100.00	52.38	31.38	19.09	81.59	99.97	100.00	64.32
VC-095	03/11/1998	100.00	39.27	100.00	68.20	36.47	14.66	95.71	99.66	100.00	64.93
VC-095	04/05/1999	100.00	18.26	100.00	25.99	32.48	16.49	78.58	99.22	100.00	58.50
VC-095	02/12/1999	100.00	16.71	100.00	71.74	42.33	17.94	39.15	99.22	100.00	54.18
VC-095	18/04/2000	100.00	16.71	100.00	33.09	34.12	12.40	84.69	99.53	100.00	56.97
Vc-095	02/11/2000	100.00	47.39	100.00	52.38	54.30	22.91	99.23	99.22	100.00	72.98

Anexo D
D.1 Valores de Qi e ICA para los parámetros seleccionados en agua subterráneas

Codigo	T (años)	Qi (pH)	Qi (CE)	Qi (Color)	Qi (Cl)	Qi (Dza Tot)	Qi (NO3)	Qi (DQO)	Qi (CT)	Qi (CF)	ICA
VC-095	24/04/2001	100.00	50.21	100.00	31.73	36.60	16.49	69.22	100.06	100.00	64.35
VC-095	17/11/2001	100.00	23.89	100.00	68.90	43.50	12.40	87.88	99.22	100.00	60.81
VC-095	02/04/2002	100.00	16.71	100.00	16.48	35.15	14.66	71.93	100.07	100.00	56.94
VC-095	23/10/2002	100.00	20.38	100.00	21.98	51.13	26.33	70.11	99.97	100.00	64.43
VC-095	01/04/2003	100.00	20.00	94.00	46.77	44.69	12.40	56.98	99.66	100.00	55.72
VC-095	23/10/2003	100.00	38.25	94.00	31.73	52.71	23.25	95.71	99.34	100.00	70.41
VC-095	06/04/2004	100.00	57.33	73.00	46.77	48.18	12.40	87.88	99.97	100.00	64.44
VC-095	26/10/2004	100.00	50.21	94.00	21.98	52.71	14.66	90.06	99.66	100.00	67.87
VC-095	05/04/2005	100.00	24.23	94.00	31.73	46.65	19.09	92.85	99.79	100.00	64.64
VC-095	18/10/2005	100.00	29.96	94.00	46.77	51.13	20.65	87.34	99.85	100.00	66.67
VC-095	04/04/2006	100.00	24.52	94.00	21.98	45.29	19.09	95.71	99.66	100.00	64.81
VC-095	21/10/2006	100.00	36.33	94.00	16.48	51.13	21.16	67.90	99.97	100.00	65.65
VC-095	21/04/2007	100.00	19.04	94.00	21.98	43.21	22.37	79.57	99.97	100.00	62.38
VC-095	09/10/2007	100.00	21.56	94.00	31.73	52.39	30.97	71.24	99.83	100.00	65.84
VC-095	08/04/2008	100.00	24.97	94.00	21.98	39.06	12.40	70.11	99.97	100.00	58.01
VC-096	08/04/1993	100.00	78.62	100.00	98.00	65.59	32.46	94.56	100.16	100.00	81.10
VC-096	13/10/1993	100.00	78.05	100.00	98.00	87.12	100.00	92.29	100.12	100.00	95.08
VC-096	11/04/1994	100.00	82.83	45.00	100.00	74.98	94.01	98.05	100.08	100.00	85.07
VC-096	13/10/1994	100.00	75.63	100.00	100.00	79.65	98.55	100.12	100.07	100.00	94.92
VC-096	11/04/1995	100.00	73.86	100.00	95.00	85.94	94.77	100.00	100.17	100.00	94.97
VC-096	18/10/1995	100.00	75.63	94.00	100.00	67.35	29.61	52.64	99.98	100.00	72.77
VC-096	03/05/1996	100.00	79.89	100.00	100.00	90.33	24.77	71.93	100.06	100.00	77.92
VC-096	11/11/1996	100.00	81.45	100.00	79.00	68.46	85.09	99.23	100.16	100.00	92.43
VC-096	09/04/1997	100.00	79.08	100.00	100.00	68.62	24.16	94.56	100.18	100.00	78.69
VC-096	13/11/1997	100.00	80.60	94.00	100.00	67.51	35.80	99.23	100.06	100.00	82.43
VC-096	10/04/1998	100.00	81.65	100.00	100.00	73.46	96.21	98.93	99.98	100.00	94.42
VC-096	02/11/1998	100.00	74.69	100.00	100.00	63.17	99.51	87.34	100.06	100.00	90.85
VC-096	17/04/1999	100.00	82.83	45.00	100.00	74.98	94.01	95.71	100.08	100.00	84.76
VC-096	02/11/1999	100.00	82.54	94.00	100.00	72.39	87.93	42.48	100.18	100.00	81.62
VC-096	18/04/2000	100.00	84.33	100.00	100.00	73.16	83.51	94.56	100.17	100.00	92.49
VC-096	22/10/2000	95.00	78.49	100.00	100.00	64.78	21.16	100.42	100.14	100.00	77.24
VC-096	24/04/2001	100.00	81.04	100.00	100.00	76.92	85.09	92.29	100.09	100.00	92.45
VC-096	03/11/2001	100.00	81.45	94.00	100.00	82.13	91.38	103.15	100.07	100.00	94.71
VC-096	02/04/2002	100.00	81.45	100.00	100.00	70.36	95.49	100.12	100.12	100.00	94.10
VC-096	01/04/2003	100.00	85.68	94.00	100.00	76.33	94.01	57.73	100.16	100.00	86.93
VC-096	06/04/2004	100.00	80.14	94.00	100.00	82.13	21.16	87.88	100.14	100.00	77.46
VC-096	05/04/2005	100.00	84.61	83.00	100.00	89.32	62.59	99.53	100.08	100.00	89.67
VC-096	04/04/2006	100.00	85.07	94.00	100.00	82.13	69.61	99.83	100.16	100.00	91.63

Anexo D
D.1 Valores de Qi e ICA para los parámetros seleccionados en agua subterráneas

Codigo	T (años)	Qi (pH)	Qi (CE)	Qi (Color)	Qi (Cl)	Qi (Dza Tot)	Qi (NO3)	Qi (DQO)	Qi (CT)	Qi (CF)	ICA
VC-096	02/04/2007	100.00	84.39	94.00	100.00	80.49	55.36	86.01	100.13	100.00	86.93
VC-096	08/04/2008	100.00	84.47	94.00	100.00	83.44	69.61	99.83	100.17	100.00	91.71
VC-105	23/03/1993	100.00	70.75	100.00	93.65	74.98	50.59	100.00	100.07	100.00	86.50
VC-105	13/04/1993	100.00	62.23	100.00	87.01	69.57	16.49	100.00	99.97	100.00	74.08
VC-105	19/07/1993	100.00	72.27	100.00	85.74	72.69	26.33	100.00	99.66	100.00	79.85
VC-105	20/10/1993	100.00	55.59	94.00	82.62	71.77	32.46	100.00	99.97	100.00	79.06
VC-105	18/01/1994	100.00	60.08	100.00	83.32	73.46	27.29	82.00	99.22	100.00	76.45
VC-105	13/05/1994	100.00	58.78	100.00	85.05	83.44	28.39	87.00	100.07	100.00	78.42
VC-105	17/07/1994	100.00	66.07	100.00	86.27	77.21	21.16	100.00	99.97	100.00	77.59
VC-105	24/10/1994	100.00	52.44	100.00	85.05	63.97	26.33	100.00	99.53	100.00	76.33
VC-105	24/04/1995	100.00	51.04	100.00	83.85	77.94	51.00	97.00	99.66	100.00	83.69
VC-105	03/11/1995	100.00	65.81	100.00	85.05	73.46	17.94	100.00	99.97	100.00	75.66
VC-105	24/04/1996	100.00	71.63	100.00	87.62	70.36	25.49	100.00	99.97	100.00	79.25
VC-105	05/11/1996	100.00	63.49	100.00	81.36	65.75	48.27	21.00	100.07	100.00	66.45
VC-105	22/04/1997	100.00	37.27	100.00	83.85	73.46	52.96	93.00	99.97	100.00	80.52
VC-105	24/10/1997	100.00	75.63	100.00	83.85	74.83	76.11	80.00	99.66	100.00	88.37
VC-105	29/04/1998	100.00	75.63	100.00	85.05	71.92	6.32	90.00	100.07	100.00	66.51
VC-105	29/10/1998	100.00	20.00	100.00	85.74	71.92	52.96	97.00	99.97	100.00	75.98
VC-105	22/04/1999	100.00	21.97	83.00	76.63	71.92	23.66	96.00	100.07	100.00	67.86
VC-105	22/10/1999	100.00	50.21	94.00	82.62	82.13	76.11	93.00	99.97	100.00	86.91
VC-105	10/04/2000	100.00	50.21	100.00	82.62	71.92	64.97	100.00	99.66	100.00	85.72
VC-105	02/04/2002	100.00	64.46	94.00	89.33	79.37	76.11	100.00	100.07	100.00	89.79
VC-105	23/10/2002	100.00	50.21	100.00	81.36	70.36	96.94	68.00	99.69	100.00	84.70
VC-105	08/04/2003	100.00	69.59	94.00	80.11	68.78	94.01	80.00	100.07	100.00	88.47
VC-105	27/04/2004	100.00	64.46	94.00	82.62	77.21	86.57	95.00	99.97	100.00	90.22
VC-105	27/04/2005	100.00	64.46	94.00	82.62	74.98	94.01	70.00	100.07	100.00	86.80
VC-105	26/04/2006	100.00	46.23	94.00	83.15	68.78	94.01	87.00	99.97	100.00	85.99
VC-105	18/04/2007	100.00	44.23	94.00	82.62	70.36	43.78	75.00	99.66	100.00	76.52
VC-105	22/04/2008	100.00	44.11	94.00	83.15	72.69	23.66	87.00	99.22	100.00	72.85
VC-106	26/04/1993	100.00	83.48	94.00	87.62	89.11	12.40	100.00	100.07	100.00	74.98
VC-106	23/01/1994	100.00	84.17	100.00	88.53	96.56	22.62	97.00	99.97	100.00	81.57
VC-106	25/04/1994	100.00	86.96	100.00	89.33	80.90	21.16	100.00	99.22	100.00	80.04
VC-106	23/07/1994	100.00	84.85	100.00	89.33	82.13	24.16	94.00	99.97	100.00	80.58
VC-106	25/10/1994	100.00	82.96	100.00	88.53	76.47	9.65	100.00	99.22	100.00	72.09
VC-106	25/05/1995	100.00	84.61	94.00	90.96	79.37	21.16	82.00	100.07	100.00	76.81
VC-106	25/10/1995	100.00	88.94	94.00	90.59	86.18	34.07	100.00	99.97	100.00	84.88
VC-106	02/11/1996	100.00	82.30	100.00	90.59	77.94	27.29	99.00	99.22	100.00	81.63
VC-106	24/01/1997	100.00	80.65	100.00	86.27	74.68	21.16	97.00	99.97	100.00	78.53

Anexo D
D.1 Valores de Q_i e ICA para los parámetros seleccionados en agua subterráneas

Codigo	T (años)	Q_i (pH)	Q_i (CE)	Q_i (Color)	Q_i (Cl)	Q_i (Dza Tot)	Q_i (NO3)	Q_i (DQO)	Q_i (CT)	Q_i (CF)	ICA
VC-106	30/04/1997	100.00	80.96	100.00	89.33	81.99	21.16	100.00	99.22	100.00	79.57
VC-106	28/10/1997	100.00	84.61	100.00	87.62	76.33	24.16	100.00	100.07	100.00	80.73
VC-106	29/05/1998	100.00	83.48	100.00	88.29	91.10	23.66	100.00	99.97	100.00	81.84
VC-106	27/04/1999	100.00	80.60	94.00	86.82	76.18	19.97	100.00	99.97	100.00	77.87
VC-106	27/10/1999	100.00	84.06	94.00	87.62	90.43	2.35	97.00	100.07	100.00	61.27
VC-106	27/04/2000	100.00	79.08	100.00	80.11	62.04	21.16	89.00	99.97	100.00	75.95
VC-106	25/04/2001	100.00	81.45	94.00	95.42	81.04	26.33	100.00	99.97	100.00	81.08
VC-106	02/04/2002	100.00	81.45	94.00	87.62	78.08	37.64	100.00	99.22	95.00	83.58
VC-106	15/04/2003	100.00	79.08	94.00	86.82	80.77	81.81	97.00	100.07	100.00	92.18
VC-106	27/04/2004	100.00	80.60	94.00	89.33	89.11	67.32	99.00	100.07	100.00	91.39
VC-106	26/04/2005	100.00	75.63	73.00	87.62	84.84	2.35	99.00	99.98	100.00	58.47
VC-106	26/04/2006	100.00	100.31	94.00	89.33	84.34	24.16	97.00	99.97	100.00	81.89
VC-106	18/04/2007	100.00	59.65	94.00	81.36	70.52	28.39	96.00	95.94	100.00	77.25
VC-106	22/04/2008	100.00	59.22	94.00	82.62	71.92	48.27	96.00	96.75	100.00	82.54
VC-110	04/03/1993	100.00	81.65	100.00	95.00	89.11	83.51	100.00	98.69	100.00	94.61
VC-110	13/04/1993	100.00	90.34	100.00	98.00	88.25	81.81	99.00	97.71	100.00	94.96
VC-110	13/11/1993	100.00	85.65	100.00	98.00	89.32	76.11	100.00	99.72	100.00	94.18
VC-110	14/01/1994	100.00	86.99	94.00	98.00	88.47	71.85	96.00	98.72	100.00	92.13
VC-110	27/04/1994	100.00	90.00	100.00	100.00	84.72	86.57	41.00	99.56	100.00	83.63
VC-110	23/07/1994	100.00	89.13	100.00	100.00	92.92	91.38	78.00	100.08	100.00	93.54
VC-110	28/11/1994	100.00	86.16	100.00	100.00	82.26	81.81	45.00	98.72	100.00	83.51
VC-110	26/01/1995	100.00	85.15	100.00	100.00	79.23	80.01	52.00	100.11	100.00	84.87
VC-110	28/04/1995	100.00	85.01	100.00	100.00	87.01	71.85	100.00	99.66	100.00	93.21
VC-110	26/10/1995	100.00	85.68	73.00	94.00	88.47	94.01	86.00	97.65	100.00	90.28
VC-110	01/02/1996	100.00	79.20	100.00	100.00	83.70	86.57	76.00	98.60	100.00	90.33
VC-110	15/04/1996	100.00	84.74	100.00	92.00	78.08	78.11	99.00	100.07	100.00	93.02
VC-110	31/05/1996	100.00	76.66	94.00	85.00	77.94	86.57	86.00	100.11	100.00	90.55
VC-110	16/07/1996	100.00	86.08	94.00	100.00	88.25	93.20	96.00	99.72	100.00	95.07
VC-110	04/11/1996	100.00	88.16	100.00	100.00	87.47	95.49	99.00	98.60	100.00	96.55
VC-110	05/02/1997	100.00	86.34	100.00	86.00	88.90	86.57	100.00	99.98	100.00	95.72
VC-110	29/04/1997	100.00	85.39	100.00	100.00	85.94	92.33	96.00	99.88	100.00	95.43
VC-110	13/01/1998	100.00	85.81	100.00	92.00	84.34	76.11	95.00	97.60	100.00	92.64
VC-110	10/03/1998	100.00	86.21	100.00	92.00	83.83	91.38	100.00	99.56	100.00	95.70
VC-110	21/04/1998	100.00	85.94	100.00	92.00	84.59	99.51	17.00	100.07	100.00	74.22
VC-110	09/07/1998	100.00	85.94	100.00	100.00	85.82	94.01	97.00	100.08	100.00	95.86
VC-110	19/12/1998	100.00	87.29	100.00	95.00	87.92	86.57	100.00	99.98	100.00	95.71
VC-110	01/02/1999	100.00	87.83	100.00	98.00	82.53	96.21	96.00	100.08	100.00	95.81
VC-110	11/06/1999	100.00	85.68	100.00	98.00	82.13	45.99	99.00	99.66	100.00	87.78

