

MODELO DE UNA BASE DE DATOS PARA EL SISTEMA EXPERTO BASADO  
EN LÓGICA DIFUSA QUE PERMITE PRONOSTICAR EL ÍNDICE DE  
CONTAMINACIÓN DEL AIRE EN EL ÁREA METROPOLITANA DE  
BUCARAMANGA

YENNY CRUZ JACANAMIJOY TISOY

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA FÍSICOMECAÑICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS  
BUCARAMANGA  
2006

MODELO DE UNA BASE DE DATOS PARA EL SISTEMA EXPERTO BASADO  
EN LÓGICA DIFUSA QUE PERMITE PRONOSTICAR EL ÍNDICE DE  
CONTAMINACIÓN DEL AIRE EN EL ÁREA METROPOLITANA DE  
BUCARAMANGA

YENNY CRUZ JACANAMIJOY TISOY

Proyecto de Grado para obtener el título de  
INGENIERO DE SISTEMAS

Director:  
Ph.D. JORGE LUIS CHACÓN VELASCO

Codirector:  
Ing. MARCELA JAIMES BECERRA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA FÍSICOMECAÑICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS  
BUCARAMANGA  
2006

*DEDICADO A:*

*A Dios por ir de la mano conmigo,  
A mi papá y a mi mamá por su incondicionalidad,  
A mis hermanas y hermano, por su confianza,  
A mis sobrinos por ser la fuerza que mueve nuestra familia,  
A mis abuelos por ser mis raíces,  
A mis cuñados, tíos y primos por su apoyo moral.*

**AGRADECIMIENTOS:**

*Al director del proyecto, el profesor Jorge Luis por su disposición,  
A la codirectora, Marcela por su disponibilidad,  
A Jesús David por su apoyo profesional,  
A Henry Castro funcionario de la CDMB por su colaboración,  
A la EISI, que por medio de su planta de profesores han sido claves en formar  
en mí, un criterio sólido y propio, capaz de enfrentar las diferentes  
situaciones adversas que la vida me presente.  
A la UIS, que como gran institución que es, fue el espacio de encuentro  
de muchas culturas, que ha permitido que yo crezca con ella.  
A mis amigos y compañeritos por su solidaridad.*

**Título:**

MODELO DE UNA BASE DE DATOS PARA EL SISTEMA EXPERTO BASADO EN LÓGICA DIFUSA QUE PERMITE PRONOSTICAR EL ÍNDICE DE CONTAMINACIÓN DEL AIRE EN EL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA\*

**Autor:**

YENNY CRUZ JACANAMIJOY TISOY\*\*

**Palabras Claves:**

Modelo base de datos, sistema de información, aplicativo web, struts, Modelo – Vista – Controlador, calidad del aire.

**Resumen:**

El modelo de base datos se implementa en el Sistema de Información para Medir la Calidad del Aire – SIMCA –, aplicativo que funciona en una arquitectura basada en la web. Dado que la salud pública es una prioridad social, esta aplicación sirve como apoyo en la toma de decisiones en los aspectos relacionados con los efectos de los contaminantes sobre la salud humana y la normatividad ambiental por parte de las autoridades locales ambientales como la CDMB y, los grupos y centros de investigación como el GIEMA y el CEIAM.

El presente proyecto está asociado al desarrollo del Sistema Experto Difuso para la Polución del Aire – SEXPD –, que el grupo GIEMA de Ingeniería Mecánica, el CEIAM de Ingeniería Química, GITSI de Ingeniería de Sistemas vienen desarrollando, y se encuentra financiado por el DIF. El macroproyecto pretende crear una primera versión del SEXDP, que contribuya a medir la contaminación del aire originada por las fuentes móviles.

Para el desarrollo de la herramienta se implementó tecnología de punta, como los struts para el uso del patrón de arquitectura MVC en Java. Los datos empleados para la evaluación de la herramienta y su respectivo indicador de calidad del aire fueron facilitados por la CDMB. La implantación del aplicativo web en las diferentes entidades ambientales locales de Bucaramanga, facilitará la investigación en calidad del aire, debido al fácil acceso y extracción de la información.

---

\* Trabajo de Investigación

\*\* Facultad de Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática y la Escuela de Ingeniería Mecánica

**Title:**

MODEL OF A DATABASE FOR THE BASED EXPERT SYSTEM IN DIFFUSE LOGIC THAT ALLOWS TO PREDICT THE INDEX OF CONTAMINATION OF THE AIR IN THE METROPOLITAN AREA OF BUCARAMANGA\*

**Author:**

YENNY CRUZ JACANAMIJOY TISOY\*\*

**Key words:**

Model database, system of information, applicative web, struts, Model - View - Controller, quality of the air.

**Summary:**

The pattern of base data is implemented in the System of Information to Measure the Quality of the Air - SIMCA -, applicative that works in an architecture based on the web. Since the public health is a social priority, this application it serves like support in the taking of decisions in the aspects related with the effects of the pollutants on the human health and the environmental law on the part of the authorities local environmental like the CDMB and, the groups and investigation centers like the GIEMA and the CEIAM.

The present project is associated to the development of the Diffuse Expert System for the Pollution of the Air - SEXPD - that the group GIEMA of Mechanical Engineering, the CEIAM of Chemical Engineering, GITSI of Engineering of Systems comes developing, and it is financed by the DIF. The macroproject seeks to create a first version of the SEXDP that contributes to measure the contamination of the air originated by the mobile sources.

For the development of the tool tip technology was implemented, as the struts for the architecture pattern's use MVC in Java. The data used for the evaluation of the tool and their respective indicator of quality of the air were facilitated by the CDMB. The installation of the applicative web in the different entities environmental local of Bucaramanga, will facilitate the investigation in quality of the air, due to the easy access and extraction of the information.

---

\* Work of Investigation

\*\* Faculty of Physical-mechanical, School of Engineering of Systems and Computer science and the School of Mechanical Engineering

## TABLA DE CONTENIDO

*Pág.*

<b>CAPÍTULO 1.....</b>	<b>13</b>
<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....</b>	<b>13</b>
<b>1.1    PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>13</b>
<b>1.2    OBJETIVOS.....</b>	<b>17</b>
1.2.1. OBJETIVO GENERAL: .....	17
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS: .....	18
<b>1.3    JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>18</b>
<b>1.4    IMPACTO.....</b>	<b>20</b>
<b>1.5    METODOLOGÍA .....</b>	<b>20</b>
<b>CAPÍTULO 2.....</b>	<b>22</b>
<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>22</b>
<b>2.1.    BASES DE DATOS.....</b>	<b>22</b>
2.1.1. SISTEMAS DE GESTIÓN DE BASES DE DATOS .....	23
2.1.2. COMPONENTES DE LOS SGBD .....	23
2.1.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS BASES DE DATOS .....	27
2.1.4. DIFERENTES VISIONES DE LOS DATOS EN LAS BASES DE DATOS .....	28
2.1.5. INDEPENDENCIA DEL NIVEL DE DESCRIPCIÓN CONCEPTUAL.....	29
2.1.6. LOS MODELOS DE DATOS.....	30
2.1.6.1. Nivel conceptual:.....	31
2.1.6.2. Nivel lógico.....	32
2.1.7. EL MODELO ENTIDAD – INTERRELACIÓN.....	34
2.1.7.1. Conjunto:.....	34
2.1.7.2. Relación.....	35
2.1.7.3. Dominio.....	35
2.1.7.4. Atributo.....	35
2.1.7.5. Entidad .....	36
2.1.7.6. Relación.....	36
2.1.7.7. Interrelación.....	37
2.1.7.8. Grado.....	37
2.1.7.9. Clave .....	37
2.1.8. EL MODELO DE DATOS RELACIONAL .....	36
2.1.9. REGLAS DE NORMALIZACIÓN .....	37
2.1.9.1. La primera forma normal FN1.....	39
2.1.9.2. La segunda forma normal FN2.....	39
2.1.9.3. La tercera forma normal FN3.....	39
2.1.9.3. La forma normal de boyce – codd FNBC.....	39
2.1.10. EL ÁLGEBRA RELACIONAL Y SQL .....	38
2.1.10.1. El álgebra relacional.....	38
2.1.10.2. El lenguaje SQL .....	39
<b>2.2.    APLICACIONES WEB (WebApps).....</b>	<b>39</b>
<b>2.3.    TECNOLOGÍA WEB .....</b>	<b>42</b>
<b>2.4.    LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN PARA EL DESARROLLO DE     APLICACIONES WEB.....</b>	<b>45</b>

2.5.	DESARROLLO DE APLICACIONES WEB.....	45
2.6.	DISEÑO DE APLICACIONES WEB MEDIANTE EL USO DE PATRONES DE DISEÑO.....	47
2.7.	EL STRUTS Y LA IMPLEMENTACIÓN DEL PATRÓN MVC EN APLICACIONES WEB.....	48
2.8.	LAS BASES DE DATOS Y LA WEB.....	51
2.9.	ACCESO A LA BASE DE DATOS MySQL CON JAVA .....	51
2.10.	INTRODUCCIÓN A MYSQL .....	53
2.11.	DIRECCIONES DE BASE DE DATOS.....	55
2.12.	HERRAMIENTA DE DESARROLLO.....	55
<b>CAPÍTULO 3.....</b>		<b>58</b>
<b>DESARROLLO DE LA HERRAMIENTA.....</b>		<b>58</b>
3.1	CONCEPTO DEL SOFTWARE.....	60
3.2	ANÁLISIS PRELIMINAR DE REQUERIMIENTOS.....	63
3.2.1	ACTORES DEL SISTEMA.....	63
3.2.2	REQUISITOS FUNCIONALES DEL SISTEMA.....	66
3.2.3	REQUISITOS TÉCNICOS.....	74
3.3	DISEÑO GLOBAL.....	75
3.3.1	DISEÑO DE LA ARQUITECTURA DEL SISTEMA.....	75
3.3.2	DISEÑO DEL MODELO DE LA BASE DE DATOS.....	76
3.3.2.1	Modelo Conceptual y Modelo Lógico.....	78
3.3.2.2	Modelo Físico.....	90
3.4	DISEÑO DE LA APLICACIÓN.....	90
3.4.1.	Diseño Arquitectónico.....	91
3.4.2.	Diseño de Navegación.....	91
3.4.3.	Diseño de la interfaz.....	92
3.5	FUNCIONALIDAD DEL SISTEMA.....	91
<b>CAPÍTULO 4.....</b>		<b>97</b>
<b>PRUEBAS .....</b>		<b>97</b>
4.1	Diseño de Pruebas.....	98
4.2	Informe de las pruebas.....	99
4.2.1	Personal.....	100
4.2.2	Resultado.....	101
<b>CAPÍTULO 5.....</b>		<b>102</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>		<b>102</b>
5.1	CONCLUSIONES.....	103
5.2	RECOMENDACIONES.....	104
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>		<b>104</b>

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Ubicación de las estaciones.....	16
Tabla 2. Niveles de abstracción en la representación de problemas.....	33
Tabla 3. Formatos de dirección de tipo URL.....	55
Tabla 4. Descripción del Actor Usuario General.....	62
Tabla 5. Descripción del Administrador.....	62
Tabla 6. Descripción del Investigador.....	63
Tabla 7. Descripción del Actor Invitado.....	63
Tabla 8. Casos de uso de Opción.....	64
Tabla 9. Casos de uso de Grupo.....	65
Tabla 10. Casos de uso de Usuario.....	65
Tabla 11. Casos de uso de Grupo por Opciones y por Usuario.....	66
Tabla 12. Casos de uso de Parámetro.....	67
Tabla 13. Casos de uso de Estaciones.....	67
Tabla 14. Casos de uso de Medida.....	68
Tabla 15. Casos de uso de Reportes.....	68
Tabla 16. Casos de uso de Periodo.....	69
Tabla 17. Casos de uso de Unidad.....	70
Tabla 18. Casos de uso de Rango.....	70
Tabla 19. Casos de uso de Norma.....	71
Tabla 20. Casos de uso de Tipo de Parámetro.....	72
Tabla 21. Entidad Usuario.....	78
Tabla 22. Entidad Grupo.....	78
Tabla 23. Relación Usuario_X_Grupo.....	79
Tabla 24. Entidad Opción.....	79
Tabla 25. Relación Opción_X_Grupo.....	80
Tabla 26. Entidad Estación de Monitoreo.....	82
Tabla 27. Entidad Parámetro.....	82
Tabla 28. Relación Medida.....	83
Tabla 29. Entidad Unidad.....	83
Tabla 30. Entidad Periodo.....	84
Tabla 31. Entidad Tipo de Parámetro.....	84
Tabla 32. Entidad Norma.....	85
Tabla 33. Relación Estación por Tipo de Parámetro.....	85
Tabla 34. Entidad Rango.....	86
Tabla 35. Entidad Reporte.....	87
Tabla 36. Entidad Parámetro Reporte.....	87
Tabla 37. Casos de Uso de Ingreso al Sistema.....	91
Tabla 38. Caso de Uso de Mantenimiento de los Parámetro de Seguridad.....	92
Tabla 39. Caso de Uso de Mantenimiento de Parámetros Básicos.....	93
Tabla 40. Caso de Uso de Parámetros Transaccionales.....	94
Tabla 41. Caso de Uso de los Archivos de los Monitores.....	95
Tabla 42. Caso de Uso de Generación de Reportes.....	96

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Modelo de Entrega por Etapas .....	21
Figura 2. Esquema gráfico de los componentes del SGBD .....	26
Figura 3. Tres visiones diferentes de las bases de datos .....	28
Figura 4. Niveles de abstracción de la base de datos.....	29
Figura 5. Evolución de los modelos Web .....	41
Figura 6. Arquitectura del MVC .....	49
Figura 7. Funcionamiento del MVC.....	50
Figura 8. Actores del Sistema .....	61
Figura 9. Diagrama de casos de uso de Opción .....	64
Figura 10. Diagrama de casos de uso de Grupo .....	65
Figura 11. Diagrama de casos de uso de Usuario.....	65
Figura 12. Diagrama de casos de uso de Grupo por Opciones y por Usuario .....	66
Figura 13. Diagrama de casos de uso de Parámetro .....	66
Figura 14. Diagrama de casos de uso de Estaciones .....	67
Figura 15. Diagrama de casos de uso de Medida .....	67
Figura 16. Diagrama de casos de uso de Reportes .....	68
Figura 17. Diagrama de casos de uso de Periodo.....	69
Figura 18. Diagrama de casos de uso de Unidad.....	69
Figura 19. Diagrama de casos de uso de Rango .....	70
Figura 20. Diagrama de casos de uso de Norma .....	71
Figura 21. Diagrama de casos de uso de Tipo de Parámetro .....	71
Figura 22. Diseño de la Arquitectura del MVC para Java y la Inserciones .....	73
Figura 23. Diagrama Entidad – Relación. Nivel de Seguridad.....	77
Figura 24. Diagrama Entidad – Relación. Tablas Transaccionales .....	81
Figura 25. Diagrama Entidad – Relación. Tablas de Reportes.....	86
Figura 26. Implementación del Modelo Físico .....	88
Figura 27. Diseño de Navegación.....	89
Figura 28. Diseño del la interfaz .....	90
Figura 29. Ingreso al Sistema .....	90
Figura 30. Caso de Uso de Parámetro de Seguridad.....	91
Figura 31. Caso de Uso de Parámetros Básicos.....	92
Figura 32. Caso de Uso de Parámetros Transaccionales .....	93
Figura 33. Caso de Uso de los Archivos de Monitores .....	94
Figura 34. Caso de Uso de Generación de Reportes.....	95

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. OPCIONES DEL SISTEMA POR PERFIL DE USUARIO .....	106
ANEXO B. DICCIONARIO DE DATOS.....	107
ANEXO C. EJECUCIÓN DE LA APLICACIÓN .....	111
ANEXO D. FORMATO DE PRUEBAS.....	113
ANEXO E. FALLAS DETECTADAS EN LAS PRUEBAS .....	120
ANEXO F. MANUAL DEL USUARIO .....	121

## Capítulo 1.

### DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

---

En este primer capítulo se presenta la propuesta evaluada y aceptada por el comité de proyecto. Se inicia analizando la situación problema que da origen al tema de proyecto de grado desarrollado. Además se determinan unos objetivos que limitan el proyecto para hacerlo viable y factible, y con ellos se establecen el impacto que puede llegar a tener la solución a implementar y su respectiva metodología del desarrollo de software.

#### 1.1 **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La contaminación del aire en las zonas urbanas ha aumentado en forma masiva alrededor del mundo, donde las fuentes móviles<sup>1</sup> emiten gases contaminantes a la atmósfera, y a su vez, son más significativas en algunos casos que las fuentes fijas<sup>2</sup>. El impacto ambiental negativo generado por el sistema de transporte, es hoy en día, una de las peores consecuencias de este problema atmosférico. Es por esto que los actores<sup>3</sup> directamente afectados han tratado de controlar los niveles de contaminación de manera que no sobrepasen los límites establecidos nacional e internacionalmente.

Muchos países tienen normas sobre la calidad del aire con respecto a las sustancias peligrosas que pueda contener. Estas normativas determinan los niveles máximos de concentración que permiten garantizar la salud pública, y controlan los niveles de emisión (lo que emite la fuente contaminante) e

---

<sup>1</sup> Fuente móvil: automóviles

<sup>2</sup> Fuente fija: industrias

<sup>3</sup> Actores: Secretaría de Tránsito, Empresas de transportes, Autoridades Ambientales, Alcaldía Municipal, Propietarios de vehículos.

inmisión (lo que recibe el organismo receptor, por ejemplo una persona). En ese sentido, se han establecido normas para limitar las emisiones contaminantes del aire que producen las diferentes fuentes de contaminación.

En diciembre de 1997 se celebró en Japón la Tercera Conferencia de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático donde más de 160 países adoptaron el denominado Protocolo de Kioto. Este tratado establece que los países industrializados deben reducir, antes del año 2012, sus emisiones de gases causantes del efecto invernadero a niveles de un 5% más bajos de los registrados en 1990. En diciembre de 1999, la Comisión Permanente del Protocolo de Montreal anunció que la mayor parte de la producción de sustancias que dañan la capa de ozono se había eliminado en los países industrializados, si bien no es el caso de los países en vías de desarrollo, los cuales deben adaptar los sistemas de producción a las obligaciones que marca dicho protocolo.

Los principales contaminantes producidos por los automóviles son: monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx) e hidrocarburos no quemados (HC) y el material particulado (PM). Las proporciones en que los vehículos emiten los distintos tipos de contaminantes dependen del tipo de vehículo, combustible usado, de la tecnología del motor de combustión y del equipo de control de emisiones entre otros. Los vehículos que emplean gasolina como carburante emiten principalmente monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos. Los vehículos que utilizan motores de ciclo diesel (camiones y buses, entre otros) emiten contaminantes que son partículas sólidas en forma de hollín que da lugar a los humos negros, hidrocarburos no quemados, óxidos de nitrógeno y anhídrido sulfuroso procedente del azufre contenido en el combustible.

Entre los efectos observados por los contaminantes sobre la salud humana se pueden mencionar: **Monóxido de Carbono (CO)**: Produce la disminución en la capacidad de realizar un ejercicio máximo en un corto tiempo en individuos jóvenes saludables; la disminución en el tiempo para hacer ejercicio físico, debido a dolor en el pecho (angina), en pacientes con enfermedades al corazón; la disminución del consumo máximo de oxígeno y el tiempo para realizar ejercicio, en individuos jóvenes saludables durante la realización de ejercicio fuerte; la disminución en la percepción visual y auditiva. Origina la pérdida de la capacidad sensorial, motora y de vigilancia; dolor de cabeza, decaimiento; mareo, náusea, debilidad; confusión, colapso durante el ejercicio; la pérdida de conciencia y la muerte si la exposición es continua; **Material Particulado (PM)**: Causa la disminución de la capacidad respiratoria; el aumento de enfermedades respiratorias en ancianos y niños, que afecta a toda la población; el aumento de mortalidad en los adultos mayores y enfermos. **Óxidos de Nitrógenos (NOx)**: En individuos normales: produce el incremento de la resistencia de las vías respiratorias, aumento de la hiperreactividad bronquial; En individuos con bronquitis crónica: causa un incremento de la resistencia de las vías respiratorias.

La CDMB<sup>4</sup>, cuenta con una red de monitoreo de la calidad del aire en la ciudad de Bucaramanga, que reúne características de calidad, operatividad, garantía y expansión que la ubica a la altura de las mejores a nivel nacional e internacional. Cuenta con 5 estaciones químicas y 4 estaciones meteorológicas de monitoreo alrededor de su área metropolitana. La ubicación de las estaciones se presenta en la Tabla 1.

Por lo tanto, la importancia de tener un sistema de información eficaz y fiable que muestre la calidad del aire que se respira en una zona urbana como el

---

<sup>4</sup>CDMB: Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga

Área Metropolitana de Bucaramanga – AMB – es pertinente, puesto que se convierte en una prioridad de salud pública.

N°	NOMBRE	LOCALIZACIÓN	PARÁMETROS MEDIDOS
1	CENTRO	Esquina calle 34 con carrera 15	Material Particulado PM 10 Monóxido de Carbono Óxidos de Nitrógeno Dióxido de Azufre Ozono Metereología
2	CIUDADELA	Terraza Colegio Aurelio Martínez Mutis, Real de Minas	Monóxido de Carbono Ozono
3	FLORIDA	Terraza Edificio Telebucaramanga zona sur	Material Particulado PM 10 Monóxido de Carbono
4	CHIMITÁ	Terpel S.A.	Material Particulado PM 10 Monóxido de Carbono Óxidos de Nitrógeno Dióxido de Azufre Ozono Metereología
5	PTAR	PTAR CDMB	Metereología
6	UIS	Terraza Ing Química UIS	Metereología
7	NORTE	Terraza Hospital Local del Norte	Óxidos de Nitrógeno

**Tabla 1.** Ubicación de las estaciones<sup>5</sup>

Como se puede observar en la tabla anterior, los parámetros medidos son en mayor proporción en la estación Centro y Chimitá debido esto a la gran

<sup>5</sup> Tabla obtenida de la página de la CDMB: [www.cdmb.gov.co](http://www.cdmb.gov.co)

confluencia de automóviles en esas zonas de Bucaramanga. De lo anterior se puede concluir que los vehículos que conforman el transporte público masivo, constituyen uno de los agentes de propagación de contaminación atmosférica más representativo debido a la obsolescencia y mal estado de los vehículos, la falta de mantenimiento preventivo y correctivo; y el uso de combustibles de calidad no óptima. De ahí la necesidad de ejecutar un Plan Integral de Mejoramiento de la Calidad del Aire – PIMCA –, mediante un sistema de gestión ambiental que controlen y regulen la contaminación producida por el transporte público en la ciudad de Bucaramanga.

En la actualidad el grupo GIEMA<sup>6</sup> de Ingeniería Mecánica, el CEIAM<sup>7</sup> de Ingeniería Química y GITSI<sup>8</sup> de la escuela de Ingeniería de Sistemas, están desarrollando el modelo de un sistema experto que permita hacer un diagnóstico de la calidad del aire en el Área Metropolitana de Bucaramanga. Para la realización eficaz de este proyecto es necesario el desarrollo de una Base de Datos que permita a la herramienta ambiental acceder a la información y se pueda medir la calidad del aire a partir de los datos almacenados.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1. OBJETIVO GENERAL:**

Diseñar e implementar un modelo de base de datos para el sistema experto basado en lógica difusa que permite pronosticar el índice de contaminación del aire del AMB, mediante los datos ofrecidos por la CDMB y el CEIAM.

---

<sup>6</sup> GIEMA: Grupo de Investigación en Energía y Medio Ambiente

<sup>7</sup> CEIAM: Centro de Investigaciones Ambientales

<sup>8</sup> GITSI: Grupo de Investigación en ingeniería Telemática y Sistemas Inteligentes

### 1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Modelar la Base de Datos para el SEXDP<sup>9</sup> que mediante la creación del:
  - ✚ Modelo conceptual<sup>10</sup> identifique las propiedades y comportamientos de los parámetros necesarios para la implementación de la misma.
  - ✚ Modelo lógico represente las interacciones entre actores sociales, factores contaminantes y variables meteorológicas propias del modelo de la base de datos
  - ✚ Modelo físico implemente el modelo lógico en el motor de Bases de Datos MySQL
- Construir una Interface que mediante la manipulación de la base de datos implementada se generen informes del pronóstico de la calidad del aire.
- Validar la Base de Datos, mediante pruebas por parte de los usuarios<sup>11</sup>, para comprobar la satisfacción de acuerdo a los requisitos establecidos por los mismos.

### 1.3 JUSTIFICACIÓN

El modelo a desarrollar hace parte del macroproyecto, Sistema Experto basado en lógica difusa para medir el índice de contaminación del aire en el área metropolitana de Bucaramanga, que viene trabajando en conjunto el grupo GIEMA, el CEIAM, LISOTEL y que se encuentra financiado por el DIF. El

---

<sup>9</sup> SEXDP: Sistema Experto Difuso para la Polución del Aire

<sup>10</sup> Modelo Conceptual: Es un submodelo del *Modelo de datos*, es un nivel de abstracción donde se representa las características estáticas y dinámicas del problema que se desea representar. En este nivel se representa el problema tal y como se percibe en la realidad, es independiente de los procedimientos o procesos automatizados que se utilicen o se vayan a utilizar para el mantenimiento y el tratamiento de la información correspondiente al problema.

<sup>11</sup> Los usuarios pueden ser aquellos usuarios especializados del SEXDP, los miembros del CEIAM, GIEMA y de la CDMB.

macroproyecto pretende crear una primera versión del SEXDP, que contribuya a medir la contaminación del aire originada por las fuentes móviles.

El diseño y desarrollo de este modelo de base de datos, permitirá tener una herramienta para el registro y la administración de los datos de la contaminación del aire, suministrada por la autoridad ambiental de Bucaramanga, la CDMB y, los grupos y centros de investigación como el GIEMA y el CEIAM. Además, que facilita la investigación en calidad del aire y agiliza el uso del SEXDP por parte los usuarios interesados, debido al fácil acceso y extracción de la información.

El análisis de la situación problema a tratar se representará siguiendo la metodología del UML<sup>12</sup>, para obtener una apropiada documentación de la misma. El modelamiento de la base de datos se basará en el modelo de datos denominado Entidad – Interrelación. En la integración de los paquetes es necesario que los desarrolladores de la base de datos posean conocimientos en Java, ya que este va a ser el lenguaje escogido por los desarrolladores del Motor de Inferencia y la Interface Gráfica del Usuario, y de esta manera obtener una comunicación exitosa entre esta y el SEXDP.

El componente social, investigativo y técnico para su desarrollo hacen pertinente esta propuesta como trabajo de grado para obtener el título de Ingeniero de Sistemas en la UIS.

---

<sup>12</sup> UML: Lenguaje Unificado de Modelado

## **1.4 IMPACTO**

El desarrollo de este paquete de base de datos, vinculado a una herramienta de gestión ambiental como lo será el SEXDP, apoyará a la comunidad investigativa, en el control vehicular, pues, almacenará datos de emisiones de contaminantes del aire y de sus fuentes generadoras, que serán el punto de partida para establecer políticas y técnicas de control en la obtención de un combustible de calidad, por parte de los diferentes actores<sup>3</sup> involucrados en el proyecto.

A nivel social, los usuarios podrán determinar estrategias, no sólo como un manejo integral del sistema de transporte público, sino que se implementará acciones educativas y de control hacia una desestimulación progresiva del uso del vehículo particular, con una proyección hacia nuevos medios de transporte masivo pero que a su vez cumplan con el criterio de transporte razonable, lo que minimizará los grandes problemas ambientales y mejorará la calidad de vida.

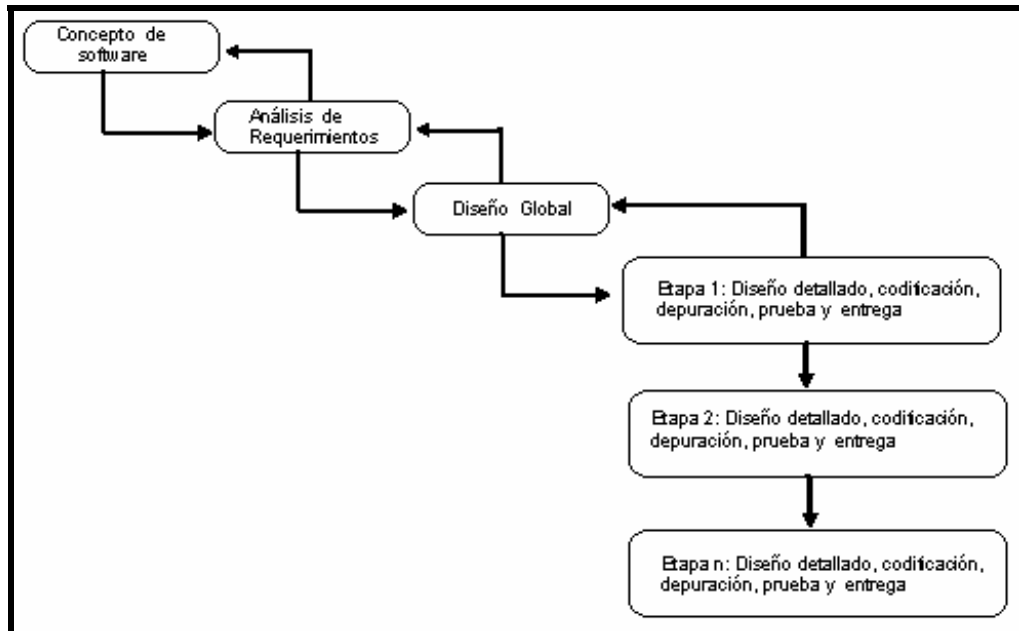
## **1.5 METODOLOGÍA**

El desarrollo del modelo de la base de datos será realizado empleando la metodología de **Entrega por Etapas**, siendo esta un modelo de ciclo de vida evolutivo. Su manejo de tipo iterativo la hace técnicamente apta para el modelamiento de la base de datos, ya que bien usada permitirá exponer de manera pronta los riesgos y se lograría tener un mejor control sobre su desarrollo. A diferencia del modelo prototipado simple donde las primeras iteraciones son para estabilizar los requisitos, y así generar un primer sistema, en el modelo de Entrega por Etapas las iteraciones realizadas en cada etapa

---

<sup>3</sup> Actores: Secretaría de Tránsito, Empresas de transportes, Autoridades Ambientales, Alcaldía Municipal, Propietarios de vehículos.

del diseño global, permiten ir desarrollando fases funcionales antes de obtener el 100% de la base de datos desarrollada. (Véase la Figura 1)



**Figura 1. Modelo de Entrega por Etapas**

Se realiza en primer lugar el concepto del software donde se conceptualizan aquellos interventores que sirven para determinar la calidad del aire; como segundo punto se hace el análisis de requerimientos a partir de los requisitos exigidos por los usuarios; y en tercer instancia se desarrolla el diseño global de una arquitectura, en la cual se procede a realizar el diseño detallado, la codificación, depuración y prueba dentro de cada una de las tres etapas establecidas, generando etapas refinadas sucesivas y funcionales.

Se reconoce el modelamiento de una base de datos como un sistema, el cual se debe planificar bien desde el principio, por esto la presente metodología de desarrollo es la apropiada porque permite iterar en cada fase, lo que nos garantiza que en la marcha se avanza correctamente y no que al final el modelo deba ser replanteado.

## Capítulo 2.

### MARCO TEÓRICO

---

El presente capítulo trata de resumir aquellos conceptos teóricos que fueron fundamentales para la implementación del trabajo de grado. Se divide en dos partes, la primera hace referencia a las Bases de Datos y la segunda a las Aplicaciones Web. En la primera parte se trata de diferenciar claramente las nociones de Bases de Datos, Sistemas de Gestión de Bases de Datos y el Gestor de las Base de Datos, adicionalmente se encuentran las Visiones de las Bases de Datos, la Teoría Relacional y el Lenguaje SQL. La segunda parte hace una ambientación de las aplicaciones web, profundizando en el uso del framework Struts y el MVC (Modelo Vista Controlador), diseño estructural de la aplicación a desarrollar y la herramienta de desarrollo que facilita esta implementación.

