



EVALUACION DEL POTENCIAL DEL AGUA SUBTERRANEA EN LOS MUNICIPIOS DE CURUMANI, PAILITAS, TAMALAMEQUE, PELAYA, LA GLORIA, GAMARRA, AGUACHICA, RIO DE ORO, SAN MARTIN Y SAN ALBERTO , DEPARTAMENTO DEL CESAR.
CONVENIO 097-2003-06-2007



CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CESAR

CONVENIO 097-2003-06-2007

EVALUACION DEL POTENCIAL DEL AGUA SUBTERRANEA EN LOS MUNICIPIOS DE CURUMANI, PAILITAS, TAMALAMEQUE, PELAYA, LA GLORIA, GAMARRA, AGUACHICA, RIO DE ORO, SAN MARTIN Y SAN ALBERTO, DEPARTAMENTO DEL CESAR.

INFORME FINAL

COEJECUTORES

CORPOCESAR



CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CESAR

IDEAM



Autor Jorge Armenta
Ingeniero Civil
Profesional Especializado
Sistema de Información Geográfica

Autor Hugo Cañas Cervantes
Geólogo
Profesional Especializado
Aguas Subterráneas.

2009

CONTENIDO



CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CESAR

EVALUACION DEL POTENCIAL DEL AGUA SUBTERRANEA EN LOS MUNICIPIOS DE CURUMANI, PAILITAS, TAMALAMEQUE, PELAYA, LA GLORIA, GAMARRA, AGUACHICA, RIO DE ORO, SAN MARTIN Y SAN ALBERTO , DEPARTAMENTO DEL CESAR.
CONVENIO 097-2003-06-2007

	Pág.
INTRODUCCION	15
1. ANTECEDENTES	16
2. OBJETIVOS	19
2.1. Objetivo General	19
2.2. Objetivos Específicos	19
3. INFRAESTRUCTURA	20
3.1. Localización y extensión	20
4. CARACTERIZACION AMBIENTAL	24
4.1. Ecorregiones en el Departamento del Cesar	24
4.1.1. Sistema Montañoso de la Serranía del Perijá.	26
4.1.2. Valle del Río Cesar	28
4.1.3. Valle del Río Magdalena	32
5. GEOLOGIA	36
5.1. Región Sierra Nevada de Santa Marta	38
5.1.1. Rocas Metamórficas	38
5.1.1.1. Granulita de los Mangos (pCm)	38
5.1.2. Rocas Ígneas	38
5.1.2.1. Pórfidos keratofidos Verdes (Trp)	38
5.1.2.2. Granitoides Jurásicos (Jgr)	38
5.1.2.3. Batolito de Atanquez (Ja)	40
5.1.2.4. Plutón de Nueva Lucha (Jnl)	40
5.1.2.5. Pórfidos Cretáceos (Kp)	41
5.1.2.6. Lacolito de Atanquez (T1a)	41
5.1.2.7. Espilitas y Otras rocas Volcánicas o Hipoabisales (Trs)	41
5.1.2.8. Volcánico Ignimbríticos (Jvi)	42
5.1.2.9. Volcánico Riolíptico (JKvr)	42
5.1.3. Rocas Sedimentarias	44
5.1.3.1. Secuencia de La Cuchilla Carbonal (CD)	44
5.1.3.2. Formación Corual y Los Indios (Trpc)	44
5.1.3.3. Formación Guatapurí (Trg)	44
5.1.3.4. Grupo Cogollo (Kmc)	45
5.1.3.5. Sedimentitas de Arjona (Tpaa)	45
5.2. Región Serranía del Perijá.	45
5.2.1. Rocas Metamórficas	45
5.2.1.1. Metasedimentos de Manaure (Pzm-Pzmv)	46
5.2.2. Rocas Ígneas	46
5.2.2.1. Espilitas y otras rocas volcánicas (Trs)	46
5.2.3. Rocas Sedimentarias	46
5.2.3.1. Grupo Cachiri (Pzc)	46
5.2.3.2. Unidad La Quinta Sedimentaria (Jqs)	47

Pág.



EVALUACION DEL POTENCIAL DEL AGUA SUBTERRANEA EN LOS MUNICIPIOS DE CURUMANI, PAILITAS, TAMALAMEQUE, PELAYA, LA GLORIA, GAMARRA, AGUACHICA, RIO DE ORO, SAN MARTIN Y SAN ALBERTO , DEPARTAMENTO DEL CESAR.
CONVENIO 097-2003-06-2007



CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CESAR

5.2.3.3 Formación Rionegro (Kir)	48
5.2.3.4 Grupo Cogollo (kmc)	49
5.2.3.5 Formación La Luna (Ksl)	50
5.2.3.6 Formación Barco (Tpb)	52
5.2.3.7 Formación Molino (ksm)	52
5.2.3.8 Formación Los Cuervos (Tec)	52
5.2.3.9 Formación Cuesta (Tmc)	52
5.2.3.10 Sedimentitas de Arjona (Tpaa)	54
5.3. Región Norte de la Cordillera Oriental	55
5.3.1 Rocas Metamórficas	55
5.3.1.1 Neiss de Bucaramanga (pDb)	56
5.3.1.2 Ortoneiss(pDo)	56
5.3.1.3 Metasedimentos de la Quebrada La Virgen (Pzmv)	56
5.3.2 Rocas Ígneas	56
5.3.2.1 Diorita (pDd)	57
5.3.2.2 Tonalita (TRt), Granito (Jg) y Cuarzomonzonita (Jc)	57
5.3.2.3 Complejo Intrusivo-Extrusivo (Jci)	57
5.3.2.4 Riolitas (Jr)	57
5.3.3 Rocas Sedimentarias	58
5.3.3.1 Formación Floresta (Df)	58
5.3.3.2 Formación Bocas (Jb)	58
5.3.3.3 Unidad La Quinta Volcanoclástica (Jqv)	58
5.3.3.4 Unidad Conglomerática de Arenal (Jsa)	58
5.3.3.5 Formación Tablazo (Kit)	58
5.3.3.6 Formación Simití (Kis)	61
5.3.3.7 Formación La Luna (Ksl)	61
5.3.3.8 Formación Umir (Ksu) y Grupo Real (Tmr)	61
5.3.3.9 Formación Algodonal (Tpa)	61
5.4. Región Planicie del Cesar y Magdalena	61
5.4.1 Rocas Sedimentarias	61
5.4.1.1 Depósitos Cuaternarios de Llanura Aluvial (Qlla)	61
5.4.1.2 Depósitos Cuaternarios Abanicos Aluviales (Qcal)	66
5.4.1.3 Depósitos Cuaternarios Aluviones Recientes (Qal)	72
5.4.1.4 Depósitos Cuaternarios de Terraza (Qt)	76
5.4.1.5 Depósitos Cuaternarios Fluviolacustres (Qfl)	78
5.5. Geología Estructural	80
6.0. Inventario de Puntos de Agua	83
6.1. Municipio de Curumaní	87
6.2. Municipio de Pailitas	88
6.3. Municipio de Tamalameque	88
6.4. Municipio de Pelaya	89
6.5. Municipio de La Gloria	89

Pág.



CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CESAR

EVALUACION DEL POTENCIAL DEL AGUA SUBTERRANEA EN LOS MUNICIPIOS DE CURUMANI, PAILITAS, TAMALAMEQUE, PELAYA, LA GLORIA, GAMARRA, AGUACHICA, RIO DE ORO, SAN MARTIN Y SAN ALBERTO , DEPARTAMENTO DEL CESAR.
CONVENIO 097-2003-06-2007

6.6	Municipio de Gamarra	90
6.7.	Municipio de Aguachica	90
6.8	Municipio de Río de Oro	91
6.9.	Municipio de San Martín	92
6.10.	Municipio de San Alberto	92
6.11.	Municipio de Valledupar	93
7.	GEOFISICA	95
7.1	Modelo Geológico-Geofísico.	98
7.1.1.	Modelo Geofísico Municipio de Curumaní.	98
7.1.1.1.	Interpretación Sondeos Eléctricos Municipio de Curumaní.	99
7.1.2.	Modelo Geofísico Municipios de Pailitas-Tamalameque, Pelaya, La Gloria.	108
7.1.2.1	Interpretación Sondeos Eléctricos Municipio de Pailitas.	109
7.1.2.2	Interpretación Sondeos Eléctricos Municipio de Tamalameque.	110
7.1.2.3.	Interpretación Sondeos Eléctricos Municipio de Pelaya.	114
7.1.2.4.	Interpretación Sondeos Eléctricos Municipio de La Gloria.	115
7.1.3.	Modelo Geofísico Municipio de Aguachica.	117
7.1.3.1	Interpretación Sondeos Eléctricos Municipio de Aguachica.	117
7.1.4.	Modelo Geofísico Municipio de San Martín.	118
7.1.4.1.	Interpretación Sondeos Eléctricos Municipio de San Martín.	118
7.1.5.	Modelo Geofísico Municipio de San Alberto.	120
7.1.5.1	Interpretación Sondeos Eléctricos Municipio de San Alberto.	120
8.	PROPIEDADES FÍSICO QUÍMICAS DEL AGUA EN CAMPO.	123
8.1	Sistema Acuífero Depósitos de Llanura Aluvial (Qlla).	125
8.2.	Sistema Acuífero Depósitos de Cono Aluvial (Qcal).	128
8.3.	Sistema Acuífero Depósitos de Cono Aluvial (Qcal ₁).	130
8.4	Sistema Acuífero Depósitos de Cono Aluvial (Qcal ₂).	132
8.5	Sistema Acuífero Depósitos de Cauce Aluvial (Qal)	134
9.	MODELO DE FLUJO DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS	137
9.1	Sistema Acuífero Depósito de Llanura Aluvial (Qlla)	138
9.2	Sistema Acuífero Depósito de Cono Aluvial (Qcal)	139
9.3	Sistema Acuífero Depósito de Cono Aluvial (Qcal ₁)	140
9.4	Sistema Acuífero Depósito de Cono Aluvial (Qcal ₂)	141
9.5	Sistema Acuífero Depósito de Cauce Aluvial (Qal)	142
10.	MODELO HIDROGEOLÓGICO CONCEPTUAL	143
10.1	Subprovincias Hidrogeológicas	143
10.1.1	Subprovincia Hidrogeológica Norte de la Cordillera Oriental	145
10.1.2	Subprovincia Hidrogeológica Planicie del Cesar.	145
10.2	Grupos Hidrogeológicos	146
10.2.1	Grupo de Sedimentos y Rocas Porosas con Importancia Hidrogeológica Relativa Grande a Muy pequeñas.	146
10.2.1.1	Sistema Acuífero Llanura Aluvial (Qlla)	147



CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CESAR

EVALUACION DEL POTENCIAL DEL AGUA SUBTERRANEA EN LOS MUNICIPIOS DE CURUMANI, PAILITAS, TAMALAMEQUE, PELAYA, LA GLORIA, GAMARRA, AGUACHICA, RIO DE ORO, SAN MARTIN Y SAN ALBERTO , DEPARTAMENTO DEL CESAR.
CONVENIO 097-2003-06-2007

10.2.1.2. Sistema Acuífero Aluviones Recientes (Qal).	151
10.2.1.3. Sistema Acuífero Abanicos Aluviales(Qcal).	152
10.2.1.4. Sistema Acuífero Terrazas (Qt).	154
10.2.1.5. Sistema Acuífero Sedimentitas de Arjona (Tpaa).	156
10.2.2 Grupo de Rocas Fracturadas y Porosas con Importancia Hidrogeológica Relativa Grande a Pequeña.	157
10.2.2.1. Sistema Acuífero Formación La Luna (Ksl)	158
10.2.2.2. Sistema Acuífero Grupo Cogollo (Kmc)	160
10.2.2.3. Sistema Acuífero Formación Rionegro (Kir)	162
10.2.3 Grupo de Sedimentos y Rocas Porosas o Fracturadas con muy pequeña importancia Hidrogeológica o sin importancia.	164
10.2.3.1 Depósitos Sedimentarios Cuaternarios con diferentes orígenes y Rocas Sedimentarias Terciarias	164
10.2.3.1.1 Sistema Acuífero Depósitos Fluviolacustres (Qfl)	164
CONCLUSIONES	167
RECOMENDACIONES	169
BIBLIOGRAFIA	172

LISTA DE TABLAS



EVALUACION DEL POTENCIAL DEL AGUA SUBTERRANEA EN LOS MUNICIPIOS DE CURUMANI, PAILITAS, TAMALAMEQUE, PELAYA, LA GLORIA, GAMARRA, AGUACHICA, RIO DE ORO, SAN MARTIN Y SAN ALBERTO , DEPARTAMENTO DEL CESAR.
CONVENIO 097-2003-06-2007



CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CESAR

	Pág.
Tabla 1. Uso del agua subterránea en los valles de los ríos Cesar y Magdalena	16
Tabla 2. Extensión y población de los municipios objeto de evaluación hidrogeológica del convenio 097-2003-06-2007	23
Tabla 3. Municipios con jurisdicción en la Serranía del Perijá.	27
Tabla 4. Municipios con jurisdicción en el Valle del río Cesar.	30
Tabla 5. Municipios con jurisdicción en el Valle del río Magdalena	34
Tabla 6. Relación de pozos, aljibes, aljibes y manantiales inventariados.	85
Tabla 7. Interpretación Sondeo Eléctrico Curumaní 01.	99
Tabla 8. Interpretación Sondeo Eléctrico Curumaní 02.	100
Tabla 9. Interpretación Sondeo Eléctrico Curumaní 03	101
Tabla 10. Interpretación Sondeo Eléctrico Curumaní 04	101
Tabla 11. Interpretación Sondeo Eléctrico Curumaní 05.	102
Tabla 12. Interpretación Sondeo Eléctrico Curumaní 06.	103
Tabla 13. Interpretación Sondeo Eléctrico Curumaní 07.	103
Tabla 14. Interpretación Sondeo Eléctrico Curumaní 08.	104
Tabla 15. Interpretación Sondeo Eléctrico Curumaní 09.	105
Tabla 16. Interpretación Sondeo Eléctrico Curumaní 10.	105
Tabla 17. Interpretación Sondeo Eléctrico Curumaní 11.	106
Tabla 18. Interpretación Sondeo Eléctrico Curumaní 12.	107
Tabla 19. Interpretación Sondeo Eléctrico Curumaní 13.	107
Tabla 20. Interpretación Sondeo Eléctrico Curumaní 14.	108
Tabla 21. Interpretación Sondeo Eléctrico Pailitas 01	109
Tabla 22. Interpretación Sondeo Eléctrico Pailitas 02	110
Tabla 23. Interpretación Sondeo Eléctrico Tamalameque 01.	111
Tabla 24. Interpretación Sondeo Eléctrico Tamalameque 02.	111
Tabla 25. Interpretación Sondeo Eléctrico Tamalameque 03.	112
Tabla 26. Interpretación Sondeo Eléctrico Tamalameque 04.	113
Tabla 27. Interpretación Sondeo Eléctrico Tamalameque 05.	113
Tabla 28. Interpretación Sondeo Eléctrico Pelaya 01.	114
Tabla 29. Interpretación Sondeo Eléctrico Pelaya 02.	115
Tabla 30. Interpretación Sondeo Eléctrico La Gloria 01.	115
Tabla 31. Interpretación Sondeo Eléctrico La Gloria 02.	116
Tabla 32. Interpretación Sondeo Eléctrico La Gloria 03.	117
Tabla 33. Interpretación Sondeo Eléctrico Aguachica 01	118
Tabla 34. Interpretación Sondeo Eléctrico San Martín 01.	119
Tabla 35. Interpretación Sondeo Eléctrico San Martín 02	119
Tabla 36. Interpretación Sondeo Eléctrico San Alberto 01	120
Tabla 37. Interpretación Sondeo Eléctrico San Alberto 02	121
Tabla 38. Interpretación Sondeo Eléctrico San Alberto 03	122
Tabla 39. Clasificación de las Aguas Respecto al Riesgo por Salinidad	123
Tabla 40. Características hidrogeológicas del sistema (Qlla) en los sectores tectónicos	148
	Pág.



CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CESAR

EVALUACION DEL POTENCIAL DEL AGUA SUBTERRANEA EN LOS MUNICIPIOS DE CURUMANI, PAILITAS, TAMALAMEQUE, PELAYA, LA GLORIA, GAMARRA, AGUACHICA, RIO DE ORO, SAN MARTIN Y SAN ALBERTO , DEPARTAMENTO DEL CESAR.
CONVENIO 097-2003-06-2007

Tabla 41. Espesor, litología y resistividad del sistema (Qlla) en los sectores tectónicos.	149
Tabla 42. Basamento, tipo de acuífero y litología del sistema (Qlla) en los sectores tectónicos.	149
Tabla 43. Espesor y nivel estático del sistema (Qlla) en los sectores tectónicos	150
Tabla 44 Características físico químicas y usos del agua subterránea del sistema (Qlla) en los sectores tectónicos.	150
Tabla 45 Caudales, conductividad hidráulica. coeficiente de almacenamiento y capacidad específica de las captaciones del sistema (Qlla) en los sectores tectónicos.	150
Tabla 46. Conductividad del agua y uso del agua subterránea del sistema (Qlla) en los sectores tectónicos.	151
Tabla 47 Importancia hidrogeológica y extensión del sistema Acuífero (Qal).	151
Tabla 48 Litología, espesores y resistividad del sistema acuífero (Qal)	151
Tabla 49 Tipo de acuífero, espesores, nivel estático y caudales del sistema acuífero (Qal)	152
Tabla 50 Características físico químicas y uso del agua del sistema acuífero (Qal).	152
Tabla 51 Conductividad hidráulica del sistema acuífero (Qal).	152
Tabla 52. Importancia hidrogeológica y extensión del sistema acuífero abanicos (Qcal)	153
Tabla 53 Litología, espesores y resistividad del sistema acuífero abanicos aluviales (Qcal)	153
Tabla 54. Tipo de acuífero, espesores, resistividad. nivel estático y caudales del sistema acuífero los abanicos aluviales (Qcal)	153
Tabla 55. Características físico químicas y uso del agua del sistema acuífero abanicos aluviales (Qcal)	154
Tabla 56. Conductividad hidráulica del sistema acuífero abanicos aluviales (Qcal)	154
Tabla 57. Importancia hidrogeológica y extensión del sistema acuífero terrazas aluvial (Qt) al Nororiente de Valledupar.	154
Tabla 58. Litología, espesor y resistividad del sistema acuífero terraza aluvial (Qt) al Nororiente de Valledupar	155
Tabla 59 Litología de acuífero, espesor nivel estático y caudales de las captaciones del sistema acuífero terraza aluvial (Qt) al Nororiente de Valledupar.	155
Tabla 60 Características físico químicas y uso del agua del sistema acuífero terraza aluvial (Qt) al Nororiente de Valledupar.	155
Tabla 61. Conductividad hidráulica del sistema acuífero terraza aluvial (Qt) al Nororiente de Valledupar.	155
Tabla 62. Importancia hidrogeológica y extensión del sistema acuífero Sedimentitas de Arjona (Tpaa)	156
Tabla 63. Tipo de Acuífero, espesores, nivel estático y caudal del sistema acuífero Sedimentitas de Arjona (Tpaa)	156
Tabla 64. Litología, espesor y resistividad del sistema acuífero Sedimentitas de Arjona (Tpaa)	156
Tabla 65. Características físico químicas y usos del agua del sistema acuífero Sedimentitas de Arjona (Tpaa)	157
Tabla 66. Tipo de acuífero y conductividad hidráulica del sistema acuífero Sedimentitas de Arjona (Tpaa)	157
Tabla 67. Importancia Hidrogeológica del sistema acuífero Formación La Luna (Ksl)	158
Tabla 68. Litología, espesor y resistividad del sistema acuífero Formación La Luna (Ksl)	159

Pág.



CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CESAR

EVALUACION DEL POTENCIAL DEL AGUA SUBTERRANEA EN LOS MUNICIPIOS DE CURUMANI, PAILITAS, TAMALAMEQUE, PELAYA, LA GLORIA, GAMARRA, AGUACHICA, RIO DE ORO, SAN MARTIN Y SAN ALBERTO , DEPARTAMENTO DEL CESAR.
CONVENIO 097-2003-06-2007

Tabla 69. Tipo de Acuífero, espesor promedio, nivel estático, y caudales del sistema acuífero Formación La Luna (Ksl)).	159
Tabla 70. Características físico químicas y usos del agua del sistema Acuífero Formación La Luna (Ksl)	159
Tabla 71. Conductividad Hidráulica del sistema acuífero Formación La Luna (Ksl).	160
Tabla 72. Importancia hidrogeológica y extensión del sistema acuífero Grupo Cogollo (Kmc).	160
Tabla 73. Tipo de Acuífero, Espesor, nivel estático y caudales del sistema acuífero Grupo Cogollo (Kmc).	161
Tabla 74. Litología, espesor y resistividad del sistema acuífero Grupo Cogollo (Kmc).	161
Tabla 75 Tipo de acuífero, calidad y características físico química del sistema acuífero Grupo Cogollo (Kmc)	162
Tabla 76 Tipo de acuífero y conductividad hidráulica del sistema Grupo Cogollo (Kmc).	162
Tabla 77. Importancia hidrogeológica y extensión del acuífero Formación Rionegro (Kir).	162
Tabla 78. Litología, espesor y resistividad del sistema acuífero Formación Rionegro (Kir).	163
Tabla 79 Tipo de Acuífero, Espesor promedio, nivel estático y caudales del sistema acuífero Formación Rionegro (Kir).	163
Tabla 80. Calidad y características físico química del sistema Formación Rionegro (Kir)	163
Tabla 81 Tipo de acuífero y conductividad hidráulica del sistema Formación Rionegro (Kir)	163
Tabla 82. Importancia hidrogeológica y extensión del sistema acuífero Depósitos Fluviolacustres (Qfl).	165
Tabla 83. Litología, espesor y resistividad del sistema Depósitos Fluviolacustres (Qfl).	165
Tabla 84 Tipo de Acuífero, Espesor promedio, nivel estático, y caudales del sistema acuífero Depósitos Fluviolacustres (Qfl).	165
Tabla 85. Calidad y características físico química del sistema Depósitos Fluviolacustres (Qfl)	165
Tabla 86. Tipo de Acuífero y Coeficiente de Almacenamiento del sistema acuífero Depósitos Fluviolacustres (Qfl).	166

LISTA DE FIGURAS



EVALUACION DEL POTENCIAL DEL AGUA SUBTERRANEA EN LOS MUNICIPIOS DE CURUMANI, PAILITAS, TAMALAMEQUE, PELAYA, LA GLORIA, GAMARRA, AGUACHICA, RIO DE ORO, SAN MARTIN Y SAN ALBERTO , DEPARTAMENTO DEL CESAR.
CONVENIO 097-2003-06-2007



CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CESAR

	Pág.
Figura 1. Mapa de localización del área del convenio 097-2003-06-2007	20
Figura 2. Municipios del sur del cesar donde se levanto información hidrogeológica	21
Figura 3. Municipios del centro y norte del cesar donde se realizó monitoreo de niveles y calidad del agua subterránea	22
Figura 4. Ecosistemas en el Departamento del Cesar	25
Figura 5 Ecorregiones en el departamento del Cesar	26
Figura 6 Mapa geológico del Departamento del cesar, Ingeominas 1994.	36
Figura 7 Bloques Tectónicos de las Subprovincias Hidrogeológicas Planicie del Cesar	37
Figura 8. Inventario de puntos de agua en los municipios del sur del Departamento del Cesar	86
Figura 9. Mapa geológico de los municipios del sur del Departamento del Cesar.	86
Figura 10. Inventario de puntos de agua en el municipio de Valledupar.	93
Figura 11. Configuración Arreglo Schlumberger.	95
Figura 12. Sondeo Eléctrico Vertical Curumaní 01	99
Figura 13. Sondeo Eléctrico Vertical Curumaní 02	100
Figura 14. Sondeo Eléctrico Vertical Curumaní 03	100
Figura 15. Sondeo Eléctrico Vertical Curumaní 04	101
Figura 16. Sondeo Eléctrico Vertical Curumaní 05	102
Figura 17. Sondeo Eléctrico Vertical Curumaní 06.	102
Figura 18. Sondeo Eléctrico Vertical Curumaní 07.	103
Figura 19. Sondeo Eléctrico Vertical Curumaní 08.	104
Figura 20. Sondeo Eléctrico Vertical Curumaní 09.	104
Figura 21. Sondeo Eléctrico Vertical Curumaní 10.	105
Figura 22. Sondeo Eléctrico Vertical Curumaní 11.	106
Figura 23. Sondeo Eléctrico Vertical Curumaní 12.	106
Figura 24. Sondeo Eléctrico Vertical Curumaní 13.	107
Figura 25. Sondeo Eléctrico Vertical Curumaní 14.	108
Figura 26. Sondeo Eléctrico Vertical Pailitas 01.	109
Figura 27. Sondeo Eléctrico Vertical Pailitas 02.	110
Figura 28. Sondeo Eléctrico Vertical Tamalameque 01.	110
Figura 29. Sondeo Eléctrico Vertical Tamalameque 02.	111
Figura 30. Sondeo Eléctrico Vertical Tamalameque 03.	112
Figura 31. Sondeo Eléctrico Vertical Tamalameque 04.	112
Figura 32. Sondeo Eléctrico Vertical Tamalameque 04.	113
Figura 33. Sondeo Eléctrico Vertical Pelaya 01.	114
Figura 34. Sondeo Eléctrico Vertical Pelaya 02.	114
Figura 35. Sondeo Eléctrico Vertical La Gloria 01	115
Figura 36. Sondeo Eléctrico Vertical La Gloria 02	116
Figura 37. Sondeo Eléctrico Vertical La Gloria 03.	116
Figura 38. Sondeo Eléctrico Vertical La Gloria 04.	117
Figura 39. Sondeo Eléctrico Vertical San Martín 01	118
Figura 40. Sondeo Eléctrico Vertical San Martín 01	119
	Pág.



CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CESAR

EVALUACION DEL POTENCIAL DEL AGUA SUBTERRANEA EN LOS MUNICIPIOS DE CURUMANI, PAILITAS, TAMALAMEQUE, PELAYA, LA GLORIA, GAMARRA, AGUACHICA, RIO DE ORO, SAN MARTIN Y SAN ALBERTO , DEPARTAMENTO DEL CESAR.
CONVENIO 097-2003-06-2007

Figura 41. Sondeo Eléctrico Vertical San Alberto 01	120
Figura 42. Sondeo Eléctrico Vertical San Alberto 02	121
Figura 43. Sondeo Eléctrico Vertical San Alberto 03.	121
Figura 44. Mapa de Isoconductividad para el Sistema Acuífero (Qlla).	125
Figura 45. Mapa de Isosólidos Disueltos Totales para el Sistema Acuífero (Qlla).	126
Figura 46. Mapa de IsopH para el Sistema Acuífero (Qlla)	127
Figura 47. Mapa de Isoconductividad para el Sistema Acuífero (Qcal)	128
Figura 48. Mapa de Isosólidos Disueltos Totales para el Sistema Acuífero (Qcal)	129
Figura 49. Mapa de IsopH para el Sistema Acuífero (Qcal)	129
Figura 50. Mapa de Isoconductividad para el Sistema Acuífero (Qcal ₁)	130
Figura 51. Mapa de Isosólidos Disueltos Totales para el Sistema Acuífero (Qcal ₁)	131
Figura 52. Mapa de IsopH para el Sistema Acuífero (Qcal ₁)	131
Figura 53. Mapa de isoconductividad del Sistema Acuífero (Qcal ₂)	132
Figura 54. Mapa de Isosólidos Disueltos Totales del Sistema Acuífero (Qcal ₂)	133
Figura 55. Mapa de IsopH Disueltos Totales del Sistema Acuífero (Qcal ₂)	133
Figura 56. Mapa de Isoconductividad del Sistema Acuífero (Qal)	134
Figura 57. Mapa de Isosólidos Disueltos Totales del Sistema Acuífero (Qal)	135
Figura 58. Modelo de Flujo Sistema Acuífero Llanura Aluvial (Qlla)	138
Figura 59. Modelo de Flujo Sistema Acuífero Cono Aluvial (Qcal)	139
Figura 60. Modelo de Flujo Sistema Acuífero Cono Aluvial (Qcal ₁)	140
Figura 61. Modelo de Flujo Sistema Acuífero Cono Aluvial (Qcal ₂)	141
Figura 62. Modelo de Flujo Sistema Acuífero Cauce Aluvial (Qal)	142
Figura 63. Subprovincias Hidrogeológicas en el Departamento del Cesar.	144
Figura 64. Sectores Tectónicos en el Sistema Acuífero Llanura Aluvial del Cesar (Qlla)	148

LISTA DE FOTOS



	Pág
Foto 1 Granitos rosado a gris rosado (Jgr) aflorando en encauce del río Badillo.	39
Foto 2 Granitoides Jurasicos (Jgr) en el cauce del río Cesar sector del Puente Hurtado	39
Foto 3. Cuarzodiorita gris meteorizada de grano grueso en la población de Atanquez.	40
Foto 4. Cuarzodiorita de grano gris en la región de la Mina atravesada por un dique de cuarzo y microgranito.	41
Foto 5. Afloramiento de la Unidad Volcánico Ríolítico (JKvr) en cerrros aislados al sur del Corregimiento de Aguas Claras.	43
Foto 6 Riolita de textura afanítica en cerros aislados en el corregimiento de Aguas Claras	43
Foto 7. Cerros de calizas arcillosas y lutitas fosilífera al noreste del municipio de Bosconia.	45
Foto 8. Limonitas arenosas masivas de la formación la Quinta Sedimentaria.	47
Foto No 9. Colinas EL Bachán y Cerro Porrilla.	48
Foto 10. Panorámica hacia cerros alargados de la Formación Rionegro al este del Caserío de Aguas Blancas.	49
Foto No 11. Afloramiento de lodolitas grises carbonosas del Grupo Cogollo (Kmc) en los Cerros al sur de Codazzi	50
Foto No 12. Patrón de fracturamiento de las lodositas grises carbonosas (Kmc) al sur de del municipio de Codazzi.	50
Foto 13. Afloramiento de lutitas grises y negras, fosilíferas de la formación La Luna (Ksl)	51
Foto 14. Mantos de carbón subhorizontales infrayaciendo areniscas de la Formación Cuesta en un pit a cielo abierto de la compañía Drummond.	53
Foto 15. Mantos de carbón inclinados infrayaciendo capas de limos y arenas de los Depósitos de Llanura Aluvial (Qlla), en un pit a cielo abierto de la compañía Prodeco.	53
Foto 16. Gravas gruesas y arenas de la Formación Cuesta en el sector de la localidad de Plan Bonito (Loma de Calenturitas)	54
Foto 17. Capas de arcillositas violáceas, tonos rojos, intercaladas hacia el tope con capas gruesas de areniscas friables, de la Formación Sedimentitas de Arjona, en el carreteable Astrea-Mandinguilla.	55
Foto 18. Capas de areniscas subhorizontales de la Formación Sedimentitas de Arjona en el carreteable Astrea-Mandinguilla.	56
Foto 19. Filitas de los Metasedimentos (Pzmv) al suroeste de Curumaní	57
Foto 20. Afloramiento de rocas volcánicas masivas y fracturadas de la unidad (Jqv)	59
Foto 21. Afloramiento de rocas volcánicas masivas y fracturadas de la unidad (Jqv) en el botadero a cielo abierto de Pailitas.	59
Foto 22 Afloramientos de rocas volcánicas masivas y fracturadas de la unidad (Jqv) en la localidad de Norean.	60
Foto 23. Afloramientos de lodolitas calcáreas y calizas arcillosas grises oscuras sobre la carretera troncal del oriente, al norte de Pelaya	60
Foto 24. Depósitos de Llanura Aluvial del Río Cesar conformando una topografía plana a semi plana en el área rural de Codazzi.	62



EVALUACION DEL POTENCIAL DEL AGUA SUBTERRANEA EN LOS MUNICIPIOS DE CURUMANI, PAILITAS, TAMALAMEQUE, PELAYA, LA GLORIA, GAMARRA, AGUACHICA, RIO DE ORO, SAN MARTIN Y SAN ALBERTO , DEPARTAMENTO DEL CESAR.
CONVENIO 097-2003-06-2007



CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CESAR

Foto 25. Capas de arcillas limosas del depósito de Llanura Aluvial (Qlla) en el corregimiento de Valencia de Jesús.	63
Foto 26. Gravas de los Depósitos de Llanura Aluvial (Qlla) en el botadero de Becerril.	64
Foto 27. Limos arcillosos amarillos de los Depósitos de Llanura Aluvial (Qlla) aflorantes durante la construcción de la planta de tratamiento de agua de Chiriguaná.	64
Foto 28. Capas de arenas y gravas de los Depósitos de Llanura Aluvial (Qlla) en cercanías de la localidad de Saloa.	65
Foto 29. Explotación de capas de gravas y arenas muy gruesas con una matriz limo arenosa de los Depósitos de Llanura Aluvial (Qlla) en cercanías de Soledad.	65
Foto 30. Arenas, gravas y limos en minas a cielo abierto ubicadas en el sector de la localidad de las Casitas (Cono Aluvial de Valledupar).	66
Foto 31. Gravas gruesas del Depósito de Cono Aluvial. Finca Los Cachos (Plancha 27 III D)	66
Foto 32. Capas de arenas muy gruesas a gravas en una matriz areno limosa durante la construcción del Hotel Tatiban en Valledupar.	67
Foto 33. Topografía plana a semiplana del Abanico Aluvial (Qcal) en Codazzi.	68
Foto 34. Suelos limo arenosos suprayaciendo capas de gravas del Abanico Aluvial de Codazzi (Qcal).	68
Foto 35. Gravas medias a muy gruesas en matriz arenosa en el Abanico Aluvial de Codazzi (Qcal).	69
Foto 36. Capas superficiales de cantos subangulares de rocas volcánicas y metamórficas en una matriz de arena gruesa y conglomerática del abanico Qcal de Pailitas.	69
Foto 37. Capas gruesas de gravas del ápice del Cono Aluvial de Aguachica (Qcal ₃)	70
Foto 38. Depósitos de gravas y arenas en una matriz limo arcillosa del Cono Aluvial (Qcal ₂) en las celdas del relleno sanitario de Aguachica.	71
Foto 39. Depósitos de gravas y arenas en una matriz limo arcillosa del Cono Aluvial (Qcal ₂) en la pared de las lagunas de oxidación de Aguachica.	71
Foto 40. Afloramiento de gravas en matriz limo arcillosa del abanico (Qcal ₁) en la localidad de Costilla.	72
Foto 41. Aluviones recientes sobre el cauce del río Guatapurí.	73
Foto 42. Contacto geológico entre el Qcal y el Qlla en el sector del río Calderas y la quebrada las Ovejas, noroccidente de la ciudad de Valledupar	73
Foto 43. Gravas recientes constituidas por cantos subredondeados de rocas ígneas y sedimentarias en el arroyo El Pozón.	74
Foto 44. Gravas constituidas por lodolitas grises de la Formación La Luna en el cauce del río Maracas.	74
Foto 45. Granulometría fina a media, compuesta por arenas y materiales limo arcilloso en el cauce del río San Alberto.	75
Foto 46. Gravas y arenas gruesas constituidas por fragmentos de rocas ígneas volcánicas y metamórficas.	75
Foto 47 Nivel de Terraza constituido por gravas al noreste de Badillo.	76
Foto 48 Cantos subredondeados de rocas ígneas intrusivas em uma matriz arenosa.	76



CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CESAR

EVALUACION DEL POTENCIAL DEL AGUA SUBTERRANEA EN LOS MUNICIPIOS DE CURUMANI, PAILITAS, TAMALAMEQUE, PELAYA, LA GLORIA, GAMARRA, AGUACHICA, RIO DE ORO, SAN MARTIN Y SAN ALBERTO , DEPARTAMENTO DEL CESAR. CONVENIO 097-2003-06-2007

Foto 49. Nivel de Terrazas (Qt) constituidos gravas conformadas por rocas intrusivas de grano medio a grueso embebidas en una matriz arenosa	77
Foto 50. Depósito de gravas que conforman el Depósito de Terrazas Aluviales (Qt) en el corregimiento Los Corazones, al noreste de Valledupar.	77
Foto 51. Panorámica hacia colinas alargadas que conforman los Depósitos de Terraza Aluvial norte de Rincón Hondo.	78
Foto 52. Depósitos de Terraza Aluvial (Qt) en un sector de pequeña minería en la carretera La Jagua-EL Boquerón	79
Foto 53. Gravas en una matriz limo arenosa en el sector de la vía Rincón Hondo-Caserío de Aguas Blancas.	79
Foto 54 Panorámica al sur del Cerro Porrilla hacia las Colinas del Bachan en donde se observan una serie de cerros alineados con dirección NW-SW, perteneciente al bloque levantando donde se exponen limolitas y areniscas rojas de la Formación La Quinta Sedimentaria (Jqs).	81
Foto 55. Empleo de GPS (Sistema de Posicionamiento Global) para la georreferenciación de pozo en campo.	83
Foto 56. Aforo volumétrico de un pozo de bajo caudal.	84
Foto 57. Medición del nivel estático de un aljibe con sonda convencional.	84
Foto 58. Medición del nivel estático en un pozo, mediante sonda convencional.	84
Foto 59. Equipo Terrameter ABEM SAS 4000	96
Foto 60. Disposición de electrodos de potencial y resistividad.	97

LISTA DE ANEXOS



CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CESAR

**EVALUACION DEL POTENCIAL DEL AGUA SUBTERRANEA EN LOS MUNICIPIOS DE CURUMANI, PAILITAS, TAMALAMEQUE, PELAYA, LA GLORIA, GAMARRA, AGUACHICA, RIO DE ORO, SAN MARTIN Y SAN ALBERTO , DEPARTAMENTO DEL CESAR.
CONVENIO 097-2003-06-2007**

Anexo A; Cortes Hidrogeológicos del sur del Dpto del Cesar (Ingeominas 1994)

Anexo B: Inventario de puntos de agua, formato digital

Anexo C: Sondeos Eléctricos Verticales formato digital

EVALUACION DEL POTENCIAL DEL AGUA SUBTERRANEA EN LOS MUNICIPIOS DE CURUMANI, PAILITAS, PELAYA, TAMALAMEQUE, LA GLORIA, GAMARRA, AGUACHICA,



EVALUACION DEL POTENCIAL DEL AGUA SUBTERRANEA EN LOS MUNICIPIOS DE CURUMANI, PAILITAS, TAMALAMEQUE, PELAYA, LA GLORIA, GAMARRA, AGUACHICA, RIO DE ORO, SAN MARTIN Y SAN ALBERTO , DEPARTAMENTO DEL CESAR.
CONVENIO 097-2003-06-2007



CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CESAR

RIO DE ORO, SAN MARTIN Y SAN ALBERTO, DEPARTAMENTO DEL CESAR.

INTRODUCCION.

Corpocesar como autoridad ambiental regional del departamento del Cesar evalúa la oferta natural ambiental, lo que le permite implementar sus resultados para el beneficio social y económico de los diferentes sociales y actores económicos que ven el agua subterránea la fuente principal abastecimiento para diferentes usos.

La capacidad técnica y científica del IDEAM como instituto de investigación y de generación de información técnica y científica en el campo de la hidrológica básica y aplicada del país hace que entidades de orden regional y local soliciten aunar esfuerzos técnicos y económicos que permitan optimizar la eficacia y eficiencia para la ejecución del Plan de Desarrollo “Hacia un Estado Comunitario” del actual gobierno.

El IDEAM en el marco de su misión institucional ejecuta proyectos de Modelación Hidrológica para diferentes fines; especialmente la cuantificación en cantidad y calidad de los recursos hídricos superficiales y subterráneos como insumo básico para el Balance Hídrico Nacional y por consiguiente para el Estudio Nacional del Agua y el Informe sobre el Estado de los Recursos Naturales de Colombia.

Corpocesar dentro del desarrollo de su proyecto Administración y Protección integral del Agua Subterránea y Valle del Río Magdalena, en el Departamento del Cesar contempla la formulación e implementación de un Plan de Manejo y Protección Integral de los Sistemas Acuíferos del Departamento lo que permite ejecutar los planes de gestión del uso, manejo y aprovechamiento sostenible de los recurso hídricos del departamento.

El 28 de Noviembre de 2006 las partes suscribieron el convenio No. 097-03-2006-07 de 2004 para la ejecución del proyecto Evaluación del potencial del agua subterránea en los municipios de Curumaní, Pailitas, Pelaya, Tamalameque, La Gloria, Gamarra, Aguachica, Río de Oro, San Martín y San Alberto, Departamento del Cesar.

El Ideam y Corpocesar en el marco de la ejecución del Plan Nacional de Desarrollo 2006-2010 realizaron inventarios regionales de puntos de agua (pozos, aljibes y manantiales) que involucran el conocimiento en el marco del presente convenio tanto de la oferta como de los tipos y la intensidad del uso del recurso, y

Los avances en el conocimiento del modelo hidrogeológico del área del convenio 097-2003-06-2007 le permite a Corpocesar formular los correspondientes planes de manejo de los sistemas acuíferos de interés hidrogeológico y ambiental para orientar su uso y aprovechamiento sostenible.

1. ANTECEDENTES



El departamento del Cesar tradicionalmente ha soportado su economía en el sector agropecuario, aunque en el último lustro se ha tenido un incremento en la participación del sector minero, especialmente el del carbón. Es así como al examinar el comportamiento del Producto Interno Bruto en el período 1995 a 1998 (información consolidada disponible) se encuentra que el sector agropecuario experimentó una reducción del 37.1% al 32.1%, mientras que la minería pasó del 10.3% al 14.6% en el mismo período, presentándose esta participación mayoritaria de los usos tradicionales del suelo por factores culturales (el comercio y la prestación de servicios no se han posicionado adecuadamente). Así, hace treinta años la intensa demanda de agua superficial para fines agrícolas, satisfacía holgadamente la economía de ese entonces.

No obstante, en la última década se ha tenido un descenso drástico en los valores de los caudales medios de las corrientes superficiales, hasta el punto de permanecer sin flujo durante una significativa parte del año, afectando especialmente acueductos municipales y veredales y extensas zonas de cultivo y ganadería. Esta situación conllevó a un aumento en la demanda del agua subterránea, como única alternativa en algunos casos, para satisfacer las necesidades de la población, especialmente en los valles de los ríos Cesar y Magdalena, dos de las ecorregiones estratégicas definidas por Corpocesar. En estas zonas, según Ingeominas, para el año 1994 se extraían anualmente los siguientes volúmenes de agua subterránea (millones de metros cúbicos / año): Tabla 1.

Tabla 1. Uso del agua subterránea en los valles de los ríos Cesar y Magdalena

USO	VALLE RIO CESAR		VALLE RIO MAGDALENA		TOTAL
	ALJIBE	POZO	ALJIBE	POZO	
DOMESTICO	2.253.700,00	7.785.450,00	2.050.000,00	124.000,00	12.213.150,00
INDUSTRIAL GANADERO	3.295.200,00	1.213.700,00	23.100,00	146.700,00	4.678.700,00
IRRIGACION	369.000,00	23.242.000,00			23.611.000,00
PUBLICO	603.200,00	569.000,00	15.000,00	209.600,00	1.396.800,00
SUB TOTAL	6.521.100,00	32.810.150,00	2.088.100,00	480.300,00	41.899.650,00

Fuente: Ingeominas, 1995, Evaluación del Agua Subterránea en el Cesar

Las reservas se han calculado cerca de los 220 millones de metros cúbicos, no significando esto que hay disponibilidad ilimitada de agua subterránea, ya que en ello inciden factores como la rentabilidad de la extracción y las posibilidades técnicas para la misma. De manera generalizada, según Ingeominas (1994) se tienen 508 pozos profundos, 2851 aljibes y 60 manantiales que son aprovechados. Esta cifra muy seguramente ha cambiado, ya que algunas entidades de gobierno (departamental y municipal) han perforados gran número de pozos en los últimos 7 años, por lo que se precisa de la respectiva actualización

Paradójicamente, a pesar de no poseer características que la hagan apta en su totalidad para ello, el agua subterránea es usada principalmente para la irrigación de cultivos, con lo que se tiene que los usuarios deberían someterla a tratamiento así como aprovecharla en forma moderada, con el fin de evitar alterar el suelo.



El régimen hidrogeológico en las ecorregiones mencionadas es tal, que la estabilidad de los ríos Cesar y Magdalena depende de la estabilidad de los acuíferos (reservas) a que se hizo alusión.

De otra parte, el auge de la minería a cielo abierto (creció un 133% entre 1995 y 1997) ha provocado el que se haga o se planee hacer un uso intensivo del agua subterránea (proyectos La Loma, Calenturitas, El Hatillo, El Descanso, todos de gran minería), concentrando así la demanda en una zona específica (al centro del departamento).

Así, de manera general el impacto negativo resultante de las actividades de desarrollo departamental está representado por el aporte de agroquímicos, durante al menos 30 años, los cuales eran usados indiscriminadamente hasta el punto de que los sobrantes eran enterrados junto con sus contenedores (que luego se rompían por deterioro), especialmente en las zonas algodoneras de Agustín Codazzi, en donde desde 1963 se recurrió a esa práctica absurda, patrocinada por el Gobierno Nacional a través del Minagricultura, resultando esto, con el paso del tiempo, en la afectación de la población por ocurrencia de enfermedades como cáncer, reducción apreciable de los niveles de colinesterasa (enzima del cuerpo humano relacionada con el funcionamiento del sistema nervioso), entre otros efectos, ya que la población se sirve del agua del subsuelo. Se estableció que en Agustín Codazzi, el área afectada está dentro y fuera del perímetro urbano, y que el volumen directamente afectado con los enterramientos es de 1924 metros cúbicos, además de lo contaminado por la dispersión del contaminante.

También se tiene la modificación del régimen hidrogeológico en la zona minera (estribaciones de la serranía de los Motilones y zona central plana del departamento del Cesar), en donde se han realizado grandes excavaciones, así como la eventual ocurrencia del fenómeno conocido como Drenaje Ácido de Minas, que puede llegar a aportar elevados niveles de sulfuros a las corrientes superficiales y, aún, a las subterráneas.

Por último, también hay afectación derivada de el desarrollo urbano, en el que no se tiene la total o adecuada cobertura del servicio de saneamiento básico, y el tratamiento de aguas servidas no es llevado a cabo en forma completa en la mayoría de los casos (el índice de NBI es del orden de 32.1%, mientras que el de la Nación es de 24.9%): sólo el 63% de la zona urbana y el 8% de la zona rural tiene alcantarillado , pero sin la calidad requerida y sin el ciclo completo de tratamiento (fuente: Plan de Desarrollo del departamento del Cesar).

Teniendo en cuenta lo anterior, es imperativo adelantar acciones encaminadas al manejo integral y a al protección de los acuíferos regionales del departamento, representadas básicamente por el conocimiento actualizado del régimen hidrogeológico subregional, diseño del modelo de aprovechamiento del agua subterránea y la prevención de la contaminación del recurso en cuestión, así como el involucrar a la comunidad usuaria del recurso en el la toma de decisiones para el manejo del mismo.

Otro tema relacionado con el recurso agua subterránea es el de la contaminación con productos o residuos químicos, que han llegado al subsuelo, contaminándolo en grado desconocido; este problema se presenta, al igual que en todo el país, en las zonas agrícolas, ya que aparentemente



EVALUACION DEL POTENCIAL DEL AGUA SUBTERRANEA EN LOS MUNICIPIOS DE CURUMANI, PAILITAS, TAMALAMEQUE, PELAYA, LA GLORIA, GAMARRA, AGUACHICA, RIO DE ORO, SAN MARTIN Y SAN ALBERTO , DEPARTAMENTO DEL CESAR.
CONVENIO 097-2003-06-2007



a instancias del mismo Gobierno Nacional (Ministerio de Agricultura) y de algunos gremios, se procedía a enterrar los contenedores de químicos que no eran utilizados, en lugar de devolverlos a los respectivos proveedores. Corpocesar, realizó un estudio de caracterización de uno de estos enterramientos, detectado en la zona urbana de Agustín Codazzi, el cual arrojó como resultado una serie de propuestas de solución para la evacuación de tales residuos y su disposición final, siendo escogida, aunque sin entrar en detalle en cuanto al sitio ni a los diseños de ingeniería, la de construcción de un relleno sanitario de alta seguridad.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General



EVALUACION DEL POTENCIAL DEL AGUA SUBTERRANEA EN LOS MUNICIPIOS DE CURUMANI, PAILITAS, TAMALAMEQUE, PELAYA, LA GLORIA, GAMARRA, AGUACHICA, RIO DE ORO, SAN MARTIN Y SAN ALBERTO , DEPARTAMENTO DEL CESAR.
CONVENIO 097-2003-06-2007



CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CESAR

La Corporación Autónoma Regional del Cesar Corpocesar y el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales DEAM en el marco de sus funciones instituciones requieren generar una estrategia para fortalecerse institucionalmente a través del convenio 097-2003-06-2007 de 2007 cuyo **objetivo general** es el de conocer la oferta en cantidad y calidad de las aguas subterráneas mediante el levantamiento de información hidrogeológica en los municipios de Curumaní, Pailitas, Tamalameque, Pelaya, La Gloria, Gamarra, Aguachica, Río de Oro, San Martín y San Alberto y el monitoreo de niveles y calidad del agua subterránea en los municipios de Valledupar, Agustín Codazzi, Becerril, La Jagua de Ibirico, Chiriguaná, El Paso, Astrea, y Chimichagua

2.2 Objetivos Específicos.

- Mejorar el manejo y la sostenibilidad de los recursos de aguas subterráneas en los municipios del sur del departamento del cesar, a través de la implementación de una metodología socialmente equitativa, económicamente viable y ambientalmente aceptable para el manejo de las aguas subterráneas.
- Determinar el modelo hidrogeológico semiregional y local donde se emplazan los Sistemas Acuíferos de Gran importancia Hidrogeológica.