Anexo D
D.1 Valores de Qi e ICA para los parámetros seleccionados en agua subterráneas

Codigo	T (años)	Qi (pH)	Qi (CE)	Qi (Color)	Qi (Cl)	Qi (Dza Tot)	Qi (NO3)	Qi (DQO)	Qi (CT)	Qi (CF)	ICA
VC-110	05/08/1999	100.00	87.56	100.00	100.00	87.01	87.93	88.00	100.08	100.00	94.02
VC-110	29/10/1999	100.00	87.56	100.00	98.00	82.13	83.51	86.00	98.60	100.00	92.37
VC-110	27/01/2000	100.00	86.75	100.00	95.00	84.84	80.01	100.00	99.56	100.00	94.36
VC-110	18/04/2000	100.00	86.75	100.00	95.00	79.93	92.33	100.00	99.15	100.00	95.36
VC-110	31/07/2000	100.00	85.94	100.00	100.00	83.57	89.18	65.00	99.56	100.00	89.39
VC-110	12/10/2000	100.00	87.02	100.00	98.00	88.03	85.09	92.00	100.08	100.00	94.33
VC-110	04/01/2001	100.00	85.15	100.00	98.00	84.34	89.18	75.00	98.60	100.00	91.20
VC-110	22/05/2001	100.00	85.68	100.00	100.00	89.63	95.49	97.00	97.89	100.00	96.11
VC-110	20/07/2001	100.00	85.15	100.00	95.00	83.18	99.51	58.00	95.94	100.00	88.43
VC-110	01/11/2001	100.00	86.75	100.00	95.00	85.82	94.01	100.00	98.60	100.00	96.17
VC-110	20/11/2001	100.00	86.34	100.00	100.00	88.25	96.94	97.00	94.43	100.00	95.69
VC-110	31/01/2002	100.00	84.61	100.00	94.00	83.44	90.33	88.00	98.72	100.00	93.41
VC-110	02/04/2002	100.00	84.33	94.00	92.00	80.90	94.01	86.00	98.84	100.00	92.49
VC-110	09/07/2002	100.00	86.75	94.00	95.00	82.39	101.91	76.00	99.56	100.00	92.20
VC-110	12/12/2002	100.00	87.56	100.00	100.00	88.14	81.81	88.00	99.79	100.00	93.29
VC-110	14/01/2003	100.00	84.06	100.00	85.00	74.98	91.38	95.00	99.66	100.00	93.69
VC-110	15/04/2003	100.00	83.18	94.00	98.00	85.70	94.01	87.00	99.98	100.00	93.22
VC-110	08/07/2003	100.00	89.50	94.00	100.00	88.25	99.51	58.00	100.07	100.00	89.24
VC-110	21/10/2003	100.00	88.94	100.00	95.00	88.25	101.91	88.00	89.27	81.00	91.41
VC-110	20/01/2004	100.00	87.29	94.00	95.00	88.25	103.44	85.00	97.51	100.00	94.34
VC-110	27/04/2004	100.00	85.94	100.00	95.00	87.12	105.26	97.00	98.54	100.00	97.09
VC-110	20/07/2004	100.00	85.15	94.00	92.00	82.39	94.01	96.00	98.69	100.00	94.27
VC-110	12/10/2004	100.00	86.48	94.00	92.00	83.70	98.55	75.00	99.98	100.00	91.82
VC-110	01/02/2005	100.00	82.87	94.00	95.00	77.79	71.85	100.00	100.07	100.00	91.26
VC-110	26/04/2005	100.00	81.45	94.00	95.00	81.99	96.21	80.00	100.06	100.00	91.72
VC-110	13/07/2005	100.00	87.02	94.00	89.00	79.23	96.94	99.00	99.91	100.00	95.07
VC-110	22/11/2005	100.00	84.61	94.00	100.00	86.18	107.43	87.00	100.01	100.00	94.94
VC-110	17/01/2006	100.00	86.75	94.00	100.00	84.34	96.94	100.00	99.85	100.00	95.77
VC-110	26/04/2006	100.00	82.20	94.00	92.00	84.97	94.01	96.00	99.88	100.00	94.40
VC-110	18/07/2006	98.00	81.45	73.00	95.00	82.13	94.77	100.00	100.25	100.00	91.47
VC-110	17/10/2006	100.00	86.21	73.00	100.00	86.18	107.43	100.00	99.44	100.00	93.91
VC-110	18/04/2007	100.00	80.74	94.00	92.00	83.31	52.96	99.00	100.34	100.00	88.25
VC-110	22/04/2008	100.00	80.28	94.00	93.00	85.70	37.64	100.00	100.34	100.00	85.03
VC-111	04/03/1993	100.00	34.98	93.75	94.00	78.89	73.46	85.00	99.66	100.00	81.95
VC-111	24/11/1993	100.00	41.88	93.75	94.00	80.82	68.78	100.00	99.22	100.00	84.98
VC-111	09/04/1994	100.00	40.99	106.02	100.00	79.93	73.46	100.00	99.97	100.00	86.85
VC-111	27/10/1994	100.00	41.10	93.75	94.00	78.39	70.99	100.00	99.66	100.00	84.93
VC-111	01/05/1995	100.00	37.27	93.75	94.00	78.89	70.36	64.00	99.97	100.00	78.67

Anexo D
D.1 Valores de Q_i e ICA para los parámetros seleccionados en agua subterráneas

Codigo	T (años)	Q_i (pH)	Q_i (CE)	Q_i (Color)	Q_i (Cl)	Q_i (Dza Tot)	Q_i (NO3)	Q_i (DQO)	Q_i (CT)	Q_i (CF)	ICA
VC-111	18/10/1995	100.00	39.07	106.02	100.00	77.73	79.09	100.00	99.85	100.00	86.94
VC-111	29/04/1996	100.00	46.35	106.02	100.00	75.55	62.68	100.00	99.34	100.00	85.70
VC-111	04/11/1996	100.00	41.43	106.02	100.00	78.89	63.01	100.00	99.47	100.00	85.18
VC-111	13/05/1997	100.00	33.54	106.02	100.00	77.73	65.26	100.00	99.34	100.00	83.61
VC-111	24/10/1997	100.00	40.33	106.02	100.00	78.89	70.36	72.00	99.66	100.00	81.96
VC-111	21/04/1998	100.00	43.75	106.02	100.00	76.63	62.36	100.00	99.34	100.00	85.27
VC-111	10/11/1998	100.00	38.25	106.02	100.00	75.55	74.07	100.00	98.72	100.00	85.69
VC-111	11/05/1999	100.00	31.38	106.02	100.00	65.75	65.75	100.00	99.22	100.00	81.73
VC-111	22/11/1999	100.00	33.71	106.02	100.00	49.81	65.59	80.00	99.66	100.00	77.46
VC-111	18/04/2000	100.00	43.75	82.90	83.00	73.41	69.41	96.00	99.97	100.00	82.87
VC-111	25/10/2000	100.00	50.21	93.75	94.00	75.09	73.46	100.00	99.47	100.00	86.61
VC-111	22/04/2001	100.00	38.25	93.75	94.00	75.71	76.47	100.00	99.66	100.00	84.79
VC-111	25/10/2001	100.00	39.27	93.75	94.00	79.93	77.94	100.00	99.47	100.00	85.64
VC-111	09/04/2002	100.00	33.71	106.02	100.00	76.63	62.52	90.00	99.22	100.00	81.78
VC-111	21/10/2002	100.00	38.25	93.75	94.00	79.93	71.92	100.00	99.66	100.00	84.62
VC-111	15/04/2003	100.00	29.96	93.75	94.00	75.55	67.19	100.00	99.22	100.00	81.40
VC-111	26/10/2003	100.00	33.71	93.75	94.00	78.22	74.98	99.00	99.66	100.00	83.67
VC-111	20/04/2004	100.00	24.23	93.75	94.00	78.55	63.97	87.00	99.97	100.00	77.97
VC-111	25/10/2004	100.00	33.71	93.75	94.00	79.93	73.46	100.00	99.22	100.00	83.72
VC-111	20/04/2005	100.00	29.96	93.75	94.00	78.22	71.92	99.00	99.66	100.00	82.28
VC-111	21/10/2005	100.00	38.25	93.75	94.00	79.93	74.98	96.00	99.47	100.00	84.50
VC-111	12/04/2006	100.00	30.66	93.75	94.00	78.22	73.46	100.00	99.97	100.00	82.84
VC-111	28/10/2006	100.00	38.25	93.75	94.00	79.93	74.98	96.00	99.66	100.00	84.53
VC-111	13/04/2007	100.00	42.57	106.02	100.00	78.22	71.92	99.00	99.34	100.00	86.55
VC-111	22/10/2007	100.00	50.21	106.02	100.00	81.72	76.47	100.00	99.66	100.00	89.21
VC-111	15/04/2008	100.00	38.25	106.02	100.00	78.89	74.98	100.00	100.07	100.00	86.36
VC-112	22/04/1993	100.00	81.45	100.00	100.00	71.77	91.38	100.00	99.25	100.00	93.65
VC-112	26/10/1993	100.00	83.18	94.00	92.00	80.90	99.51	100.00	99.79	100.00	95.26
VC-112	21/04/1994	100.00	81.04	100.00	97.00	77.94	94.01	100.00	100.07	100.00	94.81
VC-112	25/10/1994	100.00	84.06	94.00	100.00	79.37	98.38	100.00	99.97	100.00	95.07
VC-112	23/04/1995	100.00	81.83	100.00	100.00	77.94	96.94	100.00	99.66	100.00	95.20
VC-112	21/10/1995	100.00	83.18	94.00	100.00	80.07	98.55	100.00	99.97	100.00	95.08
VC-112	15/04/1996	100.00	81.04	94.00	100.00	77.94	92.33	100.00	99.66	100.00	93.79
VC-112	22/10/1996	100.00	84.06	94.00	100.00	80.77	95.49	100.00	99.22	100.00	94.79
VC-112	25/04/1997	100.00	81.45	100.00	100.00	77.21	93.20	100.00	100.07	100.00	94.68
VC-112	21/10/1997	100.00	83.18	94.00	100.00	80.77	95.49	100.00	100.25	100.00	94.84
VC-112	22/04/1998	100.00	81.83	100.00	100.00	77.94	87.93	100.00	99.97	100.00	94.13
VC-112	21/10/1998	100.00	82.54	94.00	100.00	82.13	96.94	100.00	99.66	100.00	95.01

Anexo D
D.1 Valores de Qi e ICA para los parámetros seleccionados en agua subterráneas