#### **2.1. BASES DE DATOS**

Son muchas las propiedades que debe satisfacer una Base de Datos para ser considerada como tal. Estas evolucionan dependiendo del dominio del problema, y, de su relación con: los procedimientos para la manipulación de los datos, las estructuras para el almacenamiento y el mantenimiento de la información.

*Una **Base de Datos** es una colección de archivos relacionados que almacenan tanto una representación abstracta del dominio de un problema del mundo real cuyo manejo resulta de interés para una organización, como los datos correspondientes a la información acerca del mismo. Tanto la representación como los datos están sujetos a una serie de restricciones, las cuales forman*

parte del dominio del problema y cuya descripción está también almacenada en esos archivos<sup>13</sup>.

### **2.1.1. SISTEMAS DE GESTIÓN DE BASES DE DATOS**

Para que la información pueda ser almacenada como se ha descrito y el acceso a la misma satisfaga las características exigidas a una base de datos para ser denominada como tal, es necesario que exista una serie de procedimientos (software) que sea capaz de llevar a cabo tal labor. A este sistema software se le denomina Sistema de Gestión de Bases de Datos.<sup>14</sup>

Un SGBD, es una colección de programas de aplicación que proporcionan al usuario de la base de datos los medios necesarios para realizar las siguientes tareas:

- i. Definición de los datos a los distintos niveles de abstracción (físico, lógico y externo).
- ii. Manipulación de los datos en la base de datos. Es decir, la inserción, modificación, borrado y acceso o consulta a los mismos.
- iii. Mantenimiento de la integridad de la base de datos. Integridad en cuanto a los datos en sí, sus valores y las relaciones entre ellos.
- iv. Control de la privacidad y seguridad de los datos en la base de datos.
- v. En definitiva, los medios necesarios para el establecimiento de todas aquellas características exigibles a una base de datos.

### **2.1.2. COMPONENTES DE LOS SGBD**

Un SGBD cuenta, tanto con herramientas software, como con personal humano especializado en la realización de las tareas y acciones necesarias para la gestión adecuada de la información.

---

<sup>13</sup> Definición tomada del libro: LUQUE RUIZ, Irene. GÓMEZ NIETO, Miguel Ángel. LÓPEZ ESPINOSA, Enrique. CERRUELA GARCÍA, Gonzalo. Bases de Datos. Desde Chen hasta Codd con ORACLE. Editorial Alfaomega RA-MA. México 2002. pág. 14

<sup>14</sup> Sistema de Gestión de Bases de Datos, de aquí en adelante SGBD.

### **2.1.2.1 El lenguaje de la definición de datos (DDL –Data Definition Language –):**

El DDL es un lenguaje artificial basado en un determinado modelo de datos que permite la representación lógica de los datos. La representación de los datos obtenida en este proceso de compilación es almacenada en otro componente del SGBD denominado Diccionario de Datos.

### **2.1.2.2 El lenguaje de definición del almacenamiento de los datos (DSDL –Data Storage Definition Language –):**

La mayoría de los SGBD en su componente DDL pueden permitir la definición del almacenamiento de los datos en el nivel de representación físico, los que no, poseen un subcomponente denominado DSDL. Este se basa en un modelo de datos denominado Esquema de la Base de Datos, el cual permite definir el almacenamiento de los datos correspondientes al dominio de un problema en sus dos niveles de abstracción, lógico y físico.

Paralelo a ellos existe un sublenguaje encargado del control y la seguridad de los datos, denominado DCL – Data Control Language – Lenguaje de Control de Datos, que permite el control del acceso a la información almacenada en el diccionario de datos (definición de privilegios y tipo de acceso), así como el control de la seguridad de los datos.

### **2.1.2.3 El lenguaje de manipulación de los datos (DML):**

El componente *DML – Data Manipulation Language –*, es un lenguaje artificial mediante el cual se realizan dos funciones bien diferentes en la gestión de los datos:

- a) La definición del nivel externo o de usuario de los datos.
- b) La manipulación de los datos; es decir la inserción, borrado, modificación y recuperación de los datos almacenados en la base de datos.

#### **2.1.2.4 El diccionario de datos:**

Es un conjunto de archivos que contienen información acerca de los datos que pueden ser almacenados en la base de datos. Se almacenan todas las definiciones realizadas por el DDL sobre el problema que va a ser tratado por el SGBD y, algunas de las realizadas por del DML. En el diccionario se encuentra almacenado:

- ✓ El esquema lógico de la base de datos.
- ✓ El esquema físico de la base de datos.
- ✓ Los subesquemas de la base de datos.

#### **2.1.2.5 El gestor de la base de datos:**

Es un componente software encargado de garantizar el correcto, seguro, íntegro y eficiente acceso y almacenamiento de los datos. Es el encargado de proporcionar una interfaz entre los datos almacenados y los programas de aplicación que los manejan.

#### **2.1.2.6 El administrador de la base de datos (DBA – Data Base Administrator – ):**

El DBA tiene una serie de responsabilidades en cuanto a la definición, administración, seguridad, privacidad e integridad de la información que es tratada, así como en el desempeño del SGBD en el procesamiento de la misma.

#### **2.1.2.7 Los usuarios de la base de datos:**

Se ha considerado a los usuarios tradicionalmente como un componente más de los SGBD, existen muchos de estos que acceden e interaccionan con este sistema, de los cuales se pueden considerar:

- Usuarios terminales: Son usuarios no especializados que tienen la visión del problema que les proporciona las visiones externas o los

subesquemas que utilizan los programas de aplicación a los cuales tienen privilegios de ejecución.

- Usuarios técnicos: Son quienes desarrollan los programas de aplicación (interfaz de usuario) que va a ser utilizado por los usuarios terminales de la base de datos.
- Usuarios especializados: Estos usuarios necesitan una buena gestión de la información que es procesada por el SGBD, tanto así que lo utilizan como un submódulo de sus sistemas particulares, interaccionando con él en la medida que le es necesario. Por ejemplo, en el desarrollo de sistemas expertos, el SGBD puede ser el encargado de la gestión de la base y metabase del conocimiento del mismo.
- Usuarios críticos: Estos usuarios pueden tener o no, algún conocimiento técnico de la tecnología de base de datos, y del SGBD en el cual se soporta la base de datos con la cual interactúan. Estos usuarios son los gerentes de empresas, los cuales tienen expectativas basados en la gestión, administración, mercado, marketing o simplemente interés personal.

En la gráfica a continuación se presenta un esquema de los componentes del SGBD.

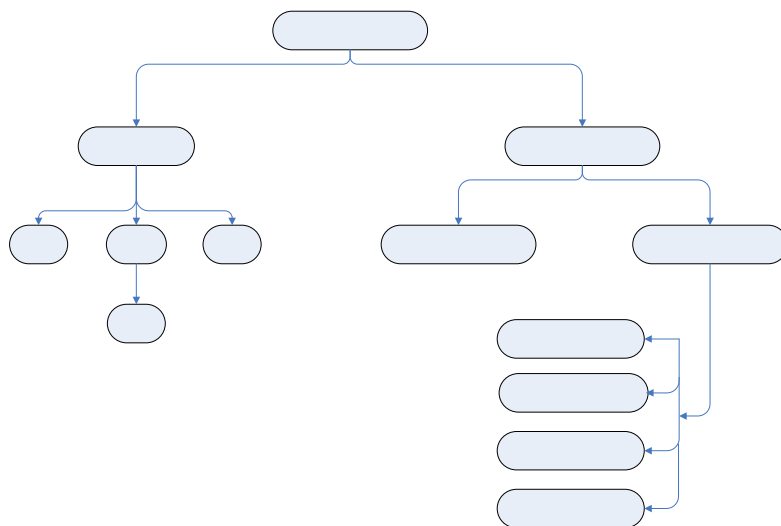


Figura 2. Esquema gráfico de los componentes del SGBD<sup>15</sup>

<sup>15</sup> Aporte del trabajo de investigación

### **2.1.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS BASES DE DATOS**

A continuación se describen unas características consideradas propias de las Bases de Datos, donde la información organizada es independiente de su arquitectura.

#### **2.1.3.1 Versatilidad para la representación de la información:**

Se referencia a la información que hace parte del dominio de un problema y de las diferentes visiones a partir de la información existente en la base de datos.

#### **2.1.3.2 Desempeño:**

Es el tiempo de respuesta adecuado en la comunicación hombre - máquina, permitiendo el acceso simultáneo al mismo o distinto conjunto de ítems de datos por el mismo o distinto procedimiento.

#### **2.1.3.3 Mínima redundancia:**

La redundancia implica la existencia de varias copias de un mismo ítem de datos, las cuales pueden, en un momento dado, tener distintos valores.

#### **2.1.3.4 Capacidad de acceso:**

Es la capacidad de responder, en un tiempo aceptable, a cualquier consulta sobre la información que mantiene, sin restricciones graves en cuanto a los ítems, relaciones, formato, etc., solicitados en la misma, y respondiendo al usuario rápidamente.

#### **2.1.3.5 Simplicidad:**

Está basada en la representación lógica simple que permita la verificación en la representación del problema que representan y, más aún, la modificación de nuevos ítems de datos y relaciones no se ocasione una complejidad excesiva.

#### **2.1.3.6 Integridad:**

Hace referencia a la veracidad de los datos almacenados con respecto a la información existente en el dominio del problema que trata la misma.

### 2.1.3.7 Seguridad y Privacidad:

Hace referencia a la capacidad de una base de datos para proteger los datos contra su pérdida total o parcial por fallos del sistema o por accesos accidentales o intencionados a los mismos.

### 2.1.3.8 Afinación:

Es la organización física de la información de la base de datos, la cual determina directamente el tiempo de respuesta de los procedimientos que operan sobre la misma.

### 2.1.3.9 Interfaz con el pasado y el futuro:

Es aceptado que el dominio de un problema evoluciona con el tiempo. Por lo tanto, el avance tecnológico hará que la base de datos actual pueda ser cambiada con el tiempo, con ella la información existente y los procedimientos que la manejan. Esta debe ser una característica inminente en estos sistemas.

## 2.1.4. DIFERENTES VISIONES DE LOS DATOS EN LAS BASES DE DATOS

Dependiendo de quien acceda o use la base de datos, esta debe presentarle una visión de los datos que sea capaz de reconocer, interpretar y manejar. Se habla entonces de tres visiones de los datos en una base de datos (Figura 3):

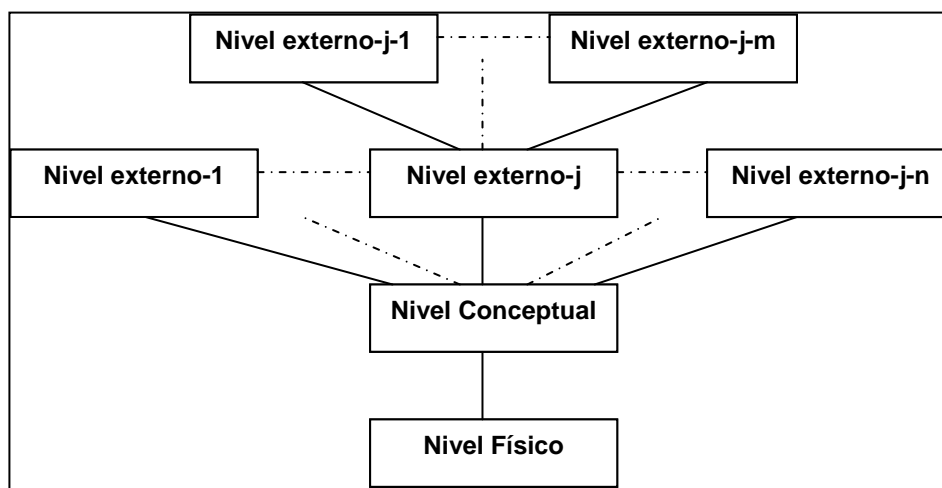


Figura 3. Tres visiones diferentes de las bases de datos<sup>16</sup>

<sup>16</sup> Gráfica tomada del libro: LUQUE RUIZ, Irene. GÓMEZ NIETO, Miguel Ángel. LÓPEZ ESPINOSA, Enrique. CERRUELA GARCÍA, Gonzalo. Bases de Datos. Desde Chen hasta Codd con ORACLE. Editorial Alfaomega RA-MA. México 2002. pág. 9

#### 2.1.4.1. Visión externa:

Es la visión de los datos que tienen los usuarios finales de una base de datos. Este usuario sólo trata una visión parcial de la información, aquella que interviene en el dominio del problema tratado.

#### 2.1.4.2 Visión conceptual:

En esta visión se representa al problema tal y cómo éste se presenta en el mundo real. En este análisis, se determinan los objetos o entidades que intervienen en el mismo, sus propiedades y las relaciones o dependencias que existen entre ellos. La visión conceptual de una base de datos no cambia al menos que cambie la naturaleza del problema.

#### 2.1.4.3 Visión física:

Es la representación de cómo la información es almacenada en los dispositivos de almacenamiento. Describe las organizaciones físicas, dispositivos, volúmenes, archivos, tipos de datos, punteros, etc., estructuras de mayor a menor complejidad que representa el dominio del problema de una forma entendible por el sistema informático.

### 2.1.5. INDEPENDENCIA DEL NIVEL DE DESCRIPCIÓN CONCEPTUAL

Es en este nivel en el que se apoyan en menor o en mayor grado los otros niveles y, con seguridad, es en donde se garantiza que la base de datos soluciona el problema de la organización.

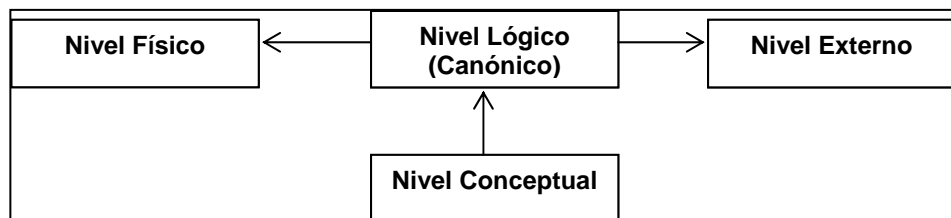


Figura 4. Niveles de abstracción de la base de datos<sup>17</sup>

<sup>17</sup> Gráfica tomada del libro: LUQUE RUIZ, Irene. GÓMEZ NIETO, Miguel Ángel. LÓPEZ ESPINOSA, Enrique. CERRUELA GARCÍA, Gonzalo. Bases de Datos. Desde Chen hasta Codd con ORACLE. Editorial Alfaomega RA-MA. México 2002. pág. 11

La representación abstracta de un problema supone la aplicación de una serie de reglas que restringen y dirigen la forma en que ese problema es representado. Por ello, se puede hablar de un cuarto nivel de abstracción en la representación de la información en una base de datos (figura 4), el nivel lógico o canónico.

A diferencia del nivel conceptual que no depende de los procedimientos con los cuales va a ser manipulada la información del problema, la representación canónica si es dependiente de esta. La descripción canónica se deriva de la descripción conceptual, basados en la aplicación de una serie de reglas y restricciones que se tienen en cuenta de cómo la información representada puede ser tratada por los procedimientos que van a manipular y definir esta información con base en otras representaciones. Entonces, pueden existir muchas representaciones lógicas de una misma representación conceptual, al igual que de una representación lógica puede ser derivada de muchas representaciones externas.

### **2.1.6. LOS MODELOS DE DATOS**

Un Modelo de Datos es un conjunto de reglas de acuerdo a las cuales puede ser descrito un fenómeno, que no proporciona una interpretación completa de cómo puede utilizarse la información descrita por el mismo, sino a qué operaciones o a qué tratamiento puede ser sometida esta información. Este modelo está basado en una representación de los elementos del problema, de las relaciones entre los mismos y del comportamiento de estos elementos y sus relaciones en el tiempo.

Un modelo de datos no puede describir al mismo tiempo la naturaleza estática y dinámica de un sistema. Por ello, un modelo de datos está a su vez formado por dos submodelos:

- Un submodelo encargado de definir las propiedades estáticas del sistema; es decir, aquellas características del sistema que son invariantes con el tiempo y que identifican al sistema y a cada uno de los objetos constituyentes.
- Un submodelo encargado de describir las propiedades dinámicas del sistema; es decir, qué acciones toma o puede tomar el sistema y cada uno de los objetos constituyentes, acciones que dan lugar a que el sistema evolucione y pase de un estado E1 a un estado E2

Los modelos de datos que soportan las teorías para el tratamiento de la información mediante el uso del computador, permiten la representación del problema a tres niveles de abstracción diferentes. Tres visiones de un mismo problema, las cuales lo describen, de forma idealmente independiente, para su representación y tratamiento. Estas tres visiones son:

#### **2.1.6.1. Nivel conceptual:**

A este nivel son representados los tipos o clases de objetos, y sus relaciones desde un punto de vista estructural, sus propiedades y el dominio o tipo de datos básicos en el cual pueden ser medidas, así como las restricciones o límites de los valores que pueden presentarse para cada una de estas propiedades. Además, son descritas las relaciones entre los tipos de objetos, relaciones jerárquicas o no, apoyados en los principios de la abstracción. La visión conceptual es dependiente de:

Las características del problema o sistema que se desea representar.

El detalle de la representación, el cual sí depende de la parte o partes o globalidad del problema que se desea representar para su posterior tratamiento.

#### **2.1.6.2. Nivel lógico:**

En este nivel se representa el problema bajo las limitaciones impuestas por la representación y el tratamiento de la información que se vaya a realizar. La representación del problema se verá afectada considerablemente en función

del hardware y software a utilizar para el almacenamiento y tratamiento de esta información.

Mientras en el nivel conceptual el problema se representa tal y como es captado desde el mundo real, en el nivel lógico esta representación es filtrada o alterada para que se adapte a las limitaciones existentes para llevar a cabo este proceso.

#### **2.1.6.3. Nivel físico:**

En este nivel, la representación del problema está guiado por el soporte utilizado para su representación como por los métodos o mecanismo que se van a utilizar para el tratamiento de la información correspondiente a éste. La visión física determina las estructuras utilizadas para el almacenamiento de la información.

Como un modelo de datos no puede representar al mismo tiempo la estructura y comportamiento de un sistema, mediante el uso de cada submodelo se debe representar, a estos tres niveles de abstracción, la sustancialidad y el comportamiento que se va a realizar sobre el problema en estudio.

Así, cuando se representa el comportamiento del sistema se describe éste a tres niveles de abstracción: conceptual, organizativo y procedimental. En la tabla a continuación Tabla No 2. se describen cada una de las acciones que los elementos del sistema realizan o pueden realizar, así como cada una de las acciones por las que estos elementos se ven afectados o afectan a otros sistemas.

La estructura de un sistema determina y limita el comportamiento del mismo. Al mismo tiempo, la visión lógica de la estructura de un problema va a depender de qué comportamiento de ese problema se desee estudiar; es decir, de la visión organizativa del problema. La Tabla 2, presenta un resumen con lo anteriormente expuesto.

El proceso de representación de los problemas del mundo real, es un problema complejo que debe ser llevado a cabo siguiendo una serie de normas o reglas básicas en sus dos aspectos: dinámico y estático.

Una vez representado y validado el problema de acuerdo a los requerimientos analizados, esta representación conceptual se traduce al nivel lógico de los SGBD. La representación conceptual más utilizada en el análisis de los problemas es aquella que está basada en el modelo de datos denominado Entidad – Relación.

NIVEL DE DESCRIPCIÓN	ESTRUCTURA	COMPORTAMIENTO
<b>Modelo Conceptual</b>	Descripción de los objetos del mundo real, de sus atributos o propiedades y de las relaciones entre los objetos	Descripción del comportamiento de los objetos: las acciones, operaciones y procesos que estos objetos realizan sobre otros objetos, así como las que son realizadas sobre los objetos del sistema
<b>Modelo Lógico</b> <b>Modelo Organizativo</b>	Descripción de los objetos, así como las relaciones existentes entre los objetos lógicos, identificando los atributos por los cuales estos objetos pueden ser identificados	Descripción de las tareas que se deben realizar para representar el comportamiento de los objetos. Estas tareas se agruparán en fases y procedimientos
<b>Modelo Físico</b> <b>Modelo Procedimental</b>	Descripción de los objetos físicos. La estructura y relaciones de los objetos son representadas de forma adecuada para su posterior almacenamiento, recuperación y tratamiento	Descripción de las acciones elementales que se deben realizar para representar el comportamiento de los objetos. Estas acciones son representadas bajo las limitaciones del lenguaje que se vaya a utilizar para su implementación en lenguajes de computador

**Tabla 2. Niveles de abstracción en la representación de problemas<sup>18</sup>**

<sup>18</sup> Tabla 1. Tomada del libro: LUQUE RUIZ, Irene. GÓMEZ NIETO, Miguel Ángel. LÓPEZ ESPINOSA, Enrique. CERRUELA GARCÍA, Gonzalo. Bases de Datos. Desde Chen hasta Codd con ORACLE. Editorial Alfaomega RA-MA. México 2002. pág. 36.

### **2.1.7. EL MODELO ENTIDAD - INTERRELACIÓN**

El Modelo Entidad - Interrelación fue propuesto por Peter Chen a mediados de los setenta para la representación conceptual de los problemas y como un medio para representar la visión de un sistema global. El modelo ha sufrido modificaciones, pero las características actuales permiten la representación de cualquier tipo de sistema y a cualquier nivel de abstracción.

El Modelo Entidad – Interrelación, está soportado en la representación de los datos, mediante un conjunto de símbolos, y haciendo uso de un conjunto reducido de reglas, donde se representan los elementos que forman parte del sistema y las relaciones existentes entre ellos, descrito bajo un pseudolenguaje basado en una gramática sencilla.

A continuación se describen algunos conceptos básicos que usa el modelo *Entidad - Interrelación*, útiles para entender esta teoría:

#### **2.1.7.1. Conjunto:**

Se denomina conjunto, en este contexto, al igual que en la Teoría Clásica de Conjuntos, a la agregación de una serie de objetos elementales mediante una función de pertenencia.

#### **2.1.7.2. Relación:**

Se denomina relación a un conjunto que representa una correspondencia entre dos o más conjuntos. Una relación es, por tanto, un nuevo conjunto en el que cada elemento está formado por la agregación de los elementos de los conjuntos individuales que intervienen en la relación.

#### **2.1.7.3. Dominio:**

Se denomina dominio a aquellos conjuntos cuyos elementos son homogéneos. Un dominio, en términos de abstracción, es una especialización de un conjunto. En el modelo relacional y en el físico es el conjunto de valores posibles para un atributo.

#### **2.1.7.4. Atributo:**

Se denomina atributo de un dominio a la intención de ese dominio, y el valor del atributo será la extensión del dominio. Un atributo identifica la semántica de un dominio para la descripción de un problema; es decir, el significado de un dato, que forma parte del sistema, en el mundo real.

#### **2.1.7.5. Entidad:**

Una entidad es un tipo de objeto (un conjunto) definido con base en la agregación de una serie de atributo. Corresponde a la caracterización de objetos del mundo real, los cuales son definidos y diferenciados del resto de los objetos, sobre la base del conjunto de atributos que se agregan. Las entidades tienen como los conjunto intenciones y extensiones.

#### **2.1.7.6. Relación:**

Este concepto tiene un significado radicalmente diferente dentro del modelo relacional, y esto nos puede llevar a un error de interpretación, por esto usaremos el término interrelación.

#### **2.1.7.7. Interrelación:**

Es la asociación o conexión entre conjuntos de entidades, denominándose tipo de interrelación a la intención de la relación existente entre dos tipos de entidad. La extensión de un tipo de interrelación es denominada Conjunto de Interrelaciones y representa a cada una de las posibles correspondencias entre los conjuntos de entidades que intervienen en el tipo de interrelación.

Los tipos de interrelación pueden ser fuertes o débiles:

Interrelación fuerte: representa la interrelación entre dos tipos de entidades fuertes.

Interrelación débil: se puede dar en dos representaciones, cuando se presenta interrelación entre dos tipos de entidades débiles, o un tipo de entidad fuerte con una tipo de entidad débil.

#### **2.1.7.8. Grado:**

Número de conjuntos de entidades que intervienen en una interrelación.

Existen además tres tipos distintos de interrelaciones binarias, dependiendo del número de entidades del primer conjunto de entidades y del segundo. Así hablaremos de interrelaciones 1:1 (uno a uno), 1: N (uno a muchos) y N : M (muchos a muchos).

#### **2.1.7.9. Clave:**

Una clave es un atributo o conjunto de ellos que tengan la propiedad de tomar valores únicos en el dominio del problema para cualquier extensión de una relación y, por tanto, tenga la facultad de identificar sin ambigüedad y de forma única a una, y sólo una, de las tuplas de esa relación – un único objeto del mundo real que pertenece al tipo o clase representado por la relación - .

### **2.1.8. EL MODELO DE DATOS RELACIONAL**

El Modelo de datos relacional fue desarrollado por E.F. Codd en IBM – San José (California). El modelo está basado en conceptos sencillos asociados a la teoría de normalización de relaciones que tiene por objeto la eliminación de los comportamientos anómalos de las relaciones durante los procesos de manejo de la información que representa y la eliminación de redundancias superfluas, facilitando así, la comprensión del esquema en cuanto a las relaciones semánticas existentes entre los objetos del dominio del problema.

El Modelo de datos relacional propone una representación de la información que:

Origine esquemas que representen fielmente la información, los objetos y relaciones entre ellos existentes en el dominio del problema.

Pueda ser entendida fácilmente por los usuarios que no tienen una preparación previa en esta área.

Haga posible ampliar el esquema de la base de datos sin modificar la estructura lógica existente y, por tanto, sin modificar los programas de aplicación.

Permita la máxima flexibilidad en la información de los interrogantes previstos, y no previstos, sobre la información mantenida en la base de datos.

### **2.1.9. REGLAS DE NORMALIZACIÓN**

Este es el último proceso netamente teórico del modelado de bases de datos.

La normalización no es en realidad una parte del diseño, sino una herramienta de verificación. La teoría de la normalización está basada en la aplicación de una serie de reglas a las que se les denomina *Reglas de normalización*.

#### **2.1.9.1 La primera forma normal FN1**

- ❖ Cada atributo debe tener un nombre único.
- ❖ Tampoco pueden existir tuplas idénticas.

#### **2.1.9.2. La segunda forma normal FN2**

- ❖ Esta regla significa que en una relación sólo se debe almacenar información sobre un tipo de entidad, y se traduce en que los atributos que no aporten información directa sobre la clave principal deben almacenarse en una relación separada.
- ❖ Lo primero en aplicar a esta forma normal es identificar las claves candidatas.

#### **2.1.9.3. La tercera forma normal FN3**

- ❖ Una relación es de esta forma si satisface las dos anteriores.
- ❖ Se debe eliminar cualquier relación que permita llegar a un mismo dato de dos o más formas diferentes.

#### **2.1.9.4. La forma normal de boyce – codd FNBC**

La forma normal *FNBC* es conceptualmente distinta, y mucho más sencilla, a la segunda y tercera forma normal. Las relaciones que satisfacen la restricción

impuesta por la forma normal *FNBC* satisfacen la *FN2* y *FN3*. La *FNBC* se basa en el concepto de *Determinante funcional*<sup>19</sup>, y está soportada en las características de las claves candidatas de las relaciones.

#### **2.1.10. EL ÁLGEBRA RELACIONAL Y SQL**

Paralelo al modelo relacional que E. F. Codd propone para representar la información para su tratamiento, se propusieron dos planteamientos diferentes desde el punto de vista matemático, para el acceso y manipulación de la información representada bajo este modelo: La visión conjuntivista y la visión predicativa de los datos.

Existen hoy en día un gran número de *SGBD* relacionales cuyo lenguaje de manipulación de datos es el *SQL* con más o menos mejoras introducidas particularmente por los fabricantes. *SQL* se ha convertido en un estándar gracias a las mejoras que ha experimentado en los últimos años que le han conferido una gran potencia y sencillez de uso y aprendizaje.

##### **2.1.10.1. El álgebra relacional**

*SQL* es un lenguaje de manipulación de datos de los *SGBD* relacionales basados en el lenguaje algebraico al cual se la ha añadido una semántica que lo hace más próximo al lenguaje natural.

##### **2.1.10.2. El lenguaje SQL**

*SQL* es el lenguaje estandarizado y de uso universal utilizado por los *SGBD* basados en el álgebra relacional.

---

<sup>19</sup>Se denomina determinante funcional a uno o un conjunto de atributos de una relación *R* del cual depende funcionalmente de forma completa algún otro atributo de la misma.

Como en cualquier *SGBD*, *SQL* cubre tres aspectos bien diferenciados: la *descripción*, la *manipulación* y el *control y seguridad de los datos*. Para cada uno de estos aspectos *SQL* cuenta con un conjunto de verbos que realizan funciones específicas con la información.

*SQL* es un lenguaje interactivo, las sentencias *SQL* pueden ser incorporadas a las sentencias de programas realizadas con lenguajes *huésped* como: COBOL, C, JAVA, PL/SQL, etc.

## **2.2. APLICACIONES WEB (WebApps)**

En ingeniería de software una aplicación web es aquella que los usuarios usan accediendo a un servidor web a través de Internet o Intranet. Esta capacidad de interaccionar con los usuarios, ha sido posible gracias al avance de la tecnología, mediante la creación de contenido dinámico para la web. Las vías de ejecución de estas aplicaciones se pueden presentar de dos formas claramente definidas: Server Side, es decir aquella que se ejecuta en el lado del servidor web, y, la complementaria a esta, Client Side, la cual se refiere a incrustar código que se ejecuta en el lado del cliente. La aplicación Server Side es la opción a tratar en este contexto.

Uno de los primeros métodos para generar páginas dinámicas en la web fue el CGI<sup>20</sup>, este era un mecanismo que permitía pasar la información entre el servidor HTTP<sup>21</sup> y los programas externos. La debilidad de este método se encuentra en el desarrollo de las aplicaciones y en su escalabilidad, lo que condujo al desarrollo de APIs específicos de servidor como ASP<sup>22</sup>, JSP<sup>23</sup> y los servlets.

---

<sup>20</sup> CGI: common gateway interface: interfaz de pasarela común, es un mecanismo que permite, que un servidor web ejecute un programa escrito en cualquier lenguaje de programación

<sup>21</sup> HTTP - hypertext transfer protocol – , Protocolo de Transferencia de Hipertexto, es el protocolo base de la WWW.

<sup>22</sup> ASP: active server pages

<sup>23</sup> JSP: java server pages

El Serve Side es una de las aplicaciones que facilita al usuario el acceso a la información desde cualquier sitio, a su vez permite a los desarrolladores añadir elementos dinámicos a la interfaz de usuario, sin la necesidad de distribuir e instalar el software en el lado del cliente para su actualización y mantenimiento.

Hasta el momento la implementación de este tipo de tecnología, el único inconveniente que presenta, es saber decidir, la opción que mejor se adapte al diseño de la aplicación, dependiendo de su alcance y el tipo de usuario para el cual está dirigida, sin que esta afecte su capacidad de extensión y reusabilidad.

### **2.2.1 ARQUITECTURA WEB**

Las aplicaciones Web se desarrollan bajo el concepto de aplicaciones multinivel, suelen presentar muchas variaciones, pero comúnmente se encuentra estructurada como una aplicación de tres capas o niveles: interfaz de presentación, lógica de la aplicación y los datos.

***Interfaz o Capa de Presentación:*** El primer nivel consiste en la interfaz de presentación que incluye no sólo el navegador, sino también el servidor web que es el responsable de dar a los datos un formato adecuado.

***Lógica del Negocio o de la Aplicación:*** Esta segunda capa hace referencia al código que el usuario invoca para recuperar los datos deseados, son de programas o *scripts*<sup>24</sup>, donde va la lógica de la aplicación.

***Datos:*** La tercera capa consiste en los datos que se proporcionan a la segunda capa para la ejecución de la aplicación. Estos datos pueden ser cualquier fuente de información como una base de datos o documentos XML.

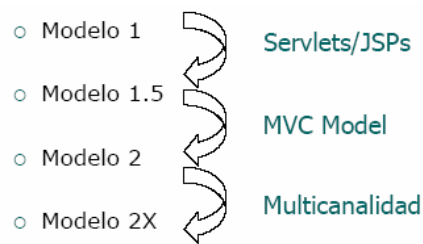
### **2.2.2. EVOLUCIÓN DE MODELOS WEB**

Del preámbulo de arquitectura Web se rescata la estructura básica de una aplicación web, y su concepto de desarrollo multinivel como base de las

---

<sup>24</sup> *Scripts: lenguajes interpretados o intérpretes*

diferentes evoluciones de los modelos arquitectónicos. En la Figura 4, se presenta la evolución de los modelos web.



