



**GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS**



**DISEÑO PILOTO DE PLATAFORMA SIG
PARA LEVANTAMIENTO DE ESTUDIOS HÍDRICOS
DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS**

INFORME FINAL

REALIZADO POR:

SERVICIOS INTEGRADOS EN INFORMACIÓN GEOGRÁFICA S.A.

DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS Y PLANIFICACIÓN

S.I.T. Nº 139

Santiago, Abril de 2008

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

Ministro de Obras Públicas
Ingeniero Civil Sr. Eduardo Bitrán C.

Director General de Aguas
Abogado Sr. Rodrigo Weisner L.

Jefe Departamento de Estudios y Planificación
Ingeniero Civil Sr. Pedro Rivera I.

Inspector Fiscal
Ingeniero Civil Sra. Ana María Gangas P.

Profesionales Departamento de Estudios y Planificación
Cartógrafo Sr. Guillermo Tapia M.
Ingeniero Civil Sra. Andrea Osses V.

Servicios Integrados en Información Geográfica S.A (SIIGSA)

Jefe de Proyecto
Cartógrafo, Sr. Víctor Tapia V.

Profesionales
Ingeniero Civil Sra. Marta Tobar F.
Ingeniero Civil Srta. Evelyn Contreras M.
Ingeniero en Informática Sr. Patricio Cifuentes I.
Cartógrafo Sr. Carlos López N.
Diseñadora Srta. Viviana Santis F.
Cartógrafo Sr. Edson Tapia G.
Ingeniero en Informática Sr. Gonzalo Arenas F.
Analista Científico Computacional Sr. Cristian Gómez M.
Analista Programador Computacional Sr. José Meneses G.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	5
1. Antecedentes del Proyecto.....	5
2. Objetivos del Proyecto.....	7
II. CATASTRO Y LEVANTAMIENTOS DE ESTUDIOS HÍDRICOS.....	9
1. Levantamientos de Estudios.....	9
1.1. Identificación de estudios.....	9
1.2. Recopilación de datos de estudios DGA.....	9
1.3. Comentarios.....	11
2. Revisión, Análisis y Clasificación de Estudios.....	12
2.1. Introducción.....	12
2.2. Clasificación de estudios.....	12
3. Estandarización de resultados levantados en la plataforma de estudios.....	18
III. DISEÑO LÓGICO DEL SISTEMA.....	29
1. Descripción General.....	29
1.1. Definiciones y Acuerdos.....	29
2. Requerimientos Funcionales y Diseño Funcional.....	30
2.1. Módulo de Administración de Información Geográfica.....	30
2.2. Módulo de Mapas o Composiciones Cartográficas.....	32
2.3. Módulo de Variables Estadísticas y Atributos.....	35
2.4. Módulo de Administración del Sistema.....	35
3. Descripción General del software y Bases de Datos.....	36
3.1. Módulos Informáticos a Construir en el Sistema Web.....	37
4. Características Generales del Sistema Web.....	39
4.1. Estructura Modular del Sistema.....	39
4.2. Arquitectura de la Solución.....	41
4.3. Esquema de Operación del Sistema Web.....	44
4.4. Administración de la Información Web.....	46
4.5. Funcionalidades Generales del Sistema Web.....	49
5. Arquitectura del Software.....	50
5.1. Tecnologías de Información y Comunicación.....	50
5.2. Patrones de Diseño y Desarrollo.....	51
5.3. Patrón de Desarrollo, Modelo Vista Controlado.....	54
5.4. Modelo “N” Capas.....	56
5.5. Modelo de Negocio.....	59
5.6. Controladores de Capas.....	62
IV. INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.....	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla Nº 1 - Primera Clasificación de Estudios DGA	13
Tabla Nº 2 - Número de estudios con un descriptor	16
Tabla Nº 3 - Número de estudios con más de un descriptor	17
Tabla Nº 4 - Estudios Piloto Cuenca del Río Maipo	18
Tabla Nº 5 - Operación Modelo Hidrogeológico XX	21
Tabla Nº 6 - Disponibilidad Recurso Agua Sectores Acuíferos Cuenca del Río Maipo	24
Tabla Nº 7 – Catastro de Datos Cartográficos	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura Nº 1 - Mapa Ubicación Nodos	19
Figura Nº 2 - Gráfico Caudales Medios Anuales para Diferentes Probabilidades de Excedencia	21
Figura Nº 3 - Mapa Disponibilidad Recursos Hídricos Subterráneos Acuífero Maipo	23
Figura Nº 4 - Disponibilidad de Aguas Superficiales al año 2007	28
Figura Nº 5 - Ingreso de datos.....	32
Figura Nº 6 - Organización Lógica de los elementos	34
Figura Nº 7 - Diagrama General Software.....	41
Figura Nº 8 - Arquitectura Solución	40
Figura Nº 9 - Diagrama Lógico de Comunicación de Módulos de Explotación	43
Figura Nº 10 - Operación del Sistema	44
Figura Nº 11 - Organización de la información.....	46
Figura Nº 12 - Administración de Acceso a la Información	48
Figura Nº 13 - Modelo Vista Controlador.....	55
Figura Nº 14 - Arquitectura de Sistema	60

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 – Fuentes de Identificación
Anexo 2 – Catastro Estudios Hídricos, Dirección General de Aguas
Anexo 3 – Funcionalidades del Sistema
Anexo 4 – Manual de Administración
Anexo 5 – Manual de Usuarios
Anexo 6 – Modelo Lógico – Diccionario de Datos
Anexo 7 – Caso Uso Administración
Anexo 8 – Caso Uso Explotación
Anexo 9 – Modelo Objetos – Diagrama de Clases

I. INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde a la explicación metodológica de todas las etapas desarrolladas: levantamiento de requerimientos, catastro de estudios, diseño y construcción de la “Plataforma Piloto SIG para Levantamiento de Estudios Hídricos de la Dirección General de Aguas”, dependiente de la Dirección General de Aguas (DGA) del Ministerio de Obras Públicas.

Durante la elaboración del estudio se identificaron los requerimientos involucrados en el desarrollo informático, sus componentes y características. Además del análisis de los estados actuales de los estudios realizados por la DGA sobre una cuenca piloto “Río Maipo”.

Los requerimientos sistémicos, funcionalidades, procesos y actores involucrados en el manejo de la información, permitió modelar una base sólida para el diseño de bases de datos y el sistema, asegurando su eventual crecimiento y pertinencia de la solución propuesta.

1. Antecedentes del Proyecto

La DGA, cuenta con un importante número de estudios desarrollados en materias relativas a los recursos hídricos, que dicen relación con balances, evaluaciones, estimaciones de caudal sustentable, disponibilidad, calidad, modelos matemáticos, etc. por mencionar algunos tipos de ellos.

No existe en la DGA una plataforma que contenga la información a nivel de fuentes de estudios desarrollados y que permita una visualización territorial del estado de la información existente y de las fuentes estudiadas. Lo anterior, no solamente en términos de estudios disponibles, sino que también en términos de sus resultados.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) ocupan hoy en día un lugar prominente entre las herramientas computacionales modernas y constituyen un apoyo invaluable para todo tipo de análisis de alcance territorial debido a su componente espacial.

La DGA, utiliza la herramienta SIG y con ella ha desarrollado diversas coberturas espaciales de las materias que le competen, a su vez, la DGA utiliza esta herramienta, en la elaboración, desarrollo y análisis de

sus estudios, lo cual resulta sumamente ventajoso ya que permite tener el contexto espacial y territorial asociado. Lo anterior, cobra real importancia en estudios de evaluación del recurso hídrico, balances hídricos, modelaciones hidrológicas e hidrogeológicas, estudios de obtención de caudal sustentable, estudios de calidad de las aguas, entre los mas importantes.

La DGA no cuenta con un sistema que permita una consulta oportuna y rápida de los estudios que ha elaborado y que lleva a cabo y que esté relacionada con el vínculo espacial-territorial a nivel de fuentes.

Debido a lo anterior, y enmarcado en la modernización del estado y eficiencia del Servicio, se considera necesario elaborar una herramienta tecnológica en SIG que permita la administración, clasificación, la visualización de temas principales y de la actualización de los estudios y sus resultados que la DGA tiene en su Centro Documental, asociado al vínculo territorial. El estudio que se plantea en estos términos de referencia, corresponde a un diseño de plataforma SIG de levantamiento de información fase piloto, sólo para 1 cuenca, que permita y ayude a definir la metodología del desarrollo de dicha plataforma de una manera más acotada pero que involucre todas las etapas hasta conseguir el producto final, de una herramienta tecnológica que permita, en base a los análisis realizados por la DGA, visualizar la situación de diferentes variables de estado en las fuentes de agua en el territorio.

2. Objetivos del Proyecto

El presente proyecto tiene los siguientes objetivos, general y específico.

Objetivo General

El objetivo de este estudio es realizar un levantamiento de toda la información existente en la Dirección General de Aguas, para la cuenca piloto “Río Maipo”, relativo a estudios (hidrológicos e hidrogeológicos y otros tópicos) y generar para ello un soporte tecnológico que apoye y permita el levantamiento de la información de los estudios en un Sistema de Información Geográfica, sistematizarlo y por otro lado, que permita clasificar los diferentes tipos de estudios existentes y estandarizar la información relevante de sus resultados, para poder acceder a ellos y a su información asociada a través de una cobertura territorial en SIG.

Objetivos Específicos:

- ✓ Catastrar toda la información existente relacionada con estudios desarrollados por la DGA para esta primera fase piloto en una cuenca piloto.
- ✓ Dejar disponible y mostrar espacialmente la información relevante y posible de espacializar, de los estudios hidrológicos e hidrogeológicos de la DGA, a través del vínculo territorial SIG
- ✓ Definir una metodología de trabajo y desarrollo de la plataforma, para el levantamiento de la información que contienen los estudios y su despliegue, y que pueda ser replicada a futuro en todo el país.
- ✓ Permitir la integración de la información relevante de los estudios DGA, con su ubicación territorial en una plataforma tecnológica SIG.
- ✓ Administrar una Base de Datos de los estudios existentes que contemple una base de información común para todos ellos y relacionada con la definición territorial de cada uno de ellos.
- ✓ Generar un canal comunicacional de partida, interna para la DGA, a través de una herramienta SIG-internet y que pueda ser llevada posteriormente a uso externo.

- ✓ Contar con una plataforma SIG en internet (Servidor de mapas) que permita el fácil despliegue de la información existente relativa a estudios, vinculada al territorio y a nivel de fuentes, y que considere la opción de poder levantar este sistema en Internet en una etapa posterior.
- ✓ Modernizar y hacer más eficiente la entrega de información relativa a estudios desarrollados a nivel de fuente en la DGA.

II. CATASTRO Y LEVANTAMIENTOS DE ESTUDIOS HÍDRICOS

1. Levantamientos de Estudios

La primera actividad realizada corresponde al levantamiento de información de estudios ejecutados por la Dirección General de Aguas para la cuenca del Río Maipo desde las siguientes fuentes de información:

- Centro de Información de Recursos Hídricos (CIRH) de la DGA.
- Departamento de Administración de Recursos Hídricos (DARH) de la DGA.
- Departamento de Estudios y Planificación (DEP) de la DGA.

1.1. Identificación de estudios

Se lograron identificar 107 estudios realizados por la DGA; 99 en el CIRH, 5 en el DARH y 3 en el DEP. Los estudios fueron realizados entre los años 1962 y 2007.

De los 107 estudios identificados, 90 están disponibles en “papel” y los restantes 17 en “papel” y en “medios digitales”.

En anexo numero 1 se presenta listado de 107 estudios identificados y la fuente de información de cada estudio.

1.2. Recopilación de Datos de Estudios DGA

Para la recopilación de los datos básicos de los estudios se generó un catastro a partir de los estudios revisados. Para facilitar la búsqueda, identificación y referencia posterior de cada estudio dentro del catastro, se le asigna un Id numérico correlativo que comienza en el N° 1. Si a través de la revisión de un estudio se determinaba que éste no pertenecía a la cuenca del Río Maipo, no se reordenaron los Id, sólo se eliminaba el estudio correspondiente.

Dentro del catastro se fueron definiendo campos que permitieran caracterizar de la forma más completa posible cada estudio.

En resumen, los campos que finalmente se incorporaron al catastro son los siguientes:

- **Id:** Número correlativo único para cada estudio, asignado en forma arbitraria según el orden de aparición dentro del listado general de

estudios resultantes de la primera etapa del catastro. Por definición informática este identificador es único e irremplazable, por lo cual al eliminar un estudio de la lista final de estudios analizados, por determinar que éste no pertenece a la cuenca definida como ámbito máximo del estudio, se omite el “Id”, pero no se reordenan los “Id” de los estudios consecutivos.

- **Título:** título del estudio.
- **Autor:** Este campo se dividió en tres sub-campos:
 - Mandante: en este caso se trata de la DGA, pero en el futuro podría requerirse realizar una recopilación de antecedentes de otros estamentos como por ejemplo: Comisión Nacional de Riego, Empresas Sanitarias, Dirección de Obras Hidráulicas, etc.
 - Departamento: corresponde al departamento que actuó como mandante del estudio.
 - Ejecutor: puede ser un consultor, universidad, o interno DGA.
- **Jefe de Proyecto:** se identifica al jefe de proyecto del estudio.
- **Inspector Fiscal:** se identifica al inspector fiscal del estudio.
- **Año:** año de término del estudio.
- **Serie:** clasificación que realiza el Centro de Información de Recursos Hídricos (CIRH) de cada estudio.
- **Descriptor:** Clasificación del estudio dentro de un conjunto de “Conceptos” definidos desde el punto de vista de los resultados de los estudios. Estos descriptor corresponden a una clasificación lógica, generada como parte del análisis de los estudios catastrados y tiene como finalidad permitir una clasificación y búsqueda lógica de los estudios contenidos en el sistema que permita dar indicios de los productos posibles de encontrar como resultados de los estudios.
- **Id Estudios Relacionados:** Corresponde a otros “ID” o identificadores de estudios que se relacionan lógicamente o temáticamente con el estudio analizado. Esto permitirá entregar referencias de estudios que estando dentro de la misma cuenca, posee una relación de dependencia, génesis u otro tipo de relación que se quiere dar a conocer dentro del sistema.

- **Estudios Base:** se identifica aquellos estudios que han sido utilizados como información base para el desarrollo de una actualización de los mismos o para la utilización de datos que han sido obtenidos por ellos.
- **Clasificación CIRH:** código bibliográfico que utiliza el CIRH-DGA para su ordenamiento.
- **Area Geográfica del Estudio:** para cada estudio se identificó su área de influencia dentro de la cuenca del Río Maipo; a nivel de cuenca, sub cuenca, sub sub cuenca, embalses, glaciares, acuífero u otra unidad cartográfica a la que esté asociado el estudio.
- **Resumen del Estudio:** este campo se dividió en tres; objetivos, descripción del estudio, productos y conclusiones de cada estudio.
- **Componentes del Estudio:** esta campo se dividió en tres:
 - Documentación: describe la cantidad de componentes del estudio en cuanto a volúmenes, planos, gráficos, etc.
 - Medio Magnético: este campo contiene un si o un no, dependiendo de si se cuenta con el estudio en medio magnético o no.
 - Descripción: entrega información sobre los temas tratados en cada volumen del estudio.
- **Direcciones URL:** da cuenta de las direcciones web que llevan al contenido del estudio, de acuerdo a si está información esté o no disponible a través de ese medio.