Codigo	T (años)	Qi (pH)	Qi (CE)	Qi (Color)	Qi (Cl)	Qi (Dza Tot)	Qi (NO3)	Qi (DQO)	Qi (CT)	Qi (CF)	ICA
VC-112	15/04/1999	100.00	82.54	100.00	100.00	77.21	86.57	100.00	100.25	100.00	93.99
VC-112	23/10/1999	100.00	81.83	94.00	100.00	79.37	94.77	100.00	99.97	100.00	94.39
VC-112	26/04/2000	100.00	82.20	100.00	100.00	77.94	91.38	100.00	99.85	100.00	94.59
VC-112	03/11/2000	100.00	83.63	94.00	100.00	80.77	96.94	100.00	100.07	100.00	95.04
VC-112	23/04/2001	100.00	82.20	100.00	100.00	78.66	93.20	100.00	99.97	100.00	94.92
VC-112	27/10/2001	100.00	81.83	94.00	100.00	77.94	95.49	100.00	99.22	100.00	94.20
VC-112	02/04/2002	100.00	81.04	100.00	100.00	71.77	91.38	100.00	100.17	100.00	93.73
VC-112	26/11/2002	100.00	88.66	100.00	92.00	80.90	99.51	100.00	99.79	100.00	96.64
VC-112	01/04/2003	100.00	85.94	94.00	100.00	84.84	103.44	100.00	100.07	100.00	96.52
VC-112	21/10/2003	100.00	87.02	100.00	100.00	84.84	96.21	100.00	99.88	100.00	96.54
VC-112	06/04/2004	100.00	84.88	100.00	100.00	79.65	91.38	100.00	100.07	100.00	95.14
VC-112	17/10/2004	100.00	85.15	100.00	100.00	85.82	98.55	100.00	100.17	100.00	96.77
VC-112	05/04/2005	100.00	83.18	94.00	100.00	85.82	89.18	100.00	100.07	100.00	94.61
VC-112	19/10/2005	100.00	84.61	94.00	89.00	78.08	99.51	99.00	98.69	100.00	94.78
VC-112	04/04/2006	100.00	84.82	94.00	100.00	77.94	101.91	87.00	100.25	100.00	93.46
VC-112	12/10/2006	100.00	83.48	100.00	94.00	77.94	34.07	87.00	99.22	100.00	82.34
VC-112	02/04/2007	100.00	80.37	94.00	100.00	77.79	81.81	100.00	100.27	100.00	92.43
VC-112	06/10/2007	100.00	84.88	94.00	92.00	79.09	91.38	100.00	99.88	100.00	94.28
VC-112	08/04/2008	100.00	79.89	94.00	100.00	79.09	35.80	100.00	100.07	100.00	83.77
VC-113	30/03/1993	100.00	87.29	94.00	100.00	88.25	85.09	100.00	99.98	100.00	94.79
VC-113	12/05/1993	100.00	86.48	94.00	100.00	82.53	95.49	100.00	99.66	100.00	95.33
VC-113	18/08/1993	100.00	87.29	100.00	100.00	86.18	90.33	100.00	100.07	100.00	96.02
VC-113	11/11/1993	100.00	87.39	94.00	100.00	93.62	85.09	100.00	99.22	100.00	95.25
VC-113	08/02/1994	100.00	85.76	94.00	100.00	88.03	69.61	100.00	97.42	100.00	91.99
VC-113	17/08/1994	100.00	89.92	100.00	100.00	92.18	60.19	100.00	100.07	100.00	92.35
VC-113	16/10/1994	100.00	84.61	100.00	100.00	86.89	64.97	100.00	99.97	100.00	92.08
VC-113	09/02/1995	100.00	85.49	94.00	100.00	87.12	52.96	100.00	99.66	100.00	89.20
VC-113	18/04/1995	100.00	89.64	94.00	100.00	92.18	30.97	100.00	99.98	100.00	84.55
VC-113	20/07/1995	100.00	88.66	100.00	100.00	93.32	100.00	100.00	100.07	100.00	98.13
VC-113	18/10/1995	100.00	82.40	100.00	100.00	90.43	99.51	100.00	99.97	100.00	97.04
VC-113	19/01/1996	100.00	86.10	100.00	100.00	92.84	80.01	100.00	99.97	100.00	95.20
VC-113	10/07/1996	100.00	84.99	94.00	100.00	95.08	96.21	100.00	100.07	100.00	96.67
VC-113	19/07/1996	100.00	86.29	100.00	100.00	95.93	67.32	100.00	99.97	100.00	93.57
VC-113	30/11/1996	100.00	84.50	94.00	100.00	88.14	86.57	100.00	100.07	100.00	94.68
VC-113	30/01/1997	100.00	87.69	100.00	100.00	84.59	81.81	100.00	100.25	100.00	94.78
VC-113	05/04/1997	100.00	85.94	100.00	100.00	87.01	92.33	100.00	99.97	100.00	96.21
VC-113	01/08/1997	100.00	83.42	100.00	100.00	87.69	64.97	100.00	99.85	100.00	92.01
VC-113	27/10/1997	100.00	87.97	100.00	100.00	89.42	85.09	100.00	99.66	100.00	95.71

Anexo D
D.1 Valores de Qi e ICA para los parámetros seleccionados en agua subterráneas

Codigo	T (años)	Qi (pH)	Qi (CE)	Qi (Color)	Qi (Cl)	Qi (Dza Tot)	Qi (NO3)	Qi (DQO)	Qi (CT)	Qi (CF)	ICA
VC-113	28/01/1998	100.00	81.45	100.00	100.00	88.14	94.77	100.00	99.98	100.00	96.12
VC-113	22/04/1998	100.00	87.02	100.00	100.00	86.06	85.09	97.00	99.22	100.00	94.74
VC-113	29/07/1998	100.00	87.29	100.00	100.00	81.99	98.55	31.00	100.08	100.00	81.00
VC-113	30/10/1998	100.00	86.75	94.00	100.00	88.03	93.20	100.00	99.97	100.00	95.74
VC-113	30/01/1999	100.00	85.94	100.00	100.00	84.84	97.71	61.00	99.97	100.00	89.71
VC-113	28/04/1999	100.00	86.75	100.00	100.00	74.98	76.11	100.00	100.06	100.00	92.71
VC-113	30/07/1999	100.00	88.94	100.00	100.00	88.14	87.93	100.00	99.98	100.00	96.10
VC-113	26/10/1999	100.00	86.75	94.00	100.00	89.00	81.81	100.00	99.97	100.00	94.36
VC-113	03/01/2000	100.00	87.29	100.00	100.00	91.19	100.00	51.00	100.08	100.00	88.36
VC-113	26/04/2000	100.00	87.83	100.00	100.00	84.84	78.11	100.00	100.06	100.00	94.27
VC-113	31/07/2000	100.00	88.38	100.00	100.00	87.35	94.01	99.00	99.97	100.00	96.58
VC-113	07/01/2001	100.00	87.02	100.00	100.00	90.23	81.81	36.00	100.07	100.00	81.76
VC-113	20/04/2001	100.00	87.29	100.00	100.00	85.58	93.20	100.00	99.97	100.00	96.30
VC-113	03/07/2001	100.00	85.68	100.00	100.00	90.13	91.38	100.00	99.66	100.00	96.35
VC-113	31/10/2001	100.00	75.63	100.00	92.00	76.47	41.64	88.00	100.07	100.00	83.62
VC-113	15/04/2002	100.00	87.29	100.00	100.00	83.44	99.51	100.00	99.97	100.00	96.82
VC-113	26/11/2002	100.00	86.08	94.00	100.00	90.43	99.51	100.00	100.25	100.00	96.72
VC-113	01/04/2003	100.00	88.11	94.00	100.00	88.25	98.55	100.00	100.07	100.00	96.58
VC-113	21/10/2003	100.00	89.78	100.00	100.00	88.25	98.55	100.00	100.25	100.00	97.57
VC-113	20/04/2004	100.00	88.38	100.00	100.00	92.92	98.55	100.00	100.34	100.00	97.93
VC-113	19/10/2004	100.00	87.29	100.00	100.00	91.10	99.51	100.00	99.97	100.00	97.67
VC-113	19/04/2005	100.00	87.29	94.00	100.00	91.38	98.55	100.00	100.34	100.00	96.86
VC-113	19/10/2005	100.00	88.11	94.00	100.00	93.00	100.62	100.00	100.34	100.00	97.36
VC-113	17/04/2006	100.00	85.28	94.00	100.00	91.83	99.51	100.00	100.34	100.00	96.80
VC-113	17/10/2006	100.00	83.77	73.00	100.00	88.14	85.09	100.00	100.34	100.00	91.38
VC-113	13/04/2007	100.00	85.55	94.00	100.00	92.26	99.51	100.00	99.00	100.00	96.68
VC-113	16/10/2007	100.00	83.18	94.00	95.00	87.12	76.11	100.00	99.03	100.00	92.82
VC-113	15/04/2008	100.00	85.28	94.00	100.00	93.00	100.00	100.00	99.12	100.00	96.80
VC-115	01/03/1993	100.00	81.04	94.00	95.42	87.35	95.49	92.85	99.66	100.00	94.20
VC-115	12/05/1993	100.00	85.94	91.00	89.33	85.94	96.94	95.71	100.07	100.00	94.86
VC-115	16/09/1993	100.00	81.83	94.00	87.62	79.51	100.00	92.29	99.97	100.00	93.89
VC-115	11/11/1993	100.00	82.23	91.00	90.25	77.79	90.33	83.64	99.22	100.00	90.75
VC-115	10/02/1994	100.00	83.39	94.00	89.33	81.99	76.11	92.29	99.66	100.00	91.27
VC-115	11/05/1994	100.00	85.28	94.00	88.29	83.57	83.51	93.42	100.07	100.00	92.90
VC-115	15/08/1994	100.00	82.77	100.00	90.59	73.16	52.96	100.12	99.97	100.00	88.14
VC-115	17/11/1994	100.00	83.39	100.00	95.42	76.33	60.19	100.00	100.07	100.00	89.94
VC-115	07/02/1995	100.00	82.70	100.00	88.53	81.59	69.61	99.83	99.97	100.00	92.03
VC-115	17/04/1995	100.00	90.40	100.00	98.36	93.62	26.33	99.23	99.66	100.00	83.65

Anexo D
D.1 Valores de Q_i e ICA para los parámetros seleccionados en agua subterráneas

Codigo	T (años)	Q _i (pH)	Q _i (CE)	Q _i (Color)	Q _i (Cl)	Q _i (Dza Tot)	Q _i (NO3)	Q _i (DQO)	Q _i (CT)	Q _i (CF)	ICA
VC-115	19/07/1995	100.00	90.06	100.00	83.85	93.62	95.49	98.93	100.16	100.00	97.63
VC-115	18/10/1995	100.00	83.12	94.00	86.27	87.24	98.55	94.56	99.66	100.00	95.04
VC-115	17/01/1996	100.00	81.45	100.00	87.01	71.77	69.61	87.88	99.98	100.00	89.00
VC-115	09/04/1996	100.00	84.25	100.00	91.75	88.03	71.85	92.29	100.17	100.00	92.19
VC-115	30/05/1996	100.00	82.87	100.00	89.33	76.03	62.59	100.42	99.97	100.00	90.32
VC-115	17/07/1996	100.00	76.95	100.00	96.80	86.18	76.11	61.23	99.66	100.00	86.25
VC-115	29/10/1996	100.00	85.25	100.00	87.62	78.08	69.61	95.71	99.97	100.00	91.32
VC-115	30/01/1997	100.00	84.61	100.00	87.01	82.92	64.97	99.83	99.22	100.00	91.52
VC-115	29/04/1997	100.00	82.34	100.00	87.62	76.33	50.59	98.93	99.97	100.00	87.82
VC-115	01/08/1997	100.00	77.99	100.00	87.01	78.23	67.32	99.23	100.25	100.00	90.69
VC-115	27/10/1997	100.00	79.08	100.00	83.85	71.61	78.11	92.29	99.97	100.00	90.61
VC-115	28/01/1998	100.00	83.48	100.00	95.42	73.62	91.38	99.23	99.66	100.00	94.06
VC-115	28/04/1998	100.00	80.14	100.00	100.00	89.42	95.49	68.34	99.97	100.00	90.85
VC-115	29/07/1998	100.00	80.14	100.00	84.54	77.36	98.55	79.57	99.22	100.00	91.85
VC-115	30/10/1998	100.00	85.94	94.00	90.59	76.18	99.51	90.06	100.17	100.00	93.57
VC-115	30/01/1999	100.00	85.15	100.00	85.74	76.33	76.11	97.46	100.16	100.00	92.36
VC-115	30/04/1999	100.00	85.94	100.00	89.33	89.63	98.55	100.00	99.97	100.00	97.25
VC-115	29/07/1999	100.00	86.48	100.00	82.62	84.21	97.71	100.00	99.22	100.00	96.50
VC-115	26/10/1999	100.00	80.60	100.00	82.08	88.14	87.93	58.49	99.22	100.00	87.70
VC-115	31/01/2000	100.00	81.83	100.00	89.33	90.33	99.51	79.57	99.97	100.00	93.70
VC-115	07/08/2000	100.00	84.06	100.00	89.33	83.18	94.77	68.34	99.66	100.00	90.50
VC-115	12/10/2000	100.00	84.61	100.00	89.33	77.94	94.01	44.83	99.97	100.00	84.42
VC-115	07/01/2001	100.00	82.20	100.00	89.33	92.84	91.38	55.49	99.97	100.00	88.14
VC-115	27/04/2001	100.00	84.06	100.00	89.33	81.04	94.01	57.35	100.17	100.00	87.90
VC-115	31/07/2001	100.00	82.20	100.00	86.27	87.35	81.81	87.34	100.07	100.00	92.55
VC-115	31/10/2001	100.00	84.33	57.00	76.63	85.82	94.01	63.66	100.16	100.00	83.50
VC-115	28/01/2002	100.00	81.45	100.00	86.27	77.79	94.77	99.23	100.17	100.00	94.84
VC-115	15/04/2002	100.00	86.21	94.00	89.33	93.91	96.21	99.53	100.07	100.00	96.62
VC-115	09/07/2002	100.00	85.94	100.00	91.75	81.04	97.71	98.64	99.97	100.00	95.98
VC-115	26/11/2002	100.00	83.18	94.00	83.85	82.13	94.01	77.60	100.17	100.00	91.27
VC-115	14/01/2003	100.00	83.77	100.00	83.85	84.59	95.49	100.12	100.17	100.00	96.12
VC-115	01/04/2003	100.00	85.94	45.00	100.00	83.70	97.71	74.72	99.97	100.00	83.25
VC-115	08/07/2003	100.00	87.02	100.00	91.75	86.66	99.51	100.12	99.66	100.00	97.13
VC-115	21/10/2003	100.00	84.61	100.00	89.33	86.18	99.51	92.29	99.97	100.00	95.67
VC-115	20/01/2004	100.00	86.75	94.00	87.62	82.13	100.00	82.61	100.17	100.00	93.21
VC-115	20/04/2004	100.00	87.29	100.00	100.00	90.23	94.77	92.29	100.17	100.00	95.88
VC-115	13/07/2004	100.00	82.54	94.00	89.33	84.84	100.00	72.38	100.07	100.00	91.21
VC-115	19/10/2004	100.00	84.33	94.00	100.00	87.24	100.00	79.57	99.97	100.00	92.96

Anexo D
D.1 Valores de Q_i e ICA para los parámetros seleccionados en agua subterráneas