**Figura 5. Evolución de los modelos Web<sup>25</sup>**

Como se puede observar el paso del modelo 1 al modelo 1.5 se centra en el uso de las nuevas tecnologías como los Servlets y las JSPs. A partir del modelo 1.5 se separa responsabilidades, dándole mayor funcionalidad a cada capa, lo que da origen al siguiente MVC<sup>26</sup>. El MVC luego es implementado con Struts<sup>27</sup>, y, más adelante este modelo evoluciona para construir aplicaciones multicanal, son de referencia STXX<sup>28</sup>, y sus soluciones están basadas en XML y XSLTs.

### **2.2.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ARQUITECTURA WEB**

Ya que esta es una tecnología que avanza constantemente, es importante que se tenga claro las principales características y funcionalidades que han ido madurando en este proceso, tales como:

- Escalabilidad
- Separación de responsabilidades
- Portabilidad
- Componentización de los servicios de infraestructura
- Gestión de la sesión del usuario, cacheado de entidades
- Aplicación de patrones de diseño

<sup>25</sup> Figura tomada, BARÓN, Sandra. Aplicaciones Web Avanzadas (Presentación en Power Point). Módulo IV Aplicaciones Web con Java. Diapositiva N° 19. Bucaramanga.

<sup>26</sup> MVC – Model View Controller – Modelo Vista Controlador-, más adelante se profundizará en este tema.

<sup>27</sup> Struts: Framework para aplicaciones web.

<sup>28</sup> STXX: StrutsXX más información en: <http://stxx.sourceforge.net/>

## **2.3. TECNOLOGÍA WEB**

A continuación se describen las diferentes tecnologías básicas involucradas en las generaciones e interacciones de los documentos Web, aunque hay que tener presente que estas avanzan rápidamente.

### **2.3.1. El Navegador Web**

El **Browser** o navegador web puede considerarse como una interfaz de usuario universal. Dentro de sus funciones están la petición de las páginas Web, la representación adecuada de sus contenidos y la gestión de los posibles errores que se puedan producir.

Una de las posibilidades de los navegadores es la gestión del llamado DHTML<sup>29</sup>. Éste está compuesto de HTML, CSS<sup>30</sup>, modelo de objetos y scripts de programación que permiten formatear y posicionar correctamente los distintos elementos HTML de las páginas Web, permitiendo un mayor control sobre la visualización de las páginas.

### **2.3.2. El Servidor Web**

El servidor Web es un programa que corre sobre el servidor que escucha las peticiones HTTP que le llegan y las satisface. Dependiendo del tipo de la petición, el servidor Web buscará una página Web o bien ejecutará un programa en el servidor, y siempre devolverá algún tipo de resultado HTML al cliente o navegador que realizó la petición.

### **2.3.3. DHTML - dynamic HTML –**

El HTML dinámico es un término de marketing que utilizan Netscape y Microsoft para referirse al conjunto de nuevas tecnologías de web,

---

<sup>29</sup> DHTML: *dynamic* HTML

<sup>30</sup> CSS: Cascade Style Sheets

especialmente en aquellos casos en que operan conjuntamente para enriquecer la experiencia web del usuario. Dicho conjunto comprende:

- HTML, especialmente HTML 4.0
- Hojas de estilo (CSS)
- Javascript

Esta conjunción de tecnologías permite, entre otras cosas, ofrecer al usuario interfaces gráficas mucho más ricas y complejas, controlar formularios de forma más eficiente.

- HTML - hypertext mark-up language –: El lenguaje HTML (lenguaje de marcas de hipertexto) es otro punto del éxito del WWW. Se utiliza insertando marcas en el interior del texto, que permite representar de forma rica el contenido y también referenciar otros recursos (imágenes, etc.), enlaces a otros documentos (la característica más destacada del WWW), mostrar formularios para posteriormente procesarlos, etc. de manera eficiente y de uso simple.
- CSS - Cascade Style Sheets –: Las hojas de estilo en cascadas son un mecanismo para separar el formato de representación y presentación del contenido. Eso se consigue asociando atributos de presentación a cada una de las etiquetas de HTML o a subclases de éstas.
- Java Scripts: Javascript es un lenguaje de programación interpretado. A pesar de que existen intérpretes no dependientes de ningún navegador, es un lenguaje de *script* que suele encontrarse vinculado a páginas web.

#### **2.3.4.Applets**

Los applets de Java son pequeños programas incrustados en otras aplicaciones, que se descargan del servidor Web y se ejecutan en la JVM del navegador.

### 2.3.5. Aplicaciones Web con Java

Para la ejecución de aplicaciones en el cliente, los navegadores Web tienen la capacidad de ejecutar applets de Java lo que ha asegurado la continuidad del uso de Java. Flash es una de las aplicaciones más extendida y utilizada por los desarrolladores para las animaciones interactivas. Para la ejecución por parte del servidor, Java está más difundido que nunca, con muchos sitios que emplean páginas Java Server, contenedores como Tomcat para Apache y otras tecnologías Java. Se cuenta con empresas del sector privado y las de código abierto para el desarrollo de estas tecnologías.

Por parte del sector privado:

- *Sun Microsystems*. Extensiones J2EE
- *BEA Systems* con Weblogic
- *IBM* con WebSphere
- *Netscape (y Sun)* con iPlanet
- Orión – Oc4J Oracle 9IAS

Por parte del mundo opensource:

- [www.apache.org](http://www.apache.org) Desarrollo del servidor web apache, el más difundido del mundo.
- [Jakarta.apache.org](http://Jakarta.apache.org) Conjunto de frameworks y clases de utilidad como apoyo al desarrollo de aplicaciones basadas en java/J2EE.
- [www.jboss.org](http://www.jboss.org) Desarrollo del contenedor de Ejes Jboss. Gratuito y muy efectivo.

### 2.3.6. APIs de Java

Sun define tres plataformas en un intento por cubrir distintos entornos de aplicación. Así, ha distribuido muchas de sus APIs (Application Program Interface) de forma que pertenezcan a cada una de las plataformas:

- Java ME (Java Platform, Micro Edition) o J2ME — orientada a entornos de limitados recursos, como teléfonos móviles, PDAs (Personal Digital Assistant), etc.
- Java SE (Java Platform, Standard Edition) o J2SE — para entornos de gama media y estaciones de trabajo. Aquí se sitúa al usuario medio en un PC de escritorio.
- Java EE (Java Platform, Enterprise Edition) o J2EE — orientada a entornos distribuidos empresariales o de Internet.

#### **2.4. LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN PARA EL DESARROLLO DE APLICACIONES WEB**

Existen numerosos lenguajes de programación utilizados para el desarrollo de aplicaciones web, entre los que se destacan:

- PHP
- ASP/ASP.NET
- JSP
- Perl
- Ruby
- Python

#### **2.5. DESARROLLO DE APLICACIONES WEB**

El desarrollo de aplicaciones web representa un desafío para los programadores, ya que los avances de esta tecnología demandan cada vez aplicaciones más rápidas, ligeras y robustas que permitan utilizar el Web.

Para aprovechar el potencial de estas tecnologías y ofertar una solución de servidor más extensible y portable, Sun ha desarrollado la tecnología llamada servlet. Los servlets Java son muy eficientes, debido al esquema de threads en

el que se basan y al uso de una arquitectura estándar como la JVM, Java Virtual Machine.

Otra nueva tecnología viene a sumarse a las que extienden la funcionalidad de los servidores Web, llamada JavaServer Pages, JSP. Los JSP permiten juntar HTML, aplicaciones Java, y componentes como las JavaBeans creando una página Web especial que el servidor Web compila dinámicamente en un servlet la primera vez que es llamada.

### **2.5.1. Servlets**

Los servlets son componentes de la parte del servidor de Java EE, encargados de generar respuestas a las peticiones recibidas de los clientes.

### **2.5.2. JSP - Java Server Pages –**

Las JSP, son una extensión de HTML desarrollada por Sun que permite incrustar en el código HTML instrucciones (*scriptlets*) de Java. Esto permite una mayor simplicidad a la hora de diseñar sitios web dinámicos. Se puede usar cualquiera de los múltiples editores de HTML para crear la web, o bien se puede dejar esta tarea en manos de un diseñador y centrarse en el desarrollo del código Java que generará las partes dinámicas de la página, para posteriormente incrustar este código en la página.

### **2.5.3. JavaBeans**

Los JavaBeans son objetos de java que siguen cierto patrón bien definido: el bean encapsula sus propiedades declarándolas privadas y provee métodos de acceso públicos (getter/setter) para leer y modificar los valores de estas propiedades.

## **2.6. DISEÑO DE APLICACIONES WEB MEDIANTE EL USO DE PATRONES DE DISEÑO**

Los patrones de diseño son el resultado de la experiencia de los desarrolladores y diseñadores web. El objetivo principal es el de mejorar la calidad de las aplicaciones centralizando y encapsulando mecanismos en las que cada página gestione servicios de seguridad, de recuperación de contenidos, y de navegación. Este tipo de diseño hace la aplicación mucho más mantenible, sencilla, y limpia, al eliminar grandes cantidades de código duplicado en numerosas páginas.

“Los patrones de diseño son descripciones de objetos y clases comunicándose, que son adaptadas para resolver un problema de diseño general en un contexto particular”.

Los beneficios que un patrón produce pueden ser medidos en varios sentidos:

- Contribuyen a reutilizar diseño, identificando aspectos claves de la estructura de un diseño que puede ser aplicado en una gran cantidad de situaciones. La importancia de la reutilización del diseño no es despreciable, ya que ésta provee de numerosas ventajas: reduce los esfuerzos de desarrollo y mantenimiento, mejora la seguridad, eficiencia y consistencia de los diseños, y proporciona un considerable ahorro en la inversión.
- Mejoran la flexibilidad, modularidad y extensibilidad, factores internos e íntimamente relacionados con la calidad percibida por el usuario.
- Acrecientan el vocabulario de diseño, ayudando a diseñar desde un mayor nivel de abstracción.

## **2.7. EL STRUTS Y LA IMPLEMENTACIÓN DEL PATRÓN MVC EN APLICACIONES WEB**

En muchos desarrollos web se diseña consciente o inconscientemente siguiendo el patrón MVC. La utilización del framework Struts, facilita el desarrollo de aplicaciones web en Java basadas en MVC.

### **2.7.1. Struts**

Es un framework para aplicaciones web que implementa el patrón de arquitectura MVC en Java. Un framework es la extensión de un lenguaje mediante una o más jerarquías de clases que implementan una funcionalidad y que (opcionalmente) pueden ser extendidas. El framework puede involucrar TagLibraries.

### **2.7.2. MVC – Modelo Vista Controlador –**

El MVC es un patrón de diseño aportado originariamente por el lenguaje SmallTalk a la Ingeniería del Software. El paradigma MVC consiste en dividir las aplicaciones en tres partes:

- **Controlador:** es el encargado de redirigir o asignar una aplicación (un modelo) a cada petición; el controlador debe poseer de algún modo, un "mapa" de correspondencias entre peticiones y respuestas (aplicaciones o modelo) que se les asignan.
- **Modelo:** es la aplicación que responde a una petición, es la lógica de negocio. Una vez realizadas las operaciones necesarias el flujo vuelve al controlador y este devuelve los resultados a una vista asignada.
- **Vistas:** comprende las JSP (principalmente) y los servlets involucrados en la generación de la interfaz de usuario o con otros Sistemas.

### 2.7.3. Arquitectura del MVC

El patrón de arquitectura MVC es un patrón que define la organización independiente del Modelo, la Vista y el Controlador, la separación de estas capas es fundamental para el desarrollo de arquitecturas consistentes, reutilizables y más fácilmente mantenibles, lo que al final resulta en un ahorro de tiempo en desarrollo en posteriores proyectos. En la Figura 5 se observa la Arquitectura del MVC.

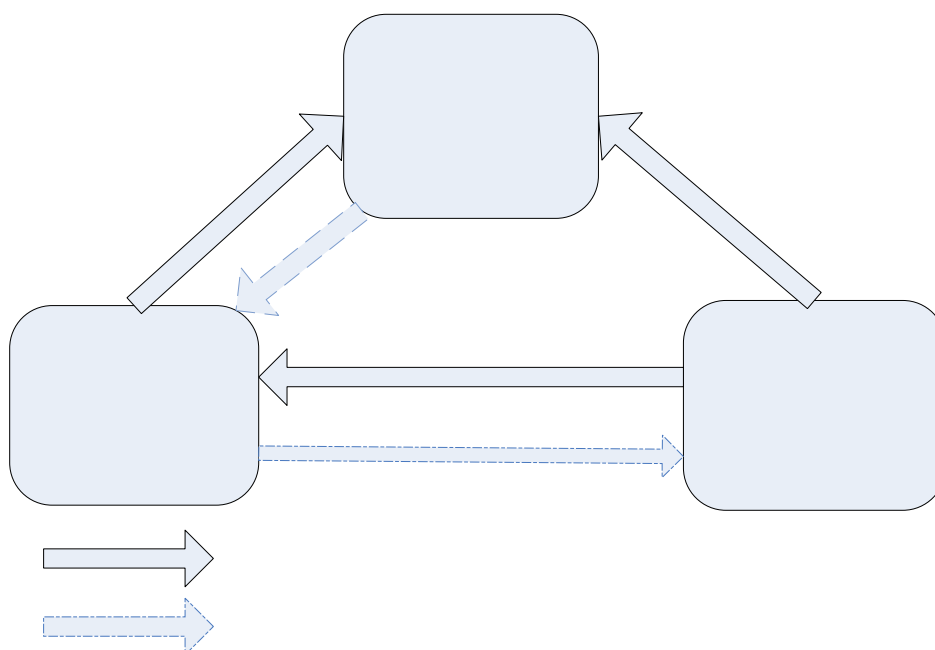


Figura 6. Arquitectura del MVC<sup>31</sup>

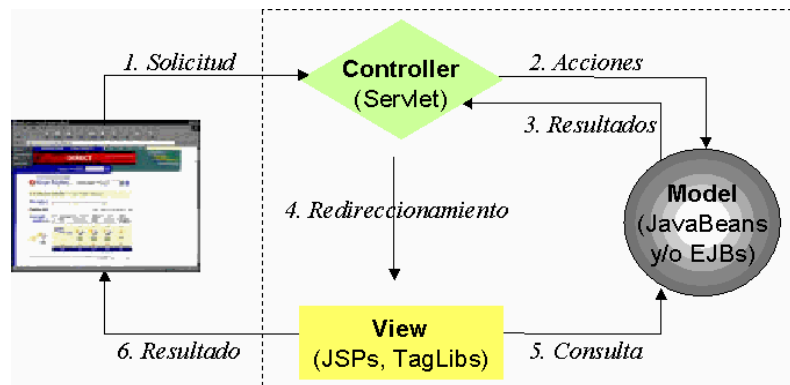
### 2.7.4. Funcionamiento del MVC en aplicaciones Web

En el caso del patrón MVC el procesamiento se lleva a cabo entre sus tres componentes. La Figura 6 presenta de manera gráfica este funcionamiento. El navegador genera una solicitud que es atendida por el Controlador (un Servlet especializado). El mismo se encarga de analizar la solicitud, seguir la configuración que se le ha programado en su XML y llamar al Action

Estado de consulta

<sup>31</sup> Gráfica tomada de: ANTONIUCCI, Javier. Manual Básico de Struts. Programación en Castellano. Dirección Electrónica <http://www.programacion.com/java/tutoriales/Api/>

correspondiente pasándole los parámetros enviados. El Action instanciará y/o utilizará los objetos de negocio para concretar la tarea. Según el resultado que retorne el Action, el Controlador derivará la generación de interfaz a una o más JSPs, las cuales podrán consultar los objetos del Modelo a fines de realizar su tarea.



**Figura 7.** Funcionamiento del MVC<sup>32</sup>

En términos generales, el controlador recibe una orden y decide quien la lleva a cabo en el modelo. Una vez que el modelo (la lógica de negocio) termina sus operaciones devuelve el flujo, este vuelve al controlador y este envía el resultado a la capa de presentación.

### 2.7.5. Implementación del Struts

El Struts simplifica notablemente la implementación de una arquitectura según el patrón MVC. El mismo separa muy bien lo que es la gestión del workflow de la aplicación, del modelo de objetos de negocio y de la generación de interfaz.

El controlador se encuentra implementado por Struts. Las acciones que se ejecutaran sobre el modelo de objetos de negocio se implementan basándose en clases predefinidas por el framework. La generación de interfaz se soporta mediante un conjunto de Tags predefinidos por Struts cuyo objetivo es evitar el

<sup>32</sup> Gráfica tomada de: ANTONIUCCI, Javier. Manual Básico de Struts. Programación en Castellano. Dirección Electrónica <http://www.programacion.com/java/tutoriales/Apiis/>

uso de Scriptlets<sup>33</sup>, lo cual genera ventajas de mantenibilidad y de performance (pooling de Tags, caching, etc).

### **2.7.6. Funcionamiento del Struts**

Como todo framework, Struts consiste en una librería de clases y una serie de configuraciones por lo que su instalación es muy similar en todos los servidores de aplicaciones que provean (o puedan agregársele) soporte de:

- Java Development Kit (version 1.2 or posterior)
- Servlet Container (version 2.2 or posterior)
- JavaServer Pages (JSP) (version 1.1 o posterior)
- XML Parser compatible con Java API for XML Parsing (JAXP) specification, 1.1 o posterior
- JDBC 2.0 Optional Package Classes

### **2.8. LAS BASES DE DATOS Y LA WEB**

El acceso a la base de datos a través de la web supone la comunicación entre:

- El *servidor de la base de datos*, el cual atiende las peticiones que el usuario realiza para acceder a la información de la base de datos.
- El *servidor web*, el cual se encarga de la comunicación remota con el usuario.
- El *proceso cliente*, consiste en un conjunto de sentencias cuyo objetivo es acceder a la información almacenada en la base de datos.

### **2.9. ACCESO A LA BASE DE DATOS MySQL CON JAVA**

Para acceder a la base de datos a través de procedimientos desarrollados en *Java*, se utiliza una tecnología llamada JDBC<sup>34</sup>. Para comunicarse con los diferentes SGBD desde JDBC se emplea un controlador (un *Driver*) que aísle las peculiaridades del SGBD y de su protocolo de comunicaciones.

---

<sup>33</sup> Scriptlets: son trozos de código Java entre "<%>" y "%>".

<sup>34</sup> JDBC: *Java database connectivity*

Existen diversos tipos de controladores de JDBC, que se clasifican según el siguiente esquema:

- ❖ Controladores de tipo 1. **Bridging Drivers**. Son controladores que traducen las llamadas de JDBC a llamadas de algún otro lenguaje de acceso a SGBD (por ejemplo, ODBC). Se usan en aquellas situaciones en las que no disponemos de un driver JDBC más adecuado. Implica instalar en la máquina cliente el controlador que nos permite traducir las llamadas JDBC. El más conocido es el driver JDBC-ODBC que actúa de puente entre JDBC y ODBC.
- ❖ Controladores de tipo 2. **Native API Partly Java Drivers**. Son controladores que usan el API de Java JNI (*Java native interface*) para presentar una interfase Java a un controlador binario nativo del SGBD. Su uso, igual que los de tipo 1, implica instalar el controlador nativo en la máquina cliente. Suelen tener un rendimiento mejor que los controladores escritos en Java completamente, aunque un error de funcionamiento de la parte nativa del controlador puede causar problemas en la máquina virtual de Java.
- ❖ Controladores de tipo 3. **Net-protocol All-Java Drivers**. Controladores escritos en Java que definen un protocolo de comunicaciones que interactúa con un programa de *middleware* que, a su vez, interacciona con un SGBD. El protocolo de comunicaciones con el *middleware* es un protocolo de red independiente del SGBD y el programa de *middleware* debe ser capaz de comunicar los clientes con diversas bases de datos. El inconveniente de esta opción consiste en que debemos tener un nivel más de comunicación y un programa más (el *middleware*).
- ❖ Controladores de tipo 4. **Native-protocol All-Java Drivers**. Son los controladores más usados en accesos de tipo intranet (los usados generalmente en aplicaciones web). Son controladores escritos totalmente

en Java, que traducen las llamadas JDBC al protocolo de comunicaciones propio del SGBD. No requieren ninguna instalación adicional ni ningún programa extra. Casi todos los SGBD modernos disponen ya de un controlador JDBC<sup>35</sup>.

La principal característica de *JDBC* además de la independencia de la base de datos, es que permite el uso de SQL dinámico; es decir, que se generan sentencias SQL en tiempo de ejecución. Esto es debido a que *Java* no realiza comprobaciones sintácticas, ni semánticas de las sentencias SQL que realizan llamadas al *JDBC*. Esta ventaja puede ser un inconveniente, ya que los errores (de acceso a la base de datos) serán descubiertos en tiempo de ejecución y no en tiempo de compilación de las clases *Java*.

## **2.10. INTRODUCCIÓN A MYSQL**

Uno de los puntos críticos en el desarrollo de aplicaciones web es la elección del SGBD que se utilizará. Existen en la actualidad bastantes SGBD de código libre, muchos de ellos del mismo nivel cualitativo que algunos de los SGBD comerciales más conocidos.

### **2.10.1. MySQL**

MySQL es un SGBD desarrollado por la empresa MySQL AB, una empresa de origen sueco que lo desarrolla bajo licencia de código libre (concretamente bajo GPL), aunque también, si se desea, puede ser adquirido con licencia comercial para ser incluido en proyectos no libres.

Es un sistema de bases de datos que usa SQL<sup>36</sup> para manipular, crear y mostrar datos. MySQL es un programa administrador de bases de datos y, SQL es un lenguaje de programación que este utiliza para llevar a cabo las tareas propias en una base de datos. Otros programas que administran bases de datos son: Microsoft SQL Server, Oracle y DB2.

---

<sup>35</sup> especialmente los de tipo 4

<sup>36</sup> SQL, es un Lenguaje de Consultas Estructurados desarrollado por IBM

### 2.10.2. CARACTERÍSTICAS DE MySQL:

- Es multiusuario, puede ser utilizada por más de una persona a la vez.
- Proporciona seguridad, sólo la gente que necesita dicha información se le puede permitir verla.
- Es flexible, es decir se puede ejecutar en casi cualquier plataforma, utilizando una estructura estrictamente cliente/servidor o como una base de datos independiente.
- Almacenamiento de datos, la capacidad de trabajar en conjunto.
- Es un servidor multiprocesos<sup>37</sup>, lo que lo hace extremadamente rápido, ya que el servidor proporciona un subproceso propio para cada cliente que se conecta al SGBD.
- Posee un sistema de ayuda en línea. Todos los comandos de MySQL se introducen mediante el indicador de comandos. Para ver qué tipo de argumentos acompaña a los comandos o qué función desempeña cada comando, solo debe digitar el comando, seguido de un guión y la palabra `help` o `- ?`, aquí se despliega la información acerca del comando.
- Es portable, significa que no se necesita cambiar la plataforma principal para aprovechar las ventajas que ofrece MySQL.
- Cuenta con diferentes APIs (interfaces de programación de aplicaciones). Incluye APIs para Perl, TCL, Pitón, C/C++, Java (JDBC) y ODBC.
- Soporte de transacciones (a partir de MySQL 4.0 si se usa InnoDB como motor de almacenamiento).
- Soporte de replicación (con un *master* actualizando múltiples *slaves*).
- Librería para uso embebido.
- Búsqueda por texto.
- *Cache* de búsquedas (para aumentar el rendimiento).

---

<sup>37</sup> *Multiprocesos* significa que cada vez que alguien establece una conexión con el servidor, el programa servidor crea un subproceso para manejar la solicitud del cliente.

## 2.11. DIRECCIONES DE BASE DE DATOS

Los controladores JDBC para identificar una conexión concreta a una base de datos utilizan un formato de dirección de tipo URL<sup>38</sup>. Esta dirección suele ser de la forma: *jdbc:controlador:basededatos*. El formato es muy flexible y los más usados se encuentran en la Tabla 3.

PostgreSQL	<i>jdbc:postgresql://127.0.0.1:5432/basedatos</i>
Oracle	<i>jdbc:oracle:oci8:@DBHOST</i>
JDBC-ODBC	<i>jdbc:odbc:dsn;opcionesodbc</i>
MySQL	<i>jdbc:mysql://localhost/ basedatos?</i>
SAP DB	<i>jdbc:sapdb://localhost/basedatos</i>

Tabla 3. Formatos de dirección de tipo URL<sup>39</sup>

En la tabla se puede observar que PostgreSQL especifica la dirección IP del servidor, así como el puerto (5432) y el nombre de la base de datos. Oracle, por otro lado, especifica un sub-controlador (oci8) y un nombre de base de datos que sigue los definidos por Oracle TNS. Podemos ver en los ejemplos de direcciones de conexión que, a pesar de ser diferentes, todas siguen un patrón muy similar (especialmente PostgreSQL, MySQL y SAP DB).

## 2.12. HERRAMIENTA DE DESARROLLO

A continuación se presenta la herramienta de desarrollo empleado para el desarrollo del aplicativo web, por su facilidad para la implementación del MVC y los Strust.

### 2.12.1. ECLIPSE

Eclipse es un IDE<sup>40</sup>, multiplataforma libre para crear aplicaciones clientes de cualquier tipo. La primera y más importante aplicación que ha sido realizada con este entorno es el conocido IDE Java llamado *Java Development Toolkit*

<sup>38</sup> URL: Universal Resource Locator

<sup>39</sup> Tabla tomada: MATEU, Carles. **Desarrollo de Aplicaciones Web**. [pdf] Primera Edición marzo 2004. Barcelona

<sup>40</sup> IDE: entorno integrado de desarrollo

(JDT) y el compilador incluido en Eclipse, que se usaron para desarrollar el propio Eclipse.

El proyecto Eclipse se divide en tres subproyectos:

- El Core de la aplicación, que incluye el subsistema de ayuda, la plataforma para trabajo colaborativo, el Workbench (construido sobre SWT y JFace) y el Workspace para gestionar proyectos.
- *Java Development Toolkit* (JDT), donde la contribución de Erich Gamma ha sido fundamental.
- *Plug-in Development Environment* (PDE), que proporciona las herramientas para el desarrollo de nuevos módulos.

Eclipse fue creado originalmente por IBM. Ahora lo desarrolla la Fundación Eclipse, una organización independiente sin ánimo de lucro que fomenta una comunidad de código abierto y un conjunto de productos complementarios, capacidades y servicios.

El IDE de Eclipse emplea *plug-in*<sup>41</sup> para proporcionar toda su funcionalidad, a diferencia de otros entornos monolíticos donde las funcionalidades están todas incluidas, las necesite el usuario o no. El mecanismo de módulos permite que el entorno de desarrollo soporte otros lenguajes además de Java. Por ejemplo, existe un módulo para dar soporte a C/C++. Existen módulos para añadir un poco de todo, desde Telnet hasta soporte a bases de datos.

Los componentes gráficos (widget) de Eclipse están basados en un juego de herramientas de tercera generación para Java de IBM llamado SWT que mejora los de primera y segunda generación de Sun (AWT y Swing, respectivamente). La interfaz de usuario de Eclipse cuenta con una capa intermedia de interfaz gráfica (GUI) llamada JFace, lo que simplifica la creación de aplicaciones basadas en SWT.

---

<sup>41</sup> Plug-in: módulos

La definición que da el proyecto Eclipse acerca de su software es: "*una especie de herramienta universal - un IDE abierto y extensible para todo y nada en particular*".

Una de sus grandes ventajas es que basa su funcionamiento en plugins con lo que es ampliable para que haga prácticamente cualquier cosa, desde edición de XML a control del Tomcat, pasando por plugins para otros lenguajes como Perl o *Shell Script*.

### **2.12.2. CARACTERÍSTICAS DEL IDE DE ECLIPSE**

La versión actual de **Eclipse** dispone de las siguientes características:

- Editor de texto
- Resaltado de sintaxis
- Compilación en tiempo real
- Pruebas unitarias con JUnit
- Control de versiones con CVS
- Integración con Ant
- Asistentes (*wizards*): para creación de proyectos, clases, tests, etc.
- Refactorización

## Capítulo 3.

### DESARROLLO DE LA HERRAMIENTA

---

Este capítulo aborda el proceso seguido para el desarrollo del Sistema de Información para la Medición de la Calidad del Aire<sup>42</sup>, producto de este trabajo investigativo, y sus respectivas entregas. Se describe inicialmente las características del software (donde se hace una comparación del proceso de generación de los informes por parte de la CDMB<sup>43</sup>, y la respectiva solución con el desarrollo de SIMCA), el análisis de los requisitos funcionales del sistema, el diseño global de la arquitectura del sistema, del modelo de la base de datos y de la interfaz. Después que las diferentes partes del sistema están estructuradas se procede a la implementación, tanto de la base de datos como de la herramienta en sí.

Es importante recordar que el presente desarrollo de software está basado en la metodología de entregas por etapas, por lo tanto cada implementación de una estructura funcional del sistema es una entrega.

#### 3.1 CONCEPTO DEL SOFTWARE

SIMCA es un software basado en la web, que sirve como medio de consulta a los usuarios, facilitando las labores de investigación a los docentes y a los estudiantes vinculados al macroproyecto del SEXPD<sup>44</sup>. Mediante el cálculo del Índice de la Calidad de Aire – ICA<sup>45</sup> -, esta herramienta, debe servir de apoyo en la toma de decisiones en los aspectos relacionados con los efectos de los contaminantes sobre la salud humana y la normatividad ambiental local.

---

<sup>42</sup> Sistema de Información para la Medición de la Calidad del Aire, de aquí en adelante SIMCA.

<sup>43</sup> CDMB: Corporación para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga.

<sup>44</sup> SEXPD: Sistema Experto Difuso para la Polución del Aire.

<sup>45</sup> ICA: Representa el estado de la calidad del aire y sus efectos en la salud humana.

Es importante tener en cuenta, que para precisar en las características del software a desarrollar, se tuvo en cuenta un conjunto de técnicas y tecnología propias de la CDMB, dado que el SEXPD está en su primera etapa, y el grupo de investigación al cual pertenece este tema, no cuenta con ellas. A continuación se los describe:

A. Datos de los monitores: Los datos son suministrados por la corporación. La CDMB cuenta con una red de monitoreo ubicada en sitios estratégicos de la ciudad. Estos datos son obtenidos automáticamente por los equipos de monitoreo, el cual genera un archivo en el que se registran la fecha, hora y el dato de la concentración correspondiente a los Factores Contaminantes y al de las Variables Meteorológicas dependiendo de la estación.

B. Indicador del ICA: Para el cálculo del índice de calidad del aire se toma el analizado por la CDMB. Este cálculo, que emplea ciertos criterios de evaluación ha sido comparado con los índices de calidad del aire desarrollados en Estados Unidos, México y Chile. Este índice, la corporación lo denomina IBUCA – Índice de la Calidad del Aire del Área Metropolitana de Bucaramanga –, y lo define así:

”El IBUCA es un índice que reporta diariamente la calidad del aire, indicando el nivel de concentración de aire que se respira y su correlación con la salud”.

***Fórmula del indicador:***

$$IBUCA = \frac{C_i}{NCA_i} * 10$$

Donde:

IBUCA: Índice de Calidad del Aire del Área Metropolitana Bucaramanga.

C<sub>i</sub>: Es la concentración medida del contaminante a evaluar.

NCA<sub>i</sub>: Es la norma para cada uno de los contaminantes.

C. Personal Técnico: La persona encargada de la Subdirección de Normatización y Calidad Ambiental, de la corporación proporcionó la información relacionada con este tema, desde la obtención de los datos hasta la generación de informes, explicando detenidamente el cálculo del IBUCA para cada parámetro contaminante.

