

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

DPTO. DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

**ANÁLISIS, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
INFORMACIÓN ESPECIALIZADO PARA COMPUTARIZAR LA
ADMINISTRACIÓN, PROCESAMIENTO Y CORRECCIÓN DE
DATOS GLACIOLÓGICOS DE BALIZAS Y BALANCES DE MASA
EN EL GLACIAR 15α Y GLACIAR CRESPOS EN EL NEVADO
ANTISANA PARA EL PROGRAMA GREAT ICE (IRD, INAMHI,
EMAAP-Q)**

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO EN SISTEMAS E INFORMÁTICA

POR: ERICK EDUARDO CUENCA PAUTA

SANGOLQUÍ, MAYO 2011

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. ERICK EDUARDO CUENCA PAUTA, como requerimiento parcial a la obtención del título de INGENIERO EN SISTEMAS E INFORMÁTICA.

10 de mayo del 2011

Ing. Oswaldo Díaz

DIRECTOR

Ing. Mauricio Campaña

CODIRECTOR

CERTIFICACIÓN AUSPICIO



www.inamhi.gob.ec

Iñaquito N36-14 y Corea
593 2 3971100
Quito- Ecuador

Quito, 21 de marzo del 2011

Sr. Ing.
Fidel L. Castro D.
Director del Departamento de Ciencias de la Computación

Estimado ingeniero,

Por medio de la presente me permito comunicarle, señor Director que el proyecto de graduación titulado "**ANÁLISIS, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN ESPECIALIZADO PARA COMPUTARIZAR LA ADMINISTRACIÓN, PROCESAMIENTO Y CORRECCIÓN DE DATOS GLACIOLÓGICOS DE BALIZAS Y BALANCES DE MASA EN EL GLACIAR 15A Y GLACIAR CRESPOS EN EL NEVADO ANTISANA PARA EL PROGRAMA GREAT ICE (IRD, INAMHI, EMAAP-Q)**", realizado por el Sr. Erick Eduardo Cuenca Pauta, se lo considera finalizado, después de revisar, comprobar y validar el funcionamiento del mismo.

Por tanto, el IRD como auspiciante informa a usted que el mencionado señor ha entregado todos los productos definidos en los objetivos así como la documentación en formato físico y digital.

Por la atención que se digne dar al presente, me suscribo de Usted.

Atentamente,

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Bolívar Cáceres".
Ing. Bolívar Cáceres
Técnico Glaciólogo – GREAT ICE



DEDICATORIA

A dios, que me acompañado a lo largo de mi vida llenándome de bendiciones y brindándome fortaleza y paciencia para sobrellevar cualquier vicisitud.

A mis padres, Víctor Emilio y María Humbelina, por su apoyo incondicional, comprensión, cariño y esfuerzo que me ha llevado a culminar con éxito mi carrera universitaria.

A mis hermanos Christian Andrés y Alex David que son una parte fundamental en mi vida, que han estado junto a mí, apoyándome y enseñándome que para lograr un objetivo se necesita de sacrificio y perseverancia.

A Karol Maribel, mi amor, mi amiga, mi compañera, que ha estado junto a mí gran parte de mi carrera y con quien quiero compartir el resto de mi vida.

Erick E. Cuenca P.

AGRADECIMIENTOS

A dios, que es el centro de todo lo bueno y maravilloso que pasa en el universo. A mis padres y hermanos, por estar junto a mí siempre y ser el apoyo constante sea cual fuere el momento.

A la ESPE, y mis directores de tesis, Ing. Oswaldo Díaz e Ing. Mauricio Campaña, por aceptar dirigirme en todo el tránscurso del desarrollo de este trabajo e impartirme conocimientos invaluables aplicados en este tema y a mi vida profesional.

Al IRD, al INAMHI y todos mis compañeros del grupo de trabajo SIGIHM, por el apoyo e interés para la realización de este proyecto. Al Dr. Eric Cadier por haberme brindado la oportunidad de elaborar este tema de tesis ya que sin su conocimiento y ayuda no hubiera sido posible la realización de este trabajo.

Al Dr. Bernard Francou y todos mis compañeros del programa GREAT ICE, Bolívar Cáceres, Luis Maisincho, Carla Manciati, Daniela Vallejos, Cristian Loyo, Margarita Arias, Cristina Guamanzara, Philippe Garreta y Marcos Villacis, por la colaboración y ayuda científica para la realización de este trabajo.

A mis compañeros y amigos de clase, Carlos Díaz, David Medina, José Páez, David Gallo, Diego Hidalgo, Janny Vilac, Paúl Inca, José Cruz, por compartir experiencias que nos ayudaron a madurar durante el tiempo de estudio.

Erick E. Cuenca P.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	II
CERTIFICACIÓN AUSPICIO	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTOS.....	V
ÍNDICE DE CONTENIDOS	VI
LISTADO DE TABLAS	XX
LISTADO DE FIGURAS.....	XXII
LISTADO DE ECUACIONES.....	XXV
LISTADO DE FOTOS	XXVI
RESUMEN	1
ABSTRACT.....	2
CAPÍTULO I.....	3
INTRODUCCIÓN	3
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
1.1.1. Formulación del problema	6
1.1.2. Delimitación espacial.....	7
1.1.3. Delimitación temporal.....	7
1.2. OBJETIVOS.....	7
1.2.1. Objetivo general.....	7

1.2.2. Objetivos específicos	8
1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	9
1.4. ALCANCE	9
1.5. FACTIBILIDAD	11
1.5.1. Factibilidad técnica.....	11
1.5.1.1. Requisitos de hardware	11
1.5.1.2. Requisitos de software	11
1.5.2. Factibilidad operativa	12
1.5.3. Factibilidad económica	12
1.5.3.1. Recursos humanos	12
1.5.3.2. Gastos varios.....	12
1.5.3.3. Costo total.....	12
CAPÍTULO II	13
DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	13
2.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA ZONA DE ESTUDIO	13
2.2. GLACIAR	15
2.2.1. Glaciar 15α.....	17
2.2.2. Glaciar Crespos.....	19
2.3. BALANCE DE MASA	21
2.4. ESTIMACIÓN DEL BALANCE DE MASA.....	23
2.5. ÁREA DE ACUMULACIÓN VS ÁREA TOTAL DEL GLACIAR	25
2.6. LÍNEA DE EQUILIBRIO	26
2.7. SISTEMA DE MEDICIÓN INSTALADO	27

2.7.1. Zona de ablación.....	27
2.7.2. Red de balizas	28
2.7.3. Frecuencia de mediciones	29
2.7.4. Método de cálculo.....	31
2.7.5. Ejemplo de cálculo de balance de masa.....	32
2.8. CONTORNO.....	34
CAPÍTULO III	36
MARCO TEÓRICO.....	36
3.1. METODOLOGÍA	36
3.1.1. Introducción al RUP.....	36
3.1.1.1. Adaptar el proceso.....	37
3.1.1.2. Equilibrar prioridades	37
3.1.1.3. Demostrar valor iterativamente.....	37
3.1.2. Fases de la metodología RUP.....	38
3.1.2.1. Inicio	38
3.1.2.2. Elaboración.....	38
3.1.2.3. Construcción	39
3.1.2.4. Transición	39
3.2. JUSTIFICACIÓN DEL USO DE LA METODOLOGÍA RUP	40
3.3. ENTORNO DE DESARROLLO.....	41
3.3.1. Hardware.....	41
3.3.2. Software.....	41
3.4. HERRAMIENTAS DE DESARROLLO.....	42
3.4.1. ArcGIS.....	42
3.4.2. Microsoft Office Professional	43

3.4.3. Microsoft Visual Studio	44
3.4.4. Microsoft SQL Server	45
3.4.5. Microsoft Visio	46
3.5. JUSTIFICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE DESARROLLO	47
CAPÍTULO IV.....	48
SITUACIÓN ACTUAL	48
4.1. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL PROGRAMA GREAT ICE ..	48
4.2. INVENTARIO ACTUAL DE HARDWARE.....	49
4.3. INVENTARIO ACTUAL DE SOFTWARE	49
4.4. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS ACTUALES.....	50
4.4.1. Preparación	50
4.4.2. Recopilación.....	50
4.4.3. Digitación.....	50
4.4.4. Consolidación	51
4.4.5. Presentación	51
4.5. DIAGRAMAS SITUACIÓN INICIAL.....	52
4.5.1. Diagrama inicial.....	52
4.5.2. Diagrama conceptual.....	53
4.5.3. Diagrama de flujo de datos	54
4.5.3.1. Preparación.....	55
4.5.3.2. Recopilación	56
4.5.3.3. Digitación	57
4.5.3.4. Consolidación.....	58
4.5.3.5. Presentación	59

4.6. IDENTIFICACIÓN Y VOLUMEN DE INFORMACIÓN.....	60
4.6.1. Formato papel	60
4.6.2. Formato digital	61
4.6.3. Volumen de datos	61
4.6.3.1. Tamaño del volumen de datos en formato papel	61
4.6.3.2. Tamaño del volumen de datos en formato digital	62
4.6.3.3. Tamaño total del volumen de datos.....	62
CAPÍTULO V.....	63
DISEÑO.....	63
5.1. DIAGRAMAS DE COMPORTAMIENTO.....	63
5.1.1. Diagrama de contexto.....	63
5.1.2. Diagrama de casos de uso.....	64
5.1.2.1. Identificación de actores	64
5.1.2.2. Jerarquía de actores	65
5.1.2.3. Diagrama de casos de uso por actores.....	66
5.1.2.4. Diagrama de casos de uso general.....	67
5.1.2.5. Administración de país	68
5.1.2.6. Administración de zona	68
5.1.2.7. Administración de casquete glaciar	69
5.1.2.8. Administración de glaciar.....	69
5.1.2.9. Administración de rango altitudinal	70
5.1.2.10. Administración de administradores	70
5.1.2.11. Administración de línea de equilibrio.....	71
5.1.2.12. Administración de baliza.....	71
5.1.2.13. Administración de posición	72
5.1.2.14. Administración de medición	72

5.1.2.15. Administración de consultas	73
5.1.2.16. Administración de reportes.....	73
5.1.3. Diagrama de actividades.....	74
5.1.3.1. Imprimir reporte.....	74
5.1.3.2. Consultar línea de equilibrio	74
5.1.3.3. Consultar baliza.....	75
5.1.3.4. Consultar posición.....	75
5.1.3.5. Consultar medición.....	76
5.1.3.6. Consultar informe.....	76
5.1.3.7. Validar medición.....	77
5.1.3.8. Importar datos	78
5.2. MODELO DE BASE DE DATOS	79
5.3. DIAGRAMAS DE ESTRUCTURA.....	80
5.3.1. Diagrama de componentes	80
5.3.2. Diagrama de clases.....	81
5.3.3. Diagrama de objetos.....	82
5.3.4. Diagrama de dependencia.....	83
5.3.5. Diagrama de despliegue.....	84
5.4. DIAGRAMAS DE ITERACIÓN.....	85
5.4.1. Diagramas de secuencia	85
5.4.1.1. Administración de país	85
5.4.1.2. Administración de zona	86
5.4.1.3. Administración de casquete glaciar	87
5.4.1.4. Administración de glaciar.....	88
5.4.1.5. Administración de rango altitudinal	89
5.4.1.6. Administración de administradores	90

5.4.1.7. Administración de línea de equilibrio.....	91
5.4.1.8. Administración de baliza	92
5.4.1.9. Administración de posición	93
5.4.1.10. Administración de medición	94
5.4.1.11. Administración de consultas	95
5.4.1.12. Administración de reportes.....	96
5.4.1.13. Validar datos glaciológicos.....	97
5.4.1.14. Importar datos glaciológicos	98
5.4.1.15. Buscar datos glaciológicos.....	99
CAPÍTULO VI.....	100
ANÁLISIS Y CONSTRUCCIÓN	100
6.1. ANÁLISIS DE REQUISITOS ESPECÍFICOS.....	100
6.1.1. Norma IEEE 830 – 1998.....	100
6.1.2. Beneficios de la Norma IEEE 830	101
6.1.3. Requisitos específicos	101
6.1.3.1. Requerimientos funcionales.....	101
6.1.3.2. Requerimientos no funcionales	103
6.1.3.3. Limitaciones del diseño.....	104
6.2. ANÁLISIS DE INTERFACES.....	105
6.2.1. Estándares de interfaces.....	105
6.2.2. Estándares de reportes	106
6.3. ANÁLISIS DE BASE DE DATOS	107
6.3.1. Nomenclatura de tablas.....	107
6.3.2. Nomenclatura de atributos.....	107
6.3.3. Tipos de datos.....	109

6.4. CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN.....	110
6.4.1. Pruebas del sistema de información.....	110
6.4.2. Pruebas de caja negra.....	110
6.4.2.1. Administración de balizas	111
6.4.2.2. Administración de mediciones.....	111
6.4.2.3. Administración de posiciones.....	111
6.4.2.4. Administración de informes	111
6.4.3. Pruebas de stress	112
CAPÍTULO VII.....	114
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	114
7.1. CONCLUSIONES.....	114
7.2. RECOMENDACIONES	116
BIBLIOGRAFÍA	117
ANEXO A	118
MANUAL DE REFERENCIA TÉCNICA.....	118
A.1. INTRODUCCIÓN	118
A.2. ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA	118
A.3. CONFIGURACIÓN DEL SERVIDOR.....	119
A.3.1. Instalación de Microsoft SQL Server.....	119
A.4. BASE DE DATOS.....	119
A.4.1. Respaldo de la base de datos.....	119
A.5. ESTRUCTURA DE LA BASE DE DATOS.....	120
A.5.1. Tablas.....	120

A.5.2.	Vistas	121
A.5.3.	Funciones	121
A.5.4.	Triggers.....	121
A.5.5.	Procedimientos	122
A.6.	DICCIONARIO DE DATOS.....	123
A.6.1.	Tabla administrador.....	123
A.6.2.	Tabla casquete	123
A.6.3.	Tabla baliza.....	124
A.6.4.	Tabla línea de equilibrio	124
A.6.5.	Tabla medición.....	125
A.6.6.	Tabla zona	125
A.6.7.	Tabla posición.....	126
A.6.8.	Tabla rango.....	126
A.6.9.	Tabla glaciar	127
A.6.10.	Tabla país	127
A.6.11.	Tabla calidad.....	127
A.6.12.	Tabla estado.....	128
A.6.13.	Tabla origen	128
A.6.14.	Tabla sentido.....	128
ANEXO B		129
B.1.	INTRODUCCIÓN	129
B.2.	INSTALACIÓN.....	129
B.2.1.	Instalador.....	129
B.2.2.	Carpeta de instalación.....	130
B.2.3.	Confirmar la instalación	130
B.2.4.	Instalando	131

<i>B.2.5. Instalación completa.....</i>	131
B.3. INTERFAZ PRINCIPAL	132
B.4. PANEL DE NAVEGACIÓN.....	133
<i>B.4.1. Pestaña de ingreso</i>	133
<i>B.4.2. Pestaña de reporte.....</i>	133
<i>B.4.3. Pestaña de consulta</i>	133
<i>B.4.4. Pestaña de validación.....</i>	133
B.5. ASISTENTES.....	134
<i>B.5.1. Asistente para importar archivo Excel.....</i>	134
<i>B.5.2. Asistente para validar balance de masa.....</i>	135
B.6. MODULO DE PAÍSES	136
<i>B.6.1. Agregar país</i>	136
<i>B.6.2. Editar país.....</i>	136
<i>B.6.3. Quitar país</i>	137
<i>B.6.4. Buscar país.....</i>	137
<i>B.6.5. Imprimir o exportar país</i>	137
<i>B.6.6. Importar país</i>	137
B.7. MODULO DE ZONAS	138
<i>B.7.1. Agregar zona</i>	138
<i>B.7.2. Editar zona.....</i>	138
<i>B.7.3. Quitar zona</i>	139
<i>B.7.4. Buscar zona.....</i>	139
<i>B.7.5. Imprimir o exportar zona</i>	139
<i>B.7.6. Importar zona</i>	139
B.8. MODULO DE ADMINISTRADORES	140

<i>B.8.1.</i>	Agregar administrador	140
<i>B.8.2.</i>	Editar administrador.....	140
<i>B.8.3.</i>	Quitar administrador.....	141
<i>B.8.4.</i>	Buscar administrador	141
<i>B.8.5.</i>	Imprimir o exportar administrador	141
<i>B.8.6.</i>	Importar administrador.....	141
B.9.	MODULO DE CASQUETES GLACIARES	142
<i>B.9.1.</i>	Agregar casquete glaciar	142
<i>B.9.2.</i>	Editar casquete glaciar.....	142
<i>B.9.3.</i>	Quitar casquete glaciar	143
<i>B.9.4.</i>	Buscar casquete glaciar.....	143
<i>B.9.5.</i>	Imprimir o exportar casquete glaciar	143
<i>B.9.6.</i>	Importar casquete glaciar	143
B.10.	MODULO DE GLACIARES	144
<i>B.10.1.</i>	Agregar glaciar	144
<i>B.10.2.</i>	Editar glaciar	144
<i>B.10.3.</i>	Quitar glaciar.....	145
<i>B.10.4.</i>	Buscar glaciar	145
<i>B.10.5.</i>	Imprimir o exportar glaciar	145
<i>B.10.6.</i>	Importar glaciar.....	145
B.11.	MODULO DE RANGOS ALTITUDINALES	146
<i>B.11.1.</i>	Agregar rango altitudinal	146
<i>B.11.2.</i>	Editar rango altitudinal.....	146
<i>B.11.3.</i>	Quitar rango altitudinal	147
<i>B.11.4.</i>	Buscar rango altitudinal.....	147
<i>B.11.5.</i>	Imprimir o exportar rango altitudinal	147

B.11.6.	Importar rango altitudinal	147
B.12.	MODULO DE BALIZAS.....	148
B.12.1.	Agregar baliza	148
B.12.2.	Editar baliza.....	148
B.12.3.	Quitar baliza	149
B.12.4.	Buscar baliza.....	149
B.12.5.	Imprimir o exportar baliza.....	149
B.12.6.	Importar baliza	149
B.12.7.	Consultar baliza.....	150
B.13.	MODULO DE MEDICIONES MENSUALES	151
B.13.1.	Agregar medición mensual.....	151
B.13.2.	Editar medición mensual	151
B.13.3.	Quitar medición mensual	152
B.13.4.	Buscar medición mensual	152
B.13.5.	Imprimir o exportar medición mensual.....	152
B.13.6.	Importar medición mensual	152
B.13.7.	Consultar medición mensual.....	153
B.13.8.	Validar medición mensual.....	153
B.14.	MODULO DE LEVANTAMIENTOS DE POSICIONES	154
B.14.1.	Agregar levantamiento de posición	154
B.14.2.	Editar levantamiento de posición.....	154
B.14.3.	Quitar levantamiento de posición	155
B.14.4.	Buscar levantamiento de posición.....	155
B.14.5.	Imprimir o exportar levantamiento de posición	155
B.14.6.	Importar levantamiento de posición	155
B.14.7.	Consultar levantamiento de posición	156

B.15. MODULO DE LÍNEAS DE EQUILIBRIO	157
<i>B.15.1. Agregar línea de equilibrio.....</i>	<i>157</i>
<i>B.15.2. Editar línea de equilibrio</i>	<i>157</i>
<i>B.15.3. Quitar línea de equilibrio.....</i>	<i>158</i>
<i>B.15.4. Buscar línea de equilibrio</i>	<i>158</i>
<i>B.15.5. Imprimir o exportar línea de equilibrio.....</i>	<i>158</i>
<i>B.15.6. Importar línea de equilibrio.....</i>	<i>158</i>
<i>B.15.7. Consultar línea de equilibrio.....</i>	<i>159</i>
B.16. MODULO DE CÓDIGOS DE ESTADO.....	160
<i>B.16.1. Agregar código de estado.....</i>	<i>160</i>
<i>B.16.2. Editar código de estado</i>	<i>160</i>
<i>B.16.3. Quitar código de estado.....</i>	<i>161</i>
<i>B.16.4. Buscar código de estado</i>	<i>161</i>
<i>B.16.5. Imprimir o exportar código de estado.....</i>	<i>161</i>
<i>B.16.6. Importar código de estado.....</i>	<i>161</i>
<i>B.16.7. Consultar código de estado.....</i>	<i>162</i>
B.17. MODULO DE CÓDIGOS DE SENTIDO.....	163
<i>B.17.1. Agregar código de sentido</i>	<i>163</i>
<i>B.17.2. Editar código de sentido</i>	<i>163</i>
<i>B.17.3. Quitar código de sentido.....</i>	<i>164</i>
<i>B.17.4. Buscar código de sentido</i>	<i>164</i>
<i>B.17.5. Imprimir o exportar código de sentido</i>	<i>164</i>
<i>B.17.6. Importar código de sentido.....</i>	<i>164</i>
<i>B.17.7. Consultar código de sentido</i>	<i>165</i>
B.18. MODULO DE CÓDIGOS DE ORIGEN	166
<i>B.18.1. Agregar código de origen</i>	<i>166</i>

<i>B.18.2.</i>	Editar código de origen.....	166
<i>B.18.3.</i>	Quitar código de origen	167
<i>B.18.4.</i>	Buscar código de origen.....	167
<i>B.18.5.</i>	Imprimir o exportar código de origen.....	167
<i>B.18.6.</i>	Importar código de origen	167
<i>B.18.7.</i>	Consultar código de origen	168
B.19.	MODULO DE CÓDIGOS DE CALIDAD	169
<i>B.19.1.</i>	Agregar código de calidad.....	169
<i>B.19.2.</i>	Editar código de calidad	169
<i>B.19.3.</i>	Quitar código de calidad	170
<i>B.19.4.</i>	Buscar código de calidad	170
<i>B.19.5.</i>	Imprimir o exportar código de calidad.....	170
<i>B.19.6.</i>	Importar código de calidad	170
<i>B.19.7.</i>	Consultar código de calidad.....	171
B.20.	CUADROS Y GRÁFICOS DE INFORMES	172
<i>B.20.1.</i>	Balance por rango altitudinal	172
<i>B.20.2.</i>	Balance ponderado	173
<i>B.20.3.</i>	Capa de nieve.....	174
<i>B.20.4.</i>	Evolución del balance de masa.....	175
<i>B.20.5.</i>	Balance neto específico	176
<i>B.20.6.</i>	Perfil altitudinal.....	177
	GLOSARIO DE TÉRMINOS	178
	HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS	182

LISTADO DE TABLAS

Tabla I-1: Requisitos de hardware.....	11
Tabla I-2: Requisitos de software	11
Tabla I-3: Costo de recursos humanos.....	12
Tabla I-4: Costo de gastos varios.....	12
Tabla I-5: Costo total del sistema de información.....	12
Tabla II-1: Datos relacionados al balance neto específico del glaciar 15a	24
Tabla III-1: Esfuerzo y tiempo para el sistema de información.....	39
Tabla III-2: Hardware de desarrollo	41
Tabla IV-1: Volumen total de datos	61
Tabla IV-2: Tamaño del volumen de datos en formato papel	61
Tabla IV-3: Tamaño del volumen de datos en formato digital	62
Tabla IV-4: Tamaño total del volumen de datos	62
Tabla V-1: Identificación de actores	64
Tabla VI-1: Estándares de interfaces	105
Tabla VI-2: Estándares de reportes.....	106
Tabla VI-3: Nomenclatura de tablas	107
Tabla VI-4: Nomenclatura de atributos.....	107
Tabla VI-5: Tipos de datos	109
Tabla VI-6: Informe para la prueba de 200 usuarios	113
Tabla VI-7: Informe para la prueba de 150 usuarios	113
Tabla A-1: Autentificación a la base de datos	119
Tabla A-2: Tablas en la base de datos	120
Tabla A-3: Vistas en la base de datos	121
Tabla A-4: Funciones en la base de datos	121
Tabla A-5: Triggers en la base de datos.....	121
Tabla A-6: Procedimientos en la base de datos	122
Tabla A-7: Diccionario de datos - tabla administrador.....	123
Tabla A-8: Diccionario de datos - tabla casquete	123

Tabla A-9: Diccionario de datos - tabla baliza	124
Tabla A-10: Diccionario de datos - tabla línea equilibrio.....	124
Tabla A-11: Diccionario de datos - tabla medición	125
Tabla A-12: Diccionario de datos - tabla zona.....	125
Tabla A-13: Diccionario de datos - tabla posición	126
Tabla A-14: Diccionario de datos - tabla rango	126
Tabla A-15: Diccionario de datos - tabla glaciar	127
Tabla A-16: Diccionario de datos - tabla país.....	127
Tabla A-17: Diccionario de datos - tabla calidad	127
Tabla A-18: Diccionario de datos - tabla estado.....	128
Tabla A-19: Diccionario de datos - tabla origen.....	128
Tabla A-20: Diccionario de datos - tabla sentido	128

LISTADO DE FIGURAS

Figura II-1: Mapa de contorno y red de balizas, glaciar 15α, año 2008.....	19
Figura II-2: Mapa de contorno y red de balizas, glaciar Crespos, año 2008.....	21
Figura II-3: Ejemplo de cálculo de balance de masa	32
Figura II-4: Contornos del Glaciar 15 (α y β)	34
Figura III-1: Fases de la metodología RUP	38
Figura IV-1: Estructura organizacional y funcional del programa GREAT ICE .	48
Figura IV-2: Inventario actual de hardware.....	49
Figura IV-3: Inventario actual de software.....	49
Figura IV-4: Diagrama inicial	52
Figura IV-5: Diagrama conceptual.....	53
Figura IV-6: Diagrama de flujo de datos.....	54
Figura IV-7: Preparación	55
Figura IV-8: Recopilación	56
Figura IV-9: Digitación.....	57
Figura IV-10: Consolidación	58
Figura IV-11: Presentación.....	59
Figura IV-12: Información en formato papel	60
Figura IV-13: Información en formato digital.....	61
Figura V-1: Diagrama de contexto.....	63
Figura V-2: Diagrama de jerarquía de actores	65
Figura V-3: Diagrama de casos de uso por actores	66
Figura V-4: Diagrama de casos de uso general	67
Figura V-5: Casos de uso - administración de país.....	68
Figura V-6: Casos de uso - administración de zona.....	68
Figura V-7: Casos de uso - administración de casquete glaciar.....	69
Figura V-8: Casos de uso - administración de glaciar	69
Figura V-9: Casos de uso - administración de rango altitudinal	70
Figura V-10: Casos de uso - administración de administradores	70

Figura V-11: Casos de uso - administración de línea de equilibrio.....	71
Figura V-12: Casos de uso - administración de baliza	71
Figura V-13: Casos de uso - administración de posición.....	72
Figura V-14: Casos de uso - administración de medición	72
Figura V-15: Casos de uso - administración de consultas.....	73
Figura V-16: Casos de uso - administración de reportes.....	73
Figura V-17: Diagrama de actividades - imprimir reporte	74
Figura V-18: Diagrama de actividades - consultar línea de equilibrio.....	74
Figura V-19: Diagrama de actividades - consultar baliza	75
Figura V-20: Diagrama de actividades - consultar posición.....	75
Figura V-21: Diagrama de actividades - consultar medición	76
Figura V-22: Diagrama de actividades - consultar informe.....	76
Figura V-23: Diagrama de actividades - validar medición	77
Figura V-24: Diagrama de actividades - importar datos	78
Figura V-25: Modelo de base de datos.....	79
Figura V-26: Diagrama de componentes.....	80
Figura V-27: Diagrama de clases	81
Figura V-28: Diagrama de objetos.....	82
Figura V-29: Diagrama de dependencia.....	83
Figura V-30: Diagrama de despliegue	84
Figura V-31: Diagrama de secuencia - registrar país	85
Figura V-32: Diagrama de secuencia - registrar zona	86
Figura V-33: Diagrama de secuencia - registrar casquete glaciar.....	87
Figura V-34: Diagrama de secuencia - registrar glaciar	88
Figura V-35: Diagrama de secuencia - registrar rango altitudinal.....	89
Figura V-36: Diagrama de secuencia - registrar administrador	90
Figura V-37: Diagrama de secuencia - registrar línea de equilibrio.....	91
Figura V-38: Diagrama de secuencia - registrar baliza	92
Figura V-39: Diagrama de secuencia - registrar posición.....	93
Figura V-40: Diagrama de secuencia - registrar medición.....	94
Figura V-41: Diagrama de secuencia - registrar consulta	95
Figura V-42: Diagrama de secuencia - registrar reporte	96
Figura V-43: Diagrama de secuencia - registrar relleno de balance de masa..	97

Figura V-44: Diagrama de secuencia - administrar importación.....	98
Figura V-45: Diagrama de secuencia - administrar búsqueda.....	99
Figura VI-1: Configuración de prueba de stress	112
Figura B-1: Carpeta de instalación	130
Figura B-2: Confirmación de la instalación	130
Figura B-3: Instalando sistema de información	131
Figura B-4: Finalizando instalación	131
Figura B-5: Interfaz de usuario	132
Figura B-6: Asistente para importar archivo Excel	134
Figura B-7: Asistente para validar balance de masa	135
Figura B-8: Interfaz - módulo de países	136
Figura B-9: Interfaz - módulo de zonas	138
Figura B-10: Interfaz - módulo de administradores	140
Figura B-11: Interfaz - módulo de casquetes glaciares	142
Figura B-12: Interfaz - módulo de glaciares.....	144
Figura B-13: Interfaz - módulo de rangos altitudinales	146
Figura B-14: Interfaz - módulo de balizas.....	148
Figura B-15: Interfaz - módulo de mediciones.....	151
Figura B-16: Interfaz - módulo de levantamientos de posiciones.....	154
Figura B-17: Interfaz - módulo de líneas de equilibrio.....	157
Figura B-18: Interfaz - módulo de códigos de estado.....	160
Figura B-19: Interfaz - módulo de códigos de sentido	163
Figura B-20: Interfaz - módulo de códigos de origen.....	166
Figura B-21: Interfaz - módulo de códigos de calidad	169
Figura B-22: Informe - balance por rango altitudinal	172
Figura B-23: Informe - balance ponderado.....	173
Figura B-24: Informe - capa de nieve	174
Figura B-25: Informe - evolución del balance de masa	175
Figura B-26: Informe - balance neto específico	176
Figura B-27: Informe - perfil altitudinal.....	177

LISTADO DE ECUACIONES

Ecuación II-1: Balance neto específico.....	22
Ecuación II-2: Balance específico	23
Ecuación II-3: Cálculo del balance de masa.....	31

LISTADO DE FOTOS

Foto II-1: Volcán Antisana	13
Foto II-2: Lenguas glaciares del volcán Antisana, año 2003 (Foto P. Mothes).	16
Foto II-3: Glaciar 15, lenguas β (izquierda) y α (derecha)	18
Foto II-4: Glaciar Crespos	20
Foto II-5: Línea de equilibrio, glaciar 15 α	26
Foto II-6: Baliza de ablación.....	28
Foto II-7: Medición mensual de la red de balizas	29

RESUMEN

Este proyecto de grado se enfoca en el desarrollo y conceptualización de un sistema de información para computarizar la administración, procesamiento, corrección y presentación de datos glaciológicos de balizas y balances de masa en el glaciar 15a y glaciar Crespos en el nevado Antisana para el programa GREAT ICE (IRD, INAMHI, EMAAP-Q), tomando como base que existe una deficiencia informática y una desorganización de la información proveniente desde el campo durante años que ocasiona retrasos significativos en la publicación de informes mensuales y anuales con datos validados o corregidos, dando como resultado mediciones no confiables en su totalidad. Con la finalidad de cumplir con las especificaciones del sistema de información se integró una base de datos en Microsoft SQL Server, donde se encuentran centralizados los datos glaciológicos de los glaciares estudiados, así como automatizar los cálculos, corrección y validación de balances de masa mensuales y anuales, posiciones geográficas y coherencia espacial de balizas y glaciares, con lo que se puede realizar un análisis ordenado y profundo de dichos datos, emitiendo los cuadros y gráficos más relevantes para la elaboración de informes en tiempo real.

Se utilizó la metodología RUP junto con el estándar UML, apoyado por la norma IEEE 830 asegurando la integración de los requerimientos desde la perspectiva del usuario y desarrollador, cumpliendo con todas las fases de la metodología desde su inicio hasta la transición y capacitación de uso del sistema de información hacia sus usuarios, y de esta manera culminar de manera exitosa el proyecto.

ABSTRACT

This thesis project focuses on the development and the conceptualization of an information system to computerize the management, processing, editing and presentation of glaciological data of beacons and mass balances on the 15a and Crespos glaciers on Antisana snowed for the GREAT ICE program (IRD, INAMHI, EMAAP-Q). This project is developed considering the existence of computer failures and a disorganization of the incoming information from the field for many years. This is the cause for significant delays in the monthly and annual publication reports with validated or corrected data, so it generates unreliable measurements. In order to satisfy the information system requirements, this project uses a Microsoft SQL Server data base system, where glaciological data of the glaciers studied are centralized, also it keeps the automate of the calculations, correction and validation of mass balances, geographic locations and spatial coherence of beacons and glaciers. All of these centralized data are a powerful tool for an ordered and deep analysis, also it allows to obtain relevant pictures and graphics for a real time reports.

This project used RUP methodology with the UML standard supported by the IEEE 830 standard. This allows ensures the integration of the requirements from a user perspective and the system developer, providing all phases of the methodology since its inception to the transition and training for use the information system, in order to culminate the project successfully.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El IRD (Institut de Recherche pour le Développement), es un instituto al servicio de los países europeos e internacionales creado en 1944, es una institución pública francesa de carácter científico y tecnológico que desde hace más de 40 años colabora con sus contrapartes locales, con el fin de contribuir al desarrollo económico, social y cultural de los países de América Latina, tiene dos ministerios tutelares, el que está a cargo de la investigación y el que tiene a su cargo la cooperación¹.

Sus actividades de investigación, de peritaje, de valoración y de formación se desarrollan alrededor de seis prioridades:

- Cambio climático.
- Acceso al agua.
- Riesgos naturales.
- Ecosistemas.
- Lucha contra la pobreza.
- Migraciones.
- Enfermedades emergentes.

El INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología), es una entidad con autonomía administrativa y técnica, con representación nacional e

¹ Tomado de: http://www.ec.ird.fr/spip.php?page=rubrique_presentation&id_rubrique=579

internacional. Está adscrito a la Secretaría Nacional de Riesgo y tiene jurisdicción en todo el Ecuador.

El INAMHI fue creado el 4 de agosto de 1961 y por disposición legal es el rector, coordinador y normalizador de la política hidrometeorológica nacional, su normativa constitutiva le faculta para el establecimiento, operación y mantenimiento de la red de estaciones hidrometeorológicas, razón por la cual es una institución que genera información básica y suministra servicios y productos hidrometeorológicos necesarios para el desarrollo del Ecuador².

El INAMHI mantiene la representación del Ecuador en la OMM (Organización Meteorológica Mundial), de ahí que sus actividades se orientan a:

- Mejorar la calidad y cobertura de la información, que se genera a través de la red de estaciones hidrometeorológicas.
- Mantener actualizada la base de datos.
- Facilitar el acceso de los usuarios a la información técnica y a los servicios que la institución oferta a la comunidad.
- Posibilitar y mejorar el suministro de avisos de alerta de fenómenos hidrometeorológicos adversos.

La EMAAP-Q (Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable de Quito), es una entidad con personería jurídica administrativa, operativa y financiera, que se rige por la ley de régimen municipal, su ordenanza de constitución y demás disposiciones legales y reglamentarias. Su objetivo fundamental es la prestación de los servicios de agua potable y alcantarillado, para preservar la salud de los habitantes y obtener una rentabilidad social en

² Tomado de: <http://www.inamhi.gov.ec/html/presentacion.htm>

sus inversiones, así como también cuidar el entorno ecológico y contribuir al mantenimiento de las fuentes hídricas del cantón Quito e integrar los proyectos de agua potable y alcantarillado dentro de los programas de saneamiento ambiental³.

GREAT ICE (Glaciers et Ressources en Eau des Andes Tropicales Indicateurs Climatiques et Environnementaux), en español Glaciares y Recursos Hídricos en los Andes Tropicales Indicadores Climáticos y del Medio Ambiente, es un programa regional que se desarrolla en Ecuador, Perú y Bolivia, y tiene como objetivo la comprensión del clima a través del estudio de los glaciares tropicales andinos⁴.

En el Ecuador ha sido creado en Junio de 1994 con las contrapartes del IRD (Institut de Recherche pour le Développement), INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología), EMAAP-Q (Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable de Quito), estudia el cambio climático y las consecuencias de los eventos ENSO (El Niño Southern Oscillation) y del calentamiento global en los glaciares tropicales (Antisana, monitoreo Glaciar 15 y Glaciar Crespos y Carihuairazo), con la medición, en lenguas glaciares, del balance de masa a nivel mensual o bianual y del balance de energía en continuo (Antisana), siendo la finalidad una modelización de los parámetros climáticos y meteorológicos que van hacer evolucionar al glaciar.

Teniendo en cuenta las mediciones tomadas de la red de balizas instaladas en los glaciares del Antisana y posteriormente los datos resultantes del cálculo del balance de masa mensual y anual, así como las coordenadas y mapas de la red de balizas, no existe en el mercado un sistema de información que brinde la funcionalidad de almacenar, procesar, corregir y presentar dichos datos.

³ Tomado de: <http://www.emaapq.gov.ec/>

⁴ Tomado de: <http://www.ec.ird.fr/spip.php?article456>

Con las diferentes tecnologías informáticas y bases de datos existentes en la actualidad, es posible analizar, diseñar e implementar un sistema de información que ayude a la automatización del procesamiento, corrección y presentación de los datos glaciológicos.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1. Formulación del problema

Debido a que existe una deficiencia informática en la administración, procesamiento, corrección y presentación de los datos glaciológicos de la red de balizas y balances de masa a nivel mensual y anual, se tiene una desorganización de la información proveniente desde el campo que ocasiona retrasos significativos en la publicación de informes anuales con datos validados o corregidos, dando como resultado mediciones no confiables en su totalidad. Si esta desorganización continua, existe el riesgo que se vaya acumulando información, hasta llegar a un punto donde será muy difícil su recopilación, almacenamiento y tratamiento posterior.

Por lo cual la implementación de un sistema computarizado de información especializado en resolver los problemas de administración, procesamiento, corrección y presentación de datos glaciológicos; ayudaría significativamente en tiempo y recursos a la organización interna del programa GREAT ICE en Ecuador, Bolivia y Perú.

1.1.2. Delimitación espacial

El análisis, diseño e implementación del sistema de información especializado para computarizar la administración, procesamiento y corrección de datos glaciológicos de balizas y balances de masa; se lo realizará en el programa GREAT ICE, tomando en cuenta los requerimientos de los técnicos que intervienen en los procesos.

1.1.3. Delimitación temporal

El análisis, diseño e implementación del sistema de información especializado para computarizar la administración, procesamiento y corrección de datos glaciológicos de balizas y balances de masa; se lo elaborará tomando como base las principales necesidades e información de los técnicos del programa GREAT ICE en el año 2009.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general

Analizar, diseñar e implementar un sistema de información especializado para computarizar la administración, procesamiento y corrección de datos glaciológicos de balizas y balances de masa en el Glaciar 15α y Glaciar Crespos en el nevado Antisana; que ayudará a la organización del programa GREAT ICE en Ecuador, Bolivia y Perú.

1.2.2. Objetivos específicos

- 1.2.2.1.** Describir los procesos que se utilizan para el almacenamiento, procesamiento y corrección de los datos glaciológicos de balizas y balance de masa en el nevado Antisana.
- 1.2.2.2.** Describir la metodología que se usa para el cálculo y corrección del balance de masa mensual y anual en el nevado Antisana.
- 1.2.2.3.** Identificar la metodología para el desarrollo del sistema de información.
- 1.2.2.4.** Definir el hardware y software para el desarrollo e implementación del sistema de información.
- 1.2.2.5.** Determinar los pasos para la automatización del proceso de corrección, cálculo de balance de masa y emisión de informes.
- 1.2.2.6.** Implementar el sistema de información, documentar y capacitar el uso del mismo, a los técnicos encargados en el programa GREAT ICE.

1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Este proyecto de desarrollo de un sistema de información para computarizar el almacenamiento, procesamiento y corrección de datos glaciológicos de balizas y balances de masa es viable, debido a que existe el apoyo económico del programa GREAT ICE para realizarlo, además que se encuentran disponibles los datos de la red de balizas que son traídos del campo del Glaciar 15α y Glaciar Crespos del nevado Antisana.

El desarrollo del sistema de información es factible ya que los técnicos que realizan los procesos están prestos para ayudar a la automatización, como consecuencia esto aumentará la productividad en su trabajo.

Técnicamente este proyecto es alcanzable ya que existe la tecnología informática dentro del programa GREAT ICE para realizarlo, como por ejemplo: servidor, computadoras de usuarios, router, switch, etc. El hardware y software disponibles servirán para el desarrollo e implementación del sistema de información.

1.4. ALCANCE

Analizar, diseñar e implementar un sistema de información especializado para computarizar la administración, procesamiento y corrección de datos glaciológicos de balizas y balances de masa del Glaciar 15α y Glaciar Crespos en el nevado Antisana, usando la tecnología y prestaciones de: ArcGIS 9.3, Microsoft Office Professional 2010, Microsoft Visual Studio 2010 Ultimate y Microsoft SQL Server

2008, que proporcionarán seguridad, escalabilidad, estabilidad al sistema de información. Las funcionalidades del sistema de información abarcan desde el proceso de ingreso de los datos que vienen del campo, siguiendo por el análisis, validación, corrección de los datos usando ArcGIS como herramienta de visualización de coordenadas, mapas, etc. y la elaboración de gráficos y cuadros para informes con datos glaciológicos validados y procesados.

Los técnicos del programa GREAT ICE tendrán acceso a la información de los datos glaciológicos de la red de balizas, balances de masa calculados a nivel mensual y anual, coordenadas, mapas, etc. con las opciones de:

- Ingresar.
- Eliminar.
- Modificar.
- Buscar.

El sistema de información calculará el balance de masa mensual y anual tomando como base los datos brutos provenientes del campo, además usará las coordenadas geográficas de la red de balizas y los contornos del Glaciar 15a y Glaciar Crespos en el nevado Antisana de referencia para realizar la corrección o relleno de datos faltantes utilizando ArcGIS como herramienta de visualización. La emisión de gráficos y cuadros para informes finales se la realizará después que los técnicos encargados hayan validados los datos.

El sistema de información se implantará con todas las funcionalidades en el programa GREAT ICE en Ecuador.

1.5. FACTIBILIDAD

1.5.1. Factibilidad técnica

El análisis, diseño e implementación del sistema de información es técnicamente factible, ya que se tiene el suficiente conocimiento del entorno de desarrollo que se describe en el presente proyecto de graduación.

1.5.1.1. Requisitos de hardware

Tabla I-1: Requisitos de hardware

ÍTEM	CARACTERÍSTICAS
Procesador	Intel core 2 duo 2.20 GHz
Memoria RAM	4 Gb
Disco duro	320 Gb
Tarjeta de red	10/100 Giga bit
Monitor	LCD 19"

1.5.1.2. Requisitos de software

Tabla I-2: Requisitos de software

SOFTWARE
Microsoft Windows XP, Vista, 7
ArcGIS 9.3, ArcInfo, ArcMap y ArcCatalog
Visual Studio 2010 Ultimate
Microsoft SQL Server 2008
Microsoft Office Professional 2003, 2007, 2010
Microsoft Visio 2010
Herramienta Star UML

Las licencias del software privativo ya han sido adquiridas previamente por el programa GREAT ICE, ya que el software es usado cotidianamente por los técnicos.

1.5.2. Factibilidad operativa

El IRD por medio del programa GREAT ICE es la institución auspiciante del presente proyecto de graduación y facilitará toda la información necesaria para que el desarrollo del mismo sea fructífero.

Además el programa GREAT ICE ofrece la colaboración operativa de los técnicos para el correcto levantamiento de requisitos.

1.5.3. Factibilidad económica

1.5.3.1. Recursos humanos

Tabla I-3: Costo de recursos humanos

DESARROLLADOR	COSTO MENSUAL (\$)	TIEMPO (MESES)	COSTO (\$)
Erick E. Cuenca P.	\$450,00	5	\$2.250,00

1.5.3.2. Gastos varios

Tabla I-4: Costo de gastos varios

ACTIVIDAD	COSTO (\$)
Material de oficina	\$150,00
Copias	\$50,00
Imprevistos	\$100,00
Total	\$300,00

1.5.3.3. Costo total

Tabla I-5: Costo total del sistema de información

RECURSO	COSTO (\$)
Recursos humanos	\$2.250,00
Gastos varios	\$300,00
Costo total	\$2.550,00

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

2.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA ZONA DE ESTUDIO

El volcán Antisana (Foto II-1) es uno de los volcanes más grandes y altos del Ecuador, se encuentra dentro de la Reserva Ecológica Antisana, ubicado sobre una parte húmeda de la Cordillera Oriental o Real de los Andes a 45 Km al Sudeste de Quito, entre las provincias de Napo y Pichincha, a 0°28'53"S y 78°08'27"W, alcanzando una altura de 5760 m.s.n.m.



Foto II-1: Volcán Antisana

En la actualidad se encuentra fuertemente glaciado cubriendo una superficie glaciar de 13,4 Km² y presentando una morfología con abundantes morrenas fósiles. Hay 4 cumbres, es un estrato volcán⁵ muy complejo, su cima es anormalmente plana, lo que sugiere la existencia de un cráter cubierto por el casquete glaciar. El hecho de que se puedan trazar casi todos los flujos de lava prehistóricos pendiente arriba hacia la cumbre indica que el centro de emisión principal está ubicado en ese lugar. (Cáceres, B., 2000)

Es un estrato volcán activo de 4 cumbres con varios conos que la da una forma compleja y erizada, sus pendientes miden entre 25º y 30º, no es un cono perfecto como el Cotopaxi o Tungurahua. El volcán Antisana ha reportado algunos eventos eruptivos siendo el más reciente aquel que rellenó parcialmente el antiguo valle glaciar del río Papallacta, dando lugar a la formación de la laguna del mismo nombre. (Cadier, E., 2007)

En base a observaciones de la roca de basamento realizadas en sitios cercanos a la cumbre se estima que el espesor del glaciar varía entre 50 y 60 metros. En el año de 1999 se realizó un sondeo a 5.000 metros de altitud sobre la lengua 15 α utilizando un radar, mediante el cual se pudo determinar un espesor máximo de 30 metros en el plato somital cerca de la cumbre. (Francou y Schuler citados por Cáceres, 2002)

El macizo de este volcán se alarga en dirección norte-sur y mide en su base 14 Km. de longitud a partir del cerro Medialuna en el norte hasta el río Chulcupillana en el sur. Sobre la parte alta del volcán se despliegan extensos mantos de hielo y nieve, los cuales alimentan los glaciares

⁵ Tipo de volcán cónico y de gran altura, compuesto por múltiples capas de lava endurecida, piro clastos alternantes y cenizas volcánicas.

que descienden en dirección radial sobre los valles donde se han acumulado morrenas terminales hasta los 3.200 m. Las lenguas de los glaciares se extienden más debajo de los 4400 m en el sector este y sudeste de la montaña y solamente hasta los 4800 m en la parte oeste al igual que las otras montañas del país cubiertas por glaciares. (Cáceres, B., 2000)

2.2. GLACIAR

Un glaciar es una masa de hielo que se alimenta de agua sólida, nieve o granizo, la transforma por compactación o ciclos sucesivos de fusión y re congelamiento en hielo y la restituye luego en estado gaseoso (evaporación y sublimación) o estado líquido (agua del torrente emisario o de infiltraciones). El análisis de esos ingresos y esas pérdidas de agua se conoce con el nombre de balance de masa del glaciar. (Sémiond, 1998)

Un glaciar es considerado como un objeto hidrológico compuesto por acumulación, compactación y re cristalización de la nieve, cuya masa cambia a corto y largo plazo dependiendo de la evolución que tenga el clima. Estos cambios de masa generan variaciones geométricas del glaciar que modifican su superficie y longitud que pueden ser comprobados mediante mediciones. La fusión⁶ y sublimación⁷ son dos factores meteorológicos que influyen directamente en el comportamiento de un glaciar.

⁶ Paso del estado sólido al líquido por acción del calor.

⁷ Paso del estado sólido al gaseoso sin pasar por el estado líquido.

Según el relieve un glaciar puede, tomar una forma de cúpula (casquete glaciar), abanico, con crestas rocosas en la cima (glaciar de circo), de bloque suspendido a una pared inclinada (glaciar suspendido), de lengua muy alargada que serpentea al fondo de un valle (glaciar de valle). Estas formas pueden combinarse entre sí, por ejemplo en la parte alta puede haber un casquete cuyo hielo evaca hacia los bordes a través de lenguas individuales (glaciares exotorios o emisarios de casquetes). Los glaciares varían constantemente en superficie, volumen y velocidad, en respuesta a su balance de masa y a otros factores locales.

Debido a las dimensiones, altitud y ubicación, el volcán Antisana tiene glaciares (Foto II-2) que pertenecen al grupo de glaciares de valle o alpinos⁸ como son el Glaciar 15 y Glaciar Crespos.



Foto II-2: Lenguas glaciares del volcán Antisana, año 2003 (Foto P. Mothes)

⁸ Son los glaciares más pequeños, que se caracterizan por estar confinadas en valles montañosos, la tasa de alimentación es elevada.

Los mencionados glaciares son muy importantes debido a que alimentan ríos, que recogen aguas producto de la fusión, y que, a través de los sistemas La Mica Quito Sur y Papallacta, suministran agua cruda para el abastecimiento de agua potable a varios barrios de la ciudad de Quito.