Codigo	T (años)	Q_i (pH)	Q_i (CE)	Q_i (Color)	Q_i (Cl)	Q_i (Dza Tot)	Q_i (NO3)	Q_i (DQO)	Q_i (CT)	Q_i (CF)	ICA
VC-115	01/02/2005	100.00	85.68	94.00	100.00	83.44	89.18	98.64	100.07	100.00	94.43
VC-115	13/04/2005	100.00	86.48	94.00	100.00	86.89	91.38	100.00	99.97	100.00	95.36
VC-115	16/08/2005	100.00	84.88	94.00	89.33	78.08	94.01	99.23	99.97	100.00	94.38
VC-115	19/10/2005	100.00	87.56	94.00	100.00	89.32	99.51	95.71	100.17	100.00	96.12
VC-115	17/01/2006	100.00	87.29	94.00	100.12	88.25	95.49	100.00	100.07	100.00	96.12
VC-115	17/04/2006	100.00	82.70	73.00	95.42	88.36	97.71	100.00	99.66	100.00	92.72
VC-115	18/07/2006	100.00	84.88	73.00	100.00	87.92	96.94	100.12	100.07	100.00	92.90
VC-115	17/10/2006	100.00	87.02	94.00	100.00	90.13	100.00	98.93	99.72	100.00	96.62
VC-115	13/04/2007	100.00	85.44	94.00	95.42	91.38	100.00	97.16	100.07	100.00	96.37
VC-115	16/10/2007	100.00	84.11	94.00	98.36	89.32	91.38	100.00	100.17	100.00	95.39
VC-115	15/04/2008	100.00	85.49	94.00	97.55	92.18	100.00	99.23	100.17	100.00	96.78
VC-116	04/03/1993	100.00	87.29	100.00	89.33	84.34	71.85	50.58	100.25	100.00	84.18
VC-116	12/05/1993	100.00	85.68	91.00	87.62	82.53	76.11	87.34	100.07	100.00	90.49
VC-116	17/08/1993	100.00	84.88	94.00	87.62	79.09	86.57	94.56	100.25	100.00	92.94
VC-116	25/11/1993	100.00	83.42	91.00	87.01	79.37	69.61	73.78	99.97	100.00	86.71
VC-116	10/02/1994	100.00	82.44	94.00	85.57	81.04	52.96	98.64	99.83	100.00	88.08
VC-116	11/05/1994	100.00	84.14	94.00	89.33	84.97	35.80	99.83	100.25	100.00	84.81
VC-116	15/08/1994	100.00	84.25	100.00	89.33	74.68	9.65	99.23	99.66	100.00	71.99
VC-116	16/11/1994	100.00	85.12	100.00	98.36	81.86	24.77	98.64	100.07	100.00	81.42
VC-116	12/02/1995	100.00	84.50	94.00	90.59	86.30	45.99	94.56	100.25	100.00	86.86
VC-116	17/04/1995	100.00	85.52	100.00	95.42	83.44	21.56	98.64	100.07	100.00	80.26
VC-116	19/07/1995	100.00	86.61	100.00	87.62	90.23	94.77	99.23	100.25	100.00	96.86
VC-116	18/10/1995	100.00	85.09	100.00	86.27	79.65	94.01	84.69	100.07	100.00	93.13
VC-116	18/01/1996	100.00	85.71	100.00	88.53	79.65	57.77	99.23	100.25	100.00	90.05
VC-116	17/04/1996	100.00	87.80	94.00	87.62	89.21	45.99	96.87	100.25	100.00	87.80
VC-116	30/05/1996	100.00	84.28	100.00	91.75	81.04	48.27	77.60	100.07	100.00	84.92
VC-116	31/10/1996	100.00	85.60	100.00	89.33	81.04	43.78	96.87	100.25	100.00	86.93
VC-116	25/01/1997	100.00	85.97	100.00	91.75	81.45	39.60	99.23	100.07	100.00	86.26
VC-116	29/04/1997	100.00	87.31	100.00	91.75	91.19	30.97	94.56	99.97	100.00	84.21
VC-116	27/10/1997	100.00	88.52	100.00	87.62	87.01	50.59	99.23	100.25	100.00	89.70
VC-116	28/01/1998	100.00	87.29	100.00	100.00	86.06	81.81	85.74	100.07	100.00	92.71
VC-116	22/04/1998	100.00	87.29	100.00	95.42	84.84	67.32	83.64	100.07	100.00	90.10
VC-116	30/07/1998	100.00	86.75	100.00	91.75	89.53	100.00	99.23	100.25	100.00	97.43
VC-116	30/10/1998	100.00	87.83	100.00	100.00	84.47	86.57	87.88	100.07	100.00	93.57
VC-116	30/01/1999	100.00	89.78	100.00	100.00	87.35	45.99	90.06	100.25	100.00	87.56
VC-116	28/04/1999	100.00	87.83	94.00	91.75	86.18	64.97	83.64	100.07	100.00	89.20
VC-116	30/07/1999	100.00	90.06	100.00	93.13	86.77	97.71	98.64	100.34	100.00	97.14
VC-116	26/10/1999	100.00	88.66	100.00	97.55	88.14	14.66	92.29	100.25	100.00	76.59

Anexo D
D.1 Valores de Qi e ICA para los parámetros seleccionados en agua subterráneas

Codigo	T (años)	Qi (pH)	Qi (CE)	Qi (Color)	Qi (Cl)	Qi (Dza Tot)	Qi (NO3)	Qi (DQO)	Qi (CT)	Qi (CF)	ICA
VC-116	31/01/2000	100.00	85.68	100.00	86.27	92.92	81.81	66.61	100.34	100.00	89.82
VC-116	26/04/2000	100.00	88.38	100.00	95.42	87.24	85.09	80.57	100.07	100.00	92.53
VC-116	07/08/2000	100.00	87.29	100.00	100.00	83.18	94.01	79.57	100.25	100.00	92.93
VC-116	17/10/2000	100.00	86.75	100.00	91.75	81.18	91.38	83.64	100.07	100.00	93.00
VC-116	07/01/2001	100.00	86.21	100.00	91.75	84.34	93.20	94.56	100.25	100.00	95.28
VC-116	03/05/2001	100.00	87.29	100.00	98.36	84.59	95.49	86.27	100.34	100.00	94.41
VC-116	31/07/2001	100.00	85.68	100.00	100.00	92.09	100.00	99.23	100.25	100.00	97.58
VC-116	31/10/2001	100.00	83.91	100.00	87.62	83.31	92.33	83.38	100.25	100.00	93.03
VC-116	15/04/2002	100.00	87.83	100.00	89.33	83.18	98.55	96.87	100.34	100.00	96.33
VC-116	26/11/2002	100.00	88.66	100.00	100.00	84.84	91.38	95.71	100.25	100.00	95.55
VC-116	01/04/2003	100.00	86.75	73.00	95.42	84.72	94.77	78.58	100.25	100.00	89.23
VC-116	21/10/2003	100.00	87.56	100.00	89.33	87.35	100.00	99.23	99.63	100.00	97.19
VC-116	20/04/2004	100.00	86.21	100.00	98.36	89.21	92.33	83.64	100.34	100.00	93.98
VC-116	19/10/2004	100.00	85.41	100.00	100.00	88.36	91.38	80.83	98.90	100.00	93.00
VC-116	19/04/2005	100.00	84.61	94.00	100.00	90.43	97.71	78.58	92.59	81.00	88.97
VC-116	19/10/2005	100.00	81.83	94.00	95.42	86.89	100.00	95.71	93.72	84.00	91.89
VC-116	17/04/2006	100.00	86.61	94.00	100.00	89.42	98.55	78.34	99.97	100.00	93.05
VC-116	17/10/2006	100.00	76.43	94.00	85.05	89.42	60.19	98.93	100.34	100.00	89.75
VC-116	13/04/2007	100.00	81.80	94.00	100.00	88.03	99.51	97.16	100.34	100.00	95.57
VC-116	16/10/2007	100.00	81.45	94.00	86.27	87.01	85.09	100.12	99.63	100.00	93.97
VC-116	15/04/2008	100.00	81.49	94.00	100.00	89.53	96.21	98.93	100.27	100.00	95.56
VC-118	04/03/1993	100.00	89.50	100.00	90.96	84.72	80.01	87.34	100.07	100.00	92.81
VC-118	12/05/1993	100.00	86.75	94.00	90.59	84.97	85.09	99.83	99.97	100.00	94.34
VC-118	20/08/1993	100.00	85.04	94.00	89.33	80.77	91.38	100.12	99.66	100.00	94.48
VC-118	17/11/1993	100.00	83.89	94.00	90.59	77.94	89.18	91.45	99.97	100.00	92.52
VC-118	10/02/1994	100.00	87.42	94.00	89.33	90.33	76.11	99.23	100.25	100.00	93.69
VC-118	12/05/1994	100.00	84.28	94.00	87.62	80.77	90.33	100.12	100.27	100.00	94.35
VC-118	16/08/1994	100.00	86.08	100.00	89.33	79.37	76.11	99.83	100.07	100.00	93.14
VC-118	16/11/1994	100.00	82.64	100.00	89.33	80.77	67.32	86.01	99.97	100.00	89.53
VC-118	08/02/1995	100.00	83.36	100.00	88.53	82.13	80.01	99.83	99.22	100.00	93.60
VC-118	17/04/1995	100.00	84.80	100.00	93.65	79.37	28.39	100.12	99.97	100.00	82.65
VC-118	19/07/1995	100.00	86.75	100.00	87.62	80.07	76.11	99.38	100.08	100.00	93.24
VC-118	18/10/1995	100.00	83.68	100.00	86.27	79.37	91.38	83.64	100.25	100.00	92.48
VC-118	15/01/1996	100.00	85.68	100.00	90.59	77.94	71.85	85.74	99.84	100.00	90.18
VC-118	03/04/1996	100.00	84.63	100.00	86.27	80.77	94.01	84.69	99.22	100.00	93.09
VC-118	30/05/1996	100.00	83.27	100.00	91.75	78.66	76.11	68.34	99.97	100.00	87.61
VC-118	18/07/1996	100.00	84.17	100.00	91.75	92.43	71.85	94.56	99.97	100.00	92.94
VC-118	24/11/1996	100.00	86.08	94.00	93.65	84.72	93.20	82.61	100.18	100.00	92.64

Anexo D
D.1 Valores de Q_i e ICA para los parámetros seleccionados en agua subterráneas

Codigo	T (años)	Q_i (pH)	Q_i (CE)	Q_i (Color)	Q_i (Cl)	Q_i (Dza Tot)	Q_i (NO3)	Q_i (DQO)	Q_i (CT)	Q_i (CF)	ICA
VC-118	24/01/1997	100.00	83.74	100.00	89.33	77.94	85.09	94.56	100.07	100.00	93.21
VC-118	07/05/1997	100.00	83.48	100.00	87.62	82.13	81.81	78.09	100.27	100.00	90.62
VC-118	01/08/1997	100.00	80.87	100.00	77.73	83.44	71.85	92.29	99.97	100.00	91.29
VC-118	27/10/1997	100.00	84.61	100.00	87.62	82.13	78.11	94.56	99.66	100.00	92.78
VC-118	28/01/1998	100.00	87.02	100.00	100.00	76.47	62.59	100.00	99.79	100.00	90.73
VC-118	22/04/1998	100.00	83.77	100.00	89.33	85.34	87.93	91.45	100.07	100.00	93.96
VC-118	31/07/1998	100.00	86.21	100.00	100.00	85.94	100.00	99.23	99.97	100.00	96.93
VC-118	30/10/1998	100.00	85.94	100.00	88.53	91.28	89.18	99.23	100.07	100.00	96.17
VC-118	30/01/1999	100.00	89.50	100.00	98.36	88.25	100.00	100.12	99.97	100.00	97.68
VC-118	28/04/1999	100.00	87.56	100.00	95.42	81.59	96.21	99.83	99.97	100.00	96.22
VC-118	29/10/1999	100.00	86.61	100.00	85.05	68.78	78.11	99.23	100.07	100.00	92.08
VC-118	27/04/2000	100.00	92.02	100.00	98.36	75.58	98.55	94.56	100.17	100.00	95.49
VC-118	27/10/2000	100.00	85.41	100.00	87.62	77.94	87.93	84.69	100.17	100.00	92.24
VC-118	03/05/2001	100.00	85.41	100.00	91.75	82.13	85.09	99.83	99.97	100.00	94.64
VC-118	14/04/2002	100.00	86.75	100.00	87.62	88.25	96.94	96.87	100.07	100.00	96.55
VC-118	01/04/2003	100.00	85.94	94.00	95.42	85.94	94.01	99.53	100.27	100.00	95.50
VC-118	20/04/2004	100.00	86.75	100.00	100.00	86.54	92.33	99.83	100.07	100.00	96.23
VC-118	19/04/2005	100.00	84.33	94.00	95.42	85.94	96.21	98.64	99.97	100.00	95.41
VC-118	17/04/2006	100.00	82.70	100.00	100.00	88.25	95.49	99.23	100.17	100.00	96.28
VC-118	13/04/2007	100.00	87.29	94.00	100.00	85.94	98.55	99.83	100.25	100.00	96.23
VC-118	15/04/2008	100.00	87.15	94.00	100.00	88.25	100.00	100.12	100.25	100.00	96.68
VC-120	22/01/1993	100.00	79.08	100.00	98.00	80.07	22.13	92.85	99.97	100.00	78.83
VC-120	08/04/1993	100.00	80.14	100.00	100.00	77.50	57.77	29.32	99.22	100.00	74.18
VC-120	12/07/1993	100.00	73.08	100.00	100.00	82.13	60.19	79.57	99.97	100.00	86.39
VC-120	08/10/1993	100.00	68.87	94.00	94.00	74.98	37.64	98.64	99.66	100.00	82.37
VC-120	12/01/1994	100.00	81.37	100.00	100.00	85.70	45.99	99.23	99.97	100.00	87.77
VC-120	11/04/1994	100.00	71.41	94.00	100.00	74.22	35.80	95.71	99.22	100.00	81.66
VC-120	11/10/1994	100.00	80.83	100.00	100.00	77.21	30.97	25.15	99.97	100.00	67.38
VC-120	10/04/1995	100.00	74.78	100.00	100.00	85.94	94.01	80.83	99.52	100.00	91.92
VC-120	26/10/1995	100.00	80.14	94.00	100.00	78.23	62.59	33.21	99.97	100.00	75.86
VC-120	29/04/1996	100.00	37.27	100.00	89.00	64.14	26.33	88.97	99.53	100.00	72.51
VC-120	06/11/1996	100.00	76.43	100.00	98.00	77.65	74.02	95.71	99.97	100.00	90.95
VC-120	02/04/1997	100.00	80.96	100.00	100.00	78.23	45.99	92.85	99.66	100.00	86.03
VC-120	06/10/1997	100.00	75.63	100.00	95.00	69.10	50.59	81.59	100.07	100.00	83.77
VC-120	14/04/1998	100.00	77.17	100.00	95.00	73.46	22.13	83.64	99.97	100.00	76.75
VC-120	04/05/1999	100.00	78.18	100.00	100.00	69.41	32.46	88.97	100.07	100.00	80.77
VC-120	02/12/1999	100.00	84.06	100.00	83.00	66.39	87.93	42.48	99.97	100.00	81.69
VC-120	18/04/2000	100.00	57.33	100.00	92.00	74.98	78.11	80.57	99.66	100.00	86.33