Otro factor determinante para el análisis de los requerimientos del sistema fue estudiar los pasos que la corporación sigue para la generación de estos informes, y se evidenció que se hacía de una manera “manual”, o sea, esta no cuenta con un sistema especializado para este tipo de proceso. Los pasos se realizan de la siguiente manera:

1. Obtención de los datos: Como se había explicado anteriormente estos datos son obtenidos mediante la generación automática de los equipos de monitoreo.
2. Depuración de los Datos: El archivo plano generado por cada estación se manipula con la herramienta de Office para cálculo Excel, el cual permite abrirlo como archivo de tipo CSV o delimitado por comas. Estos archivos son organizados por estaciones, por mes.
3. Cálculo de la concentración de los parámetros y del ICA<sup>46</sup>: Después de depurar los datos, estos datos son procesados por la hoja de cálculo ya programada para obtener así la concentración de cada parámetro químico o meteorológico en el día anterior. También se calcula el ICA para cada químico de las diferentes estaciones por día.
4. Graficar: Cuando todos los cálculos se han realizado se prosigue a graficar estos resultados en Excel.
5. Subir a la página: Después que todo lo anterior ha terminado se monta al servidor para que el usuario pueda acceder desde su computador personal.

---

<sup>46</sup> En el contexto del desarrollo de la aplicación se considerará al índice de la contaminación del aire como ICA, y no IBUCA como lo maneja la corporación, para manejar el término de forma general.

Automatizar los procesos 2, 3, 4 hace parte de la propuesta de solución tanto para el SEXPD al cual pertenece este submódulo como para la misma corporación.

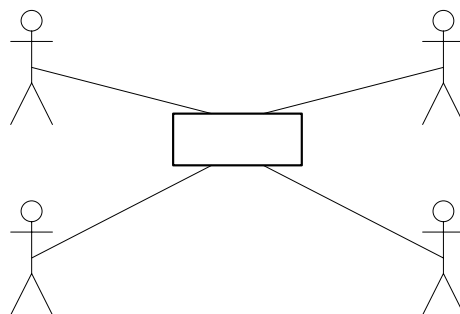
Se propone entonces la implementación de un Sistema de Información que almacene los datos de todas las estaciones de monitoreo y a partir de ahí genere los respectivos informes del ICA.

Para el desarrollo de la herramienta se implementará la tecnología de patrón de diseños, Struts y la estructura MVC, de los cuales se había citado en el capítulo 2. La lógica del modelo se desarrolla en Java, las vistas con JSP, y la ejecución de la aplicación se realiza en el servidor web Tomcat. Se utiliza como motor de bases de datos a MySQL.

### 3.2 ANÁLISIS PRELIMINAR DE REQUERIMIENTOS

#### 3.2.1. ACTORES DEL SISTEMA

SIMCA presenta cuatro tipos de usuarios bien diferenciados entre sí: Usuario General, Administrador, Investigador, Invitado. En la Figura 7 se presentan los actores del sistema, y a continuación su respectiva descripción.



**Figura 8. Actores del Sistema**

<b>ACTOR: Usuario General</b>
Un usuario general es aquella persona que está vinculada de alguna manera al grupo de investigación.
<b>PERFIL</b>
Estas personas presentan interés en el tema relacionado con la calidad del aire.
<b>RESPONSABILIDADES</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usar de manera responsable los reportes generados por la aplicación.</li> </ul>
<b>NECESIDADES</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asesorarse sobre cuáles son los químicos y los factores meteorológicos que se evalúan en cada estación.</li> <li>• Conocer conceptos básicos sobre el cálculo del ICA para interpretar los reportes generados.</li> </ul>

**Tabla 4. Descripción del Actor Usuario General**

<b>ACTOR: Administrador</b>
Este actor es de suma importancia en el resultado que al uso de las bases de datos se le debe dar.
<b>PERFIL</b>
El administrador es aquella persona que debe tener conocimientos plenos de todas las visiones del sistema a implementar de la Base de Datos, tiene una serie de responsabilidades en cuanto a la definición, administración, seguridad, privacidad e integridad de la información que es tratada.
<b>RESPONSABILIDADES:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Subir la aplicación al Servidor y hacer la configuración respectiva para su adecuado funcionamiento.</li> <li>• Usar de manera responsable los reportes generados por la aplicación.</li> <li>• Interactuar activamente con la herramienta y evaluar que los datos proporcionados sean correctos.</li> </ul>
<b>NECESIDADES</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tener pleno conocimiento del modelo de la base de datos.</li> <li>• Manejar correctamente las funciones del SIMCA.</li> <li>• Saber como se toma la concentración medida del contaminante a evaluar.</li> <li>• Conocer las normas para cada uno de los contaminantes.</li> <li>• Asesorarse sobre cuáles son los químicos y los factores meteorológicos que se evalúan en cada estación.</li> <li>• Conocer conceptos básicos sobre el cálculo del ICA para interpretar los reportes generados.</li> </ul>

**Tabla 5. Descripción del Administrador**

<b>ACTOR: Investigador</b>
Este es un tipo de usuario especializado. Un usuario investigador pueden ser las personas pertenecientes al grupo GIEMA, CEIAM y a la CDMB. Estos usuarios utilizan la aplicación como un submódulo del Sistema Experto el cual se encuentra en desarrollo a la fecha, interaccionando con él en la medida que les sea útil para cumplir con las funcionalidades del mismo.
<b>PERFIL</b> Son los miembros del grupo de investigación que trabajan la línea de Calidad del Aire, como parte de su investigación y desarrollo.
<b>RESPONSABILIDADES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interactuar activamente con la herramienta y evaluar que los datos proporcionados sean correctos.</li> <li>• Exponer de manera clara y concisa la evaluación de nuevos parámetros o generación de reportes que ayuden a enriquecer la investigación en lo que a contaminación del aire se refiere.</li> </ul>
<b>NECESIDADES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Asesorarse muy bien en el manejo de la herramienta</li> <li>• Asesorarse sobre cuáles son los químicos y los factores meteorológicos que se evalúan en cada estación.</li> <li>• Conocer conceptos básicos sobre el cálculo del ICA para interpretar los reportes generados.</li> </ul>

**Tabla 6. Descripción del Investigador**

<b>ACTOR: Invitado</b>
Es aquel usuario que puede hacer parte de una institución educativa o ambiental interesado en el tema relacionado con calidad del aire.
<b>PERFIL</b> Estos usuarios son aquellos que desde su área pueden dar sus aportes para profundizar en el tema en desarrollo.
<b>RESPONSABILIDADES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Usar de manera responsable los reportes generados por la aplicación.</li> </ul>
<b>NECESIDADES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Asesorarse del manejo de la herramienta</li> <li>• Asesorarse sobre cuáles son los químicos y los factores meteorológicos que se evalúan en cada estación.</li> <li>• Conocer conceptos básicos sobre el cálculo del ICA para interpretar los reportes generados.</li> </ul>

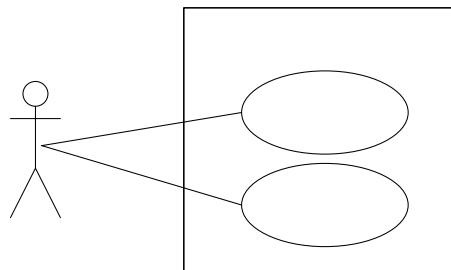
**Tabla 7. Descripción del Actor Invitado**

### 3.2.2. REQUISITOS FUNCIONALES DEL SISTEMA

En este aparte se plantean los requisitos funcionales del sistema a desarrollar, donde la herramienta deberá cumplir con las siguientes funcionalidades generales:

- Dar permiso a los usuarios de acuerdo a su perfil.
- Permitir el almacenamiento de los datos de los parámetros<sup>47</sup> obtenidos de las diferentes estaciones de monitoreo de la CDMB<sup>48</sup>,
- Automatizar los procesos para la generación de reportes, relacionado con:
  - El comportamiento de estos,
  - y el diagnóstico de la calidad del aire.

La primera funcionalidad hace parte del Nivel de Seguridad que posee el sistema para el ingreso de sus respectivos usuarios y el control de los permisos por el tipo de usuario. Este nivel de seguridad consta de 5 tablas para su implementación por lo tanto se describe a continuación los casos de uso en los cuales el único actor permitido para este tipo de acciones es el Administrador.



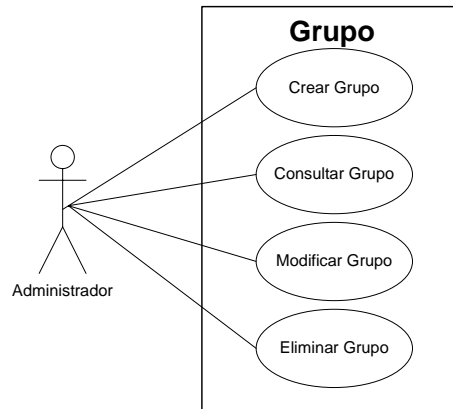
**Figura 9. Diagrama de casos de uso de Opción**

	<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>	<b>Actor</b>
1	Consultar Opción	Las opciones son creadas sólo a nivel de programación, por lo tanto el Administrador solo las puede observar.	Administrador
2	Modificar Opción	Lo único que se puede modificar es el orden de la opción.	Administrador

**Tabla 8. Casos de uso de Opción**

<sup>47</sup> Parámetros: Factores Contaminantes o Químicos y las Variables Metereológicas.

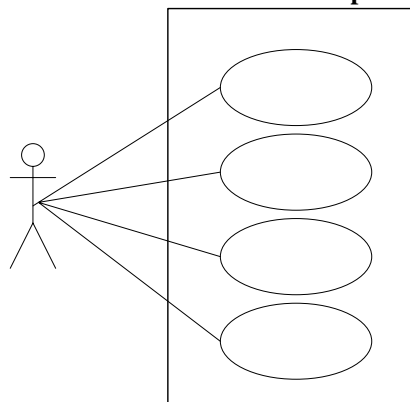
<sup>48</sup> CDMB: Corporación autónoma regional para la defensa de la meseta de Bucaramanga



**Figura 10. Diagrama de casos de uso de Grupo**

	<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>	<b>Actor</b>
1	Crear Grupo	Crear un nuevo Grupo de Usuarios	Administrador
2	Consultar Grupo	Consultar Grupos creados	Administrador
3	Modificar Grupo	Modificar un Grupo	Administrador
4	Eliminar Grupo	Eliminar uno o varios Grupos	Administrador

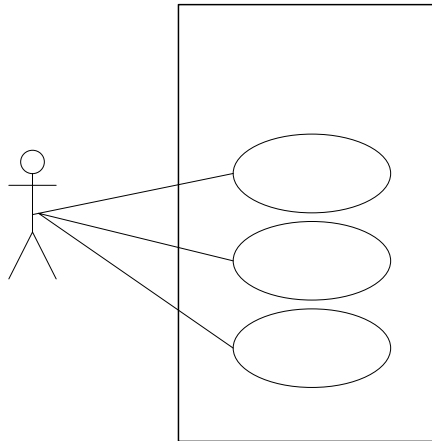
**Tabla 9. Casos de uso de Grupo**



**Figura 11. Diagrama de casos de uso de Usuario**

	<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>	<b>Actor</b>
1	Crear Usuario	Crear los Usuarios	Administrador
2	Consultar Usuario	Consultar Usuarios creados	Administrador
3	Modificar Usuario	Modificar un Usuario	Administrador
4	Eliminar Usuario	Eliminar uno o varios Usuarios	Administrador

**Tabla 10. Casos de uso de Usuario**



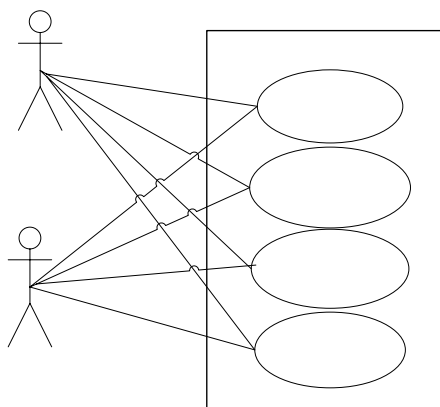
**Figura 12. Diagrama de casos de uso de Grupo por Opciones y por Usuario**

	<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>	<b>Actor</b>
1	Seleccionar Opciones	Seleccionar las opciones para cada grupo creado	Administrador
2	Seleccionar Usuarios	Seleccionar los Usuarios para cada Grupo	Administrador
3	Asignar Clave	Asignar la correspondiente clave a cada usuario creado.	Administrador

Administrador

**Tabla 11. Casos de uso de Grupo por Opciones y por Usuario**

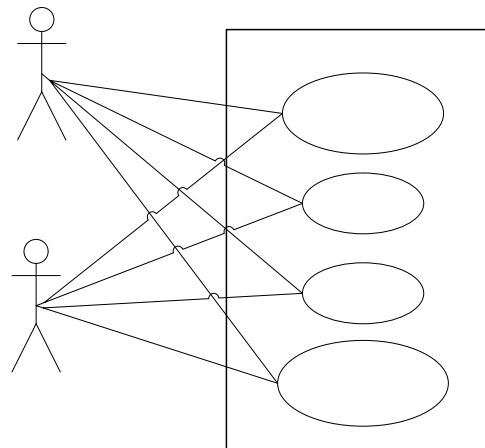
El segundo punto de las funcionalidades generales hace parte del proyecto en sí, el eje de la aplicación como ya se había mencionado.



**Figura 13. Diagrama de casos de uso de Parámetro**

	<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>	<b>Actor(es)</b>
1	Crear Parámetro	Crear los Parámetros que el sistema va a evaluar	Administrador e Investigador
2	Consultar Parámetro	Consultar los Parámetros	Administrador e Investigador
3	Modificar Parámetro	Modificar un Parámetro	Administrador e Investigador
4	Eliminar Parámetro	Eliminar uno o varios Parámetros	Administrador e Investigador

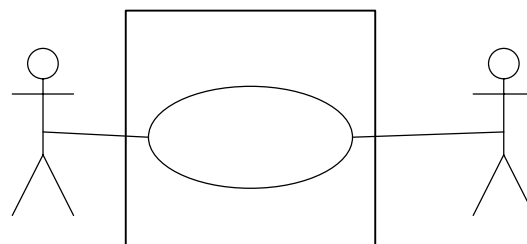
**Tabla 12. Casos de uso de Parámetro**



**Figura 14. Diagrama de casos de uso de Estaciones**

	<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>	<b>Actor(es)</b>
1	Crear Estaciones	Crear las Estaciones de Monitoreo	Administrador e Investigador
2	Consultar Estaciones	Consultar las Estaciones creadas	Administrador e Investigador
3	Modificar Estaciones	Modificar una Estación	Administrador e Investigador
4	Eliminar Estaciones	Eliminar uno o varias Estaciones	Administrador e Investigador

**Tabla 13. Casos de uso de Estaciones**



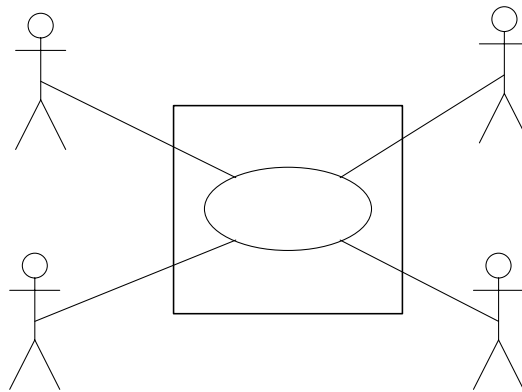
**Figura 15. Diagrama de casos de uso de Medida**

Investigador

	<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>	<b>Actor</b>
1	Subir Archivo	Subir los archivos planos al sistema obtenidos de los monitores	Administrador e Investigador

**Tabla 14. Casos de uso de Medida**

La última funcionalidad hace referencia a la generación de los reportes, la cual es responsabilidad de todos los actores:



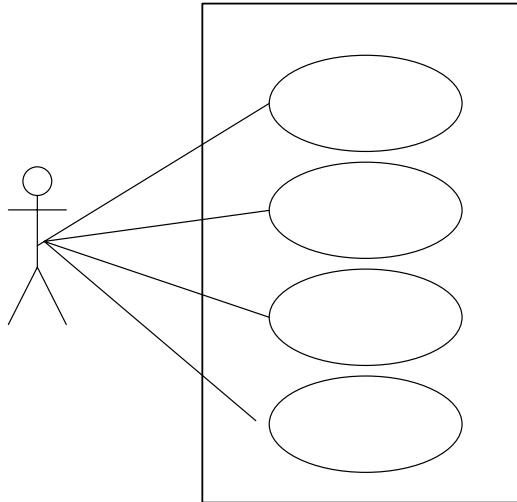
**Figura 16. Diagrama de casos de uso de Reportes**

	<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>	<b>Actor(es)</b>
1	Generar Reportes	Generar reportes con respecto al comportamiento de los parámetros y el ICA de las estaciones.	Todos los Actores

**Tabla 15. Casos de uso de Reportes**

Los siguientes son los parámetros básicos, un subconjunto del segundo conjunto de funcionalidades, sin los cuales el sistema no funcionaría de manera adecuada, debido a la relación que estos mantienen con las tablas transaccionales.

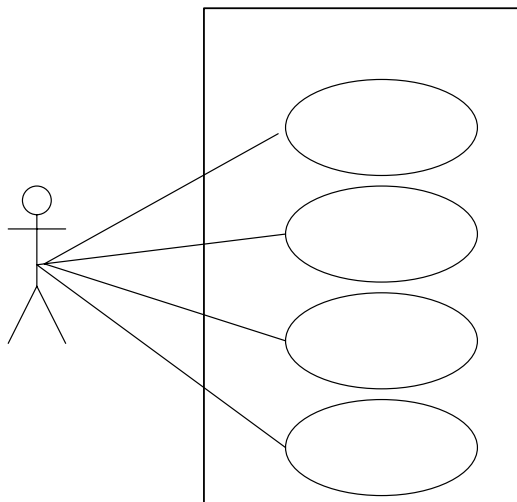
Usuario General



**Figura 17. Diagrama de casos de uso de Periodo**

	<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>	<b>Actor</b>
1	Crear Periodo	Crear un nuevo Periodo para la concentración máxima de un parámetro determinado	Administrador
2	Consultar Periodo	Consultar Periodos creados	Administrador
3	Modificar Periodo	Modificar un Periodo	Administrador
4	Eliminar Periodo	Eliminar uno o varios Periodos a la vez	Administrador

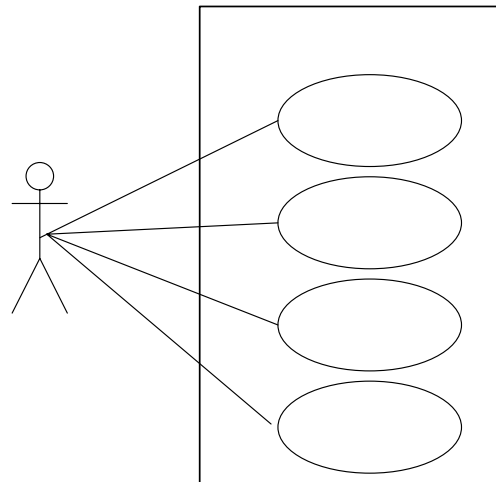
**Tabla 16. Casos de uso de Periodo**



**Figura 18. Diagrama de casos de uso de Unidad**

	<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>	<b>Actor</b>
1	Crear Unidad	Crear una nueva Unidad para indicar la muestra en que se encuentra medido un parámetro	Administrador
2	Consultar Unidades	Consultar Unidades creadas	Administrador
3	Modificar Unidad	Modificar una Unidad creada	Administrador
4	Eliminar Unidades	Eliminar una o varias Unidades a la vez	Administrador

**Tabla 17. Casos de uso de Unidad**

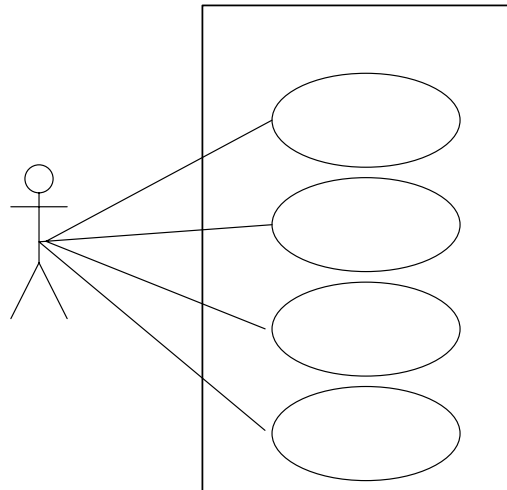


**Figura 19. Diagrama de casos de uso de Rango**

	<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>	<b>Actor</b>
1	Crear Rango	Crear un nuevo Rango para el indicador del ICA	Administrador
2	Consultar Rango	Consultar Rangos creados	Administrador
3	Modificar Rango	Modificar un Rango creado	Administrador
4	Eliminar Rango	Eliminar uno o varios Rangos a la vez	Administrador
5	Valorar Rango	Dar una cualidad al Rango creado	Administrador

**Tabla 18. Casos de uso de Rango**

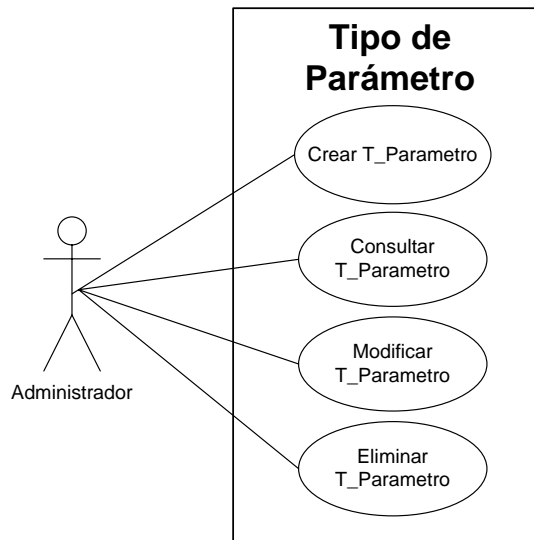
Administrador



**Figura 20. Diagrama de casos de uso de Norma**

	<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>	<b>Actor</b>
1	Crear Norma	Crear una Norma nueva de calidad del aire por cada químico a evaluar	Administrador
2	Consultar Norma	Consultar Normas creadas	Administrador
3	Modificar Norma	Modificar una Norma creada	Administrador
4	Eliminar Norma	Eliminar una o varias Normas a la vez	Administrador
5	Ingresar Norma	Ingresar la norma local vigente para cada químico	Administrador

**Tabla 19. Casos de uso de Norma**



**Figura 21. Diagrama de casos de uso de Tipo de Parámetro**

	<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>	<b>Actor</b>
1	Crear T_parámetro	Crear un nuevo Tipo de Parámetro	Administrador
2	Consultar T_parámetro	Consultar los Tipos de Parámetros	Administrador
3	Modificar T_parámetro	Modificar un Tipo de Parámetro	Administrador
4	Eliminar T_parámetro	Eliminar uno o varios Tipos de Parámetros	Administrador

**Tabla 20. Casos de uso de Tipo de Parámetro**

### **3.2.3. REQUISITOS TÉCNICOS**

#### **Requisitos de Hardware y Software**

##### **Servidor**

El servidor de la aplicación debe contar con las siguientes características:

- Procesador 2.0GB en adelante
- Mínimo 512MB de RAM
- Disco duro de 80G
- Sistema Operativo Windows Xp
- Máquina Virtual de Java J2RE 1.5
- Motor de Base de Datos MySQL 5.0.X
- Software de Servidor Tomcat 5.5.X

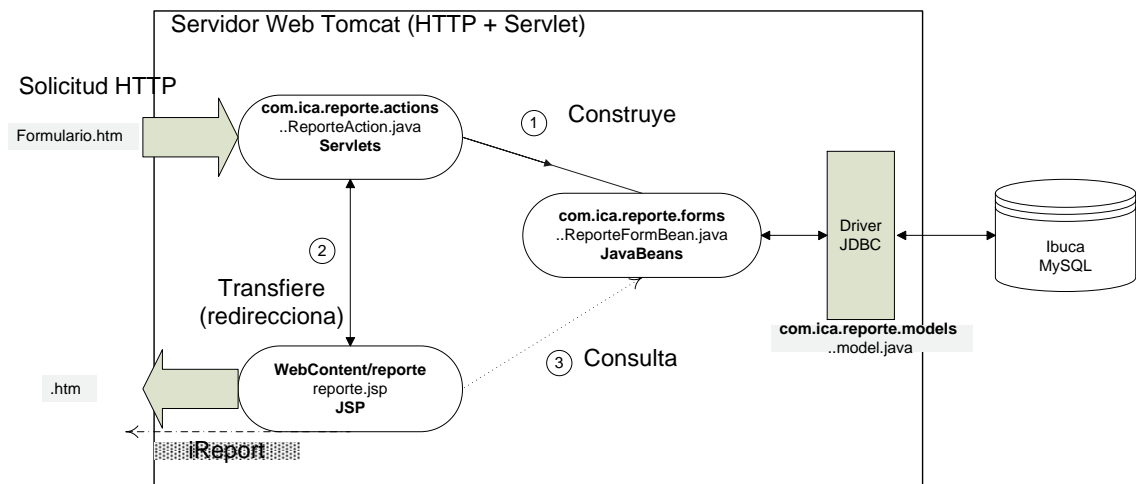
##### **Cliente**

- Procesador 1.2 GB en adelante
- 256 MB en RAM como mínimo
- Conexión a Internet
- Navegador Internet Explorer 5.0 o superior

### 3.3 DISEÑO GLOBAL

#### 3.3.1. DISEÑO DE LA ARQUITECTURA DEL SISTEMA

El diseño global del sistema está basado en el cuarto modelo de la arquitectura para la web. Este modelo como se mencionó en el marco teórico es la implementación de los Struts y del MVC.



**Figura 22. Diseño de la Arquitectura del MVC para Java y la Inserciones en la Base de Datos**

A continuación se explica el funcionamiento de cada capa dentro de la arquitectura Web a implementar:

**El Modelo o Beans:** Es la capa de procesamiento del Negocio, se implementa con Java, y en él se realizan:

- El modelamiento de los datos y el comportamiento detrás del proceso de negocio.
- Para este caso específico se responsabiliza de:
  - Realizar consultas a *ibUCA*<sup>49</sup>, mediante el lenguaje SQL.
  - Realizar los cálculos relacionados con el ICA.

<sup>49</sup> *ibUCA*: Es el nombre de la Base de Datos implementada en MySQL.

- Procesar órdenes de generación de reportes.
- Encapsular los datos y el comportamiento que es independiente de la presentación

**Las Vistas o JSPs:** Esta es la capa de presentación y se desarrollan en JSP, en dónde:

- Se presenta el menú de opciones de acuerdo al tipo de usuario
- Se presentan los reportes del comportamiento de los parámetros y del cálculo del ICA, manejados en la lógica del modelo.
- No le concierne la forma como se obtiene la información o de donde proviene

**El Control o los Servlets:** Es la capa de control, se implementa con Java y maneja los envíos:

- Sirve como conexión entre la interacción del usuario y los servicios del negocio
- Es responsable por la toma de decisiones entre múltiples presentaciones
- Una solicitud entra la aplicación a través de la capa de control, la cual decide hacia donde sigue la solicitud y determina la información que se debe devolver.

### **3.3.2. DISEÑO DEL MODELO DE LA BASE DE DATOS**

Para realizar el modelamiento del problema en estudio, se tendrán en cuenta tanto los requisitos anteriormente expuestos como los aspectos semánticos siguientes. Además, es importante recordar, que los modelos de datos que soportan las teorías para el tratamiento de la información mediante el uso del computador, permiten la representación y el tratamiento del problema a tres niveles de abstracción diferente. Por lo tanto, este proceso de representación de cada uno de los niveles de abstracción se realiza en etapas sucesivas,

donde se particulariza en los elementos propios de cada nivel, refinándola en el nivel siguiente. Para el presente análisis se tienen en cuenta los siguientes aspectos semánticos:

ASPECTO 1: Se desea almacenar y manipular la información correspondiente a los Factores Contaminantes del aire y las Variables Meteorológicas, las cuales serán considerada indistintamente en el contexto de este libro como parámetros.

ASPECTO 2: Los datos son suministrados por corporación. La CDMB, cuenta con una red de monitoreo de la calidad del aire, pues posee cinco estaciones químicas y cuatro estaciones meteorológicas ubicadas estratégicamente en el área metropolitana de Bucaramanga.

ASPECTO 3: Los datos son tomados automáticamente por equipos de monitoreo. Se registra la fecha, hora y el dato de la concentración correspondiente a los parámetros dependiendo de la estación analizada.

ASPECTO 4: Para representar el estado de la calidad del aire en Bucaramanga y sus efectos en la salud humana se emplea el cálculo del **ICA**. (Lo que la corporación ha llamado **IBUCA**)

ASPECTO 5: EL **ICA** se calcula para los cinco principales contaminantes (Dióxido de Nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ), Dióxido de Azufre ( $\text{SO}_2$ ), Monóxido de Carbono ( $\text{CO}$ ) y Material particulado ( $\text{PM}_{10}$ )) para los cuales hay establecido una norma de calidad de acuerdo a la legislación ambiental vigente en Colombia<sup>50</sup>. El sistema deberá ser parametrizable dado que los criterios de evaluación de los parámetros medidos varían de acuerdo a las políticas ambientales regionales y nacionales.

---

<sup>50</sup> Para el cálculo del IBUCA se utilizan los límites establecidos por el DAMA en la resolución 391 de 2001. Tomado de IBUCA\_documento, archivo facilitado por la CDMB.

ASPECTO 6: El valor de este índice es calculado para cada uno de los contaminantes evaluados en una estación, finalmente el valor más alto de los contaminantes en una estación determina el ICA para esa estación. Los reportes de ICA son diarios<sup>51</sup>.

ASPECTO 8: La recuperación de los datos mediante el servidor ubicado en la corporación, permite generar los informes diarios del **ICA**, el comportamiento en 24 horas de un parámetro, el comportamiento por días en un rango de fecha de un parámetro determinado, el parámetro determinante del ICA para una estación indicando su valor y su correlación con la salud.

### **3.3.1.1. Modelo Conceptual y Modelo Lógico**

En el presente subcapítulo se documenta el análisis de los niveles de abstracción conceptual y lógico, iniciando con una breve introducción separada de las mismas y luego su respectivo desarrollo.

Para representar la información tal y como se percibe del mundo real, se emplea el modelo de datos Entidad – Relación<sup>52</sup>, que como, ya se había mencionado, es la representación conceptual más utilizada para el análisis de los problemas, donde no se tiene en cuenta, como éste pueda ser representado para que sea entendido por los programas del computador.

El modelo lógico parte del modelo conceptual, trata de limitar la representación y el tratamiento de la información en función del hardware y software a utilizar. En este modelo se describen los objetos, se identifican y explican sus atributos, los procedimientos que muestran su comportamiento y las relaciones que existen entre ellos.

A continuación se presentan los siguientes diagramas de entidad – relación de acuerdo a su funcionalidad, y debajo de cada uno de estos se encuentra el

---

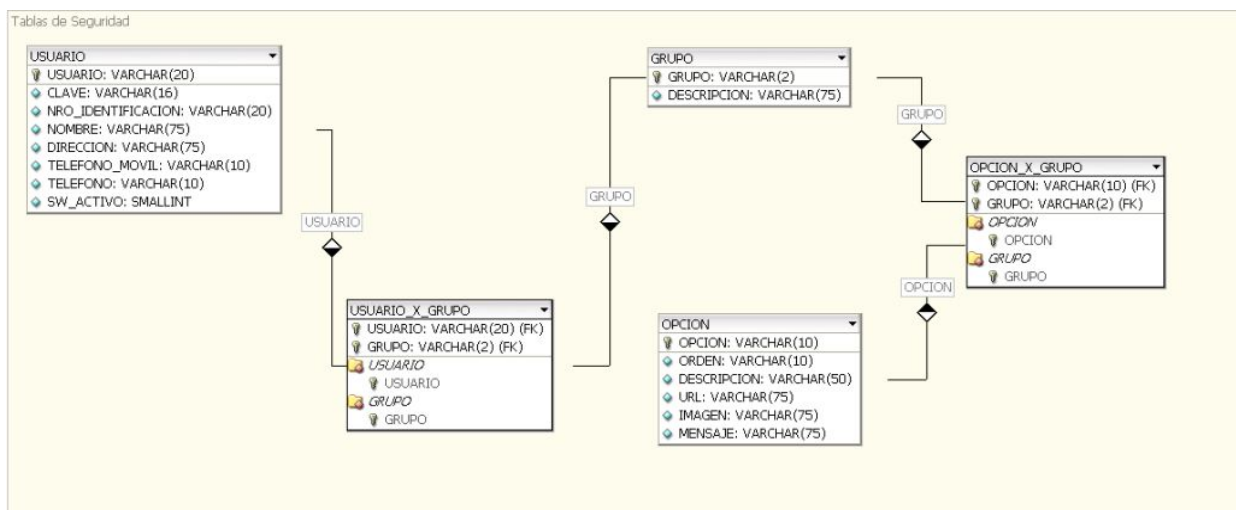
<sup>51</sup> Tomado de IBUCA\_documento, archivo facilitado por la CDMB.