Los glaciares son una reserva de agua dulce para el planeta, las ciudades cercanas a éstos dependen de ellos para el suministro de agua. Aproximadamente, el 80% del abastecimiento de agua cruda para la ciudad de Quito proviene de cuencas que tienen una porción superficial con cobertura glaciar. Glaciares como el 15 y Crespos del Antisana son muy importantes en este contexto debido a que alimentan ríos, que recogen aguas producto de la fusión. (Sémiond, 1998)

2.2.1. Glaciar 15 α

El glaciar estudiado suele ser identificado con el número 15 (Foto II-3) de acuerdo con la clasificación y el mapa elaborados por Hastenrath (1981). A ese código de identificación se le ha añadido el símbolo α por cuanto el glaciar 15, en su parte baja, se ha dividido recientemente en dos lenguas glaciares. Actualmente al Noroeste del Glaciar 15 α , se puede observar la lengua vecina, bastante diferenciada, que se le ha denominado la lengua 15 β y donde han sido ampliadas las mediciones desde 1997. (Sémiond, 1998)

El Glaciar 15 α se extiende desde los 4.800 msnm hasta la cumbre misma del volcán, en los 5.760 msnm. Su exposición general es noroeste y su borde superior limita con las laderas orientales del volcán, hasta donde llega la influencia amazónica. Pero su lado

occidental, El Antisana se encuentra a la sombra de esa influencia oriental ya que lo impide el cuerpo mismo del volcán. (Sémiond, 1998)

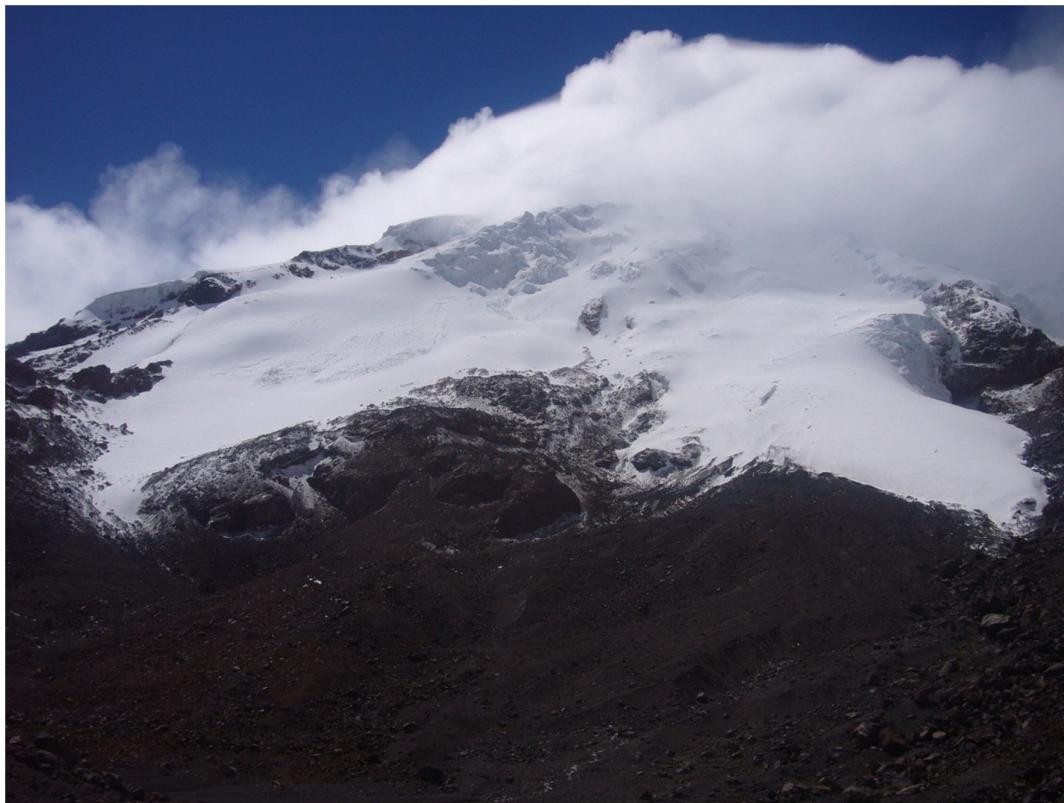


Foto II-3: Glaciar 15, lenguas β (izquierda) y α (derecha)

El Glaciar 15 α (Figura II-1) tiene una superficie total de 353.158 m² (35,3 ha) y una longitud de 2,0 km. Es 3,6 veces más extenso que el glaciar de Chacaltaya (9,6 ha), pero seis veces menor que el glaciar de Zongo (210 ha), los dos glaciares monitoreados en Bolivia. La cuenca aportante, hasta el sitio de la estación limnigráfica, incluye también la superficie del Glaciar 15 β , cuya zona de acumulación no ha sido medida hasta hoy. (Sémiond, 1998)

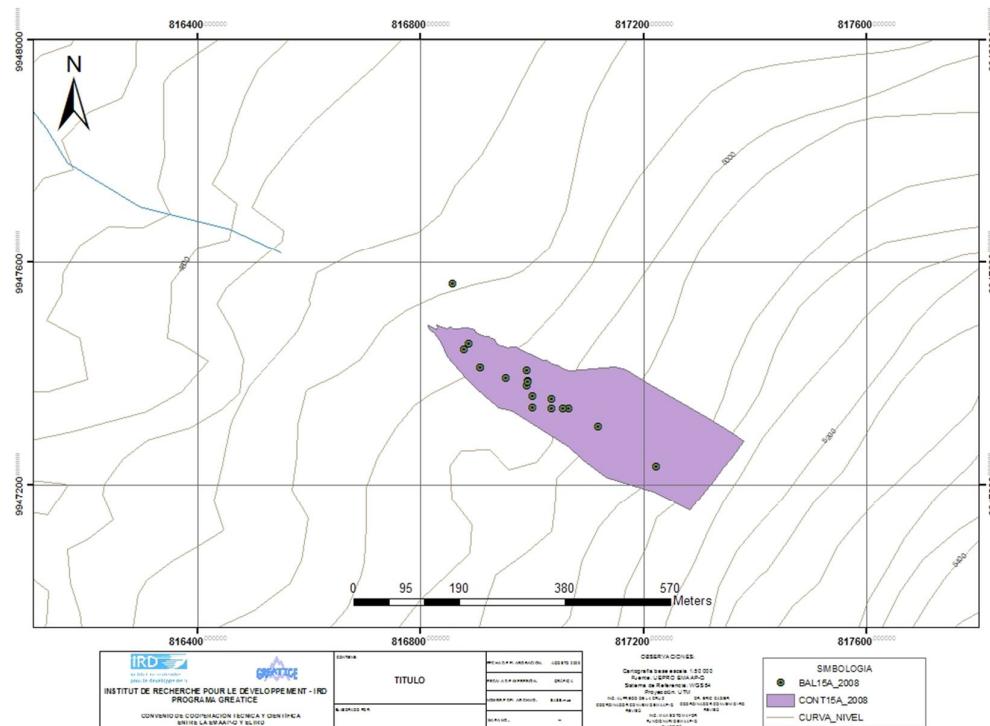


Figura II-1: Mapa de contorno y red de balizas, glaciar 15α, año 2008

El programa GREAT ICE, por razones de prioridad decidió abandonar temporalmente las mediciones de la lengua β del Glaciar 15, por este motivo se tienen datos solamente de levantamientos topográficos, enfocándose en las mediciones mensuales de datos glaciológicos en la lengua α del Glaciar 15 y al Glaciar Crespos.

2.2.2. Glaciar Crespos

Las primeras medidas glaciológicas sobre el Glaciar Crespos (Foto II-4) fueron realizadas en 2001. Una red de cinco balizas fue instalada sobre el eje del glaciar pero las medidas se realizaron de manera esporádica. (Cáceres, B., 2004)

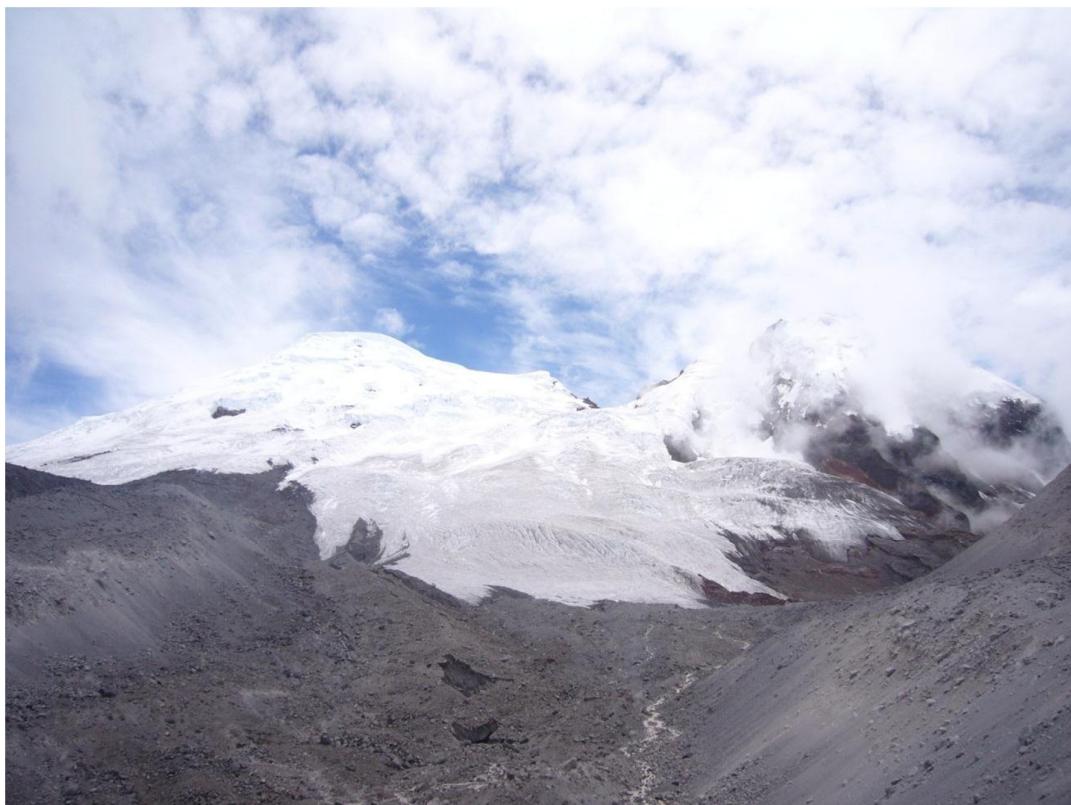


Foto II-4: Glaciar Crespos

En julio de 2004, se ha comenzado a realizar mediciones mensuales en continuo. La red de balizas ha sido completada a fin del 2004. Ahora, se dispone de una red de 12 balizas sobre la zona de ablación más dos balizas en zona de acumulación. (Villacís, 2001)

Para el Glaciar Crespos (Figura II-2) las mediciones no han sido continuas ya que solo se lo equipó para tenerlo como referencia. Se tienen datos de lecturas continuas a nivel mensual a partir del año 2004. (Cáceres, et ál., 2005)

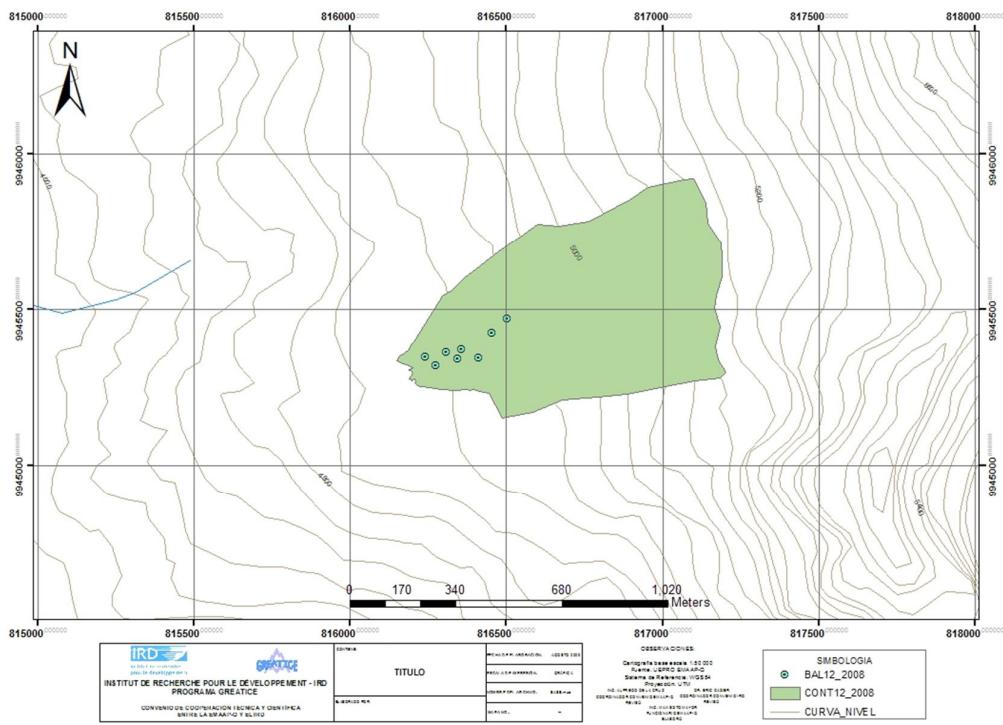


Figura II-2: Mapa de contorno y red de balizas, glaciar Crespos, año 2008

2.3. BALANCE DE MASA

Se define como la diferencia entre la acumulación (precipitaciones sólidas, escarchas, aportes del viento) y la ablación (fusión, sublimación) a lo largo del tiempo, en general un año hidrológico. Se expresa en metros cúbicos, en toneladas de hielo o de equivalente agua estimando la densidad del material de la nieve, de la neviza o del hielo.

El balance de masa durante un periodo puede ser positivo (ganancia de masa), negativo (pérdida de masa) o equilibrado.

El Balance de masa y las corrientes provenientes de los glaciares han tenido un monitoreo continuo desde 1995, sobre el Glaciar 15 del Antisana, debido a que se hace necesario tener un conocimiento sobre la disponibilidad del recurso hídrico en un futuro mediato, la ciudad de Quito que se encuentra en sus cercanías se abastece en gran medida de las aguas provenientes de los deshielos de los casquitos glaciares del Antisana y Cotopaxi. (Cadier, y otros, 2005)

El balance de masa B se determina mediante la diferencia entre la acumulación y ablación que se ha producido durante cierto intervalo de tiempo (generalmente un año hidrológico) y representa el cambio de masa que ha experimentado el glaciar.

Cuando el balance se expresa en términos de volumen equivalente de agua (ya sea en metros cúbicos o milímetros de agua prorrteada sobre toda la superficie del glaciar), se denomina balance neto específico (B_n) (Ecuación II-1), y se define mediante la relación: (Sémiond, 1998)

$$B_n = \int S_c * b_n * dS + \int S_a * b_n * dS$$

Ecuación II-1: Balance neto específico

Dónde:

B_n = Balance neto específico.

S_c = Es el área de la zona de acumulación.

S_a = Es el área de la zona de ablación.

b_n = Es el balance elemental en cada punto del glaciar.

2.4. ESTIMACIÓN DEL BALANCE DE MASA

En la estimación del balance de masa de un glaciar se emplean diversos métodos, entre los cuales consta el método de las restituciones aerofotogramétrica que permite calcular las variaciones del volumen de hielo entre dos fechas, separadas generalmente por varios años. (Sémiond, 1998)

Se utiliza también el método hidrológico que a escala anual, calcula la diferencia entre la cantidad de hielo acumulado por las precipitaciones sólidas P, y los egresos debidos a la ablación E (evaporación y sublimación) y la fusión R. Al disponer de la respectiva información, el balance neto B_n se obtiene aplicando la siguiente ecuación: (Sémiond, 1998)

$$B_n = P - R - E$$

Ecuación II-2: Balance específico

Dónde:

B_n = Balance neto específico, en mm de agua.

P = Precipitación.

R = Escorrimiento.

E = Evaporación o sublimación.

El método más usual consiste en medir directamente el cambio de masa del glaciar. Para ello, partiendo desde el extremo inferior del glaciar hacia arriba, se clavan en el hielo profundas estacas (llamadas balizas) que conforman una red distribuida sobre gran parte inferior del

glaciar, llamada zona de ablación. En las zonas superiores del glaciar, donde generalmente la acumulación supera a la ablación, se excavan pozos en los cuales, mediante densimetría, se mide directamente la cantidad de agua acumulada entre el principio y el final del año hidrológico. A partir de esos datos, el balance se calcula para cada rango altitudinal, dentro de los cuales se toman en consideración los puntos de medición más representativos. (Sémiond, 1998)

A continuación se presenta un resumen de todos los datos relacionados con el balance de masa y las características del Glaciar 15α en el período 1995 – 2007.

Tabla II-1: Datos relacionados al balance neto específico del glaciar 15α

Año (1)	B _n (2)	ΣB _n (3)	A (4)	B _{ter} (5)	B _{sum} (6)	ELA (7)	AAR (8)	Prec. (9)	Term. (10)	ΣTerm. (11)
1995	-1830	-1830	2580	-7624	+654	5245	45	750	-28.20	-28
1996	-428	-2258	1310	-4532	+826	5115	60	882	-40.62	-69
1997	-612	-2870	1597	-6949	+870	5110	62	985	-56.25	-125
1998	-845	-3715	1985	-6048	+675	5100	65	1140	-34.38	-159
1999	+515	-3200	700	-2214	+1080	4960	84	1215	+21.43	-138
2000	+393	-2807	632	-2045	+890	4980	80	1025	+17.80	-120
2001	-598	-3405	1348	-4830	+940	5085	60	750	-11.2	-131
2002	-769	-4174	1870	-4999	+900	5145	50	1101	-19	-150
2003	-1362	-5536	2117	-6633	+810	5225	42	755	-55	-205
2004	-572	-6108	1352	-5420	+957	5145	56	780	-31	-236
2005	-789	-6897	1706	-6580	+878	5150	55	917	-28	-264
2006	-450	-7437	1366	-4030	+985	5150	54	916	-10	-274
2007	-659	-8006	1575	-4459	+916	5170	53	916	-7	-281
Prom	-616	----	1549	-5105	+875	5121	59	933	-22	----

Dónde:

(1) = Año hidrológico (enero – diciembre).

(2) = Balance neto específico (mm de agua).

(3) = Balance neto acumulado (mm de agua).

(4) = Ablación específica: $A = P - B_n$ (Ablación específica = Precipitación – Balance neto específico, mm de agua).

(5) = Balance en la parte más baja (4833 m.s.n.m. en mm de agua).

(6) = Balance en la parte más alta (5750 m.s.n.m. en mm de agua).

(7) = Altitud de la línea de equilibrio (ELA).

(8) = Porcentaje del área de acumulación (Acumulación Área Ratio, %).

(9) = Precipitación en las cercanías del glaciar: $P = [P_2]$ (en mm de agua).

(10) = Retroceso del frente (en metros referidos a la marca precedente).

(11) = Retroceso acumulado del frente (en metros).

2.5. ÁREA DE ACUMULACIÓN VS ÁREA TOTAL DEL GLACIAR

El valor que tiene el balance en diversos puntos altitudinales del glaciar no es constante ya que varía de un lugar a otro. La tasa de variación que presenta el balance a medida que aumenta la posición altimétrica se denomina Gradiente Vertical del Balance (GVB), y se la calcula mediante su derivada db/dz . Usualmente se la expresa en: milímetros equivalentes de agua /metro de desnivel (mm/m). (Sémiond, 1998)

Las mediciones del balance, hechas con balizas en glaciares de diversas montañas del mundo, han conducido a la siguiente conclusión: cada año la gradiente vertical db/dz , desde la cumbre hasta el frente terminal del glaciar, conserva una misma forma. Sólo el eje de esa curva puede desplazarse hacia el lado de los valores positivos (en el

caso de que el balance sea positivo) o hacia el lado de los valores negativos. Ello hace que al conocer la forma de la curva se pueda reconstruir el balance del glaciar cuando se ha perdido un número significativo de balizas. (Sémiond, 1998)

2.6. LÍNEA DE EQUILIBRIO

Equilibrium Line Altitude (ELA), es la línea que une los puntos de un glaciar donde el balance de masa tiene nivel altimétrico nulo, la misma delimita a la zona de acumulación (donde la acumulación es mayor a la ablación) respecto de la zona de ablación (donde la acumulación es menor a la ablación). La altura de la línea de equilibrio (Foto II-5) está correlacionada negativamente con el balance de masa del glaciar.

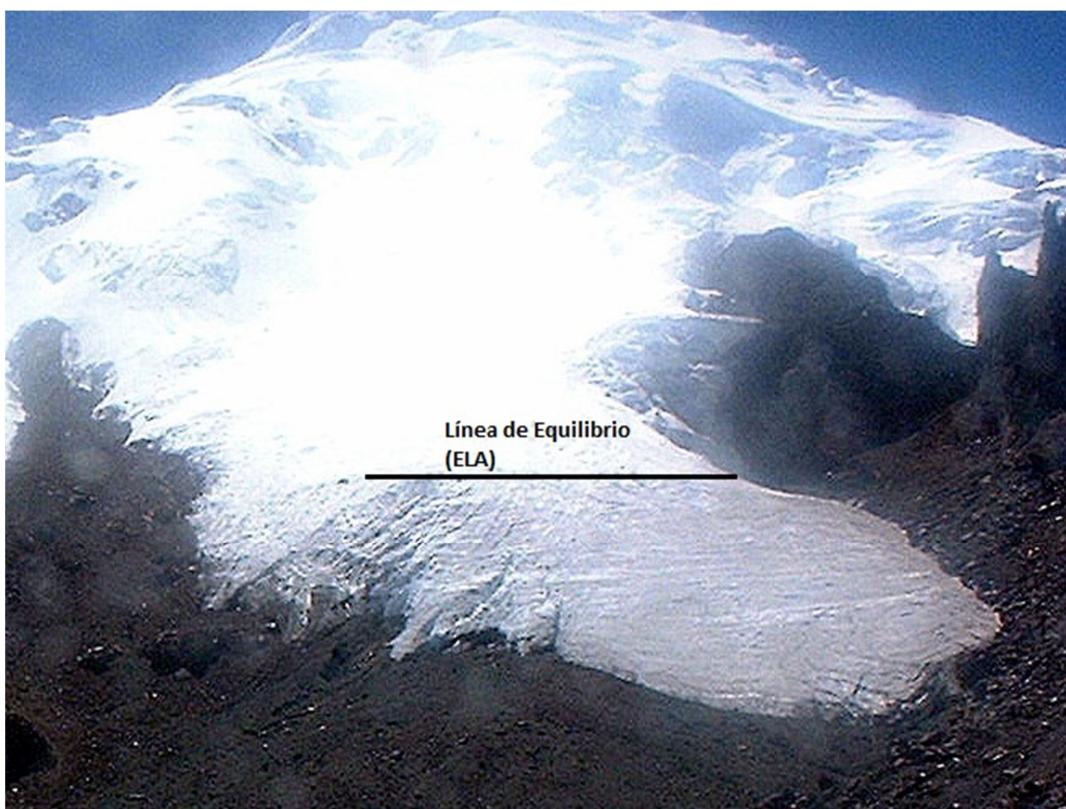


Foto II-5: Línea de equilibrio, glaciar 15α

La posición altimétrica de la línea de equilibrio del glaciar, varía cada año en dependencia de los cambios que ha tenido el balance. (Sémiond, 1998)

Una vez que la posición de la línea de equilibrio ELA ha sido establecida, se puede calcular la relación (en %) entre la superficie de la zona de acumulación y la superficie total del glaciar (Accumulation Area Ratio AAR), relación, que al igual que la línea ELA, también tiene un comportamiento lineal respecto al balance. Esta propiedad hace posible que luego de algunos años de medición, se puedan calcular los valores que tienen la línea ELA y la relación AAR cuando el balance alcanza su punto de equilibrio ($B_n = 0$); esos valores son representados con los símbolos ELA_0 y AAR_0 respectivamente. (Sémiond, 1998)

2.7. SISTEMA DE MEDICIÓN INSTALADO

El monitoreo del Glaciar 15α se lo realiza desde el año 1994, y del Glaciar Crespos desde el año 2005, con ayuda de la red de equipos de medición sobre la zona de ablación de cada glaciar. Partiendo de estas mediciones se obtienen datos necesarios para el cálculo del balance de masa y del balance hidrológico a nivel mensual y anual.

2.7.1. Zona de ablación

Esta zona se encuentra en los sectores bajos, que son más cálidos y donde comúnmente existe pérdida de masa glaciar, ya sea por fusión, desprendimiento o sublimación del hielo glaciar, constituyendo las lenguas glaciares. Esta zona varía de un año a otro.

2.7.2. Red de balizas

La zona inferior del Glaciar 15α y Glaciar Crespos está equipada con balizas de ablación (Foto II-6) las cuales permiten realizar mediciones mensuales de la altura de la nieve para estimar el balance en la zona de ablación.

Las balizas están constituidas por seis tubos de plástico, de dos metros cada uno, que se encuentran unidas entre sí y numeradas en forma ascendente desde la base en el glaciar. Fueron instaladas mediante la sonda a vapor elaborada por el Laboratorio de Glaciología de Grenoble (LGGE, CNRS). La colocación de la primera red de balizas en el Glaciar 15α se la realizó en el año de 1994 y en el Glaciar Crespos en el año 2005, desde entonces la red de balizas es mantenida y ampliada cada año.



Foto II-6: Baliza de ablación

2.7.3. Frecuencia de mediciones

Las mediciones en la red de balizas del Glaciar 15α y del Glaciar Crespos se efectúan los primeros días de cada mes, por parte de los técnicos que integran el programa GREAT ICE (IRD, INAMHI, EMAAP-Q) (Foto II-7).



Foto II-7: Medición mensual de la red de balizas

Pocos son los glaciares en el mundo donde se realizan tales mediciones mensuales en el Antisana y en Bolivia, se ha adoptado esa frecuencia de mediciones por dos razones:

- La falta de conocimientos sobre la distribución espacial de la acumulación y la ablación a escala anual entre los trópicos.

- La facilidad existente para realizar observaciones durante todo el año, ya que en las altas latitudes la nieve del invierno impide todo tipo de medición.

Debido a las particularidades del clima en el Ecuador, las mediciones de las balizas y el procesamiento de sus datos difieren de lo realizado en Bolivia ya que:

- Por su ubicación ecuatorial el nevado recibe radiaciones solares muy altas todo el año (el ángulo de incidencia se mantiene casi perpendicular a las capas atmosféricas).
- No existe una gran diferencia entre las estaciones del año, la estación seca es muy corta y la posibilidad de precipitaciones atmosféricas está presente cada mes del año.
- La temperatura media mensual es casi constante todo el tiempo, aun cuando a nivel horario la temperatura presenta una gran amplitud de variación.

Como resultado de todo ello se tiene, que durante cada mes y en toda la zona de ablación uno tras otro se alternan diversos períodos de ablación y acumulación.

En tales circunstancias es imprescindible medir cada mes el grado de emergencia de la baliza respecto a la superficie del glaciar, así como el espesor de la nieve. Esta información es necesaria para calcular la fusión en la superficie de hielo.

2.7.4. Método de cálculo

Para realizar el cálculo del balance de masa en la zona de ablación, se toma en cuenta la medición de la emergencia total de cada baliza y el espesor total de la nieve que se acumula sobre la capa de hielo, se usa la siguiente ecuación:

$$B = -0.9(H_{m+1} - H_m) + 0.4(N_m - N_{m+1})$$

Ecuación II-3: Cálculo del balance de masa

Dónde:

B = Balance, equivalente en mm de agua de la cantidad de hielo/nieve perdida por el glaciar en el sitio de cada baliza.

N = Espesor de la capa de nieve en cm.

e = Emergencia del extremo de la baliza con respecto a la superficie superior en cm.

$H = N + e$ = Emergencia de la baliza respecto a la superficie del hielo en cm.

m = Mes dado.

$m + 1$ = Mes posterior.

0.9 = Densidad promedio del hielo.

0.4 = Densidad promedio de la nieve.

2.7.5. Ejemplo de cálculo de balance de masa

En el siguiente ejemplo (Figura II-3) se muestra el resultado del cálculo de balance de masa en una baliza, utilizando la ecuación de cálculo establecida (Ecuación II-3).

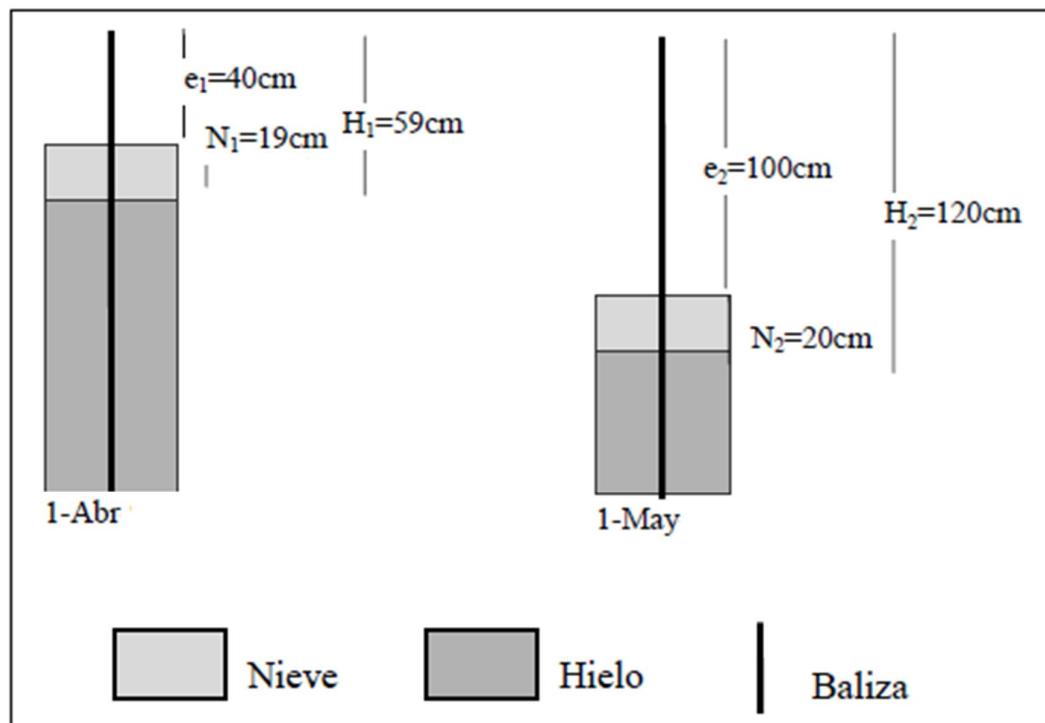


Figura II-3: Ejemplo de cálculo de balance de masa

$$B = -0.9(H_{m+1} - H_m) + 0.4(N_m - N_{m+1})$$

Dónde:

B = Balance, equivalente en mm de agua de la cantidad de hielo/nieve perdida por el glaciar en el sitio de cada baliza.

N = Espesor de la capa de nieve en cm.

e = Emergencia del extremo de la baliza con respecto a la superficie superior en cm.

$H = N + e$ = Emergencia de la baliza respecto a la superficie del hielo en cm.

$Abril = H_m = 59\text{cm}.$

$Abril = N_m = 19\text{cm}.$

$Mayo = H_{m+1} = 120\text{cm}.$

$Mayo = N_{m+1} = 20\text{cm}.$

0.9 = Densidad promedio del hielo.

0.4 = Densidad promedio de la nieve.

Reemplazando en la ecuación de cálculo del balance de masa (Ecuación II-3) se obtiene:

$$B = -0.9(120\text{cm} - 59\text{cm}) + 0.4(19\text{cm} - 20\text{cm})$$

$$B = -0.9(61\text{cm}) + 0.4(-1\text{cm})$$

$$B = -54.9\text{cm} - 0.4\text{cm}$$

$$B = -55.3\text{cm de agua}$$

De esta manera se toman en cuenta todos los parámetros necesarios y se cumple con que la suma de las ablaciones mensuales sea igual a la ablación calculada entre el primero y último mes del año.

2.8. CONTORNO

El primer levantamiento topográfico fue realizado en octubre de 1995 en el Glaciar 15α (Figura II-4) donde se suministró información sobre las curvas de nivel, la ubicación de las balizas y los pluviómetros, pero los datos sobre el perímetro de las lenguas α y β son muy aproximados. Además, no fueron medidas las zonas superiores del glaciar ya que el levantamiento llegó sólo hasta las cotas 4800 y 4870 msnm, lo cual impide calcular las superficies altas del glaciar. (Sémiond, 1998)

Contornos del Glaciar 15: años 1996/1997/1998//2000/2001/2003

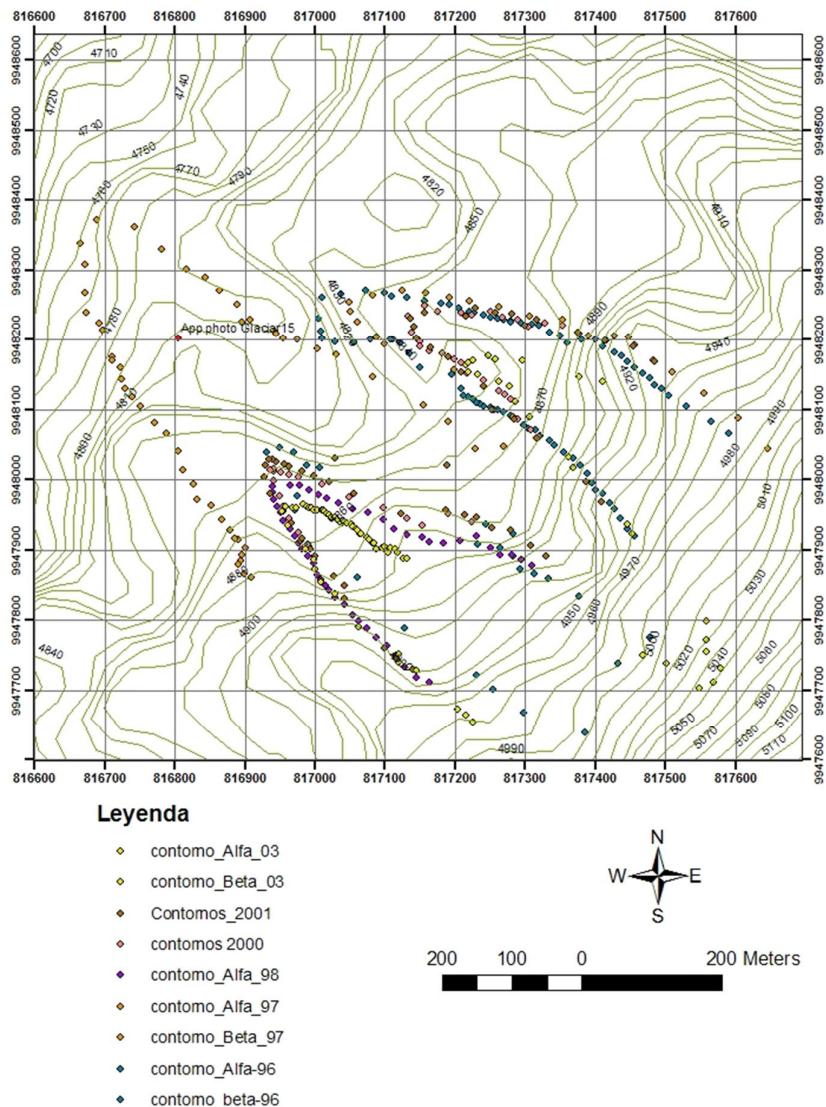


Figura II-4: Contornos del Glaciar 15 (α y β)

En enero de 1997, se elaboró un nuevo levantamiento topográfico, que estableció de forma satisfactoria los límites de toda la parte baja de la lengua α . En la zona de ablación fueron ubicados unos 300 puntos que garantizan la precisión necesaria de la restitución, además, se estableció la nueva ubicación de las balizas. (Sémiond, 1998)

Finalmente en mayo de 1997 se realizó otro levantamiento de la parte baja de la lengua β y sus balizas. En estos dos últimos trabajos se empleó equipo de topografía sofisticado que permitía tener mejor precisión. Debido a la baja calidad del primer levantamiento, no se ha podido establecer los cambios que han tenido los límites del Glaciar 15 α en el transcurso del tiempo; únicamente se puede estimar el movimiento de las balizas. (Sémiond, 1998)

Los datos sobre el desplazamiento de cada baliza permiten estimar la velocidad con la cual se mueve la superficie del glaciar. La velocidad disminuye normalmente en los tramos de la lengua con menor pendiente y en el frente mismo del glaciar. (Sémiond, 1998)

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1. METODOLOGÍA

La implementación del sistema de información requiere de una clasificación, organización y recopilación de datos de balizas y balances de masa existentes en el programa GREAT ICE y de un análisis previo de los procesos usados actualmente por los técnicos encargados de la administración, procesamiento y corrección de datos, para se puedan desarrollar reglas de negocio claras y funcionales, por lo cual se ha escogido la metodología RUP para el desarrollo de este sistema de información.

3.1.1. Introducción al RUP

Las siglas RUP en inglés significan Rational Unified Process (Proceso Unificado Racional), es un proceso de desarrollo de software y junto con el lenguaje unificado de modelado UML, constituye la metodología estándar más utilizada para el análisis, implementación y documentación de sistemas orientados a objetos.

El RUP no es un sistema con pasos firmemente establecidos, sino es una metodología adaptable al contexto y necesidades de cada organización.

La metodología RUP está basada en 3 principios claves que son:

3.1.1.1. Adaptar el proceso

El proceso deberá adaptarse a las características propias del proyecto u organización. El tamaño del mismo, así como su tipo o las regulaciones que lo condicione, influirán en su diseño específico. También se deberá tener en cuenta el alcance del proyecto.

3.1.1.2. Equilibrar prioridades

Los requerimientos de los diversos participantes pueden ser diferentes, contradictorios o disputarse recursos limitados.

Debe encontrarse un equilibrio que satisfaga los deseos de todos. Gracias a este equilibrio se podrán corregir desacuerdos que surjan en el futuro.

3.1.1.3. Demostrar valor iterativamente

Los proyectos se entregan, aunque sea de un modo interno, en etapas iteradas. En cada iteración se analiza la opinión de los inversores, la estabilidad y calidad del producto, y en base a un análisis previo se refina la dirección del proyecto así como también los riesgos involucrados.

3.1.2. Fases de la metodología RUP

El ciclo de vida del software del RUP se divide en cuatro fases secuenciales que se muestran en la Figura III-1, dentro de las cuales se realizan varias iteraciones en número variable según el proyecto y en las que se hace un mayor o menor hincapié en las distintas actividades.

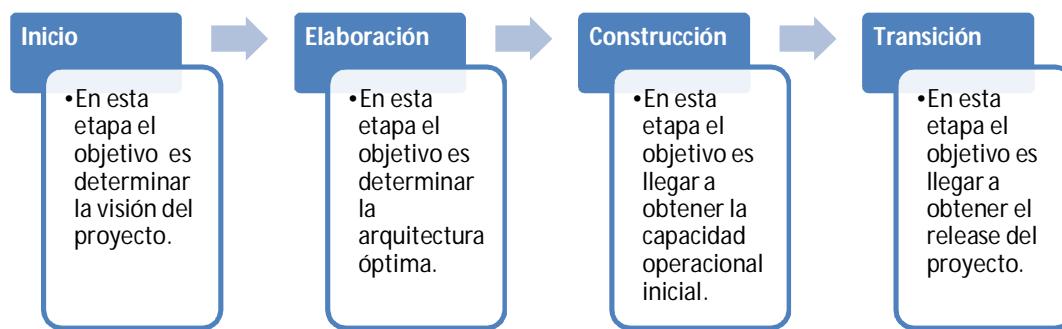


Figura III-1: Fases de la metodología RUP

3.1.2.1. Inicio

- Definir el ámbito y objetivos generales y específicos del proyecto.
- Definir la funcionalidad y capacidades del proyecto de software.

3.1.2.2. Elaboración

- Estudiar a profundidad la funcionalidad y el dominio del problema.
- Definir una arquitectura adecuada para el proyecto de software.
- Planificar el proyecto de software considerando tiempo y recursos disponibles.

3.1.2.3. Construcción

- El producto se desarrolla a través de iteraciones donde cada iteración involucra tareas de análisis, diseño e implementación.
- La arquitectura es depurada y refinada de manera incremental conforme se construye, pudiendo hacer cambios en la estructura.
- La mayor parte del trabajo es programación y pruebas.
- Esta fase presenta el proyecto construido junto con la documentación y el manejo del mismo.

3.1.2.4. Transición

- Se libera el proyecto y se entrega al usuario para un uso real.
- Se incluyen tareas de marketing, empaquetado atractivo, instalación, configuración, entrenamiento, soporte, mantenimiento, etc.
- Los manuales de usuario se completan y refinan con la información anterior.

Todas las fases no son idénticas en términos de esfuerzo y tiempo ya que depende del proyecto, para el desarrollo del sistema de información se tiene la siguiente tabla de distribución:

Tabla III-1: Esfuerzo y tiempo para el sistema de información

	INICIO	ELABORACIÓN	CONSTRUCCIÓN	TRANSICIÓN	
Esfuerzo (%)	5%	20%	65%	10%	100%
Tiempo (%)	10%	30%	50%	10%	100%

3.2. JUSTIFICACIÓN DEL USO DE LA METODOLOGÍA RUP

En la actualidad, la utilización de metodologías para el desarrollo de aplicaciones es casi imposible omitirla, por a la gran necesidad de control de variables en el desarrollo, seguir una metodología y estándares nos llevan a estar en un nivel competitivo en todo momento.

Para el desarrollo del sistema de información se escogió la metodología RUP debido a que se adapta a las tareas y horario del plan midiendo la velocidad de iteraciones concerniente a sus estimaciones originales. Las iteraciones tempranas del proyecto conducido por RUP se enfocan fuertemente sobre arquitectura del software; la puesta en práctica rápida de características se retrasa hasta que se ha identificado y se ha probado una arquitectura firme, a continuación se detalla las actividades en cada fase:

- **Fase de inicio.**- identificaremos los principales caso de uso, actores, los riesgos y el alcance final del sistema de información.
- **Fase de elaboración.**- se realizara el plan del proyecto, depuración y complementación de los casos de uso y se mitigaran los riesgos.
- **Fase de construcción.**- se concreta el desarrollo del sistema de información totalmente operativo y eficiente, así como la realización del manual técnico y manual de usuario.
- **Fase de transición.**- se entregara el sistema al usuario haciendo la respectiva instalación del mismo con el fin que el usuario pueda realizar las pruebas correspondientes.

Con esta metodología se busca cumplir con los diferentes atributos de calidad dándoles a los usuarios un sistema que sea de fácil uso y que a su vez cumpla con los requerimientos.

3.3. ENTORNO DE DESARROLLO

3.3.1. Hardware

El programa GREAT ICE dispone de una máquina que cumple con las especificaciones recomendadas de hardware para el desarrollo del sistema de información, debido a las características técnicas que con lleva el desarrollo se debe poseer una máquina con las mayores prestaciones posibles que se detallan a continuación.

Tabla III-2: Hardware de desarrollo

ÍTEM	CARACTERÍSTICAS
Procesador	Intel core 2 duo E4500 2.20 GHz
Memoria RAM	4 Gb
Disco duro	500 Gb
Tarjeta de red	10/100 Giga bit
Monitor	LCD 19"

3.3.2. Software

El desarrollo del sistema de información se lo realizará usando la plataforma de Microsoft Visual Studio 2010 Ultimate, conectando con Microsoft SQL Server 2008 como motor principal de base de datos.

En el proceso de automatización de los procedimientos se usará ArcGIS 9.3 como herramienta de visualización de coordenadas, mapas, etc. y Microsoft Excel 2010 como herramienta para presentación de: cálculos de balance de masa mensual y anual, cuadros de resultados, cuadros de informes.

El software necesario para el desarrollo ha sido instalado en la máquina que posee las mayores prestaciones de hardware en el programa GREAT ICE, donde además se realizarán las pruebas técnicas y la capacitación al usuario al finalizar el proyecto.

3.4. HERRAMIENTAS DE DESARROLLO

3.4.1. ArcGIS

Es una serie integrada de software de sistemas de información geográfica que trabaja como un motor compilador de información geográfica alfanumérica (bases de datos) y gráfica (mapas). El ámbito de acción de ArcGIS va desde el apoyo en la planificación de un negocio particular, hasta el análisis espacial de enfermedades de una ciudad. Su arquitectura está elaborada de tal manera que sus herramientas entregan sistemas inteligentes de información geográfica.

Producido y comercializado por ESRI, bajo el nombre genérico de ArcGIS se agrupan varias aplicaciones para la captura, edición, análisis, tratamiento, diseño, publicación e impresión de información geográfica. Estas aplicaciones se engloban en familias temáticas como ArcGIS Server, para la publicación y gestión web, o ArcGIS Móvil para la captura y gestión de información en campo.⁹

⁹ Tomado de: <http://www.esri.com/what-is-gis/index.html>

ArcGIS Desktop, la familia de aplicaciones SIG de escritorio, es una de las más ampliamente utilizadas, incluyendo en sus últimas ediciones las herramientas ArcReader, ArcMap, ArcCatalog, ArcToolbox, ArcScene y ArcGlobe, además de diversas extensiones, ArcGIS Desktop se distribuye comercialmente bajo tres niveles licencias que son, en orden creciente de funcionalidades y coste: ArcView, ArcEditor, ArcInfo.

3.4.2. Microsoft Office Professional

Es una suite ofimática¹⁰, desarrollada por la empresa Microsoft compuesta básicamente por aplicaciones de escritorio, servidores y servicios para los sistemas operativos Windows, Mac OS X y en Linux funciona si se utiliza un emulador, con el tiempo las aplicaciones de Office han crecido sustancialmente desde un punto de vista técnico y de forma más estrecha con características compartidas, como por ejemplo un corrector ortográfico común, integración de datos OLE y el lenguaje de secuencias de comandos Visual Basic.

Microsoft Office hizo su aparición en el año de 1990 y contenía aplicaciones como Word, Excel y PowerPoint, este paquete probablemente es el más antiguo y de mayores prestaciones. Actualmente la última versión estable de Office es 2010 o también llamada Office 14, en la cual además de Word, Excel y PowerPoint se incluye Access, InfoPath, OneNote, Outlook, Publisher, SharePoint, Visio y Project.

¹⁰ Software usado para crear, colecciónar, almacenar, manipular y trasmisir digitalmente la información de una empresa, ayudando a optimizar y automatizar los procedimientos.

3.4.3. Microsoft Visual Studio

Visual estudio es un entorno completo de desarrollo integrado para sistemas operativos Windows, soporta varios lenguajes de programación tales como Visual C++, Visual C#, Visual J#, ASP.NET y Visual Basic.NET, etc., comparten las mismas herramientas facilitando la creación de aplicaciones en varios lenguajes.¹¹

Visual Studio permite a los desarrolladores crear aplicaciones de escritorio, sitios y aplicaciones web, así como servicios web en cualquier entorno que soporta la plataforma .NET, de esta forma se pueden crear aplicaciones que se intercomuniquen entre estaciones de trabajo, páginas web y dispositivos móviles.

La versión más reciente es Microsoft Visual Studio 2010 Ultimate, que incluye un exhaustivo paquete de herramientas de administración del ciclo de vida de las aplicaciones para equipos. Con este paquete puede garantizar la calidad de los resultados, desde el diseño hasta la implementación. Tanto con aplicaciones nuevas como con las aplicaciones ya existentes, además permite realizar aplicaciones en varias plataformas y tecnologías.

Visual Basic.NET 2010 incluye el .NET Framework 4.0 cuyas características destacables son:

- Administración de ciclo de vida de la aplicación.
- Depuración y diagnóstico de la aplicación.
- Herramientas de prueba, de arquitectura y modelado.

¹¹ Tomado de: <http://www.microsoft.com/spain/visualstudio/products/2010-editions/premium>

3.4.4. Microsoft SQL Server

Es un sistema de gestión de bases de datos relacionales (SGBD) basado en el lenguaje Transact-SQL, y específicamente en Sybase IQ, capaz de poner a disposición de muchos usuarios grandes cantidades de datos de manera simultánea.

Constituye la alternativa de Microsoft a otros potentes sistemas gestores de bases de datos como son Oracle Sybase, ASE, PostgreSQL, Interbase, Firebird o MySQL.

Entre las principales características se tienen:

- Soporte de transacciones.
- Potente entorno gráfico de administración que permite el uso de comandos DDL (Data Definition Language) y DML (Data Manipulation Language) gráficamente.
- Trabajo en modo cliente-servidor, donde la información y datos se alojan en el servidor y los terminales de la red sólo acceden a la información.

El último lanzamiento de Microsoft SQL Server es la versión 2008, que ofrece una plataforma de datos completa, segura, confiable, administrable y escalable para todo tipo de aplicaciones, permitiendo que los desarrolladores creen aplicaciones nuevas, capaces de almacenar y consumir cualquier tipo de datos en cualquier dispositivo.¹²

¹² Tomado de: http://www.microsoft.com/mexico/sql/2008/info_nuevas_carct.aspx

3.4.5. Microsoft Visio

Microsoft Visio es un software de dibujo vectorial para Windows con herramientas avanzadas para la creación de diagramas permitiendo simplificar conceptos complejos a través de diagramas dinámicos basados en datos y de nuevos modos de compartir en la red.

Las herramientas que lo componen permiten realizar diagramas de oficinas, diagrama de bases de datos, diagrama de flujo de programas, UML, etc. Siendo una gran ayuda para el usuario al iniciar la programación de cualquier aplicación.

Usando Microsoft Visio 2010 es posible:

- Conectar fácilmente los diagramas a uno o varios orígenes de datos incluidos Microsoft Excel, Microsoft Access, Microsoft SQL Server, SharePoint Services o cualquier origen de datos de base de datos de vinculación e incrustación de objetos (OLEDB) o de conectividad abierta de bases de datos (ODBC).
- Mostrar los datos en tiempo real dentro de las formas de los diagramas, según las condiciones que defina personalmente, mediante elementos gráficos con significado como colores, iconos, símbolos y barras de datos.
- Explorar en profundidad los datos detallados de los diagramas y las formas mediante la ventana datos de formas o datos externos.

3.5. JUSTIFICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE DESARROLLO

Para el sistema de información se utilizará el lenguaje de programación Visual Basic.NET 2010 Ultimate, ya que es un lenguaje de programación orientado a objetos que se puede considerar una evolución de Visual Basic.

Además se hará uso de la licencia de ArcInfo 9.3, debido a que es el SIG más completo para aplicaciones de escritorio ya que incluye toda la funcionalidad de ArcView y ArcEditor, pudiendo con esto:

- Realizar operaciones avanzadas de análisis de datos SIG y modelizaciones.
- Crear y gestionar bases de datos geográficas personales, bases de datos geográficas multiusuario.
- Usar la herramienta de cartografía para generar mapas de calidad profesional listos para la publicación.
- Diseñar símbolos personalizados y sofisticados, además del uso de etiquetas en mapas.

Se usará Microsoft Excel 2010 que es un programa para manejar hojas o plantillas de cálculo¹³, también es utilizado principalmente para tareas financieras, estadísticas, contables, etc., entre las principales características que brindará al sistema de información están:

- Analizar, administrar y compartir información.
- Tomar mejor y más inteligentes decisiones.
- Acceder fácilmente a datos importantes.
- Eficiencia y flexibilidad para lograr objetivos.

¹³ Programa que permite manipular datos numéricos y alfanuméricos, dispuestos en forma de tabla.

CAPÍTULO IV

SITUACIÓN ACTUAL

4.1. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL PROGRAMA GREAT ICE

El programa GREAT ICE que se desarrolla en el Ecuador con el apoyo del IRD, INAMHI, EMAAP-Q, EPN tiene la siguiente estructura organizacional:

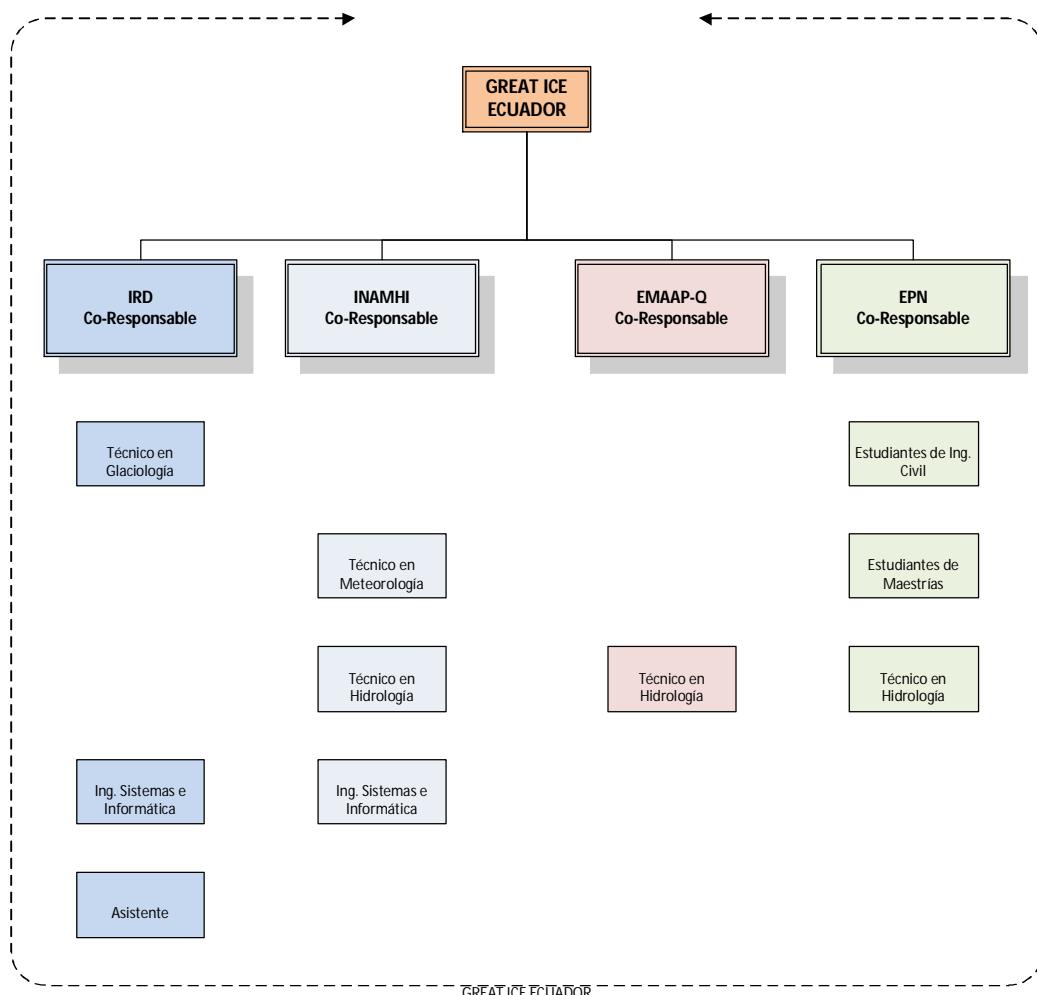


Figura IV-1: Estructura organizacional y funcional del programa GREAT ICE

4.2. INVENTARIO ACTUAL DE HARDWARE

Hardware
<ul style="list-style-type: none">• Servidor<ul style="list-style-type: none">• Procesador: Intel Core 2 Duo E6750 2.66 Ghz• Ram: 4 GB DDR2• Disco duro: 500 GB sata• Ethernet: Realtek PCI Ethernet• Monitor: LCD 18.5"
<ul style="list-style-type: none">• Computador hidroglaciología<ul style="list-style-type: none">• Procesador: Intel Core Duo 1.58 Ghz• Ram: 2 GB DDR2• Disco duro: 350 GB sata• Monitor: 15"
<ul style="list-style-type: none">• Computador meteorología<ul style="list-style-type: none">• Procesador: Intel Core Duo 1.58 Ghz• Ram: 2 GB DDR2• Disco duro: 120 GB sata• Monitor: 15"
<ul style="list-style-type: none">• Computador asistente<ul style="list-style-type: none">• Procesador: Intel Core Duo 1.58 Ghz• Ram: 2 GB DDR2• Disco duro: 120 GB sata• Monitor: 15"

Figura IV-2: Inventario actual de hardware

4.3. INVENTARIO ACTUAL DE SOFTWARE

Software
<ul style="list-style-type: none">• Microsoft Windows XP Professional• Microsoft Windows 7 Ultimate• Microsoft Office 2010 Professional• Microsoft Visio 2010• Microsoft Visual Studio 2010 Ultimate• Microsoft SQL Server 2008• ArcGIS 9.3

Figura IV-3: Inventario actual de software

4.4. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS ACTUALES

4.4.1. Preparación

Los técnicos encargados del programa GREAT ICE (IRD, INAMHI, EMAAP-Q) toman el equipo de campo y de montaña para su salida los primeros días de cada mes, además preparan las herramientas necesarias como laptop, libretas de campo, mapas, etc., para realizar sin ningún inconveniente la descarga y toma de datos.