Los objetivos específicos anteriores se ejecutaran realizando las siguientes actividades

- ✓ Recopilación, análisis y evaluación de información hidrogeológica y temática relacionada disponible y existente.
- ✓ Evaluación del modelo geológico del área de estudio.
- ✓ Evaluación geofísica (prospección geoeléctrica) para definir las resistividades de las unidades de los sistemas acuíferos.
- ✓ Actualización del Inventario de puntos de agua (pozos, aljibes y manantiales) .
- ✓ Nivelación topográfica y georreferenciación de puntos de agua, para elaborar el modelo de flujo de flujo de los sistemas de acuíferos de interés.
- ✓ Evaluación de parámetros físico químicos del agua subterránea tomada en campo.
- ✓ Evaluación hidrogeológica para la formulación del modelo hidrogeológico conceptual,

3. INFRAESTRUCTURA

La zona de ejecución del convenio 097-2003-06-2007 se localiza en los valles del río cesar y magdalena en el departamento del Cesar; Figura 1.

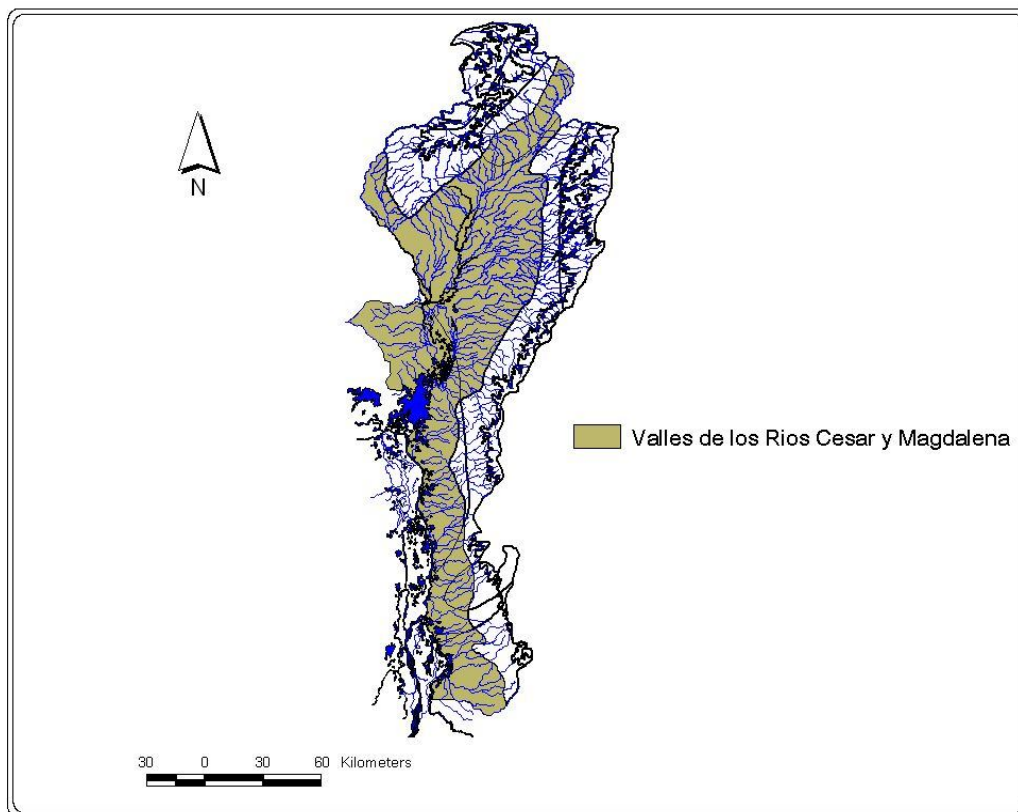


Figura 1. Mapa de localización del área del convenio 097-2003-06-2007.

3.1 Localización y extensión.

Básicamente la población directamente beneficiada por el proyecto planteado es aquella que utiliza el agua subterránea para el desarrollo de actividades agropecuarias (principalmente riego y consumo humano) e industriales (procesos agroindustriales y mineros especialmente).

La actividad rural (fincas y haciendas de la zona) tiene soporte en el aprovechamiento del agua subterránea, ya sea para consumo de los habitantes de los predios, o para riego de pastos, para lo cual se requiere de un tratamiento menor, mientras que si el uso es industrial, se requiere de un proceso posterior con el objetivo de evitar los daños en las maquinarias.

El área del convenio donde se realizó el levantamiento de información hidrogeológica corresponde a los municipios de Curumaní, Pailitas, Tamalameque, Pelaya, La Gloria, Gamarra, Aguachica, Río de Oro, San Martín y San Alberto, Figura 2.

EVALUACION DEL POTENCIAL DEL AGUA SUBTERRANEA EN LOS MUNICIPIOS DE CURUMANI, PAILITAS, TAMALAMEQUE, PELAYA, LA GLORIA, GAMARRA, AGUACHICA, RIO DE ORO, SAN MARTIN Y SAN ALBERTO, DEPARTAMENTO DEL CESAR. CONVENIO 097-2003-06-2007

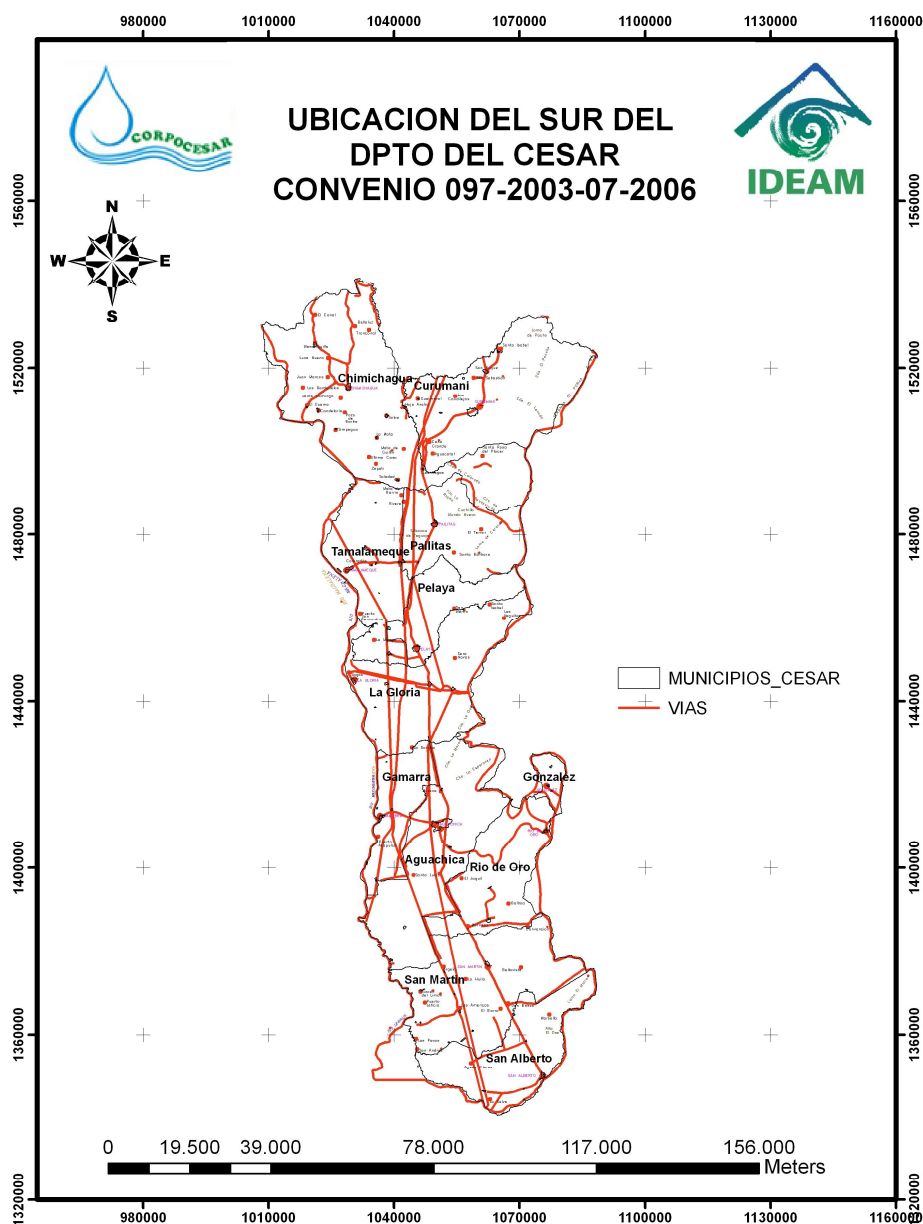


Figura 2. Municipios del sur del cesar donde se levanto información hidrogeológica

El área del convenio donde se realizó el monitoreo de niveles y calidad del agua subterránea en los municipios de Valledupar, Agustín Codazzi, Becerril, La Jagua de Ibirico, Chiriguana, El Paso, Astrea y Chimichagua, Figura 3.

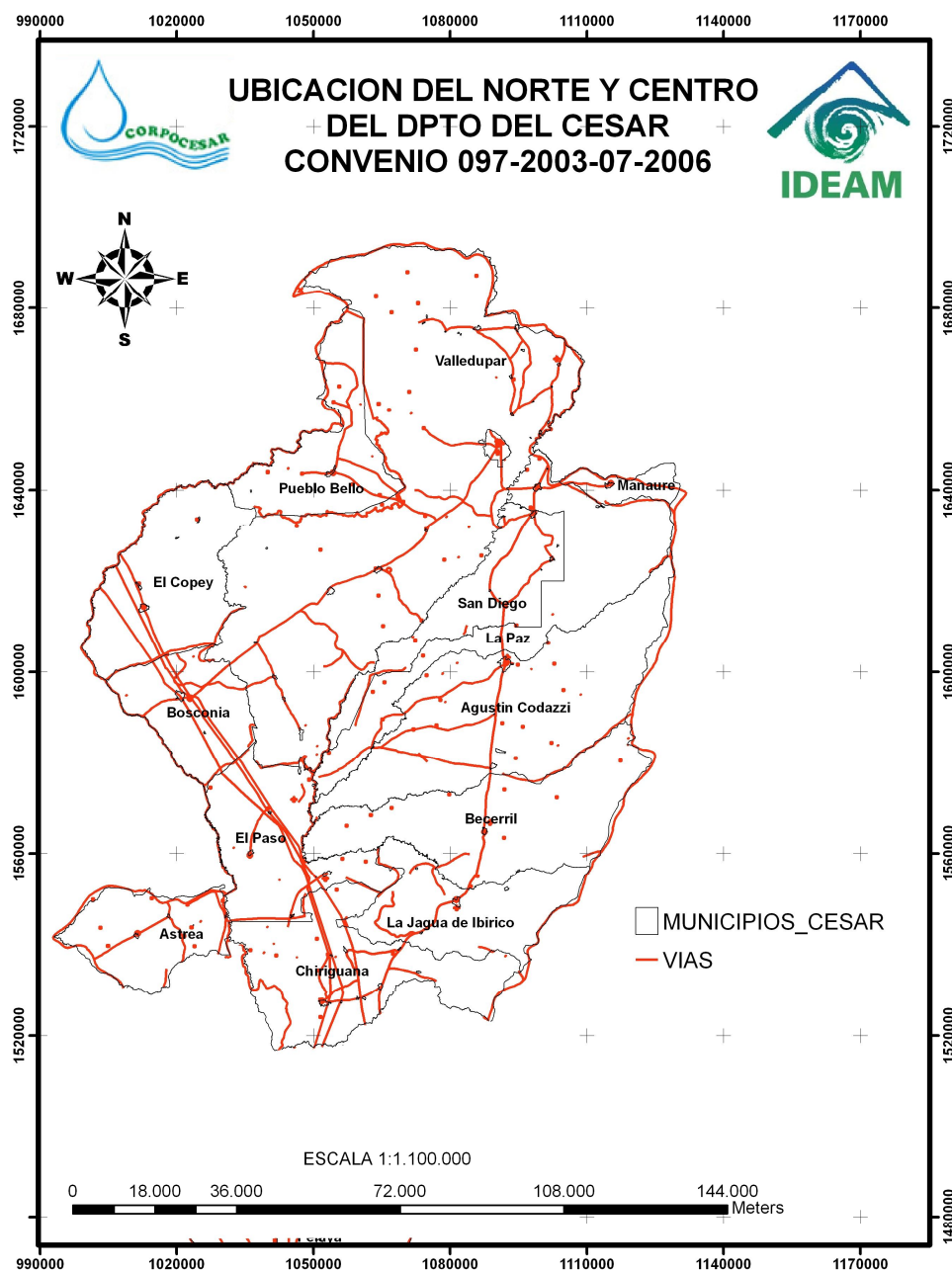


Figura 3. Municipios del centro y norte del cesar donde se realizó monitoreo de agua subterránea.

La extensión y población de los municipios donde se realizaron actividades de levantamiento de información hidrogeológica y monitoreo de niveles y calidad del agua subterránea para el convenio 097-2003-06-2007 se presenta en la tabla 2

Tabla 2. Extensión y población de los municipios objeto de evaluación hidrogeológica del convenio 097-2003-06-2007.

MUNICIPIO	EXTENSION	POBLACION (DANE 2005)
	Km ²	
Curumani	931.1	26740
Pailitas	512.5	15578
Tamalameque	592.6	13636
Pelaya	371.3	16242
La Gloria	735.5	14173
Gamarra	320.3	14224
Aguachica	935.9	80789
Río de Oro	616.3	14023
San Martín	778.8	16921
San Alberto	611.2	19656
Valledupar	4307.2	348990



4. CARACTERIZACION AMBIENTAL

El Gobierno Nacional en su Plan Nacional de Desarrollo (PND) ha considerado al agua, por constituirse en elemento excepcional para el sustento de la población y sistema productivos, como un recurso estratégico y articulador de las políticas en materia ambiental. El agua subterránea, al hacer parte del ciclo hidrológico, está necesariamente insertada en dicha estrategia, por lo que el proyecto representado por la iniciativa planteada es consistente con las políticas enmarcadas en los dos grandes objetivos del PND, como son el crecimiento económico son sostenibilidad ambiental (en el programa de manejo integral del agua) y el incremento en la eficiencia del estado en lo relacionado con la gestión ambiental.

El Plan de Gestión Ambiental Regional 2002 – 2012, identifica al agua subterránea como un recurso sometido a la acción de diversos agentes o vectores del desarrollo, que ocasionan impactos negativos sobre su cantidad y especialmente su calidad, planteando la necesidad de tomar acciones encaminadas al manejo integral de este importante elemento.

Así mismo, debe tenerse en cuenta que el Gobierno Nacional, impulsa la actividad económica, la generación de empleo y la generación de recursos económicos mediante el Plan Nacional de Desarrollo Minero. Este Plan busca aumentar la explotación de recursos minerales existentes en el subsuelo. Así, esta actividad intervendrá el recurso agua subterránea, por lo que es preciso el actuar de manera anticipada y paralela al Plan aludido, y desarrollar estrategias que garanticen la sostenibilidad del aprovechamiento del agua subterránea.

El MAVDT impulsa la dotación de infraestructura de servicios públicos, especialmente el de acueducto, en las poblaciones que carecen de ellos. En el caso de la zona del proyecto, el acceso al agua para consumo se hace mediante pozos profundos, aljibes y manantiales, por lo que el proyecto encuentra igualmente soporte en la voluntad del Gobierno Nacional para garantizar el suministro de agua a la población más necesitada, de una manera sostenible.

4.1. ECOREGIONES EN EL DEPARTAMENTO DEL CESAR.

El departamento del Cesar se caracteriza por poseer una gran riqueza ambiental, la cual presenta características diversas y particulares determinadas por su ubicación en el territorio; razón por la cual, para la evaluación y valoración de sus condiciones ambientales se ha procedido a identificar los siguientes ecosistemas: (Plan de Gestión Ambiental Regional, documento de trabajo, Corpocesar), Figura 4.