En anexo N° 2 se presenta la matriz con los datos de cada estudio que fueron posibles de levantar.

1.3. Comentarios

De los 90 estudios que fueron revisados en gabinete, fue posible revisar 72, los 18 restantes no se encontraban disponibles, por estar prestados o en proceso de digitalización.

En consecuencia, no se logró catastrar el 100% de los estudios, en total fueron revisados 89 estudios lo que representa un 83% del total de estudios.

No se cuenta con información completa de todos los campos del catastro para cada estudio, debido a que éstos poseen diferentes fines y objetivos por lo que sus contenidos difieren de un estudio a otro.

El criterio para el levantamiento de datos realizado en el catastro tiene más campos que los que considera la plataforma SIG, con el objetivo de disponer de toda la información básica existente y permitir un análisis más acabado en el proceso de la estandarización de resultados y del poblamiento de la plataforma SIG.

En anexo N° 2 se presenta el catastro que contiene la matriz de proyectos analizados con sus datos correspondientes.

2. Revisión, Análisis y Clasificación de Estudios

2.1. Introducción

Uno de los objetivos del proyecto es lograr una clasificación de cada estudio desde el punto de vista de sus resultados y estandarizar resultados que puedan ser levantados en la plataforma SIG, de tal manera que el usuario final al ingresar a la plataforma pueda tener una idea más precisa de cuales fueron el o los productos que se obtuvieron de cada estudio, así como también el área de influencia del estudio en cuestión.

2.2. Clasificación de Estudios

Para lograr este objetivo, una vez que se contó con la identificación de todos los estudios DGA de la cuenca del Río Maipo y con los algunos antecedentes generales de éstos, se procedió a realizar una clasificación preliminar de cada estudio. En la Tabla N° 1 se muestra esta primera clasificación.

Tabla N° 1
Primera Clasificación de Estudios DGA

Clasificación	N° Proyectos
Ambiental, Planificación	1
Calidad	6
Disponibilidad	10
Evaluación, Gestión	4
Evaluación, Gestión, Modelación	8
Evaluación, Riego	1
Evaluación, Riego, Hidrología	1
Gestión, Fiscalización	1
Gestión, Modelación,	2
Gestión, Planificación	4
Glaciares	1
Glaciares, Hidrología	6
Glaciares, Nieve, Hidrología	2
Hidrología	10
Hidrología, Ambiental	1
Hidrología, Hidráulica	1
Hidrología, Calidad	1
Hidrología, Evaluación	1
Hidrología, Hidráulica	2
Hidrología, Hidrogeología	2
Hidrología, Hidrogeología, Niveles Pozos	4
Hidrología, Hidroquímica	1
Hidrología, Riego	1
Mercado de Aguas	1
Planificación, Hidráulica	1
Pronostico Hidrología	31
Total	104

Fuente: elaboración propia

Nota: el universo considerado para esta primera fase clasificación fue de 104 estudios.

En la medida que se avanzaba en el levantamiento de datos de los estudios y en el análisis más detallado de los proyectos pilotos, se determinó que era preferible no utilizar el término clasificación de estudios, sino más bien el de descriptor, entendiéndose por descriptor como aquel término que de cuenta del tipo de información que encontraremos en cada estudio desde el punto de vista de los resultados del mismo. La diferencia más importante entre descriptor y clasificación, es que un estudio puede tener uno o más descriptores, y en el caso de clasificación, se entiende que sólo debiera tener una.

Los descriptores utilizados son:

- a) **Hidrología:** estudios que contengan uno o varios de los siguientes temas: estudios pluviométricos, análisis de caudales, generación de modelos probabilísticos, etc.
- b) **Hidrogeología:** estudios que contengan uno o varios de los siguientes temas: geología y geomorfología, formaciones acuíferas o geología de subsuperficie, explotación de aguas subterráneas, nivel de aguas subterráneas, recarga y descarga de acuíferos, limnigramas, parámetros elásticos, etc.
- c) **Evaluación del Recurso Hídrico:** se trata de estudios que analizan el comportamiento de uno o varios sistemas (subterráneos - superficiales), desde el punto de vista del recurso hídrico, sometidos a distintos escenarios de explotación.
- d) **Disponibilidad:** se trata de informes técnicos realizados por el DARH, concernientes al análisis de disponibilidad sobre el otorgamiento de derechos de aprovechamiento de recursos hídricos en materias de Aguas Superficiales y Aguas Subterráneas.
- e) **Modelación:** este descriptor a su vez se ha subdividido en:
 - **Modelación Integrada:** se trata de estudios que construyen o utilizan un modelo matemático de simulación de la operación del sistema hídrico, incluyendo tanto el sistema superficial como subterráneo. Este modelo permite simular el comportamiento a través del tiempo de los elementos

superficiales que componen una cuenca y relacionarlo con las variaciones de volumen experimentadas por los acuíferos subyacentes a dicha cuenca. Se trata de una herramienta que permite representar el recurso hídrico integradamente, es decir, sistema superficial, sistemas de riego, sistemas acuíferos, ríos, canales y todos los procesos internos que ello involucra.

- **Modelación Hidrogeológica:** modelos numéricos de simulación del flujo de agua subterránea. Estos modelos están elaborados, en general, bajo el código Modflow, utilizando la interfaz de pre y post procesamiento de datos, Visual Modflow.
- **Modelación de Calidad de Aguas:** se trata de software que en el caso de aguas superficiales analizan distintos escenarios hidrológicos y de demandas de agua, pronosticando cargas contaminantes futuras de origen doméstico e industrial y en el caso de aguas subterráneas modelan el movimiento de un contaminante a través del acuífero.

- f) **Calidad de Aguas:** estudios que contienen análisis de las aguas desde el punto de vista de la calidad.
- g) **Mercado de Aguas:** estudios que analizan transacciones de derechos de aprovechamiento de aguas.
- h) **Glaciares:** estudios que involucren glaciares existentes en la cuenca del Río Maipo.
- i) **Gestión y Planificación:** estudios que entregan herramientas para manejo de cuenca de Río Maipo.
- j) **Pronóstico Disponibilidad Agua para Riego:** se trata de estudios elaborados por la DGA, con el propósito de dar a conocer la situación hidrológica general del país, para las zonas de riego de las principales

Cuencas del norte chico, zona central y sur. Se elabora anualmente un pronóstico de volúmenes de deshielo, caudales medios mensuales y máximos instantáneos para la temporada de riego del período primavera-verano. Este pronóstico abarca desde la cuenca del Río Copiapó hasta la del Río Ñuble.

- k) Riego:** estudios agronómicos y de riego.
- l) Riego, rol de usuarios:** estudios de riego y que contienen catastro de usuarios de riego.
- m) Planificación:** estudios que entregan herramientas para manejo de cuenca de Río Maipo.

La tabla N° 2 muestra un resumen con el número de estudios con sólo un descriptor y la Tabla N° 3 muestra el número de estudios con más de un descriptor.

**Tabla N° 2
Número de Estudios con Un Descriptor**

Descriptor	N° Estudios con Un Descriptor
Hidrología	17
Hidrogeología	3
Evaluación Recurso Hídrico	4
Calidad de Aguas	5
Mercado de Aguas	1
Glaciares	4
Gestión y Planificación	9
Pronóstico Disponibilidad Agua para Riego	31
Riego	1
Riego, Rol de usuarios	1
Planificación	1
Sub Total	77

Fuente: elaboración propia

Tabla N° 3
Número de Estudios con Más de un Descriptor

Descriptores	Nº Estudios con más de Un Descriptor
Calidad de Aguas, Gestión y Planificación	1
Calidad de Aguas, Hidrología	3
Disponibilidad, Evaluación Recurso Hídrico	7
Gestión y Planificación, Hidrología	2
Gestión y Planificación, Hidrología, Hidrogeología, Calidad de Aguas	1
Glaciares, Hidrología	5
Hidrogeología, Evaluación Recurso Hídrico	1
Hidrogeología, Gestión y Planificación	1
Hidrología, Hidrogeología	3
Hidrología, Hidrogeología, Gestión y Planificación	1
Modelación Integrada, Modelación Aguas Superficiales, Modelación Hidrogeológica, Evaluación Recurso Hídrico, Hidrología, Hidrogeología, Calidad de Aguas, Mercado de Aguas, Gestión y Planificación	1
Modelación Integrada, Modelación Aguas Superficiales, Modelación Hidrogeológica, Evaluación Recurso Hídrico, Hidrología, Hidrogeología, Calidad de Aguas, Modelación Calidad	1
Modelación Hidrogeológica, Evaluación Recurso Hídrico	2
Modelación Integrada, Modelación Aguas Superficiales, Evaluación Recurso Hídrico	1
Sub Total	30

Fuente: elaboración propia

Para efectos de cumplir con los objetivos planteados para el presente proyecto y considerando que, más que realizar el análisis del 100% de los estudios se requería sistematizar el análisis y realizar un poblamiento piloto del sistema o plataforma tecnológica, se definió en conjunto con la contraparte técnica de la DGA, tomar los dos tipos de estudios que fuesen mas significativos y tuviesen información suficiente para analizar los datos que serían levantados a la plataforma SIG; éstos fueron los relativos a los descriptores de Modelación y Disponibilidad. El número de estudios pilotos fue de 11, los que se identifican en la siguiente tabla.

Tabla Nº 4
Estudios Piloto Cuenca del Río Maipo

ID	Título	Autor			Año	Serie	Descriptor
		Mandante	Departamento	Ejecutor			
2	Bases Para la Formulación de un Plan Director Para la Gestión de los Recursos Hídricos Cuenca del Río Maipo	Dirección General de Aguas	Departamento de Estudios y Planificación	CONIC BF Ingenieros Civiles Consultores.	2007	S.I.T.; No. 130	Modelación
4	Evaluación de los recursos subterráneos del valle del estero Puangue: sectores Puangue Alto, Medio y Bajo, La Higuera, Cholqui, Popeta y Melipilla	Dirección General de Aguas	Departamento de Estudios y Planificación	---	2006	<u>S.D.T.; No. 237</u>	Modelación
6	Evaluación de los recursos hídricos subterráneos del valle del estero Puangue: diagnóstico situación actual	Dirección General de Aguas	Departamento de Estudios y Planificación.	---	2006	<u>S.I.T.; No. 118</u>	Modelación
8	Modelación superficial para la cuenca de los ríos Maipo Mapocho: estimación de recarga para escenario actual 2005	Dirección General de Aguas	Departamento de Estudios y Planificación.	---	2006	<u>S.D.T.; No. 235</u>	Modelación
9	Informe técnico Nº 281 : declara área de restricción acuífero Cuencas costeras V región, sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común de: Estero Cachagua, Estero Papudo, Maipo Desembocadura, Sector Catapilco subsector La Laguna, Sector Horcón, Sector	Dirección General de Aguas	Departamento de Administración de Recursos Hídricos.	---	2005	<u>S.D.T.; No. 213</u>	Disponibilidad
10	Informe técnico No. 166 : declaración área restricción sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común de TilTil, Chacabuco-Polpaico, Lampa, Colina Sur, Santiago Norte y Santiago Central	Dirección General de Aguas	Departamento de Administración de Recursos Hídricos.	---	2005	<u>S.D.T.; No. 206</u>	Disponibilidad
12	Determinación de la Disponibilidad de Derechos de Aprovechamiento de Aguas Subterráneas en la Cuenca del Río Maipo hasta la confluencia con el Estero Puangue.	Dirección General de Aguas	Departamento de Administración de Recursos Hídricos.	---	2004	<u>S.D.T.; No. 171</u>	Disponibilidad

Fuente: elaboración propia

**Tabla Nº 4
Estudios Piloto Cuenca del Río Maipo (Continuación)**

ID	Título	Autor			Año	Serie	Descriptor
		Mandante	Departamento	Ejecutor			
16	Evaluación de los Recursos Hídricos Superficiales en la Cuenca del Río Maipo	Dirección General de Aguas	Departamento de Administración de Recursos Hídricos.	---	2003	<u>S.D.T.; No. 145</u>	Disponibilidad
20	Modelo de Simulación Hidrológico Operacional Cuencas de los Ríos Maipo y Mapocho	Dirección General de Aguas	Departamento de Estudios y Planificación	Ayala, Cabrera y Asociados Ingenieros Consultores Ltda.	2000	<u>S.I.T.; No. 62</u>	Modelación
102	Evaluación de la Explotación Máxima Sustentable del Acuífero Santiago Sur. "Modelación Hidrogeológica de las Cuencas Maipo Mapocho" (Informe Técnico)	Dirección General de Aguas	Departamento de Administración de Recursos Hídricos.	---	2007	S.I.T. Nº 119	Disponibilidad
103	Evaluación de la Explotación Máxima Sustentable del Acuífero Puangue - Melipilla. (Informe Técnico)	Dirección General de Aguas	Departamento de Administración de Recursos Hídricos.	---	2007	S.D.T. Nº 250	Disponibilidad

Fuente: elaboración propia

3. Estandarización de Resultados Levantados en la Plataforma de Estudios

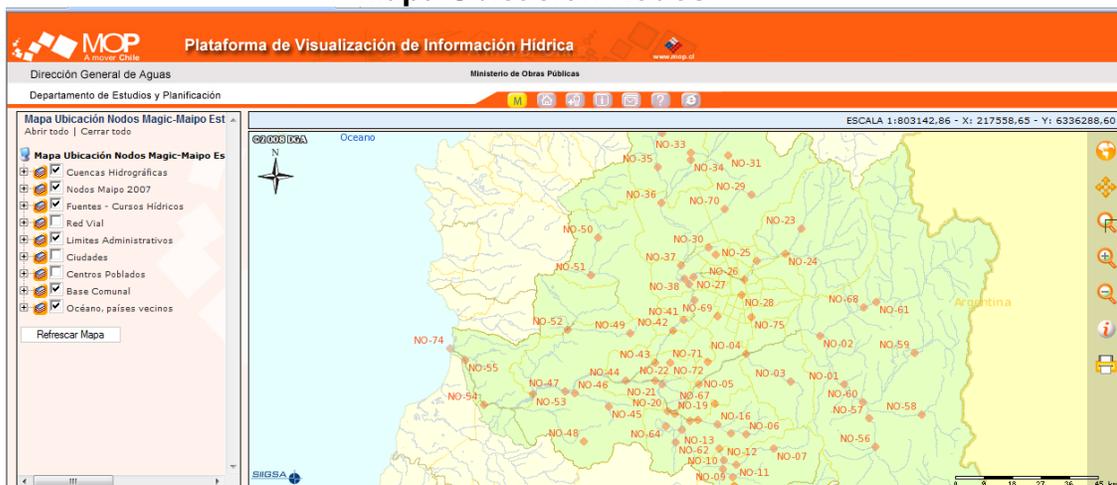
En este capítulo se presentan algunos de los principales productos obtenidos del proceso de análisis y **estandarización de los resultados** de los diferentes tipos de estudios, usados como pilotos en el proceso de implementación de la plataforma tecnológica Web o Sistema de Visualización de Estudios Hídricos.