4.4.2. Recopilación

Los técnicos encargados del programa GREAT ICE (IRD, INAMHI, EMAAP-Q) ascienden a las estaciones hidrológicas, pluviográficas, meteorológicas para descargar sus datos, además llegan al Glaciar 15α y al Glaciar Crespos para efectuar la medición de la red de balizas instaladas en cada glaciar, registrando estos valores en la libreta de campo, además verificando la existencia de las balizas que se encuentran en el mapa.

4.4.3. Digitación

De la libreta de campo se toman los datos correspondientes a las mediciones de las balizas de cada glaciar y se digitán en una hoja Excel, además se señala cualquier novedad u observación existente a tomar en cuenta para la próxima salida, teniendo la hoja Excel así como la respectiva libreta de campo para su almacenamiento.

4.4.4. Consolidación

Tomando las hojas Excel que han sido digitadas con los datos medidos de las balizas se proceda a calcular el balance mensual de cada baliza, además, mediante el uso del software ArcGIS, se grafican las coordenadas de las balizas del Glaciar 15α y Glaciar Crespos, donde se eliminan las balizas que han sido dañadas o eliminadas.

4.4.5. Presentación

Se redacta el informe oficial de la salida de campo, donde se detalla cada estación hidrológica, pluviográfica y meteorológica que se visitó junto con las novedades, se escriben las mediciones de las balizas del Glaciar 15α y Glaciar Crespos, balances de masa, mapas, etc.

4.5. DIAGRAMAS SITUACIÓN INICIAL

4.5.1. Diagrama inicial

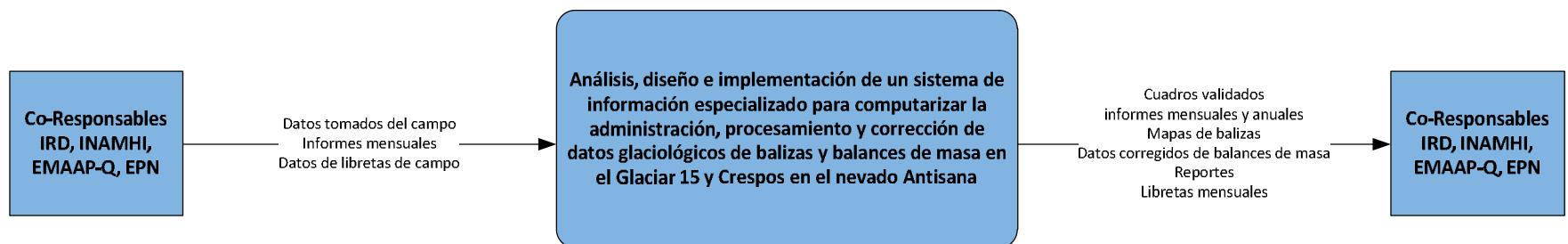


Figura IV-4: Diagrama inicial

4.5.2. Diagrama conceptual

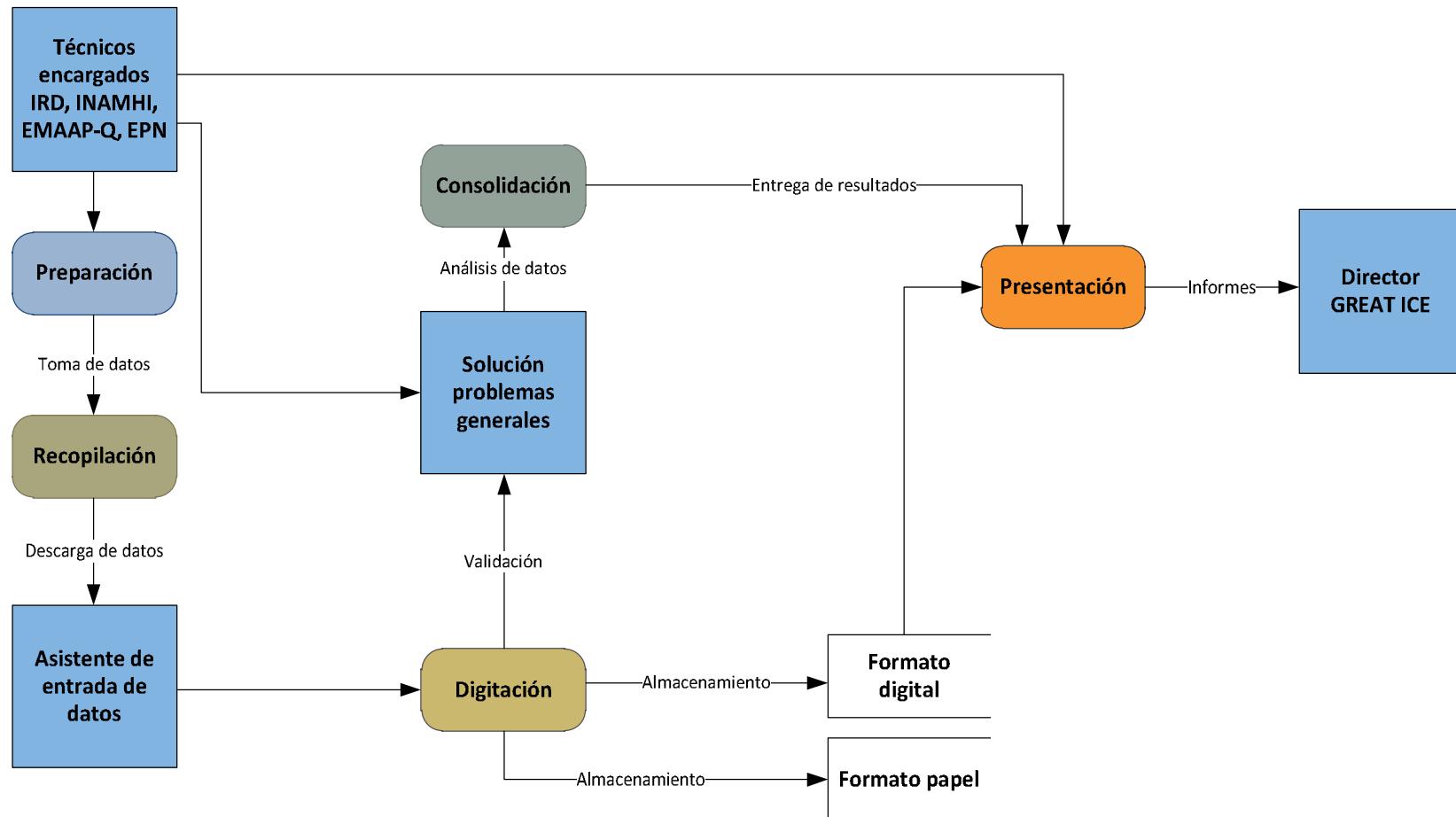


Figura IV-5: Diagrama conceptual

4.5.3. Diagrama de flujo de datos

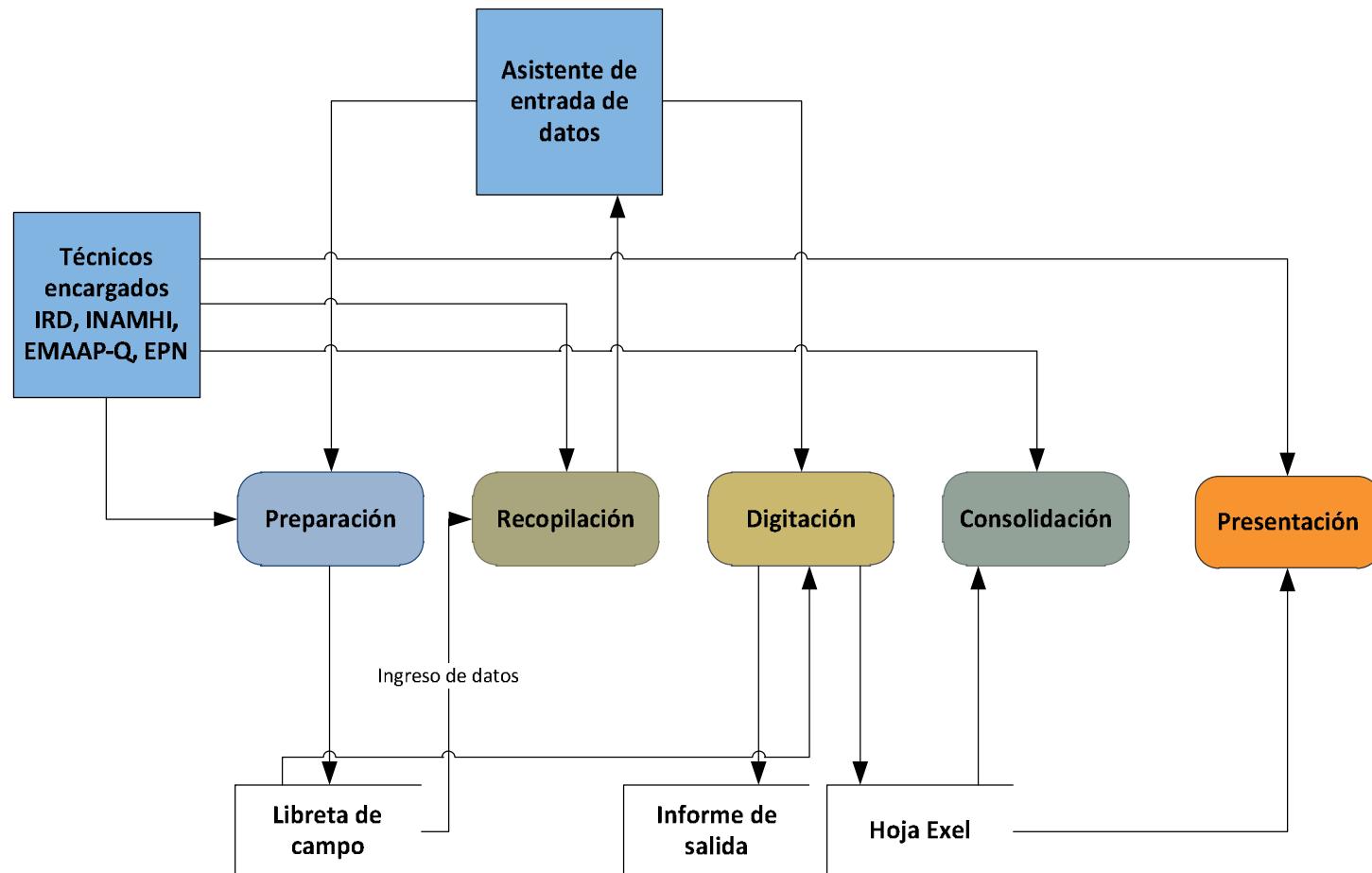


Figura IV-6: Diagrama de flujo de datos

4.5.3.1. Preparación

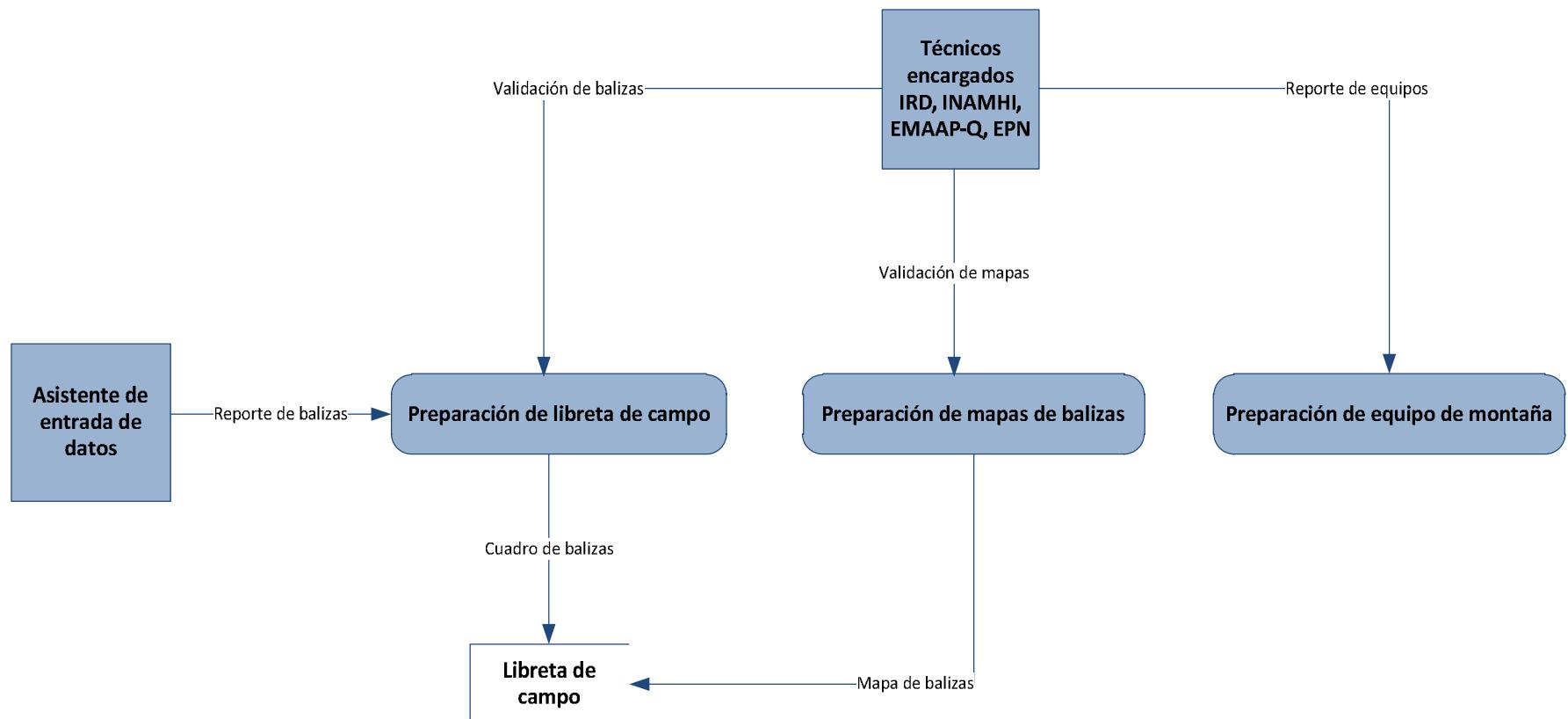


Figura IV-7: Preparación

4.5.3.2. Recopilación

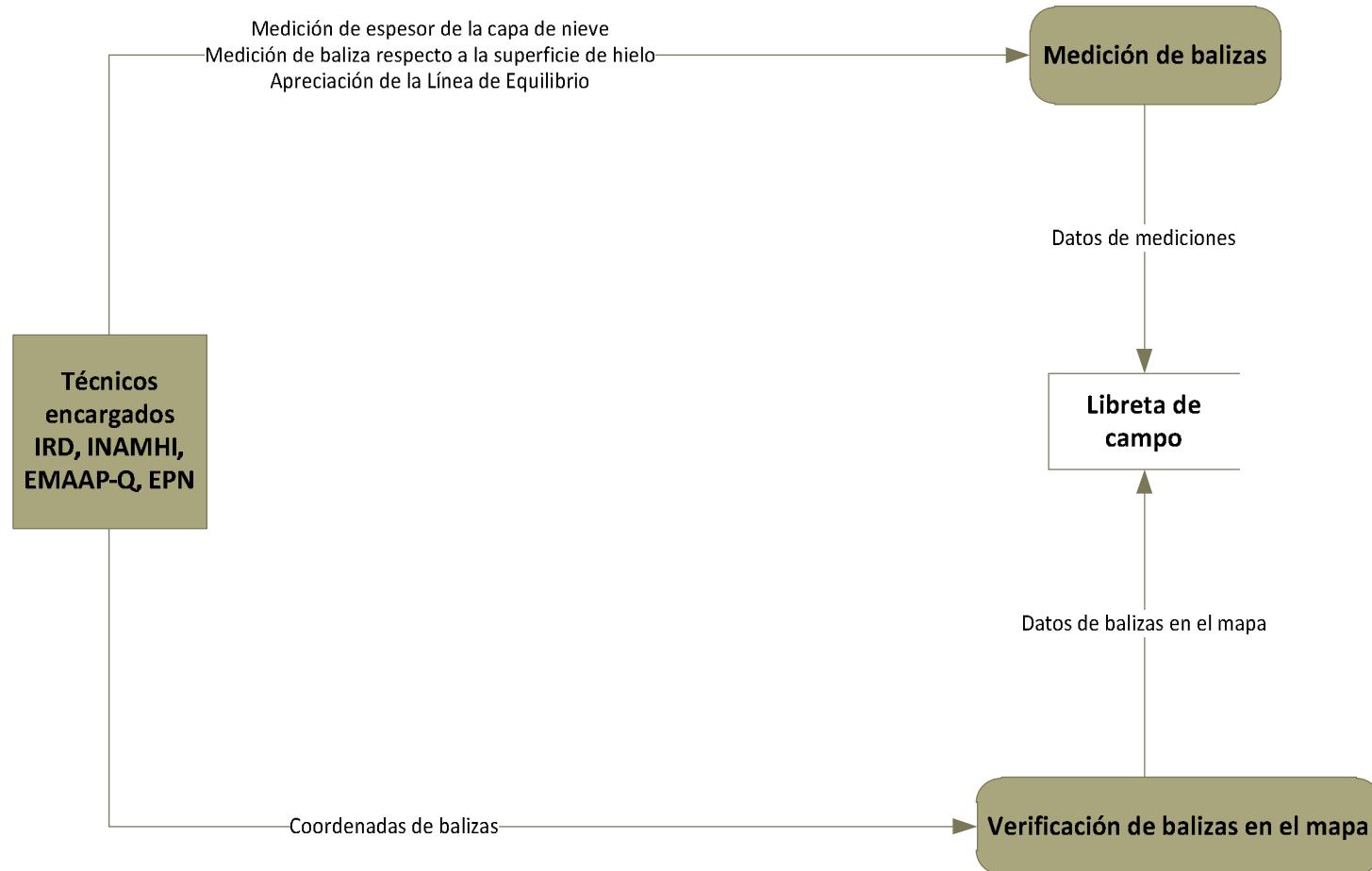


Figura IV-8: Recopilación

4.5.3.3. Digitación

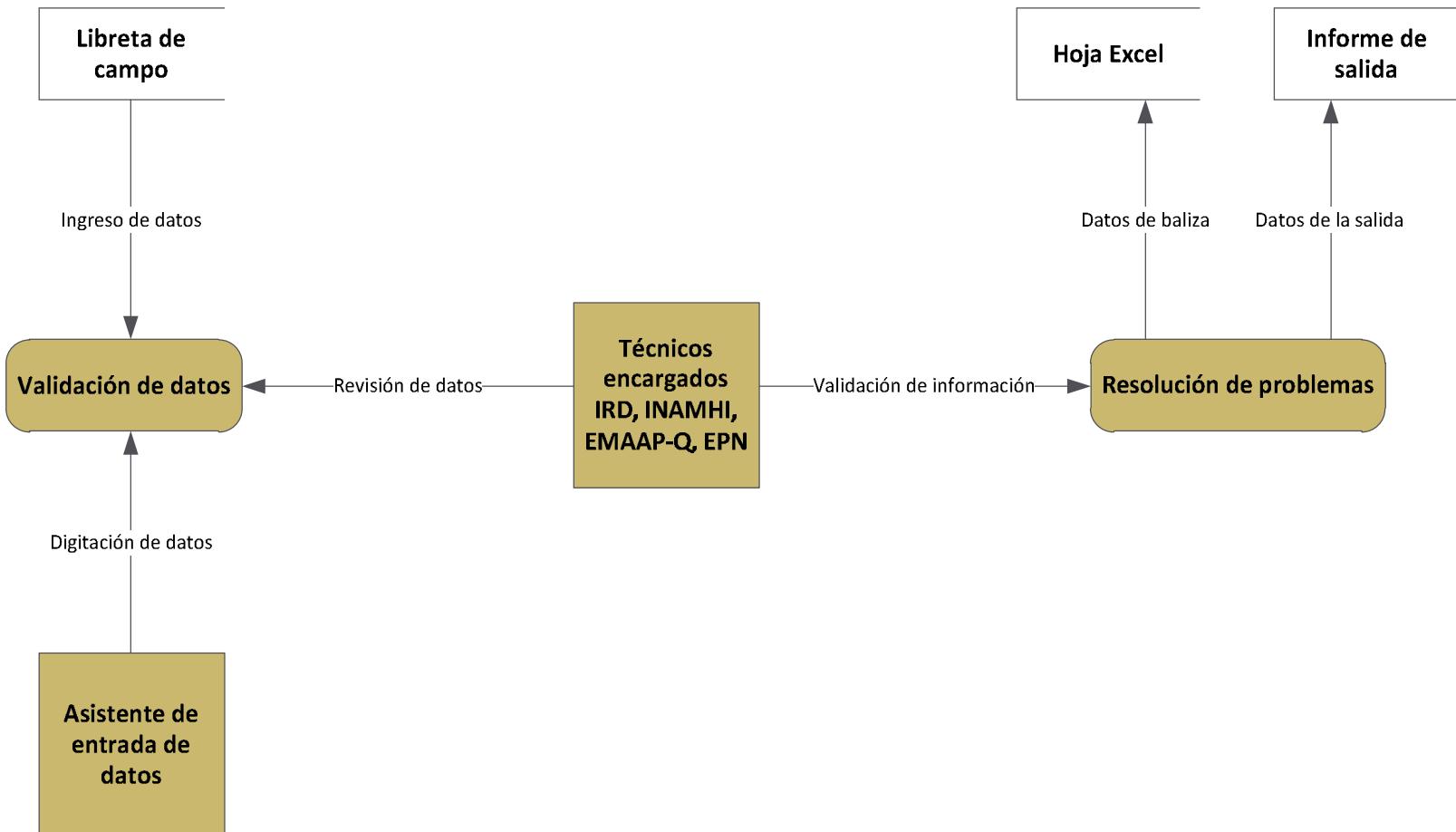


Figura IV-9: Digitación

4.5.3.4. Consolidación

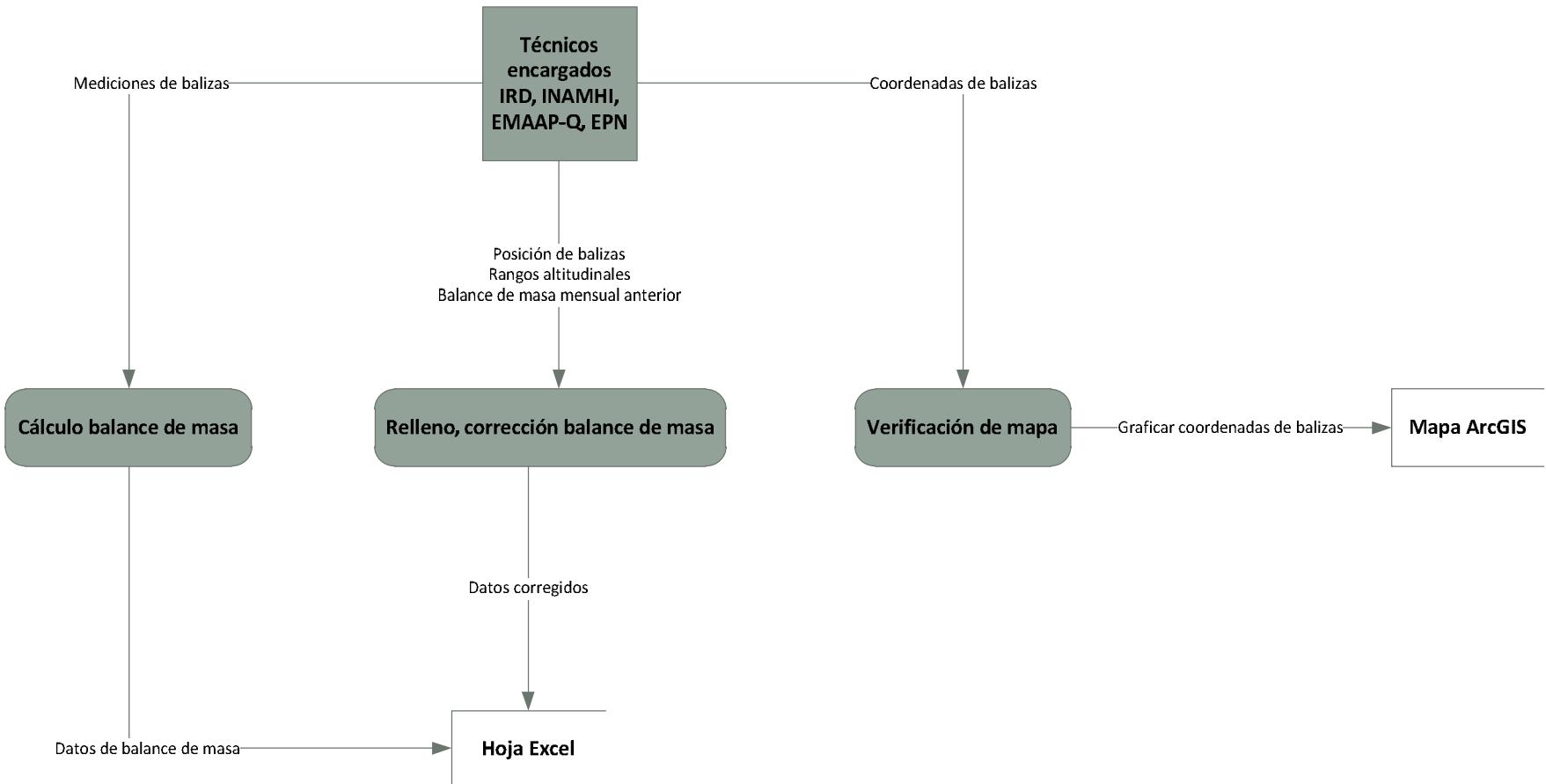


Figura IV-10: Consolidación

4.5.3.5. Presentación

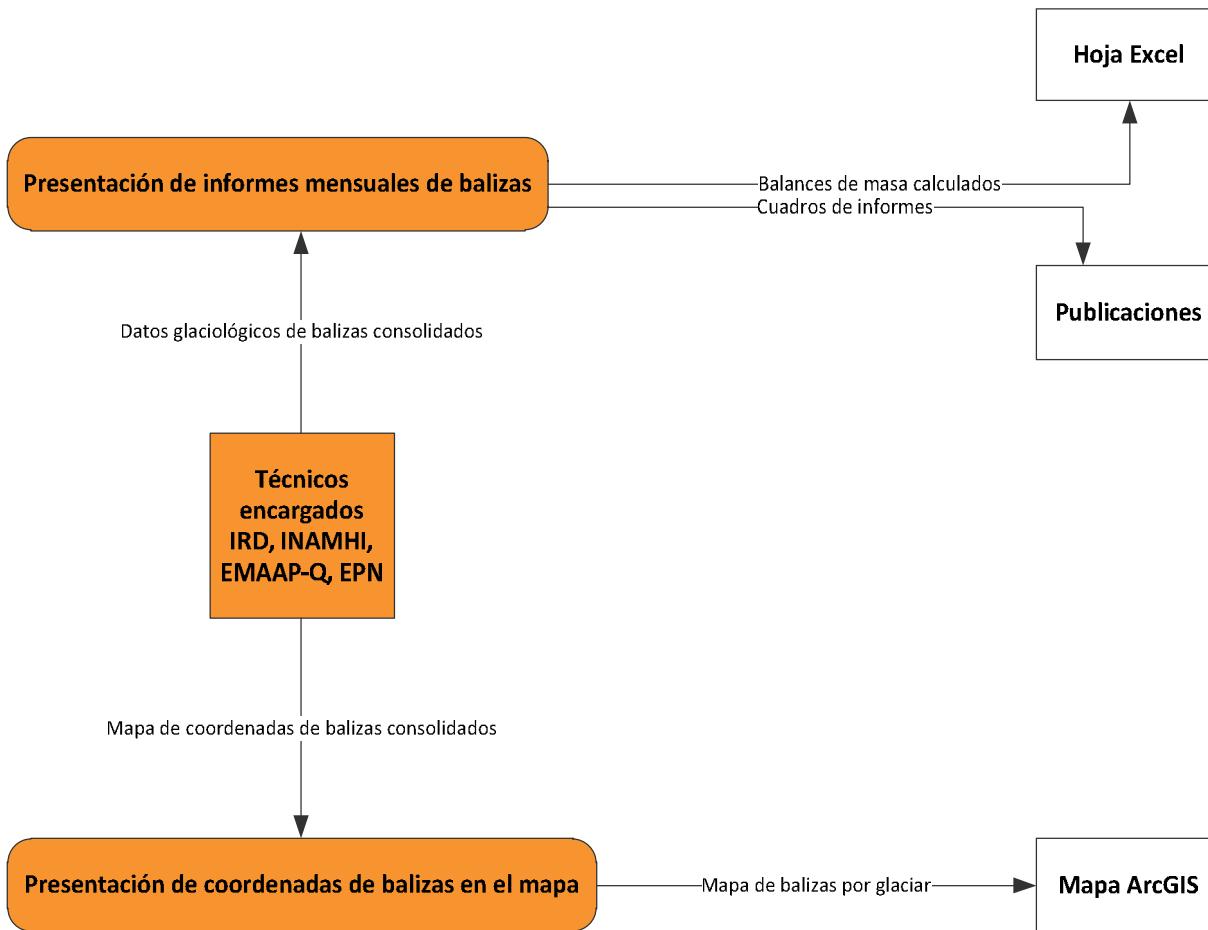


Figura IV-11: Presentación

4.6. IDENTIFICACIÓN Y VOLUMEN DE INFORMACIÓN

La descarga y digitación de las mediciones realizadas en la red de balizas del Glaciar 15a y Glaciar Crespos se efectúa en formato papel en el informe de salida de campo (Figura IV-12).y formato digital en Excel (Figura IV-13).

Los datos almacenados en formato papel, ordenados cronológicamente y clasificados por glaciar se tienen desde el año 1994 hasta el año 2005, estos datos deben ser clasificados y organizados previamente para ser ingresados a la base de datos. Desde el año 2006 hasta la actualidad se encuentran los datos mensuales en formato digital de hojas Excel que de igual forma se clasificarán y organizarán para ser ingresados a la base de datos.

4.6.1. Formato papel

Balance de masa del Glaciar 15 - ENERO-2010							
Baliza	Fecha Lectura: 8/02/2010			Lectura anterior Diciembre			Observaciones
	Nº Estaca	Emergencia cm	Altura nieve cm	Nº Estaca	Emergencia cm	Altura nieve cm	
M1	**	**	**	↓	185	0	Salió
N1	**	**	**	I	127	0	
5C6	**	**	**	**	**	**	Buscar
4I6	**	**	**	**	**	**	Buscar
M2	III	110	0	III	36	0	
M3	III	19	3	IV	124	0	
2C06	**	**	**	VI	145	0	
3I6	VI	35	0	V	113	0	
M4	I	166	3	I	85	0	
1C6	V	157	4	**	**	**	Sin marca en la estaca
L8RF	III	60	9	III	0	0	Baliza referencia.
L9	IV	184	16	IV	130	0	
L10	V	85	0	**	**	**	Buscar Pintar "N9" en la baliza de aparece N3
N9	III	143	9	III	106	0	
1C05	**	**	**	VI	91	0	En una grieta
L8	V	143	9				
OI	IV	164	0	IV	80	0	
OII	V	162	0	V	90	0	
OIV	**	**	**	V	80	0	Buscar
OV	**	**	**	V	100	5	Buscar

Línea de nieve:

Figura IV-12: Información en formato papel

4.6.2. Formato digital

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Ficha de lectura de balizas										
1	* Observador : Dr. Eric Cadier, Ing. Marina.....,Ing. Margarita Arias									
2	* Fecha : 31-enero -2009									
Balizas leídas										
5										
6										
7	Nº BALIZA	Nº TUBO	EMERGENCIA (cm)	NIEVE	Emergencia+nieve	Ficha de lectura de balizas				
8	L1	4	72	32	704	* Observador : Ing. Bolívar Cáceres				
9	6C6				----	* Fecha : 27-febrero -2009				
10	6/6				----					
11	5C06	5	86	49	935					
12	4/6	5	15	59	874					
13	4C06				----					
14	3C06	6	13	72	1085					
15	3/6				----					
16	2C06	4	70	91	761					
17	0/5				----					
18	2C05				----					
19	1C6	3	7	100	507					
20	L8	5	19	60	879					
21	L9				----					
22	L10				----					
23	3D6				----					
24	M1				----					
25	N1	1	71	50	121					
26	M2	6	64	65	1129					
27	M3	6	69	89	1158					
28	M4				----					

Figura IV-13: Información en formato digital

4.6.3. Volumen de datos

Tabla IV-1: Volumen total de datos

GLACIAR	FORMATO PAPEL (MESES)	FORMATO DIGITAL (MESES)	TOTAL (MESES)
15α	132	51	183
Crespos	12	51	63
			246

4.6.3.1. Tamaño del volumen de datos en formato papel

Tabla IV-2: Tamaño del volumen de datos en formato papel

GLACIAR	FORMATO PAPEL (MESES)	TAMAÑO (Kb)	TOTAL (Kb)
15α	132	4 Kb	528 Kb
Crespos	12	4 Kb	48 Kb
			576 Kb

4.6.3.2. Tamaño del volumen de datos en formato digital

Tabla IV-3: Tamaño del volumen de datos en formato digital

GLACIAR	FORMATO DIGITAL (MESES)	TAMAÑO (Kb)	TOTAL (Kb)
15α	51	18 Kb	918 Kb
Crespos	51	16 Kb	816 Kb
			1.69 Mb

4.6.3.3. Tamaño total del volumen de datos

Tabla IV-4: Tamaño total del volumen de datos

ORIGEN DE DATOS	TAMAÑO
Formato papel	576 Kb
Formato digital	1.69 Mb
Total	2.26 Mb

CAPÍTULO V

DISEÑO

5.1. DIAGRAMAS DE COMPORTAMIENTO

5.1.1. Diagrama de contexto

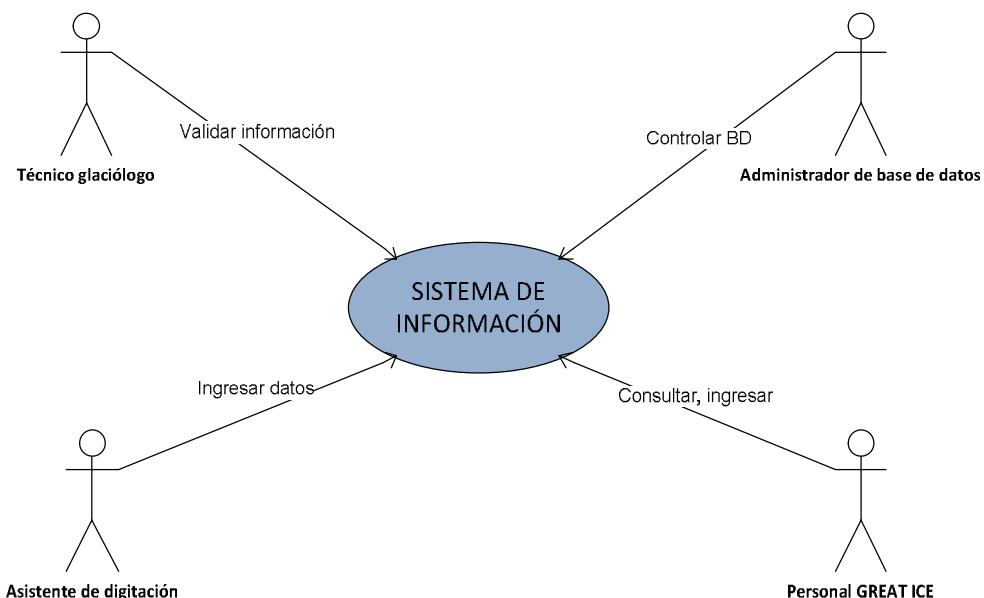


Figura V-1: Diagrama de contexto

Como podemos ver el sistema de información interactúa con 4 actores diferentes:

- Asistente de digitación.
- Personal GREAT ICE (Co responsables del programa).
- Técnico glaciólogo.
- Administrador de base de datos.

5.1.2. Diagrama de casos de uso

5.1.2.1. Identificación de actores

A continuación se especifica y describe brevemente a los actores que interactúan con el sistema de información, además se destacan las principales funciones que desempeñarán con el sistema.

Tabla V-1: Identificación de actores

ACTOR	DESCRIPCIÓN	FUNCIONES
 Asistente de digitación	Este actor representa a la persona física que interactúa con la parte de ingreso, búsquedas e impresión de productos del sistema de información.	<ul style="list-style-type: none">• Ingresar datos.• Imprimir mapas, informes, reportes, libretas de campo.
 Personal GREAT ICE	Este actor representa al usuario que utilizará los datos, balances de masa, mapas, gráficos, informes y demás productos del sistema de información.	<ul style="list-style-type: none">• Acceso a los productos entregables del sistema de información, previa autorización.
 Técnico glaciólogo	Este actor representa al experto que interactúa con todo el sistema de información, además garantiza la calidad de los datos, mapas, gráficos, informes, etc.	<ul style="list-style-type: none">• Validar, corregir, rellenar datos.• Calcular balances de masa mensual y anual.• Graficar cuadros para informes.• Validar mapas, informes, reportes, libretas de campo.
 Administrador de base de datos	Este actor representa al experto que interactúa con la parte de administración, disponibilidad, seguridad, respaldo, desempeño del sistema de información.	<ul style="list-style-type: none">• Respaldar la base de datos.• Cuidar la integridad de la base de datos.• Atender la seguridad de la base de datos.• Desarrollar nuevos módulos.

5.1.2.2. Jerarquía de actores

Es la representación esquemática de cada uno de los actores del sistema de información, por lo que se puede observar en la Figura V-2, la jerarquía está organizada desde el asistente de digitación hasta el administrador de base de datos.

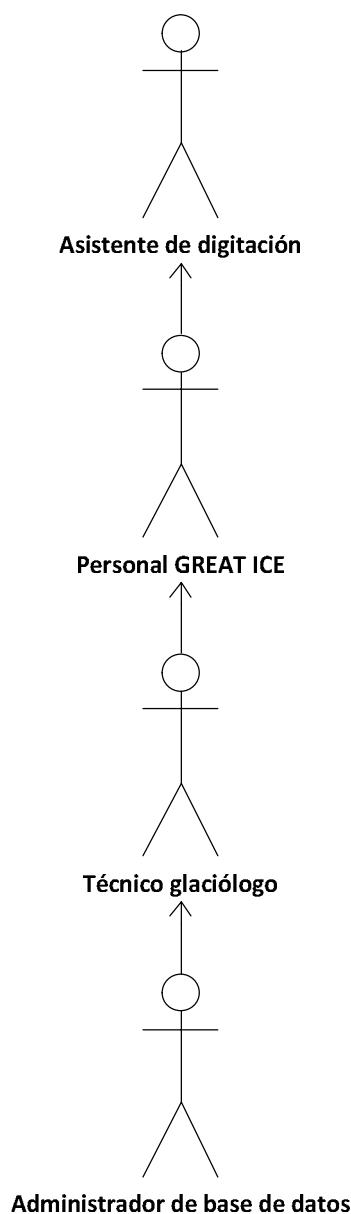


Figura V-2: Diagrama de jerarquía de actores

5.1.2.3. Diagrama de casos de uso por actores

Los actores que intervienen en el sistema de información tienen roles y funciones específicas, como se muestra a continuación.