Anexo D
D.1 Valores de Qi e ICA para los parámetros seleccionados en agua subterráneas

Codigo	T (años)	Qi (pH)	Qi (CE)	Qi (Color)	Qi (Cl)	Qi (Dza Tot)	Qi (NO3)	Qi (DQO)	Qi (CT)	Qi (CF)	ICA
VC-120	23/04/2001	100.00	75.63	100.00	100.00	79.37	32.46	52.29	99.97	100.00	75.32
VC-120	02/04/2002	100.00	50.21	100.00	92.00	75.28	24.16	86.01	99.97	100.00	74.80
VC-120	01/04/2003	100.00	81.45	100.00	92.00	74.98	94.01	72.38	99.97	100.00	90.01
VC-120	09/04/2004	100.00	82.87	100.00	100.00	78.66	91.38	87.34	100.07	100.00	92.88
VC-120	05/04/2005	100.00	81.04	94.00	100.00	74.53	81.81	95.71	100.17	100.00	91.50
VC-120	04/04/2006	100.00	78.91	100.00	100.00	77.94	69.61	87.34	99.66	100.00	89.32
VC-120	02/04/2007	100.00	79.20	100.00	96.00	73.46	2.35	87.34	100.07	100.00	59.20
VC-120	08/04/2008	100.00	62.37	100.00	100.00	74.98	26.33	100.00	100.07	100.00	78.97
VC-152	15/04/1993	100.00	97.58	100.00	100.00	97.35	94.01	100.00	99.97	100.00	98.75
VC-152	18/11/1993	100.00	95.65	93.75	100.00	96.86	96.94	100.12	100.07	100.00	98.07
VC-152	12/04/1994	100.00	97.77	100.00	100.00	97.29	91.38	99.83	99.97	100.00	98.40
VC-152	20/10/1994	100.00	97.77	93.75	100.00	97.42	98.55	97.16	100.25	100.00	98.12
VC-152	22/04/1995	100.00	98.47	93.75	100.00	97.35	81.81	100.00	100.07	100.00	96.41
VC-152	22/10/1995	100.00	97.95	93.75	100.00	97.42	99.51	99.53	99.97	100.00	98.57
VC-152	02/05/1996	100.00	98.13	100.00	100.00	97.11	91.38	100.12	100.07	100.00	98.48
VC-152	25/10/1996	100.00	98.47	93.75	100.00	97.40	98.55	88.69	99.97	100.00	96.82
VC-152	21/04/1997	100.00	97.77	100.00	100.00	97.29	87.93	100.12	99.97	100.00	97.99
VC-152	03/11/1997	100.00	98.30	93.75	100.00	97.42	96.94	99.53	100.07	100.00	98.31
VC-152	25/04/1998	100.00	98.13	100.00	100.00	97.35	81.81	99.23	100.25	100.00	97.10
VC-152	05/11/1998	100.00	97.77	100.00	100.00	97.42	96.21	100.12	99.97	100.00	99.07
VC-152	25/04/1999	100.00	97.95	100.00	100.00	97.29	83.51	99.83	99.97	100.00	97.36
VC-152	05/11/1999	100.00	97.68	93.75	100.00	97.42	94.01	99.53	100.07	100.00	97.89
VC-152	05/05/2000	100.00	98.22	100.00	100.00	97.29	87.93	100.12	100.25	100.00	98.08
VC-152	25/10/2000	100.00	97.77	93.75	100.00	97.42	96.94	100.00	99.97	100.00	98.31
VC-152	15/04/2001	79.00	97.77	100.00	100.00	91.28	85.09	100.00	100.07	100.00	94.72
VC-152	22/10/2001	100.00	97.86	93.75	100.00	97.40	95.49	99.23	100.07	100.00	98.04
VC-152	25/04/2002	100.00	97.68	100.00	100.00	97.21	94.01	99.83	100.25	100.00	98.76
VC-152	03/11/2002	100.00	98.22	93.75	100.00	97.42	96.94	98.64	99.97	100.00	98.15
VC-152	01/04/2003	100.00	96.11	100.00	100.00	97.37	100.00	97.16	99.98	100.00	98.91
VC-152	26/10/2003	100.00	97.58	100.00	100.00	97.16	96.94	96.87	100.25	100.00	98.66
VC-152	20/04/2004	100.00	97.19	93.75	100.00	93.77	96.94	87.88	99.66	100.00	95.95
VC-152	05/11/2004	100.00	97.58	93.75	100.00	97.40	98.55	100.12	100.07	100.00	98.52
VC-152	13/04/2005	100.00	95.89	93.75	100.00	93.00	91.38	99.23	100.07	100.00	96.88
VC-152	25/10/2005	100.00	97.19	93.75	100.00	97.40	95.49	100.12	100.25	100.00	98.13
VC-152	17/04/2006	100.00	94.04	93.75	100.00	96.52	96.21	99.83	100.17	100.00	97.75
VC-152	25/10/2006	100.00	97.09	93.75	100.00	97.35	98.55	98.64	100.25	100.00	98.27
VC-152	13/04/2007	100.00	91.49	100.00	100.00	97.21	96.21	97.16	100.27	100.00	97.99
VC-152	05/11/2007	100.00	96.45	93.75	100.00	97.29	96.94	96.87	100.25	100.00	97.74

Anexo D
D.1 Valores de Q_i e ICA para los parámetros seleccionados en agua subterráneas

Codigo	T (años)	Q _i (pH)	Q _i (CE)	Q _i (Color)	Q _i (Cl)	Q _i (Dza Tot)	Q _i (NO3)	Q _i (DQO)	Q _i (CT)	Q _i (CF)	ICA
VC-152	15/04/2008	100.00	91.44	100.00	100.00	97.40	97.71	98.64	100.17	100.00	98.40
VC-153	22/04/1993	100.00	87.83	100.00	100.00	92.35	96.94	100.12	99.97	100.00	97.58
VC-153	22/10/1993	100.00	88.66	93.75	100.00	93.39	98.55	99.38	100.16	100.00	97.07
VC-153	03/05/1994	100.00	87.56	100.00	100.00	91.92	98.55	100.12	99.97	100.00	97.70
VC-153	25/10/1994	100.00	88.22	93.75	100.00	93.39	99.51	83.38	100.16	100.00	94.61
VC-153	26/04/1995	100.00	87.69	100.00	100.00	93.62	97.71	88.69	99.97	100.00	96.03
VC-153	26/10/1995	100.00	88.52	93.75	100.00	93.98	99.51	100.12	100.16	100.00	97.34
VC-153	03/05/1996	100.00	88.11	93.75	100.00	90.33	100.62	99.23	100.16	100.00	96.91
VC-153	22/10/1996	100.00	88.80	93.75	100.00	94.33	99.51	99.38	100.25	100.00	97.31
VC-153	25/04/1997	100.00	87.42	100.00	100.00	94.33	98.55	101.63	99.97	100.00	98.15
VC-153	20/10/1997	100.00	89.36	93.75	100.00	94.33	99.51	103.15	100.27	100.00	97.92
VC-153	26/04/1998	100.00	88.52	100.00	100.00	93.24	99.51	100.12	100.17	100.00	98.08
VC-153	25/10/1998	100.00	88.94	93.75	100.00	93.39	100.62	99.59	100.25	100.00	97.39
VC-153	23/04/1999	100.00	87.97	100.00	100.00	92.60	99.51	101.63	99.97	100.00	98.15
VC-153	25/11/1999	100.00	88.66	93.75	100.00	93.54	100.62	103.15	100.25	100.00	97.89
VC-153	26/04/2000	100.00	87.69	100.00	100.00	93.98	99.51	98.64	100.25	100.00	97.86
VC-153	05/11/2000	100.00	88.66	100.00	100.00	94.33	100.62	99.83	99.97	100.00	98.27
VC-153	03/12/2001	100.00	87.29	93.75	100.00	91.10	99.51	100.42	99.85	100.00	96.90
VC-153	23/04/2002	100.00	86.75	100.00	100.00	88.25	101.91	102.24	99.97	100.00	97.91
VC-153	03/11/2002	100.00	88.66	93.75	100.00	94.33	99.51	99.23	100.25	100.00	97.27
VC-153	15/04/2003	100.00	88.94	93.75	100.00	91.19	98.55	85.74	99.97	100.00	94.72
VC-153	22/11/2003	100.00	88.66	93.75	100.00	93.39	99.51	99.83	100.25	100.00	97.27
VC-153	14/04/2004	100.00	89.22	93.75	100.00	92.35	99.51	94.27	99.66	100.00	96.30
VC-153	22/10/2004	100.00	89.36	93.75	100.00	94.05	100.62	100.12	100.25	100.00	97.58
VC-153	26/04/2005	100.00	88.66	93.75	100.00	90.43	99.51	99.53	100.25	100.00	96.91
VC-153	03/11/2005	100.00	89.22	93.75	100.00	93.39	100.62	99.83	100.07	100.00	97.43
VC-153	26/04/2006	100.00	86.75	100.00	100.00	89.83	103.44	102.24	100.34	100.00	98.31
VC-153	26/10/2006	100.00	88.24	93.75	100.00	93.00	100.62	99.83	100.25	100.00	97.31
VC-153	16/04/2007	100.00	86.53	93.75	100.00	88.25	101.91	101.63	100.25	100.00	97.02
VC-153	23/10/2007	100.00	87.69	93.75	100.00	93.00	99.51	86.01	100.07	100.00	94.95
VC-153	03/04/2008	100.00	86.56	93.75	100.00	86.54	97.71	96.29	100.34	100.00	95.58
VC-162	15/04/1993	100.00	43.75	100.00	79.93	69.26	94.01	86.01	100.00	100.00	86.12
VC-162	03/11/1993	100.00	57.33	93.75	80.82	74.22	95.49	99.83	100.00	100.00	90.52
VC-162	25/04/1994	100.00	50.21	93.75	78.55	69.41	91.38	86.01	100.00	100.00	86.31
VC-162	28/11/1995	100.00	53.01	93.75	80.82	72.23	96.94	99.23	100.00	100.00	89.65
VC-162	03/05/1996	100.00	42.57	100.00	79.93	69.41	94.01	99.53	100.00	100.00	87.81
VC-162	25/11/1996	100.00	51.59	93.75	81.72	74.98	95.49	83.38	100.00	100.00	87.27
VC-162	26/04/1997	100.00	50.21	100.00	80.29	68.78	91.38	86.01	100.00	100.00	86.96

Anexo D

D.1 Valores de Q_i e ICA para los parámetros seleccionados en agua subterráneas

Codigo	T (años)	Q_i (pH)	Q_i (CE)	Q_i (Color)	Q_i (Cl)	Q_i (Dza Tot)	Q_i (NO3)	Q_i (DQO)	Q_i (CT)	Q_i (CF)	ICA
VC-162	22/11/1997	100.00	57.33	93.75	80.82	74.22	95.49	83.38	100.00	100.00	88.11
VC-162	26/04/1998	100.00	47.52	100.00	79.93	70.04	94.01	86.01	100.00	100.00	86.93
VC-162	03/11/1998	100.00	57.33	93.75	80.82	73.46	96.94	82.10	100.00	100.00	87.97
VC-162	25/04/1999	100.00	50.21	100.00	79.93	71.45	94.01	99.53	100.00	100.00	89.53
VC-162	03/11/1999	100.00	52.16	93.75	81.72	74.98	95.49	100.12	100.00	100.00	89.80
VC-162	25/04/2000	100.00	50.21	93.75	80.82	70.67	91.38	99.23	100.00	100.00	88.34
VC-162	05/11/2000	100.00	61.66	93.75	81.72	74.22	96.94	100.00	100.00	100.00	91.37
VC-162	26/04/2001	100.00	50.21	100.00	80.82	76.03	95.49	99.83	100.00	100.00	90.29
VC-162	03/11/2001	100.00	38.25	93.75	81.72	78.66	96.21	86.01	100.00	100.00	85.58
VC-162	15/04/2002	100.00	50.21	100.00	80.11	68.78	94.01	92.29	100.00	100.00	88.18
VC-162	25/10/2002	100.00	57.33	93.75	80.82	72.39	95.49	100.12	100.00	100.00	90.33
VC-162	01/04/2003	100.00	29.96	73.31	74.45	64.30	98.55	99.23	100.00	100.00	81.22
VC-162	22/10/2003	100.00	43.75	93.75	79.06	74.98	94.77	99.53	100.00	100.00	88.07
VC-162	20/04/2004	100.00	57.33	100.00	78.89	81.04	90.33	90.06	100.00	100.00	90.07
VC-162	28/10/2004	100.00	53.01	93.75	80.82	78.66	95.49	99.23	100.00	100.00	90.25
VC-162	19/04/2005	100.00	50.21	93.75	81.36	77.94	86.57	98.64	100.00	100.00	88.55
VC-162	03/11/2005	100.00	53.01	93.75	81.72	79.09	95.49	97.16	100.00	100.00	90.02
VC-162	17/04/2006	100.00	30.66	73.31	80.11	73.77	91.38	99.53	100.00	100.00	81.83
VC-162	25/10/2006	100.00	43.75	93.75	80.82	78.23	94.01	99.53	100.00	100.00	88.36
VC-162	13/04/2007	100.00	33.30	100.00	78.89	70.52	92.33	98.64	100.00	100.00	85.51
VC-162	25/10/2007	100.00	50.21	93.75	80.82	77.94	96.94	100.12	100.00	100.00	89.96
VC-162	15/04/2008	100.00	33.79	93.75	79.41	70.36	100.00	102.24	100.00	100.00	86.18
VC-180	18/04/1993	100.00	84.61	93.75	88.06	78.66	87.93	87.34	99.91	100.00	91.85
VC-180	26/10/1993	100.00	85.01	93.75	89.33	82.79	91.38	100.00	99.66	100.00	94.66
VC-180	25/04/1994	100.00	84.33	93.75	88.29	79.79	89.18	100.00	100.07	100.00	94.02
VC-180	22/10/1994	100.00	85.01	93.75	89.33	85.82	95.49	100.00	99.66	100.00	95.51
VC-180	02/05/1995	100.00	84.74	100.00	88.79	87.12	94.01	100.12	100.07	100.00	96.32
VC-180	26/10/1995	100.00	85.15	93.75	89.33	86.42	95.49	100.00	99.97	100.00	95.63
VC-180	26/04/1996	100.00	84.74	100.00	88.79	82.39	91.38	98.64	99.47	100.00	95.16
VC-180	05/05/1996	100.00	85.01	93.75	89.93	85.70	95.49	99.23	99.22	100.00	95.32
VC-180	03/11/1996	100.00	84.61	93.75	89.33	87.35	96.94	100.12	100.08	100.00	95.88
VC-180	26/04/1997	100.00	85.15	100.00	88.29	84.09	95.49	99.83	99.98	100.00	96.15
VC-180	24/10/1997	100.00	84.93	93.75	89.93	86.30	96.94	100.00	99.79	100.00	95.74
VC-180	27/04/1998	100.00	84.61	100.00	88.79	85.46	92.33	100.00	100.34	100.00	95.94
VC-180	22/10/1998	100.00	85.15	93.75	90.59	86.30	94.01	100.12	99.98	100.00	95.46
VC-180	28/04/1999	100.00	84.33	100.00	89.33	84.72	87.93	100.00	99.79	100.00	95.18
VC-180	22/10/1999	100.00	85.55	82.90	90.59	87.92	96.94	98.64	100.07	100.00	94.31
VC-180	26/04/2000	100.00	84.61	100.00	89.33	85.21	91.38	98.93	99.97	100.00	95.58