3.1. Modelación Integrada

Como parte de la estandarización de los resultados de los estudios usados como pilotos, la metodología que se emplea para la simulación de los modelos integrados, permite estimar el “caudal medio mensual” (Qmm) en diversos puntos de interés de la cuenca denominados “Nodos” y donde es posible tener el caudal pasante. Algunos de los nodos se ubican en puntos donde existe control fluviométrico, lo cual permite realizar la calibración del modelo. La estandarización de resultados de estudios de modelación integrada se definió entonces como un mapa con los nodos considerados en la modelación y gráficos con determinación de distintos caudales medios anuales para diferentes probabilidades de excedencia.

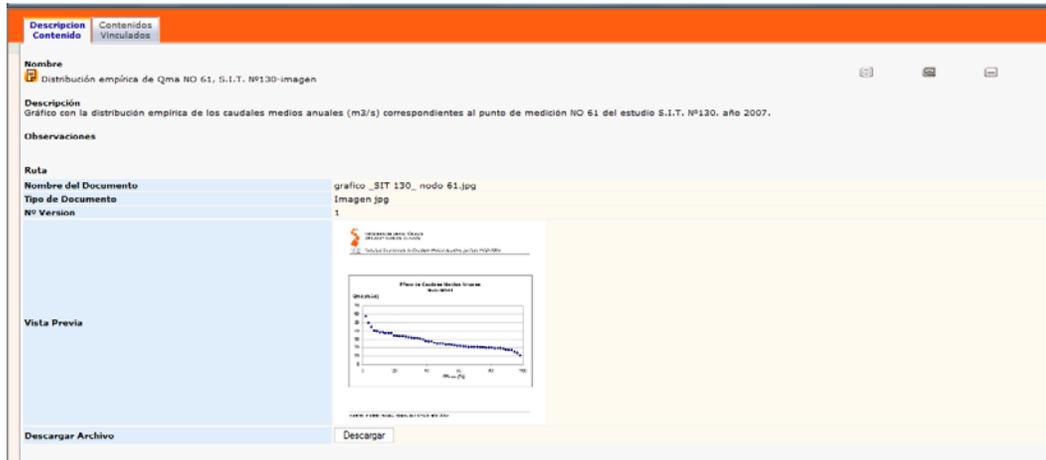
En la figura N° 1 se visualiza el mapa tipo con la ubicación de los nodos y en la figura N° 2 el gráfico de caudales medios anuales para distintas probabilidades de excedencia para uno de los nodos de la modelación.

Figura N° 1
Mapa Ubicación Nodos



Fuente: Plataforma SIG, Elaboración Propia

Figura N° 2
Gráfico Caudales Medios Anuales para Diferentes
Probabilidades de Excedencia



Fuente: Plataforma SIG, Elaboración Propia

3.2. Modelación Hidrogeológica.

Se cuenta con 4 estudios dentro de los pilotos con el descriptor “modelación hidrogeológica”, como parte de la estandarización de los resultados de estos estudios se considera levantar datos de los Balances Hidrogeológicos generados por los modelos con sus correspondientes conclusiones, todo esto en formato Excel.

Al revisar los balances generados en estos cuatro estudios se generó la necesidad de estandarizar el formato de presentación de éstos.

El formato a utilizar se señala en la tabla N° 5.

Tabla N° 5
Operación Modelo Hidrogeológico XX
Balance Hídrico Global para el Período XX

FLUJOS DE ENTRADA	(m3/s)
Flujo subterráneo de entrada	
Recarga superficial (riego, canales y precipitación)	
Recarga desde cauces	
Pozos de infiltración	
Infiltración (otros)	
Total Entrada	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 5
Operación Modelo Hidrogeológico XX
Balance Hídrico Global para el Período XX (continuación)

FLUJOS DE SALIDA	(m ³ /s)
Flujo subterráneo de salida	
Pozos de bombeo	
Afloramiento a drenes	
Afloramiento a cauce	
Afloramiento (otros)	
Total Salida	
VARIACION DE ALMACENAMIENTO	
error de cierre (%)	

Fuente: Elaboración Propia

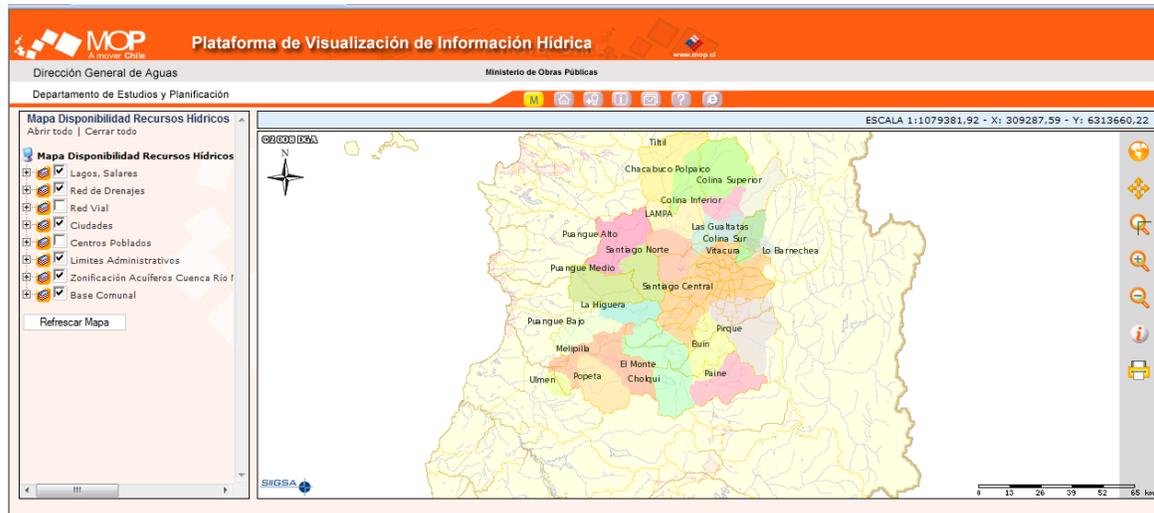
Además en cada proyecto se debe generar una figura o mapa con la ubicación del o de los sectores acuíferos modelados en el estudio.

3.3. Disponibilidad Aguas Subterráneas

Para este descriptor como parte del proceso de estandarización de los resultados de los estudios, se generó un mapa que muestra la disponibilidad del recurso hídrico subterráneo al año 2007 en el acuífero Maipo (ver figura N° 3). Para la confección del mapa se tomó en consideración la división administrativa del Acuífero Maipo generada por la DGA en los diversos estudios realizados.

En cada subsector acuífero se puede obtener: ubicación, superficie, situación al año 2007 (acuífero cerrado, área de restricción o área de prohibición), resolución que determina su situación legal, entre otros antecedentes de interés. Además es posible tener acceso a una planilla Excel que resume la situación del acuífero en forma integral (ver tabla N° 6).

Figura N° 3
Mapa Disponibilidad Recursos Hídricos Subterráneos Acuífero Maipo



Fuente: Plataforma SIG, Elaboración Propia

Tabla N° 6
Disponibilidad Recurso Agua Sectores Acuíferos Cuenca del Río Maipo
Situación a Diciembre de 2007

Sector	Sub Sector	Sub Sub Sector	Situación Sector al año 2007	Resolución D.G.A.	Fecha Resolución	Fecha Toma Razón	Definición	Antecedentes Legales	URL Resolución
Chacabuco	Til Til	Til Til	Área de Restricción	DGA N° 286	01-09-2005	15-09-2005	Acuífero con Área de Restricción	Arts. 65 a 68 y 138 y 139 del Código de Aguas y Arts. 27 a 31 de Resolución DGA N° 186 de 1996	http://www.dga.cl/otros/Area_srestriccion/Maipo/RESOLUCION_Maipo.pdf , http://www.dga.cl/otros/Area_srestriccion/Maipo/areas%20restriccion_maipo.bmp
	Polpaico-Chacabuco	Polpaico-Chacabuco	Área de Restricción	DGA N° 286	01-09-2005	15-09-2005	Acuífero con Área de Restricción	Arts. 65 a 68 y 138 y 139 del Código de Aguas y Arts. 27 a 31 de Resolución DGA N° 186 de 1996	http://www.dga.cl/otros/Area_srestriccion/Maipo/RESOLUCION_Maipo.pdf , http://www.dga.cl/otros/Area_srestriccion/Maipo/areas%20restriccion_maipo.bmp
	Lampa	Lampa	Área de Restricción	DGA N° 286	01-09-2005	15-09-2005	Acuífero con Área de Restricción	Arts. 65 a 68 y 138 y 139 del Código de Aguas y Arts. 27 a 31 de Resolución DGA N° 186 de 1996	http://www.dga.cl/otros/Area_srestriccion/Maipo/RESOLUCION_Maipo.pdf , http://www.dga.cl/otros/Area_srestriccion/Maipo/areas%20restriccion_maipo.bmp
Colina	Colina Inferior	Colina Inferior	Área de Restricción	DGA N° 540	21-09-2001	10-10-2001	Acuífero con Área de Restricción	Arts. 65 a 68 del Código de Aguas y Arts. 27 a 31 de Resolución DGA N° 186 de 1996	--
	Colina Sur	Colina Sur	Área de Restricción	DGA N° 286	01-09-2005	15-09-2005	Acuífero con Área de Restricción	Arts. 65 a 68 y 138 y 139 del Código de Aguas y Arts. 27 a 31 de Resolución DGA N° 186 de 1996	http://www.dga.cl/otros/Area_srestriccion/Maipo/RESOLUCION_Maipo.pdf , http://www.dga.cl/otros/Area_srestriccion/Maipo/areas%20restriccion_maipo.bmp

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 6
Disponibilidad Recurso Agua Sectores Acuíferos Cuenca del Río Maipo
Situación a Diciembre de 2007 (Continuación)

Sector	Sub Sector	Sub Sub Sector	Situación Sector al año 2007	Resolución D.G.A.	Fecha Resolución	Fecha Toma Razón	Definición	Antecedentes Legales	URL Resolución
Colina	Santiago Norte	Santiago Norte	Área de Restricción	DGA N° 286	01-09-2005	15-09-2005	Acuífero con Área de Restricción	Arts. 65 a 68 y 138 y 139 del Código de Aguas y Arts. 27 a 31 de Resolución DGA N° 186 de 1996	http://www.dga.cl/otros/Area srestriccion/Maipo/RESOLUCION_Maipo.pdf , http://www.dga.cl/otros/Area srestriccion/Maipo/areas%20restriccion_maipo.bmp
	Chicureo	Chicureo	Área de Restricción	DGA N° 62	23-01-2001	07-02-2001	Acuífero con Área de Restricción	Art. 65 del Código de Aguas y Art. 27 Resolución DGA N° 186 de 1996	--
	Colina Superior (*)	Colina Superior (*)							
Maipo Mapocho	Mapocho Alto	Las Gualtatas	Área de Restricción	DGA N° 293	27-07-2004	16-09-2004	Acuífero con Área de Restricción	Arts. 65 a 68 del Código de Aguas y Arts. 27 a 31 de Resolución DGA N° 186 de 1996	javascript:MM_openBrWindow('http://www.dga.cl/otros/Areasrestriccion/mapochoalt/Resolucionvarmapochoalt.o.pdf','cambiar','scrollbars=yes,resizable=yes,width=800,height=550')
		Lo Barnechea	Área de Restricción	DGA N° 293	27-07-2004	16-09-2004	Acuífero con Área de Restricción	Arts. 65 a 68 del Código de Aguas y Arts. 27 a 31 de Resolución DGA N° 186 de 1996	javascript:MM_openBrWindow('http://www.dga.cl/otros/Areasrestriccion/mapochoalt/Resolucionvarmapochoalt.o.pdf','cambiar','scrollbars=yes,resizable=yes,width=800,height=550')
		Vitacura	Área de Restricción	DGA N° 293	27-07-2004	16-09-2004	Acuífero con Área de Restricción	Arts. 65 a 68 del Código de Aguas y Arts. 27 a 31 de Resolución DGA N° 186 de 1996	javascript:MM_openBrWindow('http://www.dga.cl/otros/Areasrestriccion/mapochoalt/Resolucionvarmapochoalt.o.pdf','cambiar','scrollbars=yes,resizable=yes,width=800,height=550')

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 6
Disponibilidad Recurso Agua Sectores Acuíferos Cuenca del Río Maipo
Situación a Diciembre de 2007 (Continuación)

Sector	Sub Sector	Sub Sub Sector	Situación Sector al año 2007	Resolución D.G.A.	Fecha Resolución	Fecha Toma Razón	Definición	Antecedentes Legales	URL Resolución
Maipo Mapocho	Santiago Central		Área de Restricción	DGA N° 286	01-09-2005	15-09-2005	Acuífero con Área de Restricción	Arts. 65 a 68 y 138 y 139 del Código de Aguas y Arts. 27 a 31 de Resolución DGA N° 186 de 1996	http://www.dga.cl/otros/Area_srestriccion/Maipo/RESOLUCION_Maipo.pdf http://www.dga.cl/otros/Area_srestriccion/Maipo/areas%20restriccion_maipo.bmp
Maipo Mapocho	Santiago Sur	Pirque	Cerrado				Acuífero Cerrado		
		Buín	Cerrado				Acuífero Cerrado		
		Paine	Cerrado				Acuífero Cerrado		
		El Monte	Cerrado				Acuífero Cerrado		
Puangue	Puangue Alto	Puangue Alto	Cerrado				Acuífero Cerrado		
	Puangue Medio	Puangue Medio	Cerrado				Acuífero Cerrado		
	Puangue Bajo	Puangue Bajo	Cerrado				Acuífero Cerrado		
	Estero La Higuera	Estero La Higuera	Cerrado				Acuífero Cerrado		
Melipilla	Melipilla	Melipilla	Cerrado				Acuífero Cerrado		
	Estero Cholqui	Estero Cholqui	Cerrado				Acuífero Cerrado		
	Estero Popeta	Estero Popeta	Cerrado				Acuífero Cerrado		
	Ulmen (**)	Ulmen (**)							

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 6
Disponibilidad Recurso Agua Sectores Acuíferos Cuenca del Río Maipo
Situación a Diciembre de 2007 (Continuación)

Sector	Sub Sector	Sub Sub Sector	Situación Sector al año 2007	Resolución D.G.A.	Fecha Resolución	Fecha Toma Razón	Definición	Antecedentes Legales	URL Resolución
Cuencas Costeras Sur Vª Región	Maipo en Desembocadura	Maipo en Desembocadura	Area de Restricción	DGA N° 372	27-10-2005	10-11-2005	Acuífero con Area de Restricción	Arts. 65 a 38, 136 y 139 del Código de Aguas y Arts. 27 a 31 Resolución DGA N° 186 de 1996	javascript:MM_openBrWindow('http://www.dga.cl/otros/Areasrestriccion/costerasv/resvar0557.pdf','cambiar','scrollbars=yes,resizable=yes,width=800,height=550')
Valle del Río Cachapoal	Codegua	Codegua	Cerrado				Acuífero Cerrado		-

* Desde el punto de vista geológico en dicho sector no se ha establecido la presencia de depósitos sedimentarios por lo que no es posible asociar una fuente de agua subterránea.