- ✓ ***La Sierra Nevada de Santa Marta,***
- ✓ ***El Sistema Montañoso de la Serranía del Perijá,***
- ✓ ***El Complejo Cenagoso y Humedales y***
- ✓ ***La Llanura Aluvial del Río Cesar.***
- ✓ ***La Llanura Aluvial del Río Magdalena.***

EVALUACION DEL POTENCIAL DEL AGUA SUBTERRANEA EN LOS MUNICIPIOS DE CURUMANI, PAILITAS, TAMALAMEQUE, PELAYA, LA GLORIA, GAMARRA, AGUACHICA, RIO DE ORO, SAN MARTIN Y SAN ALBERTO , DEPARTAMENTO DEL CESAR.

CONVENIO 097-2003-06-2007

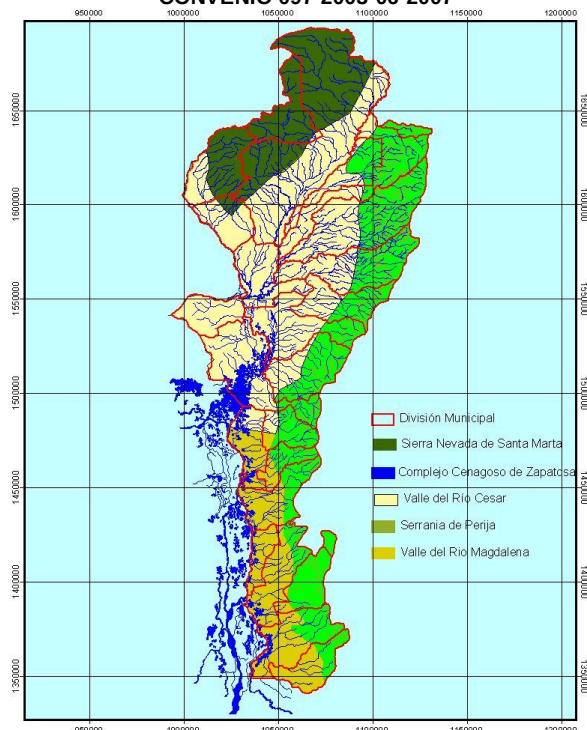


Figura 4. Ecosistemas en el Departamento del Cesar.

Los criterios que se han tenido en cuenta para realizar esta clasificación son los siguientes:

- La prestación de servicios ambientales, tales como producción de agua, posesión de áreas con cobertura boscosa, refugio de fauna silvestre y existencia de corredores biológicos, entre otros.
- Servir de sustento a las actividades socioeconómicas predominantes en el departamento del Cesar y en las regiones compartidas con departamentos y países vecinos.
- Ofrecer la posibilidad de articular su oferta natural a la solución de los conflictos actuales relacionados con los procesos económicos y sociales del departamento del Cesar.
- Ser parte de la identidad de las diversas culturas de la población cesareense.

Desde el punto de vista bioclimática el área de del convenio 097-2003-06-2007 se encuentra localizada en las Ecorregiones estratégicas conformada por las Llanuras Aluviales de los Valles de los Ríos Cesar y Magdalena, las cuales limitan a su vez con la Ecorregión Sistema Montañosa de la Serranía de Perijá, Figura 5.

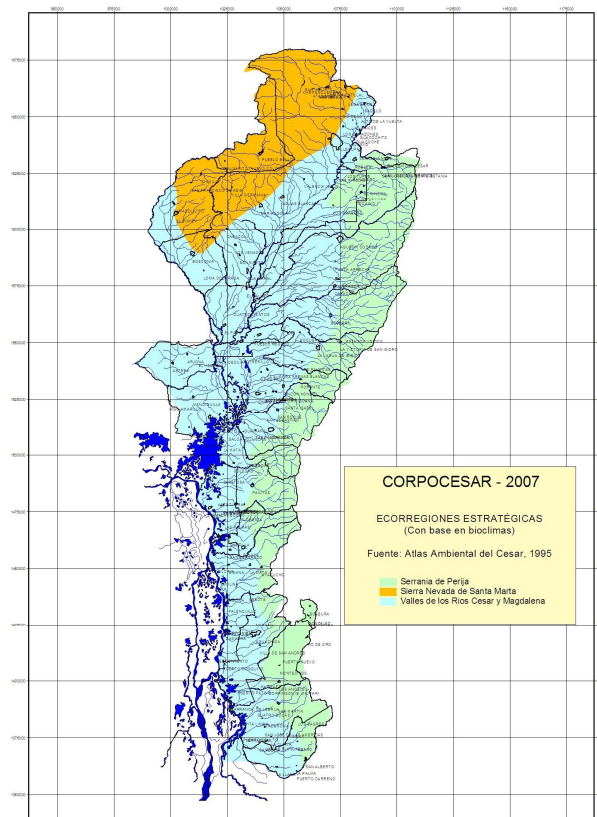


Figura 5. Ecorregiones Estratégicas, Departamento del Cesar.

La zona de estudio se localiza en la ecorregión del Valle del Río Cesar y Magdalena, de la cual se retoman sus características ambientales significativas, con el propósito de estimar y ponderar su oferta ambiental en relación a sus recursos hídricos, identificar los problemas que la afectan y establecer el valor estratégico que tiene para el desarrollo del departamento.

Para los ecosistemas que se extienden en las áreas de estudio del convenio 097-2003-06-2007 se presenta una síntesis de las características que permiten estimar y ponderar su oferta ambiental en relación a sus recursos hídricos, identificar los problemas que la afectan y establecer el valor estratégico que tiene para el desarrollo del departamento.

4.1.1. El Sistema Montañoso de la Serranía del Perijá

La Serranía del Perijá es considerada como un ecosistema estratégico ya que en ella nacen 20 ríos principales y un sin número de quebradas y arroyos que bañan los valles de los ríos Cesar, Magdalena y Lebrija, y alimentan el Complejo Cenagoso de Zapatosa y el río Magdalena. La estabilidad ecológica de la Serranía, depende en gran medida la estabilidad ambiental, económica y social de las ecorregiones de los valles de los ríos Cesar y Magdalena; donde el agua que se

produce en la Serranía es el eje articulador del “equilibrio” de los diferentes ecosistemas y procesos productivos y sociales que se presentan en éstas ecorregiones vecinas.

Esta ecorregión se localiza en el costado oriental del departamento del Cesar y comprende una franja de 300 Kilómetros de longitud con un área aproximada de 566.000 hectáreas. Limita al oriente con la República de Venezuela y el departamento de Norte de Santander; al occidente con los valles de los ríos Cesar, Magdalena y Lebrija; al norte con el departamento de la Guajira y al sur con el departamento de Norte de Santander. En ella confluyen jurisdicciones territoriales de 32 municipios, de los cuales 17 municipios pertenecen al departamento del Cesar. Así mismo, se localizan los resguardos indígenas de Iroka (Resolución No. 150 de 1976) y Socorpa (Resolución No. 165 de 1977) ubicados en los municipios de Codazzi y Becerril, respectivamente, y que son el territorio de la etnia Yukpa. La población que, perteneciente al departamento del Cesar, reside en la Serranía es aproximadamente 300.000 habitantes, incluyendo los cascos urbanos que dependen de ella (100.000 en área rural, 200.000 en área urbana) estableciéndose las mayores concentraciones de población en la zona centro - sur. Los municipios con jurisdicción en la Serranía de Perijá son; Tabla 3.

Tabla 3. Municipios con jurisdicción en la Serranía del Perijá.

Municipio	Area Total (Km2)	% territorio en la Serranía	Población en la Serranía
AGUACHICA	935,9	25	20351
AGUSTÍ CODAZZI	1799,2	50	18245
CHIMICHAGUA	1568,6	20	10499
CHIRIGUANÁ	1102,9	30	7628
CURUMANÍ	931,1	65	9354
GONZALEZ	75,2	100	22420
LA GLORIA	735,5	45	5155
LA JAGUA DE IBIRICO	842	50	7575
LA PAZ	1081,9	40	6162
MANAURE	126,4	100	10193
PAILITAS	512,5	70	3885
PELAYA	371,3	75	4254
RÍO DE ORO	616,3	80	15090
SAN ALBERTO	611,2	65	4245
SAN DIEGO	697,1	35	3986
SAN MARTÍN	778,8	40	4470

➤ Características hidrográficas

La Serranía de Perijá se constituye en el sistema orográfico principal del departamento por su influencia en 17 de sus 25 municipios. En ella nacen 20 ríos principales como el Manaure, Chiriamo, Tocaimo, Magiriamo, Maracas, Casacará, Tucuy, Sororia, La Mula, Animito, Anime, San Pedro, La Honda, Singará, El Carmen, Buturama, La Dorada, San Alberto, Río de Oro, Múcura, y un sin número de quebradas y arroyos, que surten de agua a 14 cabeceras municipales donde se asientan unas 200.000 personas y a acueductos corregimentales y veredales que benefician a cerca de 100.000 personas; e irrigan las tierras de cultivo ubicadas en los Valles de



los ríos Cesar, Magdalena y Lebrija, donde se localiza la agricultura comercial de sorgo, arroz, caña, algodón y palma africana entre otros y la ganadería con un posicionamiento importante; y por ultimo, retroalimentan el Complejo Cenagoso de Zapatosa y el Río Magdalena, considerados como la principal "fábrica de peces" de Colombia.

De los 20 ríos mayores que nacen en la Serranía, 11 son tributarios del río Cesar y le aportan unos 1.326 millones de m³/año, que contribuyen a mantener un caudal que sin embargo en la época de estiaje es bastante deficitario; 4 tributan al río Magdalena, 3 al río Lebrija y 2 a la cuenca del río Catatumbo (sur del departamento).

A simple vista, el potencial hídrico de la serranía es bastante significativo y su utilidad es determinante ya que de ella depende el bienestar y la calidad de vida de un 50% de la población del departamento, sin embargo, este potencial y utilidad cada día se ve más amenazado y disminuido por la tala indiscriminada de bosques protectores de agua, la destrucción y ocupación de nacimientos para actividades agropecuarias, el uso indiscriminado que se hace del recurso principalmente para actividades agrícolas y por la contaminación que sufren las corrientes ya sea por agentes físicos como sedimentos provenientes de la erosión y/o materia orgánica originada en actividades agropecuarias o por vertimientos de alcantarillados, o por agentes químicos cuyo origen generalmente se da en las actividades agrícolas o derrames accidentales o dirigidos, como en el caso de la quebrada el Carmen y Simaña que constantemente son afectadas por derrames de petróleo provocados por atentados terroristas que buscan alterar la infraestructura económica del país.

Los efectos de esta situación se observan claramente en los períodos de sequía, cuando el caudal de los ríos Manaure, Chiriaimo, Maracas, Tucuy, Anime, de Oro, San Alberto y las quebradas San Pedro, Honda, Buturama, Torcoroma, Simaña, Singararé, entre otras disminuye significativamente con las obvias consecuencias: afectación de la calidad de vida de las cabeceras municipales de la ecoregión, destacándose Manaure, La Paz, San Diego, Agustín Codazzi, Becerril, Curumaní, Pailitas, Aguachica, Río de Oro, González, San Alberto.

Acorde con la situación descrita, es evidente que la tendencia que presenta la situación de este recurso es bastante preocupante y pone en peligro el bienestar de una gran población, ya que el futuro económico y ambiental de esta depende en gran medida de la potencialidad y utilidad del agua.

4.1.2. Valle del Río Cesar

La ecoregión del Valle del río Cesar cuenta con suelos considerados de alta productividad que tradicionalmente se han constituido en uno de los pilares sobre los que se asienta el potencial económico del departamento del Cesar, por cuanto en ella tienen asiento los procesos productivos más importantes que contribuyen de manera primordial con el desarrollo socioeconómico del



departamento, dentro de los que sobresalen la ganadería, agricultura, la agroindustria y la minería, los que desde su inicio se han llevado a cabo de manera general sin la tecnología apropiada (con excepción de la minería), lo cual ha resultado en la eliminación casi total de la cobertura vegetal natural, pérdida de la capa arable del suelo, procesos de erosión, compactación, deterioro de las corrientes hídricas y desplazamiento de la fauna silvestre, disminuyéndose así de manera importante la oferta ambiental que hoy en día marca la disminución de la productividad de dichos procesos; a lo anterior se suman las limitantes por clima seco que se presentan en una vasta zona del norte de la ecorregión en jurisdicción del municipio de Valledupar. De igual manera, es importante y determinante que en la ecorregión se presenten zonas de recarga hídrica cerca del contacto con los macizos montañosos del departamento, en pequeñas regiones ubicadas al nororiente y suroccidente, lo cual garantiza la regulación del recurso hídrico con miras a hacerlo disponible para su utilización en los procesos productivos.

El panorama que se presenta, a pesar de las limitantes que lleva implícitas, permite aún considerar que la función estratégica del ecosistema es la producción económica. Puede afirmarse entonces, que el recurso natural más importante de la zona es el suelo, puesto que del mismo dependen en gran medida los procesos productivos aludidos y, de manera recíproca, de la sostenibilidad de estos procesos depende la del suelo, razón por la que es importante que los modos de apropiación del territorio estén en equilibrio con las características naturales del área.

El suelo por sí solo no es útil para el desarrollo de los procesos productivos, por ello el agua asociada a la ecorregión es el segundo recurso de mayor relevancia e imprescindible para que la función estratégica del ecosistema pueda cumplirse, pero de manera importante debe asociarse a esta ecorregión el agua producida en las vecinas Serranía de Perijá y Sierra Nevada de Santa Marta, puesto que fundamentalmente de ésta, depende la estabilidad de las actividades de producción.

Así, se puede determinar que de la productividad de la ecorregión del Valle del río Cesar depende la prosperidad económica que garantizaría la provisión de bienes y servicios en el territorio, a los que igualmente tendrían acceso las poblaciones ubicadas en las ecorregiones montañosas del departamento (450.000 habitantes aproximadamente), lo que se podría configurar como una forma de retribución del servicio ambiental prestado por dichas ecorregiones. De igual manera de la forma de apropiación del territorio y de los niveles de tecnología utilizados en su desarrollo, depende la sostenibilidad de la ecorregión del complejo cenagoso de Zapatosa, que al final recibe la mayor parte de los impactos ambientales generados hacia el norte del departamento.

El Valle del río Cesar se extiende desde el sur del Departamento de la Guajira hasta la Ciénaga de Zapatosa, con una extensión superficial aproximada de 5.700 Km². Los límites geográficos en el Departamento del Cesar son: por el norte con el departamento de la Guajira; por el sur con la zona de humedales y ciénagas del complejo de Zapatosa y el río Magdalena, al oriente con el piedemonte de la Sierra de Perijá y al occidente con el piedemonte de la Sierra Nevada de Santa Marta y el departamento del Magdalena. Los municipios con jurisdicción en el valle del río cesar son, Tabla 4.

Tabla 4. Municipios con jurisdicción en el valle del río cesar

Municipio	Area Total (Km2)	% territorio en el Valle	Población en el Valle
AGUSTÍN CODAZZI	1799,2	50	54734
ASTREA	580,2	100	22798
BECERRIL	14833	50	11125
BOSCONIA	609,1	80	19918
CHIMICHAGUA	1568,6	60	4200
CHIRIGUANÁ	1102,9	60	21584
CURUMANÍ	931,1	30	26563
EL COPEY	1046,8	40	19730
EL PASO	832,3	100	24376
LA JAGUA DE IBIRICO	842	50	22724
LA PAZ	1081,9	60	18486
PAILITAS	512,5	15	1156
SAN DIEGO	697,1	65	11959
VALLEDUPAR	4307,2	40	236643

➤ Características Hidrográficas.

El río Cesar, eje del valle que lleva su nombre, nace en la ecorregión Sierra Nevada de Santa Marta, en el departamento de La Guajira y recorre aproximadamente 380 kilómetros hasta su desembocadura en el río Magdalena. Cabe anotar que la Ciénaga de Zapatosa hace parte del cauce del río Cesar, siendo una depresión formada por procesos tectónicos (o de desplazamiento de la corteza terrestre). La pendiente media del cauce principal, en el departamento del Cesar es de 0,35%, y la extensión total de la cuenca incluidas las zonas de la Sierra Nevada de Santa Marta y la Serranía de Perijá es de 12.500 Km² (18.000 Km² si se considerara la cuenca que drena hacia la Ciénaga de Zapatosa).

El río Cesar es navegable sólo en pequeñas embarcaciones en época invernal, desde Valledupar hasta la Ciénaga de Zapatosa, aunque en algunos sectores la navegación se imposibilita por la sedimentación del lecho. Las principales cuencas hidrográficas que conforman la ecorregión del Valle del Río Cesar son: Badillo, Guatapurí, Pereira, Seco, Cesarito, Garupal, Chiriamo, Magiriamo, Tocaimo, Suarez, Fernambuco, Casacará, Calenturitas, Ariguaní y Arjona.