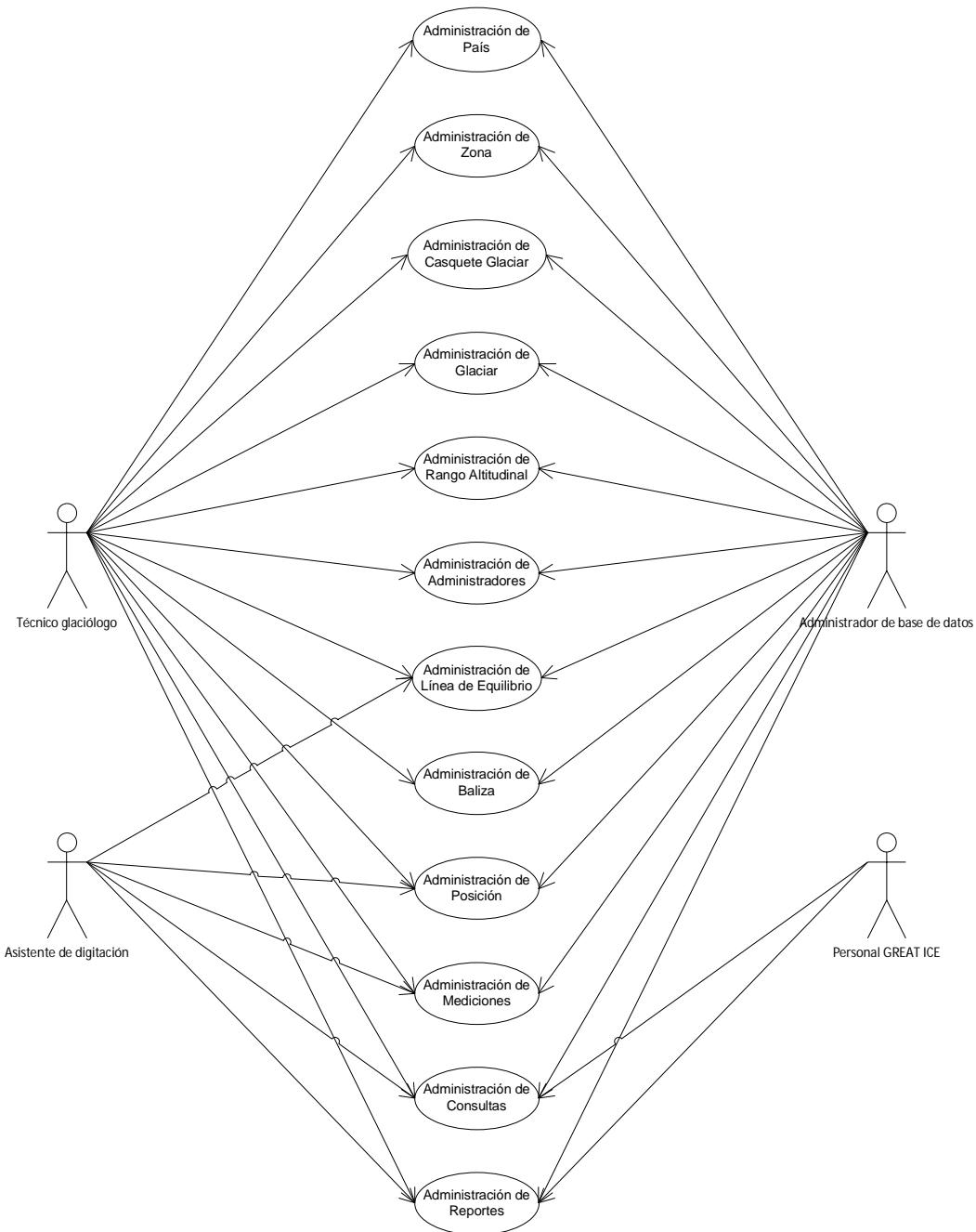


Figura V-3: Diagrama de casos de uso por actores

5.1.2.4. Diagrama de casos de uso general



Figura V-4: Diagrama de casos de uso general

5.1.2.5. Administración de país

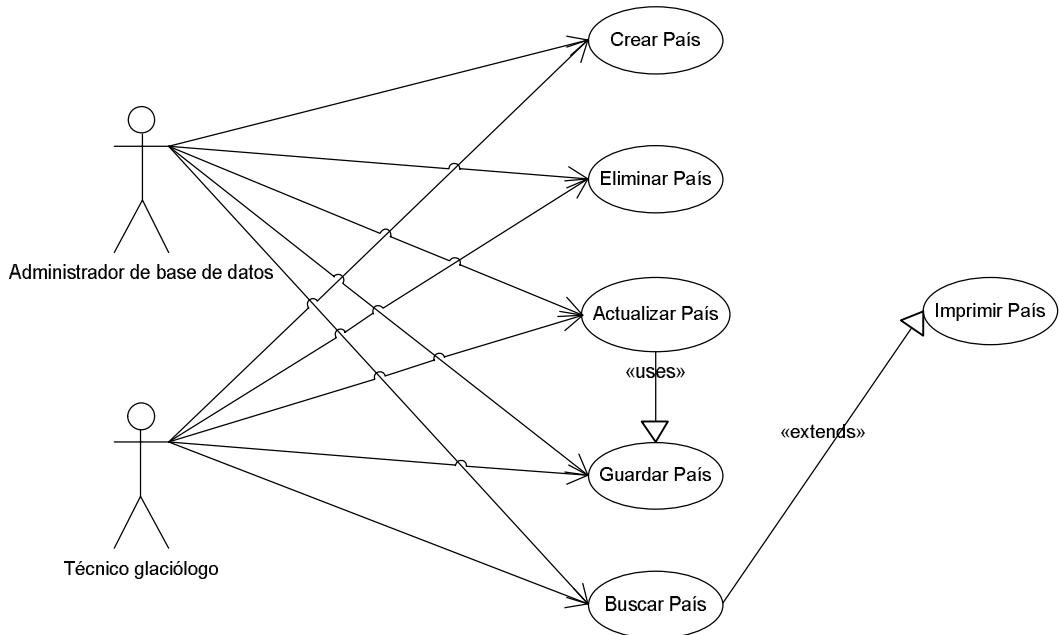


Figura V-5: Casos de uso - administración de país

5.1.2.6. Administración de zona

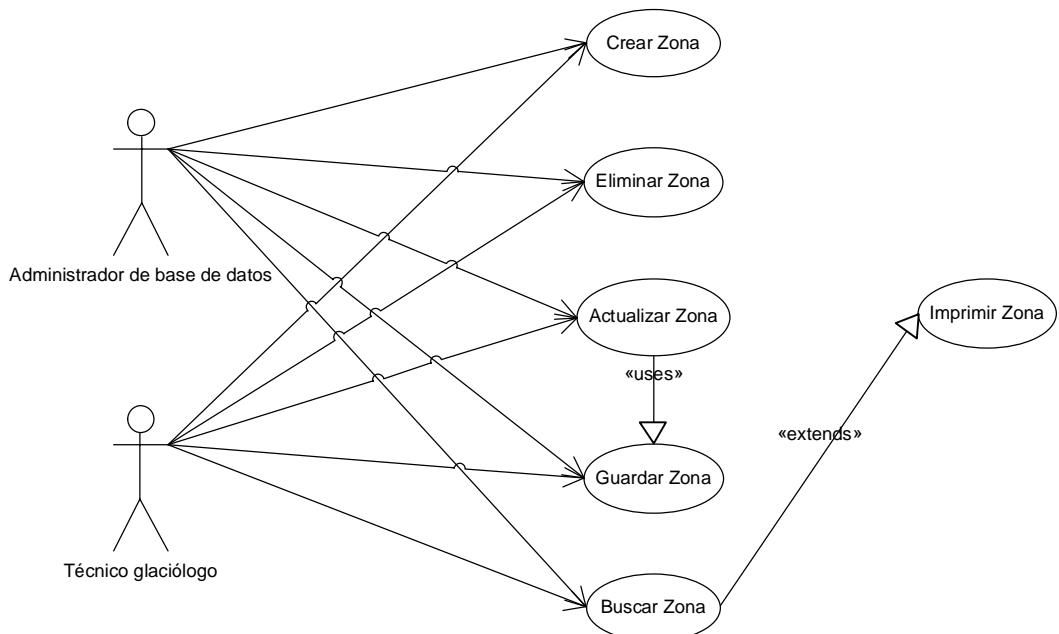


Figura V-6: Casos de uso - administración de zona

5.1.2.7. Administración de casquete glaciar

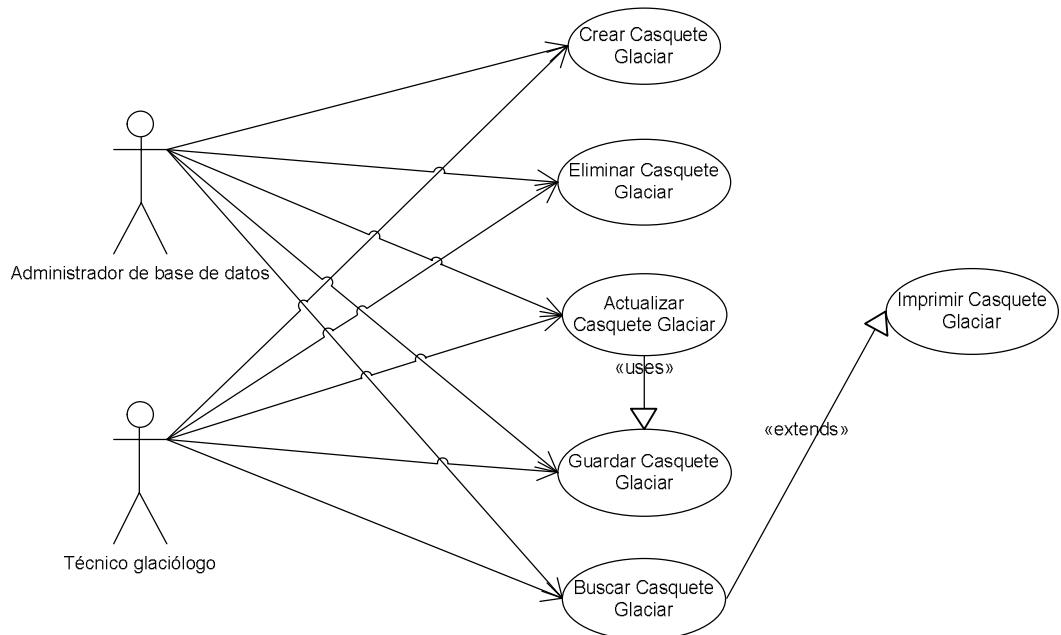


Figura V-7: Casos de uso - administración de casquete glaciar

5.1.2.8. Administración de glaciar

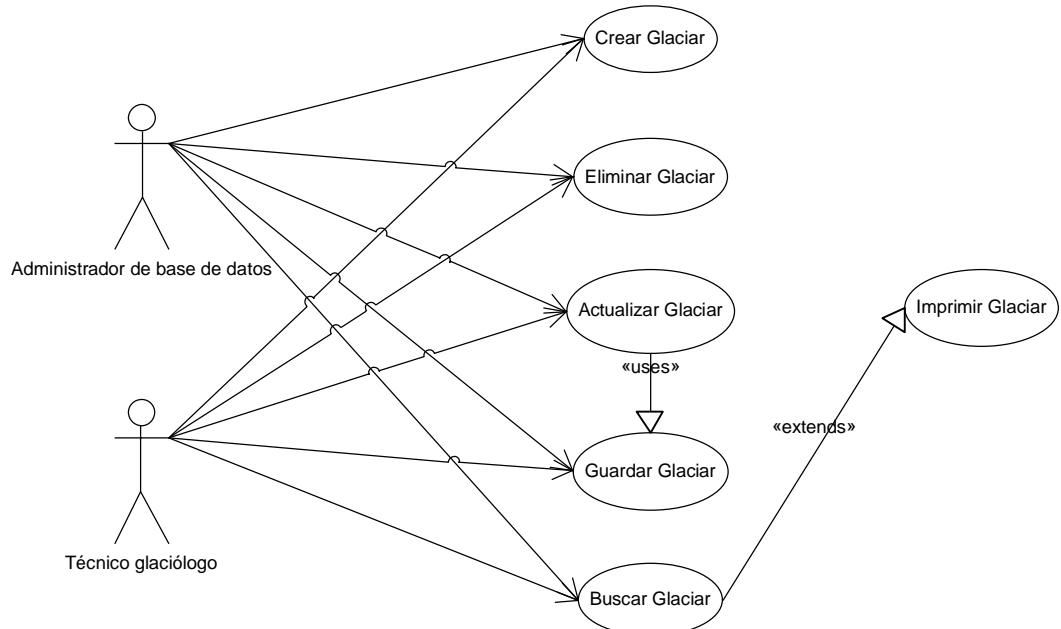


Figura V-8: Casos de uso - administración de glaciar

5.1.2.9. Administración de rango altitudinal

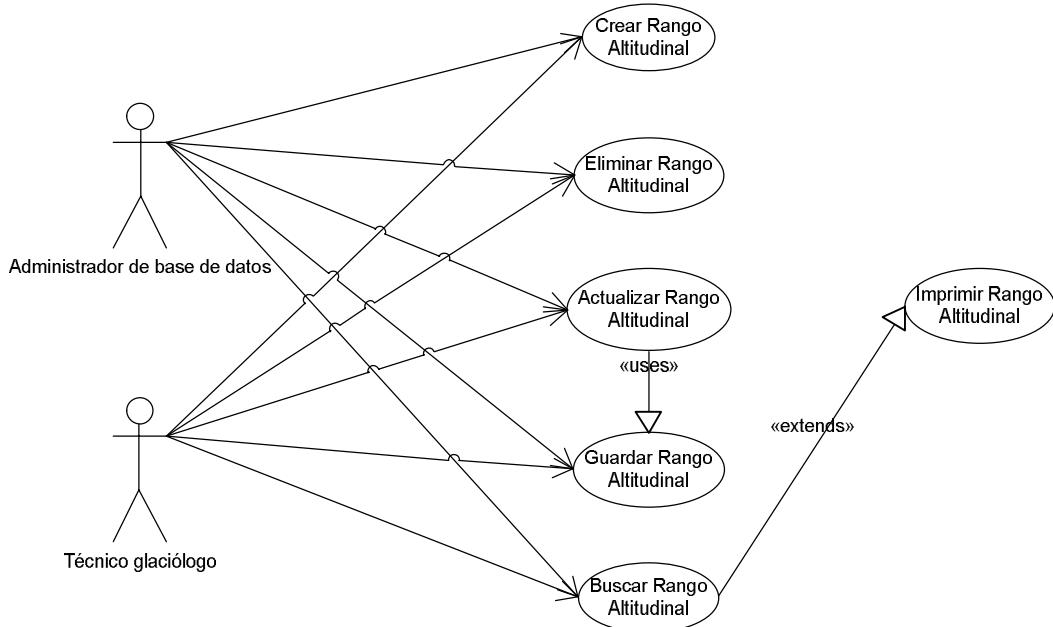


Figura V-9: Casos de uso - administración de rango altitudinal

5.1.2.10. Administración de administradores

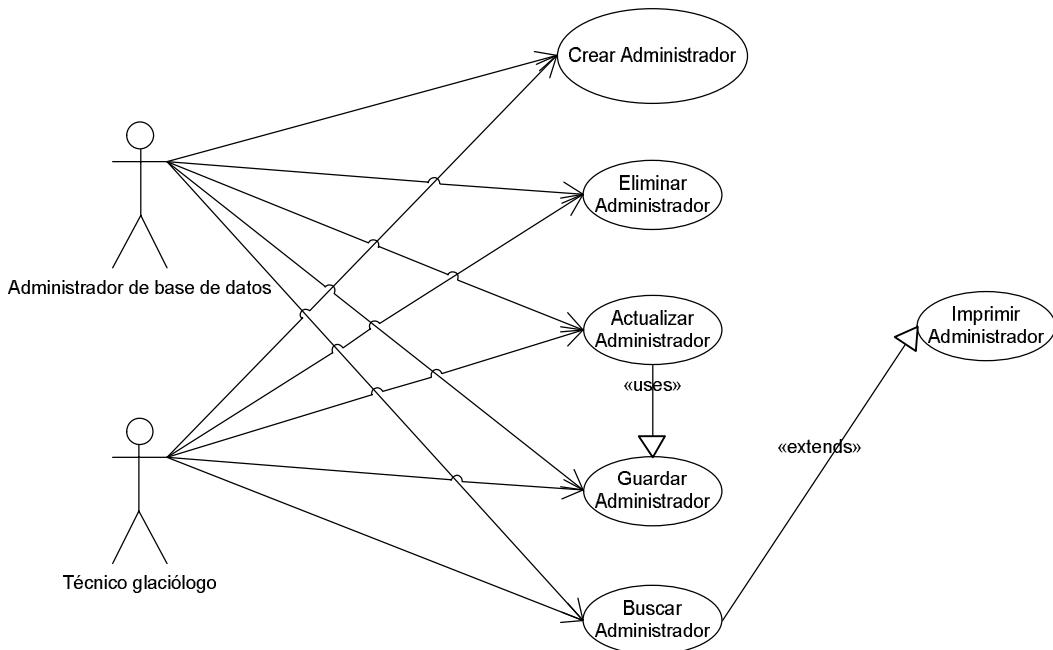


Figura V-10: Casos de uso - administración de administradores

5.1.2.11. Administración de línea de equilibrio

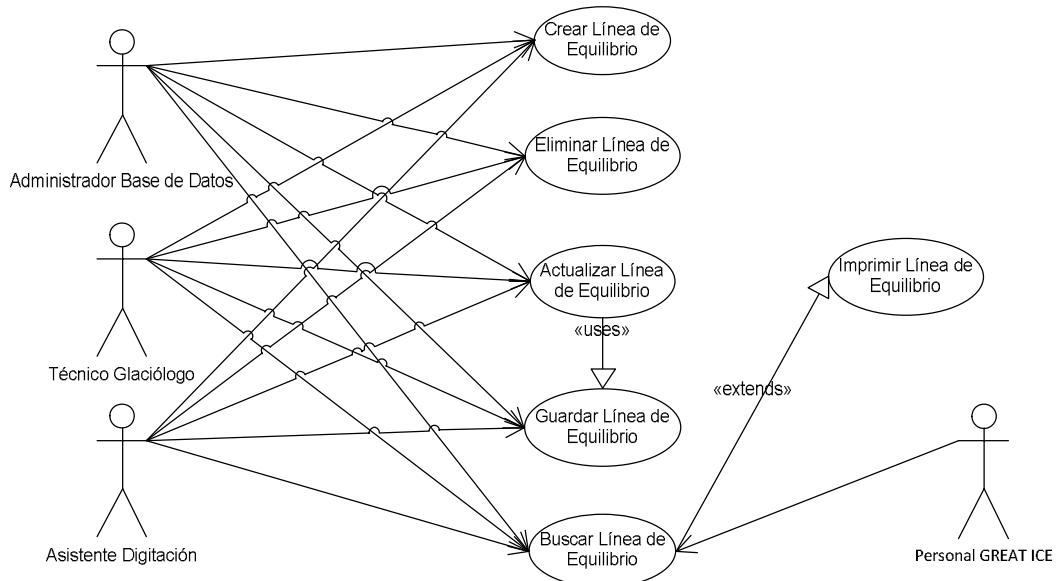


Figura V-11: Casos de uso - administración de línea de equilibrio

5.1.2.12. Administración de baliza

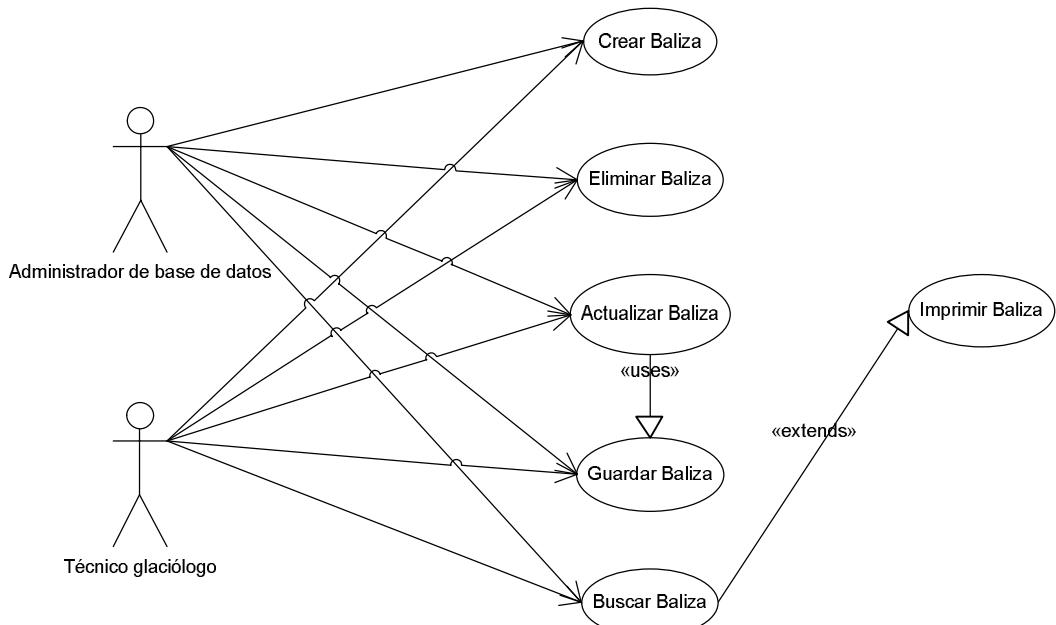


Figura V-12: Casos de uso - administración de baliza

5.1.2.13. Administración de posición

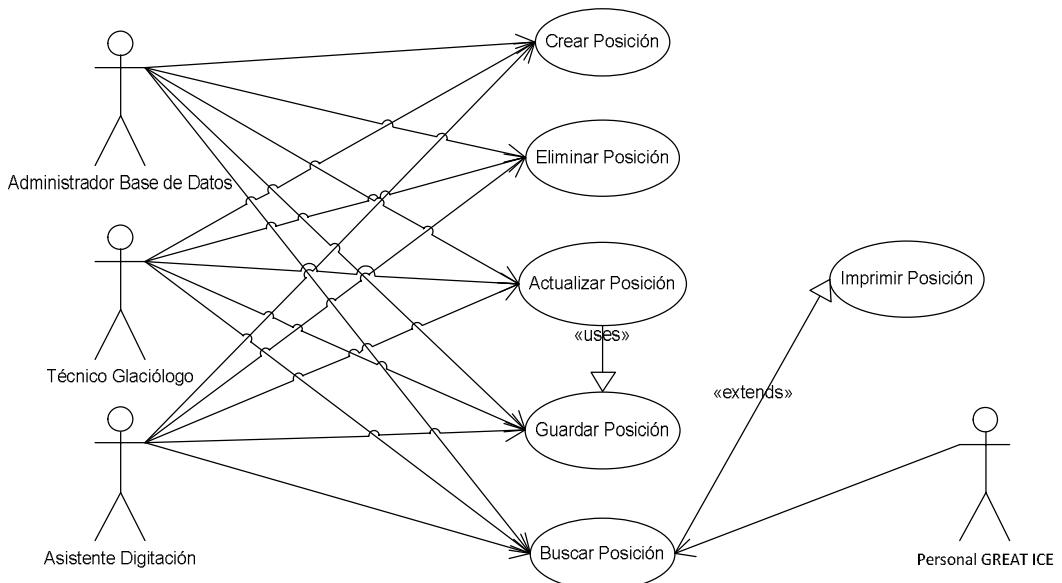


Figura V-13: Casos de uso - administración de posición

5.1.2.14. Administración de medición

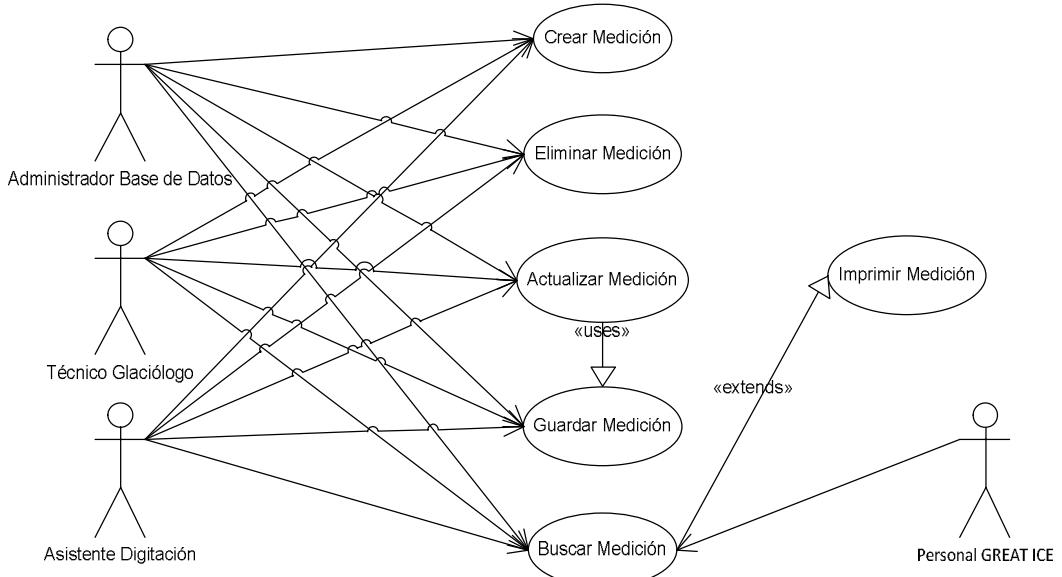


Figura V-14: Casos de uso - administración de medición

5.1.2.15. Administración de consultas

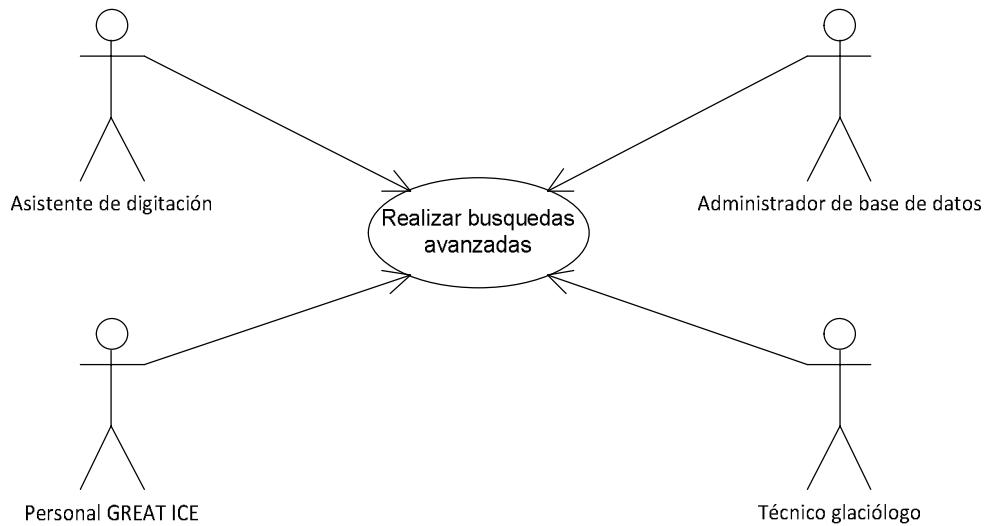


Figura V-15: Casos de uso - administración de consultas

5.1.2.16. Administración de reportes

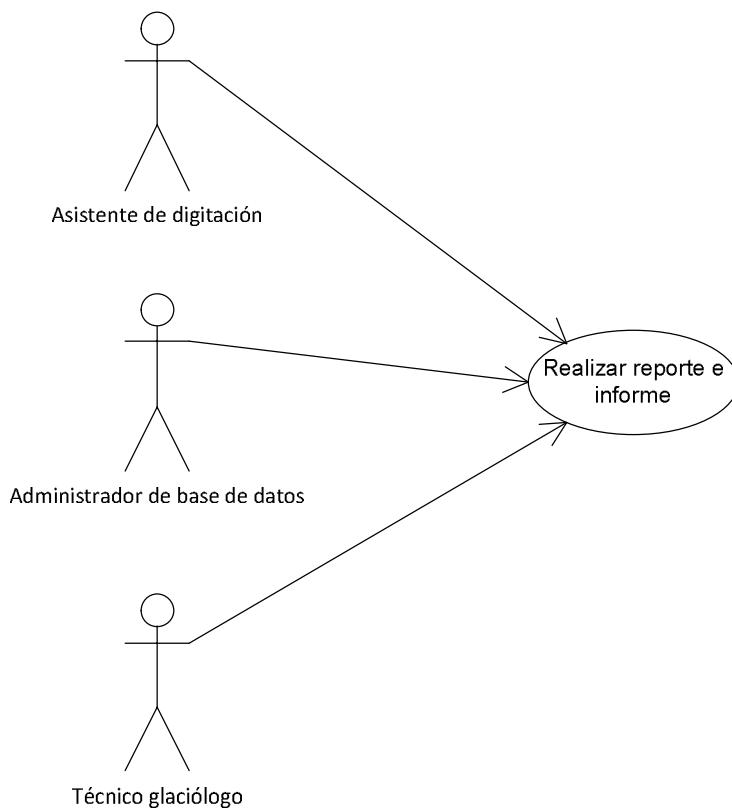


Figura V-16: Casos de uso - administración de reportes

5.1.3. Diagrama de actividades

5.1.3.1. Imprimir reporte

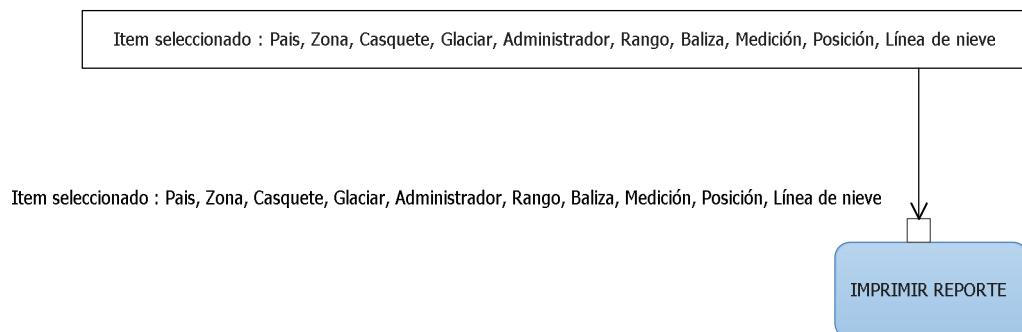


Figura V-17: Diagrama de actividades - imprimir reporte

5.1.3.2. Consultar línea de equilibrio

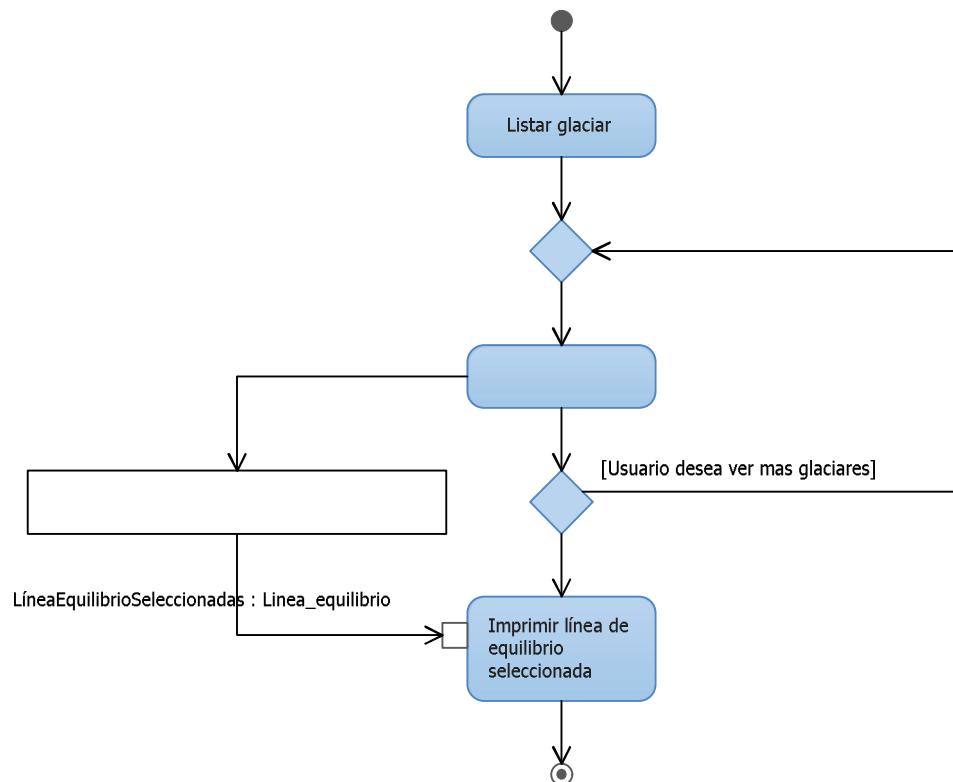


Figura V-18: Diagrama de actividades - consultar línea de equilibrio

5.1.3.3. Consultar baliza

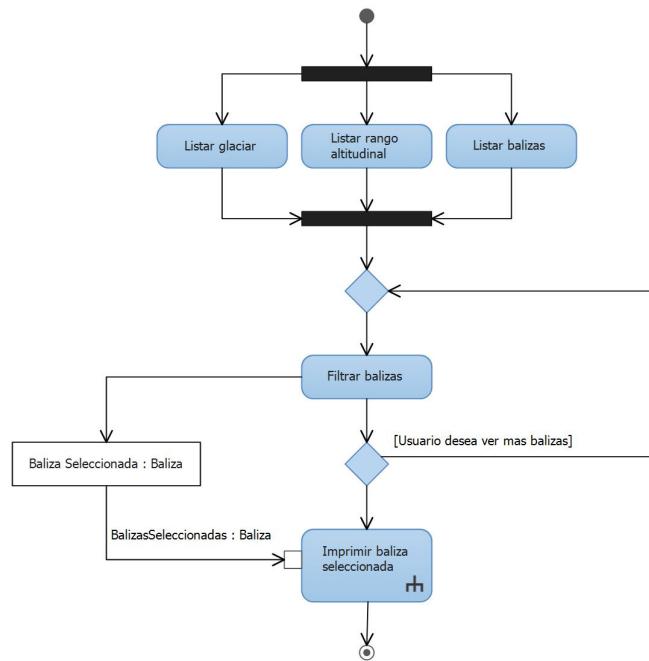


Figura V-19: Diagrama de actividades - consultar baliza

5.1.3.4. Consultar posición

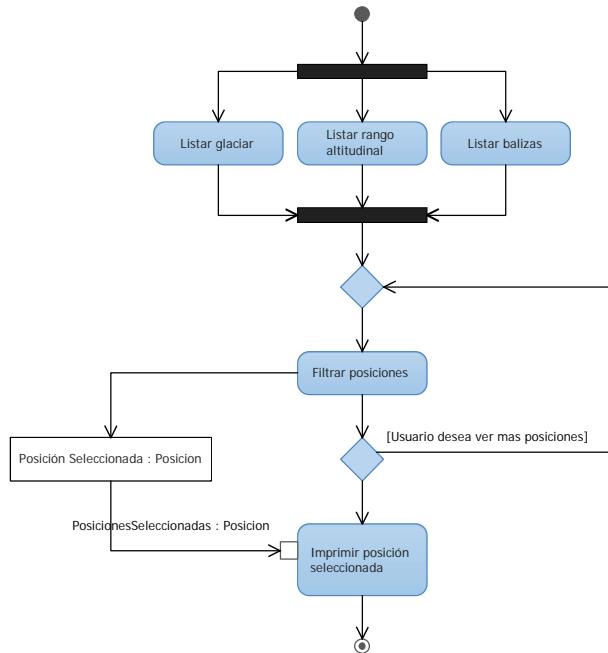


Figura V-20: Diagrama de actividades - consultar posición

5.1.3.5. Consultar medición

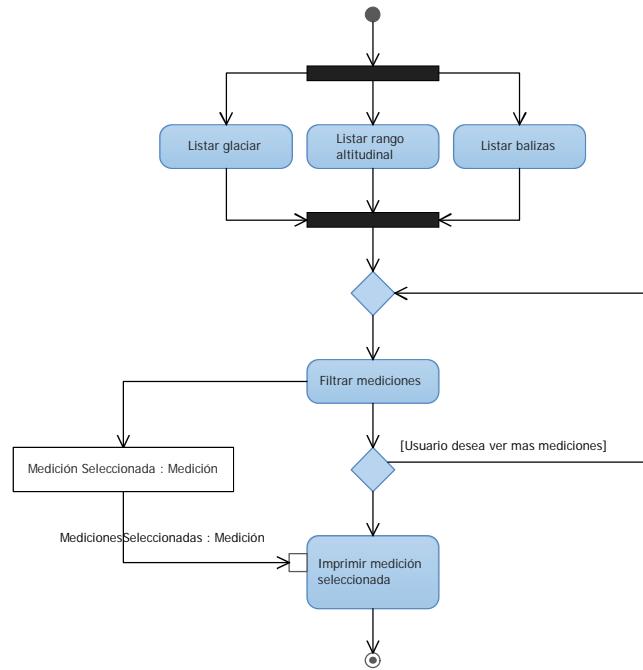


Figura V-21: Diagrama de actividades - consultar medición

5.1.3.6. Consultar informe

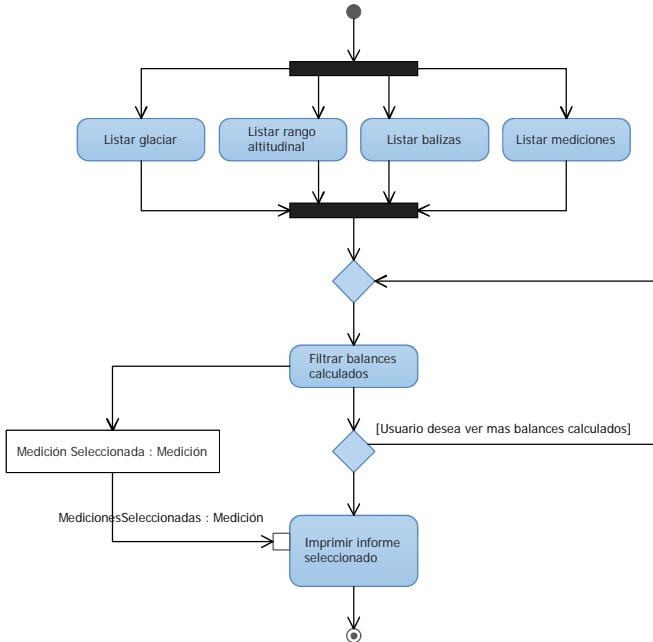


Figura V-22: Diagrama de actividades - consultar informe

5.1.3.7. Validar medición

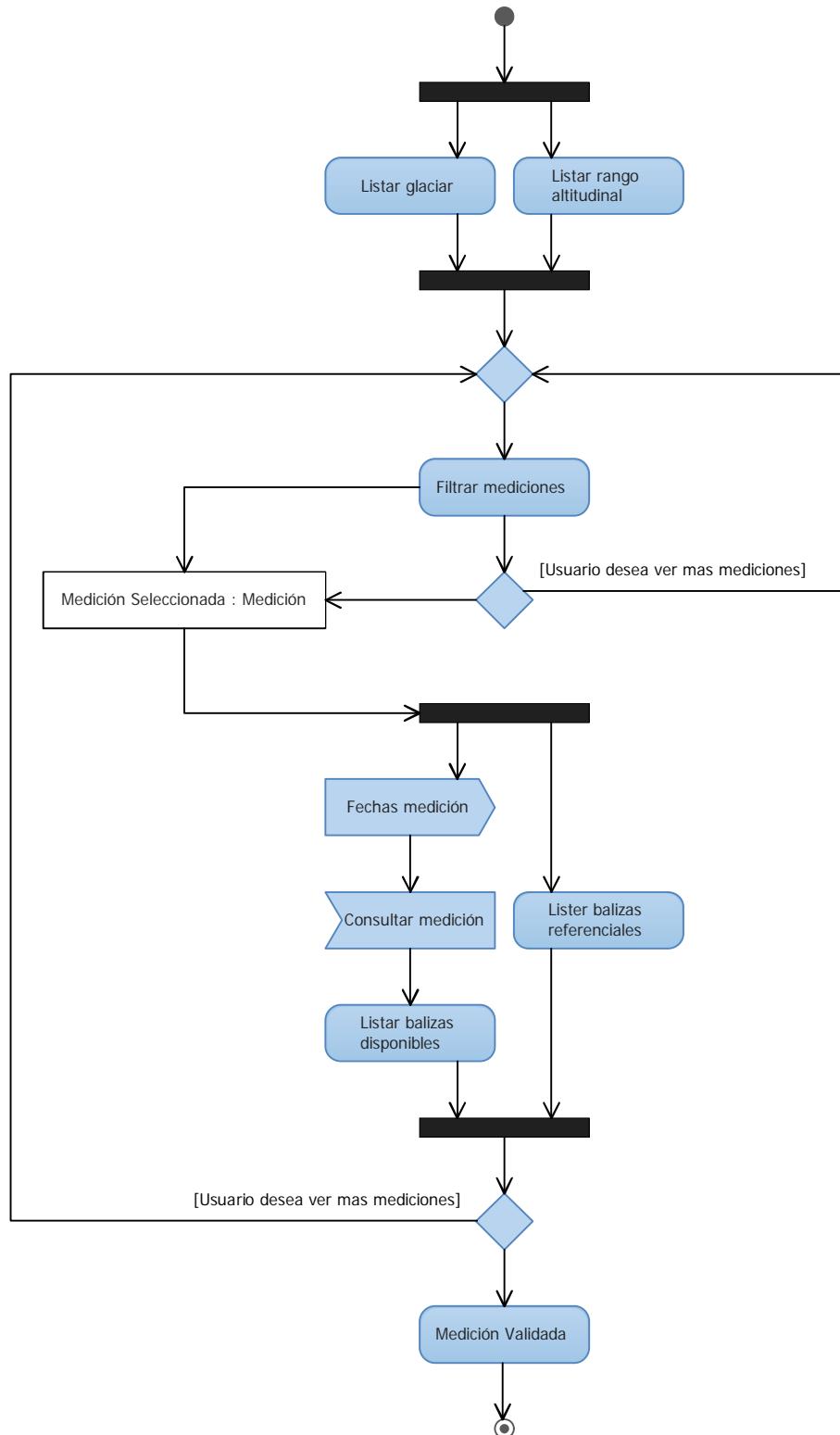


Figura V-23: Diagrama de actividades - validar medición

5.1.3.8. Importar datos

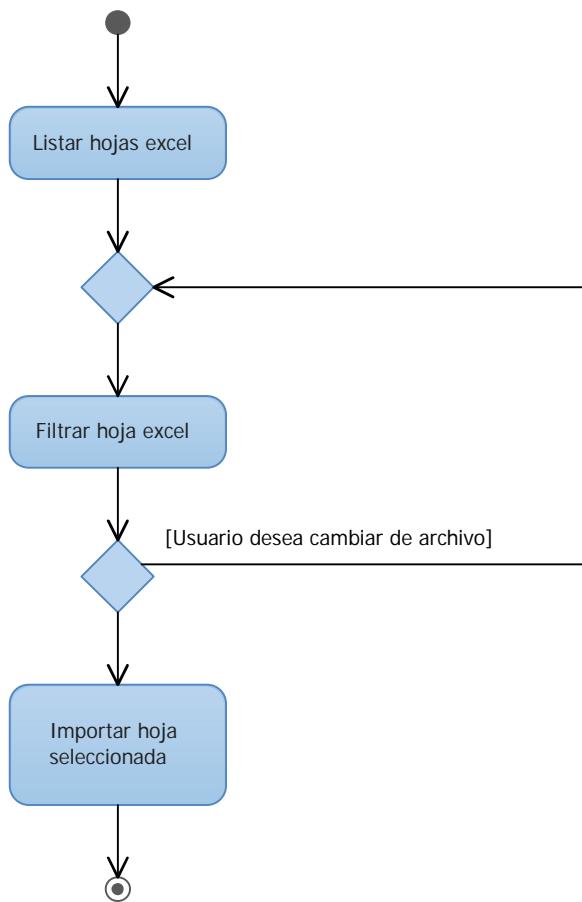


Figura V-24: Diagrama de actividades - importar datos

5.2. MODELO DE BASE DE DATOS

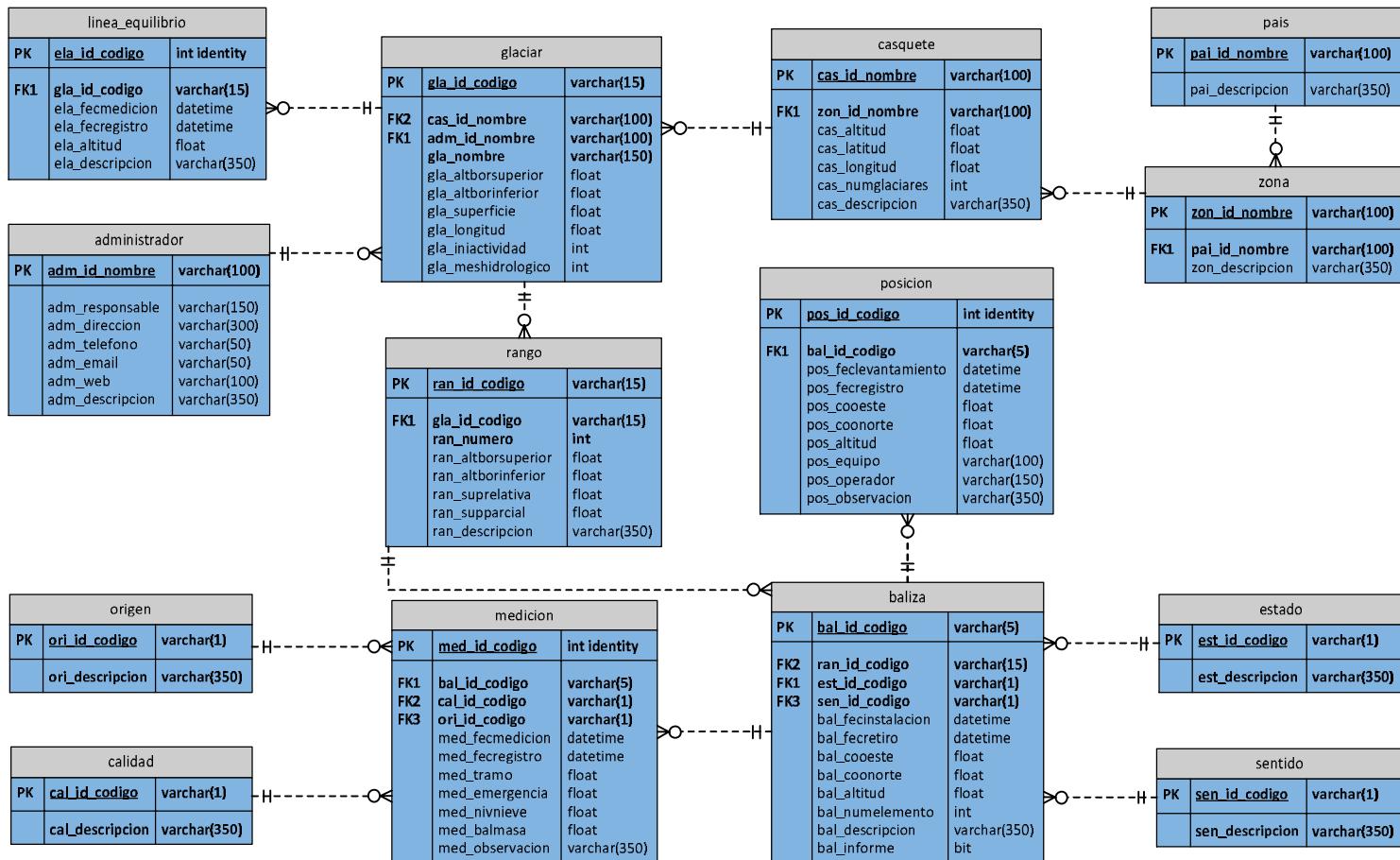


Figura V-25: Modelo de base de datos

5.3. DIAGRAMAS DE ESTRUCTURA

5.3.1. Diagrama de componentes

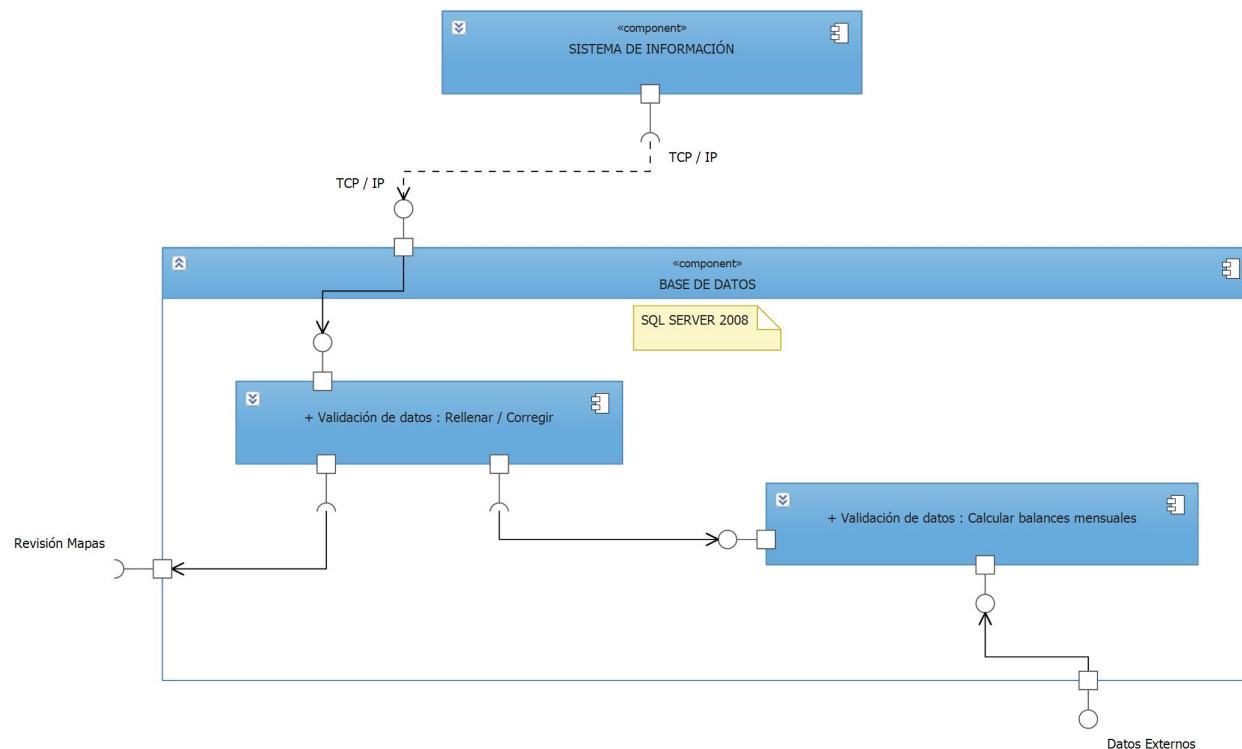


Figura V-26: Diagrama de componentes

5.3.2. Diagrama de clases

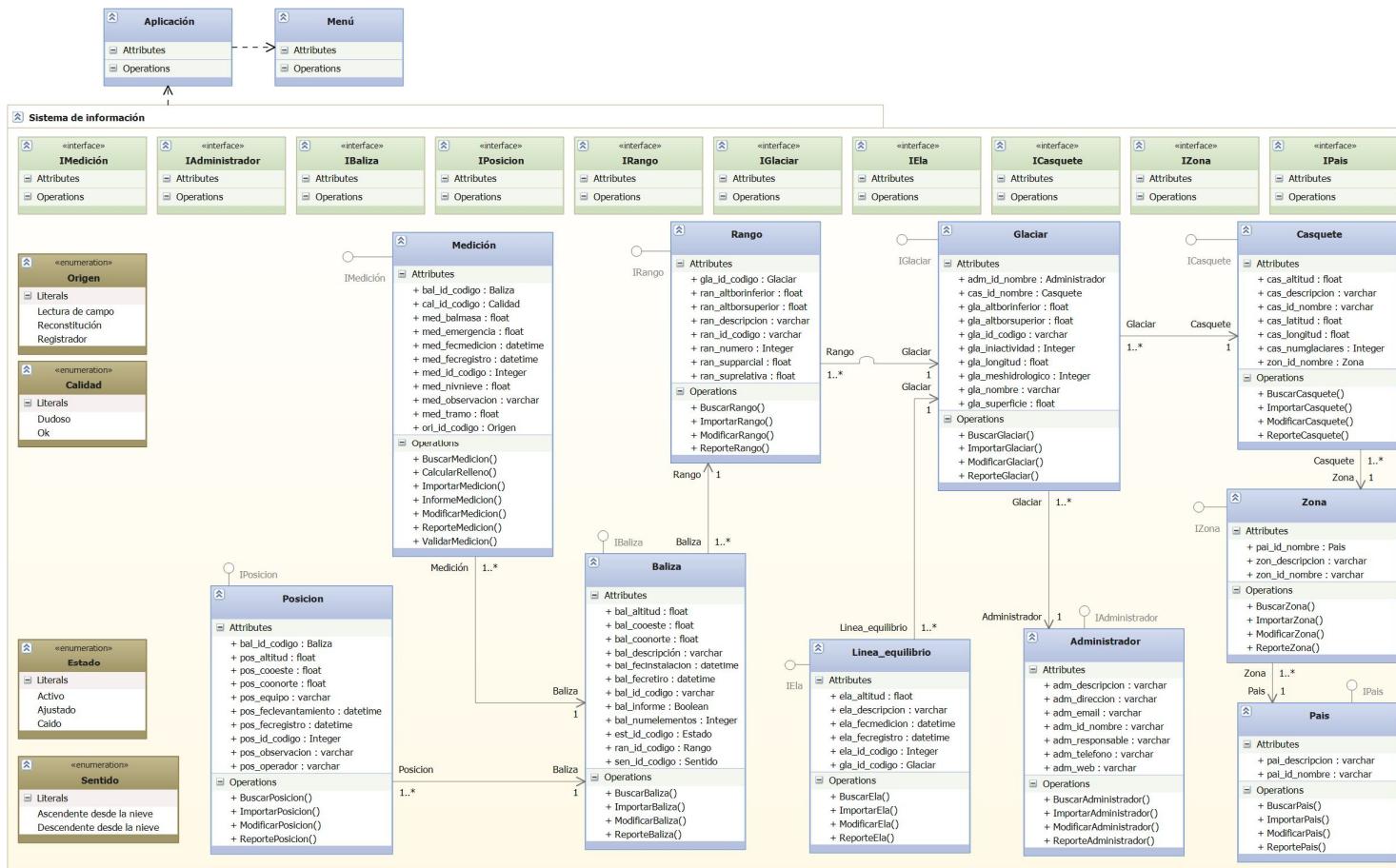