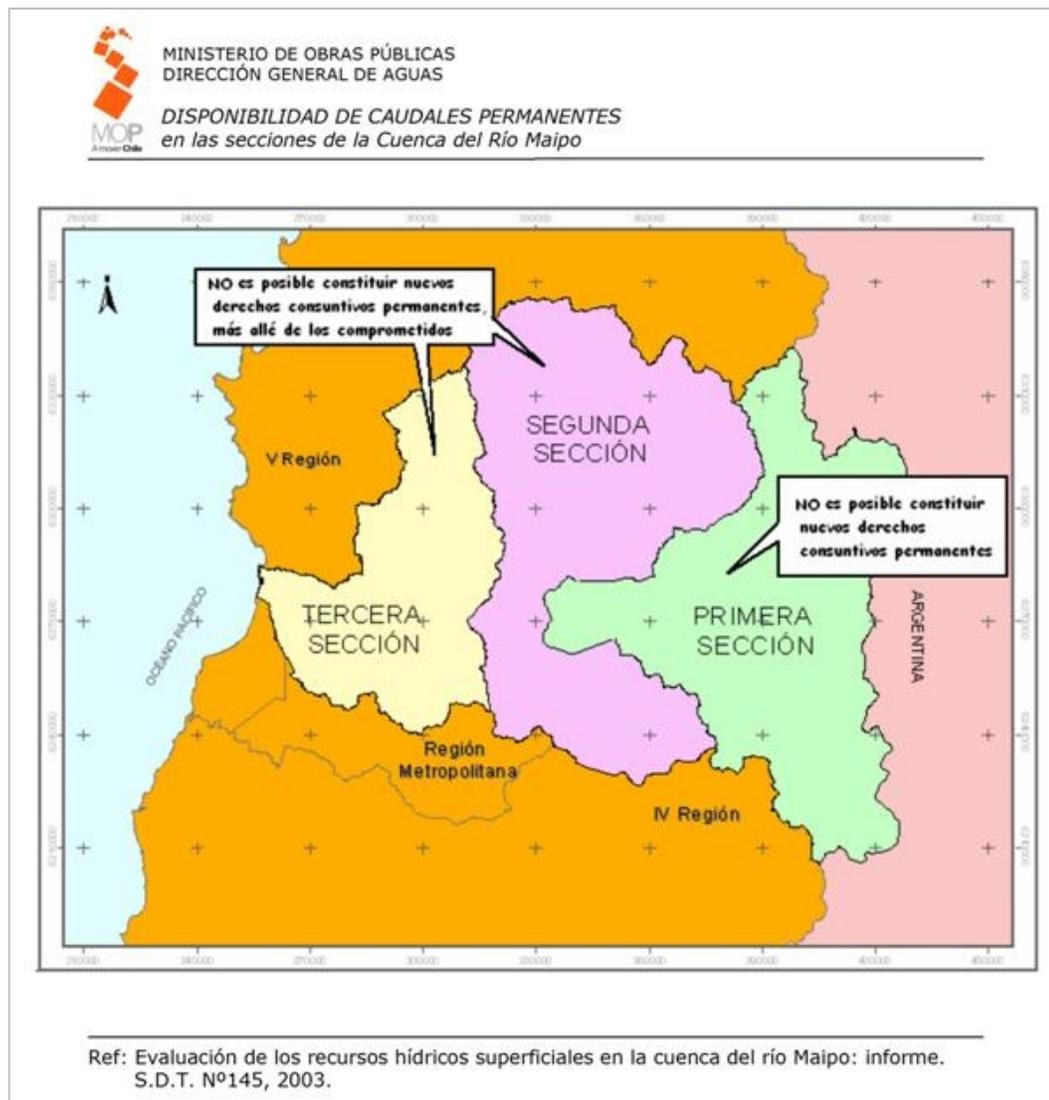
** Constituye una pequeña cuenca aportante al Maipo aguas abajo de la confluencia de este último con el Puangue. El acuífero asociado a esta cuenca no es trascendente debido fundamentalmente a la presencia de abundantes recursos de agua superficial por las recuperaciones que ocurren en el Maipo lo que hace que su explotación sea nula.

Fuente: Elaboración Propia

3.4. Disponibilidad Aguas Superficiales

Como piloto de la estandarización de resultados para este descriptor se generó una figura que muestra la disponibilidad del recurso hídrico superficial al año 2007 en la cuenca del río Maipo (ver figura N° 4).

Figura N° 4
Disponibilidad de Aguas Superficiales al año 2007



Fuente: Informe S.D.T. N° 145, 2003

III. DISEÑO LÓGICO DEL SISTEMA

1. Descripción General

Uno de los primeros pasos de todo proyecto de implementación de un sistema informático consiste en realizar un levantamiento de los requerimientos funcionales necesarios para el logro de los objetivos planteados.

Para el presente proyecto, el levantamiento de requerimientos se realizó mediante una serie de reuniones de trabajo entre los encargados del proyecto de la DGA con el analista de la empresa consultora.

A partir del trabajo realizado se detectaron las siguientes premisas y alcances generales para el desarrollo del software:

1.1. Definiciones y Acuerdos

Las definiciones y acuerdos fueron considerados sobre los siguientes tópicos:

- a) La cartografía base a utilizar en el sistema estará constituida por cubiertas digitalizadas a escala 1:250.000 para las siguientes cubiertas:
 - Ciudades, pueblos y otros centros poblados
 - Red de caminos
 - Hidrografía (cursos y cuerpos de aguas)
 - División Político Administrativa

- b) La cartografía digital detallada será provista por la DGA, dentro de estos datos se encuentran las siguientes cubiertas
 - Glaciares
 - Lagos
 - Cuencas
 - Subcuencas
 - Subsubcuencas
 - Estaciones
 - Otra información

- c) Toda la cartografía digital será confeccionada y preparada sobre una proyección, Datum y Huso definidos, de preferencia UTM, WGS84 y Huso 19.

2. Requerimientos Funcionales y Diseño Funcional

Todas las actividades desarrolladas por la DGA poseen una fuerte componente territorial. Estas actividades requieren de información geográfica representada por los estudios y otras cartografías digitales complementarias, en los cuales se grafican los fenómenos espaciales de interés para la institución.

Estos fenómenos corresponden a información de carácter alfanumérica cuantitativa e información de carácter cualitativa relacionada, permitiendo asociar los atributos de caracterización de los fenómenos espaciales representados geográficamente.

A continuación se presentan las principales funcionalidades a implementar en el software del presente proyecto

2.1. Módulo de Administración de Información Geográfica

El módulo de Administración de Información Geográfica, permitirá almacenar, administrar y poner a disposición de los usuarios la información cartográfica existente en la Base de Datos Geográfica del sistema, convirtiéndose en un gran catálogo de datos cartográficos donde los administradores como los usuarios, pueden encontrar en forma clasificada y ordenada, la totalidad de la cartografía digital e imágenes (satelitales, aéreas, ortofotos u otras), evitando la duplicidad de registros, desactualización de la información y dificultades de acceso.

Las principales funcionalidades del módulo, corresponden a la implementación de herramientas informáticas que permiten subir cubiertas cartográficas y/o imágenes a la Base de Datos Geográfica.

Los elementos gráficos georeferenciados son almacenados en bases de datos relacionales, siendo estas, más eficientes tanto en el almacenamiento de la información, como en las velocidades de despliegues de los mapas finales. Eventualmente y según los estudios realizados en las etapas correspondientes del proyecto se podrán modificar las formas de

almacenamiento de los datos de mayor envergadura, con el objetivo de optimizar la administración y acceso de los mismos.

Por otra parte los usuarios podrán no sólo visualizar los datos almacenados relacionamente, sino también bajar las cubiertas e imágenes al disco duro local de su computador.

Funcionalidades básicas a construir:

- ✓ Ingreso (ingreso o eliminación) de cubiertas cartográficas en formato Shape a las bases de datos centralizadas del servidor de Base de Datos geográfico.
- ✓ Ingreso (ingreso o eliminación) de imágenes (satelitales, aéreas, ortofotos u otras) a las bases de datos y/o discos del Servidor.
- ✓ Clasificación de la información cartográfica e imágenes en un catálogo geográfico único y centralizado.
- ✓ Definición de propiedades y estilos del nivel gráfico: símbolo, color, tamaño.
- ✓ Cambio del orden jerárquico de los niveles gráficos en la leyenda
- ✓ Superposición de distintos niveles geográficos
- ✓ Búsqueda de información cartográfica e imágenes a través de descriptores temáticos o zonas territoriales, desde la Base de Datos centralizada.
- ✓ Descarga de cubiertas cartográficas e imágenes (información) desde la Base de Datos centralizada al disco duro local de usuarios debidamente autorizados.
- ✓ Administración (creación, edición, borrado) de la información geográfica e imágenes contenidas en la Base de Datos centralizada.
- ✓ Construcción de Estadísticas asociadas
- ✓ Cambios virtuales dinámicos de proyecciones

En la figura nº 5, se muestran las diferentes formas de ingreso de datos geográficos a la Base de Datos Geográfica (GeoDataBase), los formatos permitidos y su forma de clasificación por Tipos de Unidades Geográficas las que permiten generar su estructura lógica interna.

Figura Nº 5
Ingreso de datos



Fuente: Elaboración Propia, SIIGSA

2.2. Módulo de Mapas o Composiciones Cartográficas

El módulo de mapas permitirá diseñar, construir y publicar composiciones cartográficas o mapas temáticos a partir de las cubiertas registradas en el Módulo de Administración de Información Geográfica, clasificando dichas composiciones en un Catálogo de Mapas para su difusión en el sistema.

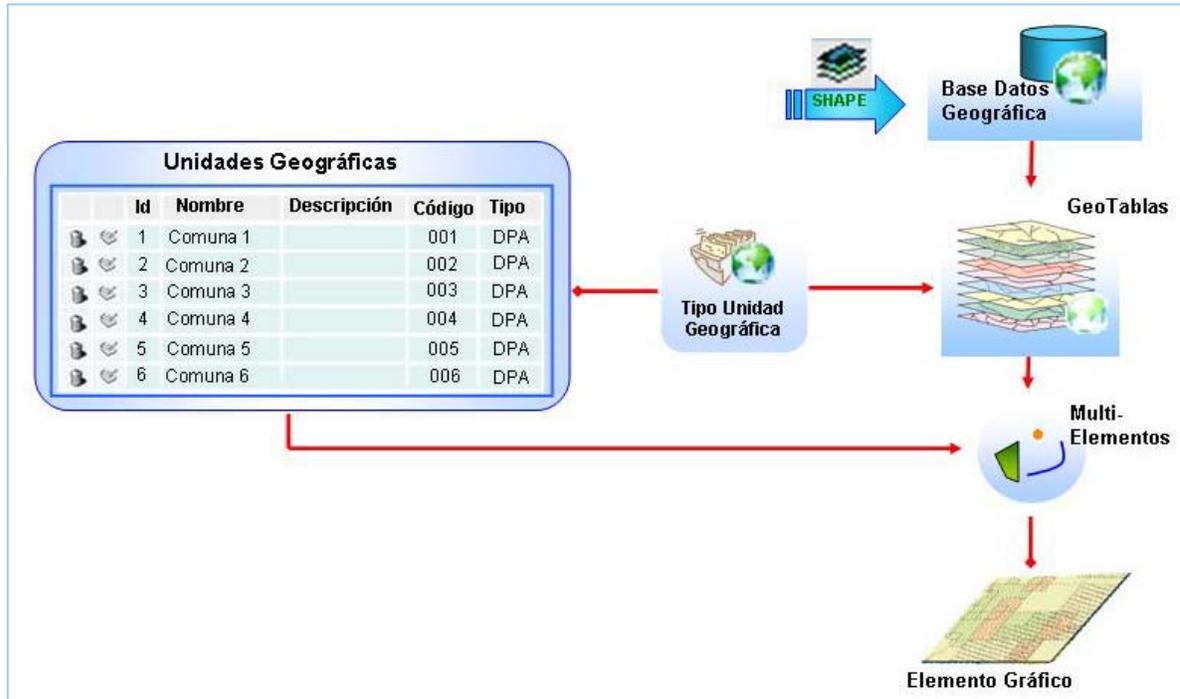
Funcionalidades básicas a construir:

- ✓ Diseño de composiciones o mapas con diferentes cubiertas o niveles de información.
- ✓ Visualización de mapas dinámicos por Internet.
- ✓ Superposición de distintos niveles geográficos
- ✓ Cambio del orden jerárquico de los niveles gráficos en la leyenda

- ✓ Definición de propiedades y estilos del nivel gráfico: símbolo, color, tamaño.
- ✓ Activación, desactivación, apagado y prendido de los niveles gráficos
- ✓ Clasificación de las cubiertas a partir de los campos o atributos alfanuméricos asociados a los elementos geográficos.
- ✓ Funciones de zoom box, zoom in, zoom out, paneo, vista total del mapa.
- ✓ Consulta y entrega de información del elemento de la Base de Datos asociada.
- ✓ Visualización del mapa de ubicación
- ✓ Impresión de mapa e información asociados y su Base de Datos
- ✓ Composición de mapas para su impresión, bajo un diseño pre definido.
- ✓ Integración de imágenes (satelitales, aéreas, ortofotos u otras) a las composiciones.
- ✓ Clasificación de las composiciones en un catálogo de mapas.
- ✓ Administración (creación, edición y eliminación) de las composiciones del Catálogo de Mapas.
- ✓ Visualización de simbologías y despliegue en el mapa
- ✓ Cambio y selección de escala dinámica sobre el mapa.
- ✓ Opción de búsqueda de información dentro de nivel gráfico activo.
- ✓ Visualización de metadata asociada a las distintas cubiertas que se encuentran en el servidor.
- ✓ Herramientas de Cambios virtuales y dinámicos de proyecciones según parámetros Geodésicos, Huso (18, 19) Elipsoides (PSAD-56, SAD-69 y WGS-84)

Las composiciones Cartográficas serán generadas a partir de la Base de Datos Geográfica (GeoDataBase) desde la cual se accedan los diferentes Tipos de Unidades Geográfica o Cubiertas temáticas.