<sup>52</sup> Este es el modelo conceptual, que se enuncia como objetivo 1.1 del presente libro.

modelo lógico representado en cada una de tabla de las que conforma el nivel al que pertenece con sus respectivas características.

### ❖ Nivel de Seguridad

Las tablas agrupadas en este nivel permiten al usuario administrador del sistema parametrizar las opciones de seguridad en cuanto al acceso al sistema, configuración de usuarios, grupos, opciones, entre otros parámetros que le permiten a este tener un mejor control del sistema. (Ver Figura 23)



**Figura 23. Diagrama Entidad – Relación. Nivel de Seguridad**

### USUARIO

El usuario es aquella persona que se interrelaciona con el sistema. Los usuarios se crean, modifican y eliminan o inactivan los usuarios del sistema. Un usuario que haya realizado transacciones no se puede eliminar.

<b>Nombre de la Entidad</b>		
USUARIO		
<b>Definición de la Entidad</b>		
El usuario es aquella persona que se interrelaciona con el sistema.		
<b>Atributos</b>		
<b>Nombre del Atributo</b>	<b>Tipo de datos</b>	<b>Descripción</b>
USUARIO	VARCHAR(20)	Identificador del usuario.
CLAVE	VARCHAR(15)	Guarda la clave de acceso al sistema
NRO_IDENTIFICACIÓN	VARCHAR(20)	Almacena el número de identificación

		del usuario.
NOMBRE	VARCHAR(75)	Almacena el nombre del usuario.
DIRECCIÓN	VARCHAR(75)	Almacena la dirección de la Estación de Monitoreo.
TELÉFONO_MÓVIL	VARCHAR(10)	Almacena el número del teléfono móvil del usuario.
TELÉFONO	VARCHAR(10)	Almacena el número del teléfono fijo del usuario.
SW_ACTIVO	SMALLTINT	Indicador de la inactividad del usuario
<b>Descripción de los Métodos de Entidad</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Crear_USUARIO ()</b>: Permite crear un usuario</li> <li>• <b>Consultar_USUARIO ()</b>: Permite consultar un usuario.</li> <li>• <b>Modificar_USUARIO ()</b>: Modifica un usuario.</li> <li>• <b>Eliminar_USUARIO ()</b>: Elimina uno o vario usuarios.</li> </ul>		
<b>Limitaciones</b>		
Los usuarios son privilegios del administrador		

Tabla 21. Entidad Usuario

## GRUPO

Esta Entidad Grupo representa a un conjunto de usuarios que acceden al sistema.

<b>Nombre de la Entidad</b>		
GRUPO		
<b>Definición de la Entidad</b>		
Esta Entidad Grupo representa a un conjunto de usuarios que acceden al sistema.		
<b>Atributos</b>		
<b>Nombre del Atributo</b>	<b>Tipo de datos</b>	<b>Descripción</b>
GRUPO	VARCHAR(2)	Identifica al grupo.
DESCRIPCIÓN	VARCHAR(75)	Almacena el tipo de grupo
<b>Descripción de los Métodos de Entidad</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Crear_GRUPO ()</b>: Permite crear un grupo</li> <li>• <b>Consultar_GRUPO ()</b>: Permite Consultar los grupos creados.</li> <li>• <b>Modificar_GRUPO ()</b>: Modifica los grupos.</li> <li>• <b>Eliminar_GRUPO ()</b>: Elimina los grupos creados.</li> </ul>		
<b>Limitaciones</b>		
Los usuarios son privilegios del administrador		

Tabla 22. Entidad Grupo

## USUARIO\_X\_GRUPO

Una vez creados los usuarios y los grupos, en esta opción se relacionan, y determina a qué grupo puede pertenecer cada usuario creado.

<b>Nombre de la Entidad</b>		
USUARIO_X_GRUPO		
<b>Definición de la Entidad</b>		

Esta es una relación que nace de las tablas USUARIO y GRUPO, y determina a qué grupo puede pertenecer cada usuario creado.		
<b>Atributos</b>		
<b>Nombre del Atributo</b>	<b>Tipo de datos</b>	<b>Descripción</b>
USUARIO	VARCHAR(20)(FK)	Llave foránea proveniente de la tabla Usuario.
GRUPO	VARCHAR(2)(FK)	Llave foránea proveniente de la tabla Grupo.
<b>Descripción de los Métodos de Entidad</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Seleccionar_Grupo ()</b> :Permite seleccionar un tipo de grupo</li> <li>• <b>Asignar_Usuario_X_Grupo ()</b>: Asigna un usuario al tipo de grupo anteriormente seleccionado.</li> </ul>		
<b>Limitaciones</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se puede seleccionar un grupo si antes no ha sido creado el grupo</li> <li>• No se puede asignarle un grupo a un usuario, si antes no ha sido creado el usuario y el grupo.</li> </ul>		

Tabla 23. Relación Usuario\_X\_Grupo

## OPCIÓN

Con esta tabla inicia las tablas de seguridad, esta tabla contiene cada uno de los ítems del menú.

<b>Nombre de la Entidad</b>		
OPCIÓN		
<b>Definición de la Entidad</b>		
Con esta tabla inicia las tablas de seguridad, esta tabla contiene cada uno de los ítems del menú.		
<b>Atributos</b>		
<b>Nombre del Atributo</b>	<b>Tipo de datos</b>	<b>Descripción</b>
OPCIÓN	VARCHAR(10)	Identifica el tipo de opción del menú.
ORDEN	VARCHAR(10)	Representa la posición de la opción en el menú, representada por una sarta de caracteres así: 01. indica que es el primer menú, 01_02_03 indica que es el tercer ítem del submenú 02 del menú 01
DESCRIPCIÓN	VARCHAR(50)	Descripción que saldrá en el menú
URL	VARCHAR(75)	Almacena la dirección de la Opción.
IMAGEN	VARCHAR(75)	Guarda la imagen de la opción.
MENSAJE	VARCHAR(75)	Guarda el mensaje de la opción en el navegador.
<b>Descripción de los Métodos de Entidad</b>		
No se mencionan por las limitaciones que se presentan a continuación.		
<b>Limitaciones</b>		
Este tipo de entidad lleva un desarrollo inmerso por lo tanto, el único que puede modificarla es el programador, ya que cada opción que se cree debe tener una url para que se desarrolle.		

Tabla 24. Entidad Opción

## OPCION\_X\_GRUPO

Aquí se parametrizan las opciones del menú a las cuáles tiene permiso determinado grupo de usuarios.

<b>Nombre de la Entidad</b>		
OPCION_X_GRUPO		
<b>Definición de la Entidad</b>		
Esta es una relación que nace de las tablas OPCIÓN y GRUPO, y determina a qué grupo pertenece cada usuario creado.		
<b>Atributos</b>		
<b>Nombre del Atributo</b>	<b>Tipo de datos</b>	<b>Descripción</b>
OPCIÓN	VARCHAR(10)(FK)	Llave foránea proveniente de la tabla Opción.
GRUPO	VARCHAR(2)(FK)	Llave foránea proveniente de la tabla Grupo.
<b>Descripción de los Métodos de Entidad</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Seleccionar_Grupo ()</b> :Permite seleccionar un tipo de grupo</li><li>• <b>Asignar_Usuario_X_Grupo ()</b>: Asigna un usuario al tipo de grupo anteriormente seleccionado.</li></ul>		
<b>Limitaciones</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>• No se puede seleccionar un grupo si antes no ha sido creado</li><li>• No se puede asignarle un grupo a un usuario, si antes no ha sido creado el usuario y el grupo.</li></ul>		

Tabla 25. Relación Opción\_X\_Grupo

### ❖ Tablas Transaccionales

En este conjunto de tablas transaccionales se encuentra el eje central para la implementación del aplicativo, resumidas en las tablas ESTACION\_MONITOREO, PARAMETRO y la relación de ellas dos, MEDIDA. Las otras tablas adicionales se manejarán en el contexto como básicas. (Ver Figura 24)

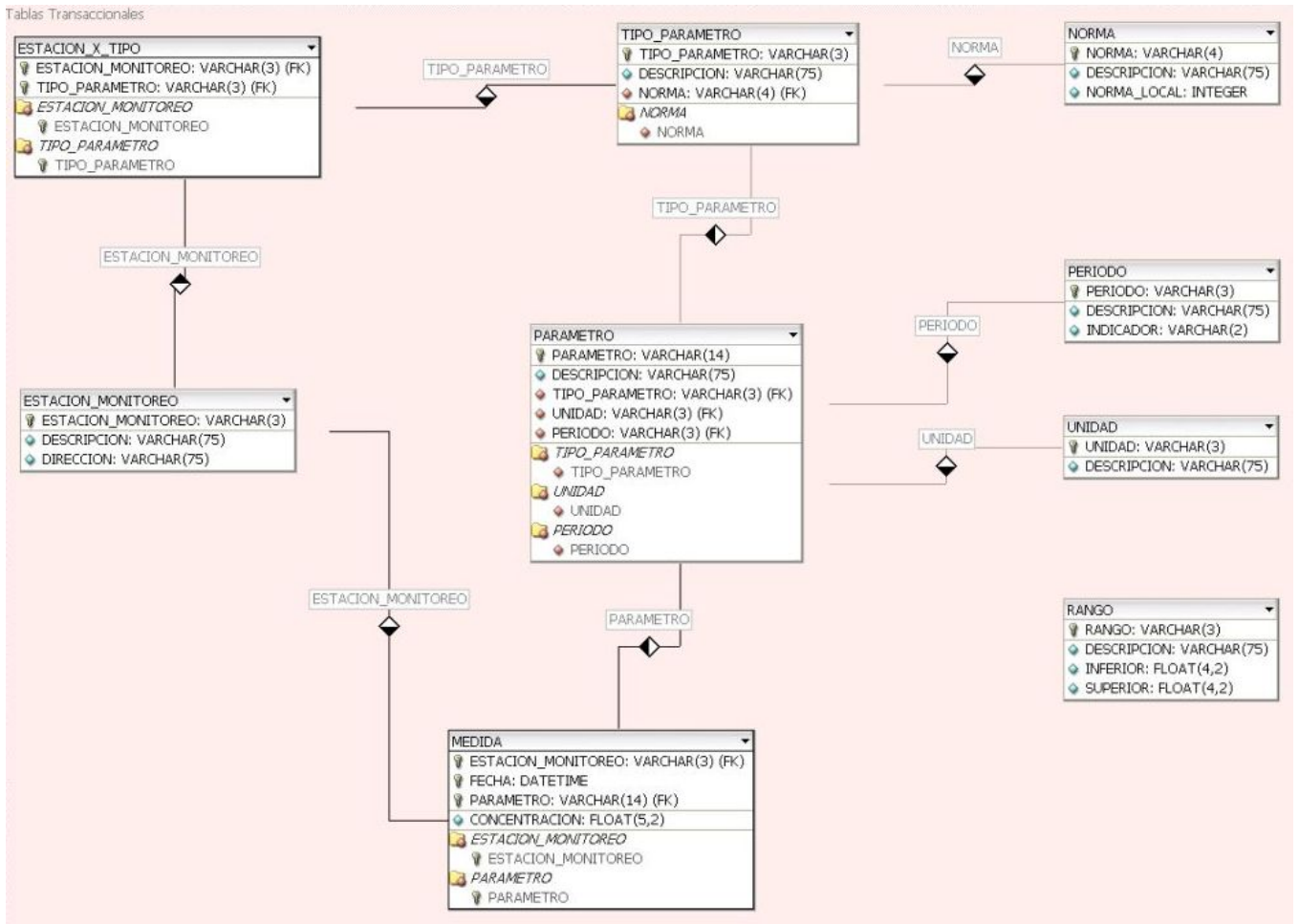


Figura 24. Diagrama Entidad – Relación. Tablas Transaccionales

## ESTACION\_MONITOREO

Entidad en la cual se almacenan las estaciones de monitoreo dedicadas a medir y almacenar los factores contaminantes producidos por los agentes móviles y las variables meteorológicas.

<b>Nombre de la Entidad</b>		
ESTACION_MONITOREO		
<b>Definición de la Entidad</b>		
Entidad en la cual se almacenan las estaciones de monitoreo dedicadas a medir y almacenar los factores contaminantes producidos por los agentes móviles y las variables meteorológicas		
<b>Atributos</b>		
<b>Nombre del Atributo</b>	<b>Tipo de datos</b>	<b>Descripción</b>
ESTACION_MONITOREO	VARCHAR(3)	Identifica a la Estación de Monitoreo.
DESCRIPCION	VARCHAR(10)	Almacena el nombre de la Estación de Monitoreo
DIRECCION	VARCHAR(10)	Almacena la dirección de la Estación de Monitoreo.
<b>Descripción de los Métodos de Entidad</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Crear_ ESTACION_MONITOREO ()</b>: Permite crear la Estación de Monitoreo.</li> <li>• <b>Consultar_ ESTACION_MONITOREO ()</b>: Permite Consultar las Estaciones de Monitoreo.</li> <li>• <b>Modificar_ ESTACION_MONITOREO ()</b>: Modifica las Estaciones de Monitoreo.</li> <li>• <b>Eliminar_ ESTACION_MONITOREO ()</b>: Elimina Estaciones de Monitoreo.</li> </ul>		
<b>Limitaciones</b>		
No tiene limitaciones		

Tabla 26. Entidad Estación de Monitoreo

## PARAMETRO

En esta tabla se guarda los diferentes parámetros a evaluar con sus respectivas características.

<b>Nombre de la Entidad</b>		
PARAMETRO		
<b>Definición de la Entidad</b>		
Entidad que almacena la información respecto a los factores contaminantes y las variables meteorológicas analizados por las estaciones de monitoreo.		
<b>Atributos</b>		
<b>Nombre del Atributo</b>	<b>Tipo de datos</b>	<b>Descripción</b>
PARAMETRO	VARCHAR(14)	Identifica al Parámetro.
DESCRIPCION	VARCHAR(75)	Almacena el nombre del Parámetro
TIPO_PARAMETRO	VARCHAR(3)(FK)	Llave foránea de la tabla Tipo_Parámetro
UNIDAD	VARCHAR(3)(FK)	Llave foránea de la tabla Unidad
PERIODO	VARCHAR(3)(FK)	Llave foránea de la tabla Periodo
<b>Descripción de los Métodos de Entidad</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Crear_ PARAMETRO ()</b>: Permite crear un nuevo Parámetro.</li> <li>• <b>Consultar_ PARAMETRO ()</b>: Permite Consultar la información del Parámetro.</li> <li>• <b>Modificar_ PARAMETRO ()</b>: Modifica al Parámetro.</li> <li>• <b>Eliminar_ PARAMETRO ()</b>: Elimina al Parámetro.</li> </ul>		
<b>Limitaciones</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se debe crear primero la tabla Unidad.</li> <li>• Se debe crear antes la tabla Periodo.</li> <li>• Se debe crear el Tipo de Parámetro para que el Parámetro sea creado.</li> </ul>		

Tabla 27. Entidad Parámetro

## MEDIDA

Esta tabla relaciona las Estaciones de Monitoreo con los Parámetros.

<b>Nombre de la Entidad</b>		
MEDIDA		
<b>Definición de la Entidad</b>		
Entidad que relaciona las tablas ESTACION_MONITOREO y PARAMETRO.		
<b>Atributos</b>		
<b>Nombre del Atributo</b>	<b>Tipo de datos</b>	<b>Descripción</b>
ESTACION_MONITOREO	VARCHAR(3)(FK)	Llave foránea de la tabla Estación Monitoreo.
FECHA	DATETIME	Almacena la fecha y hora en la que es registrada la concentración del parámetro.
PARAMETRO	VARCHAR(14)(FK)	Llave foránea de la tabla Parámetro.
CONCENTRACION	FLOAT(5,2)	Almacena la concentración máxima permitida para un Tipo de Parámetro.
<b>Descripción de los Métodos de Entidad</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Subir_Datos ()</b>: Permite subir los archivos planos generados por los monitores.</li></ul>		
<b>Limitaciones</b>		

Tabla 28. Relación Medida

## Parámetros Básicos del Nivel Transaccional

### UNIDAD

La siguiente entidad registra las unidades en la que son medidas las muestras de los parámetros.

<b>Nombre de la Entidad</b>		
UNIDAD		
<b>Definición de la Entidad</b>		
Entidad que representa el tipo de unidad en la que se miden los parámetros.		
<b>Atributos</b>		
<b>Nombre del Atributo</b>	<b>Tipo de datos</b>	<b>Descripción</b>
UNIDAD	VARCHAR(3)	Identifica la Unidad.
DESCRIPCIÓN	VARCHAR(75)	Almacena el nombre de las Unidades.
<b>Descripción de los Métodos de Entidad</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Crear_UNIDAD ()</b>: Crea un nuevo tipo de Unidades.</li><li>• <b>Consultar_UNIDAD ()</b>: Permite Consultar la Unidades creadas.</li><li>• <b>Modificar_UNIDAD ()</b>: Modifica una Unidad creada.</li><li>• <b>Eliminar_UNIDAD ()</b>: Elimina una o varias Unidades creadas.</li></ul>		
<b>Limitaciones</b>		
No tiene limitaciones		

Tabla 29. Entidad Unidad

## PERIODO

Entidad representa el tiempo de muestra que se toma para un determinado contaminante. Este puede ser tomado como el máximo valor en un día o el promedio de sus concentraciones en 24 horas.

Nombre de la Entidad		
PERIODO		
Definición de la Entidad		
Entidad representa el tiempo de muestra que se toma para un determinado contaminante. Este puede ser tomado como el máximo valor en un día o el promedio de sus concentraciones en 24 horas.		
Atributos		
Nombre del Atributo	Tipo de datos	Descripción
PERIODO	VARCHAR(3)	Identifica al Periodo.
DESCRIPCION	VARCHAR(75)	Almacena el nombre del Periodo para un determinado contaminante.
INDICADOR	VARCHAR(2)	Almacena el valor del periodo.
Descripción de los Métodos de Entidad		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Crear_ PERIODO ()</b>: Crea un nuevo tipo de Periodo.</li> <li>• <b>Consultar_ PERIODO ()</b>: Permite Consultar un Periodo creado.</li> <li>• <b>Modificar_ PERIODO ()</b>: Modifica un Periodo creado.</li> <li>• <b>Eliminar_ PERIODO ()</b>: Elimina uno o varios Periodos creados.</li> </ul>		
Limitaciones		

Tabla 30. Entidad Periodo

## TIPO\_PARAMETRO

Una vez creada la norma se asocia a esta tabla de tipo de parámetro para fijarle criterios a los parámetros creados.

Nombre de la Entidad		
TIPO_PARAMETRO		
Definición de la Entidad		
Una vez creados la Estaciones de Monitoreo y los Tipos de Parámetros, en esta opción se relacionan. Representa a la estación dependiendo los parámetros evaluados en ella.		
Atributos		
Nombre del Atributo	Tipo de datos	Descripción
TIPO_PARAMETRO	VARCHAR(3)	Identifica al Tipo de Parámetro.
DESCRIPCION	VARCHAR(75)	Almacena el nombre del Tipo de Parámetro.
NORMA	VARCHAR(4)(FK)	Llave foránea de la tabla Norma.
Descripción de los Métodos de Entidad		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Crear_ TIPO_PARAMETRO ()</b>: Crea un Tipo de Parámetro.</li> <li>• <b>Consultar_ TIPO_PARAMETRO ()</b>: Permite Consultar los Tipos de Parámetros creados.</li> <li>• <b>Modificar_ TIPO_PARAMETRO ()</b>: Modifica el Tipo de Parámetro.</li> <li>• <b>Eliminar_ TIPO_PARAMETRO ()</b>: Elimina uno o varios Tipos de Parámetros.</li> </ul>		
Limitaciones		
Está relacionado con la Norma.		

Tabla 31. Entidad Tipo de Parámetro

## NORMA

En esta tabla se registran las Normas de Calidad del Aire utilizadas en el cálculo del ICA.

Nombre de la Entidad		
NORMA		
Definición de la Entidad		
Entidad que representa los datos relacionados con la norma para cada contaminante. Se utilizan los datos proporcionados por el DAMA, autoridad ambiental de Colombia.		
Atributos		
Nombre del Atributo	Tipo de datos	Descripción
NORMA	VARCHAR(4)	Identifica a la Norma.
DESCRIPCION	VARCHAR(75)	Almacena el nombre de la Norma.
NORMA_LOCAL	INTEGER	Almacena el valor de la Norma. Sólo los contaminantes tienen norma.
Descripción de los Métodos de Entidad		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Crear_NORMA ()</b>: Crea una Norma nueva.</li> <li>• <b>Consultar_NORMA()</b>: Permite Consultar las Norma creadas.</li> <li>• <b>Modificar_NORMA ()</b>: Modifica una Norma.</li> <li>• <b>Eliminar__ NORMA ()</b>: Elimina uno o varias las Normas.</li> </ul>		
Limitaciones		
No tiene limitaciones		

Tabla 32. Entidad Norma

## ESTACION\_X\_TIPO

Una vez creados las estaciones y los tipos de parámetros, en esta opción se relacionan, y representa la estación dependiendo del tipo de parámetro que es evaluado en ella.

Nombre de la Entidad		
ESTACION_X_TIPO		
Definición de la Entidad		
Una vez creados las estaciones y los tipos de parámetros, en esta opción se relacionan, y representa la estación dependiendo del tipo de parámetro que es evaluado en ella.		
Atributos		
Nombre del Atributo	Tipo de datos	Descripción
ESTACION_MONITOREO	VARCHAR(3)(FK)	Llave foránea de la tabla ESTACION_MONITOREO.
TIPO_PARAMETRO	VARCHAR(3)(FK)	Llave foránea de la tabla TIPO_PARAMETRO.
Descripción de los Métodos de Entidad		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Seleccionar_Estación()</b>: Permite seleccionar la estación a la cual se le van asignar el tipo de parámetro que esta evalúa.</li> <li>• <b>Asignar_T_Parametro()</b>: Asigna el tipo de parámetro a las estación seleccionada.</li> </ul>		
Limitaciones		
La tabla ESTACION_MONITOREO y TIPO_PARAMETRO deben estar creadas para su manipulación.		

Tabla 33. Relación Estación por Tipo de Parámetro

## RANGO

En esta tabla se registran los rangos que puede tener el índice de calidad del aire (ICA) Este indicador está relacionado con la afectación que tiene la contaminación del aire sobre la salud humana.

Nombre de la Entidad		
RANGO		
Definición de la Entidad		
Entidad en la cual se muestra la categorización de los valores entre los cuales se mueve el valor del Indicador (ICA), que es adimensional y posee una escala de 0 a 10 dependiendo el grado de contaminación del aire. La escala presenta su respectivo descriptor.		
Atributos		
Nombre del Atributo	Tipo de datos	Descripción
RANGO	VARCHAR(3)	Identifica al Rango.
DESCRIPCIÓN	VARCHAR(75)	Es la cualidad del Rango.
INFERIOR	FLOAT(4,2)	Almacena el valor inferior del rango.
SUPERIOR	FLOAT(4,2)	Almacena el valor superior del rango.
Descripción de los Métodos de Entidad		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Crear_ RANGO ()</b>: Crea un nuevo rango.</li> <li>• <b>Consultar_ RANGO ()</b>: Permite Consultar Rangos creados.</li> <li>• <b>Modificar_ RANGO ()</b>: Modifica un Rango.</li> <li>• <b>Eliminar_ RANGO ()</b>: Elimina uno o varios Rangos.</li> </ul>		
Limitaciones		
No tiene limitaciones		

Tabla 34. Entidad Rango

### ❖ Tablas de Reportes

Esta herramienta que ofrece SIMCA para poder interpretar de forma gráfica permite el análisis de la información relacionada con el comportamiento de los parámetros y el ICA de las diferentes estaciones. Para que el análisis tenga un mayor soporte este genera dos tipos de reportes adicionales. El comportamiento de un parámetro en 24 horas y el ICA por Parámetros de una estación donde se presenta de manera cualitativa este índice. (Ver Figura 25)

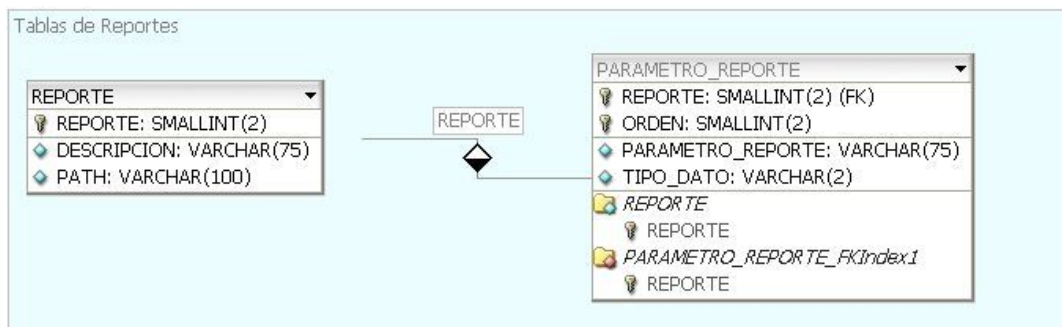


Figura 25. Diagrama Entidad – Relación. Tablas de Reportes

## REPORTE

Entidad que representa los tipos de reportes a generar por el sistema.

Nombre de la Entidad		
REPORTE		
Definición de la Entidad		
Entidad que representa los tipos de reportes a generar por el sistema.		
Atributos		
Nombre del Atributo	Tipo de datos	Descripción
REPORTE	SMALLINT(2)	Identifica al reporte.
DESCRIPCION	VARCHAR(75)	Almacena el tipo de reporte
PATH	VARCHAR(100)	Almacena dirección donde se encuentra ubicado el reporte
Descripción de los Métodos de Entidad		
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Crear_FC ()</b>: Incluye Información del Factor Contaminante.</li><li>• <b>Consultar_FC ()</b>: Permite Consultar la información del Factor Contaminante.</li><li>• <b>Modificar_FC ()</b>: Modifica al Factor Contaminante.</li><li>• <b>Eliminar_FC ()</b>: Elimina al Factor Contaminante.</li></ul>		
Limitaciones		
No tiene limitaciones		

Tabla 35. Entidad Reporte

## PARAMETRO\_REPORTE

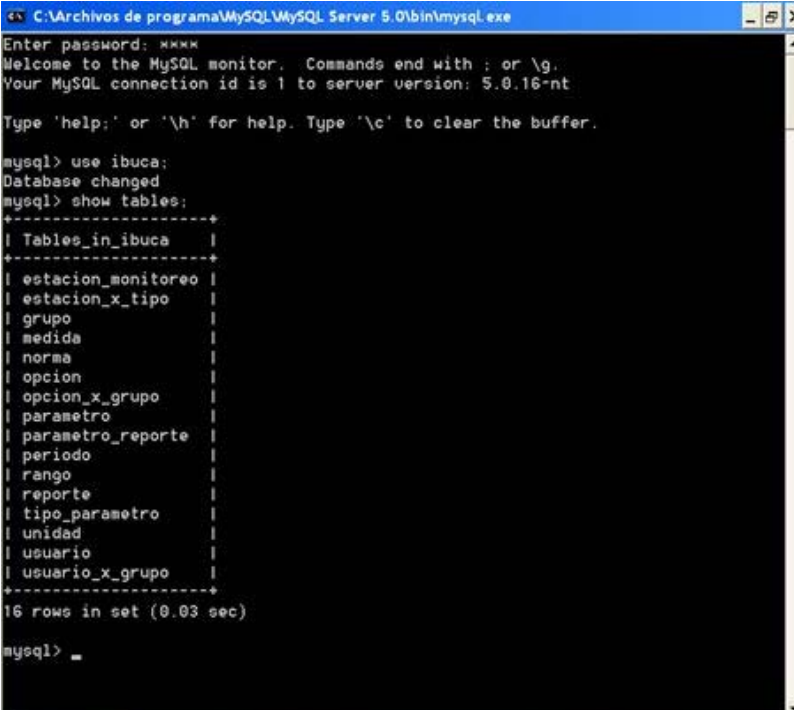
Entidad en la cual se muestra la información concerniente los factores contaminantes producido por agentes móviles y analizado por las estaciones de monitoreo.

Nombre de la Entidad		
PARAMETRO_REPORTE		
Definición de la Entidad		
Entidad en la cual se muestra la información concerniente los factores contaminantes producido por agentes móviles y analizado por las estaciones de monitoreo.		
Atributos		
Nombre del Atributo	Tipo de datos	Descripción
REPORTE	SMALLINT(2)(FK)	Identifica al reporte. Llave foránea con reporte
ORDEN	SMALLINT(2)	Identifica en orden del parámetro que se esta solicitando, un parámetro es un valor solicitado
PARAMETRO_REPORTE	VARCHAR(75)	Indica la validación que se debe hacer sobre el parámetro
TIPO_DATO	VARCHAR(2)	Indica el tipo de dato del parámetro, si este es entero, varchar...
Descripción de los Métodos de Entidad		
<b>Generar_REPORTE ()</b> : Permite crear los reportes.		
Limitaciones		
No tiene limitaciones		

Tabla 36. Entidad Parámetro Reporte

### 3.3.1.2. Modelo Físico

Este modelo está soportado por los dos modelos anteriores, principalmente en su representación y los métodos para el tratamiento de la información. Esta representación física determina la estructura utilizada para el almacenamiento de la información, que para este caso se desarrolló en el SGBD MySQL, el cual está basado en el uso del modelo de datos relacional y de su respectiva teoría. La implementación del modelo físico, queda como se observa en la figura siguiente:



```
C:\Archivos de programa\MySQL\MySQL Server 5.0\bin>mysql.exe
Enter password: ****
Welcome to the MySQL monitor.  Commands end with ; or \g.
Your MySQL connection id is 1 to server version: 5.0.16-nt

Type 'help;' or '\h' for help. Type '\c' to clear the buffer.

mysql> use ibuca;
Database changed
mysql> show tables;
+-----+
| Tables_in_ibuca |
+-----+
| estacion_monitoreo |
| estacion_x_tipo |
| grupo |
| medida |
| norma |
| opcion |
| opcion_x_grupo |
| parametro |
| parametro_reporte |
| periodo |
| rango |
| reporte |
| tipo_parametro |
| unidad |
| usuario |
| usuario_x_grupo |
+-----+
16 rows in set (0.03 sec)

mysql> _
```

Figura 26. Implementación del Modelo Físico

## 3.4 DISEÑO DE LA APLICACIÓN

El diseño de las aplicaciones web se basa de técnicas elementales como las plantillas, entre otras, para el desarrollo de sus tres tipos de diseño, de manera que defina una arquitectura con la habilidad de evolucionar con el paso del tiempo. A continuación se presentan estos tres tipos de diseño.

### 3.4.1. Diseño Arquitectónico

Este diseño se centra en la definición de la estructura global de la aplicación web. Ahora bien, en el numeral 3.3 del presente capítulo se mencionó el diseño global del sistema, por lo tanto para observar el diseño arquitectónico del sistema hay que remitirse a la Gráfica No 22. Importante tener en cuenta que la meta de un diseñador arquitectónico es hacer corresponder la estructura de la WebApp con el contenido que se va a presentar, además, en el presente diseño se aplica el patrón de diseño MVC, al nivel jerárquico.

### 3.4.2. Diseño de Navegación

Establecida la arquitectura de la aplicación web se definen los componentes de la arquitectura, donde se define la ruta de navegación que facilite al usuario el acceso a los servicios de las opciones de los menús. En la gráfica a continuación se presenta como se navega dentro de una opción del menú principal.