El régimen de caudales de agua superficial está gobernado por las precipitaciones que suceden en las ecorregiones Sierra Nevada de Santa Marta y Serranía de Perijá, especialmente esta última. Así, el río Cesar entrega al Magdalena un caudal medio de 202 m³/s (INGEOMINAS, Estudio Geotécnico e Hidráulico del río Cesar y sus áreas Cenagosas, 1995), con un rendimiento para la cuenca en su conjunto de 10 litros/seg/Km². Individualmente, los ríos que mayor rendimiento tienen son el Badillo, Guatapurí, Chiriamo, Magiriamo, Sicarare, Calenturitas y Ariguaní, contribuyendo con el 60% del caudal medio anual del río Cesar (y cubren entre el 40% y el 50% de la ecoregión). Por lo anterior, para el valle en cuestión los macizos montañosos del departamento se constituyen en áreas imprescindibles, ya que el uso que se hace del agua superficial



proveniente de ellos, se enfoca hacia el riego de cultivos de Palma Africana, Arroz, Pastos, abrevadero de ganado y consumo doméstico.

Sin embargo, luego de ser utilizadas las aguas son vertidas hacia el Valle del Río Cesar (sabanas, cauces) en la mayor parte de los casos sin tratamiento adecuado o completo. No se dispone de una caracterización físico – química detallada de las aguas residuales para la ecorregión, pero se estima que son las cuencas de los ríos Guatapurí (tomando en cuenta los dos vertimientos de la ciudad de Valledupar: uno al río Guatapurí y otro al río Cesar), Mocho, Fernambuco, Calenturitas y Ariguaní, las que potencialmente aportarían 1.100 Kg de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO/día), valor que se reduciría ostensiblemente al contarse con sistemas de tratamiento adecuados, siendo las actividades que más inciden en el deterioro de la calidad del recurso hídrico superficial la minería del carbón, agroindustria (lácteos, extracción de aceite de palma), agricultura (algodón, arroz) y las descargas de aguas servidas de los centros urbanos. Por lo anterior, es importante consolidar los procesos ya iniciados de reglamentación de cobro de tasas retributivas por vertimientos líquidos a cuerpos de agua; Plan de Manejo Ambiental de la Industria de Extracción de Aceite de Palma y el Programa de Reducción del Uso de Agroquímicos, promovidos por CORPOCESAR y las entidades del Sistema Nacional Ambiental.

Al considerar el agua subterránea, la ecorregión Valle del Río Cesar se caracteriza por que en ella aflora el sistema acuífero de la llanura aluvial, el cual abarca una extensión de 8.500 Km² (la mayor del departamento) desde el límite con el Departamento de la Guajira en el nororiente y el Magdalena en el noroccidente hasta la parte central del departamento del Cesar, entre las poblaciones de Pailitas y Palestina. Este acuífero se ha subdividido en bloques, de acuerdo a la productividad hídrica de cada uno. La calidad de los acuíferos, en general, hace el agua subterránea en esta ecorregión apta para el consumo humano, limitado en algunos sectores y mayormente inadecuado para riego, aunque en los bloques Becerril–La Loma y Rincón Hondo, el agua sí es apta para la irrigación, en lo cual influye la composición del subsuelo y la interacción con lixiviados de minerales derivados de rocas que afloran en los bordes de la Sierra Nevada de Santa Marta.

De acuerdo con INGEOMINAS - Corpocesar (Evaluación del Agua Subterránea en el departamento del Cesar, 1995) el total de reservas calculadas, 218'346.000 m³, supera a la explotación que se hace en esta ecorregión, que es del orden de 39'331.050 m³/año, discriminados así: 569.000 m³/año para uso público, 7'785.450 m³/año para uso doméstico, 23'242.200 m³/año para irrigación y 1'213.700 m³/año para uso industrial ganadero), todo lo anterior mediante pozos profundos; mientras que mediante aljibes, se extrae 2'253.700 m³/año para uso doméstico, 3'295.200 m³/año para industrial ganadero, 369.000 m³/año para irrigación y 603.200 m³/año para uso público. Sin embargo, la información anterior no significa que hay disponibilidad ilimitada de agua subterránea, ya que en ello inciden factores como rentabilidad de la extracción y posibilidades técnicas para la misma.

Paradójicamente, el uso que más se hace del agua subterránea es el agrícola (riego) a pesar de no ser apta por naturaleza en su mayoría para este fin, lo cual implica que los usuarios deben



someterla a un tratamiento antes de aplicarla a los cultivos. Lo anterior significa que con el propósito de maximizar el rendimiento agropecuario, y por ende racionalizar el aprovechamiento del recurso hídrico subterráneo, sus usuarios deben propender en el futuro por el tratamiento del recurso y la adecuada medida de las pretensiones relacionadas con el área a irrigar.

Para el uso industrial, las aguas subterráneas son, en general, agresivas para las maquinarias; para riego son aptas siempre y cuando los suelos tengan lavado moderado y las plantas sean moderadamente tolerantes a las sales; para el consumo humano, el 80% de las aguas subterráneas son químicamente potables respecto a las normas de la Organización Mundial de la Salud.

El régimen hidrogeológico de la ecorregión, indica que los principales ríos de la zona norte del departamento – el Cesar y Ariguaní - son alimentadas por los acuíferos de la zona, además de la precipitación, por lo que su estabilidad en épocas de verano, depende en buena medida de la estabilidad de las reservas a que se hizo alusión anteriormente, razón por la que: 1) es imperativo el control del aprovechamiento de tan vital recurso, máxime cuando la serranía de Perijá no contribuye a la recarga o renovación de los recursos hídricos subterráneos, debido a circunstancias geológicas y 2) es preciso controlar la aplicación de los sistemas de riego para usar el tipo adecuado de agua y así tratar de evitar daños mayores a los suelos y a la misma formación acuífera.

4.1.3. Valle Del Río Magdalena

Por ser la zona en donde se desarrolla gran parte de la actividad agropecuaria del departamento, junto con el valle del río Cesar y por ser la continuación de éste último, aunque se tienen algunas diferencias en clima y en los sistemas productivos, el valle del río Magdalena ocupa un importante lugar dentro del desarrollo del departamento. También, por interconectar la serranía de Perijá con el complejo cenagoso se constituye en una franja de terreno primordial para la sostenibilidad del citado complejo, ya que a través del valle corren números ríos, quebradas, y en general se lleva a cabo buena parte de la actividad económica de la región sur del Cesar.

La dinámica socioeconómica de la ecorregión está vinculada estrechamente con el sector agropecuario, hasta el punto de representar una parte importante de la generación de recursos económicos para el departamento, aunque en esta zona se tiene también un potencial petrolero. Es así como las actividades que predominan en el devenir de esta ecorregión son la ganadería en primer lugar, seguida de la agroindustria (resaltándose el cultivo de la Palma Africana para obtención de aceite vegetal), y la agricultura tradicional en tercer lugar, por lo que la sostenibilidad de la zona depende en buena medida del éxito que se tenga por parte de los agentes del desarrollo que se encuentran dedicados a tales actividades.

Es importante resaltar aquí que la idiosincrasia de los habitantes de esta ecorregión se identifica más con los pobladores del interior del país, especialmente de los santanderes; por ello, gran número de propietarios de tierras y del comercio están radicados en Bucaramanga y Cúcuta, por lo



que el intercambio comercial, cultural y en gran medida institucional y político, se da en mayor proporción con estas regiones que con la misma capital del departamento del Cesar, lo que aparentemente se traduce en una visión más amplia y ágil del desarrollo, ejemplo de lo cual es el grado de expansión que alcanzó la actividad agroindustrial (extracción de aceite de palma, procesamiento de lácteos, frigoríficos, procesamiento de arroz), la cual hoy en día – como en todo el país – se ha visto disminuida inicialmente por los efectos de la alteración de orden público, y luego por la recesión económica.

La ecorregión del Valle del río Magdalena cuenta con suelos considerados de alta productividad, que tradicionalmente se han constituido en uno de los pilares sobre los que se asienta el potencial económico del sur del departamento del Cesar, aunque también se ha dado la eliminación casi total de la cobertura vegetal natural, alteración de la capa arable del suelo, erosión, compactación, degradación de corrientes hídricas y desplazamiento de la fauna silvestre, afectándose así la oferta ambiental que ha mermado la productividad de tales procesos; no obstante, se cuenta con un clima más benigno (cálido húmedo) y un régimen de precipitaciones que es más intenso que en el valle del río Cesar, por lo que la actividad agrícola se ve menos afectada en esta ecorregión aunque, a diferencia de las demás ecorregiones, en esta zona tal vez se ha tenido más éxito en los últimos años, en el sentido de utilizar tecnología apropiada para el uso de los recursos naturales,

Así, se puede determinar que el desarrollo de la ecorregión del Valle del río Magdalena contribuye con la prosperidad económica que garantizaría la provisión de bienes y servicios sociales en el territorio, a los que igualmente tendrían acceso las poblaciones ubicadas en la ecorregión de la Serranía de Perijá, lo que se podría configurar como una forma de retribución del servicio ambiental prestado por la misma. De igual manera, de la forma de apropiación del territorio y de los niveles de tecnología utilizados en su desarrollo, depende la sostenibilidad de la ecorregión del complejo de humedales y ciénagas, que al final recibe la mayor parte de los impactos ambientales generados en esta parte del departamento.

En conclusión, la función estratégica del ecosistema es la producción económica, la cual está sustentada, como se deduce, en el suelo, ya que de este recurso depende toda una serie de actividades y, al igual que en valle del río Cesar, de la sostenibilidad de estas actividades depende la del suelo y, en segundo término, del agua, la que está asociada al potencial de la región (aún sin explotar). Esta ecorregión es dependiente de la ecorregión de la Serranía de Perijá en función de la cantidad del recurso hídrico que ésta le aporta a aquella.

El Valle del río Magdalena comprende la parte plana de los municipios de Chimichagua, Pelaya, Pailitas, Tamalameque, La Gloria, Gamarra, Aguachica, Río de Oro; San Martín y San Alberto; abarca una extensión de aproximadamente 2900 Km², se encuentra a una altura promedio de 50 m s n m . Limita al norte con el municipio de Pailitas, al sur con el departamento de Norte de Santander, al este con la Serranía del Perijá y al oeste con el Río Magdalena. Los municipios con jurisdicción en el valle del río magdalena son, Tabla 5.

Tabla 5. Municipios con jurisdicción en el valle del río Magdalena

Municipio	Area Total (Km2)	% territorio en el Complejo	Población en el complejo
AGUACHICA	935,9	70	59052
CHIMICHAGUA	1568,6	5	2000
GAMARRA	320,3	90	2314
LA GLORIA	735,5	45	2300
PAILITAS	512,5	15	10500
PELAYA	371,3	20	10200
RÍO DE ORO	616,3	20	1677
SAN ALBERTO	611,2	35	12732
SAN MARTÍN	778,8	55	10500
TAMALAMEQUE	592,6	80	3222

➤ Características hidrográficas.

En esta zona la hidrografía está representada por las quebradas que nacen en la Serranía del Perijá y tributan sus aguas al río Magdalena, el cual recorre estos municipios en una extensión de 98 Km desde la desembocadura del río Lebrija hasta el municipio de Tamalameque. Las quebradas y ríos que bañan este valle son: Torcoroma, San Alberto, Simaña, La Floresta, la Dorada, Caimán, Noreña, Cristo, Buturama, el total de hectáreas cubiertas por las cuencas de estas quebradas son de 115.400. El caudal en el periodo de sequía se ve sumamente afectado y todas las cuencas pierden un gran porcentaje del caudal en la parte más baja de la región, aunque, de acuerdo a lo estimado por el Ideam, el Valle del río Magdalena es, después de la ecorregión del complejo cenagoso, la zona que menos amenaza tiene por sequía en años de verano.

Básicamente el agua es aprovechada para consumo doméstico y para el riego, por el sistema hídrico superficial, pero no existen prácticas adecuadas que proporcionen un uso racional a este preciado recurso. Los cultivos que se presentan en la zona desde hace aproximadamente 30 a 40 años, son de arroz, sorgo, maíz y algodón; en el ejercicio de las actividades agrícolas se ve afectado el recurso por la contaminación de las aguas a raíz del aporte de insumos agroquímicos luego de ser aplicados a los mismos cultivos. Otras actividades que ayudan al deterioro del recurso son las agroindustrias (lácteos, extracción de aceite de palma) y las actividades domésticas, aunque se está en el proceso de cambio y adecuación tecnológico de estas industrias.

Referente al río Magdalena el cual le da el nombre a este valle, la principal característica y potencial económico es la navegación fluvial y la explotación pesquera: según las expectativas de las sociedades portuarias de Barranquilla y Barrancabermeja, a mediano plazo se espera transportar 2 millones de toneladas al año (Fuente: Cormagdalena)



EVALUACION DEL POTENCIAL DEL AGUA SUBTERRANEA EN LOS MUNICIPIOS DE CURUMANI, PAILITAS, TAMALAMEQUE, PELAYA, LA GLORIA, GAMARRA, AGUACHICA, RIO DE ORO, SAN MARTIN Y SAN ALBERTO , DEPARTAMENTO DEL CESAR.
CONVENIO 097-2003-06-2007



CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CESAR

Con relación a las aguas subterráneas de esta ecorregión, INGEOMINAS (1995), estableció el uso de las mismas así: 15.000 M3/año para uso público, 2.050.000 M3/año para uso doméstico y 23.100 M3/año para la ganadería, todas estas extracciones se hacen mediante aljibes, mientras que por pozos profundos la extracción es de 209.600 M3/año para uso público, 124.000 M3/año para uso doméstico, 11.600 M3/año para riego en agricultura y 146.700 M3/año para la ganadería.

En conclusión, la utilización de las aguas subterráneas extraídas por pozos tienen su mayor aprovechamiento en el uso público, mientras que las extraídas por aljibes se aprovechan en su mayor parte en el uso doméstico.

5. GEOLOGIA

En el área del presente convenio afloran superficialmente y en el subsuelo unidades roca_sedimento en cuyas edades comprenden desde el Cuaternario hasta el Paleozoico. A continuación se presenta una descripción de las características litológicas y estructurales de las formaciones geológicas en el área de estudio, la cual se enmarca dentro de las Provincias Hidrogeológicas y los Bloques Estructurales definidos por Ingeominas (1994), Figura 6 y 7.