Anexo D
D.1 Valores de Q_i e ICA para los parámetros seleccionados en agua subterráneas

Codigo	T (años)	Q_i (pH)	Q_i (CE)	Q_i (Color)	Q_i (Cl)	Q_i (Dza Tot)	Q_i (NO3)	Q_i (DQO)	Q_i (CT)	Q_i (CF)	ICA
VC-180	03/11/2000	100.00	85.94	93.75	90.59	88.25	95.49	100.00	100.07	100.00	95.94
VC-180	05/05/2001	100.00	84.33	100.00	88.79	83.83	92.33	99.23	100.27	100.00	95.60
VC-180	03/11/2001	100.00	85.94	93.75	89.93	86.77	96.94	83.13	99.97	100.00	93.31
VC-180	03/05/2002	100.00	85.23	100.00	89.33	85.34	93.20	98.64	99.66	100.00	95.80
VC-180	28/10/2002	100.00	85.81	93.75	89.93	85.70	97.71	77.60	99.22	100.00	92.21
VC-180	26/04/2003	100.00	84.74	100.00	89.33	85.58	94.01	99.53	99.66	100.00	96.01
VC-180	22/10/2003	100.00	85.23	100.00	90.59	85.34	96.94	77.60	100.07	100.00	92.91
VC-180	26/04/2004	100.00	84.20	100.00	88.79	85.94	90.33	98.64	100.25	100.00	95.48
VC-180	22/10/2004	100.00	85.68	93.75	90.59	88.57	94.01	99.23	100.07	100.00	95.65
VC-180	26/04/2005	100.00	85.20	100.00	89.33	85.94	95.49	99.53	100.25	100.00	96.36
VC-180	25/10/2005	100.00	85.68	93.75	90.59	84.34	96.94	78.34	99.97	100.00	92.19
VC-180	22/04/2006	100.00	85.20	100.00	87.62	85.09	94.01	100.00	99.79	100.00	96.09
VC-180	22/10/2006	100.00	85.52	100.00	88.79	88.25	96.94	77.60	100.07	100.00	93.26
VC-180	26/04/2007	100.00	84.31	93.75	87.62	74.98	87.93	100.12	99.98	100.00	93.28
VC-180	22/10/2007	100.00	84.93	93.75	89.33	87.35	95.49	98.93	99.66	100.00	95.51
VC-180	22/04/2008	100.00	84.33	93.75	100.00	77.94	37.64	100.00	99.97	100.00	84.57
VC-188	12/04/1993	100.00	75.63	100.00	100.00	78.66	85.09	96.87	99.97	100.00	92.67
VC-188	22/10/1993	100.00	63.07	100.00	100.00	76.18	76.11	99.23	99.66	100.00	89.79
VC-188	22/04/1994	100.00	75.63	93.75	100.00	88.25	87.93	100.00	99.97	100.00	93.77
VC-188	26/10/1994	100.00	75.80	93.75	100.00	86.77	95.49	96.00	100.07	100.00	94.00
VC-188	26/04/1995	100.00	75.63	100.00	100.00	87.69	94.01	100.00	99.22	100.00	95.16
VC-188	22/10/1995	100.00	81.45	93.75	100.00	87.35	81.81	98.93	99.66	100.00	93.37
VC-188	22/04/1996	100.00	75.63	100.00	100.00	85.34	78.11	99.23	99.97	100.00	92.81
VC-188	26/10/1996	100.00	76.04	100.00	100.00	87.35	92.33	100.12	99.22	100.00	94.98
VC-188	26/04/1997	100.00	75.63	100.00	100.00	85.34	96.21	99.23	100.07	100.00	95.17
VC-188	28/10/1997	100.00	76.43	93.75	100.00	85.70	94.01	100.00	99.97	100.00	94.35
VC-188	22/04/1998	100.00	64.46	100.00	100.00	81.04	87.93	99.23	100.07	100.00	92.18
VC-188	03/11/1998	100.00	75.63	100.00	100.00	88.25	94.01	99.53	99.53	100.00	95.19
VC-188	26/04/1999	100.00	50.21	100.00	100.00	83.18	90.33	97.16	99.66	100.00	90.09
VC-188	05/11/1999	100.00	75.72	93.75	100.00	87.35	95.49	100.00	100.25	100.00	94.66
VC-188	22/04/2000	100.00	75.63	100.00	100.00	85.34	92.33	100.00	99.66	100.00	94.76
VC-188	03/11/2000	100.00	81.83	93.75	100.00	88.25	94.01	100.00	99.97	100.00	95.28
VC-188	25/04/2001	100.00	64.46	100.00	100.00	84.34	87.93	100.12	99.22	100.00	92.55
VC-188	26/10/2001	100.00	75.63	100.00	100.00	88.25	90.33	100.00	99.97	100.00	94.87
VC-188	22/04/2002	100.00	70.75	100.00	100.00	78.66	81.81	99.23	100.07	100.00	91.97
VC-188	20/10/2002	100.00	77.17	93.75	100.00	85.34	85.09	99.38	99.97	100.00	93.19
VC-188	27/04/2003	100.00	75.63	93.75	100.00	84.97	94.01	100.00	100.07	100.00	94.18
VC-188	26/10/2003	100.00	64.46	100.00	100.00	87.69	90.33	100.12	100.07	100.00	93.34

Anexo D
D.1 Valores de Q_i e ICA para los parámetros seleccionados en agua subterráneas

Codigo	T (años)	Q _i (pH)	Q _i (CE)	Q _i (Color)	Q _i (Cl)	Q _i (Dza Tot)	Q _i (NO3)	Q _i (DQO)	Q _i (CT)	Q _i (CF)	ICA
VC-188	28/04/2004	100.00	70.75	100.00	100.00	83.96	85.09	100.00	100.27	100.00	93.14
VC-188	03/11/2004	100.00	64.46	93.75	100.00	86.42	91.38	98.64	99.34	100.00	92.24
VC-188	22/04/2005	100.00	50.21	100.00	100.00	81.04	87.93	100.12	99.97	100.00	90.01
VC-188	03/11/2005	100.00	64.46	100.00	100.00	83.18	92.33	96.87	99.97	100.00	92.62
VC-188	26/04/2006	100.00	75.63	100.00	100.00	87.35	94.01	101.63	100.07	100.00	95.47
VC-188	22/11/2006	100.00	75.80	93.75	100.00	85.34	90.33	100.12	99.66	100.00	93.75
VC-188	02/04/2007	100.00	50.21	93.75	100.00	76.18	55.36	100.00	99.85	100.00	83.89
VC-188	09/10/2007	100.00	61.66	93.75	88.00	74.83	30.97	95.71	99.22	100.00	79.12
VC-188	22/04/2008	100.00	100.21	100.00	100.00	78.66	52.96	98.64	99.66	100.00	90.25
VC-190	22/04/1993	100.00	91.46	93.75	100.00	88.25	81.81	100.00	100.27	100.00	94.79
VC-190	25/10/1993	100.00	91.74	93.75	100.00	90.33	87.93	100.00	100.17	100.00	95.85
VC-190	25/04/1994	100.00	91.32	100.00	100.00	88.25	76.11	100.00	100.27	100.00	94.75
VC-190	20/10/1994	100.00	91.88	93.75	100.00	91.28	91.38	98.64	99.97	100.00	96.19
VC-190	16/04/1995	100.00	91.18	100.00	100.00	90.33	85.09	100.12	100.17	100.00	96.24
VC-190	22/10/1995	100.00	91.74	93.75	100.00	92.18	87.93	96.87	99.97	100.00	95.56
VC-190	21/04/1996	100.00	91.04	100.00	100.00	91.28	83.51	88.69	100.17	100.00	94.38
VC-190	25/10/1996	100.00	91.88	93.75	100.00	92.18	89.18	100.00	99.66	100.00	96.15
VC-190	19/04/1997	100.00	91.18	100.00	100.00	90.33	81.81	100.12	99.97	100.00	95.76
VC-190	23/10/1997	100.00	91.60	93.75	100.00	92.18	91.38	84.69	99.97	100.00	94.07
VC-190	22/04/1998	100.00	91.46	100.00	100.00	91.28	80.01	88.69	100.25	100.00	93.95
VC-190	25/10/1998	100.00	92.02	93.75	100.00	92.18	94.01	99.53	99.97	100.00	96.75
VC-190	14/04/1999	100.00	90.90	100.00	100.00	90.82	80.01	86.01	99.66	100.00	93.33
VC-190	21/10/1999	100.00	92.30	93.75	100.00	92.18	92.33	100.12	99.97	100.00	96.66
VC-190	22/04/2000	100.00	91.04	93.75	100.00	91.74	81.81	98.64	100.25	100.00	94.92
VC-190	15/10/2000	100.00	92.43	93.75	100.00	92.18	94.01	99.53	99.97	100.00	96.80
VC-190	18/04/2001	100.00	92.02	100.00	100.00	91.28	76.11	100.00	100.07	100.00	95.11
VC-190	23/10/2001	100.00	92.43	93.75	100.00	92.18	92.33	88.69	99.66	100.00	94.89
VC-190	14/04/2002	100.00	91.32	100.00	100.00	91.28	86.57	100.12	100.07	100.00	96.54
VC-190	22/10/2002	100.00	92.30	93.75	100.00	92.18	93.20	99.83	99.66	100.00	96.68
VC-190	18/04/2003	100.00	91.88	93.75	100.00	91.28	83.51	97.16	100.07	100.00	94.95
VC-190	22/10/2003	100.00	92.30	93.75	100.00	92.18	91.38	100.12	100.25	100.00	96.58
VC-190	18/04/2004	100.00	91.88	100.00	100.00	90.33	81.81	96.87	100.07	100.00	95.37
VC-190	25/10/2004	100.00	92.43	93.75	100.00	93.00	94.77	100.00	99.85	100.00	97.03
VC-190	21/04/2005	100.00	91.32	100.00	100.00	90.82	85.09	97.16	99.97	100.00	95.85
VC-190	14/10/2005	100.00	92.84	93.75	100.00	92.18	87.93	98.93	100.07	100.00	95.99
VC-190	22/04/2006	100.00	92.02	100.00	100.00	90.33	83.51	86.01	100.25	100.00	93.96
VC-190	14/10/2006	100.00	92.71	93.75	100.00	93.00	95.49	91.45	99.97	100.00	95.87
VC-190	21/04/2007	100.00	92.16	100.00	100.00	91.74	87.93	95.71	100.07	100.00	96.20