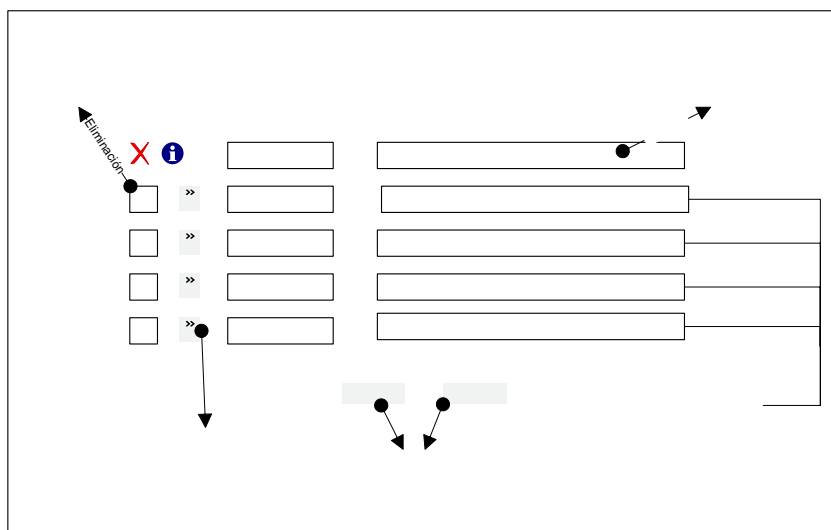


Figura 27. Diseño de Navegación

### 3.4.3. Diseño de la interfaz

La interfaz de usuario de una WebApp es la “primera impresión”. El diseño de la interfaz se centra en la página principal, donde se encuentra el menú de navegación. Al entrar a las subopciones del menú principal aparecerá un botón que regresa a la página principal, presentando una interfaz bien estructurada y de fácil navegación. La gráfica que continuación presenta las características anteriormente mencionada.

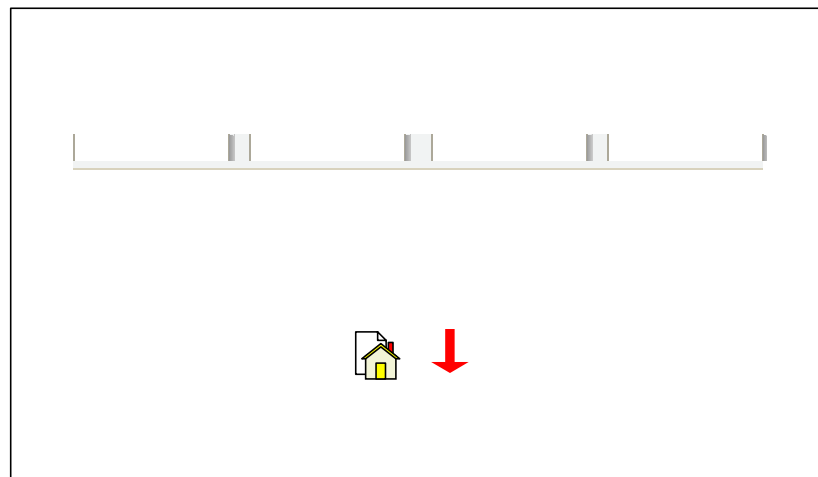


Figura 28. Diseño del la interfaz

### 3.5 FUNCIONALIDAD DEL SISTEMA

A continuación se presentan de manera general y mediante casos de usos la interacción de los diferentes actores con el sistema. Las especificaciones de los mismos se encuentran cuando se define las funcionalidades del sistema

- Ingresar al sistema

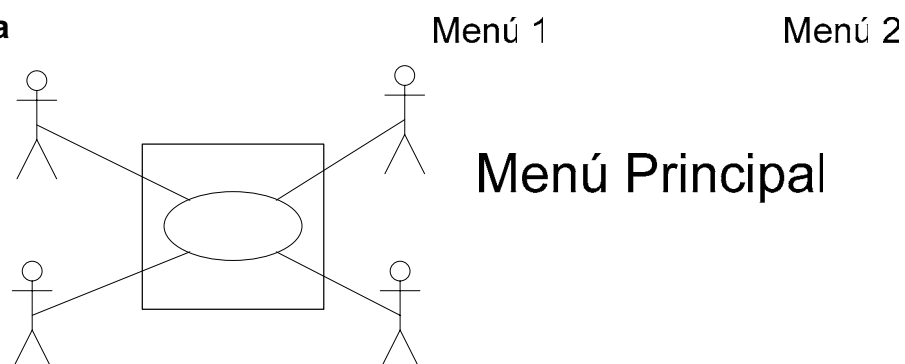


Figura 29. Ingreso al Sistema

<b>CASO DE USO: Ingresar al Sistema</b>
<b>DESCRIPCIÓN</b> Permite la interacción de los actores con el sistema.
<b>PRECONDICIONES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Solo el administrador tiene permiso para entrar como usuario y contraseña root, el resto de usuarios son creados por él.</li> </ul>
<b>LIMITES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Solo ingresan aquellos usuarios creados por el administrador.</li> </ul>
<b>FLUJO PRINCIPAL</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>El usuario digita el usuario y clave asignado y entra al sistema.</li> </ul>
<b>VARIACIONES</b>
<b>EXCEPCIONES</b>

Tabla 37. Casos de Uso de Ingreso al Sistema

- Definir los parámetro de seguridad:

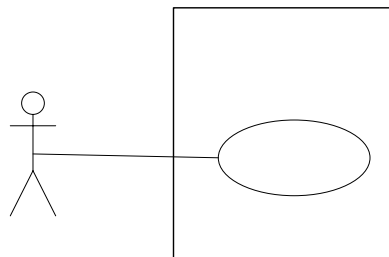


Figura 30. Caso de Uso de Parámetro de Seguridad

<b>CASO DE USO: Mantener P- S</b>
<b>DESCRIPCIÓN</b> Este caso de uso explica de manera general lo que el administrador debe hacer con las tablas del nivel de seguridad.
<b>PRECONDICIONES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El administrador de acuerdo a los lineamientos establecidos para el uso de la aplicación define los diferentes permisos propios para cada actor.</li> </ul>
<b>LIMITES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>
<b>FLUJO PRINCIPAL</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El administrador deberá hacer mantenimiento a: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Grupos de usuarios</li> <li>○ Usuarios</li> <li>○ Opciones X Grupo y</li> <li>○ Usuarios X Grupo</li> </ul> </li> </ul>
<b>VARIACIONES</b>
<b>EXCEPCIONES</b>

Tabla 38. Caso de Uso de Mantenimiento de los Parámetro de Seguridad

- **Hacer mantenimiento a los parámetros básicos:**

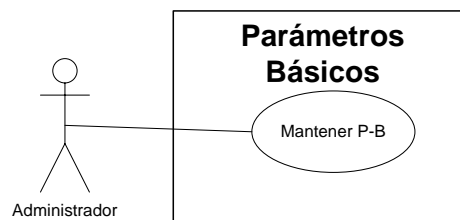


Figura 31. Caso de Uso de Parámetros Básicos.

<b>CASO DE USO: Mantener P- B</b>
<b>DESCRIPCIÓN</b> Este caso de uso resume el mantenimiento que debe hacerse a los parámetros básicos por parte del administrador.
<b>PRECONDICIONES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se debe tener en cuenta las relaciones existentes en las tablas, ya que si no, alguna de ellas no puede ser llenada.</li> </ul>
<b>LIMITES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>
<b>FLUJO PRINCIPAL</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El administrador deberá hacer mantenimiento a: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Periodos</li> <li>○ Unidades</li> <li>○ Rangos</li> <li>○ Normas</li> <li>○ Tipo de Parámetros</li> </ul> </li> </ul>
<b>VARIACIONES</b>
<b>EXCEPCIONES</b>

Tabla 39. Caso de Uso de Mantenimiento de Parámetros Básicos

- **Hacer mantenimiento a los parámetros transaccionales:**

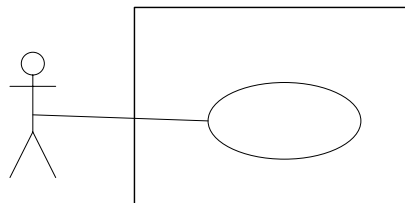


Figura 32. Caso de Uso de Parámetros Transaccionales

<b>CASO DE USO: Mantener P - T</b>
<b>DESCRIPCIÓN</b> Este caso de uso resume el mantenimiento que debe hacerse a los parámetros transaccionales por parte del administrador.
<b>PRECONDICIONES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se debe tener en cuenta que las tablas de los parámetros básicos estén con registros creados.</li> </ul>
<b>LIMITES</b>
<b>FLUJO PRINCIPAL</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El administrador deberá hacer mantenimiento a: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Parámetro</li> <li>2. Estaciones</li> </ol> </li> </ul>
<b>VARIACIONES</b>
<b>EXCEPCIONES</b>

Tabla 40. Caso de Uso de Parámetros Transaccionales

- **Montar los archivos de los monitores.**

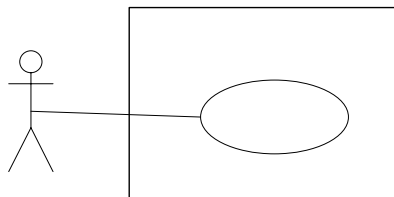


Figura 33. Caso de Uso de los Archivos de Monitores

<b>CASO DE USO: Subir Archivos</b>
<b>DESCRIPCIÓN</b> La aplicación procesa el archivo plano generado por los monitores
<b>PRECONDICIONES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El script de la Base de Datos ibuca debe estar corriendo con la aplicación</li> </ul>
<b>LIMITES</b>
<b>FLUJO PRINCIPAL</b> El administrador desde una ubicación específica sube el archivo de acuerdo a la estación.
<b>VARIACIONES</b>
<b>EXCEPCIONES</b>

Tabla 41. Caso de Uso de los Archivos de los Monitores

- **Generar Reportes:**

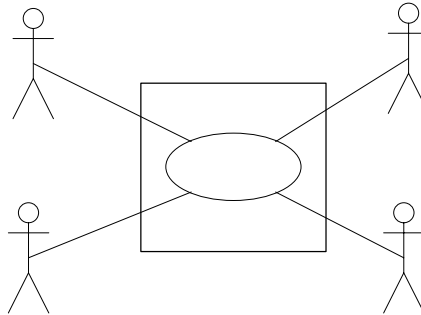


Figura 34. Caso de Uso de Generación de Reportes

<b>CASO DE USO: Generar Reportes</b>
<b>DESCRIPCIÓN</b> La aplicación genera seis tipos de reportes.
<b>PRECONDICIONES</b> El usuario debe estar registrado y el computador desde el cual accede a la aplicación debe contar con los requisitos mínimos establecidos para el cliente en el numeral 3.2.3 de los Requisitos Técnicos del presente capítulo
<b>LIMITES</b>
<b>FLUJO PRINCIPAL</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El usuario se dirige al menú principal y hace clic en la opción Reportes, y escoge el que desea observar. <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reporte por Hora: En este reporte se presenta el comportamiento de un parámetro en 24 horas.</li> <li>2. Reporte por Días: Presenta el comportamiento diario de un parámetro, obteniendo cada valor para un día de acuerdo al periodo establecido para él.</li> <li>3. Reporte del ICA: Este reporte muestra el índice de calidad del aire por estaciones.</li> <li>4. Reporte ICA – Parámetro: Este reporte indica el parámetro responsable del ICA en una estación.</li> </ol> </li> </ul>
<b>VARIACIONES</b>
<b>EXCEPCIONES</b>

Tabla 42. Caso de Uso de Generación de Reportes

## Capítulo 4.

### PRUEBAS

---

Este capítulo se enfocará a una de las visiones de las técnicas de las pruebas del software, verificar que los requerimientos fueron abordados en su totalidad, comprobando la funcionalidad, el comportamiento y el rendimiento del Sistema de Información para la Medición de la Calidad del Aire.

Las pruebas se llevan a cabo en tres escenarios particulares y con miembros de entidades como la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga – CDMB –, el Centro de Investigaciones Ambientales – CEIAM – y el Grupo de Investigación en Energía y Medio Ambiente – GIEMA –.

#### 4.1 Diseño de Pruebas

El diseño del formato de prueba que se encuentra en el ANEXO D, se estructuró de manera que se puedan hacer tanto las pruebas de caja negra<sup>53</sup> como las de caja blanca<sup>54</sup>. Aunque las pruebas de cajas blancas se hacen a la par con el desarrollo de la herramienta, estas son incluidas en este proceso de evaluación, ya que el usuario final es quien determina la integridad y veracidad de los datos obtenidos en los reportes, mediante la comparación de datos realizados con otra herramienta como Excel.

---

<sup>53</sup> Caja negra: Son las pruebas donde se pretende demostrar que las funciones del software son operativas, que la entrada se acepta de forma adecuada y que se produce un resultado correcto, así como la integridad de la información externa se mantiene.

<sup>54</sup> Caja blanca: Estas pruebas se basan en un minucioso examen de los detalles procedimentales, tiene en cuenta la estructura lógica interna del software. Se comprueban los caminos lógicos del software proponiendo casos de pruebas que ejerciten conjuntos específicos de condiciones y/o bucles.

Se inicia la pruebas con el desarrollo de una serie de actividades donde el usuario de acuerdo a su perfil explora el aplicativo, interactúa con el, de manera que al terminar con las actividades asignada está en capacidad de concebir una valoración cualitativa de la misma. En el ANEXO A, se presentan las opciones del sistema por perfil de usuario.

Para la evaluación de la funcionalidad, el comportamiento y el rendimiento del sistema se tuvo en cuenta los siguientes aspectos:

- ❖ Autenticación de entrada al aplicativo
- ❖ Almacenamiento y actualización de los datos en las tablas básicas
- ❖ Almacenamiento y actualización de datos en las tablas de seguridad
- ❖ Almacenamiento y actualización de datos en las tablas transaccionales
- ❖ Filtrado de opciones según el grupo de usuario
- ❖ Filtrado de opciones según el tipo de usuario
- ❖ Carga de los archivos planos al sistema

Para evaluar el camino lógico de la herramienta se propone como caso de prueba:

- ❖ Resultados de los reportes de ICA.
- ❖ Generación del mismo reporte pero mediante el uso de Excel.

## **4.2 Informe de las pruebas**

Recordando que el objetivo de las pruebas es crear un diseño de forma que tengan la mayor probabilidad de encontrar el mayor número de errores con la mínima cantidad de esfuerzo y tiempo posible, el proceso a seguir en cada uno de los escenarios fue el siguiente:

- ❖ Diseño del formato de pruebas: Este diseño se contempló para los tres tipos de actores. La prueba consta de dos partes. La primera hace referencia a una serie de actividades consecutivas de manera que el usuario comience a interactuar de las opciones elementales a las más

complejas de la herramienta. La segunda parte consiste en el diligenciamiento de un cuestionario donde el usuario da su apreciación cualitativamente y las respectivas observaciones a la aplicación, evaluando lo que ve, como lo ve y en términos generales que observó de ella.

- ❖ **Instalación de la herramienta:** La herramienta fue instalada en cada uno de los computadores y actuaba como servidor local. Para el ingreso al aplicativo se abría el Internet Explorer 5.0 y se digitaba la siguiente dirección <http://localhost:8080/icaWeb>. En el ANEXO C, se presenta los pasos para la instalación y ejecución del aplicativo.
- ❖ **Desarrollo de las actividades:** Las actividades se desarrollaban en la medida que se explicaba la herramienta para el caso de la corporación. En el CEIAM, se hizo de manera separada.
- ❖ **Diligenciar el cuestionario:** Después que la herramienta fue detallada por los usuarios, estos procedieron a llenar el cuestionario propuesto.

#### **4.2.1. Personal**

En la CDBM, se contó con la participación del Ingeniero Henry Castro, quien es el encargado de depurar la información, generar y subir los reportes al servidor de la corporación.

En el CEIAM, las pruebas se hicieron mediante la presentación de un seminario, espacio que emplean los directivos de esta entidad para que los estudiantes o investigadores de este grupo presenten los respectivos avances de sus investigaciones.

En el grupo GIEMA, se realizó las pruebas con el profesor Jorge Luis Chacón quien es el director del grupo.

#### **4.2.2. Resultado**

Después de una indagación exhaustiva a la aplicación por parte del usuario este ya está en condiciones de dar una valoración cualitativa, de la que se obtienen las siguientes características clasificadas de acuerdo a su evaluación. En el ANEXO E, se encuentra algunas de las fallas detectadas en las pruebas.

**En la exploración del Sistema** el usuario consideró que la herramienta presenta bueno los siguientes aspectos:

- La combinación de colores
- La percepción del tamaño de la letra
- La posición del menú principal
- La posición de despliegue de los submenús

**Dentro de la Aplicación** el usuario consideró que la herramienta permite los siguientes aspectos:

- Agregar un Parámetro
- Modificar un Parámetro
- Consulta un Parámetro
- Eliminar un Parámetro
- Administrar\* Grupos de Usuarios
- Administrar\* Usuarios
- Subir Archivos de datos de los monitores
- Clasificar una estación de monitoreo
- Generar Reportes del comportamiento de un parámetro en un día
- Generar Reportes del comportamiento de un parámetro en un lapso de tiempo
- Generar Reportes del ICA de una estación

---

\* Administrar Grupos hace referencia a Crear, Consultar, Modificar y Eliminar Grupos.

\* Administrar Usuarios hace referencia a Crear, Consultar, Modificar y Eliminar Usuarios.

- Generar Reportes del ICA por parámetros de una estación

**A nivel general** el usuario consideró que la herramienta en los siguientes aspectos:

- Presenta facilidad en la navegación
- Tiene coherencia entre el rótulo de las opciones y las funciones hacia las que conduce
- Presenta velocidad de descarga de las páginas del reporte
- Asignó las opciones necesarias para su tipo de usuario

**Observaciones Finales:** como observación general los diferentes usuarios sostienen en común la generación de más tipos de reportes, esto varía de acuerdo a las necesidades de cada uno. A continuación se enuncian los más generales:

- Generar un reporte ICA para todos los parámetros de una estación ordenados descendientemente. El informe que se está generando de ICA por estaciones es solo, el ICA del químico que tuvo el mayor valor para esa estación.
- Generar un reporte donde se calcule el promedio de ICA para un lapso de tiempo.
- Generar un reporte horario para el comportamiento de un parámetro en una hora específica.

## Capítulo 5.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

---

Para terminar con la documentación del presente trabajo de grado se presenta en este capítulo los logros alcanzados con el desarrollo de este y las recomendaciones para el uso de la herramienta y sus futuras versiones.

#### 5.1 CONCLUSIONES

- SIMCA no es una herramienta funcional del SEXDP, por lo cual dentro de los objetivos específicos la conexión entre ambos proyectos.
- El modelo de base datos se implementa en el Sistema de Información para Medir la Calidad del Aire – SIMCA –, aplicativo que funciona en una arquitectura basada en la web.
- SIMCA mediante el cálculo del Índice de la Calidad de Aire – ICA -, debe servir de apoyo en la toma de decisiones en los aspectos relacionados con los efectos de los contaminantes sobre la salud humana y la normatividad ambiental local.
- SIMCA debe servir como medio de consulta a los usuarios, facilitando las labores de investigación a los docentes, investigadores y a los estudiantes vinculados al macroproyecto del SEXPD.
- Los datos empleados para la evaluación de la herramienta y su respectivo indicador de calidad del aire fue facilitado por la CDMB.
- SIMCA depura y organiza los datos generados por los monitores, automatizando los procesos de generación de reportes básicos por parte de la corporación.
- Para el desarrollo de la herramienta se implementó tecnología de punta, Struts y el uso de patrones de diseño MVC.

- El sistema se encuentra parametrizado dado que las políticas ambientales se encuentran cambiando constantemente.
- La parametrización de la herramienta en el nivel de seguridad permite que un mismo usuario pueda pertenecer a diferentes grupos.
- SIMCA cuenta con una herramienta que procesa el archivo plano para facilitar la manipulación de los datos.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- Realizar la conexión con el Sistema Experto.
- Realizar la implantación del aplicativo en las entidades ambientales de Bucaramanga.
- Tener asesoramiento de investigadores en el área de calidad del aire para generar reportes específicos de acuerdo a las necesidades.
- Realizar mantenimiento a las tablas de los parámetros básicos, de seguridad y transaccionales, para la generación coherente de los reportes.
- Exponer de manera clara y concisa por parte de los diferentes actores, la evaluación de nuevos parámetros o generación de reportes que ayuden a enriquecer la investigación en lo que a polución del aire se refiere.

## BIBLIOGRAFÍA

MUÑOZ RAZO, Carlos. Cómo Elaborar y Asesorar una Investigación de Tesis. Primera Edición, 1999. p. 22- 23.

PRESSMAN, Roger S. Ingeniería del Software, Un enfoque práctico. Editorial McGraw Hill, 5ta edición, Madrid, España, 2002

GÓMEZ FLOREZ, Luis Carlos. Proyectos Informáticos. Notas de Clase. UIS. 2004.

CEBALLOS, Francisco Javier. JAVA 2. Interfaces Gráficas y Aplicaciones para Internet. Editorial RA-MA. 2004.

PALOS, Juan Antonio. Acceso a Base de Datos (JDBC). Versión original en inglés [web]: <http://java.sun.com>. En español [web]: <http://www.programacion.com/java/tutorial/jdbc/>

PALOS, Juan Antonio. Tutor Java Nivel Básico. Versión original en inglés [web]: <http://java.sun.com>. En español [web]: [http://java.programación.net/basico\\_3/](http://java.programación.net/basico_3/)

ANTONIUCCI, Javier. Manual Básico de Struts. Programación en Castellano. [web]: <http://www.programacion.com/java/tutoriales/Apis/>

Date C. J. Introducción a los Sistemas de Bases de Datos. Editorial Pearson Educación. 7ª edición. 1999.

RINEHART, Martín. Desarrollo de Bases de Datos en Java. Editorial McGraw-Hill. 2002.

LUQUE RUIZ, Irene. GÓMEZ NIETO, Miguel Ángel. LÓPEZ ESPINOSA, Enrique. CERRUELA GARCÍA, Gonzalo. Bases de Datos. Desde Chen hasta Codd con ORACLE. Editorial Alfaomega RA-MA. México 2002.

POZO, Salvador. Manual de MySQL. Versión original en inglés [web]: <http://www.mysql.com/>. Marzo, 2004. Manual en español, [web]: <http://mysql.conclase.net/curso/index.php?cap=000>

ALVAREZ, Miguel Angel. Manual de MySQL. [web]: <http://www.desarrolloweb.com/manuales/34/>

CARCAMO SEPÚLVEDA, José. Bases de Datos Relacionales. Ediciones UIS, 1997.

MATEU, Carles. Desarrollo de Aplicaciones Web. [pdf] Primera Edición marzo 2004. Barcelona

PARRA, Adela. El transporte. [web]: <http://www.monografias.com/trabajos16/transporte/transporte.shtml>

IDEAM. Calidad del Aire. 2003. [web]: <http://www.ideam.gov.co/temas/calidadaire/redes.htm>

IDEAM. SINA: Sistema Información Ambiental. [web]: <http://www.ideam.gov.co/sina/index4.htm>

CDMB Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga. SIA Sistema de Información Ambiental. Fecha de Actualización: Noviembre 8 de 2005. [web]: <http://www.cdmdb.gov.co/web/lacdmdb/>

## ANEXO A. OPCIONES DEL SISTEMA POR PERFIL DE USUARIO

A continuación se presenta el total de opciones habilitadas en la aplicación dependiendo su perfil de usuario. La presentación se hace en el orden de menor a mayor de responsabilidades de los diferentes usuarios dentro de la aplicación y en un orden secuencial de navegación.

Opción	Invitado	Investigador	Administrador
<b>1. Parámetros Básicos</b>			
Periodos			
Unidades			
Rangos			
Normas			
Tipo de Parámetros			
<b>2. Medida (Transaccionales)</b>			
Parámetros			
Estación de Monitoreo			
Estación			
Por tipo de Parámetros			
Medida			
<b>3. Parámetros de Seguridad</b>			
Opciones			
Grupos			
Usuarios			
Opciones_X_Grupo			
Usuarios_X_Grupo			
Cambio de Clave			
<b>4. Reportes</b>			
Parámetros por Hora			
Parámetros por Día			
ICA			
ICA - Parámetro			
ICA Unitario			
ICA Grupo			

## ANEXO B. DICCIONARIO DE DATOS

### Tablas de Reportes

#### REPORTE

Tabla que permite almacenar informacion sobre los diferentes reportes existentes

ColumnName	DataType	PrimaryKey	NotNull	Flags	Default Value	Comment	AutoInc
REPORTE	SMALLINT(2)	PK	NN	UNSIGNED		Reporte	
DESCRIPCION	VARCHAR(75)		NN			Nombre	
PATH	VARCHAR(100)		NN			Ruta del archivo que contiene el reporte	

IndexName	IndexType	Columns
PRIMARY	PRIMARY	REPORTE

#### PARAMETRO\_REPORTES

Tabla que almacena los parametros requeridos por un reporte y el orden de estos.

ColumnName	DataType	PrimaryKey	NotNull	Flags	Default Value	Comment	AutoInc
REPORTE	SMALLINT(2)	PK	NN	UNSIGNED		Reporte del sistema FK (REPORTE)	
ORDEN	SMALLINT(2)	PK	NN	UNSIGNED		Posicion en el reporte	
PARAMETRO_REPORTES	VARCHAR(75)		NN			Nombre del parametro	
TIPO_DATO	VARCHAR(2)		NN			Tipo de dato del parametro. V(Varchar), T(TimeStamp), S(Smallint), I(int)	

IndexName	IndexType	Columns
PRIMARY	PRIMARY	REPORTE ORDEN
REPORTE	Index	REPORTE
PARAMETRO_REPORTES_FKIndex1	Index	REPORTE

### Tablas de Seguridad

#### USUARIO

ColumnName	DataType	PrimaryKey	NotNull	Flags	Default Value	Comment	AutoInc
USUARIO	VARCHAR(20)	PK	NN				
CLAVE	VARCHAR(16)		NN				
NRO_IDENTIFICACION	VARCHAR(20)		NN				
NOMBRE	VARCHAR(75)		NN				
DIRECCION	VARCHAR(75)		NN				
TELEFONO_MOVIL	VARCHAR(10)						
TELEFONO	VARCHAR(10)						
SW_ACTIVADO	SMALLINT		NN	UNSIGNED			

IndexName	IndexType	Columns
PRIMARY	PRIMARY	USUARIO

#### GRUPO

ColumnName	DataType	PrimaryKey	NotNull	Flags	Default Value	Comment	AutoInc
GRUPO	VARCHAR(2)	PK	NN				
DESCRIPCION	VARCHAR(75)		NN				

IndexName	IndexType	Columns
PRIMARY	PRIMARY	GRUPO

## OPCION

ColumnName	DataType	PrimaryKey	NotNull	Flags	Default Value	Comment	AutoInc
OPCION	VARCHAR(10)	PK	NN				
ORDEN	VARCHAR(10)		NN				
DESCRIPCION	VARCHAR(50)		NN				
URL	VARCHAR(75)		NN				
IMAGEN	VARCHAR(75)		NN				
MENSAJE	VARCHAR(75)		NN				
IndexName	IndexType	Columns					
PRIMARY	PRIMARY	OPCION					

## USUARIO\_X\_GRUPO

ColumnName	DataType	PrimaryKey	NotNull	Flags	Default Value	Comment	AutoInc
USUARIO	VARCHAR(20)	PK	NN				
GRUPO	VARCHAR(2)	PK	NN				
IndexName	IndexType	Columns					
PRIMARY	PRIMARY	USUARIO GRUPO					
USUARIO	Index	USUARIO					
GRUPO	Index	GRUPO					

## OPCION\_X\_GRUPO

ColumnName	DataType	PrimaryKey	NotNull	Flags	Default Value	Comment	AutoInc
OPCION	VARCHAR(10)	PK	NN				
GRUPO	VARCHAR(2)	PK	NN				
IndexName	IndexType	Columns					
PRIMARY	PRIMARY	OPCION GRUPO					
OPCION	Index	OPCION					
GRUPO	Index	GRUPO					

## Tablas Transaccionales

### ESTACION\_MONITOREO

ColumnName	DataType	PrimaryKey	NotNull	Flags	Default Value	Comment	AutoInc
ESTACION_MONITOREO	VARCHAR(3)	PK	NN				
DESCRIPCION	VARCHAR(75)		NN				
DIRECCION	VARCHAR(75)		NN				
IndexName	IndexType	Columns					
PRIMARY	PRIMARY	ESTACION_MONITOREO					

### PARAMETRO

ColumnName	DataType	PrimaryKey	NotNull	Flags	Default Value	Comment	AutoInc
PARAMETRO	VARCHAR(14)	PK	NN				
DESCRIPCION	VARCHAR(75)		NN				
TIPO_PARAMETRO	VARCHAR(3)		NN				
UNIDAD	VARCHAR(3)		NN				
PERIODO	VARCHAR(3)		NN				
IndexName	IndexType	Columns					
PRIMARY	PRIMARY	PARAMETRO					
TIPO_PARAMETRO	Index	TIPO_PARAMETRO					
UNIDAD	Index	UNIDAD					
PERIODO	Index	PERIODO					

### TIPO\_PARAMETRO

ColumnName	DataType	PrimaryKey	NotNull	Flags	Default Value	Comment	AutoInc
TIPO_PARAMETRO	VARCHAR(3)	PK	NN				
DESCRIPCION	VARCHAR(75)		NN				
NORMA	VARCHAR(4)						
IndexName		IndexType				Columns	
PRIMARY		PRIMARY				TIPO_PARAMETRO	
NORMA		Index				NORMA	

### RANGO

ColumnName	DataType	PrimaryKey	NotNull	Flags	Default Value	Comment	AutoInc
RANGO	VARCHAR(3)	PK	NN				
DESCRIPCION	VARCHAR(75)		NN				
INFERIOR	FLOAT(4,2)		NN				
SUPERIOR	FLOAT(4,2)		NN				
IndexName		IndexType				Columns	
PRIMARY		PRIMARY				RANGO	

### NORMA

ColumnName	DataType	PrimaryKey	NotNull	Flags	Default Value	Comment	AutoInc
NORMA	VARCHAR(4)	PK	NN				
DESCRIPCION	VARCHAR(75)		NN				
NORMA_LOCAL	INTEGER		NN	UNSIGNED			
IndexName		IndexType				Columns	
PRIMARY		PRIMARY				NORMA	

### PERIODO

ColumnName	DataType	PrimaryKey	NotNull	Flags	Default Value	Comment	AutoInc
PERIODO	VARCHAR(3)	PK	NN				
DESCRIPCION	VARCHAR(75)		NN				
INDICADOR	VARCHAR(2)		NN				
IndexName		IndexType				Columns	
PRIMARY		PRIMARY				PERIODO	

## MEDIDA

ColumnName	DataType	PrimaryKey	NotNull	Flags	Default Value	Comment	AutoInc
ESTACION_MONITOREO	VARCHAR(3)	PK	NN				
FECHA	DATETIME	PK	NN				
PARAMETRO	VARCHAR(14)	PK	NN				
CONCENTRACION	FLOAT(5,2)		NN				

IndexName	IndexType	Columns
PRIMARY	PRIMARY	ESTACION_MONITOREO FECHA PARAMETRO
ESTACION_MONITOREO	Index	ESTACION_MONITOREO
PARAMETRO	Index	PARAMETRO

## ESTACION\_X\_TIPO

ColumnName	DataType	PrimaryKey	NotNull	Flags	Default Value	Comment	AutoInc
ESTACION_MONITOREO	VARCHAR(3)	PK	NN				
TIPO_PARAMETRO	VARCHAR(3)	PK	NN				

IndexName	IndexType	Columns
PRIMARY	PRIMARY	ESTACION_MONITOREO TIPO_PARAMETRO
ESTACION_MONITOREO	Index	ESTACION_MONITOREO
TIPO_PARAMETRO	Index	TIPO_PARAMETRO

## UNIDAD

ColumnName	DataType	PrimaryKey	NotNull	Flags	Default Value	Comment	AutoInc
UNIDAD	VARCHAR(3)	PK	NN				
DESCRIPCION	VARCHAR(75)		NN				

IndexName	IndexType	Columns
PRIMARY	PRIMARY	UNIDAD

## ANEXO C. EJECUCIÓN DE LA APLICACIÓN

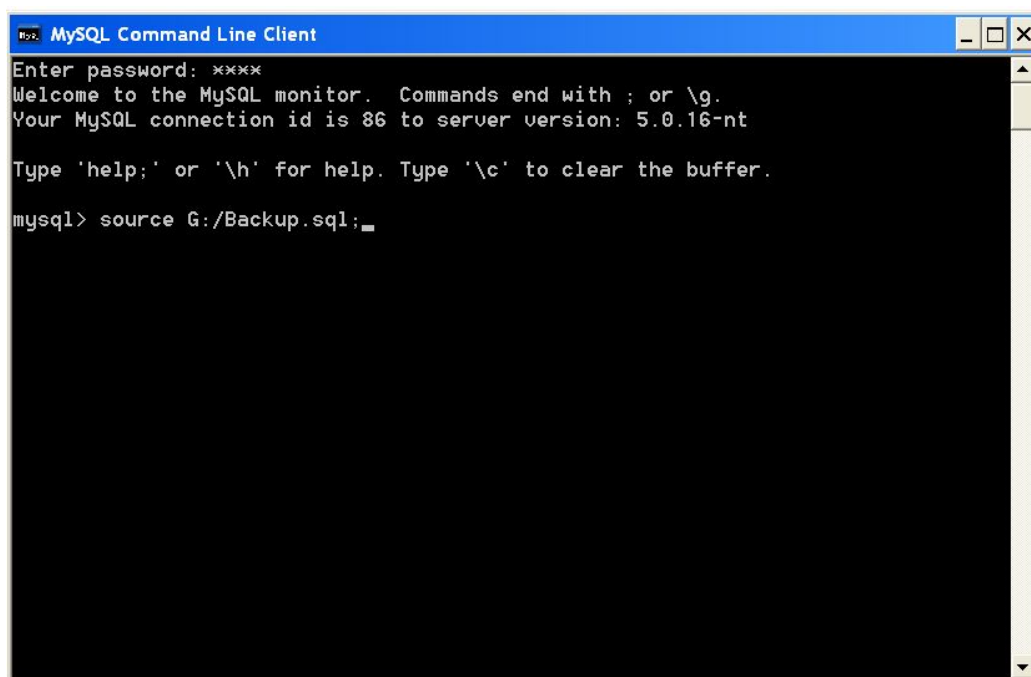
Para ejecutar la aplicación es necesario que el servidor donde se va a montar la aplicación cuente con las siguientes herramientas, y si no, estas deben ser instaladas con las siguientes características:

**Paso 1) Instalar la Máquina Virtual de Java J2RE 1.5**

**Paso 2) Instalar TOMCAT** en el puerto 8080 con usuario root y clave root

**Paso 3) Instalar MySQL 5.0** con usuario root y clave root

**Paso 4) Correr el script de la base de datos.** Para correr el script de la base de datos se debe abrir la línea de comando de MySQL y digitar la ubicación del script.



```
MySQL Command Line Client
Enter password: ****
Welcome to the MySQL monitor.  Commands end with ; or \g.
Your MySQL connection id is 86 to server version: 5.0.16-nt

Type 'help;' or '\h' for help. Type '\c' to clear the buffer.

mysql> source G:/Backup.sql;
```

**Paso 5) Subir el .war al Servidor:**

- ❖ Para subir el war debes abrir el Monitor de Tomcat. Inicio → Archivos de Programas → Apache Tomcat 5.5 → Monitor de Tomcat.