Figura N° 6
Organización Lógica de los Elementos



Fuente: Elaboración Propia, SIIGSA

La organización lógica de los elementos territoriales (Figura N° 6) esta dada por el ingreso de las cubiertas cartográficas a la Base de Datos Geográfica (GeoDataBase) las que son transformadas en GeoTablas dentro de la estructura física de datos, estas GeoTablas están organizadas lógicamente como Tipos de Unidades Geográficas las que contienen las Unidades Geográficas, que en definitiva corresponden a las diferentes Cuencas, Subcuencas, Estaciones, etc. Los cuales son representados selectivamente a través de filtros sobre la cobertura geográfica o MapExtend de cada composición cartográfica

2.3. Módulo de Variables Estadísticas y Atributos

Tiene como principal funcionalidad la administración de la información estadística, atributos, índices o variables. Este módulo permitirá ingresar información alfanumérica asociada a diferentes unidades territoriales o ingresar información temática (Cuencas, Subcuencas, Subsubcuencas).

Funcionalidades básicas a construir:

- ✓ Ingreso y administración de información alfanumérica (Atributos, etc) referida a unidades geográficas
- ✓ Administración de listados alfanuméricos de Unidades Geográficas territoriales
- ✓ Clasificación y administración de un catálogo de datos alfanuméricos centralizado.
- ✓ Búsqueda y visualización de información alfanumérica del catálogo de datos a partir de la selección de variables, fechas de medición y distribución geográfica de los datos.
- ✓ Generación de archivos tipo planillas de datos con la información consultada.
- ✓ Generación de mapas temáticos con la visualización de las variables estadísticas e indicadores consultados.

2.4. Módulo de Administración del Sistema

Este módulo permitirá mantener y administrar la información del registro de usuarios, tablas auxiliares del sistema, registros de eventos y estadísticas de acceso a la información.

Para el presente sistema el módulo de administración tendrá la tarea de mantener la consistencia lógica de los datos, controlar el acceso a las funcionalidades e información identificando usuarios, perfiles y privilegios.

Principales funciones:

- ✓ Administración de los eventos o bitácora del sistema, guardando para cada acción realizada por un usuario autorizado o administrador los siguientes datos: usuario módulo y acciones realizadas (creación, edición y eliminación de registros), fecha y hora del evento.

- ✓ Administración automática del sistema para limpiar tablas de bitácora de eventos.
- ✓ Administración de usuarios registrados a través de perfiles de acceso con definiciones de privilegios sobre los módulos y datos.
- ✓ Generación automática de mensajes vía e-mail desde el sistema a los administradores a partir de eventos de administración o de contactos con los usuarios.
- ✓ Generación y registro de estadísticas de consultas por módulos e información de las tablas principales del sistema
- ✓ Módulo de administración remota del sistema a través de protocolo TCP/IP.
- ✓ Módulo de administración de las tablas temáticas auxiliares normalizadas del sistema.
- ✓ Módulo dinámico de administración de contenidos que permita la futura creación de nuevas variables estadísticas que no hayan sido consideradas en el modelo de datos original.
- ✓ Funcionalidades de poblamiento masivo de información alfanumérica de tipo estadística y geográfica.

3. Descripción General del Software y Bases de Datos

La solución informática apunta a una integración los objetivos requeridos, basándose en un diseño, metodología y arquitectura multifuncional, sobre la base de una serie de módulos o subsistemas, herramientas informáticas y procedimientos de trabajo, en que, el resultado de un módulo se vincule lógicamente con los demás y de esa forma lograr la integración absoluta de cada uno de ellos en una solución global.

La solución contempla el diseño y construcción, de un sistema vía Web, el cual contendrá seis módulos informáticos que se integrarán entre sí, recogiendo la experiencia y los desarrollos con que cuenta la institución, una Base de Datos alfanumérica y una Base de Datos Geográfica , que en forma individual darán respuesta a distintas necesidades, pero en forma conjunta constituirán una solución poderosa que podrá dar servicios a toda la institución, con una arquitectura diseñada para crecer individual y colectivamente.

La metodología, se basó en la lógica del valor de la información en sí misma, y la explotación con las herramientas adecuadas. La información tiene un valor propio como tal, y sin esta, no se podrían establecer requerimientos de procesos para su explotación, ante lo cual, la solución contempla una auto explotación de la información generando diferentes niveles de datos cuyo origen es uno solo, dando un valor agregado a los productos institucionales.

La solución de implementación esta basada sobre una solución TIC's (Tecnologías de Información y Comunicaciones), en la cual se construyen módulos de generación de información complementaria a la información base que tiene la institución en estos momentos.

Los módulos y herramientas cumplen a cabalidad con las funcionalidades de administración, control y gestión de la información institucional y adicionalmente poseen una cualidad de integración complementaria de cada uno de estos con el sistema de gestión territorial que se requiere, creando un producto híbrido de manejo de información geográfica y contenidos alfanuméricos, en conjunto con la administración de un SIG completo de Gestión de Información Territorial.

3.1. Módulos Informáticos a Construir en el Sistema Web

Los principales Módulos Informáticos construidos son los siguientes:

➤ Módulo de Estudios Hídricos

En el módulo de estudios hídricos se ingresa, administra y gestiona la información descriptiva y de caracterización de los Estudios Hídricos de la DGA, incluyendo su vinculación con las unidades territoriales a nivel de Cuencas, Subcuencas, Subsubcuencas, Glaciares, Acuíferos.

Las funcionalidades avanzadas de este módulo permiten realizar búsquedas temáticas o alfanuméricas y consultas geográficas sobre los mapas preparados para estos efectos, obteniendo siempre un listado de estudios que cumplan con determinadas condiciones y fichas detalladas para cada estudio, con sus características, descriptores y atributos. Adicionalmente los estudios podrán ser vinculados a otros contenidos del sistema, tales como mapas temáticos, documentos, imágenes, fotografías, pdf, etc.

➤ **Módulo de Administración de Información Geográfica**

Destinado a la administración, mantención y acceso a una Base de Datos Geográfica con información cartográfica dinámica, con lo cual la institución podrá ingresar clasificadamente la cartografía digital en formato Shape, imágenes satelitales o aéreas, generar mapas, publicarlos en formato Web y permitir a los usuarios avanzados y autorizados bajar las cubiertas o imágenes originales.

➤ **Módulo de Mapas o Composiciones Cartográficas (Atlas Web o Mapoteca Virtual)**

Permite la publicación de mapas temáticos construidos a partir de la Base de Datos Geográfica del sistema, generando composiciones capaces de responder a consultas sobre las bases de datos alfanuméricas asociadas a las cubiertas cartográficas que componen el mapa, consolidando un producto de Web Map Service a cabalidad.

➤ **Módulo de Variables Estadísticas y Atributos**

Permite administrar la información estadística cuantitativa y cualitativa de estudios, catastros, análisis temáticos u otros datos alfanuméricos, relacionados a unidades geográficas tales como Cuencas, Subcuencas u otras unidades geográficas temáticas u operativas institucionales (Estudios Hidrológicos). Este módulo podrá generar fichas descriptivas de las variables contenidas.

➤ **Centro de Información y Publicaciones**

Permite generar un canal de comunicaciones constante entre los administradores temáticos del sistema y los usuarios, entregando noticias, publicando eventos o nuevos ingresos de datos al sistema.

➤ **Módulo de Administración de Contenidos**

La plataforma de software MapServer se apoya fuertemente en las restricciones de acceso y administración de los sistemas operativos y motores de bases de datos, pero no poseen por si mismos una plataforma que permita administrar el acceso diferenciado a los datos en función de perfiles de usuarios dinámicos o no estructurados y tampoco permite

diferenciar los usuarios con privilegios de acceso a grupos de datos diferenciados territorialmente.

➤ **Módulo de Administración del Sistema**

Mantiene, actualiza y administra el sistema, las Bases de Datos Alfanuméricas y Geográficas.

La solución considera la administración de la información a través de la clasificación entre datos públicos y privados, permitiendo que el sistema pueda ser utilizado como un portal público que dará acceso de búsqueda y consulta a todos los usuarios que se conecten vía Internet y además permitirá que los usuarios registrados en el sistema ingresen su nombre de usuario y clave para acceder a los datos clasificados como privados.

Esta funcionalidad permite mantener toda la información institucional, tanto interna o privada como pública, en una sola Base de Datos, administrada a través de un solo sistema donde poder tener un portal de acceso público con información general y un sistema cerrado con información clasificada como privada.

Toda la administración y gestión de la información ingresada a través de estos módulos podrá ser a su vez integrada entre sí, considerando la administración de clasificaciones por tipos y jerarquías, además de integrar estos con el SIG a través de diferentes tipos de unidades geográficas como Cuencas, Subcuencas, Subsubcuencas, estaciones, estudios y otros, para permitir el análisis espacial de las metodologías aplicadas por la institución sobre las temáticas.

4. Características Generales del Sistema Web

4.1. Estructura Modular del Sistema

A continuación se describen las principales características modulares del Sistema:

- ✓ Cada uno de estos módulos tendrá un objetivo y funcionalidad propia, entregando un servicio determinado logrando constituirse como un producto en sí mismo.
- ✓ Todos los módulos responderán a una solución integrada en base a una única estructura de datos, dicho de otra forma la integración de los

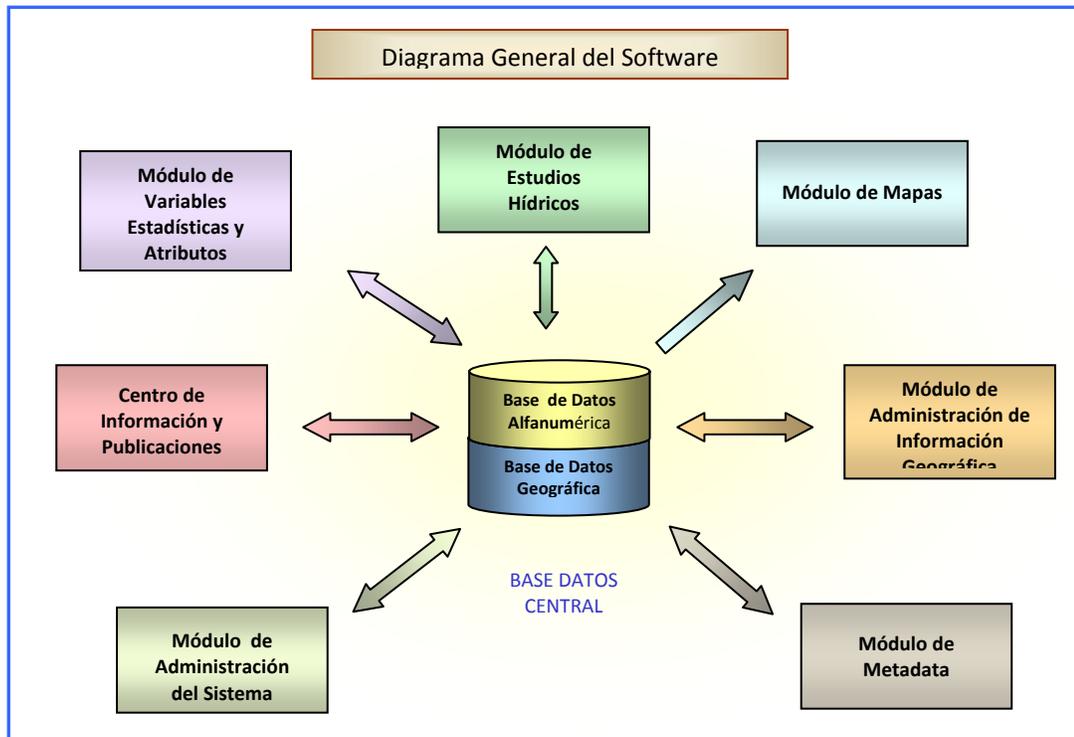
módulos o subsistemas no solo estará basada en la complementación de las funciones, sino que principalmente se integrarán a través de compartir una estructura de datos común.

- ✓ Lo anterior permitirá liberar la “información” del software que lo administre o utilicen sentando las bases para un sistema en que cada módulo pueda crecer y evolucionar libremente en función de los nuevos requerimientos sin perder la información, que se constituye en la base del sistema.

Sin perjuicio de la estructura modular de la solución, la arquitectura general se traduce en una solución integral de un Sistema de Gestión TIC's para la institución.

En el siguiente esquema (Figura N° 7) se puede ver como la Base de Datos, constituida por una componente alfanumérica y otra geográfica se convierte en el centro del sistema y a partir de ella se distribuyen los módulos proyectados para dar solución a los objetivos propuestos.

Figura N° 7
Diagrama General Software



Fuente: Elaboración Propia, SIIGSA

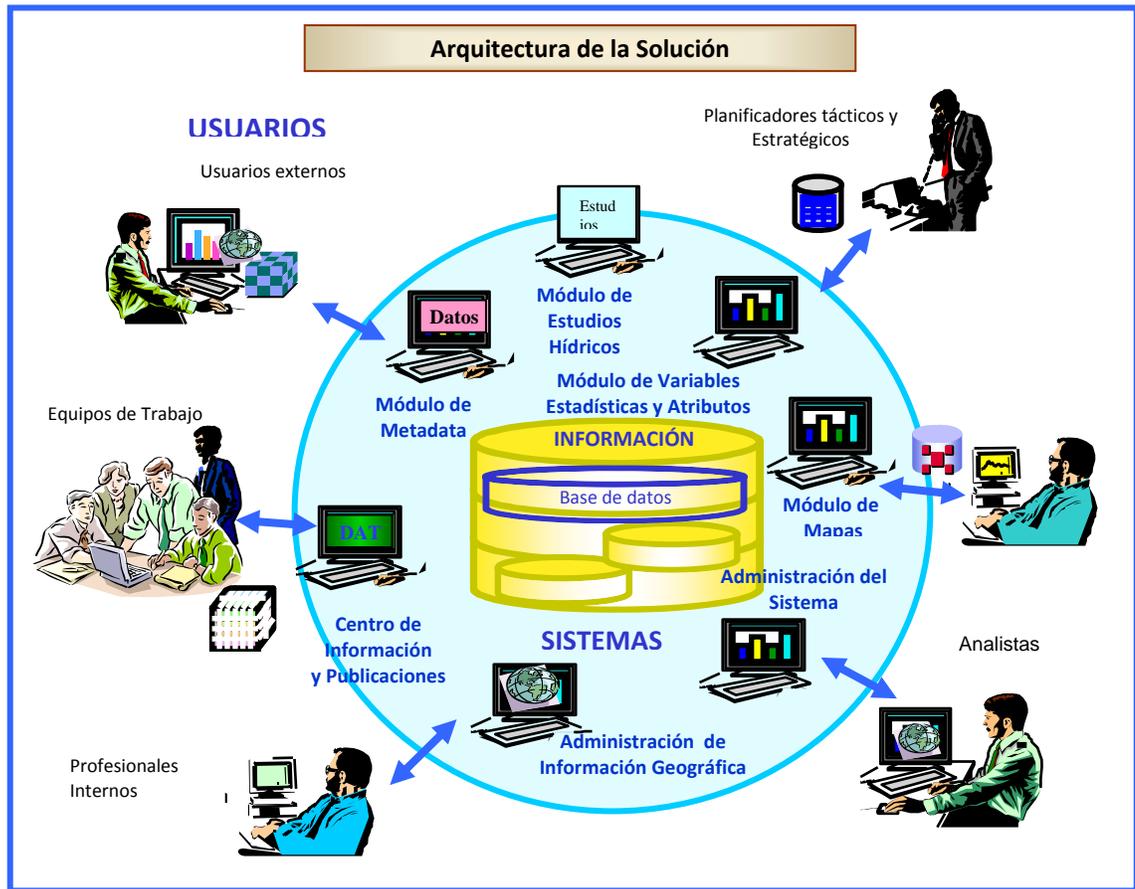
4.2. Arquitectura de la Solución

Teniendo como entidad principal de la arquitectura “Las bases de datos” y dependiendo de los perfiles de cada grupo de usuarios, se construirán distintas interfaces o módulos que permitirán atender eficientemente a cada usuario.