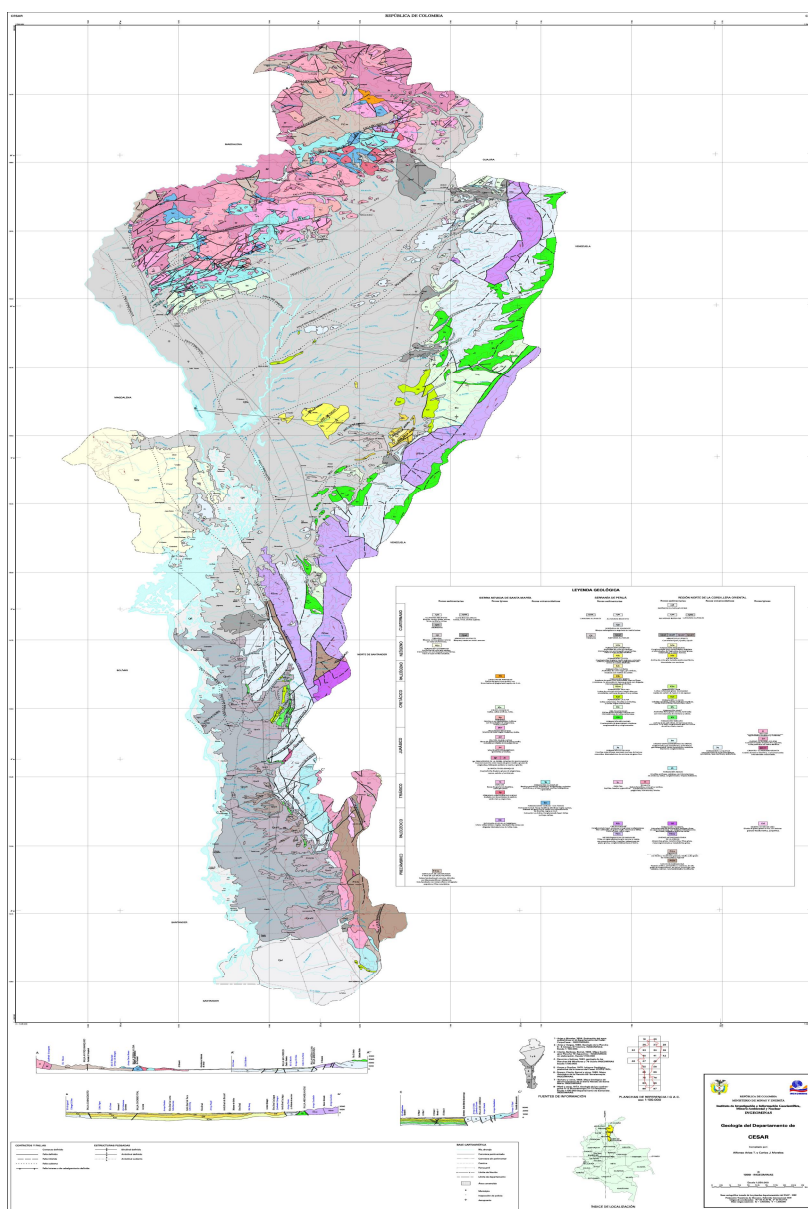


Figura 6. Mapa Geológico Departamento del Cesar, Ingeominas, 1994

**EVALUACION DEL POTENCIAL DEL AGUA SUBTERRANEA EN LOS MUNICIPIOS DE CURUMANI, PAILITAS, TAMALAMEQUE, PELAYA, LA GLORIA, GAMARRA, AGUACHICA, RIO DE ORO, SAN MARTIN Y SAN ALBERTO , DEPARTAMENTO DEL CESAR.
CONVENIO 097-2003-06-2007**

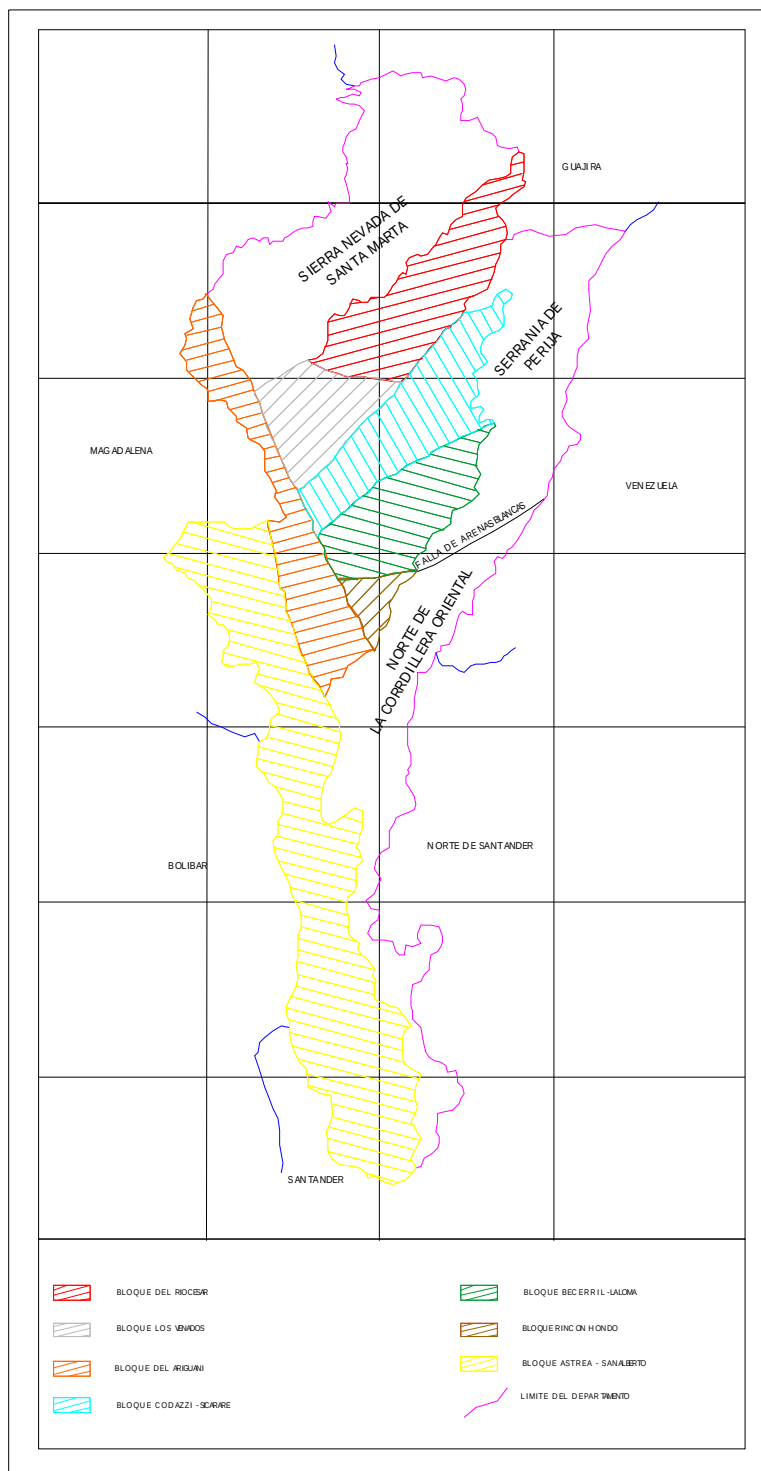


Figura 7. Bloques Tectónicos de la Subprovincia Hidrogeológica Planicie del Cesar



5.1 Región Sierra Nevada de Santa Marta

Esta región comprende afloramientos de rocas metamórficas, ígneas y sedimentarias ubicados en la Sierra Nevada de Santa Marta que incluyen sus estribaciones y los Cerros Aislados ubicados en este mismo sector o en la parte plana de la Planicie del Cesar.

5.1.1 Rocas Metamórficas

En el área del convenio están representadas por rocas metamórficas; de alto grado de metamorfismo y corresponden a Granulita de los Mangos y el Neiss de los Muchachitos.

5.1.1.1 Granulita de los Mangos (pCm)

De edad Precámbrico está constituida por neises bien bandeados de color gris oscuro a claro, a ligeramente verdoso. Aflora en el río Los Mangos o Nevado afluente del río Guatapurí. En su contacto con la Formación Guatapurí la unidad tiene un aspecto de ortoneis o neis granítico.

5.1.2 Rocas Ígneas

Comprenden rocas ígneas intrusivas que forman los batolitos y las rocas volcánicas que afloran y se extienden principalmente al sur de la Sierra Nevada de Santa Marta. Las rocas intrusivas conforman las siguientes unidades; Pórfidos Keratofídicos Verdes, Granitoides Jurásicos, Batolito de Atanquez, Plutón de Nueva Lucha y Pórfidos Cretáceos y Lacolito de Atanquez.

5.1.2.1 Pórfidos Keratofídicos Verdes (Trp).

Afloran al oeste de Valledupar en la Cuchilla de Cascajal, al SE del arroyo Tierras Nuevas y en la cabecera de los arroyos Las Palmas y El Comino, conformando plutones hipoabisales que intruyen sedimentos triásicos. El pórfido es de color gris verdoso a verde oscuro de composición andesítica De edad Triádico Superior o Jurásico.

5.1.2.2 Granitoides Jurásicos (Jgr)

La Unidad Granitos Jurásicos (Jgr) hace parte de la facies plutónica principal de los batolitos de la Sierra Nevada de Santa Marta y comprende los intrusivos conocidos con los nombres de, cuarzomonzonita y granodiorita, granito leucocrático miarolítico y granito leocucrático de grano fino, batolito Central y batolito Bolívar. (Tschanz y otros (1969).

La cuazomonzonita es de color rosado, grano medio a grueso con variaciones porfiríticas locales; compuesta por plagioclasa, feldespato potásico ferromagnesianos cloritizados y cuarzo. Su edad Jurásica. Los granitos en general son de color rosado a gris rosado, de grano fino a grueso y sus componentes; cuarzo, plagioclasa, microclima ortosa y minerales Foto 1.



Foto 1. Granitos rosado a gris rosado (Jgr) aflorando en encauce del río Badillo.

En el área de estudio conforman los cerros ubicados al norte de la ciudad de Valledupar, específicamente los cerros donde se encuentran las antenas de las emisoras radiales de la ciudad de Valledupar y sobre el cauce del río Guatapurí a la altura del puente Hurtado. Están constituidos por cuarzomonzonitas de color rosado de grano medio a grueso constituidas por plagioclasa, feldespato potásico, ferromagnesianos cloritizados y cuarzo y granitos de color rosado a gris rosado de grano fino a grueso; constituidos por cuarzo, plagioclasa, microclina y minerales accesorios, Foto 2.



Foto 2. Granitoides Jurasicos (Jgr) en el cauce del río Cesar sector del Puente Hurtado

5.1.2.3 Batolito de Atanquez (Ja)

Presenta una extensión de 230 Km² y se extiende al noroeste de Valledupar disectado por los ríos Candela y El Potrero. Lo compone una cuarzodiorita de color gris a rosado; compuesto principalmente por plagioclasa, feldespato potásico, cuarzo, sericita y hornblenda y magnetita como accesorio, Foto 3.



Foto 3. Cuarzodiorita gris meteorizada de grano grueso en la población de Atanquez.

En la región de la Mina se encuentra atravesada por múltiples diques de cuarzo y microgranito, Foto 4.

5.1.2.4 Plutón de Nueva Lucha (Jn1)

El Plutón de Nueva Lucha (Jn1) se extiende en la parte occidental de la Sierre, al sureste del municipio de El Copey, específicamente en la Loma Nueva Lucha ubicada entre la Quebrada la Arena y el Arroyo Maizmorochó está conformado por rocas de apariencia gabroica, de grano medio, que es intersectado por diques de rocas graníticas. Al norte de la quebrada El Copey se localizan pequeños cuerpos de esta unidad. Su edad tentativa Jurásico Superior.



Foto 4. Cuarzodiorita de grano gris en la región de la Mina atravesada por un dique de cuarzo y microgranito.

5.1.2.5 Pórfidos Cretáceos (Kp)

Están representados por cuerpos intrusivos pequeños de granito porfirítico o riolita porfirítica, hipoabisales, cuya edad puede variar del Jurásico medio al Cretáceo Inferior.

5.1.2.6 Lacolito de Atanquez (T1a)

El Lacolito de Atanquez está conformado por rocas porfiríticas de grano muy grueso de plagioclasas en una matriz de color gris, de grano fino a medio. Aflora al lo largo de la margen sureste del Batolito de Atanquez; sobre una superficie de 16 km²; y su edad es del terciario inferior.

5.1.2.7 Espilitas y Otras rocas Volcánicas o Hipoabisales (Trs)

Se extienden como pequeños afloramientos constituidos por espilitas en la región sur de la Sierra Nevada de Santa Marta cerca de la carretera entre las Mercedes y Aguas Blancas. Su edad es Triásico Superior o Jurásico Inferior.



5.1.2.8 Volcánico Ignimbrítico (Jvi)

La Unidad Volcánico Ignimbrítico (Jvi) se extiende y aflora localmente en el área de estudio sobre cerros aislados en la parte sur de la Sierra nevada de Santa Marta, como los cerros de la popa y cicolac en el municipio de Valledupar y cerca de la carretera desde Valencia de Jesús hasta el oeste de María Angola. La unidad agrupa a la Ignimbritas de la Paila, Caja de Ahorros y la Piña de edad Jurásico.

La Ignimbrita de la Paila está constituido por fragmentos de pumitas e ignimbritas irregulares y fragmentos angulares de limolitas, espilitas o rocas volcánicas basálticas; y cristales de plagioclasa blanca, cuarzo y biotita.

Los afloramientos de la Brecha Caja de Ahorros se exponen en Caracolí, y el río Diluvio y entre Aguas Blancas y Valledupar; la cual esta constituida por fragmentos de limolitas o wacas provenientes de la formación Guatapurí y del Pórfido keratofídico.

En la subcuenca del río los Clavos y en las colinas cercanas al perímetro urbano de la ciudad de Valledupar aflora la Ignimbrita de los Clavos presentándose como una brecha de color negro a gris oscuro, constituida por cristales, fragmentos de cristales, fragmentos de rocas volcánicas y tobas, considerándose de origen volcánico piroclástico.

La Ignimbrita de La Piña aflora entre los ríos Garupal y Diluvio, en el cerro del mismo nombre. Es una brecha de color gris ligeramente carmelito con abundantes fragmentos de rocas rojas, verdes y amarillo verdosas

5.1.2.9 Volcánico Riolítico (JKvr)

Esta unidad agrupa a la Rioltitas de los Tábanos y el Golero, El Vitrófiro Rioltítico Negro y otras rocas volcánicas no diferenciadas; las cuales suprayacen a las Ignimbritas, Foto 5.

El vitrófiro de edad jurásico superior o cretáceo inferior es una roca negra vítrea a semivítrea que ocurre en afloramientos discontinuos a largo de los márgenes del Batolito de Ataquez. La Rioltita de los Tábanos de edad Jurásico Superior, composicionalmente varia desde latita a riolita o desde traquita a riolita. Su parte basal es de color rosado a lila con pequeños fenocristales de feldespatos rosado; la parte alta presenta microgranitos de color rosado a salmón los cuales a veces contienen esporádicos fenocristales de feldespatos rosado, Foto 6.

La riolita del Golero está constituida por fragmento de cuarzo cristalino y feldespatos potásico rosado y fragmentos de otras rocas., es compacto bandeado y generalmente de color rosado, salmón bronceado o gris carmelito.

Las rocas volcánicas no diferenciadas corresponden a unidades que no pudieron ser incluidas en otra unidad volcánica ni se conoce su edad; tal como las rocas que se presentan al sur de Pueblo Bello en la cabecera del río María Angola.



Foto 5. Afloramiento de la Unidad Volcánico Ríolítico (JKvr) en cerros aislados al sur del corregimiento de Aguas Claras.



Foto 6 Riolita de textura afanítica en cerros aislados en el corregimiento de Aguas Claras.



5.1.3 Rocas Sedimentarias

En la Sierra Nevada de Santa Marta afloran rocas sedimentarias cuyas edades varían desde el Paleozoico al Cuaternario y corresponden a la Secuencia de la Cuchilla Cardonal (CD), las Formaciones Corual y Los Indios (Trpc), la Formación Guatapurí (Trg), el Grupo Cogollo (Kmc) y las Sedimentitas de Arjona (Tpaa).

5.1.3.1 Secuencia de La Cuchilla Carbonal (CD)

En la Cuchilla Carbonal y en la red drenaje de Río Seco se presenta una secuencia de rocas cuya edad varia del Devónico al Carbonífero; constituidas de base a techo por rocas silíceas, lutitas verdosas grises o negras, areniscas cuarzosa intercaladas con delgadas capas de lutitas rojas y calizas fosilíferas.

5.1.3.2 Formación Corual y Los Indios (Trpc)

La Formación Corual aflora al sur de Atanquez y a lo largo de algunas corrientes al oeste de Valledupar. y la Formación Los Indios se extienden en pequeños afloramientos en la parte occidental de la Sierra Nevada de Santa Marta, pocos kilómetros al sur del río Ariguanicito.

La Formación Corual hacia consiste hacia la base de rocas basálticas afanítica, diabasas e intercalaciones de limolitas negras; seguidas de un paquete grueso de lutitas bandeadas con intercalaciones de capas de chert el cual está suprayacido por rocas volcánicas que incluyen tobas y brechas meteorizadas. Su edad puede ser Triásico Inferior o Permiano Superior.

La Formación Los Indios hacia su base consiste de un conglomerado basal suprayacido por banco potente de cuarcitas que alternan con capas de lutitas localmente calcáreas fosilíferas Suprayaciendo las lutitas se presentan capas gruesas de areniscas alternando con capas de cuarcitas y hacia el tope se presentan calizas negras fosilíferas.

5.1.3.3 Formación Guatapurí (Trg).

Aflora en la parte media de la cuenca del río Guatapurí y desde el sitio de La estación hasta el arroyo Las Lajas cerca de la carretera Valledupar –Bosconia.

La parte basal de colores gris verdoso a gris claro esta conformada por basaltos porfíricos, basaltos andesíticos, andesitas, andesitas porfíricas, volcánicos piro clásticos, keratófiros, espilitas y ocasionalmente brechas y conglomerados

La parte superior está compuesta por limolitas, areniscas feldespáticas, arcosas y grawacas con intercalaciones tobáceas y potras rocas volcánicas. Su edad Triásico medio a superior.

5.1.3.4 Grupo Cogollo (Kmc)

La Formación Cogollo está compuesta principalmente por bancos de calizas fosilíferas, calizas arcillosas y lutitas que son más abundantes hacia el tope de la secuencia. Aflora al suroeste del corregimiento de Caracolí y noreste del municipio de Bosconia. Su edad se ubica en el Coniaciano, Foto 7.



Foto 7. Cerros de calizas arcillosas y lutitas fosilífera al noreste del municipio de Bosconia.