- ❖ Correr Tomcat: En la parte inferior derecho del monitor buscas el símbolo de Tomcat, y con click derecho seleccionas la opción Start service.
- ❖ Abrir la página del administrador de Tomcat. Se puede acceder de dos formas:
  - Desde el explorador digitas la siguiente dirección: <http://localhost:8080>, y entras a **Tomcat Manager**
  - O, Inicio → Archivos de Programas → Apache Tomcat 5.5 → Tomcat Manager
- ❖ Entrar al administrador como usuario root y contraseña root.
- ❖ Subir el War: En la página del administrador encuentras una opción que se llama **Archivo WAR a desplegar**, ubicas el archivo war a subir, para este caso el archivo se llama icaWeb.war y pulsas Desplegar.
- ❖ Verificar que el archivo war fue subido. Entras a C: /Archivos de programas/Apache Software Foundation/Tomcat 5.5/webapps/ y abres la carpeta de aplicaciones webs. En esta carpeta webapps debe estar el archivo icaWeb.war y su respectiva carpeta.

**Paso 6) Copiar la carpeta ruta en la raíz:** Se copia esta carpeta en C: y se debe verificar que esté apuntando a la dirección correcta, para este caso quedaría así:

**<path>C:/Archivos de programa/Apache Software Foundation/Tomcat 5.5/webapps/icaWeb/</path>**

**Paso 7) Copiar la carpeta Reporte en la raíz.**

**Paso 8) Ejecutar la aplicación:** Para ejecutar la aplicación debes abrir el explorador y digitar el nombre del servidor y el nombre de la aplicación. La dirección si el servidor es local es la siguiente: <http://localhost:8080/icaWeb>

**Paso 9) Ingresar al Sistema:** Después de entrar a la página principal de la aplicación, el sistema le indica como continuar con el acceso.

## **ANEXO D. FORMATO DE PRUEBAS SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA MEDICIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE – SIMCA –**

Se presenta a continuación una serie de actividades clasificadas por el tipo de usuario. El administrador es la persona que más responsabilidad tiene en el manejo de la aplicación. El investigador así como el administrador tendrá algunas opciones a las que también tendrán acceso. Los invitados tendrán habilitadas solo las opciones de Reportes.

### **1. Explore las opciones e interactúe como Administrador**

---

#### **1.1** Ingrese al sitio como Administrador:

Usuario: root

Clave: root

#### **1.2** Verifique las opciones disponibles para este perfil de usuario

#### **1.3** Ubíquese sobre cada opción del menú y observe cada una de las opciones del mismo

#### **1.4** Ingrese a la primera opción del menú Parámetro Básico:

- Agregue un nuevo Periodo
- Consulte el nuevo Periodo
- Modifique el nuevo Periodo

#### **1.5** Verifique que el nuevo Periodo está listo para ser usado al crear un nuevo Parámetro.

#### **1.6** Ingrese al Menú de Parámetros de Seguridad:

- Observe del menú la opción Opciones y explórela.
- En la Opción Grupo cree uno nuevo
- En la Opción Usuario Cree un nuevo usuario
- En la Opción Opciones X Grupo ud. Como administrador deberá asignar las opciones que desee para el nuevo grupo que creó.
- En la Opción Usuario X Grupo clasifique al nuevo usuario como del nuevo grupo o de los grupos ya existentes.

#### **1.7** Ingrese a Medida y en la Opción Estación de Monitoreo, vaya a estación y cree una nueva estación.

#### **1.8** Clasifique la estación creada como Metereológica y/o Química, en el mismo menú de Estación de Monitoreo pero en la opción Por Tipo de Parámetros

#### **1.9** Suba un archivo de monitoreo de la estación Centro ubicado en el escritorio.

#### **1.10** Genere un reporte para la estación Centro, de un parámetro químico donde pueda observar su comportamiento en un día.

#### **1.11** Genere un reporte para la misma estación y el mismo parámetro escogido anteriormente pero esta vez señale un lapso de tiempo donde quede incluida la fecha que usted escogió anteriormente.

#### **1.12** Genere un reporte del Índice de la Calidad del Aire - ICA – para la misma estación, el mismo parámetro y la fecha escogida anteriormente

#### **1.13** Genere un reporte para del ICA – por parámetros para la misma estación y la misma fecha

#### **1.14** Realice los cálculos con calculadora o en Excel para su respectiva comparación con los reportes del ICA.

## 2. Explore las opciones e interactúe como **Investigador**

---

- 4.2. Ingrese a la aplicación con los siguientes datos:  
Usuario: investigador  
Clave: investigador
- 4.3. Verifique las opciones disponibles para este perfil de usuario
- 4.4. Ubíquese sobre cada opción del menú y observe cada una de las siguientes opciones
- 4.5. En el menú Medida:
  - Agregue un nuevo Parámetro
  - Consulte el nuevo Parámetro
  - Modifique el nuevo Parámetro
- 4.6. Ingrese a Medida y en la opción Estación de Monitoreo, vaya a estación y cree una nueva estación.
- 4.7. Clasifique la estación creada como Metereológica y/o Química, en el mismo menú de Estación de Monitoreo pero en la opción Por Tipo de Parámetros
- 4.8. Suba un archivo de monitoreo de la estación Centro ubicado en el escritorio.
- 4.9. Genere un reporte para la estación Centro, de un parámetro químico donde pueda observar su comportamiento en un día.
- 4.10. Genere un reporte para la misma estación y el mismo parámetro escogido anteriormente pero esta vez señale un lapso de tiempo donde quede incluida la fecha que usted escogió anteriormente.
- 4.11. Genere un reporte del Índice de la Calidad del Aire - ICA – para la misma estación, el mismo parámetro y la fecha escogida anteriormente
- 4.12. Genere un reporte para del ICA – por parámetros para la misma estación y la misma fecha
- 4.13. Realice los cálculos con calculadora o en Excel para su respectiva comparación con los reportes del ICA.

## 3. Explore las opciones e interactúe como **Invitado**

---

- 3.1 Ingrese a la aplicación con los siguientes datos:  
Usuario: invitado  
Clave: invitado
- 3.2 Verifique las opciones disponibles para este perfil de usuario
- 3.3 Genere un reporte para la estación Centro, de un parámetro químico donde pueda observar su comportamiento en un día.
- 3.4 Genere un reporte para la misma estación y el mismo parámetro escogido anteriormente pero esta vez señale un lapso de tiempo donde quede incluida la fecha que usted escogió anteriormente.
- 3.5 Genere un reporte del Índice de la Calidad del Aire - ICA – para la misma estación, el mismo parámetro y la fecha escogida anteriormente
- 3.6 Genere un reporte para del ICA – por parámetros para la misma estación y la misma fecha.
- 3.7 Realice los cálculos con calculadora o en Excel para su respectiva comparación con los reportes del ICA.

Formato de Pruebas  
Sistema de Información para la Medición de la Calidad del Aire – SIMCA –

Evaluator:

Fecha:

**Puntajes:**

**B:** Bajo      **M:** Medio      **A:** Alto      **N/A:** No Aplica

**Perfiles de Usuario:**

**1:** Administrador      **2:** Investigador      **3:** Invitado

**I. Exploración del Sistema.** Considera usted que al explorar el sistema:

No.	Ítem	B	M	A	N/A	Observaciones
1	La combinación de colores					
2	La percepción del tamaño de la letra					
3	La posición del menú principal					
4	La posición de despliegue de los submenús					

**II. Dentro de la Aplicación.** Al interactuar con el sistema observó que el sistema permite:

No.	Ítem	B	M	A	N/A	Observaciones
1	Agregar un Parámetro					
2	Modificar un Parámetro					
3	Consulta un Parámetro					

4	Eliminar un Parámetro					
5	Administrar* Grupos de Usuarios					
6	Administrar* Usuarios					
7	Subir Archivos de datos de los monitores					
	Clasificar una estación de monitoreo					
8	Generar Reportes del comportamiento de un parámetro en un día					
9	Generar Reportes del comportamiento de un parámetro en un lapso de tiempo					
10	Generar Reportes del ICA de una estación					
11	Generar Reportes del ICA por parámetros de una estación					

**III. A nivel general.** Considera que el sistema:

No.	Ítem	B	M	A	N/A	Observaciones
1	Presenta facilidad en la navegación					
2	Tiene coherencia entre el rótulo de las opciones y las funciones hacia las que conduce					
3	Presenta velocidad de descarga de las páginas del reporte					
4	Asignó las opciones necesarias para su tipo de usuario					

Observaciones Finales:

\* Administrar Grupos hace referencia a Crear, Consultar, Modificar y Eliminar Grupos.

\* Administrar Usuarios hace referencia a Crear, Consultar, Modificar y Eliminar Usuarios.

## Información Adicional

Para la verificación de los datos obtenidos en los reportes es importante que tengan presente la siguiente información suministrada por la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga – CDMB –.

### Fórmula del indicador:

Donde:

$$IBUCA = \frac{C_i}{NCA_i} * 10$$

IBUCA: Índice de Calidad del Aire del Área Metropolitana Bucaramanga.

$C_i$ : Es la concentración medida del contaminante a evaluar.

$NCA_i$ : Es la norma para cada uno de los contaminantes.

### Normas de Calidad del Aire utilizadas en el cálculo del IBUCA

CONTAMINANTE	PERIODO	NORMA	UNIDAD
Partículas Suspendidas PM <sub>10</sub>	24 horas	134	µg/m <sup>3</sup>
Óxidos de Azufre, SO <sub>x</sub>	24 horas	86	ppb
Óxidos de Nitrógeno, NO <sub>2</sub>	1 hora	95	ppb
Monóxido de Carbono, CO	1 hora	31	ppm
Oxidante Fotoquímico O <sub>3</sub>	1 hora	54	ppb

Tabla: Normas de Calidad del Aire utilizadas en el cálculo del IBUCA

$C_i$ : Dado que las estaciones de monitoreo suministran información horaria, el valor de  $C_i$  en la fórmula del IBUCA corresponde al promedio de las 24 horas para el PM10 y SO<sub>2</sub> y el máximo horario en el día para el NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>3</sub>.

### Unidad de medida del indicador:

El indicador es adimensional y posee una escala de 0 a 10 que depende del grado de contaminación del aire. Este indicador está relacionado con la afectación que tiene la contaminación del aire sobre la salud humana. A continuación se presenta la categorización de los valores de IBUCA:

IBUCA	DESCRIPTOR	CALIFICACION EPIDEMIOLOGICA	COLOR
0 – 1.25	Bueno	La calidad de aire es considerada como satisfactoria y la afectación en la contaminación del aire es pequeña y no evidencia ningún efecto en la salud humana.	
1.26 – 2.50	Moderado	La calidad de aire es aceptable y no tiene ningún efecto sobre la población en general.	
2.51 – 7.50	Regular	Aumento de molestias en personas con padecimientos respiratorios y cardiovasculares; aparición de ligeras molestias en la población en general.	
7.51 – 10.00	Malo	Agravamiento significativo de la salud en personas con enfermedades cardíacas o respiratorias. Afectación de la población sana.	
> 10.00	Peligroso	Alto riesgo para la salud de la población. Aparición de efectos al nivel de daño.	

### Proceso de cálculo general del indicador

Existe un IBUCA para cada una de las cinco estaciones de monitoreo instaladas en el Área Metropolitana de Bucaramanga.

De cada estación se toma la información sobre concentración de los contaminantes y se determina un valor de IBUCA para cada contaminante (PM<sub>10</sub>, SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, O<sub>3</sub>). El IBUCA de la estación equivale al valor mayor de los obtenidos anteriormente.

Por ejemplo, si la concentración de los diferentes contaminantes en una estación determinada corresponde a: (C<sub>i</sub>= PM<sub>10</sub> y SO<sub>x</sub>: promedio de 24 horas), (C<sub>i</sub>= NO<sub>x</sub>, CO, O<sub>3</sub>: máximo horario en el día)

PM10	SO <sub>x</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	O <sub>3</sub>
50 µg/m <sup>3</sup>	30 ppb	80 ppb	4.5 ppm	38 ppb

Al calcular el IBUCA para cada contaminante (como resultado de dividir la concentración de cada contaminante por su respectiva norma y multiplicar por 10) se tiene:

IBUCA PM10	IBUCA SO <sub>x</sub>	IBUCA NO <sub>2</sub>	IBUCA CO	IBUCA O <sub>3</sub>
3.73	2.20	7.01	1.4	4.93

El IBUCA de la estación corresponde a 7.01 y el contaminante responsable es NO<sub>2</sub>.

## **ANEXO E. FALLAS DETECTADAS EN LAS PRUEBAS**

En el presente anexo se registran algunos de los inconvenientes encontrados por los usuarios finales durante la realización de las pruebas del funcionamiento del Sistema de Información para la Medición de la Calidad del Aire.

### **Sub\_Opción Medida de Medida**

No permitía cargar el archivo plano debido a que el script de la base de datos no era reconocido, se lo volvió a correr y permitió hacer la acción.

### **Sub\_Opción ICA – Parámetro de Reporte**

La interfaz no mostraba la caja de diálogo para escoger la estación y la fecha.

### **Sub\_Opción Grupos de Parámetros de Seguridad**

Esta opción no permitía consultar, agregar ni modificar.

### **En reportes del ICA**

Para esta prueba se generó el menor ICA de la estación Centro. La consulta debía hacerse para obtener el mayor ICA de un parámetro medido en una estación.

## ANEXO F. MANUAL DEL USUARIO

### 1. GENERALIDADES

#### 1.1. ENTRADA AL SISTEMA

SIMCA es un aplicativo que funciona en una arquitectura basada en la web, para poder accederlo se debe contar con un navegador en el cual se digita la siguiente dirección: <http://localhost:8080/icaWeb>, si se está usando su computador como servidor.



Figura 1. Inicio

El sistema le informa como debe continuar para seguir con el proceso y le muestra el siguiente formulario, en el cual después de solicitar datos para verificar la identidad se debe presionar el botón [Aceptar]. Para el ejemplo, muestra el ingreso del administrador.



Figura 2. Login

## 1.2 ESQUEMAS DE MANTENIMIENTOS DE TABLAS

### 1.2.1 Mantenimientos FreeForm

Esta modalidad de mantenimientos es usada cuando la totalidad de los campos de la tabla básica no pueden ser ubicados en la grilla de datos para ser manipulados directamente sobre esta. Por lo anterior se hace necesario la manipulación de los datos en un formulario libre (de ahí el nombre del esquema) que contiene la información o campos de cada registro de la tabla básica.

#### Crterios de consulta

La sección de consulta le brinda al usuario la posibilidad de realizar consultas de registros específicos contenidos en la base de datos, teniendo como criterios de búsqueda los campos más importantes de la tabla básica. Esta sección es muy funcional cuando la tabla básica posee demasiados registros ya que para el usuario sería muy tedioso realizar la búsqueda de registro en registro. La sección de consulta consta de los siguientes elementos:

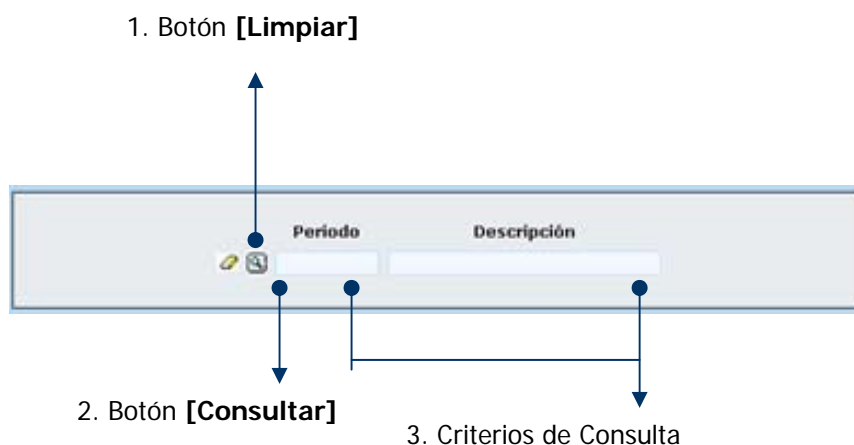


Figura 3. Consulta

**Botón Limpiar:** Este botón permite que todas las casillas de criterios de consulta sean limpiadas.

**Botón Consultar:** Este botón permite al usuario consultar con los criterios que este previamente haya indicado. Una vez presionado este botón, en la grilla de datos se desplegarán los registros que cumplan con las condiciones indicadas por el usuario. Cabe anotar que si no existe ningún registro que cumpla con los criterios de consulta, la grilla de datos aparecerá en blanco.

**Criterios de Consulta:** En cada uno de estos campos el usuario debe indicar las condiciones o criterios por los cuales desea efectuar su búsqueda. El usuario tiene la opción de especificar uno o más criterios.

Inicialmente cuando el usuario ingresa al mantenimiento, se mostrarán las secciones de consulta, grilla de datos y botones.

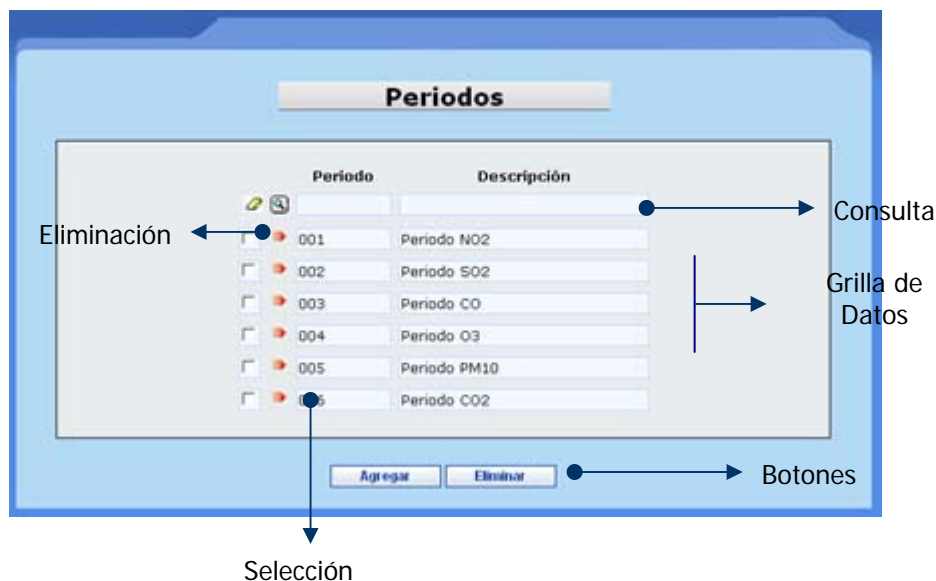



Figura 4. Grilla de Datos

En la sección de consulta se muestran los principales campos de la tabla básica y por los cuáles es útil consultar.

En la grilla de datos se encuentran los mismos datos o campos de la sección de consulta pero en este caso deshabilitados para modificarlos. En esta también se encuentra el índice de los registros, la caja de chequeo para eliminación del registro y el botón de selección  que al presionarlo muestra el formulario libre donde se podrá manipular y/o modificar la información del registro seleccionado, esto será explicado más adelante.

En la sección de botones se muestran el [Agregar] y [Eliminar] que permiten ejecutar dichas acciones.

Miremos la Manipulación de la información:


### Agregar registros

Para agregar registros a la tabla básica, se debe presionar el botón correspondiente; esto nos lleva al formulario libre el cual posee los diferentes controles en blanco para agregar la información correspondiente (cajas de texto, cuadros de selección, listas, etc.) (Ver Figura 5); Estando en el formulario libre, el área de consulta desaparece y en la sección de botones se muestran [Anterior] y [Actualizar]; luego se procede a ingresar los datos y finalmente se presiona el botón [Actualizar] para guardar el registro agregado. En caso que la información ingresada contenga errores, estos serán mostrados en la parte inferior del formulario. Al guardar los cambios el sistema nos lleva nuevamente a la página de consulta.



Figura 5. Formulario para manipulación de datos

### Modificar registros

Para modificar los datos de un registro, se debe presionar el botón Selección  que se encuentra en la parte izquierda de este (ver Figura 4); lo anterior nos lleva al formulario libre donde se harán las modificaciones deseadas. Para guardar los cambios realizados se debe presionar el botón [Actualizar]. Al igual que al agregar registros, en caso que los datos ingresados contengan errores, estos serán mostrados en la parte inferior del formulario. Finalmente el sistema nos lleva a la página de consulta.

Cabe anotar que si al modificar o agregar un registro, previamente se había indicado algún(os) criterio(s) de consulta y el nuevo registro no cumple con este(os), el nuevo registro no será mostrado en la grilla no indicando esto que no halla sido agregado.

### Eliminar registros

Para eliminar uno o más registros, se deben seleccionar estos haciendo clic en la caja de chequeo de eliminación y presionar el botón [Eliminar] (ver Figura 4).

### 1.2.2 Mantenimientos de Relación

Este esquema de mantenimiento se usa con el fin de parametrizar las tablas de relación, es decir aquellas que resultan de una relación “muchos a muchos” entre dos tablas.

El esquema contempla siempre uno o más criterios principales y un criterio relacionado. Inicialmente el usuario debe seleccionar el(los) criterio(s) principal(es), luego seleccionar de una lista de criterios relacionados disponibles para trasladarlos a una lista de criterios relacionados seleccionados y finalmente presionar el botón [Procesar] para guardar los cambios (ver Figura 6). Para hacer el traslado de la lista de disponibles a la lista de seleccionados y viceversa el usuario dispone de cuatro botones que son:

Quitar todos los seleccionados: Traslada todos los elementos de la lista de seleccionados al final de la lista de disponibles.

Agregar a seleccionados: Traslada el(los) elemento(s) sombreados en la lista de disponibles al final de la lista de seleccionados.

Quitar de los seleccionados: Traslada el(los) elemento(s) sombreados en la lista de seleccionados al final de la lista de disponibles.

Agregar todos a seleccionados: Traslada todos los elementos de la lista de disponibles al final de la lista de seleccionados.



Botón [Procesar]

Figura 6. Esquema de mantenimientos de relación

### 1.3 MENÚS

Un menú es un elemento a través del cual se tiene acceso a aplicaciones dentro del sistema. Para acceder a una aplicación en particular solo es necesario ubicar la opción en el menú y dar click sobre ella (ver Figura 7).

Una opción del menú puede tener sub-opciones, cuando estas existen se ve una flecha negra ▶ al lado del texto de la opción.

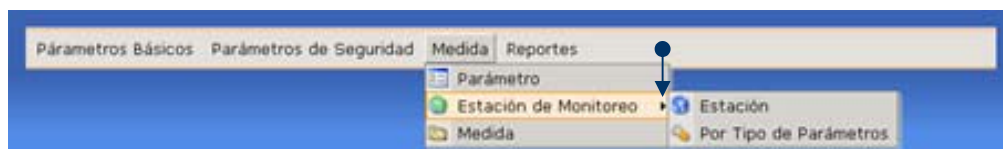


Figura 7. Menú

## 2. PAGINA PRINCIPAL

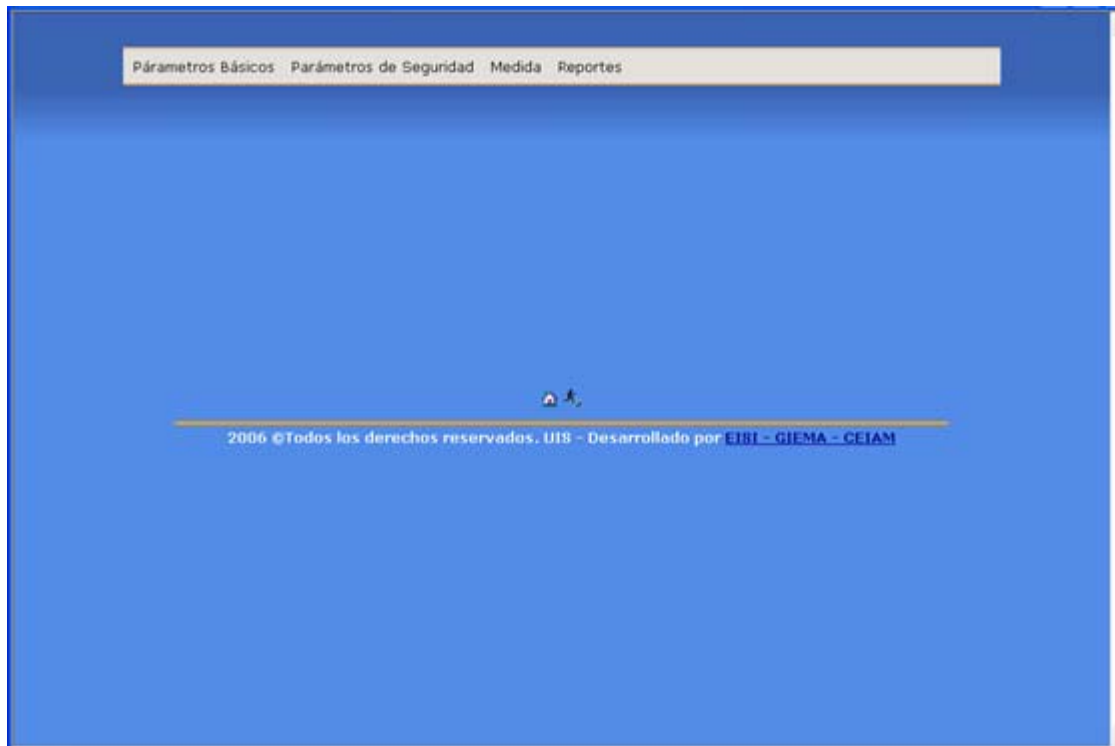


Figura 8. Página Principal

En la página principal aparece el menú principal y los derechos de autor del aplicativo.

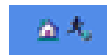


Figura 9. Pie de Página

En el pie de página y por encima de la línea de los derechos de autor se encuentran dos iconos, el primero lleva desde cualquier lugar a la página principal y el segundo es para abandonar el sistema.

### 3. PARÁMETROS BÁSICOS

#### 3.1 PERIODOS

En esta tabla se registra el tiempo muestral de la concentración del químico, que va ser usado en el cálculo del ICA.

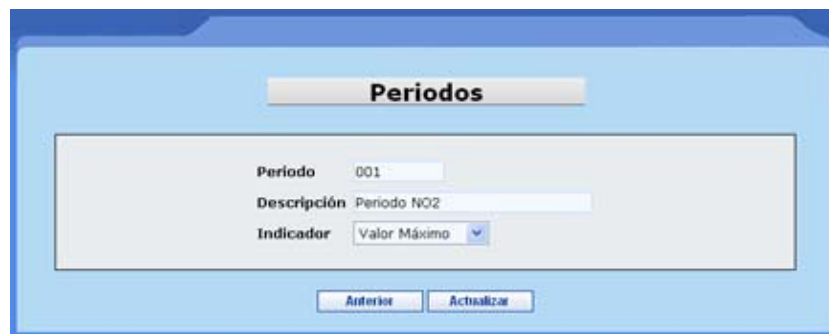
Periodo: Consecutivo automático

Descripción: Nombre del periodo que corresponde a un químico determinado

Indicador: Seleccione el Valor Máximo o Valor Promedio dependiendo del químico registrado en la descripción.

Valor Máximo: Representa la máxima concentración de un químico en 24 horas.

Valor Promedio: Representa el promedio de los datos obtenido en 24 horas de un químico determinado.



The screenshot shows a web-based form titled "Periodos". It contains three input fields: "Periodo" with the value "001", "Descripción" with the value "Periodo NO2", and "Indicador" with a dropdown menu showing "Valor Máximo". Below the fields are two buttons: "Anterior" and "Actualizar".

Figura 10. Periodos

#### 3.2 UNIDADES

En esta tabla se registra las unidades en la que son medidas las muestras de los parámetros.

Unidad: Consecutivo automático

Descripción: Descripción de la Unidad



The screenshot shows a web-based form titled "Unidades". It contains two input fields: "Unidad" with the value "001" and "Descripción" with the value "ppb". Below the fields are two buttons: "Anterior" and "Actualizar".

Figura 11. Unidades

### 3.3 RANGOS

En esta tabla se registran los rangos que puede tener el índice de calidad del aire (ICA) Este indicador está relacionado con la afectación que tiene la contaminación del aire sobre la salud humana.

Rango: Consecutivo automático

Vr. Inferior: Valor inferior del rango, el cual se incluye al momento de aplicar el rango, es decir, la comparación para ubicarlo en este rango será con la pregunta mayor o igual que.

Vr. Superior: Valor superior del rango, el cual no se incluye al momento de aplicar el rango, es decir, la comparación para ubicarlo en este rango será con la pregunta menor que. Se exceptúa la ultima clase de rangos que es con la pregunta menor o igual que.

Descripción: Nombre o descriptor del rango, para un mayor entendimiento.



Rangos	
Rango	001
Vr. Inferior	0
Vr. Superior	1,25
Descripción	Bueno

Anterior Actualizar

Figura 12. Rangos

### 3.4 NORMAS

En esta tabla se registran las Normas de Calidad del Aire utilizadas en el cálculo del ICA

Norma: Consecutivo automático

Descripción: Nombre del químico al cual se le asigna la norma.