La arquitectura esta constituida por tres grandes esferas: (i) La información como elemento principal del sistema, (ii) los módulos informáticos como interfaces de acceso a la información y (iii) los Usuarios como generadores y/o receptores finales de la información, con lo cual se establece que los sistemas o módulos informáticos solo son un medio para que los usuarios accedan a la información y de esta forma con su

arquitectura modular los softwares pueden crecer, modificarse o reemplazarse sin alterar la arquitectura global del sistema.

**Figura Nº 8
Arquitectura Solución**



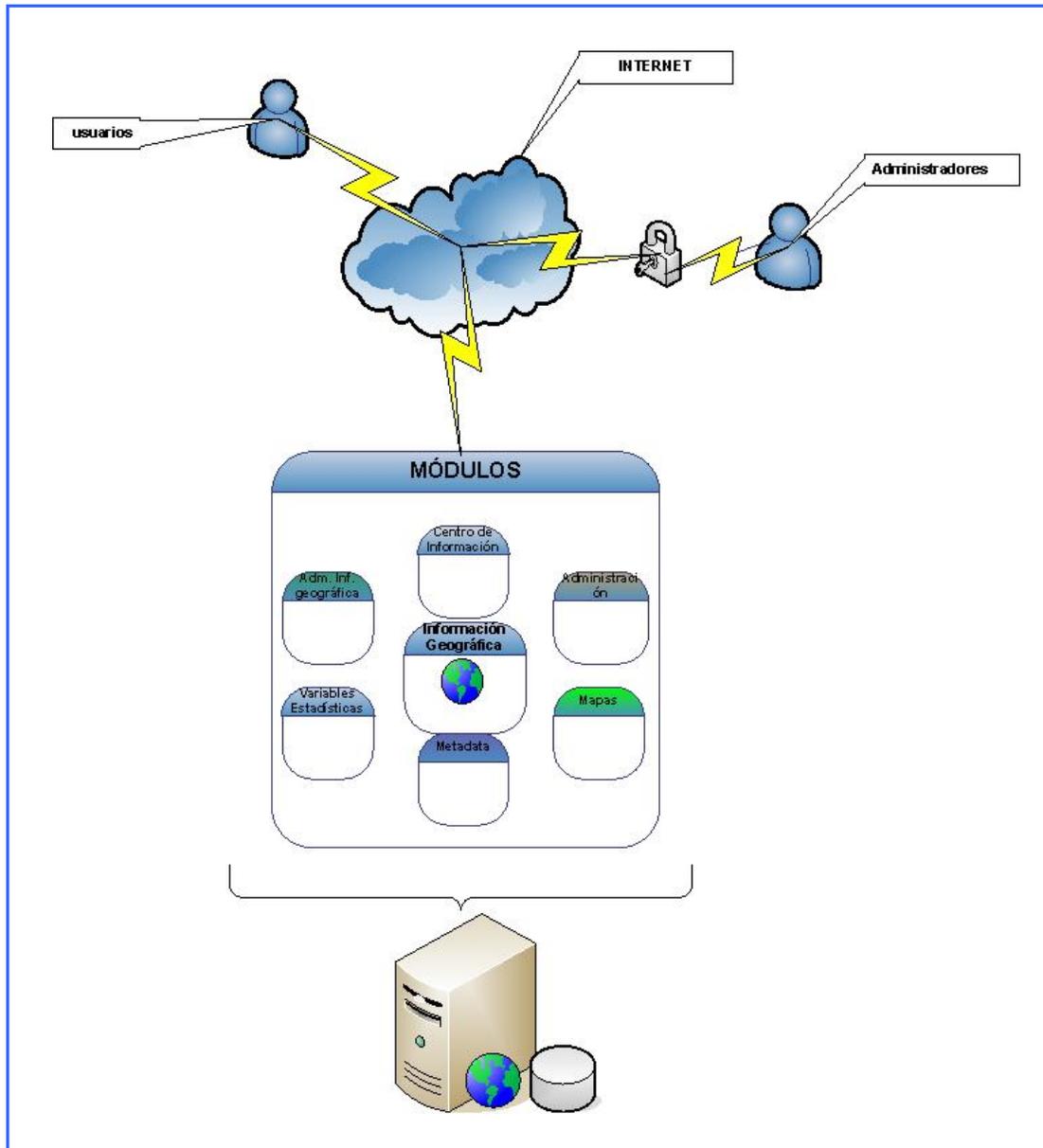
Fuente: Elaboración Propia, SIIGSA

Adicionalmente la solución contempla agregar funcionalidades de gestión, administración y explotación de la información a través de un módulo de manejo dinámico de usuarios, perfiles y privilegios orientado a la seguridad e integridad lógica de la información.

4.2.1. Comunicación de Módulos de Explotación Web

A continuación se presenta un diagrama general de comunicación de los módulos de explotación del sistema.

Figura Nº 9
Diagrama Lógico de Comunicación de Módulos de Explotación



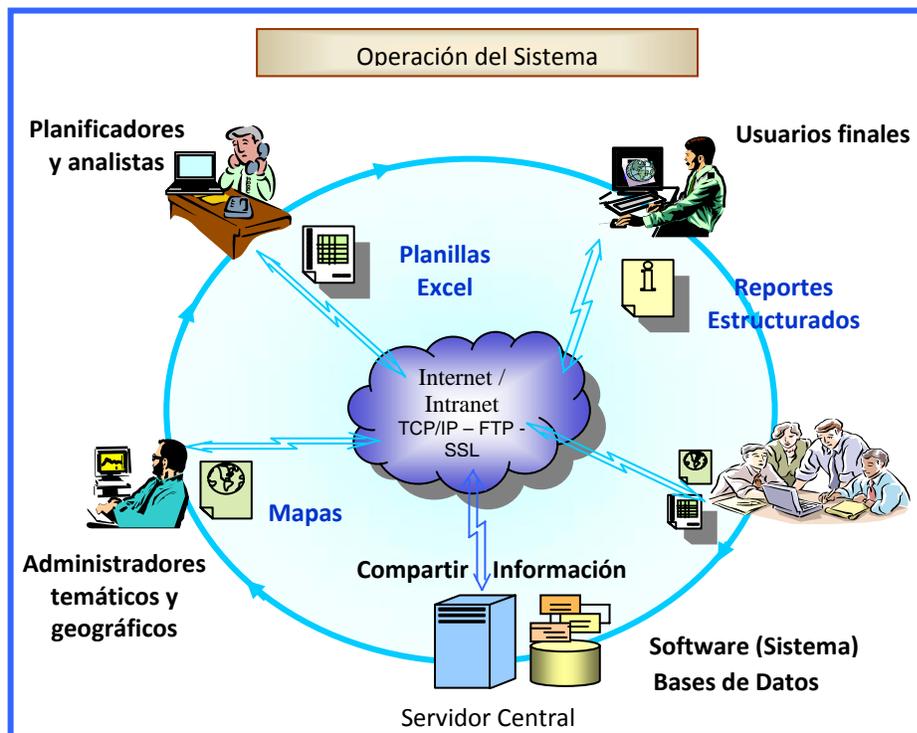
Fuente: Elaboración Propia, SIIGSA

4.3. Esquema de Operación del Sistema Web

El sistema considera las siguientes características de operación para su implementación:

- El ingreso de la información la realizan disgregadamente, diversos usuarios y administradores temáticos, distribuyendo la carga de trabajo y validando la información desde la fuente de los datos.
- La Internet o Intranet se utiliza como un medio de distribución y comunicación donde los usuarios guardan y consultan los datos mediante software ubicados en los servidores centrales

Figura N° 10
Operación del Sistema



Fuente: Elaboración Propia, SIIGSA

- Cada grupo de usuario interactúa con interfaces personalizadas recibiendo solo la información pertinente y evitando abrumar a los usuarios con datos y funciones que no le son propias.

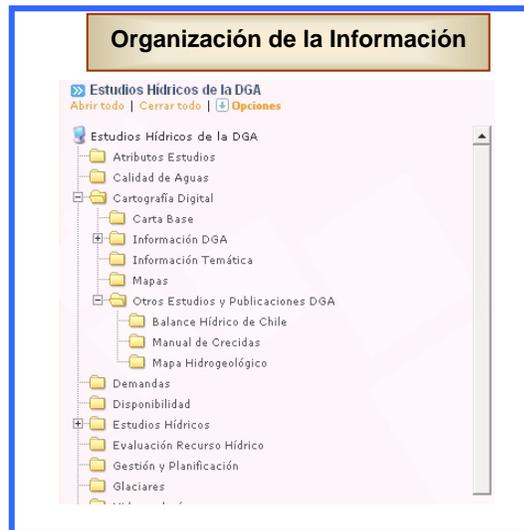
- Se definirán administradores temáticos de la información, que velarán por la integridad y coherencia de los datos a través de tablas auxiliares de contenidos, clasificando y ordenando los datos.
- El sistema generará automáticamente comunicaciones mediante correos electrónicos, acusando determinados eventos de administración y operación del sistema, como el ingreso de nuevos datos o contenidos, la publicación definitiva de los mismos, fechas de expiración de la información o contenidos y otros eventos a definir.
- Los contenidos serán ingresados y publicados por tipos de usuarios diferentes en una relación de periodistas (usuarios con privilegios) que publican información y editores (administradores temáticos) que autorizan y clasifican la información a publicar definitivamente.
- Para efectos de proteger los contenidos y accesos al sistema, los datos podrán viajar en forma encriptada con protocolo SSL (Secure Socket Layer), dependerá de la institución contratar dichos certificados, para activar estos servicios en los servidores finales a instalar.

4.4. Administración de la Información Web

4.4.1. Organización Lógica de la Información

La información estadística, geográfica, metadata o publicaciones registradas en el sistema estará estructurada lógicamente sobre un “**Árbol Temático**” dinámico (figura nº 11), que permitirá clasificar la información en ramas o Áreas Temáticas, formando un gran catálogo de datos, de manera que el acceso de los usuarios sea lo más simple y transparente posible, evitando que los datos queden dispersos o inconexos al interior de la base de Datos.

Figura Nº 11
Organización de la información



Fuente: Plataforma SIG, Diseño Lógico

4.4.2. Propiedad de la Información

Para efectos de mantener la privacidad de la información preliminar y compartir información entre distintos grupos de trabajo, la información estará clasificada de la siguiente manera:

Información Privada, Cada usuario al crear un nuevo registro de información ya sea metadata, variables alfanuméricas, variables geográficas o publicaciones, podrá clasificar la información como privada y de esta forma solo el creador del registro podrá consultar los datos, quedando el registro invisible para el resto de los usuarios.

Información Grupal, también considera la información como de carácter privado pero con acceso grupal, a este tipo de información podrán acceder solo los usuarios registrados como parte de un Centro de Responsabilidad determinado (grupo), él o los cuales se definen al ingresar la información a la Base de Datos, clasificándolo como privado, pero asociando al dato, uno o más centros de responsabilidad.

Información Pública, esta información estará disponible para todos los usuarios, estén registrados o no en el sistema.

Consideraciones generales de la propiedad de los datos:

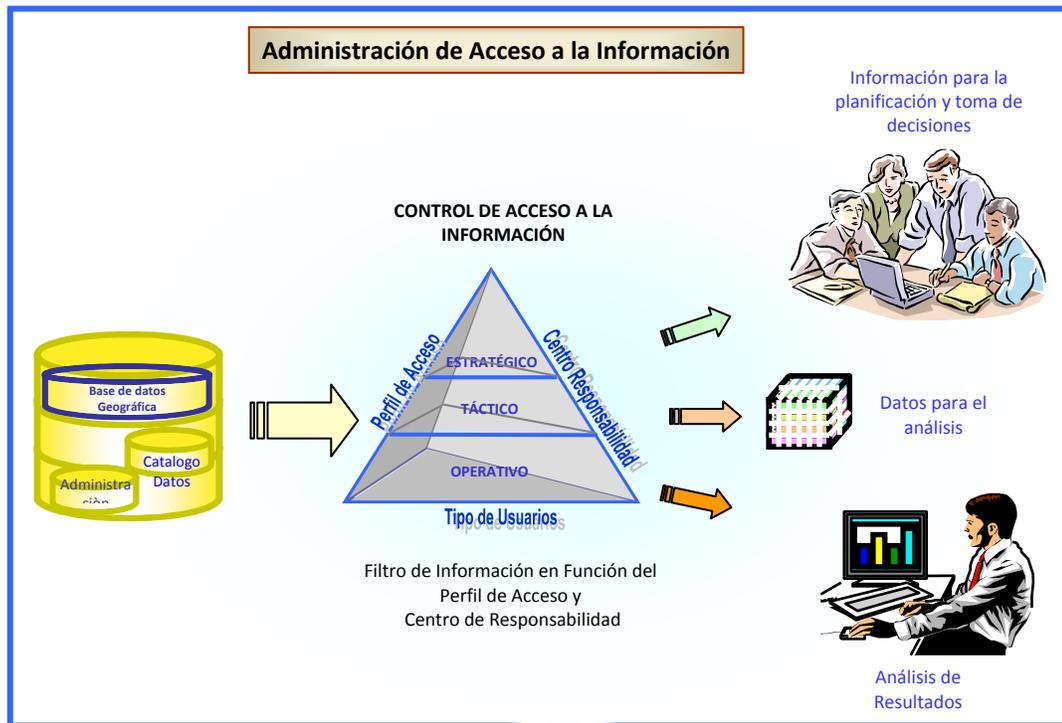
- ✓ Únicamente los propietarios de la información o administradores con privilegios podrán clasificar o cambiar el acceso a los datos.
- ✓ Todos los datos tendrán una fecha de expiración programada de manera que en las búsquedas de información no salgan datos desactualizados, pudiendo tanto el propietario como el administrador temático variar o prorrogar dichas fechas. El sistema generará correos automáticos a los propietarios y administradores temáticos, informando de las fechas de expiración de los contenidos para mejorar su administración.
- ✓ En las búsquedas de contenidos los administradores podrán activar como filtros, el estado de los contenidos (activos o inactivos), los centros de responsabilidad (grupos de usuarios) además de los filtros normales de clasificación temática.