Figura V-27: Diagrama de clases

5.3.3. Diagrama de objetos

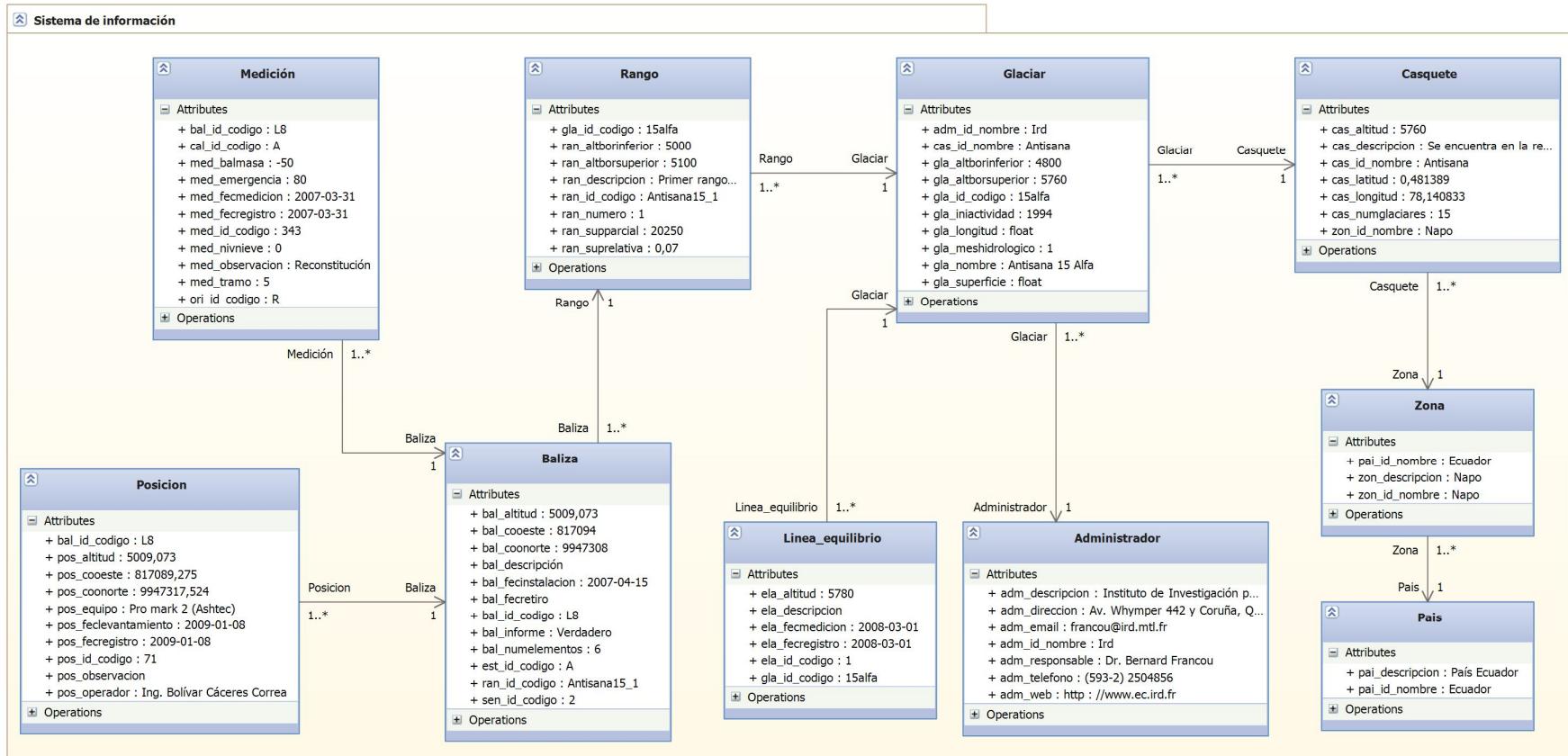


Figura V-28: Diagrama de objetos

5.3.4. Diagrama de dependencia

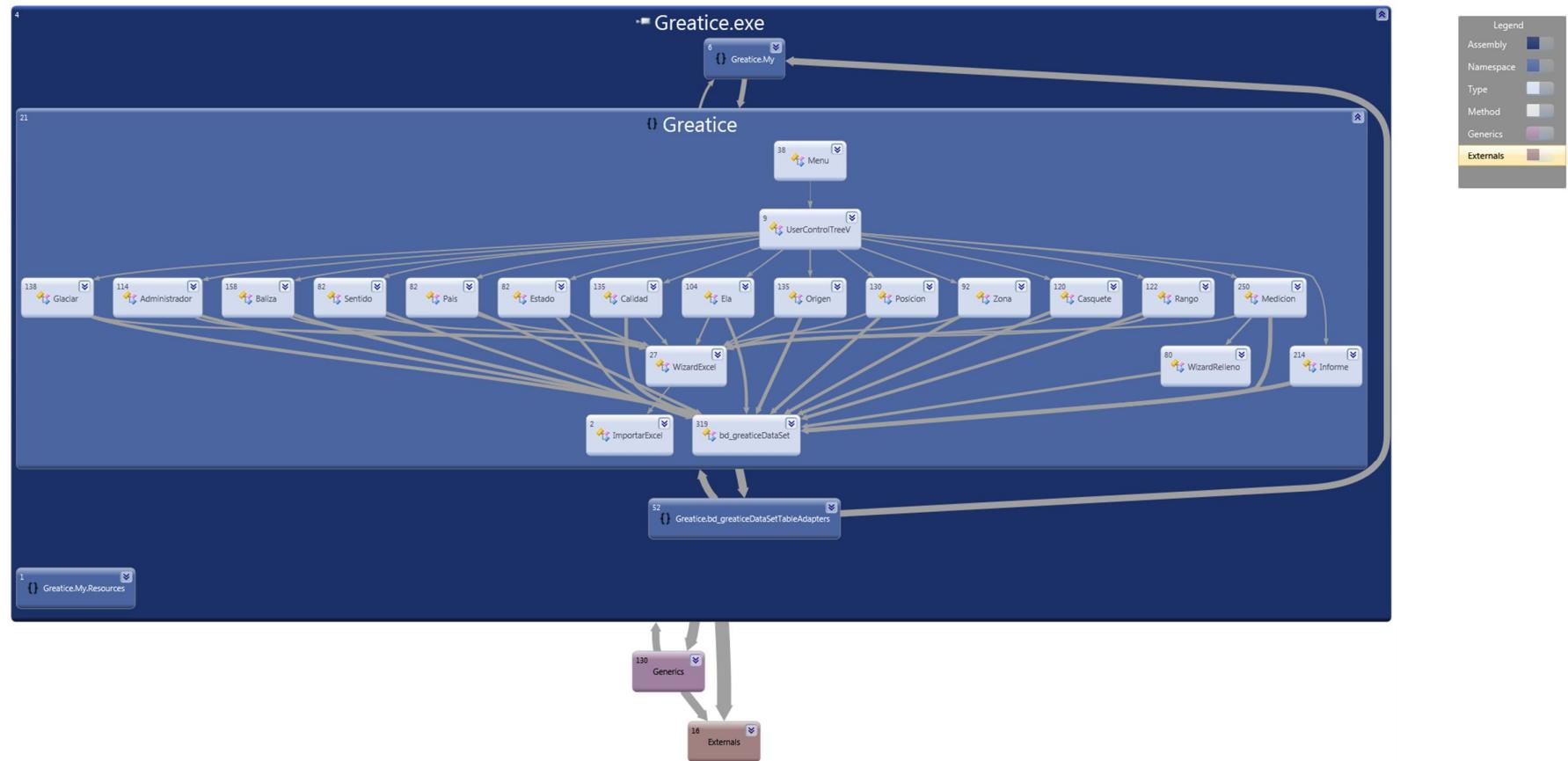


Figura V-29: Diagrama de dependencia

5.3.5. Diagrama de despliegue

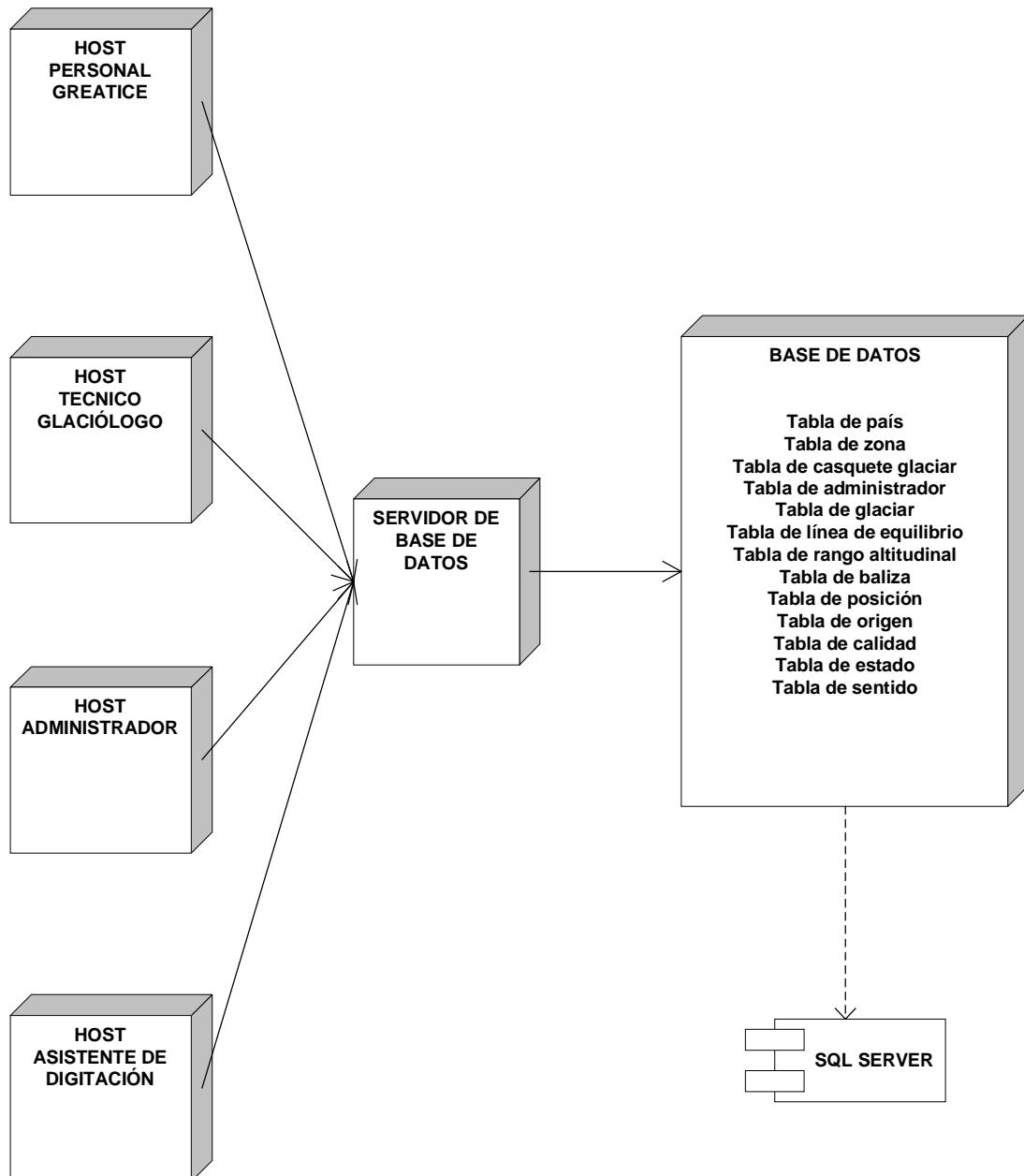


Figura V-30: Diagrama de despliegue

5.4. DIAGRAMAS DE ITERACIÓN

5.4.1. Diagramas de secuencia

5.4.1.1. Administración de país

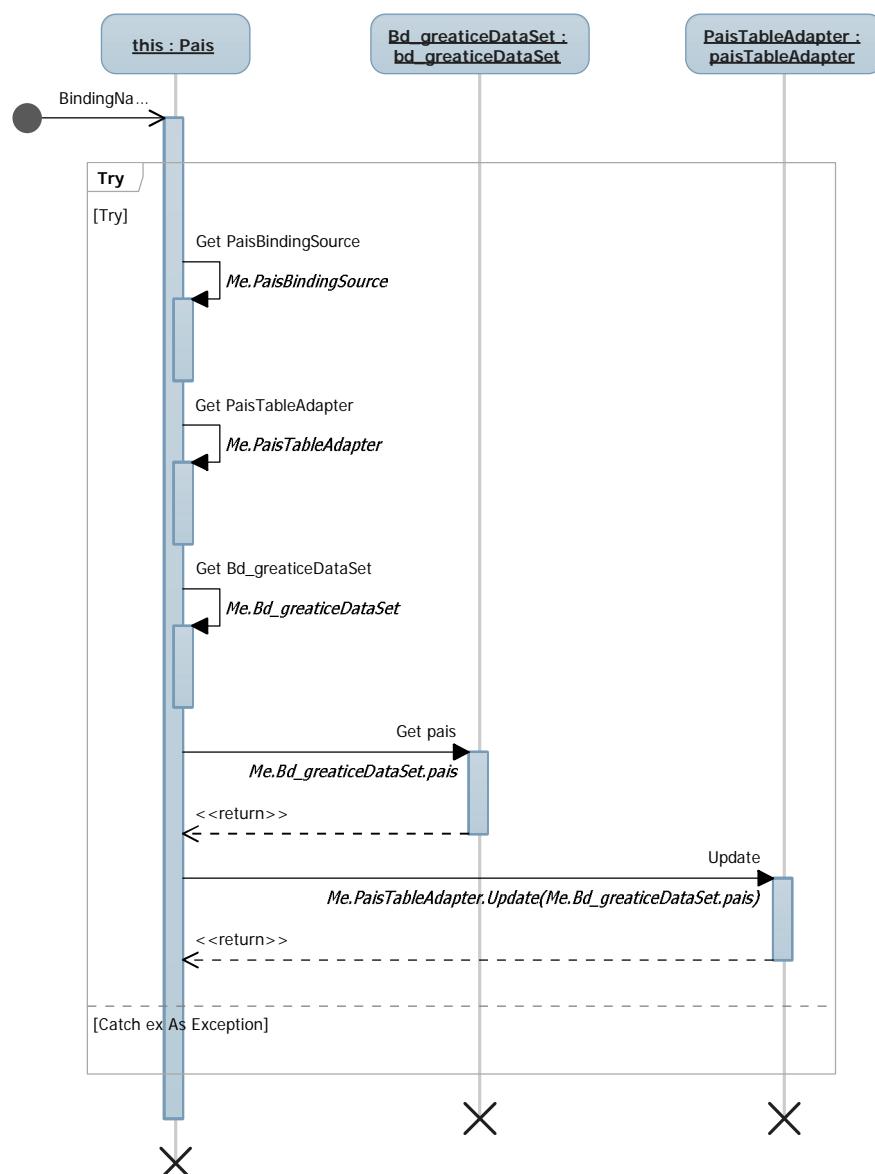


Figura V-31: Diagrama de secuencia - registrar país

5.4.1.2. Administración de zona

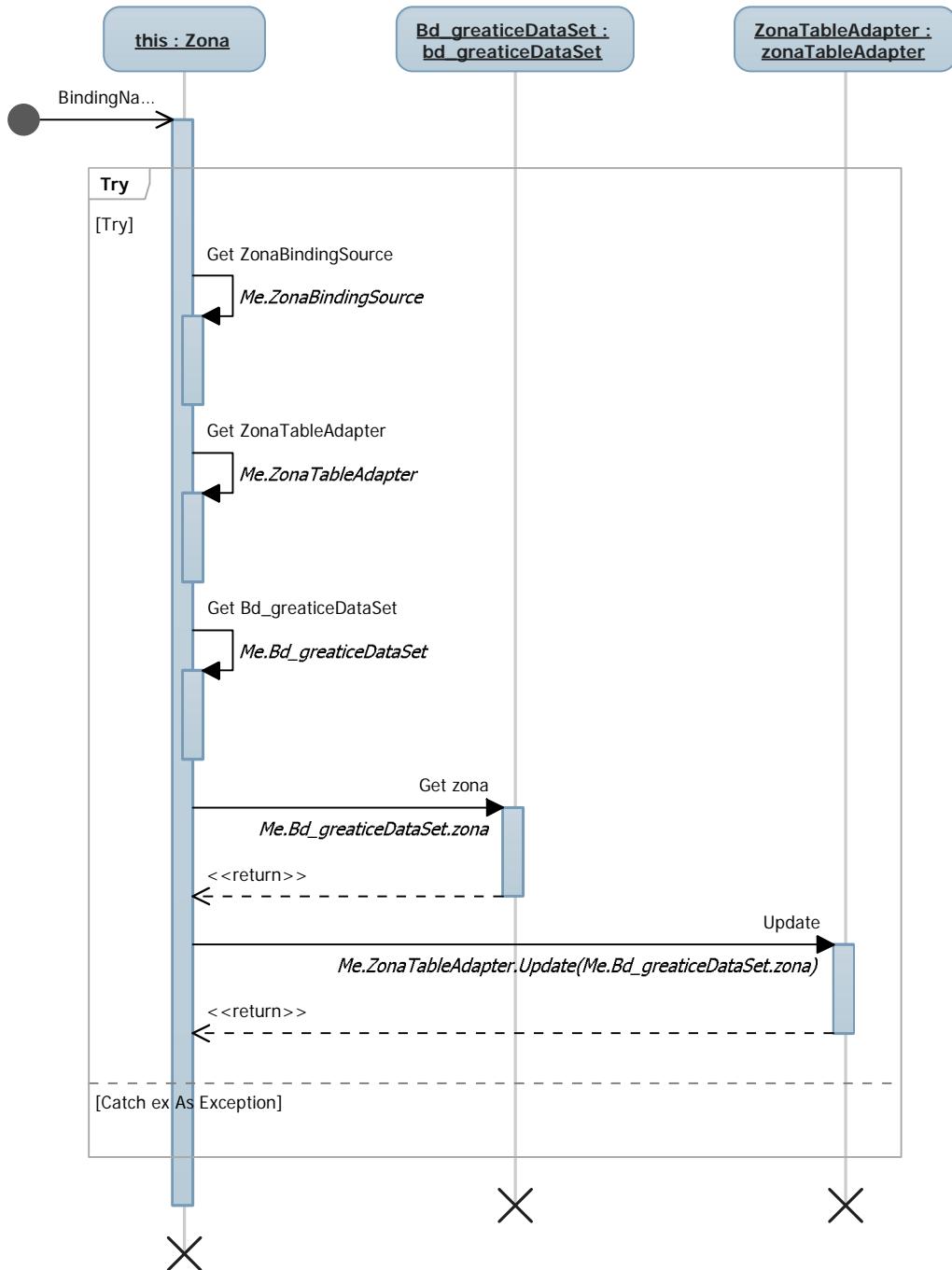


Figura V-32: Diagrama de secuencia - registrar zona

5.4.1.3. Administración de casquete glaciar

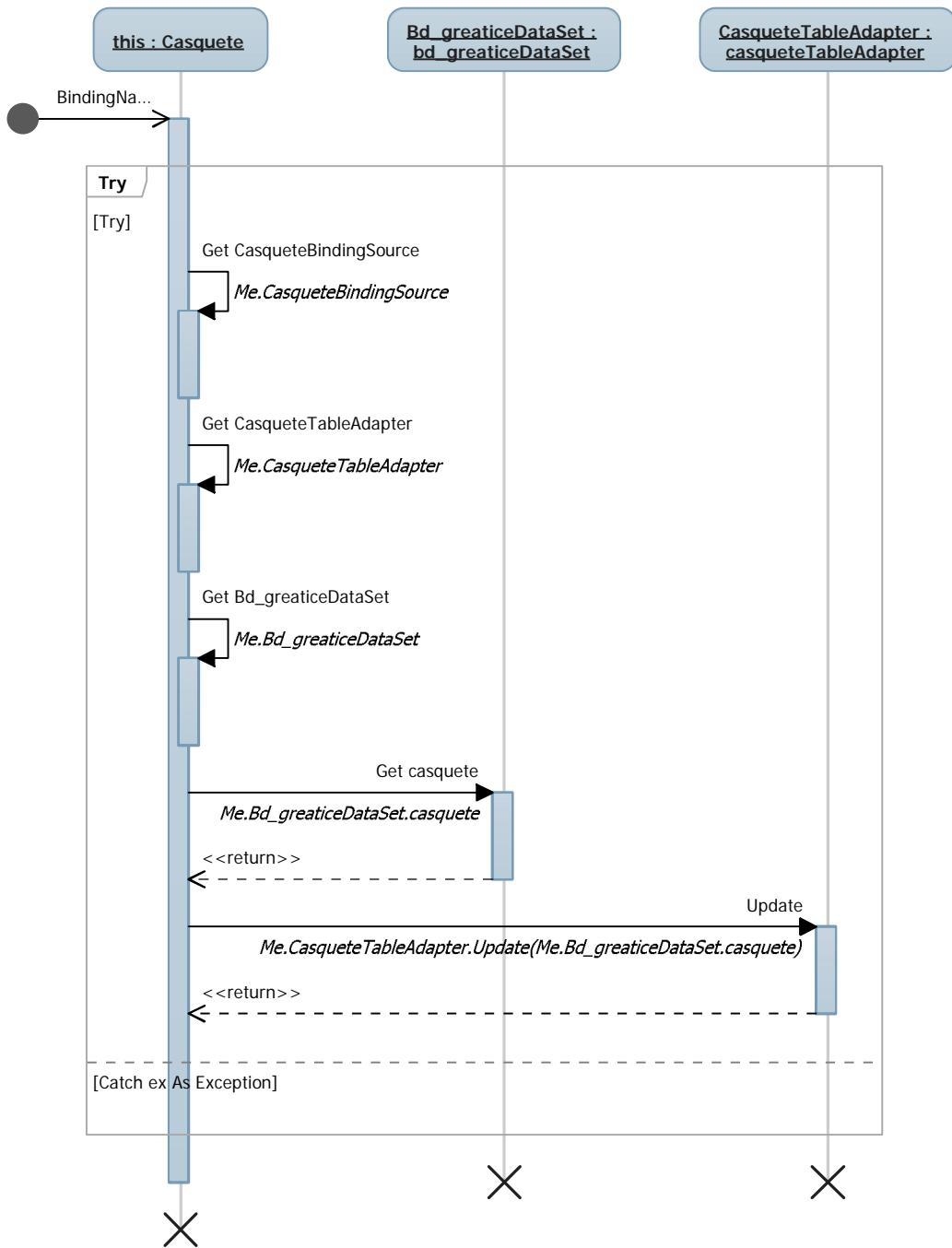


Figura V-33: Diagrama de secuencia - registrar casquete glaciar

5.4.1.4. Administración de glaciar

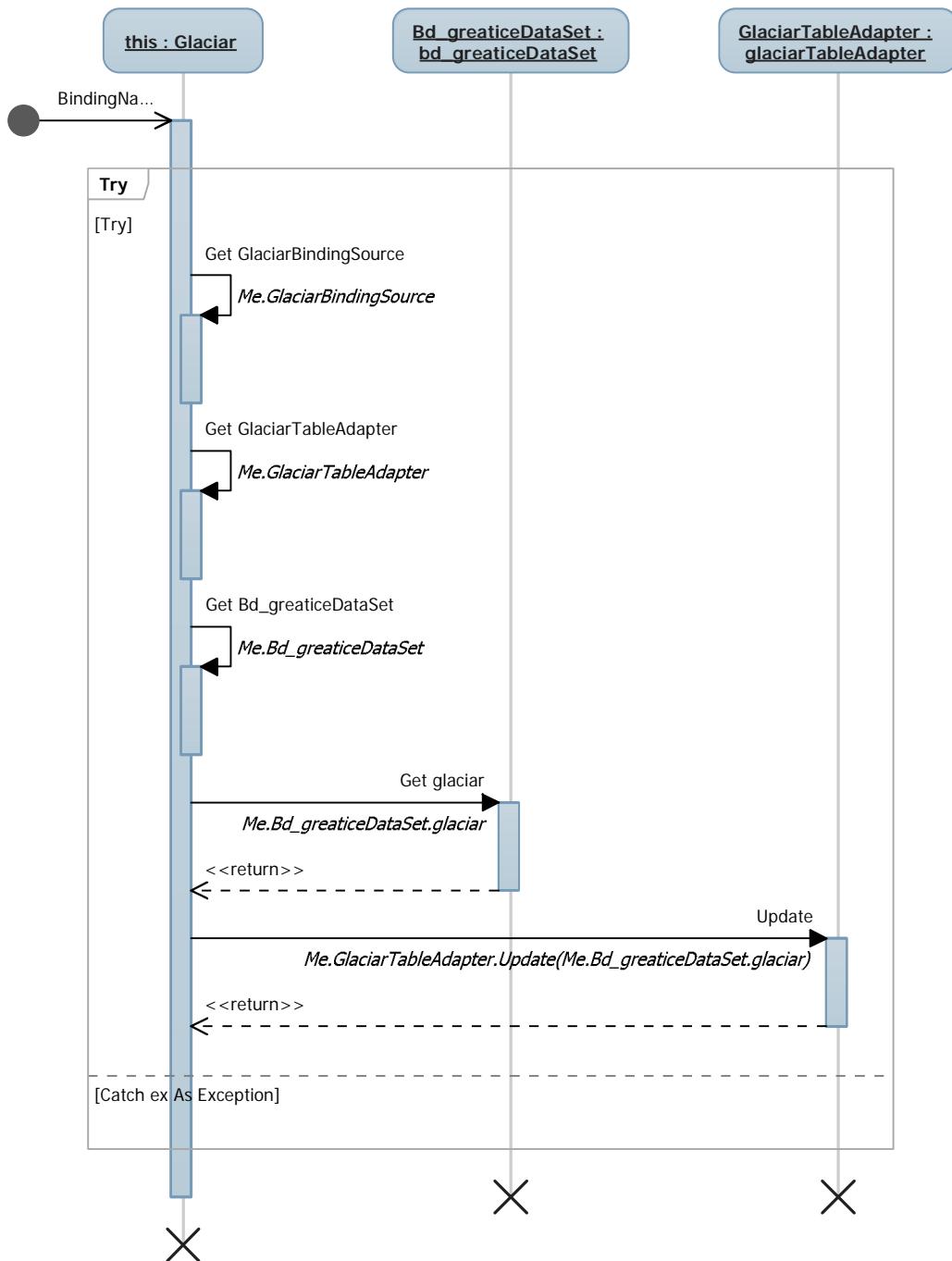


Figura V-34: Diagrama de secuencia - registrar glaciar

5.4.1.5. Administración de rango altitudinal

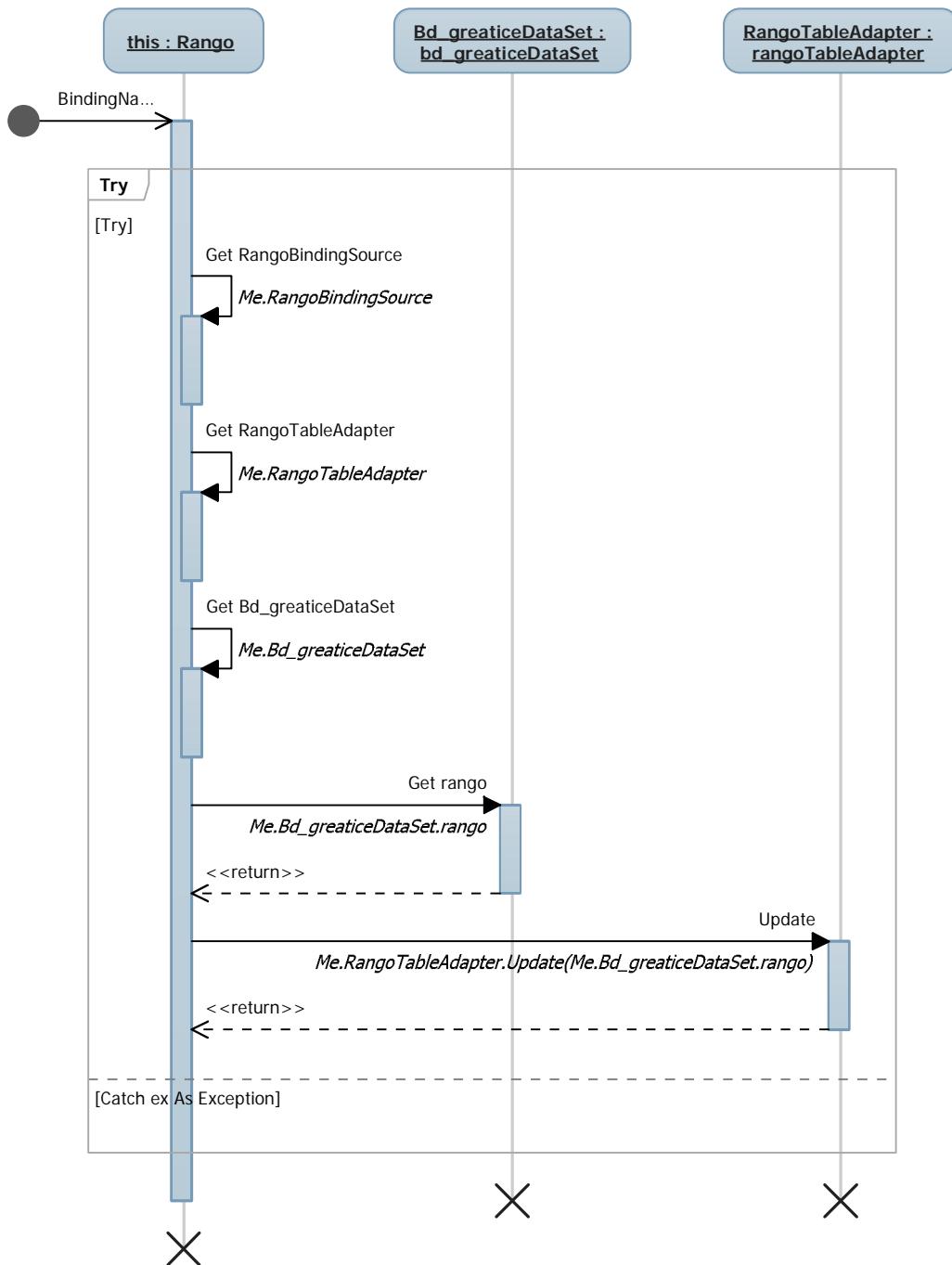


Figura V-35: Diagrama de secuencia - registrar rango altitudinal

5.4.1.6. Administración de administradores

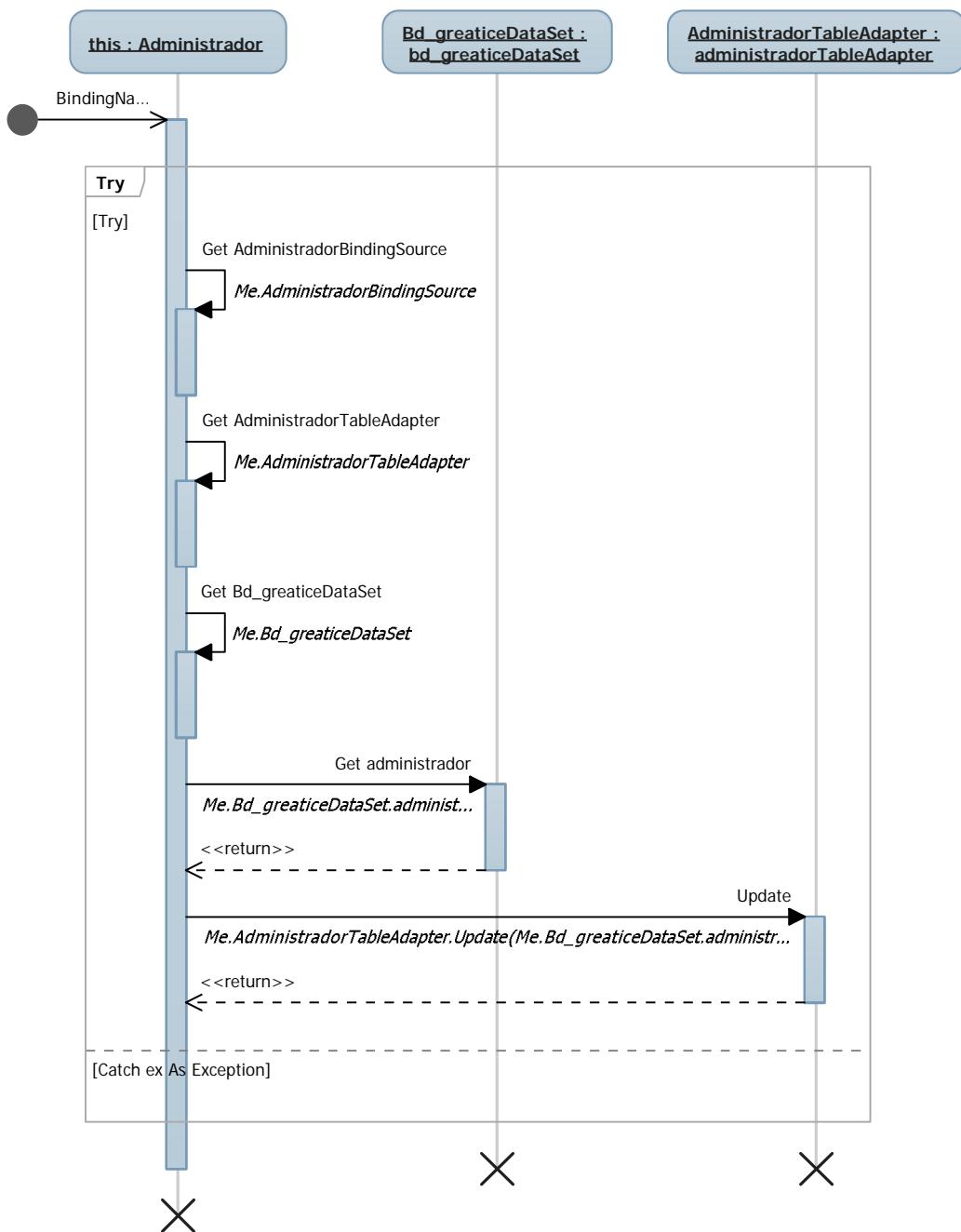


Figura V-36: Diagrama de secuencia - registrar administrador

5.4.1.7. Administración de línea de equilibrio

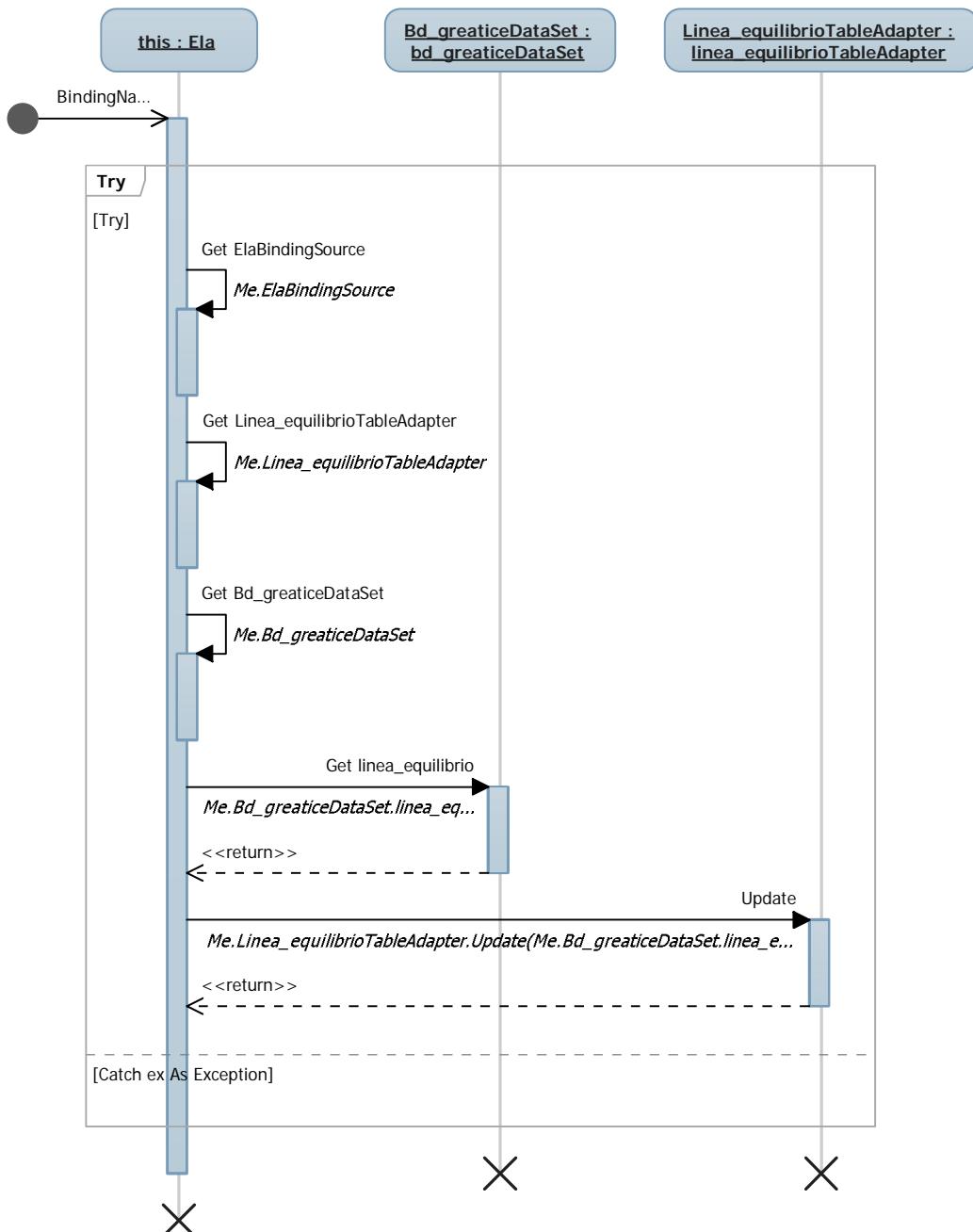


Figura V-37: Diagrama de secuencia - registrar línea de equilibrio

5.4.1.8. Administración de baliza

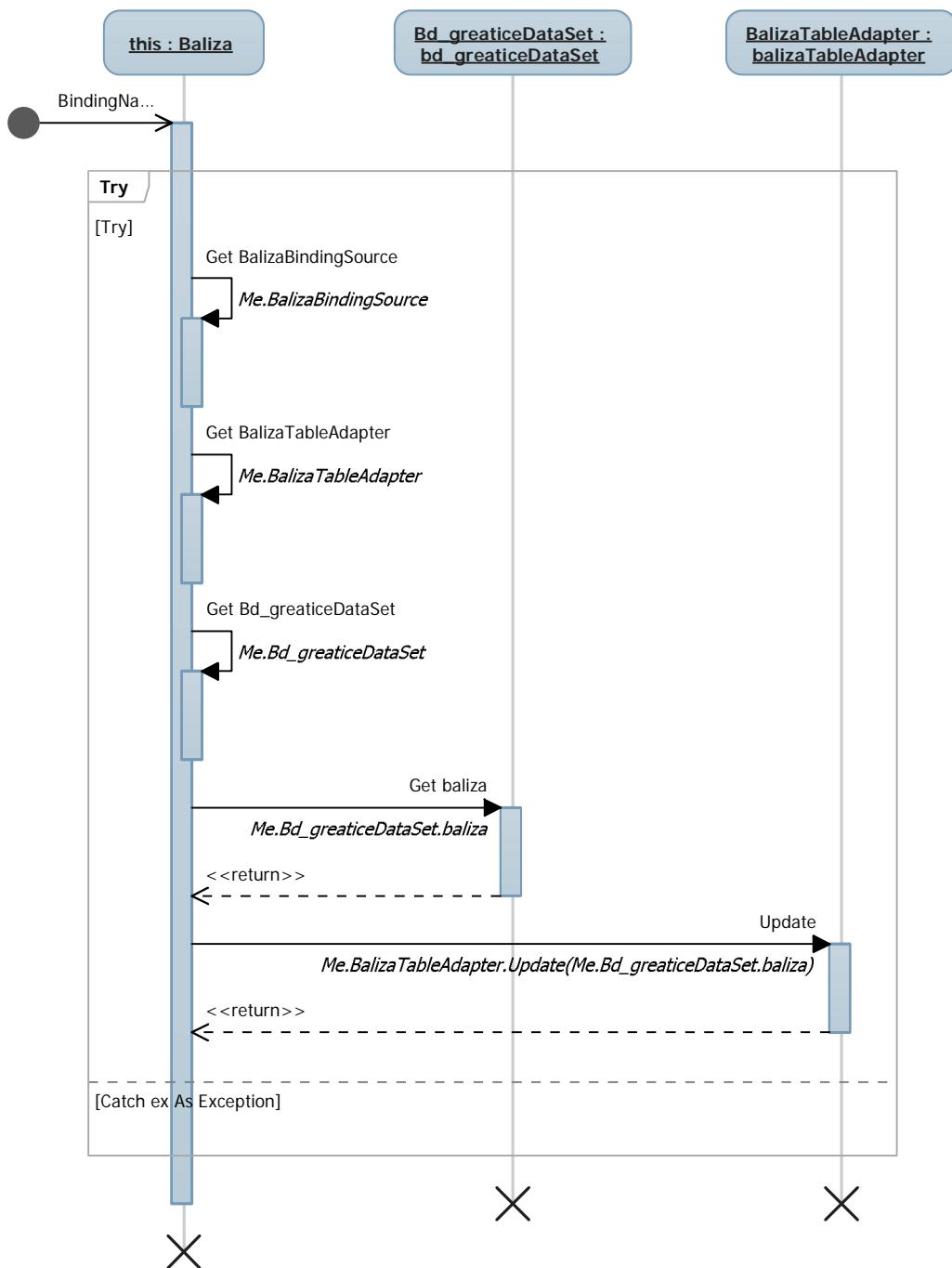


Figura V-38: Diagrama de secuencia - registrar baliza

5.4.1.9. Administración de posición

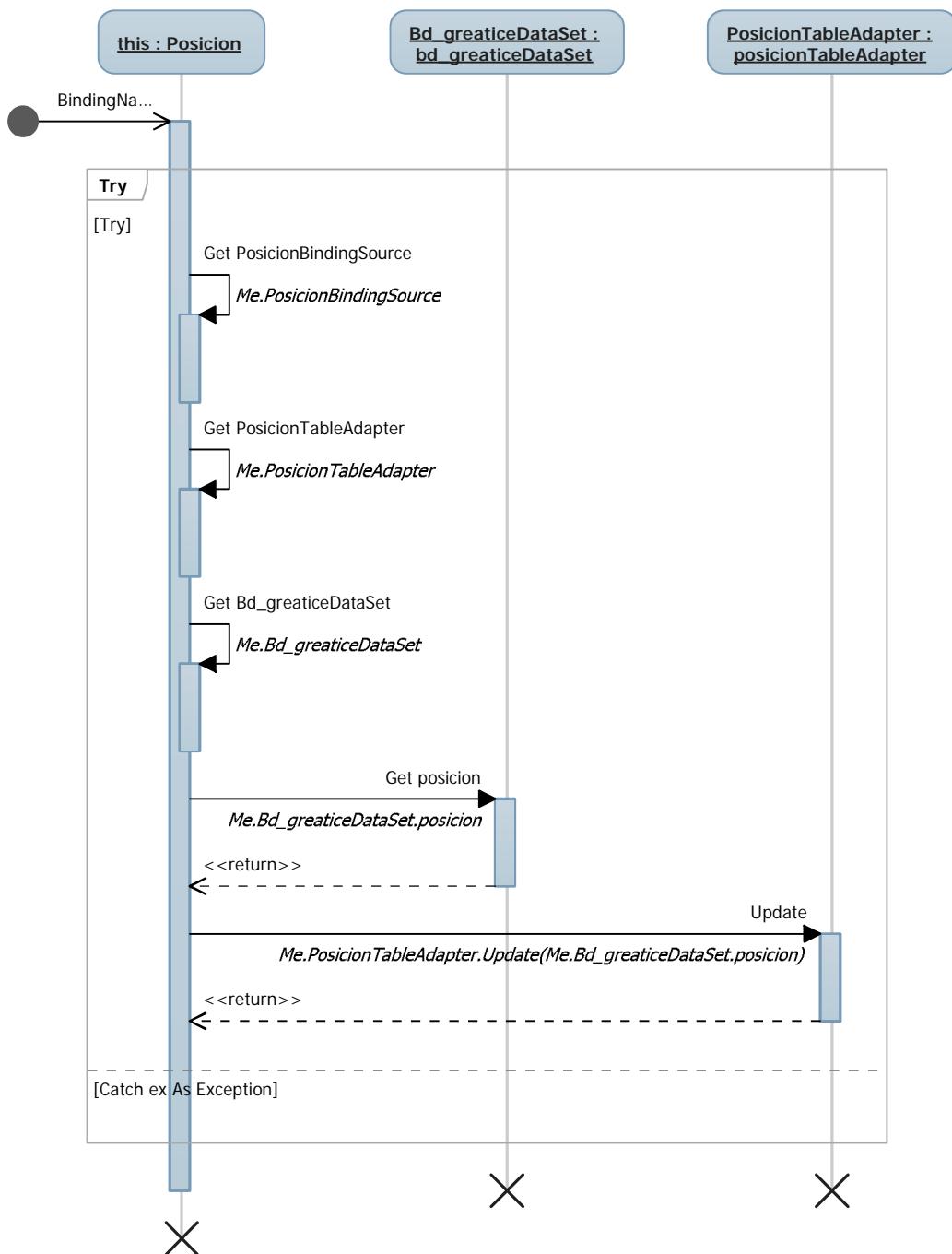


Figura V-39: Diagrama de secuencia - registrar posición

5.4.1.10. Administración de medición

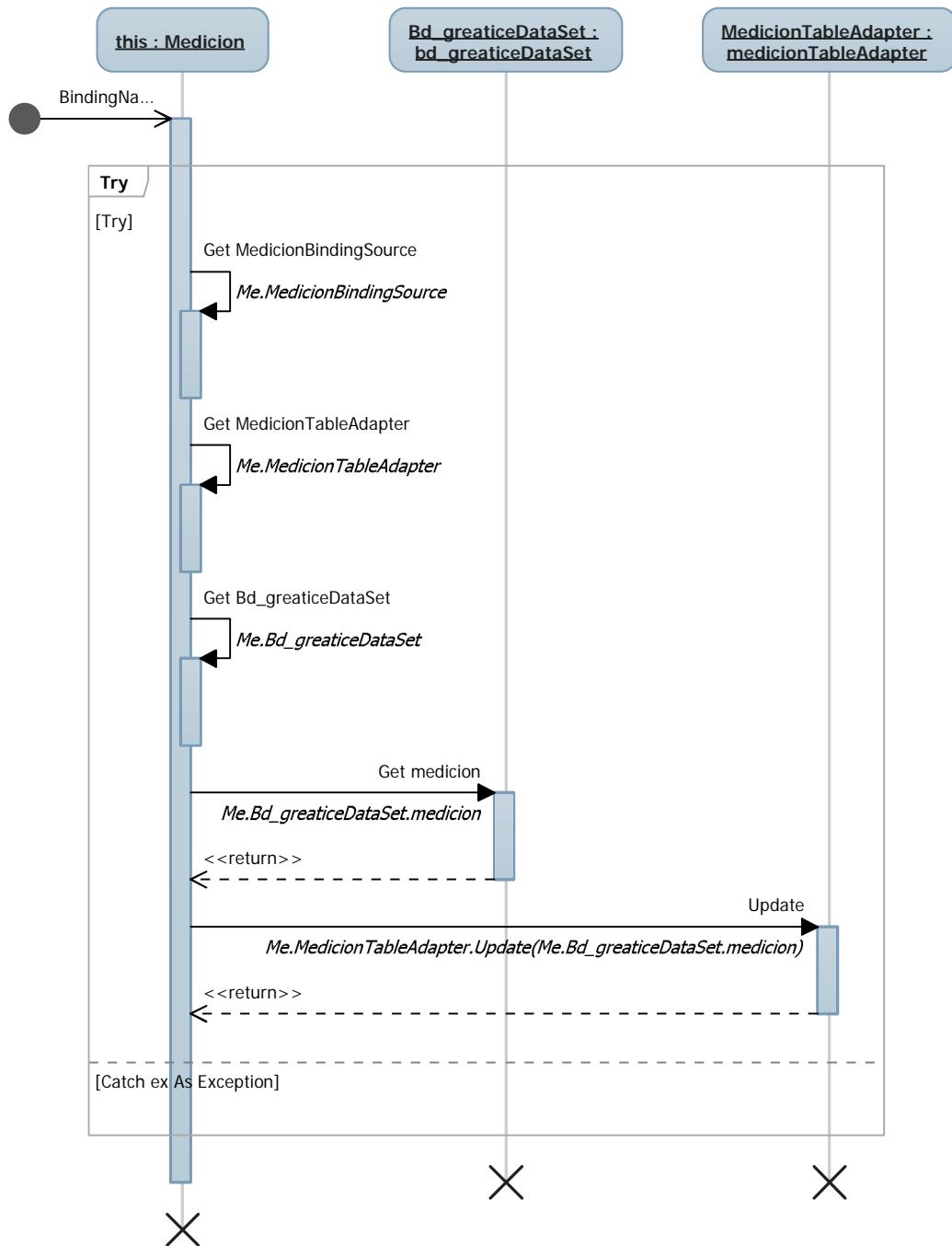


Figura V-40: Diagrama de secuencia - registrar medición

5.4.1.11. Administración de consultas

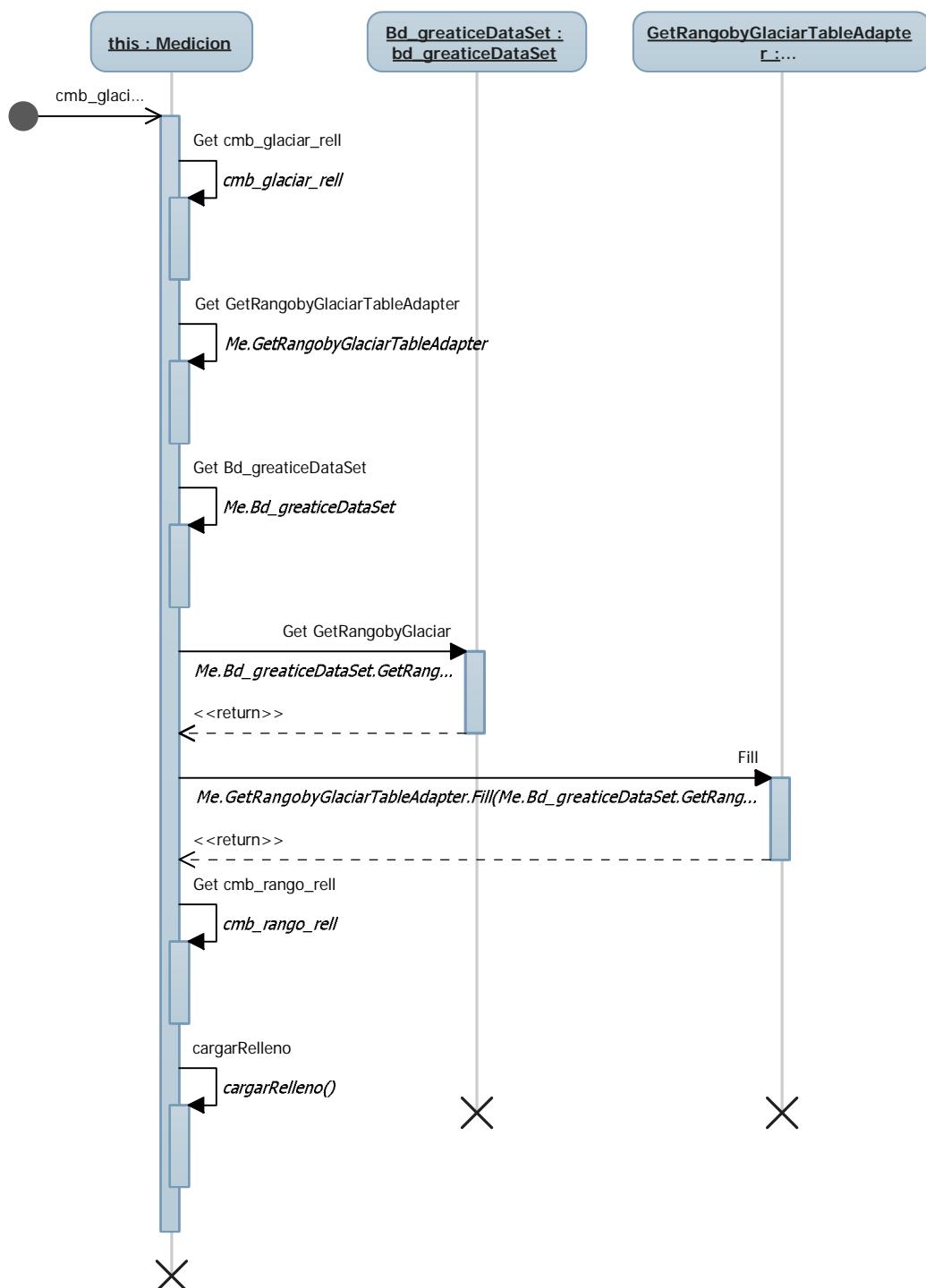


Figura V-41: Diagrama de secuencia - registrar consulta

5.4.1.12. Administración de reportes

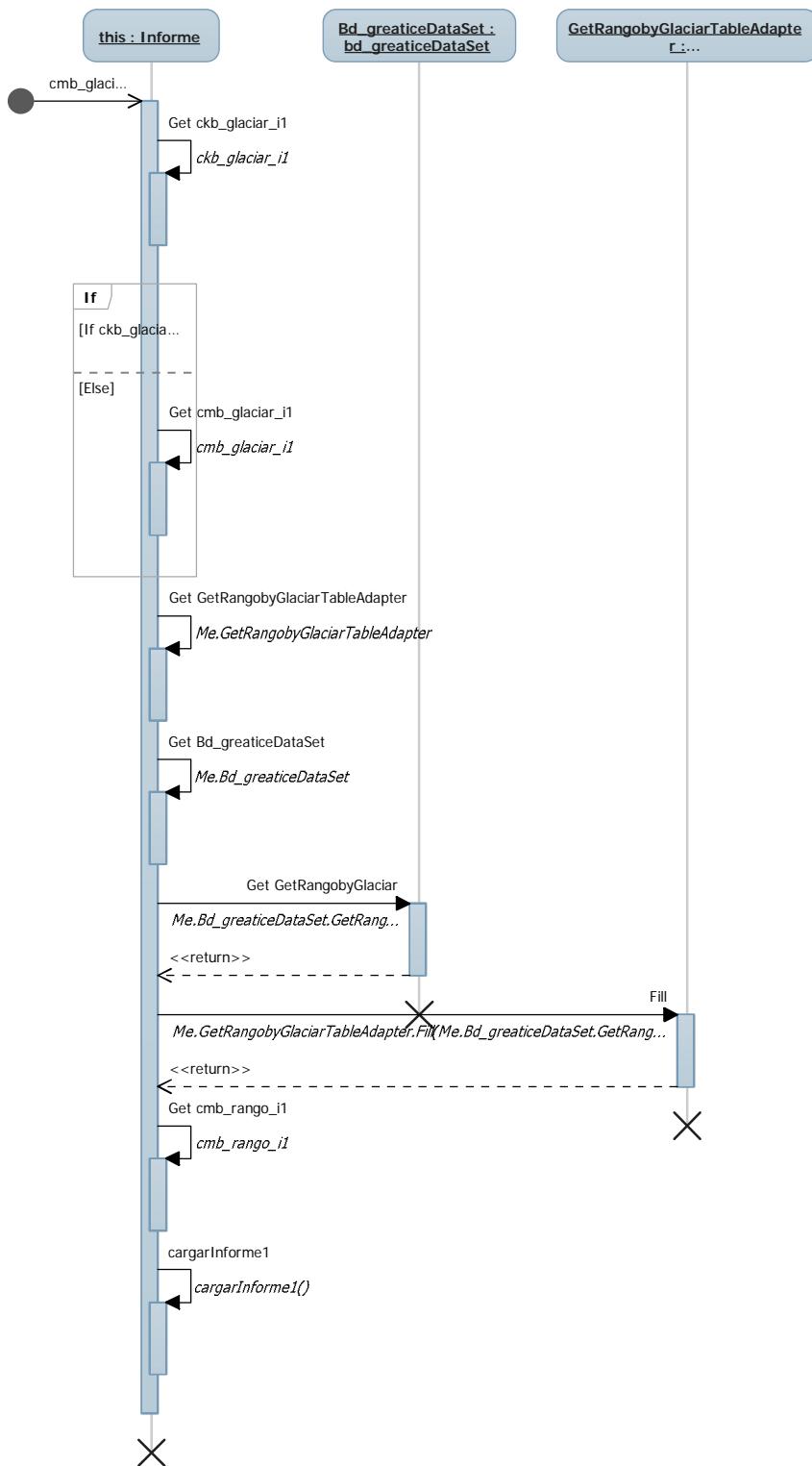


Figura V-42: Diagrama de secuencia - registrar reporte

5.4.1.13. Validar datos glaciológicos

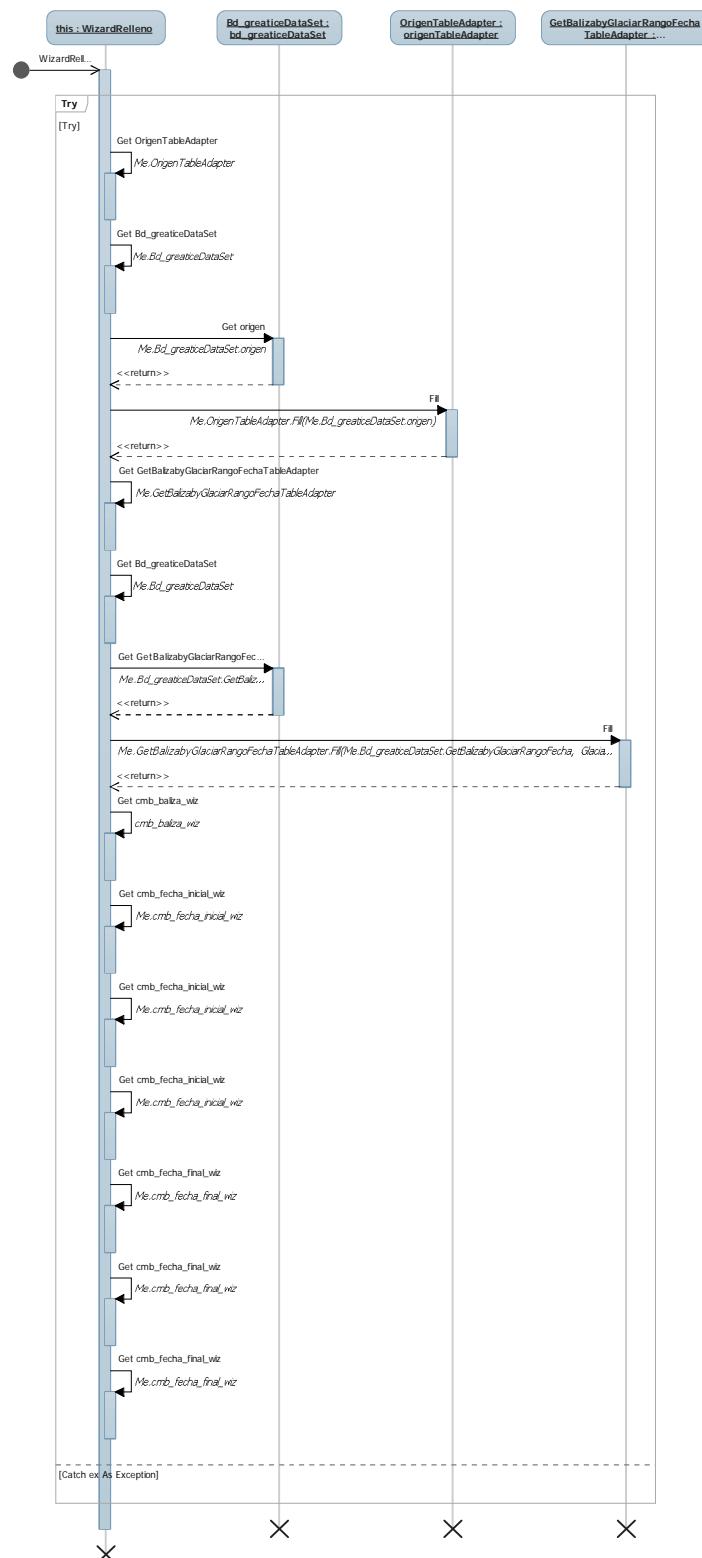


Figura V-43: Diagrama de secuencia - registrar relleno de balance de masa

5.4.1.14. Importar datos glaciológicos

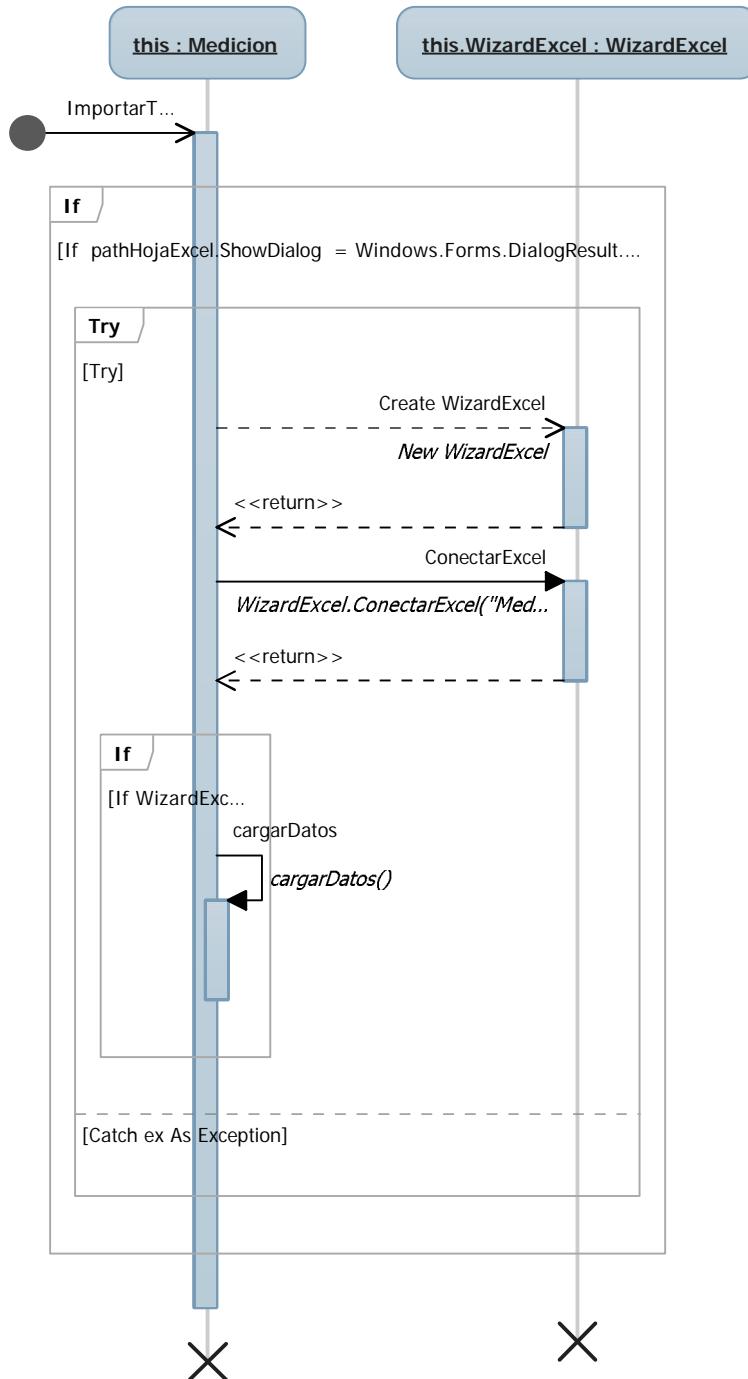


Figura V-44: Diagrama de secuencia - administrar importación

5.4.1.15. Buscar datos glaciológicos

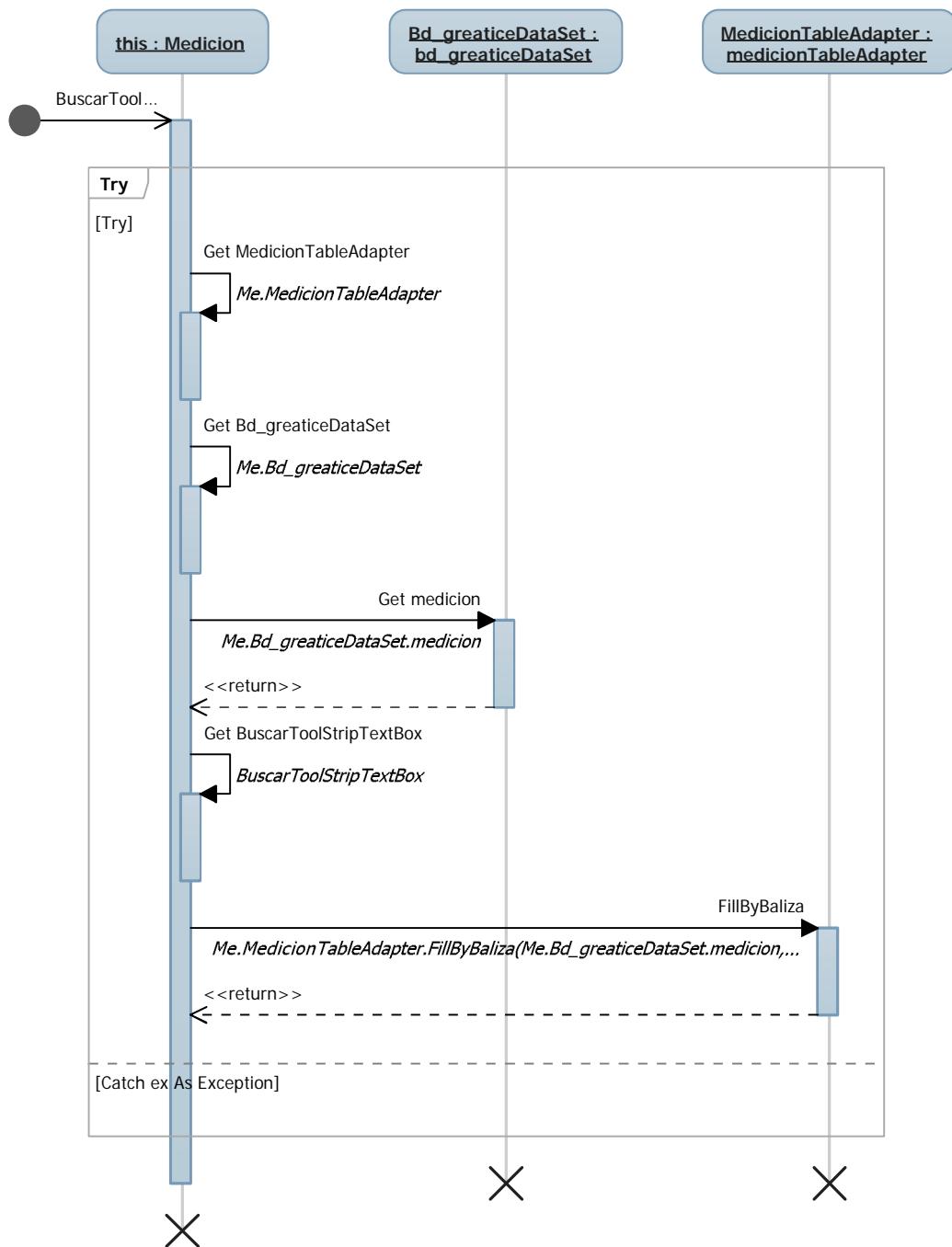


Figura V-45: Diagrama de secuencia - administrar búsqueda

CAPÍTULO VI

ANÁLISIS Y CONSTRUCCIÓN

6.1. ANÁLISIS DE REQUISITOS ESPECÍFICOS

Se usará la norma IEEE 830 1998 para recoger la especificación de requisitos para el análisis, diseño e implementación de un sistema de información especializado para computarizar la administración, procesamiento y corrección datos glaciológicos de balizas y balances de masa en el Glaciar 15a y Glaciar Crespos en el nevado Antisana para el programa GREAT ICE, con la finalidad de satisfacer los requerimientos del sistema de información mediante entrevistas y el estudio de los problemas de las unidades afectadas y sus necesidades actuales, enfocado en establecer el mejor diseño que se ajuste a los requerimientos obtenidos de los técnicos.