Norma\_Local: El valor de la norma

**Normas**

Norma 0001

Descripción Norma NO2

Norma Local 96

Anterior Actualizar

Figura 13. Normas

### 3.5 TIPOS DE PARÁMETROS

En esta tabla se parametrizan los Tipos de Parámetros a evaluar en la aplicación.

Tipo Parámetro: Consecutivo automático

Descripción: Nombre Parámetro

**Tipos de Parámetros**

Tipo Parámetro 001

Descripción Meteoreologicos

Anterior Actualizar

Figura 14. Tipos de Parámetros

## 4. PARÁMETROS DE SEGURIDAD

Las opciones agrupadas en este menú permiten al usuario administrador del sistema parametrizar las opciones de seguridad en cuanto al acceso al sistema, configuración de usuarios, grupos, opciones, entre otros parámetros que le permiten a este tener un mejor control del sistema.

### 4.1 Opciones

A través de este mantenimiento se crean todas las opciones existentes en el menú del sistema.

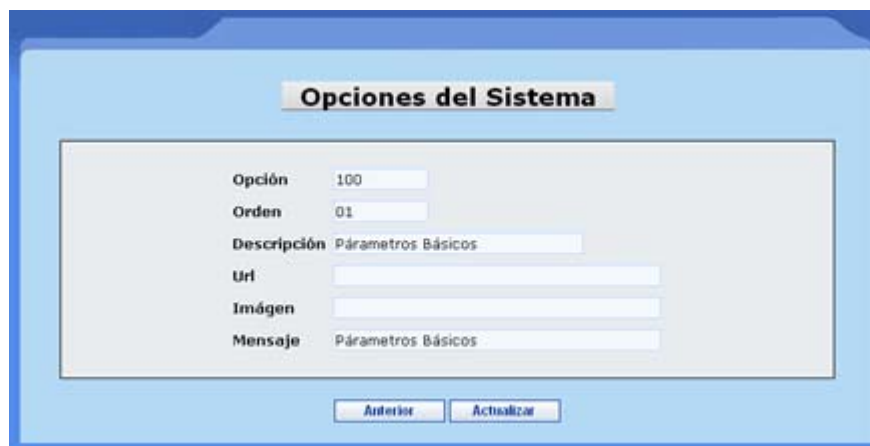


Figura 15. Opciones

Opción: Consecutivo consecutivo con la posición de la opción en el menú.

Orden: Código que indica la posición de la opción en el menú, así la opción 01\_02\_03 quedará en la opción 1 del menú principal, en la 2 del primer submenú y en la 3 del segundo submenú Ej.:



Figura 16. Orden del menú

Descripción: Descripción de la Opción. Es la descripción que el usuario va a ver.

Url: La url a la que apunta la opción, es decir la dirección del programa que va a correr.

Imagen: Es la imagen que se va a ver al lado izquierdo de la opción.

Mensaje: El texto que va a aparecer en la barra de estado cuando se este sobre la opción.

### 4.2 Grupos

En esta opción se agregan, modifican y/o eliminan los grupos de usuarios. Estos fueron creados con el fin de agrupar a los usuarios comunes entres sí, es decir, aquellos cuya personalización ó permisos dentro del sistema es similar.

Grupo: Código del grupo.

Descripción: Descripción del grupo. Debe ser acorde al perfil que va a manejar.



Grupos del Sistema	
Grupo	00
Descripción	Administrador
<input type="button" value="Anterior"/> <input type="button" value="Actualizar"/>	

Figura 17. Grupos de Usuarios

### 4.3 Usuarios

En este mantenimiento se crean, modifican y eliminan o inactivan los usuarios del sistema. Un usuario que haya realizado transacciones no se puede eliminar.

Usuario: Login o identificador para cada usuario.

Nombre: Nombre del usuario.

Clave: Clave con la cual va a ingresar al sistema. Para entrar al sistema el usuario necesita un Usuario y una Clave

Nro Identificación: Nro de identificación del usuario

Municipio: Municipio al que pertenece el usuario, esto con el fin de poder manipular únicamente la información que le pertenece.

Activo: Indica si el usuario esta activo o inactivo en el sistema. Un usuario inactivo no puede entrar al sistema



Usuarios del Sistema	
Usuario	root
Nombre	Administrador del Sistema
Clave	CLAVE_NO_DESPLEGADA ✓
Nro Identificación	27470387
Dirección	Bucaramanga
Teléfono	6327469
Móvil	3003052447
Activo	Activo
<input type="button" value="Anterior"/> <input type="button" value="Actualizar"/>	

Figura 18. Usuarios

Para cambiar la clave el administrador debe modificarla en este mantenimiento y luego dar clic en ✓.

#### 4.4 Opciones x Grupo

Aquí se parametrizan las opciones del menú a las cuáles tiene permiso determinado grupo de usuarios. Para establecer la relación entre opciones y grupos se utilizó el esquema de los mantenimientos de relación (ver "Mantenimientos de relación" en Generalidades) teniendo como criterio principal los grupos y como criterio relacionado a las opciones.



Figura 19. Opciones por Grupos

#### 4.5 Usuario x Grupo

Una vez creados los usuarios y los grupos, en esta opción se relacionan. Para establecer la relación entre usuarios y grupos se utilizó el esquema de los mantenimientos de relación (ver "Mantenimientos de relación" en Generalidades) teniendo como criterio principal los grupos y como criterio relacionado a los usuarios.



Figura 20. Usuarios por Grupos

## 4.6 Cambio de Clave

Esta opción se debe habilitar a todos los usuarios del sistema para que puedan cambiar su clave.

Clave Actual: Clave actual del usuario

Nueva Clave: La nueva clave que desea colocar

Confirmación Nueva Clave: Es la validación de la nueva clave



The screenshot shows a web interface titled "Usuarios del Sistema". It contains a form with the following fields and values:

Label	Value
Usuario	root
Nombre	Administrador del Sistema
Clave Actual	[Redacted] ✓
Clave Nueva	[Redacted]
Confirmación Clave Nueva	[Redacted]

At the bottom of the form is a button labeled "Anterior".

Figura 21. Cambio de Clave

Se debe hacer clic sobre el icono verde para llevar a cabo el proceso.

## 5. MEDIDA

La medida es el eje central de SIMCA, permite la configuración de las tablas transaccionales de la aplicación, incluyendo el procesamiento del archivo plano generado por los monitores para ser manipulado y así de esta manera generar los diferentes reportes.

### 5.1 PARÁMETROS

En esta tabla se guarda los diferentes parámetros a evaluar con sus respectivas características.

Parámetro: Consecutivo automático

Descripción: Nombre del Parámetro

Tipo Parámetro: Seleccione el Tipo de Parámetro al que corresponde el nuevo Parámetro

Unidad: Seleccione la unidad que le corresponde al Parámetro

Periodo: Seleccione el periodo que le corresponde al Parámetro. Tenga en cuenta que las variable metereológicas no tienen periodo.

Norma: Seleccione la norma que le corresponde al Parámetro. Tenga en cuenta que las variable metereológicas no tienen norma.



Figura 22. Parámetros

### 5.2 ESTACIÓN DE MONITOREO

Se divide en dos subgrupos.

#### 5.2.1 Estación

En esta tabla se parametriza las estaciones de monitoreo existentes.

Estación Monitoreo: Consecutivo automático

Descripción: Nombre de la Estación de Monitoreo

Dirección: Es la Dirección de la Estación de Monitoreo

Figura 23. Estaciones de Monitoreo

### 5.2.2 Por Tipos de Parámetros

Una vez creados la Estaciones de Monitoreo y los Tipos de Parámetros, en esta opción se relacionan. Para establecer la relación entre Estaciones de Monitoreo y Tipos de Parámetros se utilizó el esquema de los mantenimientos de relación (ver “Mantenimientos de relación” en Generalidades) teniendo como criterio principal las Estaciones de Monitoreo y como criterio relacionado a los Tipos de Parámetros.

Figura 24. Estaciones de Monitoreo X Tipo de Parámetros

### 5.3 MEDIDA

Esta tabla relaciona las Estaciones de Monitoreo con los Parámetros.

Estación: Seleccione la estación de la cual desea obtener información

Archivo: Ubique donde se encuentra el archivo el cual desea subir a la aplicación

Procesar: Sube el archivo a la aplicación y lo deja listo para su manipulación



Figura 25. Medida

Al dar click en [Procesar] aparece la siguiente caja de texto.



Figura 26. Procesamiento de Archivo

Si le das [Abrir] te lo abre como un archivo de texto en el Block de Notas, pero si le das [Guardar], entonces te aparece la siguiente caja de texto



Figura 27. Resultado del Procesamiento del Archivo

## 6. REPORTES

Esta herramienta que ofrece SIMCA a sus usuarios para facilitar el análisis y la interpretación de la información relacionada con el comportamiento de los parámetros y el índice de la calidad del aire de las diferentes estaciones.

Generalidades de los reportes

Para la generación de los reportes se presentará una caja de diálogo, donde el usuario tendrá la opción de escoger la estación, la fecha y el tipo de parámetro a evaluar, dependiendo el tipo de reporte que genere.

A excepción del reporte Parámetros por Hora, todos los reportes son generados para un lapso de tiempo. (Fecha Inicio – Fecha Fin).

Tenga presente que no todos los parámetros son medidos en todas las estaciones y, el cálculo de ICA es evaluado por estaciones, por eso, si desea saber cuál es el químico responsable del ICA en una estación se genera el reporte ICA - Parámetro.

La funcionalidad del reporte Parámetros por Hora, es para verificar que el valor de la concentración de un químico fue tomado para su respectivo periodo muestral. Es decir, hay químicos que sus periodos son tomados en un promedio de 24 horas o la mayor concentración de él en 24 horas.

Al dar click en [Consultar] se abre el plugin de visualización de los formatos pdf, y se observa el reporte, en ocasiones este no está habilitado por lo tanto deberá darle permiso para abrirlo en intentar nuevamente la consulta.

Los reportes presentan en su parte superior el parámetro, la estación y fecha dependiendo del reporte escogido.

Estación: De la siguiente lista desplegable Estación seleccione la estación a consultar.



Figura 28. Parámetros por Hora

Fecha: Para digitar la fecha puede seguir el formato aaaa/mm/dd o hacer doble click en la caja de texto Fecha y te aparecerá el calendario así como lo muestra la figura.



Figura 29. Calendario

Parámetro: La siguiente es la lista que le aparecerá al ubicarse en la caja de texto. Recuerde que el sistema es parametrizable, en caso de que se desee evaluar un nuevo parámetro el administrador podrá ingresarlo al sistema con todas las características que este requiera para su evaluación.



Figura 30. Parámetro por Día

A continuación se presentan los cuatro reportes manejando la lógica de la generación de los mismos a partir de un ejemplo.

### 6.1 PARÁMETROS POR HORAS

Como se había mencionado, este reporte representa el comportamiento en 24 horas de un parámetro, en una estación y fecha determinada. Para el presente ejemplo se van a tomar los siguientes datos:

Estación: Centro  
 Fecha: 2006/05/03  
 Parámetro: NO2

**Parámetros por Hora**

Estación:

Fecha: 2006/05/03

Parámetro:

Figura 31. Parámetros por Hora

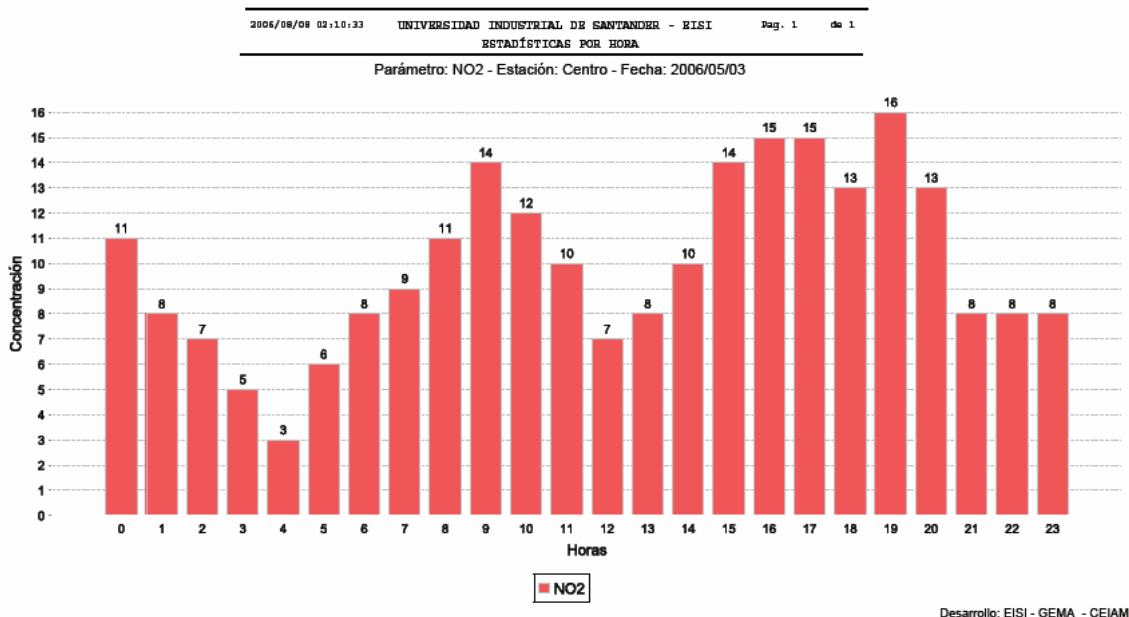


Figura 32. Reporte de Parámetros por Hora

En el reporte se observa:

En el eje horizontal se encuentra el tiempo en horas. Para este caso va desde las 0 hasta las 23 horas.

En el eje vertical va la concentración que es registrada por hora. Va desde 0 hasta el máximo valor de concentración que el químico presente para ese día.

Para el caso del NO<sub>2</sub> el tiempo muestral es aquel mayor valor presentado en las 24 horas. Este valor como se observa en la gráfica es 15 ppb y se presenta a las 19 horas.

En la parte inferior del reporte se hace énfasis en un recuadro el nombre del parámetro evaluado.

## 6.2 PARÁMETROS POR DÍA

Este tipo de reporte permite observar el comportamiento de un parámetro en un lapso de tiempo, en una estación determinada. Para continuar con la lógica de este ejemplo

se va a escoger en este reporte los mismo datos anteriores, tratando de que la fecha (2006/05/03) anteriormente tomada quede entre el rango de fechas.

Fecha Inicio: 2006/05/01

Fecha Fin: 2006/05/05



Figura 33. Parámetros por Día

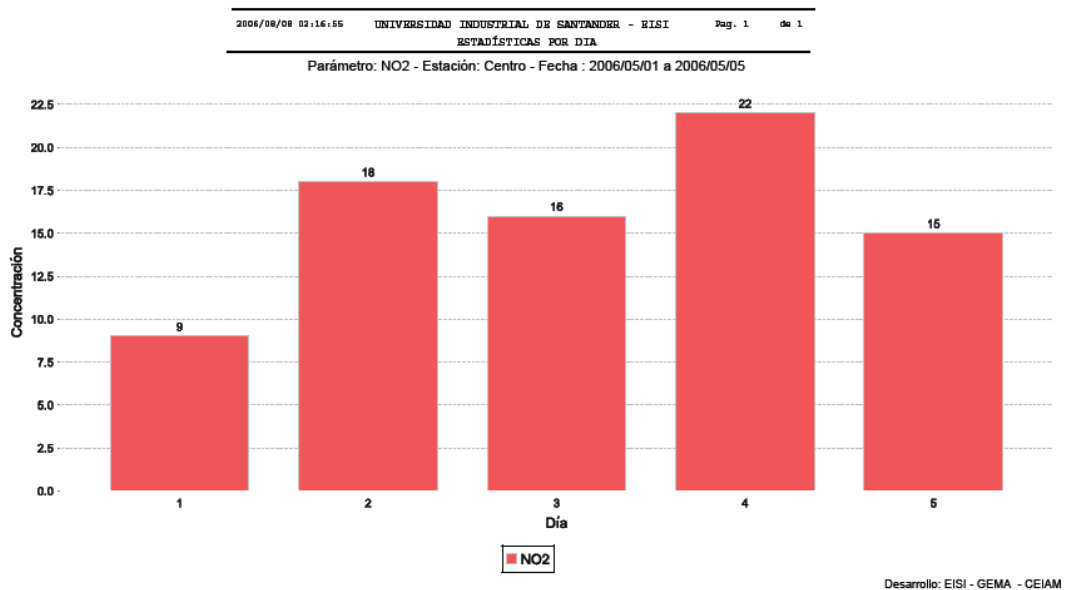


Figura 34. Reporte Gráfico de Parámetros por Día

En el reporte se observa:

En el eje horizontal se grafica el tiempo para el cual se solicitó la observación del parámetro. Va desde la fecha inicio hasta la fecha final ingresadas.

En el eje vertical se encuentra la concentración. Va desde 0 hasta el mayor valor de la concentración de un químico para ese lapso de fechas.

Para el día 3 se observa que la concentración del NO<sub>2</sub> es de 15ppb. De esta manera se comprueba la forma de obtención del periodo muestral para un químico. Hay otros contaminantes como el SO<sub>2</sub> y PM<sub>10</sub> que su periodo muestral es calculado a partir del promedio de los datos obtenidos en las 24 horas, si deseas puedes comprobarlo.

En la parte inferior del reporte se hace énfasis en un recuadro el nombre del parámetro evaluado.

### 6.3 ICA

Este tipo de reporte muestra el índice de calidad del aire para una estación y un rango de fechas determinadas. Se recalca que el Índice de la Calidad del Aire se obtiene solo para las estaciones y de manera diaria. Para el ejemplo se toma la misma estación y el mismo lapso de tiempo anteriores



ICA

Estación: Centro

Fecha Inicio: 2006/05/01

Fecha Fin: 2006/05/05

Consultar

Figura 35. Índice de la Calidad del Aire

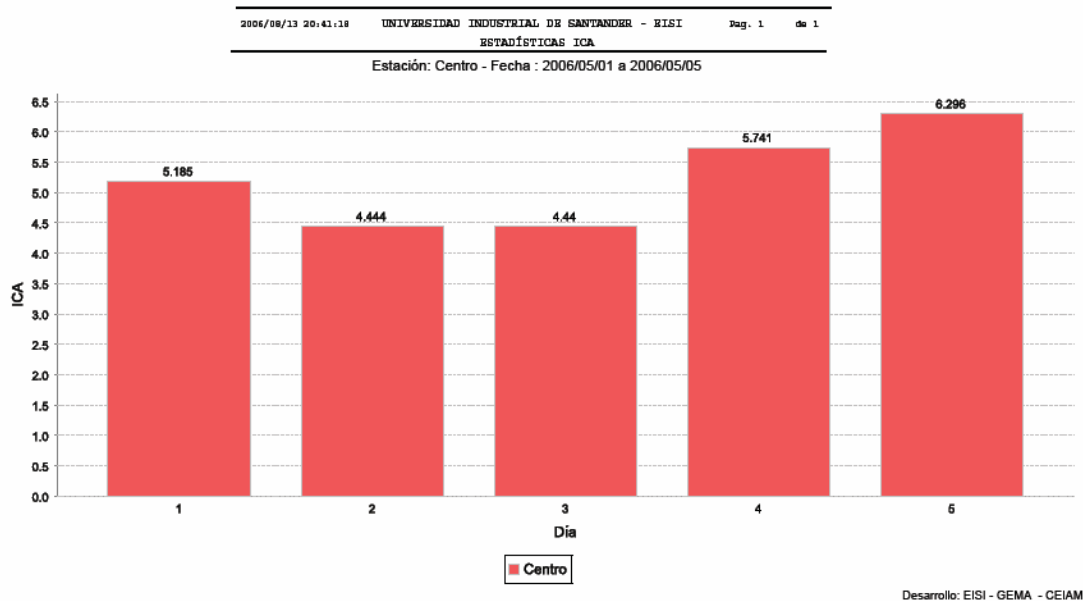


Figura 36. Reporte Gráfico del ICA

Se observa en el reporte:

En el eje horizontal el tiempo. Para este caso el mismo rango de fechas anterior.  
En el eje vertical el valor del Índice de la Calidad del Aire. Va desde 0 hasta el mayor valor de ICA para ese lapso de tiempo.

El indicador es adimensional, y ese valor obtenido de calidad del aire para esa estación está determinado por el mayor valor del ICA de uno de sus químicos evaluados. Para saber que significado tiene este valor se genera el siguiente reporte. En la parte inferior del reporte se hace énfasis en un recuadro el nombre de la estación evaluada.

#### 6.4 ICA – PARÁMETRO

Este es un reporte complementario al anterior, donde se presenta de manera tabular el valor del ICA de todos los parámetros evaluados en la estación escogida, ordenándolos en orden descendente y marcando mediante un asterisco rojo el de mayor valor. Los parámetros son presentados en grupos por día evaluado, separados por una línea roja. Para complementar la información del reporte anterior se escoge la misma Estación y la misma Fecha de Inicio y Fin.



ICA - Parámetro

Estación: Centro

Fecha Inicio: 2006/05/01

Fecha Fin: 2006/05/05

Consultar

Figura 37. ICA - Parámetros

## ESTADÍSTICAS ICA

Estación: Centro - Fecha : 2006/05/01 a 2006/05/05

DÍA	PARÁMETRO	ICA	DESCRIPCIÓN
* 1	O3	5.19	Regular
1	PM10	3.13	Regular
1	NO2	0.94	Bueno
1	SO2	0.74	Bueno
1	CO	0.29	Bueno
* 2	O3	4.44	Regular
2	PM10	4.14	Regular
2	NO2	1.88	Moderado
2	SO2	0.91	Bueno
2	CO	0.59	Bueno
* 3	PM10	4.44	Regular
3	O3	3.33	Regular
3	NO2	1.67	Moderado
3	SO2	0.84	Bueno
3	CO	0.69	Bueno
* 4	O3	5.74	Regular
4	PM10	4.62	Regular
4	NO2	2.29	Moderado
4	SO2	1.04	Bueno
4	CO	0.70	Bueno
* 5	O3	6.30	Regular
5	PM10	4.24	Regular
5	NO2	1.56	Moderado
5	SO2	0.78	Bueno
5	CO	0.63	Bueno

Desarrollo: EISI - GEMA - CEIAM

Figura 38. Reporte tabular del ICA por Parámetros

Se observa en el reporte:

Un informe tabular con la información distribuida en cuatro columnas con sus respectivos títulos.

La primera columna es **DÍA**, y hace referencia a la fecha, que va desde la Fecha Inicio hasta la Fecha Fin escogida en la caja de diálogo inmediatamente anterior.

La segunda columna **PARÁMETRO**, se listan los químicos que se evalúan en esa estación organizados por bloques por día y separados por una línea roja.

En la tercera columna **ICA**, corresponde al valor del indicador para cada parámetro evaluado en esa estación ordenados descendientemente. Se observa que el ICA de mayor valor en un día tiene un asterisco rojo al lado de la fecha

En la cuarta columna **DESCRIPCIÓN**, va el descriptor para ese valor de ICA obtenido.

Los reportes a continuación son la representación gráfica del reporte ICA – Parámetro.

### 6.5 ICA Unitario

El reporte ICA Unitario, muestra el anterior reporte pero de manera gráfica. Según el ejemplo tratado, se evalúan cinco (5) días por lo tanto se generan sus cinco (5) respectivas gráficas.

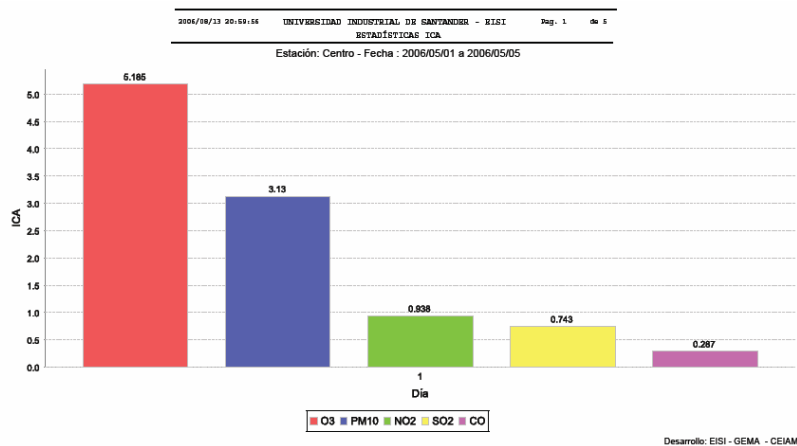


Figura 39. Reporte Gráfico del ICA por Parámetros el día 1

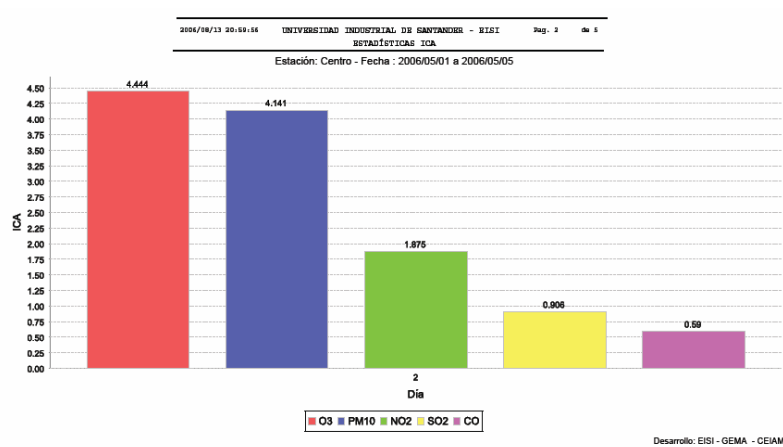


Figura 40. Reporte Gráfico del ICA por Parámetros el día 2

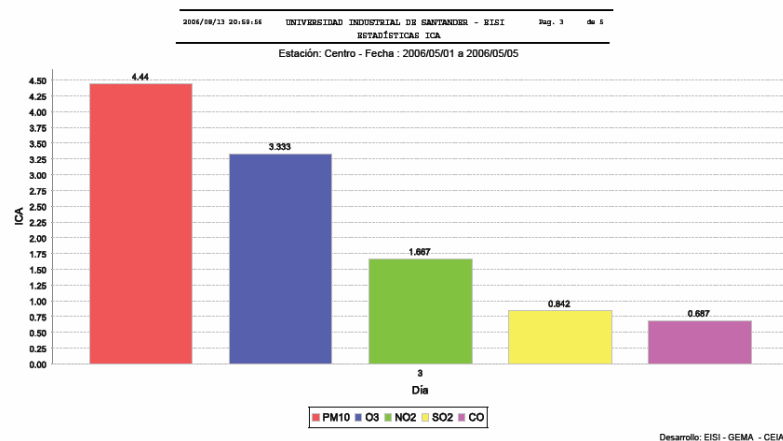


Figura 41. Reporte Gráfico del ICA por Parámetros el día 3

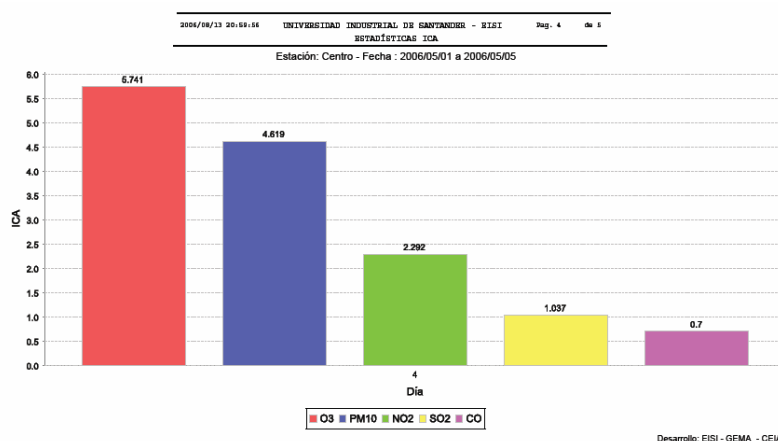


Figura 42. Reporte Gráfico del ICA por Parámetros el día 4

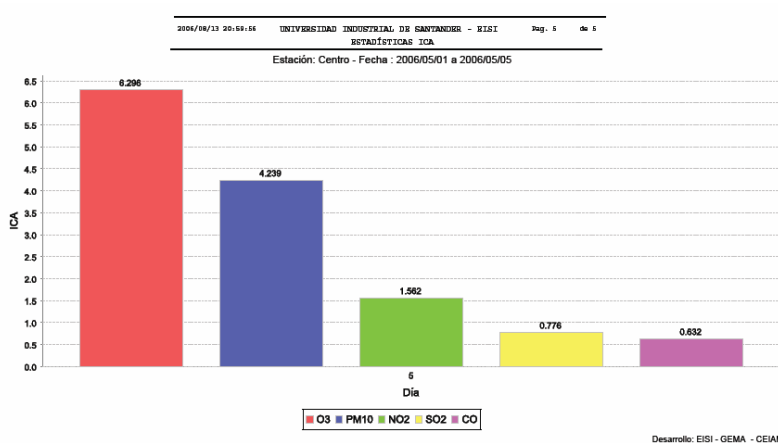


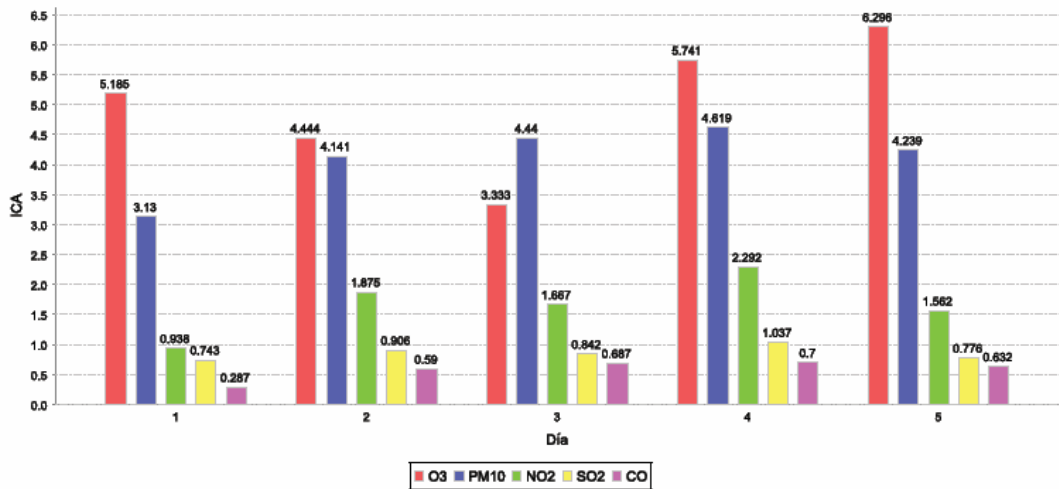
Figura 43. Reporte Gráfico del ICA por Parámetros el día 5

En términos generales, se observa en las gráficas, que en su eje horizontal se presenta el día para el cual se está calculando el ICA, y en su eje vertical el valor del ICA correspondiente para el respectivo químico. Cada contaminante está diferenciado por un color.

## 6.6 ICA Grupo

Este reporte resume el anterior en una sola gráfica, facilitando el análisis del ICA al investigador. Se recomienda que el lapso de tiempo para el cual se genera el siguiente reporte no exceda los quince (15) días, ya que la abundancia de información dificultaría su respectiva observación.

Estación: Centro - Fecha : 2006/05/01 a 2006/05/05



Desarrollo: EISI - GEMA - CEIAM

Figura 44. Reporte Gráfico del ICA por Grupos

Se observa en la gráfica:

En el eje horizontal la fecha, y se despliega en barras de colores los diferentes contaminantes agrupados por día.

En el eje vertical el valor de ICA correspondiente a cada químico evaluado.

Para finalizar con la parte de reportes dos cosas para tener en cuenta:

Cuando se encuentran valores negativos en los reportes gráficos o tabulares, estos pueden ser causados por diferentes situaciones, la más frecuente es que la luz se haya ido. Otra que el archivo no se haya subido al sistema.

Cuando se manda a generar un reporte cuyo parámetro no es evaluado en esa estación, se abre de igual manera el adobe pero vacío.