4.4.3. Seguridad de Acceso a la Información

La seguridad del sistema es controlada a través de los perfiles y privilegios de acceso de los usuarios, más los centros de responsabilidad al cual pertenecen tanto los usuarios como los datos, actuando como un prisma que descompone la información y controla el acceso.

Los Centros de Responsabilidad impiden que usuarios y administradores temáticos que poseen Perfiles de acceso con Privilegios para crear, editar o borrar, accedan a datos de otros grupos de usuarios de otras áreas administrativas, geográficas o instituciones, permitiendo una administración segura para los datos.

Figura Nº 12
Administración de Acceso a la Información



Fuente: Elaboración Propia, SIIGSA

Cada usuario y dato pertenece a un Centro de Responsabilidad que controla el acceso y la edición de los datos, mostrando solo la información pertinente y oportuna.

Para efectos de los registros de usuarios o clientes externos, se consideraran los estándares de la Oficina de Información, Reclamos y Sugerencias (OIRS)

4.5. Funcionalidades Generales del Sistema Web

En este punto se describen en forma general las principales funcionalidades consideradas para el software Web a diseñar y construir, los cuales serán detalladas en la descripción de cada módulo incluidas en el punto “*Descripción Detallada de los Módulos*”.

- ✓ Ingreso controlado al sistema a través de un nombre de usuario y clave secreta de acceso.
- ✓ Sistema de ayuda o manual en línea para cada módulo del sistema.
- ✓ Consultas y sugerencias mediante comunicación vía e-mail con los administradores temáticos del sistema.
- ✓ Actualización de datos de identificación de los usuarios, a través de un módulo de edición y actualización de datos personales, según estándares OIRS.
- ✓ Búsqueda asistida de la información tanto alfanumérica como geográfica contenida en las bases de datos centralizadas.
- ✓ Funcionalidades de visualización, Ingreso, edición y eliminación de registros de información para las tablas principales del sistema
- ✓ Validación del ingreso de datos cualitativos mediante tablas auxiliares normalizadas.
- ✓ Validación del ingreso de datos cuantitativos a través de rangos de valores probables.
- ✓ Validación de la consistencia lógica de las relaciones entre tablas complementarias tanto en el ingreso como eliminación en cascada de registros.

5. Arquitectura del Software

El presente capítulo describe de forma detallada las características técnicas referidas a la Arquitectura Informática de la plataforma tecnológica que sustenta el proyecto, contenidos que están orientados esencialmente a los profesionales del área informática que deseen conocer estos aspectos específicos.

Se describen por una parte los patrones de diseño y desarrollo que se utilizarán en la construcción de sistemas software y sus componentes controladores. Se detallarán también las definiciones de patrones de conceptualización de técnicas de desarrollo y sus objetivos para sacar el mejor provecho a la actual tecnología con la cual se trabaja.

5.1. Tecnologías de Información y Comunicación

La definición de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), es muy amplia y varia según el enfoque y rama de desarrollo desde donde se este mirando, bajo el desarrollo de este documento, el enfoque estará basado sobre una base informática con la implementación de un modelo de negocio y objetivos de desarrollo de proyectos informáticos.

Las TIC son las tecnologías que se necesitan para la gestión y transformación de la información para un objetivo particular, ya sea de un sistema de instituciones que necesitan automatizar procesos e integrar la ofimática en sus tareas cotidianas, de esta forma pueden cambiar las políticas y formas de trabajo por un bien común a la institución, pero con un claro objetivo que es sacar el mayor provecho a la innovación tecnología actual implantada, y obtener mejores y mayores resultados y productos.

Dentro de esta definición se encuentran los siguientes puntos bases para la conceptualización de las TIC:

- Sistemas de (Tele)Comunicación
- Informática
- Herramientas de ofimática que contribuyen a la comunicación

La introducción de estas tecnologías implica un cambio social de la perspectiva de funcionamiento de la gestión, administración y difusión de la

información, se trata de un cambio de la teoría de negocio en donde hay una profunda relación con el ambiente y entorno en el cual esta inmersa la institución. Además las TIC designan a la vez un conjunto de innovaciones tecnológicas, pero también las herramientas que permiten una redefinición radical del funcionamiento global. La implementación de las TIC afecta a numerosos ámbitos de las ciencias, la teoría de las organizaciones y la gestión. Un buen ejemplo de la influencia de las TIC sobre la sociedad es el gobierno electrónico.

Con el avance de las TIC y su puesta en marcha con la implementación en la institución, ha hecho aparecer un nuevo perfil de educar, caracterizado por la capacidad de aprender, es decir, transformar la información en un conocimiento útil y necesario. El desarrollo de las nuevas tecnologías inmersas en las TIC, permite tomar conciencia y mejores decisiones de los diferentes ámbitos de los sistemas y modelos de negocio que se encuentre en la institución.

5.2. Patrones de Diseño y Desarrollo

Los patrones de diseño son la base para la búsqueda de soluciones simples y elegantes a problemas específicos o comunes como el desarrollo de software, programación orientada a objetos (POO) y otros ámbitos referentes al diseño de interacción o interfaces. Un patrón de diseño es una solución a un problema de diseño no trivial que es efectiva y reusable, se puede aplicar a diferentes problemas de diseño en distintas circunstancias.

En el desarrollo utilizado actualmente también se utiliza patrones de diseño de la accesibilidad, los cuales dan soluciones a problemas de acceso y portabilidad de los datos. El desarrollo en Internet utilizado actualmente, el diseñador se fija como meta principal, el lograr una página con una apariencia determinada, para ello utiliza herramientas que tiene a disposición, tales como: XHTML, CSS, Java Script; el XHTML para estructurar el contenido de la pagina, el CSS para presentar dicho contenido y Java Script, para validar algunas referencias en el cliente, obteniendo además una separación entre estas partes del diseño de la página: Contenido y presentación. Diseñando de esta forma, el acceso a dicha información desde cualquier tipo de dispositivo, agente y cualquier usuario, será el óptimo.

Objetivos de los Patrones

Los objetivos de los patrones pretenden:

- Proporcionar catálogos de elementos reusables en el diseño de sistemas software.
- Evitar la reiteración en la búsqueda de soluciones a problemas ya conocidos y solucionados anteriormente.
- Formalizar un vocabulario común entre diseñadores.
- Estandarizar el modo en que se realiza el diseño.
- Facilitar el aprendizaje de las nuevas generaciones de diseñadores condensando el conocimiento ya existente.

Así mismo, no pretenden.

- Imponer ciertas alternativas de diseño frente a otras.
- Eliminar la creatividad inherente al proceso de diseño.

Categoría de los Patrones

Según la escala o nivel de abstracción.

- **Patrones arquitecturales:** Aquellos que expresan un esquema organizativo estructural fundamental para sistemas software.
- **Patrones de Diseño:** Aquellos que expresan esquemas para definir estructuras de diseño con las cuales construir sistemas software.
- **Idiomas:** Patrones de bajo nivel específicos para un lenguaje de programación o entorno concreto.

No es obligatorio utilizar los patrones siempre, solo en los casos de tener el mismo problema o similar que solucione el patrón, siempre teniendo en cuenta que un caso particular puede no ser aplicable. Abusar o forzar el uso de los patrones puede ser un error, por lo tanto la decisión debe inclinarse por el desarrollo genérico de soluciones.

Principios de Accesibilidad

Los principios de accesibilidad tratan de mejorar:

- El uso de marcadores en vez de imágenes para transmitir información.
- Creación de documentación validada formalmente y publicada.
- Utilización de elementos de encabezado o títulos para transmitir estructura lógica de contenidos.
- Marcación y enumeración correcta de ítems en listas de información.

Hay que asegurarse de que las páginas que incorporan nuevas tecnologías se transformen correctamente. Utilizar tecnologías de validación y pautas de W3C.

Para poder culminar la separación entre contenido y presentación se debe realizar un marcado semántico de la página. Marcar los títulos como tales, separar los párrafos, definir las listas, consiguiendo así un documento cuyo contenido esté correctamente calificado y estructurado. De esta forma se asegura que el agente que acceda a la página sabrá cuales son los puntos importantes de la misma porque estarán marcados como títulos, podrá presentar de forma adecuada a un usuario una lista de opciones porque estará marcada como tal.

Árbol Ordenado de Contenidos

Para llevar a cabo el marcado semántico se debe construir un árbol ordenado de contenidos. Dicho árbol ordenado de contenidos persigue como fin la estructuración de dichos contenidos: Para ello se definirán qué contenidos se desean mostrar en la página, cuál es el orden en el que se van a mostrar y la relación existente entre los mismos. Cuando se habla de relación se refiere únicamente a relaciones que tratan de estructurar el contenido. Es decir qué elemento está contenido en otros.

Contenido Dinámico

En el caso de que el XHTML se genere de una forma dinámica, mediante desarrollo y con información de un origen de datos, el diseñador no escribe la totalidad del XHTML que se envía al cliente, sino que una

plantilla que luego se completará utilizando la información del origen de datos. Dado que el valor del atributo ID es irrepetible en una página, en muchos casos no se puede incluir en la plantilla por lo que puede resultar que haya elementos sin atributo ID o que el valor de dicho atributo ID sea generado automáticamente y por lo tanto desconocido en tiempo de diseño. En estos casos se puede utilizar el atributo class, cuyo valor se puede duplicar en la página, para determinar la función de dichos elementos en la página. Es importante dar a la class un nombre que sea significativo para el diseñador y que defina la funcionalidad del elemento en sí y no su presentación. Es decir, es mejor llamarlo class="filaTabla" que class="verdePequeño". Ya que si se le llama "filaTabla" se especifica la función del elemento en la página mientras que si se le denomina "verdePequeño" se define su presentación. A la hora de mantener el código, si se desea cambiar la presentación de todas las filas de una tabla, solo habrá que cambiar la definición de la clase "filaTabla" en la hoja de estilos, mientras que si se le llama "verdePequeño" se debería cambiar de clase en la página XHTML a otra como por ej. "azulGrande", es decir se debería de retocar el contenido para cambiar la presentación.

Es importante no reutilizar la clase "filaTabla" en elementos que coyunturalmente vayan a tener la misma presentación. Reutilizar sólo en elementos cuya función en esta u otras páginas sea la misma. En algunos casos, cuando se diseña la presentación (la hoja de estilos), se pueden detectar situaciones que obliguen a retocar el contenido para facilitar el diseño o para economizar medios.

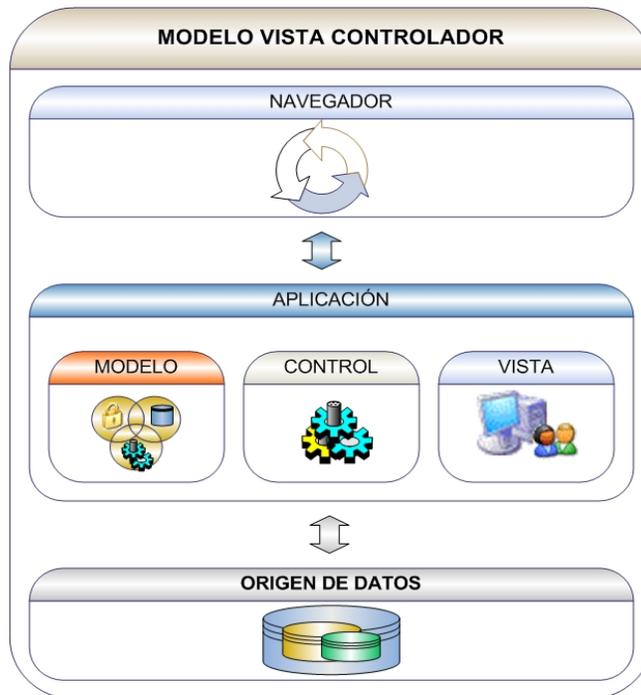
5.3. Patrón de Desarrollo, Modelo Vista Controlador

El patrón de desarrollo Modelo Vista Controlador (MVC) describe una forma, muy utilizada en la Web, de organizar el código de una aplicación separando los datos de una aplicación, la interfaz de usuario, y la lógica de control en tres componentes distintos.

- **Modelo:** Componente encargado del acceso a datos.
- **Vista:** Define la interfaz de usuario, XHTML + CSS enviados en el navegador.
- **Controlador:** Responde a eventos y modifica las vista del modelo.

La principal ventaja de esta separación reside en la facilidad para realizar cambios en la aplicación puesto que, cuando se realiza un cambio en la Base de Datos, programación o interfaz de usuario, solo se intervendrá uno de los componentes. Se puede modificar uno de los componentes sin conocer como funcionan los otros.

Figura Nº 13
Modelo Vista Controlador



Fuente: Elaboración Propia, SIIGSA

Existen varias implementaciones del patrón MVC que permiten desarrollar aplicaciones Web, las cuales se designarán bajo las definiciones de cada plataforma de desarrollo, como por ejemplo el Open Source.

Para esto se deben definir los comportamientos de las páginas Web, se debe cargar una plantilla por cada página, según el patrón de diseño del usuario, además de las llamadas a las funciones de acceso a datos. Para esto se utilizará el componente de Objeto de Acceso a datos (ADO), el cual permite adaptar la aplicación a cualquier cambio en la estructura de datos sin tener que intervenir en el modelo.

5.4. Modelo “N” Capas

La concepción de “N” capas es la subdivisión de cada una de estas en módulos del desarrollo por partes. En el caso de 3 capas, estas serían interfaz (pantallas), negocio (aplicación, reglas) y datos (fuentes de datos). Una ventaja de este tipo de diseño es que 3 (o “N”) grupos de trabajo pueden trabajar a la vez en el mismo módulo, pudiendo terminarse en casi 1/3 (o 1/n) del tiempo, ya que cada equipo (o persona) se dedicaría a hacer una capa completa. Lo único que haría falta (o ayudaría) para que esto pueda cumplirse es tener un buen diseño donde esta separación ya esté hecha y definir de antemano cuáles serán los nexos entre dichas capas.

Los modelos de acceso a datos han evolucionado junto a los modelos de equipos, desde los modelos centralizados hasta los modelos distribuidos. La cantidad de usuarios de los sistemas antes no tenían el número que tienen ahora cambiando desde aplicaciones de un usuario o aplicaciones simples (en un equipo únicamente) hasta aplicaciones en Internet, el último modelo es el modelo de Servicios Web XML (XML Web Services).