6.1.1. Norma IEEE 830 – 1998

La Norma IEEE 830 -1999 (Institute of Electrical and Electronics Engineers), fue desarrollado con el fin de obtener un documento completo y sin ambigüedades que ayude a la integración de los requerimientos del sistema desde la perspectiva del usuario o cliente como del desarrollador.

La norma está orientada fundamentalmente a la especificación de requisitos para software cuyo desarrollo se va a contratar, pero puede aplicarse también como ayuda en la selección de productos de software comercial o desarrollado internamente en una organización. Esta norma describe la especificación de requisitos de software.

6.1.2. Beneficios de la Norma IEEE 830

- Servir como base para el acuerdo entre cliente y proveedor sobre lo que el software ha de hacer.
- Reducir el esfuerzo de desarrollo.
- Proporcionar la base para la estimación de costes y plazos.
- Facilitar la transferencia de software, a nuevos usuarios o nuevas máquinas.
- Servir de base para ampliaciones o mejoras.

6.1.3. Requisitos específicos

6.1.3.1. Requerimientos funcionales

- El sistema de información permitirá almacenar y validar todos los datos glaciológicos obtenidos de un glaciar, balizas y balances de masa.
- El ingreso al sistema de información se lo realiza por medio del técnico glaciólogo, asistente de digitación, administrador de base de datos, personal del programa.
- El sistema de información debe permitirle al técnico glaciólogo ingresar los campos necesarios de país, zona, casquete glaciar, glaciar, rango altitudinal, baliza.
- El sistema de información deberá corroborar que la lista de balizas este cargada antes de ingresar las mediciones mensuales.
- El sistema de información debe almacenar las mediciones mensuales, posiciones de balizas, línea de equilibrio del glaciar una vez que estas estén confirmadas.

- El sistema de información deberá permitir imprimir los reportes de país, zona, casquete glaciar, glaciar, rango altitudinal, baliza, mediciones, posiciones, línea de equilibrio, código de estado, código de sentido, código de origen y código de calidad.
- El sistema de información deberá permitir imprimir consultas por, baliza, mediciones, posiciones, línea de equilibrio, código de estado, código de sentido, código de origen y código de calidad.
- El sistema de información permitirá que el técnico glaciólogo pueda escoger que balizas son filtradas para realizar el informe anual.
- El sistema de información calcula el balance mensual de masa de una baliza tomando en cuenta las mediciones del mes actual y el mes anterior.
- El sistema de información permitirá que el técnico glaciólogo realice la validación de mediciones del balance de masa.
- El sistema de información podrá llenar uno o varios meses de mediciones de balances de masa, relacionando con las mediciones de las balizas vecinas o las definidas por el técnico glaciólogo.
- El sistema de información permitirá importar, validar datos e información de país, zona, casquete glaciar, glaciar, rango altitudinal, baliza, mediciones, posiciones, línea de equilibrio, código de estado, código de sentido, código de origen y código de calidad.
- El sistema de información permitirá emitir cuadros y gráficos para la elaboración del informe anual de balances por rango altitudinal, balance ponderado, capa de nieve, evolución del balance de masa, balance neto específico, perfiles altitudinales.

6.1.3.2. Requerimientos no funcionales

- El sistema de información será compatible con las versiones iguales o superiores a Microsoft Windows Xp.
- El sistema de información tiene dependencia con Microsoft .Net Framework versión 3 o superior.
- El sistema de información estará disponible para el programa GREAT ICE desde la culminación del mismo.
- El sistema de información tendrá a disposibilidad de sus usuarios un manual explicativo de las funciones y beneficios del mismo.
- El sistema de información se conecta con el módulo de mediciones, enviando el glaciar, rango altitudinal, balizas y fecha de medición correspondientes.
- El sistema de información se conecta con el módulo de posiciones, enviando el glaciar, rango altitudinal, balizas y fecha de levantamiento correspondientes.
- El sistema de información se conecta con el módulo de línea de equilibrio, enviando el glaciar y fecha de medición correspondientes.
- Cada baliza tiene un código único de identificación en el sistema de información.
- Para que una baliza tenga valores de mediciones deberá ser ingresada previamente en el sistema de información.
- Para que una baliza tenga valores de posiciones deberá ser ingresada previamente en el sistema de información.
- Para que un glaciar tenga valores de línea de equilibrio deberá ser ingresado previamente en el sistema de información.

6.1.3.3. Limitaciones del diseño

- El acceso al sistema de información será efectuado por el técnico glaciólogo, asistente de digitación, administrador de base de datos y el personal de GREAT ICE.
- Los datos del programa GREAT ICE, las mediciones y cálculos resultantes son confidenciales.
- El árbol de navegación del sistema de información debe contar con los niveles adecuados y no extensos, con la finalidad de una mayor comprensión por los usuarios.
- El tiempo de cargado de las ventanas y el contenido interno debe ser en un tiempo prudencial.
- El flujo de navegación debe ser atractivo hacia los usuarios, permitiendo interactuar amigable con los módulos del sistema de información.
- Se debe presentar la información resultante en forma adecuada en el sistema de información y sus ventanas.
- Las interfaces de las ventanas y del sistema de información debe ser orientada a la información que se presenta.

6.2. ANÁLISIS DE INTERFACES

6.2.1. Estándares de interfaces

Para todas las interfaces se usará la fuente: Calibri, estilo de fuente: negrita, tamaño: 8.

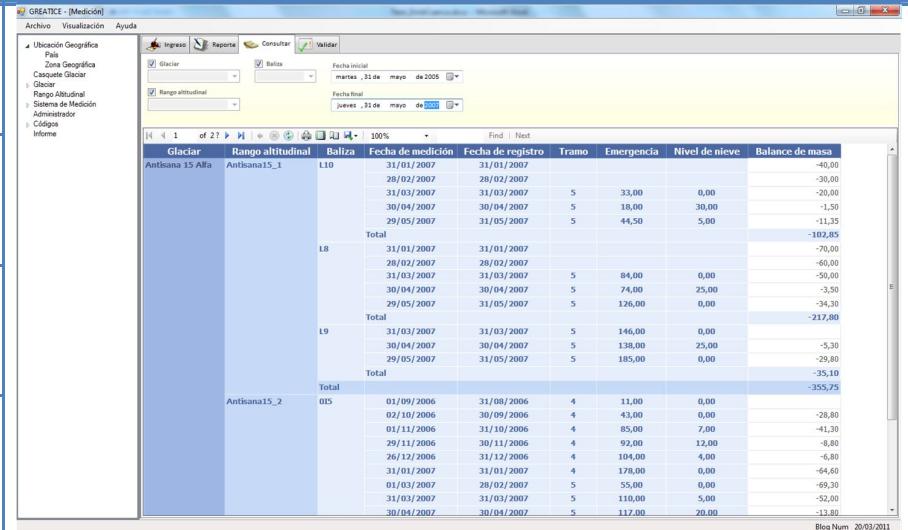
Tabla VI-1: Estándares de interfaces

TIPO	UBICACIÓN	TAMAÑO	COLOR	IMAGEN
Formularios	Centro	Maximizado	Celeste claro	
Datagrids	Derecha	Maximizado	Celeste	
Menú navegacional	Arriba			
Labels	Etiquetas		Negro	
Menú principal	Izquierda		Blanco	

6.2.2. Estándares de reportes

Para todos los reportes se usarán las siguientes características.

Tabla VI-2: Estándares de reportes

TIPO	UBICACIÓN	FUENTE	TAMAÑO	ESTILO	COLOR	FONDO	IMAGEN																																																																																																																																																																																																						
Título	Centro	Tahoma	11	Negrita	Blanco	Azul claro																																																																																																																																																																																																							
Cuerpo	Centro	Tahoma	10	Normal	Negro	Blanco																																																																																																																																																																																																							
Subtotal	Inferior	Tahoma	10	Negrita	Azul	Celeste claro																																																																																																																																																																																																							
Total	Inferior	Tahoma	10	Negrita	Blanco	Celeste	 <p>The screenshot shows a software window titled "GREATICE - [Medición]". The interface includes a menu bar with "Archivo", "Visualización", and "Ayuda". A toolbar with various icons is at the top. On the left, there's a sidebar with navigation links: "Ubicación Geográfica", "Pais", "Zona Geográfica", "Casquete Glaciar", "Glaciar", "Rango Altitudinal", "Sistema de Medición", "Administrador", "Código", and "Informe". The main area displays a table with data. The columns are: Glaciar, Rango altitudinal, Baliza, Fecha de medición, Fecha de registro, Tramo, Emergencia, Nivel de nieve, and Balance de masa. The data is grouped by glacier and range altitude, with totals at the bottom of each group. The table shows measurements from January to May 2007, with values ranging from -30.00 to +40.00.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Glaciar</th> <th>Rango altitudinal</th> <th>Baliza</th> <th>Fecha de medición</th> <th>Fecha de registro</th> <th>Tramo</th> <th>Emergencia</th> <th>Nivel de nieve</th> <th>Balance de masa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Antisana 15 Alta</td> <td>Antisana15_1</td> <td>L10</td> <td>31/01/2007</td> <td>31/01/2007</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>+40,00</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>28/02/2007</td> <td>28/02/2007</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>-30,00</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>31/03/2007</td> <td>31/03/2007</td> <td>5</td> <td>33,00</td> <td>0,00</td> <td>-20,00</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>30/04/2007</td> <td>30/04/2007</td> <td>5</td> <td>18,00</td> <td>30,00</td> <td>-1,50</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>29/05/2007</td> <td>31/05/2007</td> <td>5</td> <td>44,50</td> <td>5,00</td> <td>-11,35</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>-102,85</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>-70,00</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>-60,00</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>-50,00</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>-3,50</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>-34,30</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>-217,80</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>-35,10</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>-355,75</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>-8,80</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>-6,80</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>-4,60</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>-69,30</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>-52,00</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>-13,80</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Bloq Num 20/03/2011</td> </tr> </tbody> </table>	Glaciar	Rango altitudinal	Baliza	Fecha de medición	Fecha de registro	Tramo	Emergencia	Nivel de nieve	Balance de masa	Antisana 15 Alta	Antisana15_1	L10	31/01/2007	31/01/2007				+40,00				28/02/2007	28/02/2007				-30,00				31/03/2007	31/03/2007	5	33,00	0,00	-20,00				30/04/2007	30/04/2007	5	18,00	30,00	-1,50				29/05/2007	31/05/2007	5	44,50	5,00	-11,35									-102,85									-70,00									-60,00									-50,00									-3,50									-34,30									-217,80									-35,10									-355,75									-8,80									-6,80									-4,60									-69,30									-52,00									-13,80									Bloq Num 20/03/2011
Glaciar	Rango altitudinal	Baliza	Fecha de medición	Fecha de registro	Tramo	Emergencia	Nivel de nieve	Balance de masa																																																																																																																																																																																																					
Antisana 15 Alta	Antisana15_1	L10	31/01/2007	31/01/2007				+40,00																																																																																																																																																																																																					
			28/02/2007	28/02/2007				-30,00																																																																																																																																																																																																					
			31/03/2007	31/03/2007	5	33,00	0,00	-20,00																																																																																																																																																																																																					
			30/04/2007	30/04/2007	5	18,00	30,00	-1,50																																																																																																																																																																																																					
			29/05/2007	31/05/2007	5	44,50	5,00	-11,35																																																																																																																																																																																																					
								-102,85																																																																																																																																																																																																					
								-70,00																																																																																																																																																																																																					
								-60,00																																																																																																																																																																																																					
								-50,00																																																																																																																																																																																																					
								-3,50																																																																																																																																																																																																					
								-34,30																																																																																																																																																																																																					
								-217,80																																																																																																																																																																																																					
								-35,10																																																																																																																																																																																																					
								-355,75																																																																																																																																																																																																					
								-8,80																																																																																																																																																																																																					
								-6,80																																																																																																																																																																																																					
								-4,60																																																																																																																																																																																																					
								-69,30																																																																																																																																																																																																					
								-52,00																																																																																																																																																																																																					
								-13,80																																																																																																																																																																																																					
								Bloq Num 20/03/2011																																																																																																																																																																																																					

6.3. ANÁLISIS DE BASE DE DATOS

6.3.1. Nomenclatura de tablas

El nombre para cada tabla será dada por la generalización que representa.

Tabla VI-3: Nomenclatura de tablas

GENERALIZACIÓN	NOMBRE DE LA TABLA
Países	País
Zonas geográfica	Zona
Casquete glaciar	Casquete
Glaciares	Glaciar
Rangos altitudinales	Rango
Balizas	Baliza
Mediciones de balance	Medición
Posiciones de balizas	Posición
Líneas de equilibrio	Línea_equilibrio
Administradores	Administrador
Código de estados de balizas	Estado
Código de sentido de balizas	Sentido
Código de origen de mediciones	Origen
Código de calidad de mediciones	Calidad

6.3.2. Nomenclatura de atributos

El nombre de los atributos será dado por las 3 primeras letras de la tabla a la que pertenece, seguido por el nombre del atributo.

Tabla VI-4: Nomenclatura de atributos

NOMBRE DE LA TABLA	ATRIBUTOS	NOMBRE DE LA TABLA	ATRIBUTOS
País	país paí_id_nombre paí_descripcion	Origen	origen ori_id_codigo ori_descripcion
Zona	zona zon_id_nombre paí_id_nombre zon_descripcion	Sentido	sentido sen_id_codigo sen_descripcion

Estado	estado <table border="1"> <tr><td>est_id_codigo</td></tr> <tr><td>est_descripcion</td></tr> </table>	est_id_codigo	est_descripcion	Calidad	calidad <table border="1"> <tr><td>cal_id_codigo</td></tr> <tr><td>cal_descripcion</td></tr> </table>	cal_id_codigo	cal_descripcion																			
est_id_codigo																										
est_descripcion																										
cal_id_codigo																										
cal_descripcion																										
Casquete	casquete <table border="1"> <tr><td>cas_id_nombre</td></tr> <tr><td>zon_id_nombre</td></tr> <tr><td>cas_altitud</td></tr> <tr><td>cas_latitud</td></tr> <tr><td>cas_longitud</td></tr> <tr><td>cas_numglaciares</td></tr> <tr><td>cas_descripcion</td></tr> </table>	cas_id_nombre	zon_id_nombre	cas_altitud	cas_latitud	cas_longitud	cas_numglaciares	cas_descripcion	Línea de equilibrio	linea_equilibrio <table border="1"> <tr><td>ela_id_codigo</td></tr> <tr><td>gla_id_codigo</td></tr> <tr><td>ela_fecmedicion</td></tr> <tr><td>ela_fecregistro</td></tr> <tr><td>ela_altitud</td></tr> <tr><td>ela_descripcion</td></tr> </table>	ela_id_codigo	gla_id_codigo	ela_fecmedicion	ela_fecregistro	ela_altitud	ela_descripcion										
cas_id_nombre																										
zon_id_nombre																										
cas_altitud																										
cas_latitud																										
cas_longitud																										
cas_numglaciares																										
cas_descripcion																										
ela_id_codigo																										
gla_id_codigo																										
ela_fecmedicion																										
ela_fecregistro																										
ela_altitud																										
ela_descripcion																										
Glaciar	glaciar <table border="1"> <tr><td>gla_id_codigo</td></tr> <tr><td>cas_id_nombre</td></tr> <tr><td>adm_id_nombre</td></tr> <tr><td>gla_nombre</td></tr> <tr><td>gla_altborsuperior</td></tr> <tr><td>gla_altborinferior</td></tr> <tr><td>gla_superficie</td></tr> <tr><td>gla_longitud</td></tr> <tr><td>gla_iniactividad</td></tr> <tr><td>gla_meshidrologico</td></tr> </table>	gla_id_codigo	cas_id_nombre	adm_id_nombre	gla_nombre	gla_altborsuperior	gla_altborinferior	gla_superficie	gla_longitud	gla_iniactividad	gla_meshidrologico	Posición	posicion <table border="1"> <tr><td>pos_id_codigo</td></tr> <tr><td>bal_id_codigo</td></tr> <tr><td>pos_feclevantamiento</td></tr> <tr><td>pos_fecregistro</td></tr> <tr><td>pos_cooeste</td></tr> <tr><td>pos_coonorte</td></tr> <tr><td>pos_altitud</td></tr> <tr><td>pos_equipo</td></tr> <tr><td>pos_operador</td></tr> <tr><td>pos_observacion</td></tr> </table>	pos_id_codigo	bal_id_codigo	pos_feclevantamiento	pos_fecregistro	pos_cooeste	pos_coonorte	pos_altitud	pos_equipo	pos_operador	pos_observacion			
gla_id_codigo																										
cas_id_nombre																										
adm_id_nombre																										
gla_nombre																										
gla_altborsuperior																										
gla_altborinferior																										
gla_superficie																										
gla_longitud																										
gla_iniactividad																										
gla_meshidrologico																										
pos_id_codigo																										
bal_id_codigo																										
pos_feclevantamiento																										
pos_fecregistro																										
pos_cooeste																										
pos_coonorte																										
pos_altitud																										
pos_equipo																										
pos_operador																										
pos_observacion																										
Rango	rango <table border="1"> <tr><td>ran_id_codigo</td></tr> <tr><td>gla_id_codigo</td></tr> <tr><td>ran_numero</td></tr> <tr><td>ran_altborsuperior</td></tr> <tr><td>ran_altborinferior</td></tr> <tr><td>ran_suprelativa</td></tr> <tr><td>ran_supparcial</td></tr> <tr><td>ran_descripcion</td></tr> </table>	ran_id_codigo	gla_id_codigo	ran_numero	ran_altborsuperior	ran_altborinferior	ran_suprelativa	ran_supparcial	ran_descripcion	Administrador	administrador <table border="1"> <tr><td>adm_id_nombre</td></tr> <tr><td>adm_responsable</td></tr> <tr><td>adm_direccion</td></tr> <tr><td>adm_telefono</td></tr> <tr><td>adm_email</td></tr> <tr><td>adm_web</td></tr> <tr><td>adm_descripcion</td></tr> </table>	adm_id_nombre	adm_responsable	adm_direccion	adm_telefono	adm_email	adm_web	adm_descripcion								
ran_id_codigo																										
gla_id_codigo																										
ran_numero																										
ran_altborsuperior																										
ran_altborinferior																										
ran_suprelativa																										
ran_supparcial																										
ran_descripcion																										
adm_id_nombre																										
adm_responsable																										
adm_direccion																										
adm_telefono																										
adm_email																										
adm_web																										
adm_descripcion																										
Baliza	baliza <table border="1"> <tr><td>bal_id_codigo</td></tr> <tr><td>ran_id_codigo</td></tr> <tr><td>est_id_codigo</td></tr> <tr><td>sen_id_codigo</td></tr> <tr><td>bal_fecinstalacion</td></tr> <tr><td>bal_fecretiro</td></tr> <tr><td>bal_cooeste</td></tr> <tr><td>bal_coonorte</td></tr> <tr><td>bal_altitud</td></tr> <tr><td>bal_numelemento</td></tr> <tr><td>bal_descripcion</td></tr> <tr><td>bal_informe</td></tr> </table>	bal_id_codigo	ran_id_codigo	est_id_codigo	sen_id_codigo	bal_fecinstalacion	bal_fecretiro	bal_cooeste	bal_coonorte	bal_altitud	bal_numelemento	bal_descripcion	bal_informe	Medición	medicion <table border="1"> <tr><td>med_id_codigo</td></tr> <tr><td>bal_id_codigo</td></tr> <tr><td>cal_id_codigo</td></tr> <tr><td>ori_id_codigo</td></tr> <tr><td>med_fecmedicion</td></tr> <tr><td>med_fecregistro</td></tr> <tr><td>med_tramo</td></tr> <tr><td>med_emergencia</td></tr> <tr><td>med_nivnieve</td></tr> <tr><td>med_balmasa</td></tr> <tr><td>med_observacion</td></tr> </table>	med_id_codigo	bal_id_codigo	cal_id_codigo	ori_id_codigo	med_fecmedicion	med_fecregistro	med_tramo	med_emergencia	med_nivnieve	med_balmasa	med_observacion
bal_id_codigo																										
ran_id_codigo																										
est_id_codigo																										
sen_id_codigo																										
bal_fecinstalacion																										
bal_fecretiro																										
bal_cooeste																										
bal_coonorte																										
bal_altitud																										
bal_numelemento																										
bal_descripcion																										
bal_informe																										
med_id_codigo																										
bal_id_codigo																										
cal_id_codigo																										
ori_id_codigo																										
med_fecmedicion																										
med_fecregistro																										
med_tramo																										
med_emergencia																										
med_nivnieve																										
med_balmasa																										
med_observacion																										

6.3.3. Tipos de datos

Tabla VI-5: Tipos de datos

NOMBRE DE LA TABLA	TIPOS DE DATOS	NOMBRE DE LA TABLA	TIPOS DE DATOS	NOMBRE DE LA TABLA	TIPOS DE DATOS	NOMBRE DE LA TABLA	TIPOS DE DATOS																																																																																																																																				
País	<table border="1"> <tr> <td colspan="3">país</td> </tr> <tr> <td>PK</td><td>pai_id_nombre</td><td>varchar(100)</td> </tr> <tr> <td></td><td>pai_descripcion</td><td>varchar(350)</td> </tr> </table>	país			PK	pai_id_nombre	varchar(100)		pai_descripcion	varchar(350)	Origen	<table border="1"> <tr> <td colspan="3">origen</td> </tr> <tr> <td>PK</td><td>ori_id_codigo</td><td>varchar(1)</td> </tr> <tr> <td></td><td>ori_descripcion</td><td>varchar(350)</td> </tr> </table>	origen			PK	ori_id_codigo	varchar(1)		ori_descripcion	varchar(350)	Sentido	<table border="1"> <tr> <td colspan="3">sentido</td> </tr> <tr> <td>PK</td><td>sen_id_codigo</td><td>varchar(1)</td> </tr> <tr> <td></td><td>sen_descripcion</td><td>varchar(350)</td> </tr> </table>	sentido			PK	sen_id_codigo	varchar(1)		sen_descripcion	varchar(350)	Zona	<table border="1"> <tr> <td colspan="3">zona</td> </tr> <tr> <td>PK</td><td>zon_id_nombre</td><td>varchar(100)</td> </tr> <tr> <td>FK1</td><td>pai_id_nombre</td><td>varchar(100)</td> </tr> <tr> <td></td><td>zon_descripcion</td><td>varchar(350)</td> </tr> </table>	zona			PK	zon_id_nombre	varchar(100)	FK1	pai_id_nombre	varchar(100)		zon_descripcion	varchar(350)																																																																																													
país																																																																																																																																											
PK	pai_id_nombre	varchar(100)																																																																																																																																									
	pai_descripcion	varchar(350)																																																																																																																																									
origen																																																																																																																																											
PK	ori_id_codigo	varchar(1)																																																																																																																																									
	ori_descripcion	varchar(350)																																																																																																																																									
sentido																																																																																																																																											
PK	sen_id_codigo	varchar(1)																																																																																																																																									
	sen_descripcion	varchar(350)																																																																																																																																									
zona																																																																																																																																											
PK	zon_id_nombre	varchar(100)																																																																																																																																									
FK1	pai_id_nombre	varchar(100)																																																																																																																																									
	zon_descripcion	varchar(350)																																																																																																																																									
Línea de equilibrio	<table border="1"> <tr> <td colspan="3">linea_equilibrio</td> </tr> <tr> <td>PK</td><td>ela_id_codigo</td><td>int identity</td> </tr> <tr> <td>FK1</td><td>gla_id_codigo</td><td>varchar(15)</td> </tr> <tr> <td></td><td>ela_fecmedicion</td><td>datetime</td> </tr> <tr> <td></td><td>ela_fecregistro</td><td>datetime</td> </tr> <tr> <td></td><td>ela_altitud</td><td>float</td> </tr> <tr> <td></td><td>ela_descripcion</td><td>varchar(350)</td> </tr> </table>	linea_equilibrio			PK	ela_id_codigo	int identity	FK1	gla_id_codigo	varchar(15)		ela_fecmedicion	datetime		ela_fecregistro	datetime		ela_altitud	float		ela_descripcion	varchar(350)	Calidad	<table border="1"> <tr> <td colspan="3">calidad</td> </tr> <tr> <td>PK</td><td>cal_id_codigo</td><td>varchar(1)</td> </tr> <tr> <td></td><td>cal_descripcion</td><td>varchar(350)</td> </tr> </table>	calidad			PK	cal_id_codigo	varchar(1)		cal_descripcion	varchar(350)	Estado	<table border="1"> <tr> <td colspan="3">estado</td> </tr> <tr> <td>PK</td><td>est_id_codigo</td><td>varchar(1)</td> </tr> <tr> <td></td><td>est_descripcion</td><td>varchar(350)</td> </tr> </table>	estado			PK	est_id_codigo	varchar(1)		est_descripcion	varchar(350)	Administrador	<table border="1"> <tr> <td colspan="3">administrador</td> </tr> <tr> <td>PK</td><td>adm_id_nombre</td><td>varchar(100)</td> </tr> <tr> <td></td><td>adm_responsable</td><td>varchar(150)</td> </tr> <tr> <td></td><td>adm_direccion</td><td>varchar(300)</td> </tr> <tr> <td></td><td>adm_telefono</td><td>varchar(50)</td> </tr> <tr> <td></td><td>adm_email</td><td>varchar(50)</td> </tr> <tr> <td></td><td>adm_web</td><td>varchar(100)</td> </tr> <tr> <td></td><td>adm_descripcion</td><td>varchar(350)</td> </tr> </table>	administrador			PK	adm_id_nombre	varchar(100)		adm_responsable	varchar(150)		adm_direccion	varchar(300)		adm_telefono	varchar(50)		adm_email	varchar(50)		adm_web	varchar(100)		adm_descripcion	varchar(350)																																																																					
linea_equilibrio																																																																																																																																											
PK	ela_id_codigo	int identity																																																																																																																																									
FK1	gla_id_codigo	varchar(15)																																																																																																																																									
	ela_fecmedicion	datetime																																																																																																																																									
	ela_fecregistro	datetime																																																																																																																																									
	ela_altitud	float																																																																																																																																									
	ela_descripcion	varchar(350)																																																																																																																																									
calidad																																																																																																																																											
PK	cal_id_codigo	varchar(1)																																																																																																																																									
	cal_descripcion	varchar(350)																																																																																																																																									
estado																																																																																																																																											
PK	est_id_codigo	varchar(1)																																																																																																																																									
	est_descripcion	varchar(350)																																																																																																																																									
administrador																																																																																																																																											
PK	adm_id_nombre	varchar(100)																																																																																																																																									
	adm_responsable	varchar(150)																																																																																																																																									
	adm_direccion	varchar(300)																																																																																																																																									
	adm_telefono	varchar(50)																																																																																																																																									
	adm_email	varchar(50)																																																																																																																																									
	adm_web	varchar(100)																																																																																																																																									
	adm_descripcion	varchar(350)																																																																																																																																									
Casquete	<table border="1"> <tr> <td colspan="3">casquete</td> </tr> <tr> <td>PK</td><td>cas_id_nombre</td><td>varchar(100)</td> </tr> <tr> <td>FK1</td><td>zon_id_nombre</td><td>varchar(100)</td> </tr> <tr> <td></td><td>cas_altitud</td><td>float</td> </tr> <tr> <td></td><td>cas_latitud</td><td>float</td> </tr> <tr> <td></td><td>cas_longitud</td><td>float</td> </tr> <tr> <td></td><td>cas_numpglaciaries</td><td>int</td> </tr> <tr> <td></td><td>cas_descripcion</td><td>varchar(350)</td> </tr> </table>	casquete			PK	cas_id_nombre	varchar(100)	FK1	zon_id_nombre	varchar(100)		cas_altitud	float		cas_latitud	float		cas_longitud	float		cas_numpglaciaries	int		cas_descripcion	varchar(350)	Glaciar	<table border="1"> <tr> <td colspan="3">glaciar</td> </tr> <tr> <td>PK</td><td>gla_id_codigo</td><td>varchar(15)</td> </tr> <tr> <td>FK2</td><td>cas_id_nombre</td><td>varchar(100)</td> </tr> <tr> <td>FK2</td><td>adm_id_nombre</td><td>varchar(100)</td> </tr> <tr> <td></td><td>gla_nombre</td><td>varchar(150)</td> </tr> <tr> <td></td><td>gla_altboruperior</td><td>float</td> </tr> <tr> <td></td><td>gla_altborinferior</td><td>float</td> </tr> <tr> <td></td><td>gla_superficie</td><td>float</td> </tr> <tr> <td></td><td>gla_longitud</td><td>float</td> </tr> <tr> <td></td><td>gla_nactividad</td><td>int</td> </tr> <tr> <td></td><td>gla_meshidrologico</td><td>int</td> </tr> </table>	glaciar			PK	gla_id_codigo	varchar(15)	FK2	cas_id_nombre	varchar(100)	FK2	adm_id_nombre	varchar(100)		gla_nombre	varchar(150)		gla_altboruperior	float		gla_altborinferior	float		gla_superficie	float		gla_longitud	float		gla_nactividad	int		gla_meshidrologico	int	Baliza	<table border="1"> <tr> <td colspan="3">baliza</td> </tr> <tr> <td>PK</td><td>bal_id_codigo</td><td>varchar(5)</td> </tr> <tr> <td>FK2</td><td>ran_id_codigo</td><td>varchar(15)</td> </tr> <tr> <td>FK2</td><td>est_id_codigo</td><td>varchar(1)</td> </tr> <tr> <td>FK3</td><td>sen_id_codigo</td><td>varchar(1)</td> </tr> <tr> <td></td><td>ba_fecinstalacion</td><td>datetime</td> </tr> <tr> <td></td><td>ba_fecregistro</td><td>datetime</td> </tr> <tr> <td></td><td>ba_cooeste</td><td>float</td> </tr> <tr> <td></td><td>ba_coonorte</td><td>float</td> </tr> <tr> <td></td><td>ba_altitud</td><td>float</td> </tr> <tr> <td></td><td>ba_numelemento</td><td>int</td> </tr> <tr> <td></td><td>ba_descripcion</td><td>varchar(350)</td> </tr> <tr> <td></td><td>ba_informe</td><td>bit</td> </tr> </table>	baliza			PK	bal_id_codigo	varchar(5)	FK2	ran_id_codigo	varchar(15)	FK2	est_id_codigo	varchar(1)	FK3	sen_id_codigo	varchar(1)		ba_fecinstalacion	datetime		ba_fecregistro	datetime		ba_cooeste	float		ba_coonorte	float		ba_altitud	float		ba_numelemento	int		ba_descripcion	varchar(350)		ba_informe	bit	Medición	<table border="1"> <tr> <td colspan="3">medicion</td> </tr> <tr> <td>PK</td><td>med_id_codigo</td><td>int identity</td> </tr> <tr> <td>FK1</td><td>bal_id_codigo</td><td>varchar(5)</td> </tr> <tr> <td>FK2</td><td>cal_id_codigo</td><td>varchar(1)</td> </tr> <tr> <td>FK2</td><td>ori_id_codigo</td><td>varchar(1)</td> </tr> <tr> <td></td><td>med_fecmedicion</td><td>datetime</td> </tr> <tr> <td></td><td>med_fecregistro</td><td>datetime</td> </tr> <tr> <td></td><td>med_tramo</td><td>float</td> </tr> <tr> <td></td><td>med_emergencia</td><td>float</td> </tr> <tr> <td></td><td>med_nivnieve</td><td>float</td> </tr> <tr> <td></td><td>med_balmasa</td><td>float</td> </tr> <tr> <td></td><td>med_observacion</td><td>varchar(350)</td> </tr> </table>	medicion			PK	med_id_codigo	int identity	FK1	bal_id_codigo	varchar(5)	FK2	cal_id_codigo	varchar(1)	FK2	ori_id_codigo	varchar(1)		med_fecmedicion	datetime		med_fecregistro	datetime		med_tramo	float		med_emergencia	float		med_nivnieve	float		med_balmasa	float		med_observacion	varchar(350)
casquete																																																																																																																																											
PK	cas_id_nombre	varchar(100)																																																																																																																																									
FK1	zon_id_nombre	varchar(100)																																																																																																																																									
	cas_altitud	float																																																																																																																																									
	cas_latitud	float																																																																																																																																									
	cas_longitud	float																																																																																																																																									
	cas_numpglaciaries	int																																																																																																																																									
	cas_descripcion	varchar(350)																																																																																																																																									
glaciar																																																																																																																																											
PK	gla_id_codigo	varchar(15)																																																																																																																																									
FK2	cas_id_nombre	varchar(100)																																																																																																																																									
FK2	adm_id_nombre	varchar(100)																																																																																																																																									
	gla_nombre	varchar(150)																																																																																																																																									
	gla_altboruperior	float																																																																																																																																									
	gla_altborinferior	float																																																																																																																																									
	gla_superficie	float																																																																																																																																									
	gla_longitud	float																																																																																																																																									
	gla_nactividad	int																																																																																																																																									
	gla_meshidrologico	int																																																																																																																																									
baliza																																																																																																																																											
PK	bal_id_codigo	varchar(5)																																																																																																																																									
FK2	ran_id_codigo	varchar(15)																																																																																																																																									
FK2	est_id_codigo	varchar(1)																																																																																																																																									
FK3	sen_id_codigo	varchar(1)																																																																																																																																									
	ba_fecinstalacion	datetime																																																																																																																																									
	ba_fecregistro	datetime																																																																																																																																									
	ba_cooeste	float																																																																																																																																									
	ba_coonorte	float																																																																																																																																									
	ba_altitud	float																																																																																																																																									
	ba_numelemento	int																																																																																																																																									
	ba_descripcion	varchar(350)																																																																																																																																									
	ba_informe	bit																																																																																																																																									
medicion																																																																																																																																											
PK	med_id_codigo	int identity																																																																																																																																									
FK1	bal_id_codigo	varchar(5)																																																																																																																																									
FK2	cal_id_codigo	varchar(1)																																																																																																																																									
FK2	ori_id_codigo	varchar(1)																																																																																																																																									
	med_fecmedicion	datetime																																																																																																																																									
	med_fecregistro	datetime																																																																																																																																									
	med_tramo	float																																																																																																																																									
	med_emergencia	float																																																																																																																																									
	med_nivnieve	float																																																																																																																																									
	med_balmasa	float																																																																																																																																									
	med_observacion	varchar(350)																																																																																																																																									
Rango	<table border="1"> <tr> <td colspan="3">rango</td> </tr> <tr> <td>PK</td><td>ran_id_codigo</td><td>varchar(15)</td> </tr> <tr> <td>FK1</td><td>gla_id_codigo</td><td>varchar(15)</td> </tr> <tr> <td></td><td>ran_numero</td><td>int</td> </tr> <tr> <td></td><td>ran_altboruperior</td><td>float</td> </tr> <tr> <td></td><td>ran_altborinferior</td><td>float</td> </tr> <tr> <td></td><td>ran_suprelativa</td><td>float</td> </tr> <tr> <td></td><td>ran_suppercial</td><td>float</td> </tr> <tr> <td></td><td>ran_descripcion</td><td>varchar(350)</td> </tr> </table>	rango			PK	ran_id_codigo	varchar(15)	FK1	gla_id_codigo	varchar(15)		ran_numero	int		ran_altboruperior	float		ran_altborinferior	float		ran_suprelativa	float		ran_suppercial	float		ran_descripcion	varchar(350)	Posición	<table border="1"> <tr> <td colspan="3">posicion</td> </tr> <tr> <td>PK</td><td>pos_id_codigo</td><td>int identity</td> </tr> <tr> <td>FK1</td><td>bal_id_codigo</td><td>varchar(5)</td> </tr> <tr> <td></td><td>pos_feclevantamiento</td><td>datetime</td> </tr> <tr> <td></td><td>pos_fecregistro</td><td>datetime</td> </tr> <tr> <td></td><td>pos_cooeste</td><td>float</td> </tr> <tr> <td></td><td>pos_coonorte</td><td>float</td> </tr> <tr> <td></td><td>pos_altitud</td><td>float</td> </tr> <tr> <td></td><td>pos_equipo</td><td>varchar(100)</td> </tr> <tr> <td></td><td>pos_operador</td><td>varchar(150)</td> </tr> <tr> <td></td><td>pos_observacion</td><td>varchar(350)</td> </tr> </table>	posicion			PK	pos_id_codigo	int identity	FK1	bal_id_codigo	varchar(5)		pos_feclevantamiento	datetime		pos_fecregistro	datetime		pos_cooeste	float		pos_coonorte	float		pos_altitud	float		pos_equipo	varchar(100)		pos_operador	varchar(150)		pos_observacion	varchar(350)																																																																												
rango																																																																																																																																											
PK	ran_id_codigo	varchar(15)																																																																																																																																									
FK1	gla_id_codigo	varchar(15)																																																																																																																																									
	ran_numero	int																																																																																																																																									
	ran_altboruperior	float																																																																																																																																									
	ran_altborinferior	float																																																																																																																																									
	ran_suprelativa	float																																																																																																																																									
	ran_suppercial	float																																																																																																																																									
	ran_descripcion	varchar(350)																																																																																																																																									
posicion																																																																																																																																											
PK	pos_id_codigo	int identity																																																																																																																																									
FK1	bal_id_codigo	varchar(5)																																																																																																																																									
	pos_feclevantamiento	datetime																																																																																																																																									
	pos_fecregistro	datetime																																																																																																																																									
	pos_cooeste	float																																																																																																																																									
	pos_coonorte	float																																																																																																																																									
	pos_altitud	float																																																																																																																																									
	pos_equipo	varchar(100)																																																																																																																																									
	pos_operador	varchar(150)																																																																																																																																									
	pos_observacion	varchar(350)																																																																																																																																									

6.4. CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN

6.4.1. Pruebas del sistema de información

Las pruebas del sistema de información se lo realizan con el objetivo de que este no falle al momento de ejecución y de esta manera tenga confiabilidad y fiabilidad. Las pruebas de un sistema tienen como finalidad detectar errores posibles que puedan producir acciones que no concuerdan con los resultados esperados, entre algunos resultados esperados tenemos:

- Satisfacer las necesidades de los usuarios.
- Compatibilidad con otros sistemas existentes.
- Adaptarse a requerimientos futuros.
- Brindar la confidencialidad y seguridad requerida.

Para probar el sistema de información se usará la técnica de caja negra.

6.4.2. Pruebas de caja negra

Para asegurar que el sistema de información cumpla con los requerimientos necesarios desde un punto de vista funcional se usará las pruebas de caja negra, con esto satisfacer las necesidades de los usuarios que lo usarán, y cumplir con todas las funcionalidades programadas por dentro y por fuera del sistema de información.

Se verificará que el sistema de información ejecute correctamente todas las acciones funcionales eficazmente, demostrando que tiene estabilidad y no presenta fallas.

6.4.2.1. Administración de balizas

Probando esta funcionalidad se garantiza el correcto funcionamiento del ingreso de balizas, donde se verifico la interfaz y se realizaron las acciones de: ingresar, actualizar, eliminar, guardar, consultar, exportar e imprimir datos.

6.4.2.2. Administración de mediciones

Probando esta funcionalidad se garantiza el correcto funcionamiento del módulo de mediciones, donde se verifico la interfaz y se realizaron las acciones de: ingresar, actualizar, eliminar, guardar, consultar, exportar e imprimir datos.

6.4.2.3. Administración de posiciones

Probando esta funcionalidad se garantiza el correcto funcionamiento del módulo de posiciones, donde se verifico la interfaz y se realizaron las acciones de: ingresar, actualizar, eliminar, guardar, consultar, exportar e imprimir datos.

6.4.2.4. Administración de informes

Probando esta funcionalidad se garantiza el correcto funcionamiento del módulo de informes, donde se verifico la interfaz y se realizaron las acciones de: consultar, exportar e imprimir datos.

6.4.3. Pruebas de stress

Una prueba de stress es aquella que fuerza al sistema al máximo punto para medir sus capacidades y las condiciones sobre las cuales trabaja realizando una cantidad definida por peticiones y procesos.

En la Figura VI-1 se muestra la configuración para la prueba de stress, donde se realizan 5 peticiones que son críticas en el sistema de información como son:

- Relleno de balance de masa.
- Balance neto específico.
- Balance ponderado.
- Balance ponderado por rango altitudinal.
- Balizas.

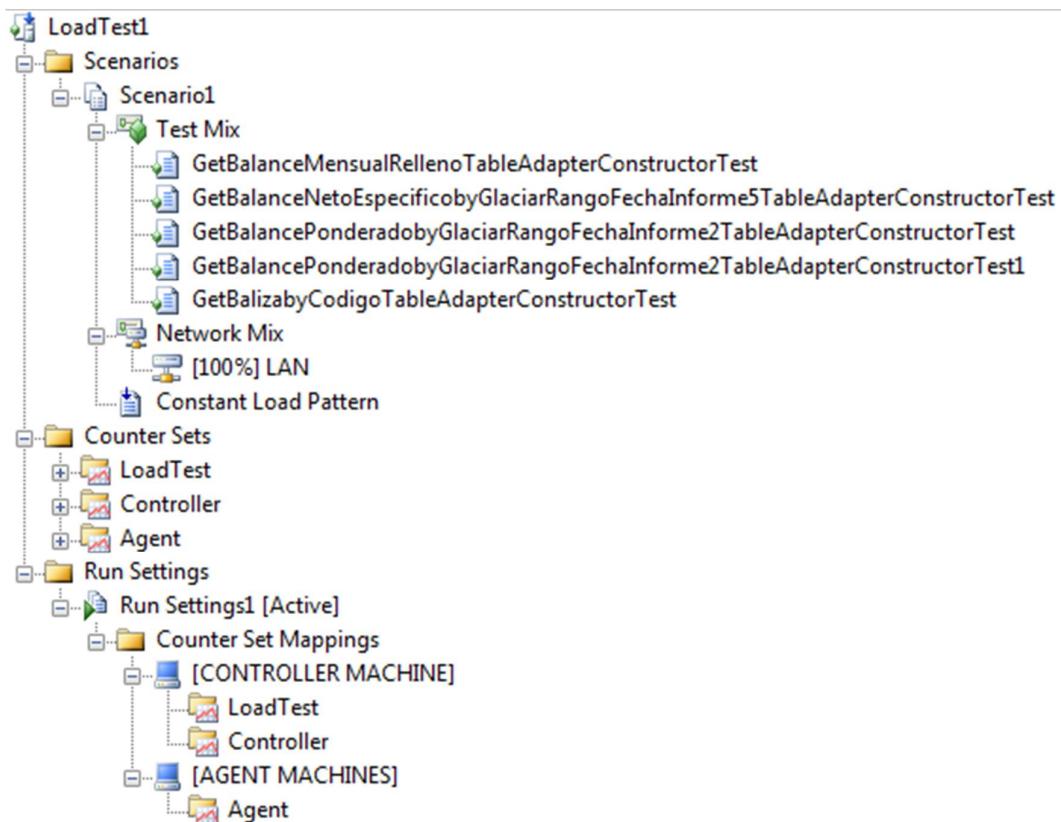


Figura VI-1: Configuración de prueba de stress

Para encontrar las condiciones y el número correcto de usuarios se hicieron pruebas incrementales, hasta encontrar el caso óptimo que son 150 usuarios y el caso crítico con 200 usuarios, con una diferencia de 50 usuarios se comienzan a reportar errores mínimos que afectarían al sistema de información.

El caso crítico se indica en la Tabla VI-6 que se tomó en cuenta para 200 usuarios que realicen las 5 peticiones en el sistema de información, el informe indica una media de error por segundo de 13,2, indicando errores en el sistema

Tabla VI-6: Informe para la prueba de 200 usuarios

COUNTER	INSTANCE	CATEGORY	COMPUTER	RANGE	MIN	MAX	AVG
User Load	_Total	LoadTest:Scenario	XTREME	10	200	200	300
Tests/Sec	_Total	LoadTest:Test	XTREME	1.000	85,4	118	105
Avg. Test Time	_Total	LoadTest:Test	XTREME	0,01	0,00013	0,0015	0,00073
Errors/Sec	_Total	LoadTest:Errors	XTREME	1.000	10,4	15,8	13,2
Threshold Violations/Sec	_Total	LoadTest:Errors	XTREME	10	0,4	0,8	0,46

El caso óptimo se indica en la Tabla VI-7 que se tomó en cuenta para 150 usuarios que realicen las 5 peticiones en el sistema de información, el informe indica una media de error por segundo de 0, dando como resultado un rendimiento favorable.

Tabla VI-7: Informe para la prueba de 150 usuarios

COUNTER	INSTANCE	CATEGORY	COMPUTER	RANGE	MIN	MAX	AVG
User Load	_Total	LoadTest:Scenario	XTREME	10	150	150	150
Tests/Sec	_Total	LoadTest:Test	XTREME	1.000	85,4	118	105
Avg. Test Time	_Total	LoadTest:Test	XTREME	0,01	0,00013	0,0015	0,00073
Errors/Sec	_Total	LoadTest:Errors	XTREME	1.000	0	0	0
Threshold Violations/Sec	_Total	LoadTest:Errors	XTREME	10	0,2	0,6	0,24

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES

- Mediante la culminación del sistema de información se logró obtener una integración y optimización correcta del manejo de los procesos y procedimientos que intervienen en la administración, procesamiento y corrección de los datos glaciológicos de balizas y balances de masa en el glaciar 15α y glaciar Crespos en el nevado Antisana.
- Se integró en el desarrollo del sistema de información una herramienta que permite la administración de balances de masa y relleno de lecturas faltantes mensuales, mediante la suma de ablaciones de un periodo de tiempo determinado por el técnico glaciólogo y relacionarlo con las balizas vecinas coherentes en el espacio.
- Con la utilización del sistema de información se obtiene una reducción en el tiempo empleado por el técnico glaciólogo en el procesamiento, administración y validación de los datos glaciológicos, lo que conlleva en la presentación de informes, productos y resultados con mayor nivel de calidad en un menor tiempo.
- El desarrollo del sistema de información se concluyó utilizando las herramientas de desarrollo de Microsoft Visual Studio Ultimate 2010, Microsoft SQL Server 2008, permitiendo una gran ayuda para el desarrollo de un sistema confiable, escalable y sólido. Además se utilizó Microsoft Visio 2010 para la elaboración de los diagramas UML que se describen en el desarrollo.

- El sistema de información centraliza en una base de datos los campos relacionados con el manejo de balizas, cálculos de balances de masa mensual y anual, levantamiento de posiciones de balizas, etc.; de esta forma se tienen organizados y almacenados registros históricos en el tiempo de todos los datos glaciológicos relacionados con el estudio de un glaciar, que servirán para futuros análisis y estadísticas del comportamiento de los glaciares.
- El sistema de información facilitará la administración, procesamiento y corrección de los datos glaciológicos, así como la visualización, presentación de resultados y cuadros de informes con datos y gráficos validados por el técnico glaciólogo, usados para las publicaciones mensuales y anuales.
- La elaboración de los distintos diagramas siguiendo la metodología RUP ayudo a la fácil ejecución del proceso de desarrollo de este sistema de información, ya que describen cómo está estructurado el sistema de información desde diferentes perspectivas orientadas a las funcionalidades y alcances del proyecto.
- Adoptar y seguir la norma IEEE 830 permitió establecer los procesos necesarios que intervienen en el sistema de información, así como los parámetros y las normas que se manejan dentro del programa GREAT ICE.
- Se generó la documentación necesaria, así es el caso del manual de referencia técnica y el manual de usuario, donde se detalla el funcionamiento y la interacción con la base de datos y con el usuario, que servirá para futuras actualización y capacitación al personal del programa GREAT ICE, mostrando todas las funcionalidades y beneficios del sistema de información.
- El sistema de información se encuentra implementado y funcional en el programa GREAT ICE Ecuador, previa entrega de manuales y capacitación a los técnicos operativos.

7.2. RECOMENDACIONES

- Utilizar el software y hardware recomendado que cumplan con los requerimientos mínimos para el correcto funcionamiento del sistema de información, y de esta manera reducir problemas en tiempos de respuesta y ejecución del sistema.
- Se recomienda al administrador de base de datos del programa GREAT ICE, analizar el manual de referencia técnica del sistema de información para poder realizar las tareas de actualización y respaldo de base de datos.
- Es necesario que todos los usuarios del programa GREAT ICE que interactúan con el sistema de información, revisen prolíjamente el manual de usuario o la ayuda que viene integrado en el sistema de información, con lo cual tendrán una mayor visión y comprensión de los procesos que intervienen en los módulos del sistema.
- Se sugiere que el técnico glaciólogo del programa GREAT ICE, actualice constantemente la base de datos con información proveniente del campo mensualmente, para que se disponga siempre de información actualizada y el sistema de información muestre resultados confiables.
- Se recomienda a la persona encargada del ingreso de información del programa GREAT ICE, manejar los datos según se indica en el manual de usuario, para de esta manera mantener la integridad en la base de datos.
- Se recomienda restringir el acceso al sistema de información al personal no autorizado por el programa GREAT ICE.