Anexo D

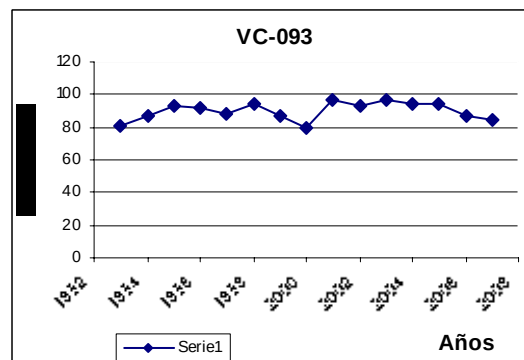
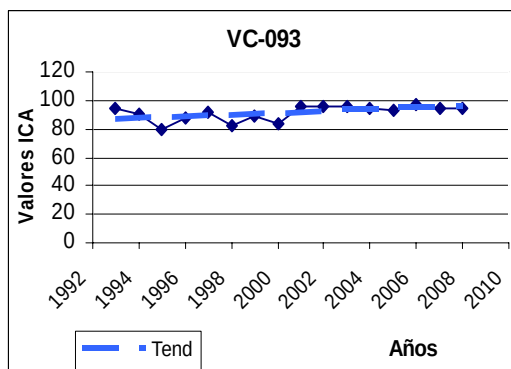
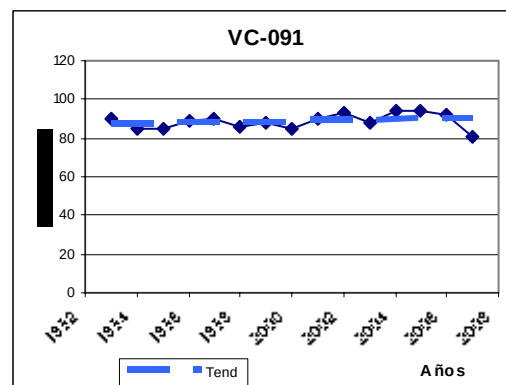
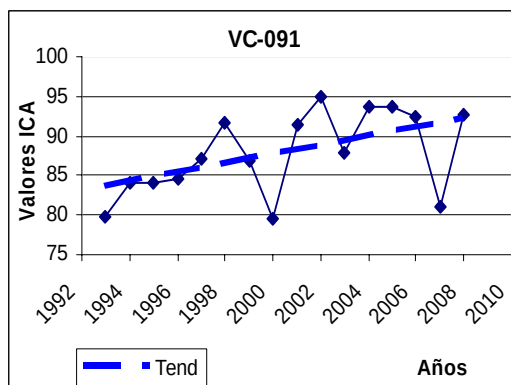
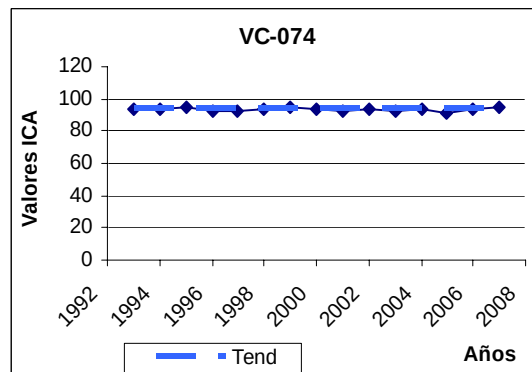
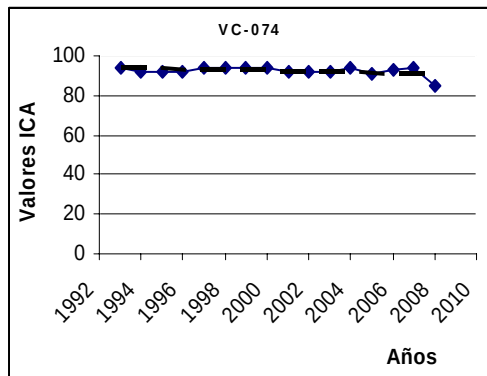
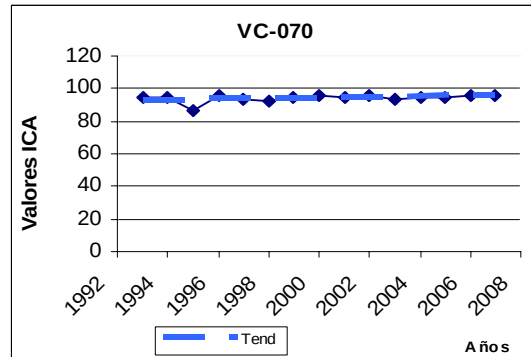
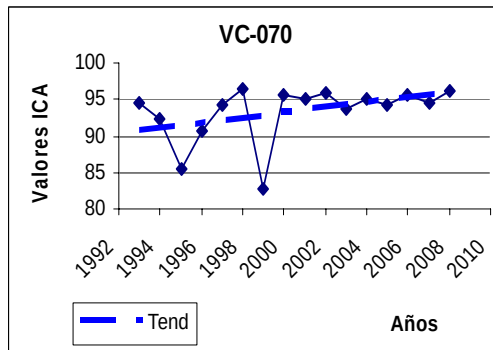
D.1 Valores de Q_i e ICA para los parámetros seleccionados en agua subterráneas

Codigo	T (años)	Q_i (pH)	Q_i (CE)	Q_i (Color)	Q_i (Cl)	Q_i (Dza Tot)	Q_i (NO3)	Q_i (DQO)	Q_i (CT)	Q_i (CF)	ICA
VC-190	18/10/2007	100.00	93.11	93.75	100.00	93.00	94.01	97.16	99.97	100.00	96.61
VC-190	23/04/2008	100.00	92.84	100.00	100.00	92.18	90.33	94.27	99.66	100.00	96.35
VC-191	22/04/1993	100.00	86.48	93.75	88.06	73.62	41.64	100.12	99.97	100.00	85.34
VC-191	22/10/1993	100.00	87.29	93.75	90.96	76.47	60.19	87.34	99.66	100.00	87.76
VC-191	21/04/1994	100.00	85.94	93.75	89.33	74.98	52.96	88.69	100.07	100.00	86.37
VC-191	23/10/1994	100.00	87.83	93.75	93.13	77.94	60.19	86.01	99.85	100.00	87.81
VC-191	21/04/1995	100.00	86.61	100.00	89.33	76.47	41.64	84.69	100.25	100.00	84.29
VC-191	22/10/1995	100.00	87.29	93.75	93.13	79.37	64.97	83.38	99.97	100.00	88.33
VC-191	20/04/1996	100.00	87.02	100.00	90.96	76.47	45.99	87.34	99.66	100.00	85.66
VC-191	26/10/1996	100.00	88.66	93.75	96.09	80.77	62.59	84.69	99.85	100.00	88.41
VC-191	21/04/1997	100.00	86.48	100.00	89.33	76.47	52.96	80.83	100.07	100.00	86.12
VC-191	23/10/1997	100.00	87.83	93.75	93.13	78.66	64.97	78.34	99.22	100.00	87.38
VC-191	21/04/1998	100.00	87.15	93.75	90.96	77.94	39.60	77.11	100.25	100.00	82.13
VC-191	20/10/1998	100.00	88.52	93.75	93.13	80.77	64.97	84.69	100.07	100.00	88.82
VC-191	26/04/1999	100.00	88.11	100.00	90.96	77.94	41.64	88.69	99.97	100.00	85.15
VC-191	23/10/1999	100.00	88.38	93.75	96.09	79.37	60.19	86.01	100.07	100.00	88.05
VC-191	21/04/2000	100.00	87.15	100.00	89.33	76.47	39.60	87.34	99.66	100.00	84.15
VC-191	25/10/2000	100.00	88.52	93.75	100.12	82.13	64.97	84.69	99.85	100.00	88.94
VC-191	19/04/2001	100.00	86.88	100.00	88.06	76.47	32.46	100.00	100.07	100.00	83.88
VC-191	21/10/2001	100.00	88.66	93.75	90.96	79.37	67.32	84.69	99.22	100.00	88.95
VC-191	23/04/2002	100.00	86.75	100.00	89.33	77.94	39.60	75.91	100.25	100.00	82.59
VC-191	28/10/2002	100.00	88.80	93.75	96.09	80.07	74.02	83.38	100.07	100.00	89.97
VC-191	24/04/2003	100.00	86.48	100.00	88.06	77.94	43.78	88.69	100.25	100.00	85.54
VC-191	21/10/2003	100.00	87.29	93.75	93.13	79.37	50.59	84.69	99.85	100.00	85.90
VC-191	22/04/2004	100.00	87.83	100.00	90.96	77.21	43.78	87.34	100.25	100.00	85.39
VC-191	25/10/2004	100.00	88.66	100.00	96.09	80.77	64.97	80.83	100.07	100.00	88.96
VC-191	24/04/2005	100.00	86.48	100.00	89.33	77.21	48.27	88.69	100.25	100.00	86.47
VC-191	21/10/2005	100.00	87.56	93.75	100.12	80.77	52.96	84.69	100.07	100.00	86.58
VC-191	25/04/2006	100.00	87.29	100.00	90.96	77.94	39.60	87.34	100.25	100.00	84.40
VC-191	24/10/2006	100.00	88.66	100.00	96.09	79.37	57.77	90.06	99.66	100.00	88.94
VC-191	23/04/2007	100.00	87.83	100.00	93.13	79.37	64.97	86.01	100.07	100.00	89.55
VC-191	25/10/2007	100.00	88.66	93.75	100.12	80.77	62.59	77.11	99.97	100.00	87.19
VC-191	22/04/2008	100.00	86.56	100.00	89.33	74.98	32.46	87.34	100.25	100.00	82.02

Anexo E

Evaluación temporal de los Índices de Calidad del Agua (ICA)

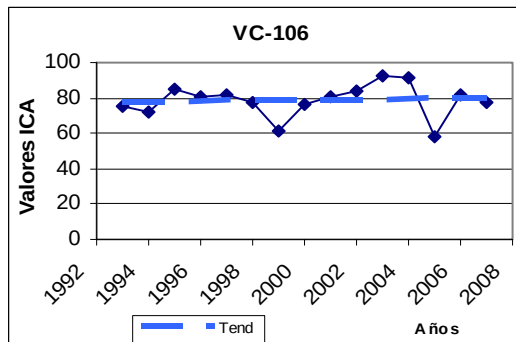
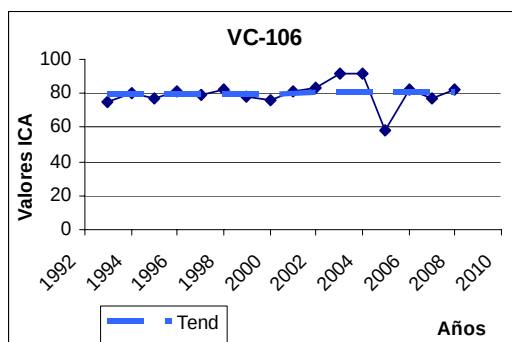
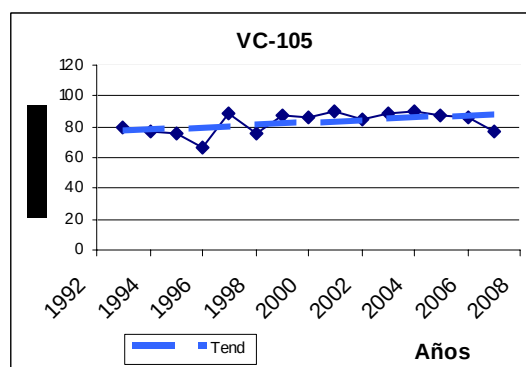
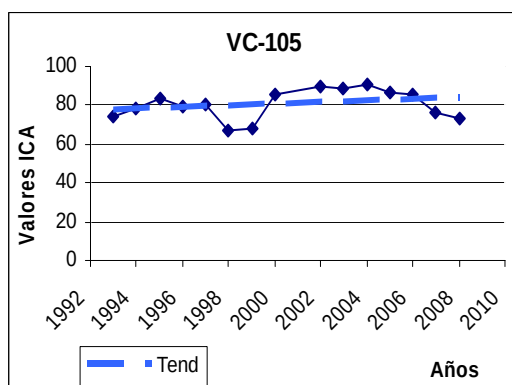
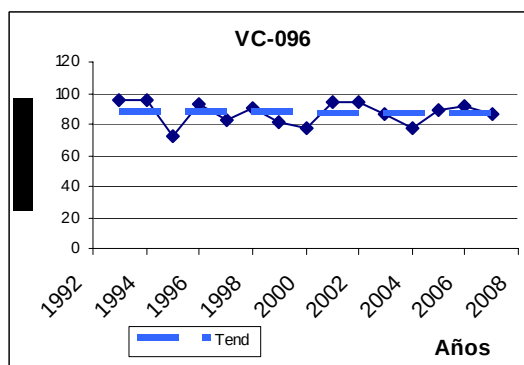
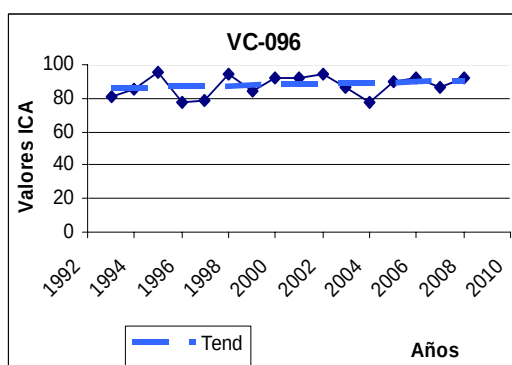
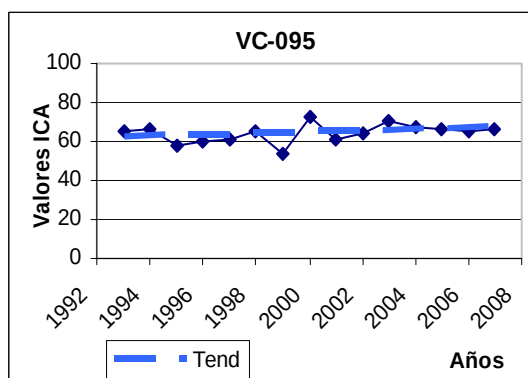
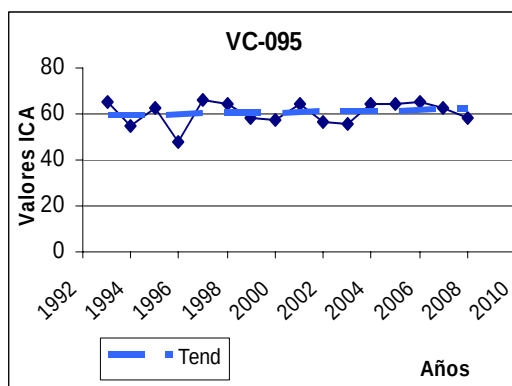
Período Seco



Anexo E

Evaluación temporal de los Índices de Calidad del Agua (ICA)