- **Definición de Capa:** En el modelo de acceso a datos, una capa es un nivel lógico en el cual residen componentes o aplicaciones lógicas. Las capas pueden residir en uno a más equipos o servidores, el número de capas hace referencia al número de niveles y no al número de equipos en los cuales los servicios son divididos. Las capas que generalmente se incluyen en aplicaciones son:
 - **Capa de Cliente:** conocida como capa de Presentación es la que contiene las interfaces en las que el usuario interactúa con el sistema.
 - **Capa de la Lógica de Negocios:** el cual contiene la lógica que interactúa con el origen de datos. Esta capa intermedia contiene la parte de la aplicación que interactúa con los datos, por ejemplo: la creación de una cadena de conexión al origen de datos.
 - **Capa de Acceso a Datos:** la cual se relaciona directamente con el origen de datos

- **Beneficios del Trabajo con Capas**
 - Escalabilidad en las aplicaciones
 - Distribución más efectiva
 - Cambios en la aplicaciones más sencillas de manejar e implementar
 - Separación de funciones
 - Permite aplicaciones en diferentes sistemas operativos
 - Clientes menos pesados (thin Client)

Por ejemplo, una de las cosas que primero se define (luego del diseño que se crea en el Diagrama Entidad Relación (DER)) es el nombre de los objetos y las propiedades y el detalle de qué es cada cosa y cuáles se deben almacenar, calcular, etc. Con esto, el equipo que se encarga de la capa de datos pudiendo definir la estructura de las tablas de forma definitiva y las clases de acceso a las mismas, mientras el equipo que se encarga de la interfaz puede comenzar a diseñar la(s) pantalla(s), el equipo que se encarga de la impresión puede comenzar a diseñar los informes y finalmente el equipo que se encargue del negocio puede comenzar a programar los métodos de validación que hagan cumplir las reglas.

Actualmente el desarrollo de sistema software es de "N" capas, las capas que se agregan son las que surgen de la separación de las reglas de negocio, "Acceso a Datos" y aplicación. Esta arquitectura brinda la ventaja de aislar definitivamente nuestra lógica de negocios de todo lo que tenga que ver con el origen de datos y su aplicación, ya que desde el manejo de la conexión, hasta la ejecución de una consulta, la manejará la capa de Acceso a Datos. De este modo, ante cualquier eventual cambio, solo se deberá tocar un módulo específico, así como al momento de plantear la escalabilidad del sistema software, se ha respetado las reglas básicas de diseño no se debieran afrontar grandes modificaciones.

La Importancia de esta Arquitectura

Existen muchas razones por las que usar el desarrollo de aplicaciones bajo la arquitectura de n Capas, entre ellas se pueden mencionar las siguientes:

- **Abstracción total acerca del origen de datos.** Las distintas capas se especializan absolutamente en la funcionalidad que deben brindar (procesamiento en las reglas de negocios o presentación de datos en

la capa cliente) sin importar cual es el origen de los datos procesados.

- **Bajo costo de desarrollo y mantenimiento de las aplicaciones.** Si bien al momento del diseño se observa una mayor carga de complejidad, la utilización de esta arquitectura brinda un control más cercano de cada componente, así como también la posibilidad de una verdadera reutilización del código. Por ejemplo: Si se tuviese reglas de negocios una función que liste el resumen de cuenta de clientes cuando un usuario de la aplicación, desde su capa cliente ingrese a este módulo se ejecuta `ListarCuenta()` para ver el detalle en su monitor; pero si el desarrollador del sitio web de la empresa, al momento de armar la página de consulta pide esto, se hará que simplemente cargue el componente de reglas de negocios y ejecute `ListarCuenta()`. Este es un concreto ejemplo de reutilización de código y a su vez, una herramienta que ofrece seguridad, ya que mediante la utilización de esta arquitectura, el desarrollador de una interfaz de usuario jamás llegará a manipular directamente un dato en el servidor sino es a través de un componente de una clase.

- **Estandarización de las reglas de negocio.** Las reglas de negocio se encuentran encapsuladas en un set de rutinas comunes y pueden ser llamadas desde diversas aplicaciones sin necesidad de saber cómo esta funciona o ha sido diseñada.

Por ejemplo: Una de las funciones encapsuladas dentro de las reglas de negocios se utilice para devolver los datos de un cliente. La función `DevolverCliente()` aceptará como parámetros el código de cliente y también procesará el ID de usuario, entonces, depende de quien ejecute esta función será los datos que reciba como respuesta.

- **Mejor calidad en las aplicaciones.** Como las aplicaciones son construidas en unidades separadas, estas pueden ser testeadas independientemente y con mucho mas detalle, esto conduce a obtener un producto mucho mas sólido.
- **Reutilización de código.** La concepción natural de un sistema desarrollado con esta arquitectura, promueve la reutilización de sus

componentes en varias partes del propio desarrollo y de futuros sistemas.

- **Escalabilidad.** Utilizando servicios como Web Service (WS) muchos objetos pueden escalar y ser distribuidos en un ambiente transaccional de alta seguridad.
- **Portabilidad.** Utilizando el componente de acceso a datos, el desarrollo de la capa de negocio se crea en la aplicación y no en la fuente de datos, esto permite una portabilidad en los variados motores de Base de Datos que existan, ya que solo tendrán que ajustarse a un estándar condicionado por la ANSI 92 sobre modelo de relación en base a Diagrama de Entidad relación (DER)
- **Los Componentes.** Antes de entrar en el desarrollo de un componente, primero se debe tener un conocimiento claro de lo que esto es:

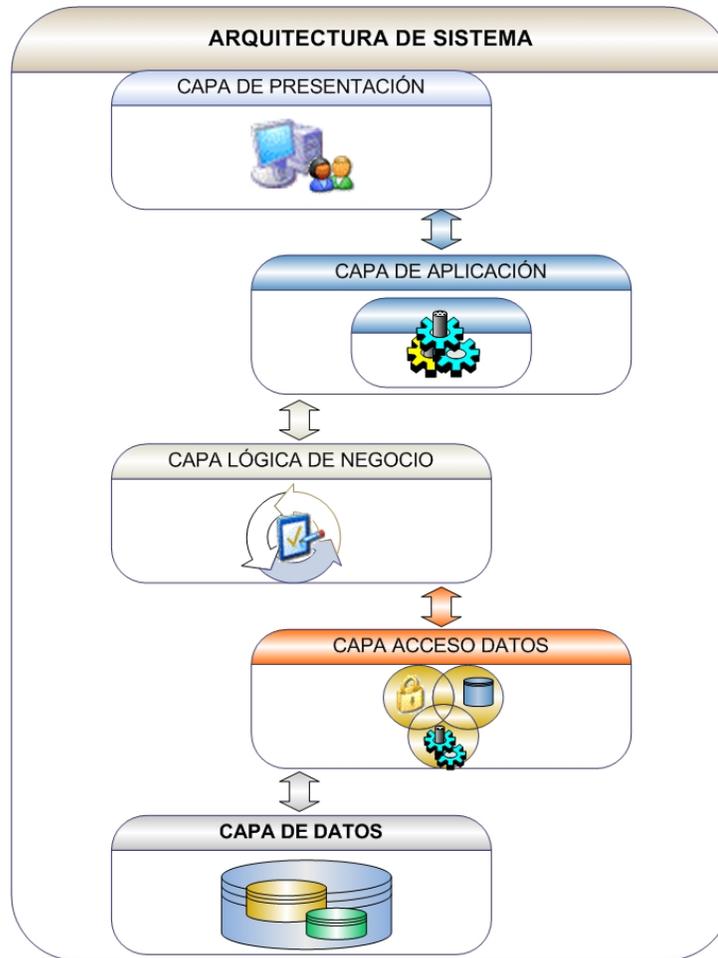
Un componente, es un objeto que se puede instanciar, y como todo objeto debe cumplir con las condiciones básicas del objeto (Abstracción, Encapsulamiento, Herencia y Polimorfismo), debe tener muy bien definidos propiedades, métodos y eventos que va a exponer y, es muy importante destacar que estos deben funcionar libre de estado.

5.5. Modelo de Negocio

El modelo de negocio esta conceptualizado bajo las normas de regulaciones, el movimiento y definiciones de objetivos de una institución, el “para que” se creó y cuales serán sus lineamientos. Teniendo claridad sobre estos puntos se puede definir bajo que universo y ambiente de negocio esta inmersa la institución cual es su dirección y que hacer en un sistema global, los servicios que esta prestará y que políticas de trabajos se adaptarán. Esto es fundamental ya que son las primeras líneas bases para comenzar a declarar las reglas del negocio que se definirán en el desarrollo del sistema software que ayudará a la institución para producir sus resultados esperados y lograr sus objetivos.

Para este planteamiento se definirán las capas de desarrollo para la institución y así poder crear una mirada abstracta de la definición de los patrones de diseño y desarrollo, según la arquitectura del sistema software a implementar.

Figura Nº 14
Arquitectura de Sistema



Fuente: Elaboración Propia, SIIGSA

Como se definió anteriormente en el punto de capas, esta imagen representa el patrón de diseño de la arquitectura con la cual se trabajará, en este caso con un modelo MVC "N" capas, las cuales serán 5:

- **Capa de Presentación (Interfaz):**
 Es la más conocida, la interfaz se puede vincular con la aplicación y el negocio y los datos de forma transparente mediante métodos preestablecidos, tales como GuardarDatos(), RecuperarDatos() o ValidarDatos(). De la misma forma, los menús no hacen nada, excepto llamar a métodos de negocio que harán el trabajo necesario en la aplicación.
- **Capa de Aplicación:**
 Esta capa es la encargada de comunicar directamente la presentación con las reglas de negocio, se acceden a las clases y se instancian los objetos, se hacen las llamadas a los métodos, se definen atributos como respuesta a los requerimientos de la capa de presentación.
- **Capa Lógica de Negocio:**
 Esto es el corazón de la aplicación. Si bien se le dice "negocio", en realidad se puede tratar de varios negocios, cada uno destinado a una función distinta. Por ejemplo, puede haber un negocio de datos (integridad referencial), un negocio de la interfaz, que se encarga de abrir y cerrar los formularios, de habilitar e inhabilitar las opciones del menú y que posee todos los métodos que serán llamados desde las distintas partes de la interfaz, y un negocio que se encargue del trabajo fino de validación del ingreso del usuario, el cuál puede determinar si se puede o no modificar un valor, calcula totales y subtotales, devolver los códigos de error que luego la interfaz interpreta y muestra al usuario en forma de texto, etc. Estos objetos de negocio suelen ser clases no visuales (custom, session, etc.) y es posible accederlos remotamente o localmente.
- **Capa de Acceso a Datos:**
 Esta capa es la encargada del control y gestión de la fuente de datos, es la comunicación entre la capa de lógica de negocio que necesita los datos y la fuente de datos que los almacena. Esta implica contener un nivel extra de seguridad ya que maneja los accesos a la fuente de información y se encarga de las inyecciones y consultas de datos.

- **Capa de Datos:**

Esta capa es la encargada del almacenaje de los datos, puede tener diferentes sub niveles de diseño y de orientación, en este caso en particular, la fuente de datos maneja orientación a objetos y contiene los estándares mínimos sobre almacenamiento de información.

5.6. Controladores de Capas

En el desarrollo de sistemas software web se pueden encontrar diversos controladores para la implementación de la construcción bajo la arquitectura anteriormente mencionada, aquí se definirán los que tecnológicamente son más avanzados y que a su vez contienen un soporte en base a una arquitectura Open Source.

- **Capa de Presentación:**

Estará controlada por el componente de administración y gestor de plantillas SMARTY, este componente es de gran avanzada innovadora y tecnológica, ya que también permite contener lógica de programación en la capa de presentación. Se definió según estándar de patrones de diseño, que este componente dará como resultados elemento de XHTML. Esta tecnología sobre Web 2.0 que permite contener dinamismo de información en tiempo real y de forma estructurada, definida por estándares validados por W3C. a su vez la presentación de la información contará con un diseño sobre hojas de estilos (CSS), el cual permite obtener diferentes clases de diseño y patrones definidos por elementos particulares o comunes, además de tener características de heredar de diferentes sub diseños de elementos o marcadores del XHTML.

- **Capa de Aplicación:**

Esta capa estará controlada por el lenguaje de programación PHP versión 4, el cual es un lenguaje de alto nivel con diversas aplicaciones de diseño de patrones de desarrollo, este sobre Programación Orientada a Objetos (POO) para aplicaciones Web.

- **Capa Lógica de Negocio:**

Esta capa también estará bajo el control del lenguaje de programación PHP ya que toda su base de estructura de desarrollo es sobre web, implícitamente se define con la misma lógica de la capa de aplicación, pero aquí se definen de forma programada todas las reglas de negocio creadas lógicamente por la etapa de análisis del diseño.

- **Capa de Acceso a Datos:**

Esta capa estará controlada por la clase de gestión de fuentes de datos llamada ADODB, esta permite obtener una portabilidad y escalabilidad de los desarrollos ya que se adapta a variados motores y fuentes de datos, este controlador esta desarrollado sobre el lenguaje de programación PHP, por lo tanto se va definiendo una línea de desarrollo completamente abierta a cualquier cambio en alguna de sus capas.

- **Capa de Datos:**

Esta capa esta controlada por el Motor de Base de Datos PostgreSQL, el cual es un componente muy robusto en su clase, cumple con los estándares de validación de fuentes de datos y es uno de los más usados ya que posee tecnología de avanzada y técnicas de modelamiento, tanto a nivel relacional como orientado a objetos.

IV. INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

A continuación se presenta el catastro de los datos cartográficos (tabla N° 7) esta información corresponde a la base geográfica recibida al principio del proyecto, la cual a medida que se han ido construyendo nuevos mapas se han ido subiendo nuevos shape.

**Tabla N° 7
Catastro de Datos Cartográficos**

Directorio	Subdirectorios	Cubiertas	Tipo	
NACIONAL	Areas_tipos	tipos_area	poligono	
	Caminos	caminos	lineas	
	Centros Poblados	ciudad_nacional	poligono	
		poblado_nacional	puntos	
	Cuencas	Cuencas	poligono	
		Subcuencas	poligono	
	Estaciones	calidaddeaguas	puntos	
		controldelagos	puntos	
		fluviometricas	puntos	
		meteorologicas	puntos	
		sedimentometricas	puntos	
	Glaciares	glaciares	poligonos	
	Lagos	lagos	poligonos	
	Máscaras	chile	lineas	
		mascara_chile	poligono	
		parche_fondo	poligono	
		test	puntos	
	RM	Acuíferos	acuifero_modelosubterraneo_acuifmaipo_1998	poligono
			acuifero_modelosubterraneo_chacabuco_1998	poligono
			acuifero_modelosubterraneo_puangue_1998	poligono
acuifero_modelosubterraneo_puanguemelipilla_2006			poligono	
acuifero_modelosubterraneo_sectorcodegua_1998			poligono	
acuifero_modelosubterraneo_sectordesembocadura_1998			poligono	
acuifero_modelosubterraneo_sectormodmaipo_1998			poligono	
acuifero_modelo_MAGICmaipo2007			poligono	
sectores_acuiferos_estudiosdisponibilidadarh			poligono	
curvas_rm_50			lineas	
fuentes_line_50	lineas			
fuentes_VI_line_50	lineas			

Fuente: Elaboración Propia

La estructura visualizada corresponde a los directorios en las cuales se encuentran las respectivas cubiertas SHP. Las referencias cartográficas de las cubiertas son las siguientes:

- Proyección Universal Transversal de Mercator (UTM), Huso 19, Sistema de Referencia WGS84.