BIBLIOGRAFÍA

- Cáceres, B. (2000). *Comportamiento de un glaciar de los Andes ecuatorianos en relación con los factores climáticos. Estudios realizados en el Glaciar 15 alfa del Antisana*. Universidad Central del Ecuador.
- Cáceres, B. (2004). Maisincho, L.; Taupin, J.; Francou, B.; Cadier. *Glaciares del Ecuador: Antisana y Carihuayrazo. Balance de masa, Topografía, Meteorología e Hidrología*. Quito: IRD, INAMHI, EMAAP-Q.
- Cáceres, B. (2007). El Programa Glaciares Ecuador. *Internacional Oro y Petróleo*.
- Cáceres, B., Maisincho, L., Taupin, J., Francou, B., Cadier, E., Delachaux, F., y otros. (2002). *Glaciares del Ecuador: Antisana y Carihuayrazo. Balance de masa, Topografía, Meteorología e Hidrología*. Quito: IRD, INAMHI, EMAAP-Q.
- Cáceres, et ál. (2005). *Glaciares del Ecuador: Antisana y Carihuayrazo. Balance de masa, Topografía, Meteorología e Hidrología*. Quito: IRD, INAMHI, EMAAP-Q.
- Cadier, E. (2007). Villacís, M.; Garcés, A.; Lhuissier, P.; Maisincho, L.; Laval, R.; Paredes, D.; Cáceres, B.; Bernard, F. *Variations of a low latitude Andean glacier according to global and local climate variations*. Quito.
- Cadier, E., Villacís, M., Garcés, A., Lhuissier, P., Maisincho, L., Laval, R., y otros. (2005). *Glaciares del Ecuador: Antisana y Carihuayrazo. Balance de masa, Topografía, Meteorología e Hidrología*. Quito: IRD, INAMHI, EMAAP-Q.
- Francou, B., Cáceres, B., Ayabaca, E., Bontron, G., Maisincho, L., Chango, R., y otros. (1999). *El Glaciar 15 del Antisana (Ecuador) Mediciones Glaciológicas, Hidrométricas, Meteorológicas y Topográficas (Años 1997 y 1998)*. Quito: IRD, INAMHI, EMAAP-Q.
- Manciati, C., & Freile, D. (2007). *Relación a escala mensual y estacional entre la información hidrometeorológica local y regional y la fusión de los glaciares tropicales del Ecuador. Casos de estudio: Glaciar 15 y Crespos del Nevado Antisana*. Quito: Tesis de Pregrado.
- Sémiond, H. (1998). Francou, B.; Ayabaca, E.; De la Cruz, A.; Chango, R. *El Glaciar 15 del Antisana Investigaciones glaciológicas 1994*. Quito.
- Villacís, M. (2001). *Influencia del Niño-Oscilación del Sur-ENOS sobre la precipitación en los Andes Centrales del Ecuador*. Quito: Tesis de pregrado.

ANEXO A

MANUAL DE REFERENCIA TÉCNICA

A.1. INTRODUCCIÓN

Este manual está dirigido al personal técnico responsable de efectuar el mantenimiento y posibles modificaciones a las funcionalidades del sistema de información, o realizar en la base de datos migraciones, actualizaciones o consultas que no estén contempladas en el respectivo modulo.

Aquí se indica la organización del sistema, configuración del servidor, requerimientos de instalación, diccionario de datos, estructura de la base de datos junto con las tablas, vistas, procedimientos, funciones, triggers, que hace uso el sistema de información en cada módulo, y su relación entre sí.

A.2. ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA

Para su fácil operación la interfaz del sistema de información está organizada en menús dinámicos e intuitivos amigables con el usuario, cuyas funciones y despliegue están en el orden natural de ejecución de los eventos.

Para su correcta operación es necesario instalarlo en un sistema Windows con la versión igual o superior a Microsoft Windows Xp, además de tener el conocimiento funcional y operacional del programa GREAT ICE.

A.3. CONFIGURACIÓN DEL SERVIDOR

Antes de poder operar con el sistema de información se necesita tener acceso a la base de datos implantada usando Microsoft SQL Server.

A.3.1. Instalación de Microsoft SQL Server

La versión recomendable del motor de base de datos es Microsoft SQL Server 2008, esta versión debe instalarse en el servidor con una autentificación mixta y con el siguiente usuario y password:

Tabla A-1: Autentificación a la base de datos

USUARIO	PASSWORD
sa	sauiosac2007

A.4. BASE DE DATOS

La base de datos se encuentra normalizada y el diseño ha sido pensando en la portabilidad del motor de base de datos, así pues, salvo quizás alguna modificación menor, que se pudiera requerir con el motor de base de datos, puede migrarse fácilmente la base de datos hacia los motores de base de datos soportados por Microsoft SQL Server, y migrar la base de datos según los requerimientos futuros.

A.4.1. Respaldo de la base de datos

El nombre de la base de datos es “bd_greatice” y se debe restaurar en el servidor de base de datos para empezar con el uso del sistema de información. Se recomienda hacer el respaldo de la base una vez el mes y guardar cronológicamente en el repositorio del programa GREAT ICE.

A.5. ESTRUCTURA DE LA BASE DE DATOS

La base de datos está estructurada por:

- Tablas.
- Vistas.
- Funciones.
- Procedimientos.
- Triggers.

Todos los elementos de la estructura son indispensables para el correcto funcionamiento de los módulos y la base de datos del sistema de información.

A.5.1. Tablas

Las tablas que interactúan con el sistema de información, son los módulos de desarrollo, y cada uno tiene aspectos específicos que se relacionan entre sí para obtener consultas, cálculos y posteriormente resultados que se muestran a través de la interfaz del programa.

Tabla A-2: Tablas en la base de datos

TABLA	DESCRIPCIÓN
administrador	Tabla de administradores
baliza	Tabla de balizas
calidad	Tabla de códigos de calidades de medición
casquete	Tabla de casquetes glaciares
estado	Tabla de códigos de estado de la baliza
glaciar	Tabla de glaciares
linea_equilibrio	Tabla de línea de equilibrio
medición	Tabla de mediciones
origen	Tabla de códigos de orígenes de medición
país	Tabla de países
posición	Tabla de posiciones de las balizas
rango	Tabla de rangos altitudinales
sentido	Tabla de códigos de sentidos de la baliza
zona	Tabla de zonas

A.5.2. Vistas

El sistema de información utiliza vistas, cuyo principal objetivo es la de consultar y mostrarlos al usuario en una forma ordenada y comprensible para su análisis.

Tabla A-3: Vistas en la base de datos

TABLA	DESCRIPCIÓN
View_Baliza	Vista para consulta de baliza
View_Casquete	Vista para consulta de casquitos glaciares
View_Medicion	Vista para consulta de mediciones

A.5.3. Funciones

El sistema de información utiliza funciones principalmente para calcular el balance de masa automáticamente, además para calcular la posición actual de una baliza y también actualizar la tabla baliza con los nuevos campos.

Tabla A-4: Funciones en la base de datos

MODULO	FUNCIONES
Medición	Calcular_Balance_Mensual
	Devolver_Baliza_Origen
	Devolver_Baliza_Sentido
	Devolver_Valor_Mes_Anterior
Posición	Devolver_Posicion_Alitud
	Devolver_Posicion_CordenadaEste
	Devolver_Posicion_CordenadaNorte
	Devolver_Posicion_FecRegistroMAX

A.5.4. Triggers

Existen 2 triggers en el sistema de información que se ejecutan de forma automática al ingresar, actualizar o eliminar un registro en las tablas de medición y posición.

Tabla A-5: Triggers en la base de datos

MODULO	TRIGGERS
Medición	Auto_Calcular_Balance_Mensual
Posición	Auto_Posicion_Baliza

A.5.5. Procedimientos

Los procedimientos implementados sirven para realizar las consultas invocadas desde el sistema de información a la base de datos, para cada módulo se encuentran procedimientos específicos, que se muestran a continuación:

Tabla A-6: Procedimientos en la base de datos

MODULO	PROCEDIMIENTOS
Administrador	GetAdministradorbyNombre
Medición	GetBalanceMensual
	GetBalanceMensualRelleno
	GetMedicionbyBaliza
	GetMedicionbyBalizaFecha
	GetMedicionbyGlaciarRangoBalizaFecha
Baliza	GetBalizabyCodigo
	GetBalizabyGlaciarRango
	GetBalizabyGlaciarRangoBalizaFechaNotNull
	GetBalizabyGlaciarRangoFecha
Calidad	GetCalidabyCodigo
	GetCalidadbyGlaciarRangoBalizaCalidadFecha
Casquete	GetCasquetebyNombre
Línea_equilibrio	GetElabyGlaciar
Estado	GetEstadobyCodigo
	GetEstadobyGlaciarRangoEstado
Glaciar	GetGlaciarbyCodigo
Origen	GetOrigenbyCodigo
Pais	GetPaisbyCodigo
Posición	GetPositionActual
	GetPositionbyBaliza
	GetPositionbyGlaciarRangoBalizaFecha
Rango	GetRangobyCodigo
	GetRangobyGlaciar
Sentido	GetSentidobyCodigo
	GetSentidobyGlaciarRangoSentido
Zona	GetZonabyCodigo
Informe	GetMedicionbyGlaciarRangoBalizaFechalInforme
	GetBalancePonderadobyGlaciarRangoFechalInforme2
	GetNivelNievebyGlaciarRangoFechalInforme3
	GetEvolucionBalancebyGlaciarRangoFechalInforme4
	GetBalanceNetoEspecificobyGlaciarRangoFechalInforme5
	GetPerfilAltitudinalbyGlaciarRangoFechalInforme6

A.6. DICCIONARIO DE DATOS

A.6.1. Tabla administrador

Tabla A-7: Diccionario de datos - tabla administrador

COLUMNA	TIPO DE DATO	TAMAÑO	ISNULL	ISPRIMARYKEY	ISFOREINGKEY	DESCRIPCIÓN
adm_id_nombre	VarChar (100)	100	N	Y	N	Clave primaria
adm_responsable	VarChar (150)	150	Y	N	N	Nombre del responsable
adm_direccion	VarChar (300)	300	Y	N	N	Dirección del administrador
adm_telefono	VarChar (50)	50	Y	N	N	Teléfono del administrador
adm_email	VarChar (50)	50	Y	N	N	Email del administrador
adm_web	VarChar (100)	100	Y	N	N	Página web del administrador
adm_descripcion	VarChar (350)	350	Y	N	N	Descripción del administrador

A.6.2. Tabla casquete

Tabla A-8: Diccionario de datos - tabla casquete

COLUMNA	TIPO DE DATO	TAMAÑO	ISNULL	ISPRIMARYKEY	ISFOREINGKEY	DESCRIPCIÓN
cas_id_nombre	VarChar (100)	100	N	Y	N	Clave primaria
zon_id_nombre	VarChar (100)	100	N	N	Y	Referencia a zona
cas_altitud	Float	8	Y	N	N	Altitud del casquete glaciar
cas_latitud	Float	8	Y	N	N	Latitud del casquete glaciar
cas_longitud	Float	8	Y	N	N	Longitud del casquete glaciar
cas_numglaciares	Int	4	Y	N	N	Número de glaciares del casquete glaciar
cas_descripcion	VarChar (350)	350	Y	N	N	Descripción del casquete glaciar

A.6.3. Tabla baliza

Tabla A-9: Diccionario de datos - tabla baliza

COLUMNA	TIPO DE DATO	TAMAÑO	ISNULL	ISPRIMARYKEY	ISFOREINGKEY	DESCRIPCIÓN
bal_id_codigo	VarChar (5)	5	N	Y	N	Clave primaria
ran_id_codigo	VarChar (15)	15	N	N	Y	Referencia a rango
est_id_codigo	VarChar (1)	1	N	N	Y	Referencia a estado
sen_id_codigo	VarChar (1)	1	N	N	Y	Referencia a sentido
bal_fecinstalacion	DateTime	8	Y	N	N	Fecha de instalación de la baliza
bal_fecretiro	DateTime	8	Y	N	N	Fecha de retiro de la baliza
bal_cooeste	Float	8	Y	N	N	Coordenada este WGS84 de la baliza
bal_coonorte	Float	8	Y	N	N	Coordenada norte WGS84 de la baliza
bal_altitud	Float	8	Y	N	N	Altitud de la baliza
bal_numelemento	Int	4	Y	N	N	Número de elementos de la baliza
bal_descripcion	VarChar (350)	350	Y	N	N	Descripción de la baliza
bal_informe	Bit	1	Y	N	N	Considerar para informe

A.6.4. Tabla línea de equilibrio

Tabla A-10: Diccionario de datos - tabla línea equilibrio

COLUMNA	TIPO DE DATO	TAMAÑO	ISNULL	ISPRIMARYKEY	ISFOREINGKEY	DESCRIPCIÓN
ela_id_codigo	Int	4	N	Y	N	Clave primaria
gla_id_codigo	VarChar (15)	15	N	N	Y	Referencia a glaciar
ela_fecmedicion	DateTime	8	Y	N	N	Fecha de medición de la línea de equilibrio
ela_fecregistro	DateTime	8	Y	N	N	Fecha de registro de la línea de equilibrio
ela_altitud	Float	8	Y	N	N	Altitud de la línea de equilibrio
ela_descripcion	VarChar (350)	350	Y	N	N	Descripción de la línea de equilibrio

A.6.5. Tabla medición

Tabla A-11: Diccionario de datos - tabla medición

COLUMNA	TIPO DE DATO	TAMAÑO	ISNULL	ISPRIMARYKEY	ISFOREINGKEY	DESCRIPCIÓN
med_id_codigo	Int	4	N	Y	N	Clave primaria
bal_id_codigo	VarChar (5)	5	N	N	Y	Referencia a baliza
cal_id_codigo	VarChar (1)	1	N	N	Y	Referencia a calidad
ori_id_codigo	VarChar (1)	1	N	N	Y	Referencia a origen
med_fecmedicion	DateTime	8	Y	N	N	Fecha de medición de la medición
med_fecregistro	DateTime	8	Y	N	N	Fecha de registro de la medición
med_tramo	Float	8	Y	N	N	Tramo de la medición
med_emergencia	Float	8	Y	N	N	Emergencia de la medición
med_nivnieve	Float	8	Y	N	N	Nivel de nieve de la medición
med_balmasa	Float	8	Y	N	N	Balance de masa de la medición
med_observacion	VarChar (350)	350	Y	N	N	Observación de la medición

A.6.6. Tabla zona

Tabla A-12: Diccionario de datos - tabla zona

COLUMNA	TIPO DE DATO	TAMAÑO	ISNULL	ISPRIMARYKEY	ISFOREINGKEY	DESCRIPCIÓN
zon_id_nombre	VarChar (100)	100	N	Y	N	Clave primaria
pai_id_nombre	VarChar (100)	100	N	N	Y	Referencia a país
zon_descripcion	VarChar (350)	350	Y	N	N	Descripción de la zona

A.6.7. Tabla posición

Tabla A-13: Diccionario de datos - tabla posición

COLUMNA	TIPO DE DATO	TAMAÑO	ISNULL	ISPRIMARYKEY	ISFOREINGKEY	DESCRIPCIÓN
pos_id_codigo	Int	4	N	Y	N	Clave primaria
bal_id_codigo	VarChar (5)	5	N	N	Y	Referencia a baliza
pos_feclevantamiento	DateTime	8	Y	N	N	Fecha de levantamiento de la posición
pos_fecregistro	DateTime	8	Y	N	N	Fecha de registro de la posición
pos_cooeste	Float	8	Y	N	N	Coordenada este WGS84 de la posición
pos_coonorte	Float	8	Y	N	N	Coordenada norte WGS84 de la posición
pos_altitud	Float	8	Y	N	N	Altitud de la posición
pos_equipo	VarChar (100)	100	Y	N	N	Equipo de la posición
pos_operador	VarChar (150)	150	Y	N	N	Operado de la posición
pos_observacion	VarChar (350)	350	Y	N	N	Observación de la posición

A.6.8. Tabla rango

Tabla A-14: Diccionario de datos - tabla rango

COLUMNA	TIPO DE DATO	TAMAÑO	ISNULL	ISPRIMARYKEY	ISFOREINGKEY	DESCRIPCIÓN
ran_id_codigo	VarChar (15)	15	N	Y	N	Clave primaria
gla_id_codigo	VarChar (15)	15	N	N	Y	Referencia a glaciar
ran_numero	Int	4	N	N	N	Número del rango altitudinal
ran_altborsuperior	Float	8	Y	N	N	Altitud del borde superior del rango altitudinal
ran_altborinferior	Float	8	Y	N	N	Altitud del borde inferior del rango altitudinal
ran_suprelativa	Float	8	Y	N	N	Superficie relativa del rango altitudinal
ran_supparcial	Float	8	Y	N	N	Superficie parcial del rango altitudinal
ran_descripcion	VarChar (350)	350	Y	N	N	Descripción del rango altitudinal

A.6.9. Tabla glaciar

Tabla A-15: Diccionario de datos - tabla glaciar

COLUMNA	TIPO DE DATO	TAMAÑO	ISNULL	ISPRIMARYKEY	ISFOREINGKEY	DESCRIPCIÓN
gla_id_codigo	VarChar (15)	15	N	Y	N	Clave primaria
cas_id_nombre	VarChar (100)	100	N	N	Y	Referencia a casquete
adm_id_nombre	VarChar (100)	100	N	N	Y	Referencia a administrador
gla_nombre	VarChar (150)	150	N	N	N	Nombre del glaciar
gla_altborsuperior	Float	8	Y	N	N	Altitud del borde superior del glaciar
gla_altborinferior	Float	8	Y	N	N	Altitud del borde inferior del glaciar
gla_superficie	Float	8	Y	N	N	Superficie del glaciar
gla_longitud	Float	8	Y	N	N	Longitud del glaciar
gla_iniactividad	Int	4	Y	N	N	Año de inicio de actividad del glaciar
gla_meshidrologico	Int	4	Y	N	N	Mes hidrológico del glaciar

A.6.10. Tabla país

Tabla A-16: Diccionario de datos - tabla país

COLUMNA	TIPO DE DATO	TAMAÑO	ISNULL	ISPRIMARYKEY	ISFOREINGKEY	DESCRIPCIÓN
pai_id_nombre	VarChar (100)	100	N	Y	N	Clave primaria
pai_descripcion	VarChar (350)	350	Y	N	N	Descripción del país

A.6.11. Tabla calidad

Tabla A-17: Diccionario de datos - tabla calidad

COLUMNA	TIPO DE DATO	TAMAÑO	ISNULL	ISPRIMARYKEY	ISFOREINGKEY	DESCRIPCIÓN
cal_id_codigo	VarChar (1)	1	N	Y	N	Clave primaria
cal_descripcion	VarChar (350)	350	N	N	N	Descripción de la calidad de la medición

A.6.12. Tabla estado

Tabla A-18: Diccionario de datos - tabla estado

COLUMNA	TIPO DE DATO	TAMAÑO	ISNULL	ISPRIMARYKEY	ISFOREINGKEY	DESCRIPCIÓN
est_id_codigo	VarChar (1)	1	N	Y	N	Clave primaria
est_descripcion	VarChar (350)	350	N	N	N	Descripción del estado de la baliza

A.6.13. Tabla origen

Tabla A-19: Diccionario de datos - tabla origen

COLUMNA	TIPO DE DATO	TAMAÑO	ISNULL	ISPRIMARYKEY	ISFOREINGKEY	DESCRIPCIÓN
ori_id_codigo	VarChar (1)	1	N	Y	N	Clave primaria
ori_descripcion	VarChar (350)	350	N	N	N	Descripción del origen de la medición

A.6.14. Tabla sentido

Tabla A-20: Diccionario de datos - tabla sentido

COLUMNA	TIPO DE DATO	TAMAÑO	ISNULL	ISPRIMARYKEY	ISFOREINGKEY	DESCRIPCIÓN
sen_id_codigo	VarChar (1)	1	N	Y	N	Clave primaria
sen_descripcion	VarChar (350)	350	N	N	N	Descripción del sentido de la baliza

ANEXO B

MANUAL DE USUARIO

B.1. INTRODUCCIÓN

Este manual está dirigido a todo el personal que usará el sistema de información y necesita conocer la manera correcta de interactuar con el mismo, y estar en la capacidad de ingresar, buscar, eliminar, actualizar, consultar datos glaciológicos, así como emitir reportes de todos los módulos, actualizar posiciones y altitudes de las balizas referentes, validar mediciones y cálculos de balances de masa mensuales y anuales, e imprimir cuadros validados con datos fiables para publicaciones mensuales y anuales. Aquí se indica la forma de utilizar el sistema de información y como obtener los resultados finales deseados, utilizando el menú de acceso para llegar al objetivo de una forma fácil y rápida.

B.2. INSTALACIÓN

B.2.1. Instalador

Ejecutar el instalador sobre un entorno Windows.



B.2.2. Carpeta de instalación

Seleccionar la carpeta de instalación y los usuarios que usarán el sistema de información, dar clic en siguiente.

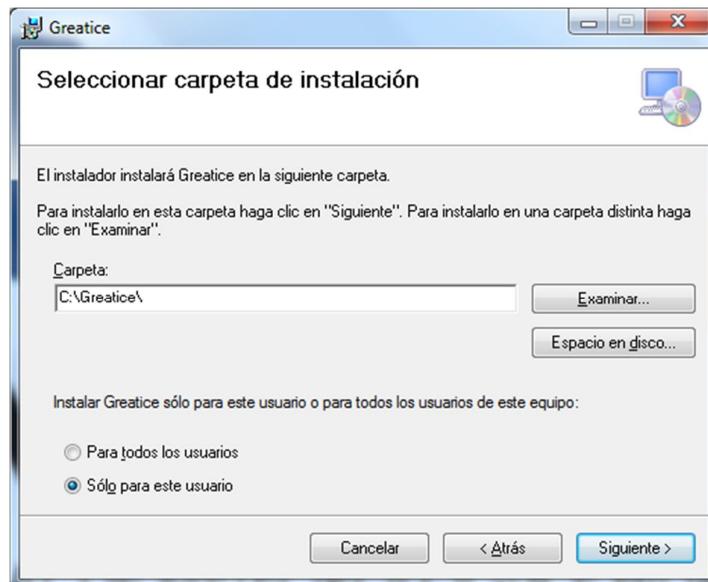


Figura B-1: Carpeta de instalación

B.2.3. Confirmar la instalación

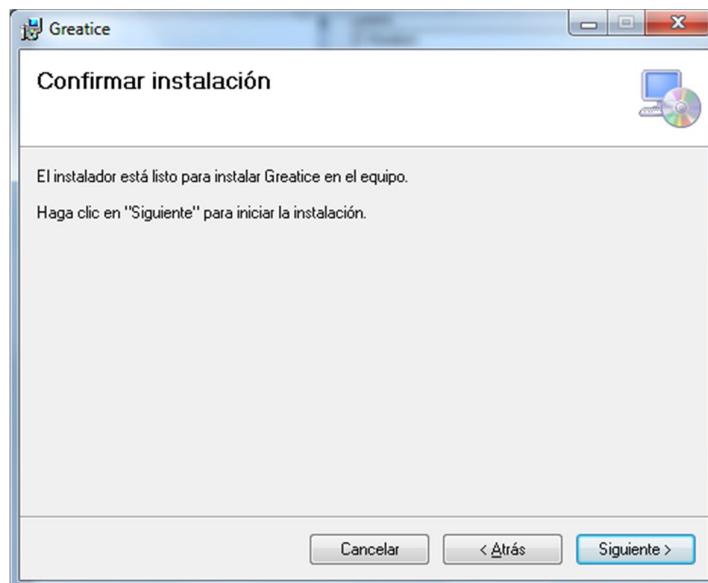


Figura B-2: Confirmación de la instalación

B.2.4. Instalando

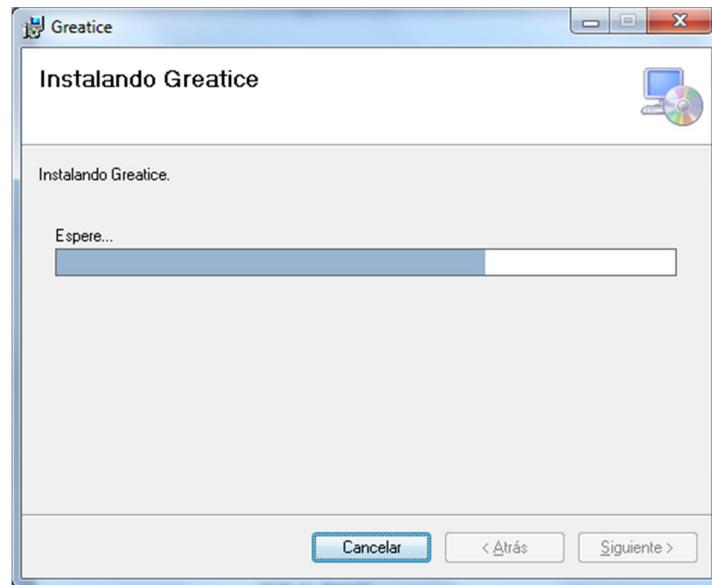


Figura B-3: Instalando sistema de información

B.2.5. Instalación completa

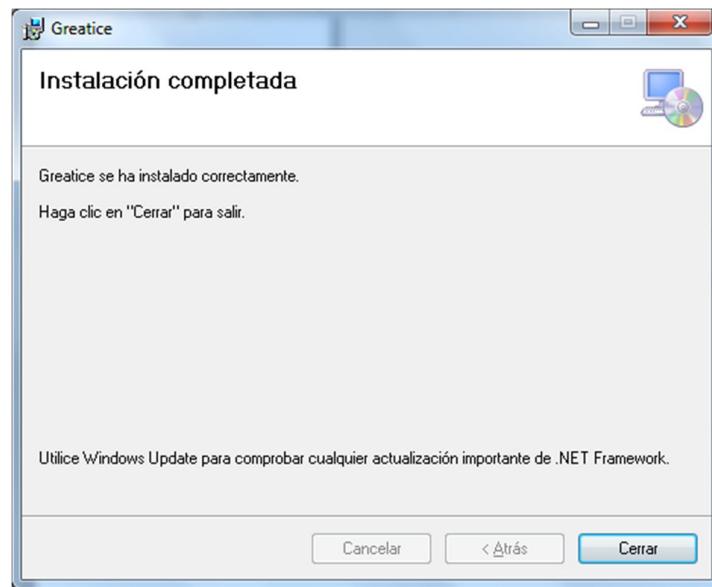


Figura B-4: Finalizando instalación

B.3. INTERFAZ PRINCIPAL

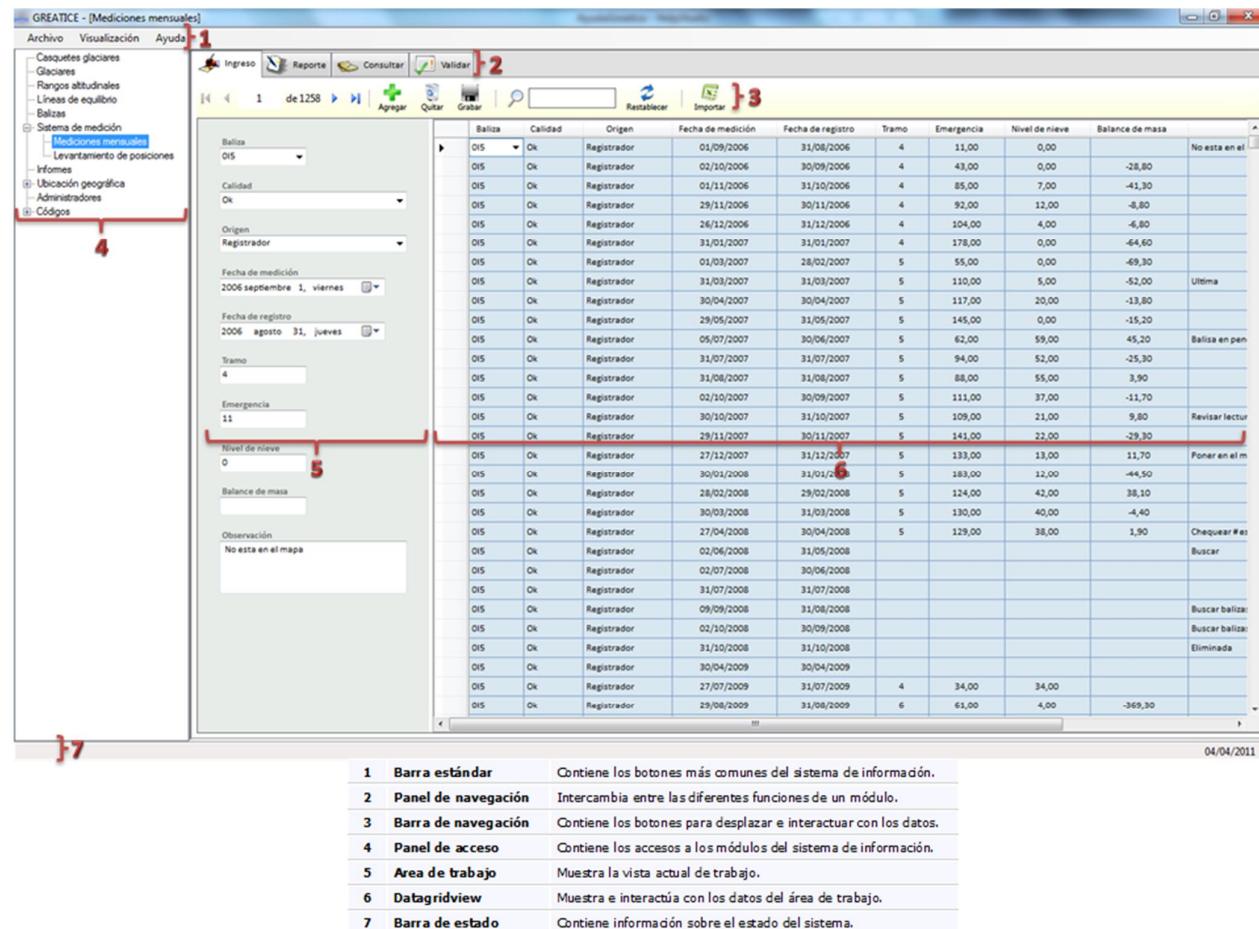


Figura B-5: Interfaz de usuario

B.4. PANEL DE NAVEGACIÓN

B.4.1. Pestaña de ingreso



Muestra los registros del módulo seleccionado, provee acceso para agregar, editar, quitar, grabar, buscar, restablecer e importar registros

B.4.2. Pestaña de reporte



Muestra un reporte de los registros del módulo seleccionado, provee acceso para buscar e imprimir o exportar registros.

B.4.3. Pestaña de consulta



Muestra un reporte de consulta y cruces de los registros del módulo seleccionado, provee acceso para buscar e imprimir o exportar registros.

B.4.4. Pestaña de validación



Muestra un reporte de los registros del módulo de mediciones mensuales, provee acceso para buscar, imprimir o exportar y validar registros.

B.5. ASISTENTES

B.5.1. Asistente para importar archivo Excel

Asistente para realizar una correcta importación de datos al sistema de información. El archivo Excel puede tener las extensiones (.XLS, .XLSX).

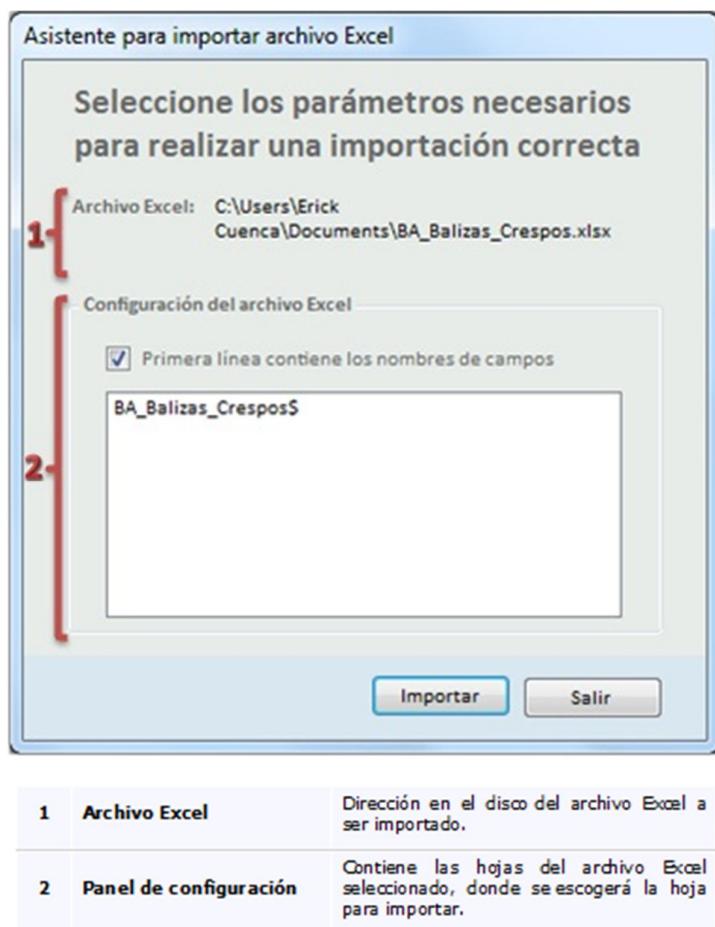
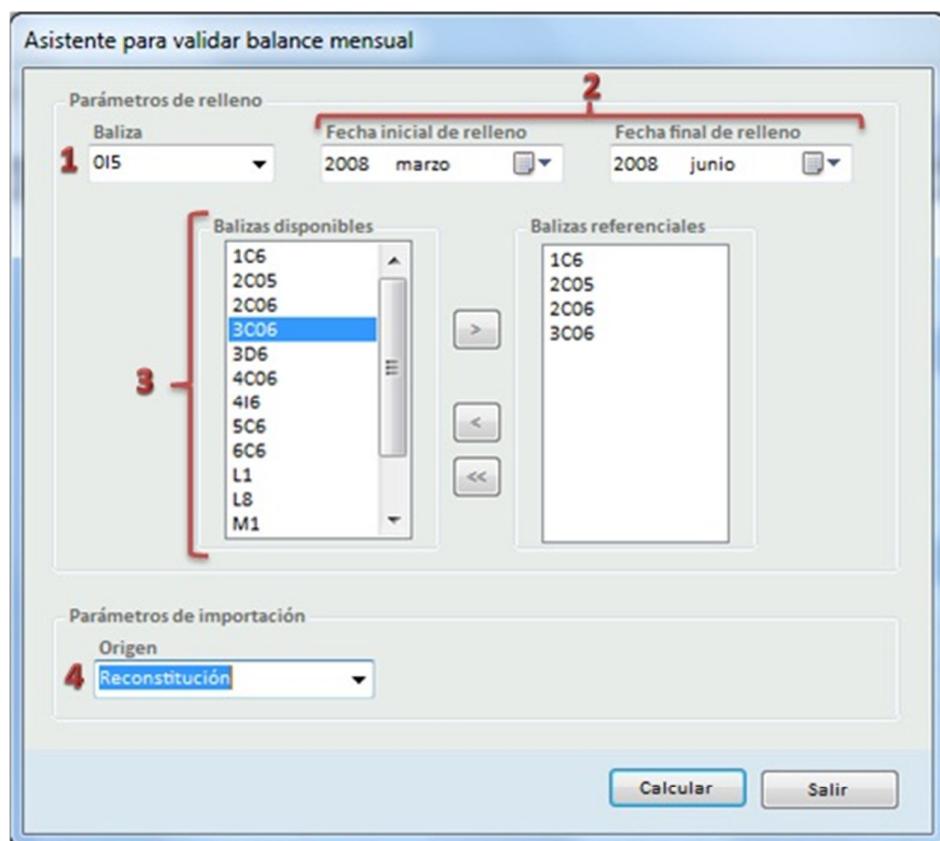


Figura B-6: Asistente para importar archivo Excel

B.5.2. Asistente para validar balance de masa

Asistente para validar las mediciones y los cálculos de balance de masa mensuales en un periodo de tiempo.



1	Baliza a rellenar/corregir	Baliza a llenar en un periodo de tiempo.
2	Periodo de relleno/corrección	Periodo de tiempo a llenar de la baliza.
3	Balizas referenciales	Balizas referenciales, las balizas que se indican aquí son las que tiene datos en el periodo de tiempo seleccionado.
4	Código de importación	El código de origen de las mediciones llenadas o corregidas y que servirá para identificar los datos.

Figura B-7: Asistente para validar balance de masa

B.6. MODULO DE PAÍSES

El módulo de países despliega una lista de los países, y provee acceso para agregar, editar, quitar, grabar, buscar, importar e imprimir o exportar registros.

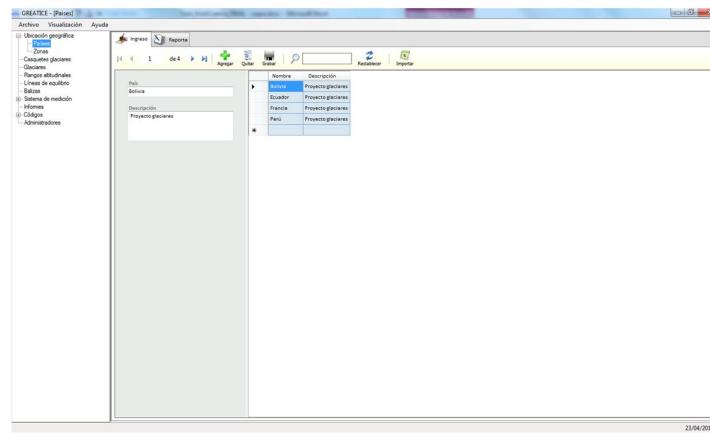


Figura B-8: Interfaz - módulo de países

B.6.1. Agregar país

- Mostrar el Modulo de Países y click en la Pestaña de Ingreso.
- Click en el botón de **Agregar**
- Ingresar los registros del país.
- Al terminar, click en el botón de **Grabar**
- Se mostrará un mensaje de información de registro guardado exitosamente

B.6.2. Editar país

- Mostrar el Modulo de Países y click en la Pestaña de Ingreso.
- Seleccionar el país de la lista.
- Editar los registros del país.
- Al terminar, click en el botón de **Grabar**
- Se mostrará un mensaje de información de registro guardado exitosamente.

B.6.3. Quitar país

- Mostrar el Modulo de Países y seleccionar el país de la lista.
- Click en el botón de **Quitar** 
- Responder **Si** al mensaje de confirmación para eliminar el registro.
- Se mostrará un mensaje de información de registro eliminado exitosamente.

B.6.4. Buscar país

- Mostrar el Modulo de Países y click en la Pestaña de Ingreso.
- Escribir el nombre del país en el campo de búsqueda.
- La lista se filtrará mientras se escribe el nombre del país en el campo de búsqueda.

B.6.5. Imprimir o exportar país

- Mostrar el Modulo de Países y click en la Pestaña de Reporte.
- Se despliega el reporte de todos los países con sus características.
- Se puede imprimir directamente o exportar a Microsoft Excel (.XLS), Microsoft Word (.DOC), Adobe Reader (.PDF).

B.6.6. Importar país

- Mostrar el Modulo de Países y click en la Pestaña de Ingreso.
- Click en el botón de **Importar** 
- Seleccionar el archivo Microsoft Excel (.XLS, .XLSX) a importar.
- Seguir los pasos del Asistente para importar archivo Excel.

B.7. MODULO DE ZONAS

El módulo de zonas despliega una lista de las zonas de un país, y provee acceso para agregar, editar, quitar, grabar, buscar, importar e imprimir o exportar registros

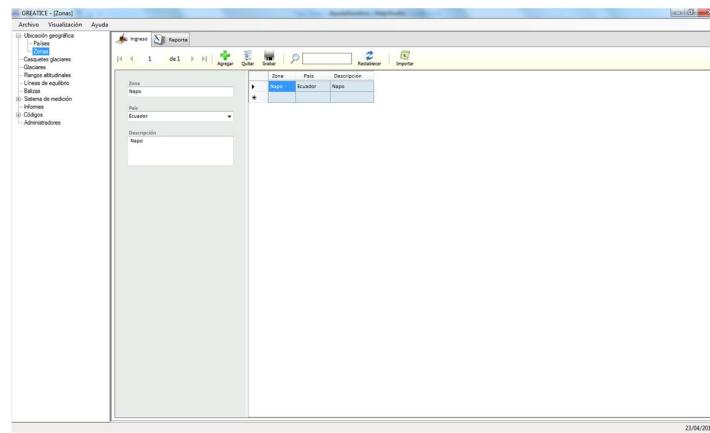


Figura B-9: Interfaz - módulo de zonas

B.7.1. Agregar zona

- Mostrar el Modulo de Zonas y click en la Pestaña de Ingreso.
- Click en el botón de **Agregar**
- Ingresar los registros de la zona.
- Al terminar, click en el botón de **Grabar**
- Se mostrará un mensaje de información de registro guardado exitosamente.

B.7.2. Editar zona

- Mostrar el Modulo de Zonas y click en la Pestaña de Ingreso.
- Seleccionar la zona de la lista.
- Editar los registros de la zona.
- Al terminar, click en el botón de **Grabar**
- Se mostrará un mensaje de información de registro guardado exitosamente

B.7.3. Quitar zona

- Mostrar el Modulo de Zonas y seleccionar la zona de la lista.
- Click en el botón de **Quitar** 
- Responder **Sí** al mensaje de confirmación para eliminar el registro.
- Se mostrará un mensaje de información de registro eliminado exitosamente.

B.7.4. Buscar zona

- Mostrar el Modulo de Zonas y click en la Pestaña de Ingreso.
- Escribir el nombre de la zona en el campo de búsqueda.
- La lista se filtrará mientras se escribe el nombre de la zona en el campo de búsqueda.

B.7.5. Imprimir o exportar zona

- Mostrar el Modulo de Zonas y click en la Pestaña de Reporte.
- Se despliega el reporte de todas las zonas con sus características.
- Se puede imprimir directamente o exportar a Microsoft Excel (.XLS), Microsoft Word (.DOC), Adobe Reader (.PDF).

B.7.6. Importar zona

- Mostrar el Modulo de Zonas y click en la Pestaña de Ingreso.
- Click en el botón de **Importar** 
- Seleccionar el archivo Microsoft Excel (.XLS, .XLSX) a importar.
- Seguir los pasos del Asistente para importar archivo Excel.

B.8. MODULO DE ADMINISTRADORES

El módulo de administradores despliega una lista de los administradores de los glaciares, y provee acceso para agregar, editar, quitar, grabar, buscar, importar e imprimir o exportar registros.

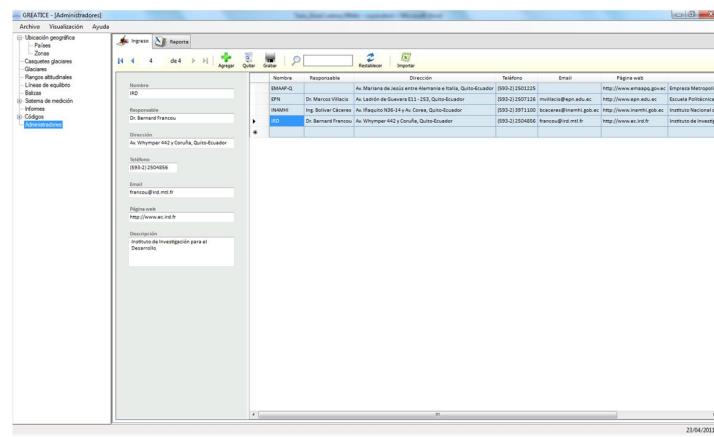


Figura B-10: Interfaz - módulo de administradores

B.8.1. Agregar administrador

- Mostrar el Modulo de Administradores y click en la Pestaña de Ingreso.
- Click en el botón de **Agregar**
- Ingresar los registros del administrador.
- Al terminar, click en el botón de **Grabar**
- Se mostrará un mensaje de información de registro guardado exitosamente.

B.8.2. Editar administrador

- Mostrar el Modulo de Administradores y click en la Pestaña de Ingreso.
- Seleccionar el administrador de la lista.
- Editar los registros del administrador.
- Al terminar, click en el botón de **Grabar**
- Se mostrará un mensaje de información de registro guardado exitosamente.

B.8.3. Quitar administrador

- Mostrar el Modulo de Administradores y seleccionar el administrador de la lista.
- Click en el botón de **Quitar** 
- Responder **Si** al mensaje de confirmación para eliminar el registro.
- Se mostrará un mensaje de información de registro eliminado exitosamente.

B.8.4. Buscar administrador

- Mostrar el Modulo de Administradores y click en la Pestaña de Ingreso.
- Escribir el nombre del administrador en el campo de búsqueda.
- La lista se filtrará mientras se escribe el nombre del administrador en el campo de búsqueda.

B.8.5. Imprimir o exportar administrador

- Mostrar el Modulo de Administradores y click en la Pestaña de Reporte.
- Se despliega el reporte de todos los administradores con sus características.
- Se puede imprimir directamente o exportar a Microsoft Excel (.XLS), Microsoft Word (.DOC), Adobe Reader (.PDF).

B.8.6. Importar administrador

- Mostrar el Modulo de Administradores y click en la Pestaña de Ingreso.
- Click en el botón de **Importar** 
- Seleccionar el archivo Microsoft Excel (.XLS, .XLSX) a importar.
- Seguir los pasos del Asistente para importar archivo Excel.

B.9. MODULO DE CASQUETES GLACIARES

El módulo de casquetes glaciares despliega una lista de los casquetes glaciares de las zonas, y provee acceso para agregar, editar, quitar, grabar, buscar, importar e imprimir o exportar registros.

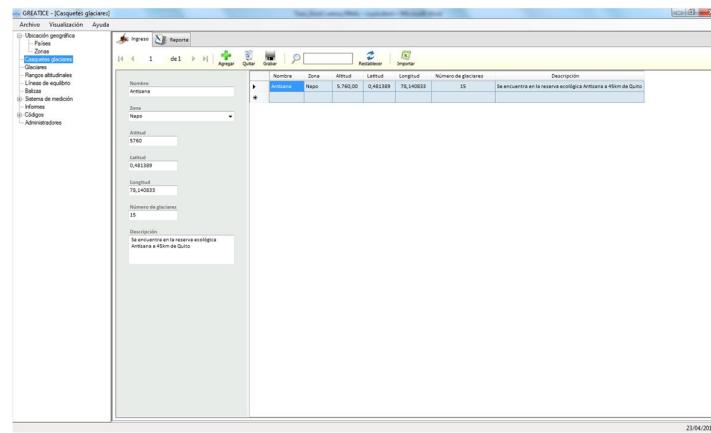


Figura B-11: Interfaz - módulo de casquetes glaciares

B.9.1. Agregar casquete glaciar

- Mostrar el Modulo de Casquetes Glaciares y click en la Pestaña de Ingreso.
- Click en el botón de **Agregar**
- Ingresar los registros del casquete glaciar.
- Al terminar, click en el botón de **Grabar**
- Se mostrará un mensaje de información de registro guardado exitosamente.

B.9.2. Editar casquete glaciar

- Mostrar el Modulo de Casquetes Glaciares y click en la Pestaña de Ingreso.
- Seleccionar el casquete glaciar de la lista.
- Editar los registros del casquete glaciar.
- Al terminar, click en el botón de **Grabar**
- Se mostrará un mensaje de información de registro guardado exitosamente.

B.9.3. Quitar casquete glaciar

- Mostrar el Modulo de Casquetes Glaciares y seleccionar el casquete glaciar de la lista.
- Click en el botón de **Quitar** 
- Responder **Si** al mensaje de confirmación para eliminar el registro.
- Se mostrará un mensaje de información de registro eliminado exitosamente.

B.9.4. Buscar casquete glaciar

- Mostrar el Modulo de Casquetes Glaciares y click en la Pestaña de Ingreso.
- Escribir el nombre del casquete glaciar en el campo de búsqueda.
- La lista se filtrará mientras se escribe el nombre del casquete glaciar en el campo de búsqueda.

B.9.5. Imprimir o exportar casquete glaciar

- Mostrar el Modulo de Casquetes Glaciares y click en la Pestaña de Reporte.
- Se despliega el reporte de todos los casquetes glaciares con sus características.
- Se puede imprimir directamente o exportar a Microsoft Excel (.XLS), Microsoft Word (.DOC), Adobe Reader (.PDF).

B.9.6. Importar casquete glaciar

- Mostrar el Modulo de Casquetes Glaciares y click en la Pestaña de Ingreso.
- Click en el botón de **Importar** 
- Seleccionar el archivo Microsoft Excel (.XLS, .XLSX) a importar.
- Seguir los pasos del Asistente para importar archivo Excel.

B.10. MODULO DE GLACIARES

El módulo de glaciares despliega una lista de los glaciares de un casquete glaciar, y provee acceso para agregar, editar, quitar, grabar, buscar, importar e imprimir o exportar registros.

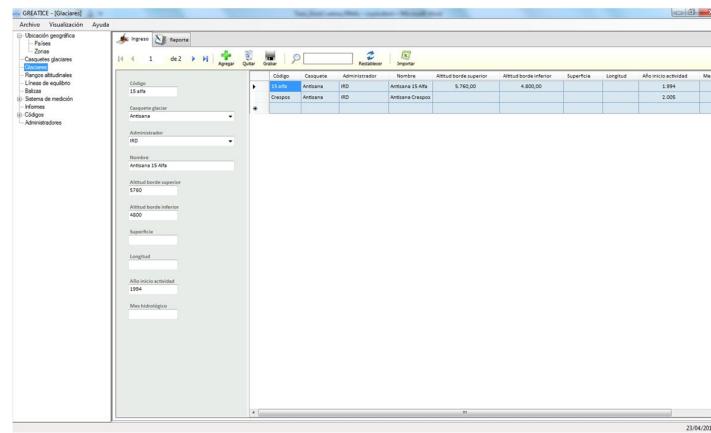


Figura B-12: Interfaz - módulo de glaciares

B.10.1. Agregar glaciar

- Mostrar el Modulo de Glaciares y click en la Pestaña de Ingreso.
- Click en el botón de **Agregar**
- Ingresar los registros del glaciar.
- Al terminar, click en el botón de **Grabar**
- Se mostrará un mensaje de información de registro guardado exitosamente.

B.10.2. Editar glaciar

- Mostrar el Modulo de Glaciares y click en la Pestaña de Ingreso.
- Seleccionar el glaciar de la lista.
- Editar los registros del glaciar.
- Al terminar, click en el botón de **Grabar**
- Se mostrará un mensaje de información de registro guardado exitosamente.

B.10.3. Quitar glaciar

- Mostrar el Modulo de Glaciares y seleccionar el glaciar de la lista.
- Click en el botón de **Quitar** 
- Responder **Si** al mensaje de confirmación para eliminar el registro.
- Se mostrará un mensaje de información de registro eliminado exitosamente.

B.10.4. Buscar glaciar

- Mostrar el Modulo de Glaciares y click en la Pestaña de Ingreso.
- Escribir el nombre del glaciar en el campo de búsqueda.
- La lista se filtrará mientras se escribe el nombre del glaciar en el campo de búsqueda.

B.10.5. Imprimir o exportar glaciar

- Mostrar el Modulo de Glaciares y click en la Pestaña de Reporte.
- Se despliega el reporte de todos los glaciares con sus características.
- Se puede imprimir directamente o exportar a Microsoft Excel (.XLS), Microsoft Word (.DOC), Adobe Reader (.PDF).

B.10.6. Importar glaciar

- Mostrar el Modulo de Glaciares y click en la Pestaña de Ingreso.
- Click en el botón de **Importar** 
- Seleccionar el archivo Microsoft Excel (.XLS, .XLSX) a importar.
- Seguir los pasos del Asistente para importar archivo Excel.

B.11. MODULO DE RANGOS ALTITUDINALES

El módulo de los rangos altitudinales despliega una lista de los rangos altitudinales de un glaciar, y provee acceso para agregar, editar, quitar, grabar, buscar, importar e imprimir o exportar registros.

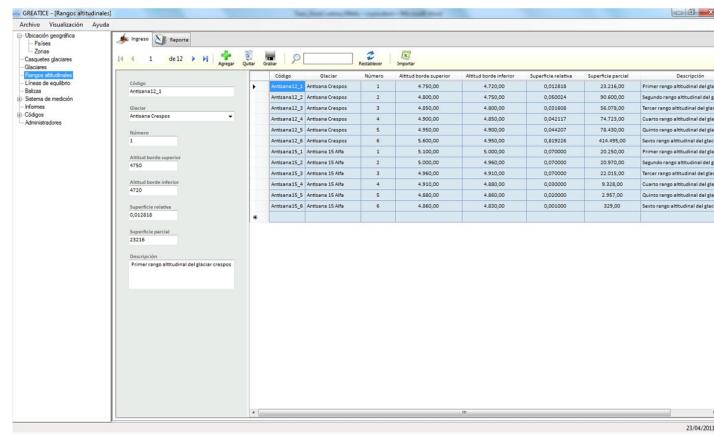


Figura B-13: Interfaz - módulo de rangos altitudinales

B.11.1. Agregar rango altitudinal

- Mostrar el Modulo de Rangos Altitudinales y click en la Pestaña de Ingreso.
- Click en el botón de **Agregar**
- Ingresar los registros del rango altitudinal.
- Al terminar, click en el botón de **Grabar**
- Se mostrará un mensaje de información de registro guardado exitosamente.

B.11.2. Editar rango altitudinal

- Mostrar el Modulo de Rangos Altitudinales y click en la Pestaña de Ingreso.
- Seleccionar el rango altitudinal de la lista.
- Editar los registros del rango altitudinal.
- Al terminar, click en el botón de **Grabar**
- Se mostrará un mensaje de información de registro guardado exitosamente.

B.11.3. Quitar rango altitudinal

- Mostrar el Modulo de Rangos Altitudinales y seleccionar el rango altitudinal de la lista.
- Click en el botón de **Quitar** 
- Responder **Si** al mensaje de confirmación para eliminar el registro.
- Se mostrará un mensaje de información de registro eliminado exitosamente.

B.11.4. Buscar rango altitudinal

- Mostrar el Modulo de Rangos Altitudinales y click en la Pestaña de Ingreso.
- Escribir el nombre del rango altitudinal en el campo de búsqueda.
- La lista se filtrará mientras se escribe el nombre del rango altitudinal en el campo de búsqueda.