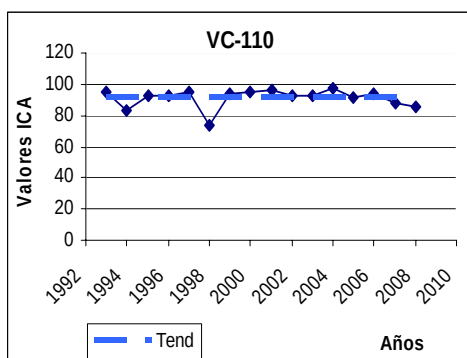
Período Seco



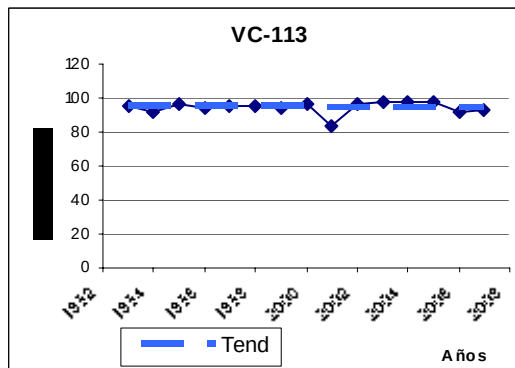
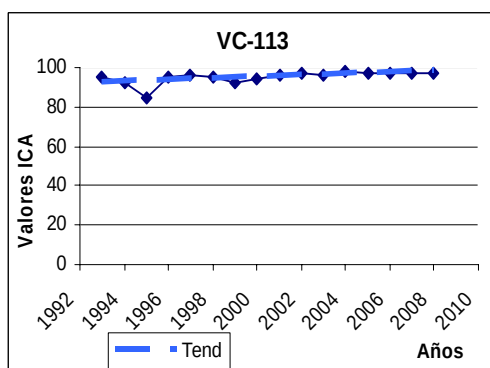
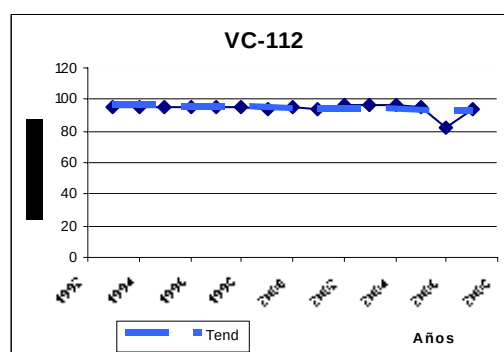
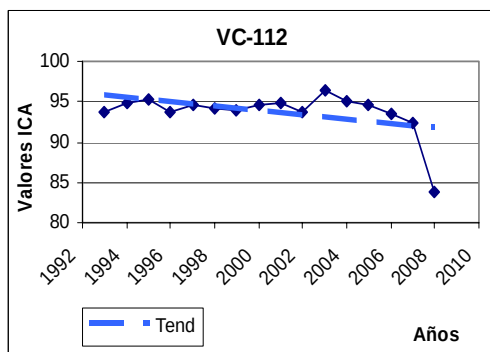
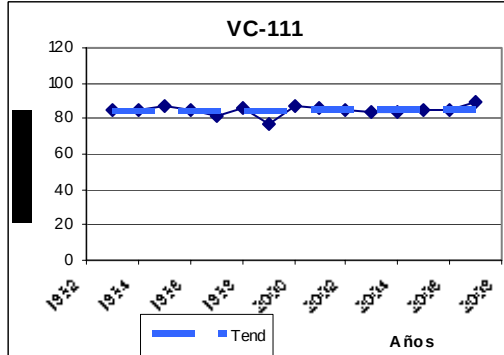
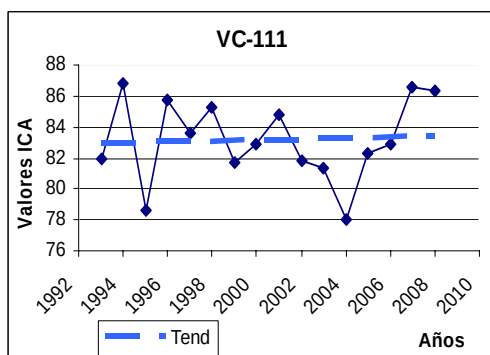
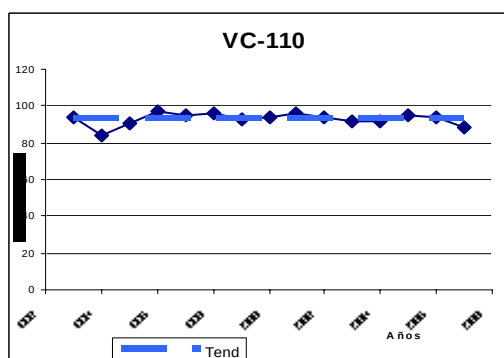
Anexo E

Evaluación temporal de los Índices de Calidad del Agua (ICA)

Período Seco



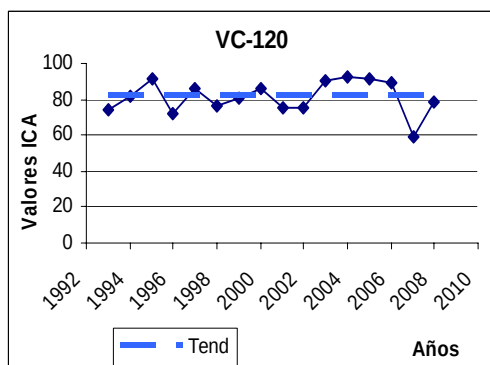
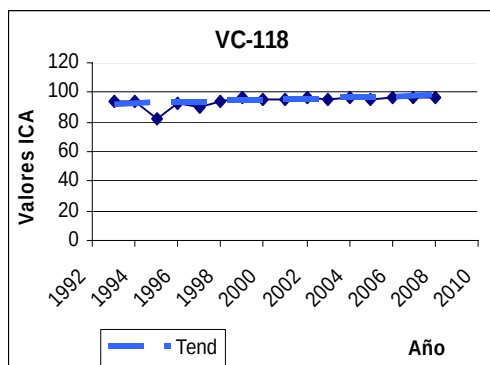
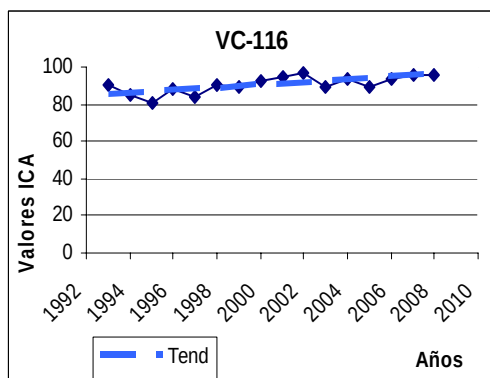
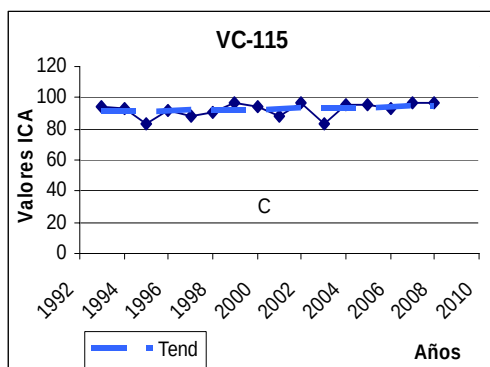
Período Húmedo



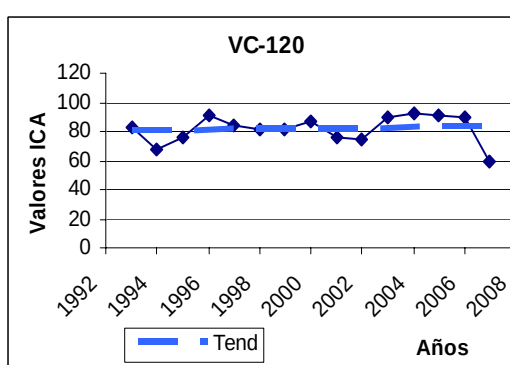
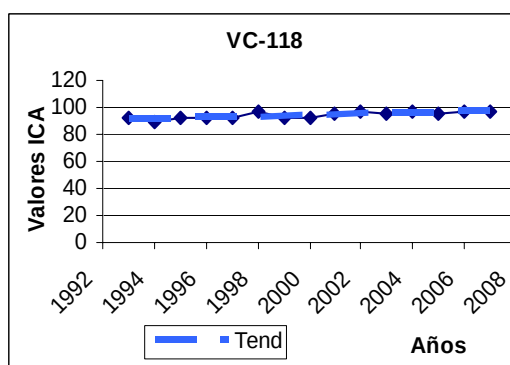
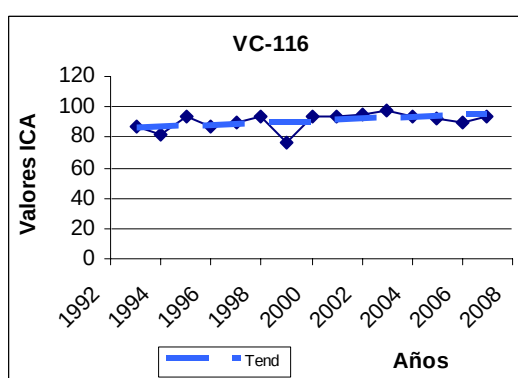
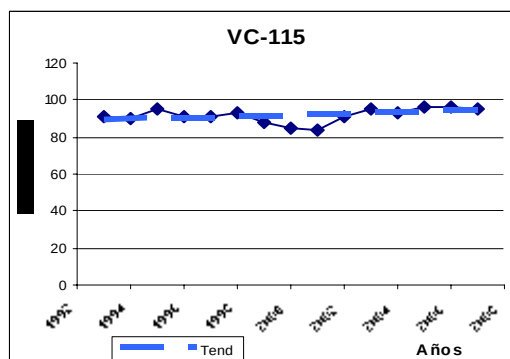
Anexo E

Evaluación temporal de los Índices de Calidad del Agua (ICA)

Período Seco



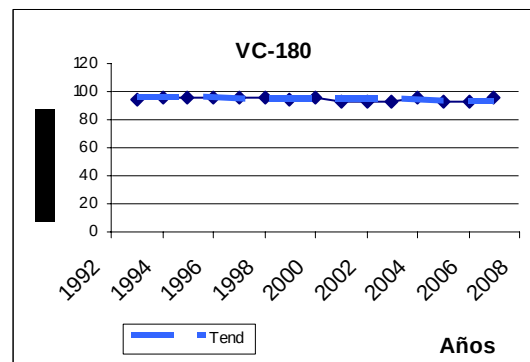
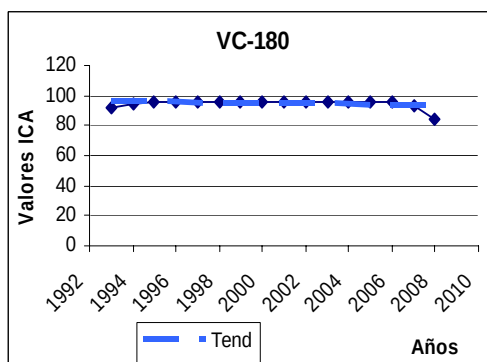
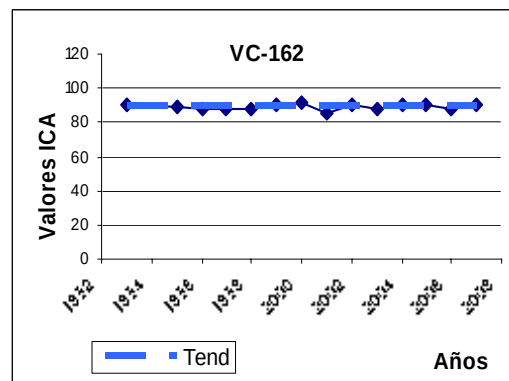
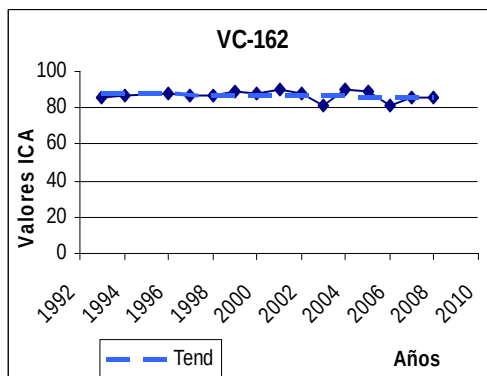
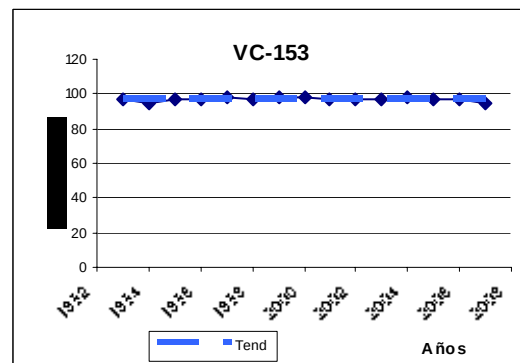
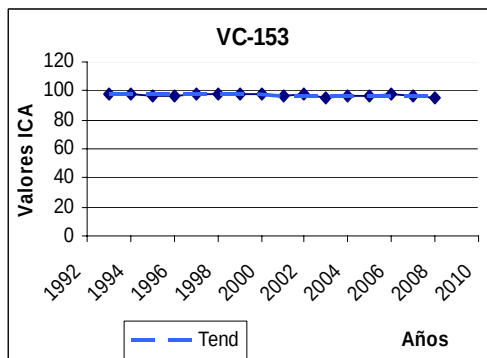
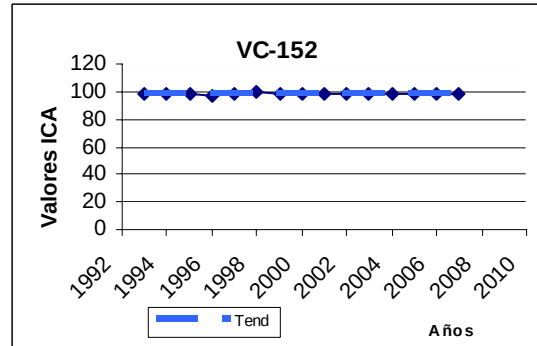
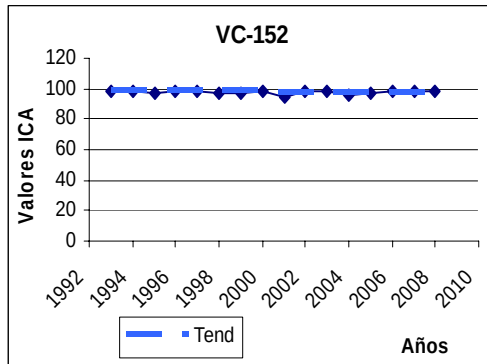
Período Húmedo



Anexo E

Evaluación temporal de los Índices de Calidad del Agua (ICA)

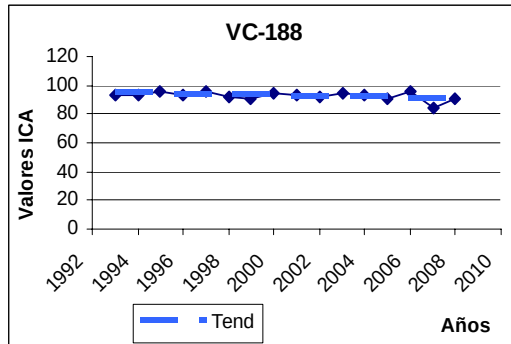
Período Seco



Anexo E

Evaluación temporal de los Índices de Calidad del Agua (ICA)

Período Seco



Período Húmedo