B.11.5. Imprimir o exportar rango altitudinal

- Mostrar el Modulo de Rangos Altitudinales y click en la Pestaña de Reporte.
- Se despliega el reporte de todos los rangos altitudinales con sus características.
- Se puede imprimir directamente o exportar a Microsoft Excel (.XLS), Microsoft Word (.DOC), Adobe Reader (.PDF).

B.11.6. Importar rango altitudinal

- Mostrar el Modulo de Rangos Altitudinales y click en la Pestaña de Ingreso.
- Click en el botón de **Importar** 
- Seleccionar el archivo Microsoft Excel (.XLS, .XLSX) a importar.
- Seguir los pasos del Asistente para importar archivo Excel.

B.12. MODULO DE BALIZAS

El módulo de balizas despliega una lista de las balizas de un rango altitudinal, y provee acceso para agregar, editar, quitar, grabar, buscar, importar, imprimir o exportar y consultar registros.

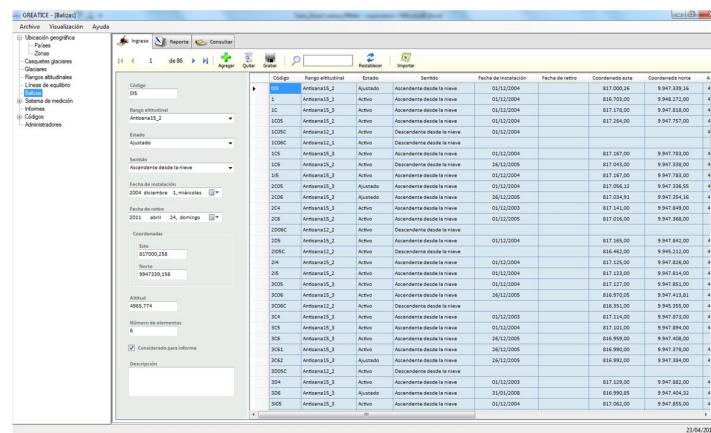


Figura B-14: Interfaz - módulo de balizas

B.12.1. Agregar baliza

- Mostrar el Modulo de Balizas y click en la Pestaña de Ingreso.
- Click en el botón de **Agregar**
- Ingresar los registros de la baliza.
- Al terminar, click en el botón de **Grabar**
- Se mostrará un mensaje de información de registro guardado exitosamente.

B.12.2. Editar baliza

- Mostrar el Modulo de Balizas y click en la Pestaña de Ingreso.
- Seleccionar la baliza de la lista.
- Editar los registros de la baliza.
- Al terminar, click en el botón de **Grabar**
- Se mostrará un mensaje de información de registro guardado exitosamente.

B.12.3. Quitar baliza

- Mostrar el Modulo de Balizas y seleccionar la baliza de la lista.
- Click en el botón de **Quitar** 
- Responder **Si** al mensaje de confirmación para eliminar el registro.
- Se mostrará un mensaje de información de registro eliminado exitosamente.

B.12.4. Buscar baliza

- Mostrar el Modulo de Balizas y click en la Pestaña de Ingreso.
- Escribir el nombre de la baliza en el campo de búsqueda.
- La lista se filtrará mientras se escribe el nombre de la baliza en el campo de búsqueda.

B.12.5. Imprimir o exportar baliza

- Mostrar el Modulo de Balizas y click en la Pestaña de Reporte.
- Se despliega el reporte de todas las balizas con sus características.
- Se puede imprimir directamente o exportar a Microsoft Excel (.XLS), Microsoft Word (.DOC), Adobe Reader (.PDF).

B.12.6. Importar baliza

- Mostrar el Modulo de Balizas y click en la Pestaña de Ingreso.
- Click en el botón de **Importar** 
- Seleccionar el archivo Microsoft Excel (.XLS, .XLSX) a importar.
- Seguir los pasos del Asistente para importar archivo Excel.

B.12.7. Consultar baliza

- Mostrar el Modulo de Balizas y click en la Pestaña de Consulta.
- Se puede filtrar por glaciar y/o rango altitudinal y/o baliza.
- Se puede imprimir directamente o exportar a Microsoft Excel (.XLS), Microsoft Word (.DOC), Adobe Reader (.PDF).

B.13. MODULO DE MEDICIONES MENSUALES

El módulo de mediciones mensuales despliega una lista de las mediciones de campo cada mes, y provee acceso para agregar, editar, quitar, grabar, buscar, importar, imprimir o exportar, consultar, validar y corregir registros

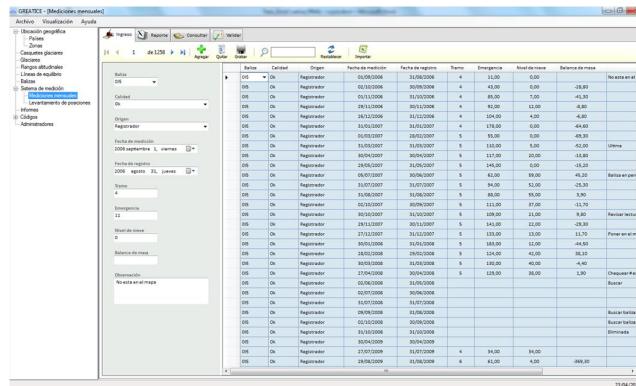


Figura B-15: Interfaz - módulo de mediciones

B.13.1. Agregar medición mensual

- Mostrar el Modulo de Mediciones Mensuales y click en la Pestaña de Ingreso.
- Click en el botón de Agregar
- Ingresar los registros de la medición mensual.
- Al terminar, click en el botón de Grabar
- Se mostrará un mensaje de información de registro guardado exitosamente.

B.13.2. Editar medición mensual

- Mostrar el Modulo de Mediciones Mensuales y click en la Pestaña de Ingreso.
- Seleccionar la baliza de la lista.
- Editar los registros de la medición mensual.
- Al terminar, click en el botón de Grabar
- Se mostrará un mensaje de información de registro guardado exitosamente.

B.13.3. Quitar medición mensual

- Mostrar el Modulo de Mediciones Mensuales y seleccionar la medición mensual de la lista.
- Click en el botón de **Quitar** 
- Responder **Si** al mensaje de confirmación para eliminar el registro.
- Se mostrará un mensaje de información de registro eliminado exitosamente.

B.13.4. Buscar medición mensual

- Mostrar el Modulo de Mediciones Mensuales y click en la Pestaña de Ingreso.
- Escribir el nombre de la baliza en el campo de búsqueda.
- La lista se filtrará mientras se escribe el nombre de la baliza en el campo de búsqueda.

B.13.5. Imprimir o exportar medición mensual

- Mostrar el Modulo de Mediciones Mensuales y click en la Pestaña de Reporte.
- Se despliega el reporte de todas las mediciones mensuales con sus características.
- Se puede imprimir directamente o exportar a Microsoft Excel (.XLS), Microsoft Word (.DOC), Adobe Reader (.PDF).

B.13.6. Importar medición mensual

- Mostrar el Modulo de Mediciones Mensuales y click en la Pestaña de Ingreso.
- Click en el botón de **Importar** 
- Seleccionar el archivo Microsoft Excel (.XLS, .XLSX) a importar.
- Seguir los pasos del Asistente para importar archivo Excel.

B.13.7. Consultar medición mensual

- Mostrar el Modulo de Mediciones Mensuales y click en la Pestaña de Consulta.
- Se puede filtrar por glaciar y/o rango altitudinal y/o baliza y fecha de registro inicial y fecha de registro final.
- Se puede imprimir directamente o exportar a Microsoft Excel (.XLS), Microsoft Word (.DOC), Adobe Reader (.PDF).

B.13.8. Validar medición mensual

- Mostrar el Modulo de Mediciones Mensuales y click en la Pestaña de Validación.
- Se puede filtrar por glaciar y/o rango altitudinal y fecha de registro inicial y fecha de registro final.
- Click en el botón de **Rellenar / Corregir** 
- Seguir los pasos del Asistente para validar balance de masa.

B.14. MODULO DE LEVANTAMIENTOS DE POSICIONES

El módulo de levantamientos de posiciones despliega una lista de las coordenadas geográficas de cada baliza en un determinado periodo de tiempo, y provee acceso para agregar, editar, quitar, grabar, buscar, importar, imprimir o exportar y consultar registros.

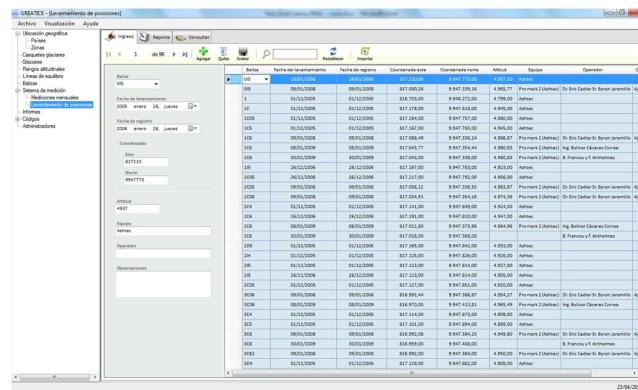


Figura B-16: Interfaz - módulo de levantamientos de posiciones

B.14.1. Agregar levantamiento de posición

- Mostrar el Modulo de Levantamientos de Posiciones y click en la Pestaña de Ingreso.
- Click en el botón de **Agregar**
- Ingresar los registros del levantamiento de posición.
- Al terminar, click en el botón de **Grabar**
- Se mostrará un mensaje de información de registro guardado exitosamente.

B.14.2. Editar levantamiento de posición

- Mostrar el Modulo de Levantamientos de Posiciones y click en la Pestaña de Ingreso.
- Seleccionar la baliza de la lista.
- Editar los registros del levantamiento de posición.
- Al terminar, click en el botón de **Grabar**
- Se mostrará un mensaje de información de registro guardado exitosamente.

B.14.3. Quitar levantamiento de posición

- Mostrar el Modulo de Levantamientos de Posiciones y seleccionar el levantamiento de posición de la lista.
- Click en el botón de **Quitar** 
- Responder **Si** al mensaje de confirmación para eliminar el registro.
- Se mostrará un mensaje de información de registro eliminado exitosamente.

B.14.4. Buscar levantamiento de posición

- Mostrar el Modulo de Levantamientos de Posiciones y click en la Pestaña de Ingreso.
- Escribir el nombre de la baliza en el campo de búsqueda.
- La lista se filtrará mientras se escribe el nombre de la baliza en el campo de búsqueda.

B.14.5. Imprimir o exportar levantamiento de posición

- Mostrar el Modulo de Levantamientos de Posiciones y click en la Pestaña de Reporte.
- Se despliega el reporte de todos los levantamientos de posiciones con sus características.
- Se puede imprimir directamente o exportar a Microsoft Excel (.XLS), Microsoft Word (.DOC), Adobe Reader (.PDF).

B.14.6. Importar levantamiento de posición

- Mostrar el Modulo de Levantamientos de Posiciones y click en la Pestaña de Ingreso.
- Click en el botón de **Importar** 
- Seleccionar el archivo Microsoft Excel (.XLS, .XLSX) a importar.
- Seguir los pasos del Asistente para importar archivo Excel.

B.14.7. Consultar levantamiento de posición

- Mostrar el Modulo de Levantamientos de Posiciones y click en la Pestaña de Consulta.
- Se puede filtrar por glaciar y/o rango altitudinal y/o baliza y fecha de registro inicial y fecha de registro final.
- Se puede imprimir directamente o exportar a Microsoft Excel (.XLS), Microsoft Word (.DOC), Adobe Reader (.PDF).

B.15. MODULO DE LÍNEAS DE EQUILIBRIO

El módulo de líneas de equilibrio despliega una lista de la altitud de la línea de equilibrio en el glaciar, y provee acceso para agregar, editar, quitar, grabar, buscar, importar, imprimir o exportar y consultar registros.

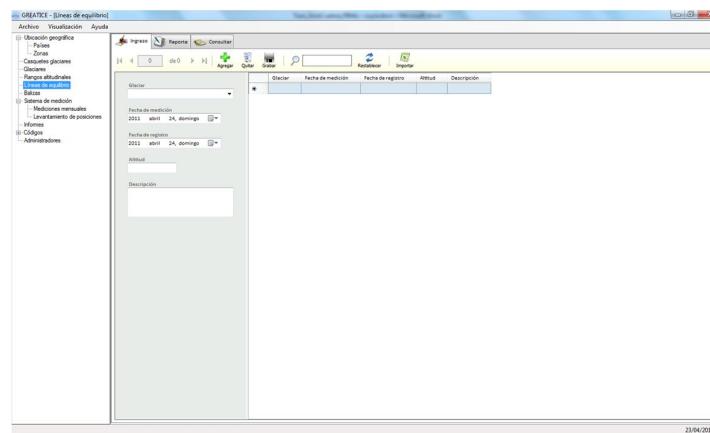


Figura B-17: Interfaz - módulo de líneas de equilibrio

B.15.1. Agregar línea de equilibrio

- Mostrar el Modulo de Líneas de Equilibrio y click en la Pestaña de Ingreso.
- Click en el botón de **Agregar**
- Ingresar los registros de la línea de equilibrio.
- Al terminar, click en el botón de **Grabar**
- Se mostrará un mensaje de información de registro guardado exitosamente.

B.15.2. Editar línea de equilibrio

- Mostrar el Modulo de Líneas de Equilibrio y click en la Pestaña de Ingreso.
- Seleccionar el glaciar de la lista.
- Editar los registros de la línea de equilibrio.
- Al terminar, click en el botón de **Grabar**
- Se mostrará un mensaje de información de registro guardado exitosamente.

B.15.3. Quitar línea de equilibrio

- Mostrar el Modulo de Líneas de Equilibrio y seleccionar la línea de equilibrio de la lista.
- Click en el botón de **Quitar** 
- Responder **Si** al mensaje de confirmación para eliminar el registro.
- Se mostrará un mensaje de información de registro eliminado exitosamente.

B.15.4. Buscar línea de equilibrio

- Mostrar el Modulo de Líneas de Equilibrio y click en la Pestaña de Ingreso.
- Escribir el nombre del glaciar en el campo de búsqueda.
- La lista se filtrará mientras se escribe el nombre del glaciar en el campo de búsqueda.

B.15.5. Imprimir o exportar línea de equilibrio

- Mostrar el Modulo de Líneas de Equilibrio y click en la Pestaña de Reporte.
- Se despliega el reporte de todas las líneas de equilibrio con sus características.
- Se puede imprimir directamente o exportar a Microsoft Excel (.XLS), Microsoft Word (.DOC), Adobe Reader (.PDF).

B.15.6. Importar línea de equilibrio

- Mostrar el Modulo de Líneas de Equilibrio y click en la Pestaña de Ingreso.
- Click en el botón de **Importar** 
- Seleccionar el archivo Microsoft Excel (.XLS, .XLSX) a importar.
- Seguir los pasos del Asistente para importar archivo Excel.

B.15.7. Consultar línea de equilibrio

- Mostrar el Modulo de Líneas de Equilibrio y click en la Pestaña de Consulta.
- Se puede filtrar por glaciad y fecha de registro inicial y fecha de registro final.
- Se puede imprimir directamente o exportar a Microsoft Excel (.XLS), Microsoft Word (.DOC), Adobe Reader (.PDF).

B.16. MODULO DE CÓDIGOS DE ESTADO

El módulo de códigos de estado despliega una lista de los códigos de estado de una baliza, y provee acceso para agregar, editar, quitar, grabar, buscar, importar, imprimir o exportar y consultar registros.

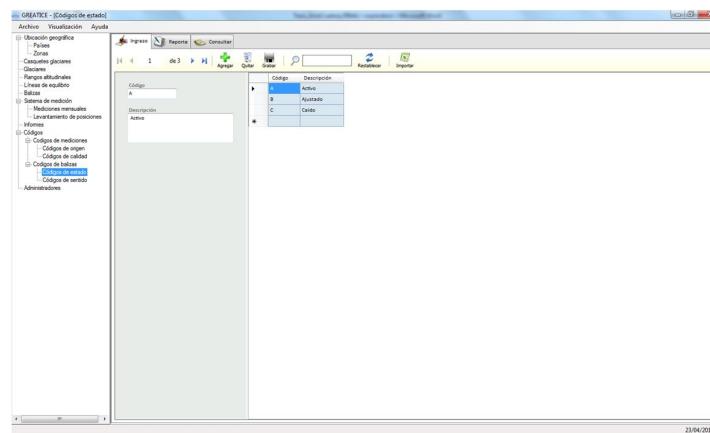


Figura B-18: Interfaz - módulo de códigos de estado

B.16.1. Agregar código de estado

- Mostrar el Modulo de Códigos de Estado y click en la Pestaña de Ingreso.
- Click en el botón de **Agregar**
- Ingresar los registros del código de estado de la baliza.
- Al terminar, click en el botón de **Grabar**
- Se mostrará un mensaje de información de registro guardado exitosamente.

B.16.2. Editar código de estado

- Mostrar el Modulo de Códigos de Estado y click en la Pestaña de Ingreso.
- Seleccionar el código de estado de la baliza de la lista.
- Editar los registros del código de estado de la baliza.
- Al terminar, click en el botón de **Grabar**
- Se mostrará un mensaje de información de registro guardado exitosamente.

B.16.3. Quitar código de estado

- Mostrar el Modulo de Códigos de Estado y seleccionar el código de estado de la baliza de la lista.
- Click en el botón de **Quitar** 
- Responder **Si** al mensaje de confirmación para eliminar el registro.
- Se mostrará un mensaje de información de registro eliminado exitosamente.

B.16.4. Buscar código de estado

- Mostrar el Modulo de Códigos de Estado y click en la Pestaña de Ingreso.
- Escribir el nombre del código de estado de la baliza en el campo de búsqueda.
- La lista se filtrará mientras se escribe el nombre del código de estado de la baliza en el campo de búsqueda.

B.16.5. Imprimir o exportar código de estado

- Mostrar el Modulo de Códigos de Estado y click en la Pestaña de Reporte.
- Se despliega el reporte de todos los códigos de estado de la baliza con sus características.
- Se puede imprimir directamente o exportar a Microsoft Excel (.XLS), Microsoft Word (.DOC), Adobe Reader (.PDF).

B.16.6. Importar código de estado

- Mostrar el Modulo de Códigos de Estado y click en la Pestaña de Ingreso.
- Click en el botón de **Importar** 
- Seleccionar el archivo Microsoft Excel (.XLS, .XLSX) a importar.
- Seguir los pasos del Asistente para importar archivo Excel.

B.16.7. Consultar código de estado

- Mostrar el Modulo de Códigos de Estado y click en la Pestaña de Consulta.
- Se puede filtrar por glaciar y/o rango altitudinal y/o estado.
- Se puede imprimir directamente o exportar a Microsoft Excel (.XLS), Microsoft Word (.DOC), Adobe Reader (.PDF).

B.17. MODULO DE CÓDIGOS DE SENTIDO

El módulo de códigos de sentido despliega una lista de los códigos de sentido de una baliza, y provee acceso para agregar, editar, quitar, grabar, buscar, importar, imprimir o exportar y consultar registros.

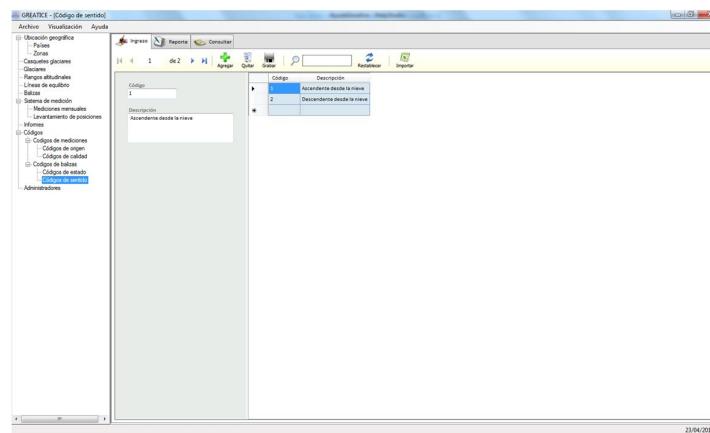


Figura B-19: Interfaz - módulo de códigos de sentido

B.17.1. Agregar código de sentido

- Mostrar el Modulo de Códigos de Sentido y click en la Pestaña de Ingreso.
- Click en el botón de **Agregar**
- Ingresar los registros del código de sentido de la baliza.
- Al terminar, click en el botón de **Grabar**
- Se mostrará un mensaje de información de registro guardado exitosamente.

B.17.2. Editar código de sentido

- Mostrar el Modulo de Códigos de Sentido y click en la Pestaña de Ingreso.
- Seleccionar el código de sentido de la baliza de la lista.
- Editar los registros del código de sentido de la baliza.
- Al terminar, click en el botón de **Grabar**
- Se mostrará un mensaje de información de registro guardado exitosamente.

B.17.3. Quitar código de sentido

- Mostrar el Modulo de Códigos de Sentido y seleccionar el código de sentido de la baliza de la lista.
- Click en el botón de **Quitar** 
- Responder **Si** al mensaje de confirmación para eliminar el registro.
- Se mostrará un mensaje de información de registro eliminado exitosamente.

B.17.4. Buscar código de sentido

- Mostrar el Modulo de Códigos de Sentido y click en la Pestaña de Ingreso.
- Escribir el nombre del código de sentido de la baliza en el campo de búsqueda.
- La lista se filtrará mientras se escribe el nombre del código de sentido de la baliza en el campo de búsqueda.

B.17.5. Imprimir o exportar código de sentido

- Mostrar el Modulo de Códigos de Sentido y click en la Pestaña de Reporte.
- Se despliega el reporte de todos los códigos de sentido de la baliza con sus características.
- Se puede imprimir directamente o exportar a Microsoft Excel (.XLS), Microsoft Word (.DOC), Adobe Reader (.PDF).

B.17.6. Importar código de sentido

- Mostrar el Modulo de Códigos de Sentido y click en la Pestaña de Ingreso.
- Click en el botón de **Importar** 
- Seleccionar el archivo Microsoft Excel (.XLS, .XLSX) a importar.
- Seguir los pasos del Asistente para importar archivo Excel.

B.17.7. Consultar código de sentido

- Mostrar el Modulo de Códigos de Sentido y click en la Pestaña de Consulta.
- Se puede filtrar por glaciar y/o rango altitudinal y/o sentido.
- Se puede imprimir directamente o exportar a Microsoft Excel (.XLS), Microsoft Word (.DOC), Adobe Reader (.PDF).

B.18. MODULO DE CÓDIGOS DE ORIGEN

El módulo de códigos de origen despliega una lista de los códigos de origen de una medición, y provee acceso para agregar, editar, quitar, grabar, buscar, importar, imprimir o exportar y consultar registros.

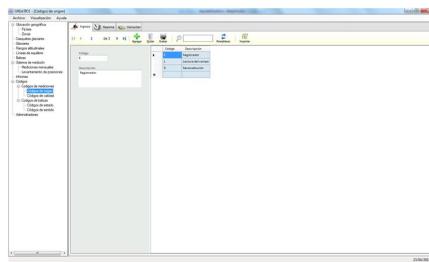


Figura B-20: Interfaz - módulo de códigos de origen

B.18.1. Agregar código de origen

- Mostrar el Modulo de Códigos de Origen y click en la Pestaña de Ingreso.
- Click en el botón de **Agregar**
- Ingresar los registros del código de origen de la medición mensual.
- Al terminar, click en el botón de **Grabar**
- Se mostrará un mensaje de información de registro guardado exitosamente.

B.18.2. Editar código de origen

- Mostrar el Modulo de Códigos de Origen y click en la Pestaña de Ingreso.
- Seleccionar el código de origen de la medición mensual de la lista.
- Editar los registros del código de origen de la medición mensual.
- Al terminar, click en el botón de **Grabar**
- Se mostrará un mensaje de información de registro guardado exitosamente.

B.18.3. Quitar código de origen

- Mostrar el Modulo de Códigos de Origen y seleccionar el código de origen de la medición mensual de la lista.
- Click en el botón de **Quitar** 
- Responder **Si** al mensaje de confirmación para eliminar el registro.
- Se mostrará un mensaje de información de registro eliminado exitosamente.

B.18.4. Buscar código de origen

- Mostrar el Modulo de Códigos de Origen y click en la Pestaña de Ingreso.
- Escribir el nombre del código de origen de la medición mensual en el campo de búsqueda.
- La lista se filtrará mientras se escribe el nombre del código de origen de la medición mensual en el campo de búsqueda.

B.18.5. Imprimir o exportar código de origen

- Mostrar el Modulo de Códigos de Origen y click en la Pestaña de Reporte.
- Se despliega el reporte de todos los códigos de origen de la medición mensual con sus características.
- Se puede imprimir directamente o exportar a Microsoft Excel (.XLS), Microsoft Word (.DOC), Adobe Reader (.PDF).

B.18.6. Importar código de origen

- Mostrar el Modulo de Códigos de Origen y click en la Pestaña de Ingreso.
- Click en el botón de **Importar** 
- Seleccionar el archivo Microsoft Excel (.XLS, .XLSX) a importar.
- Seguir los pasos del Asistente para importar archivo Excel.

B.18.7. Consultar código de origen

- Mostrar el Modulo de Códigos de Origen y click en la Pestaña de Consulta.
- Se puede filtrar por glaciar y/o rango altitudinal y/o baliza y/o origen y fecha de registro inicial y fecha de registro final.
- Se puede imprimir directamente o exportar a Microsoft Excel (.XLS), Microsoft Word (.DOC), Adobe Reader (.PDF).

B.19. MODULO DE CÓDIGOS DE CALIDAD

El módulo de códigos de calidad despliega una lista de los códigos de calidad de una medición, y provee acceso para agregar, editar, quitar, grabar, buscar, importar, imprimir o exportar y consultar registros.

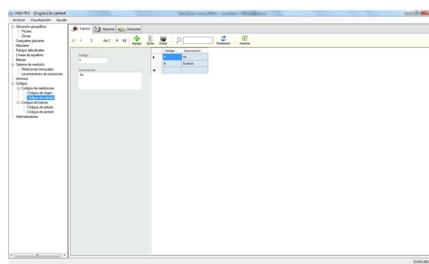


Figura B-21: Interfaz - módulo de códigos de calidad

B.19.1. Agregar código de calidad

- Mostrar el Modulo de Códigos de Calidad y click en la Pestaña de Ingreso.
- Click en el botón de **Agregar**
- Ingresar los registros del código de calidad de la medición mensual.
- Al terminar, click en el botón de **Grabar**
- Se mostrará un mensaje de información de registro guardado exitosamente.

B.19.2. Editar código de calidad

- Mostrar el Modulo de Códigos de Calidad y click en la Pestaña de Ingreso.
- Seleccionar el código de calidad de la medición mensual de la lista.
- Editar los registros del código de calidad de la medición mensual.
- Al terminar, click en el botón de **Grabar**
- Se mostrará un mensaje de información de registro guardado exitosamente.

B.19.3. Quitar código de calidad

- Mostrar el Modulo de Códigos de Calidad y seleccionar el código de calidad de la medición mensual de la lista.
- Click en el botón de **Quitar** 
- Responder **Si** al mensaje de confirmación para eliminar el registro.
- Se mostrará un mensaje de información de registro eliminado exitosamente.

B.19.4. Buscar código de calidad

- Mostrar el Modulo de Códigos de Calidad y click en la Pestaña de Ingreso.
- Escribir el nombre del código de calidad de la medición mensual en el campo de búsqueda.
- La lista se filtrará mientras se escribe el nombre del código de calidad de la medición mensual en el campo de búsqueda.

B.19.5. Imprimir o exportar código de calidad

- Mostrar el Modulo de Códigos de Calidad y click en la Pestaña de Reporte.
- Se despliega el reporte de todos los códigos de calidad de la medición mensual con sus características.
- Se puede imprimir directamente o exportar a Microsoft Excel (.XLS), Microsoft Word (.DOC), Adobe Reader (.PDF).

B.19.6. Importar código de calidad

- Mostrar el Modulo de Códigos de Calidad y click en la Pestaña de Ingreso.
- Click en el botón de **Importar** 
- Seleccionar el archivo Microsoft Excel (.XLS, .XLSX) a importar.
- Seguir los pasos del Asistente para importar archivo Excel.

B.19.7. Consultar código de calidad

- Mostrar el Modulo de Códigos de Calidad y click en la Pestaña de Consulta.
- Se puede filtrar por glaciar y/o rango altitudinal y/o baliza y/o calidad y fecha de registro inicial y fecha de registro final.
- Se puede imprimir directamente o exportar a Microsoft Excel (.XLS), Microsoft Word (.DOC), Adobe Reader (.PDF).

B.20. CUADROS Y GRÁFICOS DE INFORMES

El módulo de informes muestra los cuadros y gráficos más representativos para emitir informes mensuales o anuales, activar el campo considerado para informe, en el módulo de balizas.

B.20.1. Balance por rango altitudinal

Glaciar	Rango altitudinal	Altitud rango	Baliza	Altitud	Balance de masa
Antisana 15 Alfa	Antisana15_2	4980,00	1C6 M4	4980,83 4971,98	-28,40 -14,50
					-42,90
	Antisana15_3	4935,00	2C05 2C06 3C06 3D6 M2 M3	4983,87 4974,36 4965,49 4946,31 4928,90 4952,92	-36,85 -44,70 -131,50 -190,30 -50,00 -28,50
					-481,85
	Antisana15_4	4895,00	4I6 5C6 M1	4915,02 4908,53 4900,31	-117,00 -151,10 -112,00
					-380,10
	Antisana15_6	4845,00	6C6 L1	4906,72 4894,78	-152,40 -239,60
					-392,00
	Total				-1296,85
	Total				-1296,85

Figura B-22: Informe - balance por rango altitudinal

B.20.2. Balance ponderado

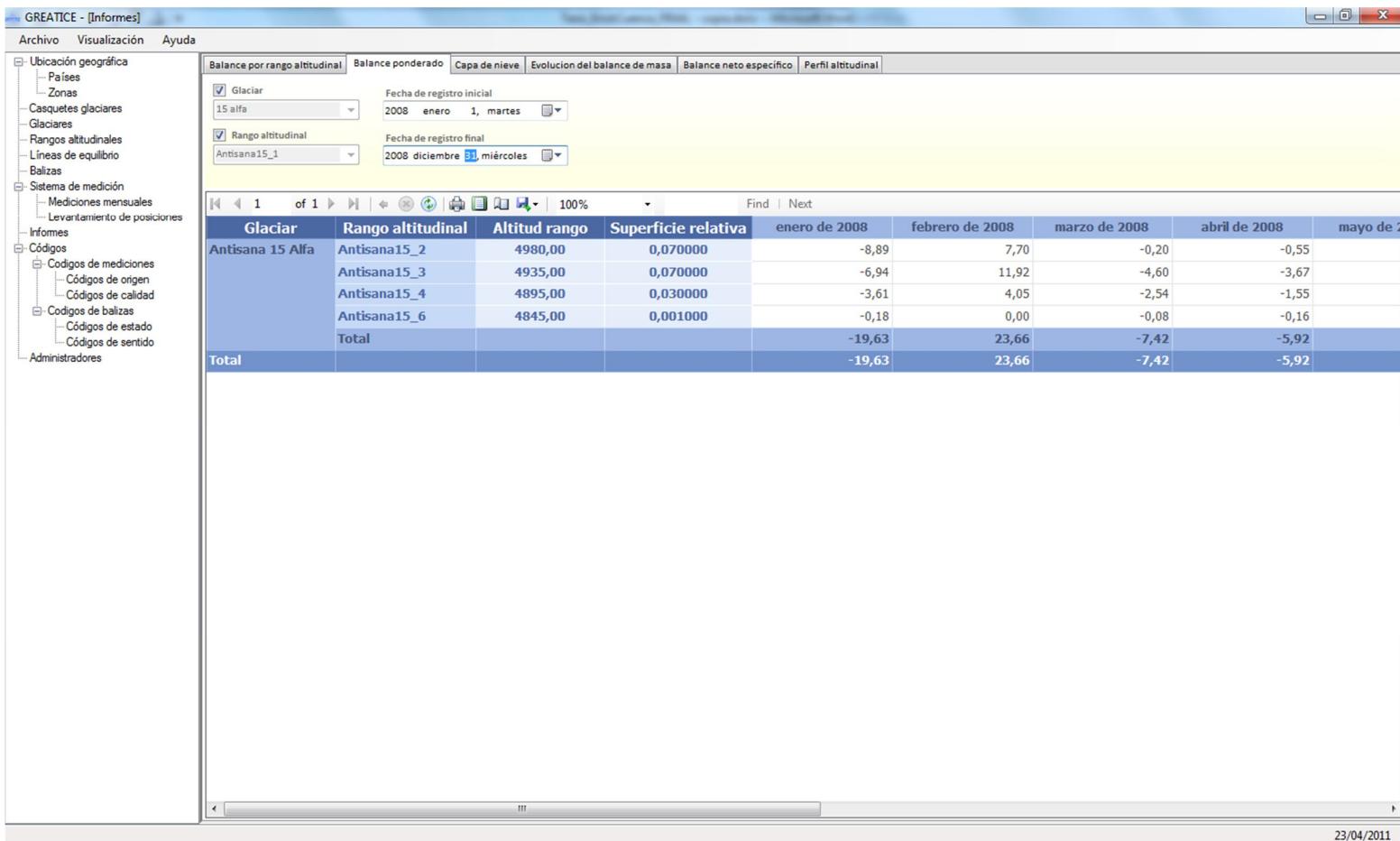


Figura B-23: Informe - balance ponderado

B.20.3. Capa de nieve

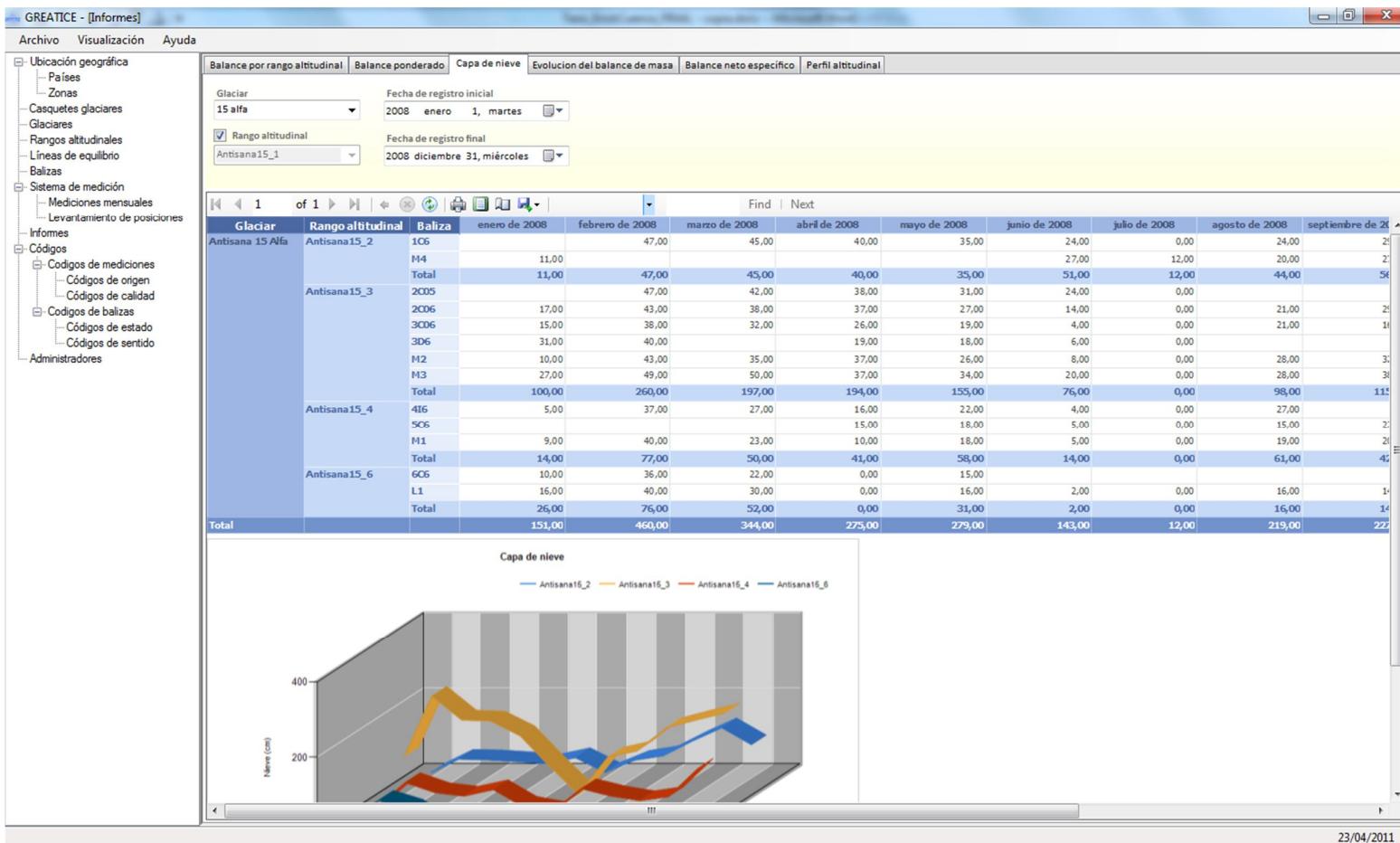


Figura B-24: Informe - capa de nieve

B.20.4. Evolución del balance de masa

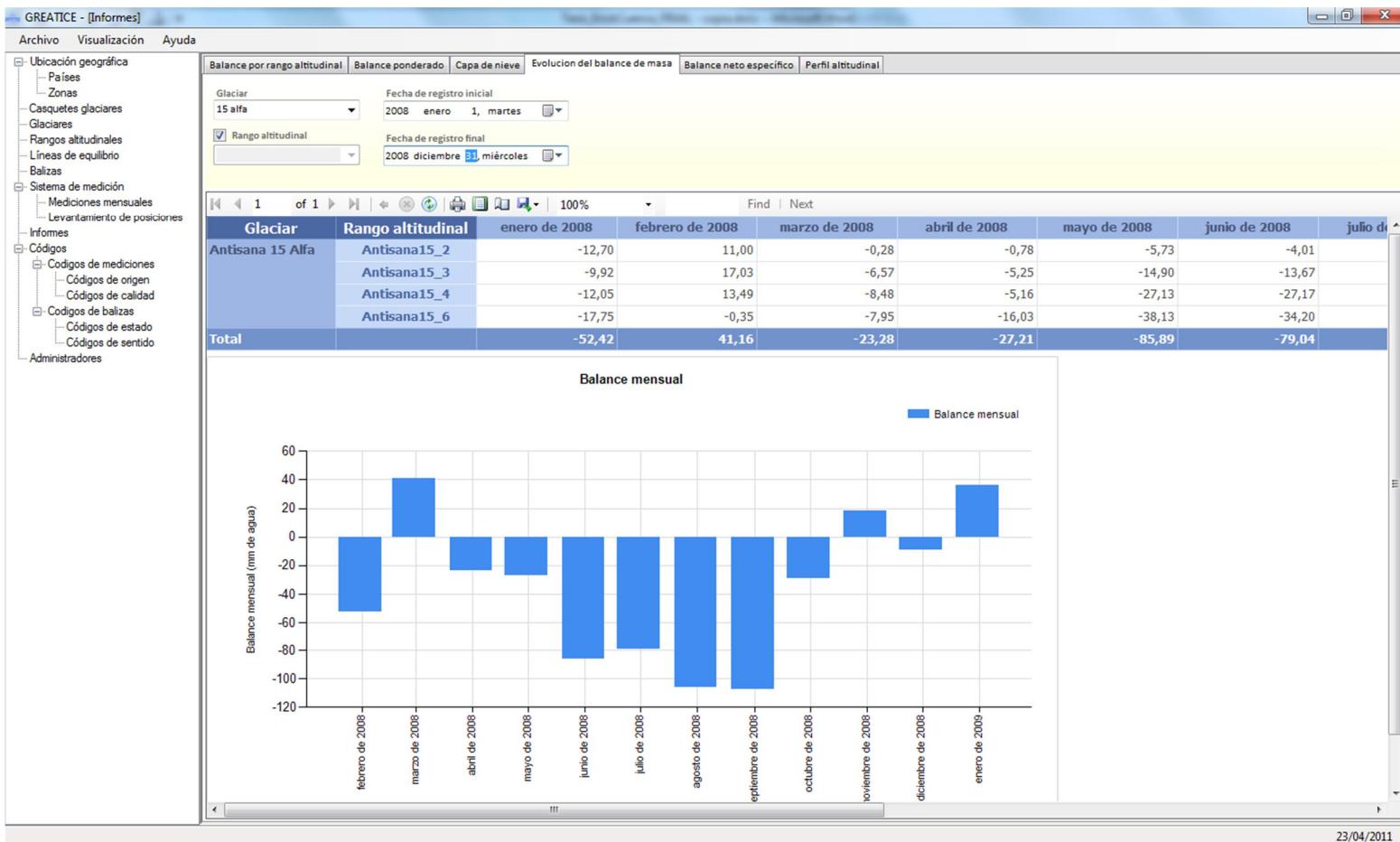


Figura B-25: Informe - evolución del balance de masa

B.20.5. Balance neto específico

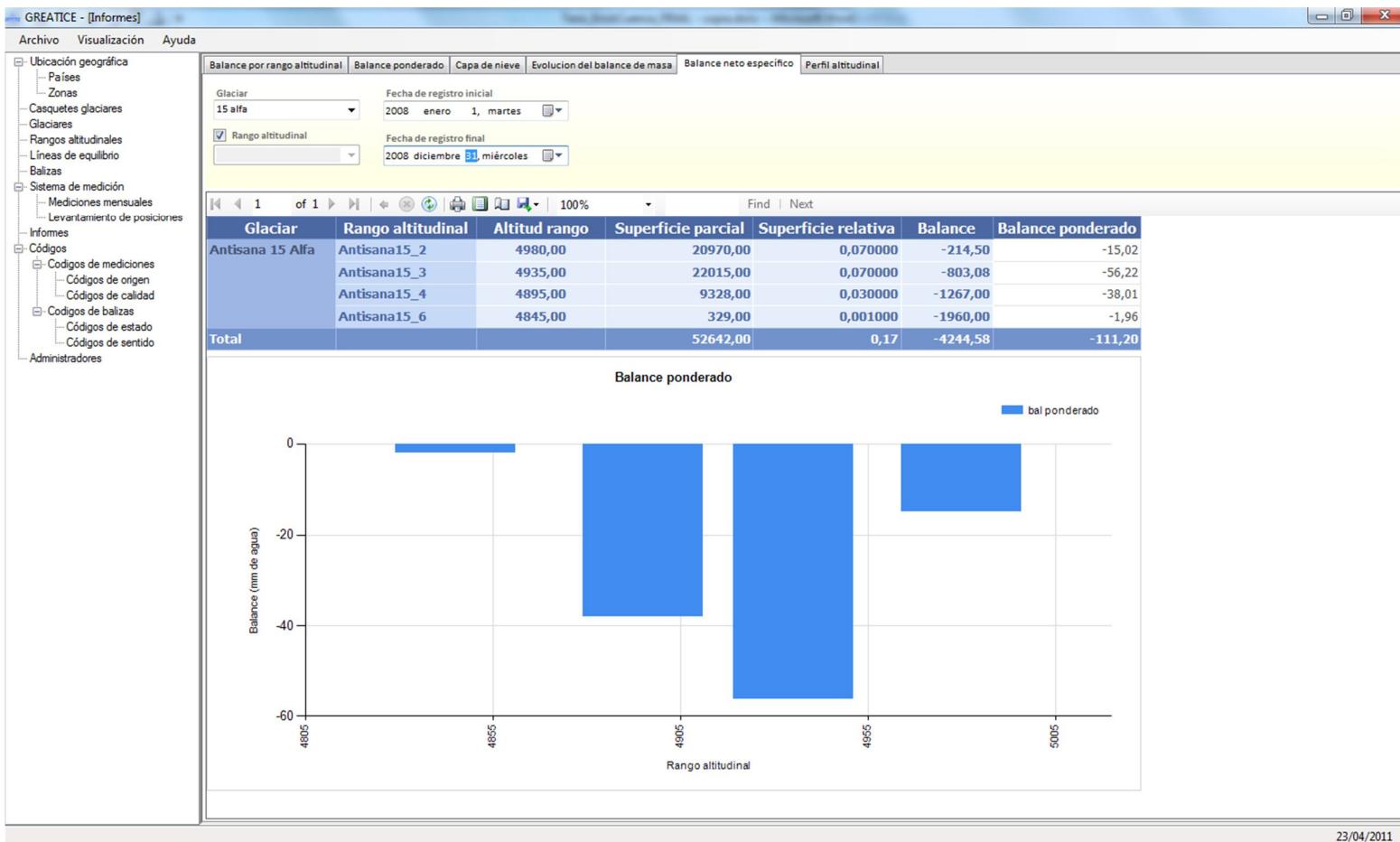


Figura B-26: Informe - balance neto específico

B.20.6. Perfil altitudinal

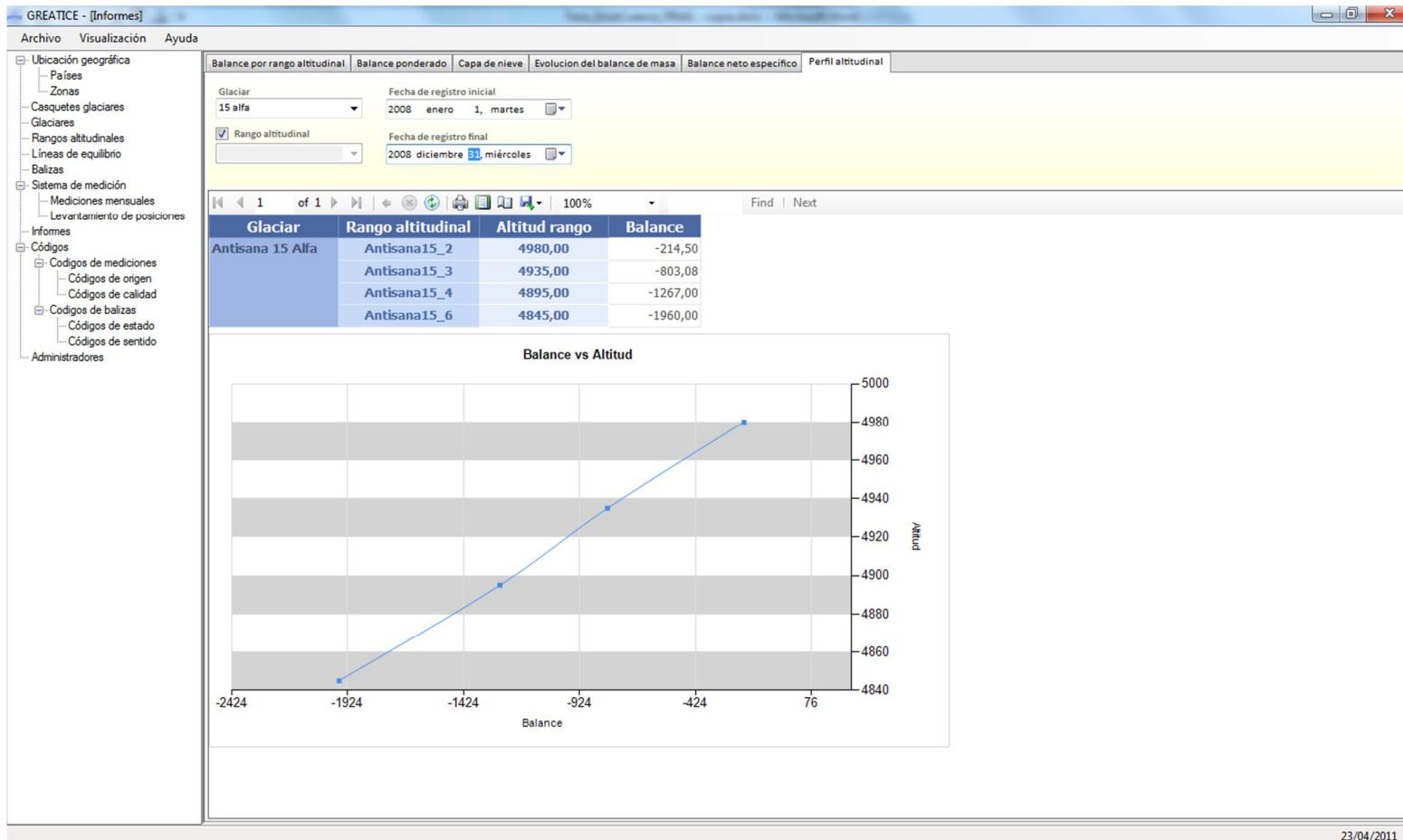


Figura B-27: Informe - perfil altitudinal

GLOSARIO DE TÉRMINOS

A_{gl}	Área con cobertura glaciar.
A_{n-gl}	Área sin cobertura glaciar.
ABLACIÓN	Proceso por el cual un glaciar pierde masa, las pérdidas en superficie vienen de un aporte de energía desde la atmósfera La zona de ablación forma la parte baja del glaciar, que son más cálidos y donde comúnmente existe pérdida de masa glaciar, esta zona varía de un año a otro.
ACUMULACIÓN	Proceso mediante el cual el glaciar acumula masa, esencialmente debido a las precipitaciones sólidas recogidas en su superficie. La extensión de la zona de acumulación de un glaciar varía de un año a otro con el balance de masa y se encuentra ubicada en las zonas superiores del glaciar.
ARR	Accumulation Area Ratio.
B. DE ENERGÍA	Este balance consiste en cuantificar todos los aportes y la pérdida de energía. Estos flujos pueden ser de origen radiactivo (de ondas cortas y de ondas largas), de origen turbulento (ligada al movimiento de la atmósfera y del cambio de fase del agua) o de origen conductivo (condición del calor en el suelo).
B. NETO ESPECIFICO	Balance de masa dividido por la superficie. Los valores del balance por rangos de altura son ponderados sobre las superficies relativas.

BALANCE DE MASA	Diferencia entre la acumulación y ablación que se ha producido durante cierto intervalo de tiempo. Se expresa en metros cúbicos, en toneladas de hielo o de equivalente agua estimando la densidad del material de la nieve, de la neviza o del hielo.
BALIZA	Constituidas por seis tubos de plástico, de dos metros cada uno, que se encuentran unidas entre sí y numeradas en forma ascendente.
Bn	Balance de masa equilibrado.
DBMS	Database Management System o Sistema de Gestión de Bases de Datos, es un software específico, dedicado a servir de interfaz entre la base de datos, el usuario y las aplicaciones que la utilizan.
DDL	Data Definition Language, o Lenguaje de Definición de Datos, permite a los usuarios llevar a cabo las tareas de definición de las estructuras que almacenarán los datos así como de los procedimientos o funciones que permitan consultarlos.
DML	Data Manipulation Language, o Lenguaje de Manipulación de Datos, permite a los usuarios llevar a cabo las tareas de consulta o manipulación de los datos, organizados por el modelo de datos adecuado.
E	Evaporación.
ELA	Equilibrium Line Altitude, o Línea de Equilibrio, es la línea que une los puntos de un glaciar donde el

	balance de masa es nulo, limitando así la zona de acumulación y la zona de ablación de un glaciar.
ELA ₀	Altitud de la línea de equilibrio para el balance de masa equilibrado.
EMAAP-Q	Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable de Quito.
FRAMEWORK	Representa una arquitectura de software que modela las relaciones generales de la entidades del dominio.
GIS	Geographic Information System, o Sistema de Información Geográfica, es una integración organizada de hardware, software y datos geográficos diseñada para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada.
GLACIAR	Un glaciar es una masa de hielo que se alimenta de agua sólida, nieve o granizo, la transforma por compactación o ciclos sucesivos de fusión y re congelamiento en hielo y la restituye luego en estado gaseoso (evaporación y sublimación) o estado líquido (agua del torrente emisario o de infiltraciones). Los glaciares varían constantemente en superficie, volumen y velocidad, en respuesta a su balance de masa y a otros factores locales.
GREAT ICE	Glaciers et Ressources en Eau des Andes Tropicales Indicateurs Climatiques et Environnementaux, o Glaciares y Recursos Hídricos en los Andes Tropicales Indicadores Climáticos y del Medio Ambiente.
GVB	Gradiente Vertical del Balance.

INAMHI	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.
IRD	Institut de Recherche pour le Développement, o Instituto de Investigación para el Desarrollo.
OLE	Object Linking and Embedding, es un sistema de objeto distribuido y un protocolo desarrollado por Microsoft.
OMM	Organización Meteorológica Mundial, cuyo objetivo es asegurar y facilitar la cooperación entre los servicios meteorológicos nacionales, promover y unificar los instrumentos de medida y los métodos de observación.
P	Precipitación.
RUP	Rational Unified Process, o Proceso Unificado Racional, es un proceso de desarrollo de software que constituye la metodología estándar más utilizada para el análisis, implementación y documentación de sistemas orientados a objetos.
TRANSACT-SQL	Principal medio de programación y administración de SQL Server.
UML	Unified Modeling Language, o Lenguaje Unificado de Modelado, es el lenguaje de modelado de sistemas de software más conocido y utilizado en la actualidad.

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

ELABORADO POR:

Erick Eduardo Cuenca Pauta

COORDINADOR DE LA CARRERA

Ing. Mauricio Campaña

Sangolquí, 10 de mayo del 2011