5.1.3.5 Sedimentitas de Arjona (Tpaa)

La unidad Sedimentitas de Arjona se extienden en áreas de pequeña extensión ubicadas en el pie de monte de la Sierra Nevada de Santa Marta, en la parte occidental. Su edad Post Mioceno.

5.2 REGION SERRANÍA DE PERIJÁ

Estratigráficamente esta conformada por rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias cuyas edades están comprendidas entre el Cambro – Ordovociano y el Reciente. En superficie las rocas sedimentarias son altamente predominantes y cubren aproximadamente el 90% del área, le siguen en importancia las metamórficas y las ígneas. (Cortes hidrogeológicos en anexo A, Ingeominas 1994)

5.2.1 Rocas Metamórficas

Están representadas, en la zona mencionada, por la unidad Metasedimentos de muy bajo grado de metamorfismo, que se localizan al Oriente de Manaure y al oeste de La Jagua de Ibirico.



5.2.1.1 Metasedimentos de Manaure (Pzm-Pzmv)

Los Metasedimentos de Manaure fueron descritos por Forero (1970), quien divide la secuencia, al Oriente de este municipio y en el Alto del Cielo, en tres (3) conjuntos de base a techo así: Filitas, Cuarcitas y Meta-arcosas con filitas cuarzosas. Las filitas son de grano fino y finamente estratificadas; las cuarcitas son blancas, duras, en bancos gruesos, localmente manchadas por óxidos de hierro e intercaladas con filitas y las meta-arcosas son de grano grueso, en parte conglomeráticas, forman el techo de la sección y están ínter estratificadas con filitas. Forero (1970), estima que los Metasedimentos al Oriente de Manaure tienen un espesor aproximado de 530 metros, y su edad la sitúa en el Cambro-Ordoviciano.

5.2.2. Rocas Ígneas

Se extienden en las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta y la Serranía del Perijá.

5.2.2.1 Espilitas y otras rocas volcánicas (Trs)

Según Tschanz y otros (1969) corresponden a rocas volcánicas que se extienden fuera del área de estudio, al oriente de San Diego y corresponden a Espilitas, Basaltos y Granofiros melanocráticos que Radelli los clasifica como andesitas basálticas y sus equivalentes hipoabisales; la mayoría presentan textura pirotaxíticas.

5.2.3. Rocas Sedimentarias

Son las más ampliamente distribuidas en la Serranía de Perijá y sus edades varían del Devónico al Terciario.

5.2.3.1 Grupo Cachiri (Pzc)

Esta compuesto por sedimentos Devónico-Permico que afloran al oriente de Manaure. En el área de estudio se presentan al noroeste de Codazzi, conformando una franja continua con dirección aproximada Norte-Sur

De manera general la ocurrencia de base a techo, esta conformada por un conglomerado basal que puede tener hasta 50 metros de espesor Forero (1970),, sobre el se encuentra una secuencia de areniscas ferruginosas y subgrauuacas bien calibradas y de grano medio, las cuales contienen unas pocas capas de lutitas grises; a continuación se encuentran areniscas verdes micáceas de grano fino que muestran manchas de oxidación rojas y que están cubiertas por lutitas arenosas calcáreas de color gris oscuro y de grano fino. El techo de la unidad lo constituye una caliza negra compacta, fosilífera en bancos delgados intercalados con arcillas calcáreas. Según Forero (1970) las Rocas Devónico-Permico alcanzan un espesor aproximado de 1300 metros, en la sección al oriente de Manaure.

5.2.3.2 Unidad La Quinta Sedimentaria (Jqs)

En la secuencia Triásica Jurasica es la principal unidad estratigráfica y ocupa la mayor extensión en el área del Perijá. En forma amplia está constituida por depósitos clásticos no marinos, rocas vulcanoclásticas, areniscas arcósicas, lutitas, limolitas y conglomerados rojos, hacia la parte media de la sección se encuentran flujos andesíticos, basálticos, brechas y tobas, Foto 8.



Foto 8. Limonitas arenosas masivas de la formación la Quinta Sedimentaria.

Esta compuesta por una sucesión de limolitas rojas silíceas, ocasionalmente arenosas, masivas, presentando láminas delgadas de arena fina, con venas de calcita y manifestaciones de malaquita. Están intercaladas con estratos medianos a gruesos de areniscas blancas, pardas y rojizas de grano fino a grueso y niveles conglomeráticos con cuarzo lechoso los cuales presentan estratificación cruzada y acuñaientos. En algunos afloramientos se observan diques de ignimbritas oscuras que la atraviesan esta unidad y hacia el techo algunas intercalaciones de tobas líticas de color blanco crema.

En la cuenca del río Cesar su contacto inferior es discordante o fallado sobre las rocas Paleozoicas y su contacto superior es de tipo paraconforme con la formación Río negro que la suprayace, Forero (1970) Donde la Quinta esta en contacto con el Grupo Cogollo es también discordante. Su espesor en la zona de Manaure puede alcanzar 3000 m, mientras que en La Jagua su espesor ha disminuido notoriamente por encontrarse entre fallas que la afectan.

Aflora en forma abrupta en la Región Planicie del Cesar, entre las fallas San Diego Cuatro Vientos y Medialuna conformando una serie de cerros aislados con dirección SW – NE, tal como la Colina el Bachán y el Cerro Porrilla en el municipio de Codazzi, Foto 9.



Foto No 9. Colinas EL Bachán y Cerro Porrilla.

5.2.3.3. Formación Ríonegro (Kir)

En la Serranía de Perijá, la secuencia Cretácea se inicia con esta unidad, cuyo nombre se ha aplicado en el mismo sentido que en Venezuela. La Formación Ríonegro se apoya sobre capas de la Unidad La Quinta y yace bajo el Grupo Cogollo. La Formación Ríonegro es carácter detrítica, de composición especialmente arcósica, su espesor máximo alcanza 3000 metros en la sección tipo, aunque varía sustancialmente (Miller, 1960, en Julivert, 1968).

En el Cerro Arenas Blancas, al Noroccidente de Poponte, la formación Ríonegro esta conformado por capas de areniscas de grano grueso, areniscas conglomeráticas y conglomerados. La arenisca es cuarzosa, friable, los granos son subangulares; localmente presentan color rojizo por la presencia de óxido de hierro; las capas son delgadas y en algunas se observa estratificación cruzada. Los conglomerados de cuarzo son angulares a subredondeados en una matriz de arena gruesa, las capas son delgadas; en algunos casos se encuentran en un mismo banco láminas de areniscas gruesas y de conglomerados hasta de 2 cms de espesor. La unidad se encuentra intensamente fracturada y diaclasada dando lugar a gran cantidad de bloques. Esta secuencia arenosa se prolonga hacia el sur hasta el oeste de Santa Isabel formando pequeñas colinas.

Esta formación es posible observarla en las siguientes localidades ; Al sureste de Codazzi por el río Sicarare, al sur del río Fernambuco entre Codazzi y Casacará, hacienda Carrizal, Arroyo Arena al este de Casacará; 4 Kms al Norte de la Hacienda Betulia al Noreste de Becerril, en los Cerros Cabellera, América, La Pista y Puente Tierra al este de Codazzi, en la frontera, al Este de Poponte, en el río La Mula al Oriente de Rincón Hondo, en el Cerro Pancho al este de Santa Isabel y al sureste de Curumaní por el curso del Río Animito y la quebrada La Esmeralda, Foto 10.



Foto 10. Panorámica hacia cerros alargados de la Formación Rionegro al este del Caserío de Aguas Blancas.

5.2.3.4. Grupo Cogollo (Kmc)

El Grupo Cogollo se observa en esta región constituida de base a techo por una potente secuencia de caliza gris azulosa y gris oscura en capas medianas hasta muy gruesas, mayores de 5 metros, con intercalaciones ocasionales de lutitas negras carbonosas y abundante contenido de fósiles; son frecuentes en esta parte la presencia de dolinas y algunas cavernas con estalactitas y estalagmitas, como las ubicadas al Noreste de Becerril, en los alrededores de los sitios de Yoba, La Pista y La Flecha. El Grupo Cogollo esta en contacto concordante bajo la Formación La Luna y transicional sobre la Formación Rionegro, o discordante sobre La Quinta.

De la parte media al techo se distingue un nivel lodolítico carbonoso y muscovítico, otro areno-arcilloso y uno más superior calcáreo, con calizas lumaquéllicas de color gris claro; los estratos son delgados a medios. En este nivel en el flanco occidental de la Serranía, al sur de Codazzi y del río Sicarare, se observa que las diaclasas que afectan la unidad han sufrido un mayor grado de disolución, Fotos 11 y 12.

En el área de estudio se extiende al norte de El Rincón, al este de Codazzi, al noreste de Casacará hasta La Victoria de San Isidro, al noreste de La Jagua de Ibirico cubriendo la Serranía de Perijá. García (1990), menciona su presencia en el Anticlinal de Becerril y al noroccidente de este municipio en los pozos Río Maracas y Cesar F-1X.). En la cuenca del río Cesar el espesor de la esta unidad es variable entre 1200 y 3000 metros y su edad es Aptiano según Govea y Dueñas (1975)



Foto No 11. Afloramiento de lodolitas grises carbonosas del Grupo Cogollo (Kmc) en los cerros al sur de Codazzi.



Foto No 12. Patrón de fracturamiento de las lodositas grises carbonosas (Kmc) al sur del municipio de Codazzi.

5.2.3.5 Formación La Luna (Ksl).

En la Serranía de Perijá reposa concordante y neto sobre el Grupo Cogollo y en superficie no infrayace a ninguna otra unidad litoestratigráfica. García (1990), postulo un adelgazamiento de La Luna en sentido oeste y noroeste en la Cuenca del Cesar, teniendo como base registros litológicos

de pozos perforados en los cuales la Formación presenta un espesor variable entre 150 y 450 metros.

Consta de una secuencia alternante de lutitas negras carbonosas, limolitas, arcillolitas, calizas negras bituminosas que al partirlas expelen olor a petróleo, capas delgadas de chert y arenisca calcárea. Predomina la secuencia calcárea hacia el techo en estratos delgados a medianos, clasificados como calizas de grano medio a fino. Tiene numerosas concreciones en forma de disco, ovaladas y elipsoidales desde pocos centímetros hasta 120 cms o más de diámetro, en las concreciones más pequeñas generalmente se encuentra abundante pirita, algunas son ovaladas y localmente contienen fragmentos y restos de amonitas.

Aflora al noroeste y sureste del municipio de becerril, en Puerto Lajas en la vía de Codazzi a Cuatro Vientos, al este de Casacará hasta la Victoria de San Isidro, en esta última sección alcanza su mayor espesor con unos 180 metros, Foto 13.



Foto 13. Afloramiento de lutitas grises y negras, fosilíferas de la formación La Luna (Ksl)

5.2.3.6 Formación Molino (Ksm)

En el área de estudio se extiende en el subsuelo de la planicie del Cesar, aflorando únicamente en los alrededores del Molino (Guajira). Se encuentra constituida por una sucesión monótona de lutitas gris azulosas y grises olivas a negras, calcáreas, con abundante microfósiles; presenta delgadas intercalaciones de areniscas de grano fino glauconíticas, limolitas y calizas grises a negras en capas delgadas. El espesor de la unidad es variable alcanzando en el Cesar un máximo de 1380 metros. Los contactos de esta formación, tanto superior como inferior, son transicionales y con base a dataciones palinológicas efectuadas, le asigna edad Campaniano.



5.2.3.7 Formación Barco (Tpb).

Aflora en el área de estudio al norte de La Jagua de Ibirico en la zona de explotación de carbón, y formando colinas aisladas al norte del río Tucuy y al oriente del corregimiento La Palmita; en el subsuelo se halla en el Descanso y La Loma.

En los alrededores de La Jagua de Ibirico esta conformado por areniscas amarillentas de grano fino, muy deleznales, ligeramente arcillosas y micáceas; se componen de cuarzo y en proporción muy baja feldespato y mica. Se presentan en láminas delgadas paralelas y en forma de cuñas, así mismo localmente se observa estratificación cruzada. Las areniscas se encuentran en bancos gruesos, hasta de 2 metros de espesor, con delgadas intercalaciones de arcillolitas amarillentas.

Sobre esta secuencia descansa en contacto transicional la Formación Los Cuervos, el contacto inferior del Barco no se observa por estar cubierto por Cuaternario.

A la Formación Barco se le asigna una edad Paleoceno Eoceno; su espesor es de unos 1000 metros. En el pozo Paso-3 se registraron 1066 metros pero se cree que puede tener 1950 metros, Loboguerrero (1982).

5.2.3.8 Formación Los Cuervos (Tec).

En superficie aflora únicamente al noreste del municipio de La Jagua de Ibirico, en las zonas de explotación de carbón y en el subsuelo en el Descanso y La Loma. Se encuentra constituida por arcillas negras, grises, verdosas y amarillentas con delgadas intercalaciones de areniscas gris verdosas o amarillentas de grano medio, micáceas, con matriz arcillosa, y mantos de carbón que son objeto de explotación a cielo abierto. Su edad va del Paleoceno Medio al Eoceno Inferior (Ward y otros, 1973), Foto 14.

Hacia la base se encuentra en contacto transicional con la Formación Molino y en contacto discordante bajo la Formación Cuesta o los Depósitos Cuaternarios, Foto 15.

Mejía y Mateus (1978), establecen un espesor 350 y 400 metros para el nivel T-3, que corresponde a la Formación Los Cuervos en el área de La Jagua; en el pozo Paso-3 se registraron 1066 metros.

5.2.3.9 Formación Cuestas (Tmc)

La Formación Cuestas (Tmc) conforman el tope del Sinclinal de La Loma, y afloran en la vía entre La Jagua de Ibirico y La Loma, conformando una expresión morfológica correspondiente a leves ondulaciones con alturas que no superan los 25 metros, Foto 16.

EVALUACION DEL POTENCIAL DEL AGUA SUBTERRANEA EN LOS MUNICIPIOS DE CURUMANI, PAILITAS, TAMALAMEQUE, PELAYA, LA GLORIA, GAMARRA, AGUACHICA, RIO DE ORO, SAN MARTIN Y SAN ALBERTO , DEPARTAMENTO DEL CESAR. CONVENIO 097-2003-06-2007



Foto 14. Mantos de carbón subhorizontales infrayaciendo areniscas de la Formación Cuesta en un pit a cielo abierto de la compañía Drummond.



Foto 15. Mantos de carbón inclinados infrayaciendo capas de limos y arenas de los Depósitos de Llanura Aluvial (Qlla), en un pit a cielo abierto de la compañía Prodeco.



Foto 16. Gravas gruesas y arenas de la Formación Cuesta en el sector de Plan Bonito (Loma de Calenturitas)

Afloramientos en la unidad se hallan en la localidad de Plan Bonito al oriente de La Loma, en este sitio la secuencia esta constituida por areniscas gris claro a blanco semiconsolidadas, cuarzosa, de grano medio a grueso, con estratificación cruzada, intercaladas con conglomerados de matriz arenosa con cantos alargados denominados “Huevos de Paloma” de cuarzo ahumado, areniscas con costras ferruginosas y arcillolitas limosas de colores violeta, gris y rojizo. La estratificación es en capas delgadas y ocasionalmente medias.

Su espesor varía entre 160 y 400 metros al este de La Loma y reposa discordante sobre el Terciario Inferior. García (1900, reporta en el pozo Paso-1, 619 metros y considera que su espesor total puede ser de 800 metros.

5.2.3.10 Sedimentitas de Arjona (Tpaa)

En el área de estudio corresponde a sedimentos muy pocos consolidados de edad Post-Eoceno asociados a la denominada Fosa de Ariguaní que se localizan al Oeste y Sur de Arjona, encontrándose los mejores afloramientos en los carreteables Arjona-Astrea-Las Conchitas, Astrea-La Sierra y Arjona-Mandinguilla-Chimichagua Se puede correlacionar con Formaciones de edad Mioceno-Plio-Pleistoceno, Foto 17.



Foto 17. Capas de arcillositas violáceas, tonos rojos, intercaladas hacia el tope con capas gruesas de areniscas friables, de la Formación Sedimentitas de Arjona, carreteable Astrea-Mandinguilla.

Desde el punto de vista litológico la unidad esta constituida por una secuencia de arcillolitas gris verdosas, amarillentas y rojizas, ligeramente arenosas localmente, intercaladas con delgadas capas de areniscas gris amarillentas, grano fino, poco cementadas, granos subredondeados y finamente estratificadas; en algunos sitios las arcillas presentan abundantes laminas de yeso, transparente; la arenisca se compone principalmente de cuarzo y minerales oscuros, accesorios en proporción baja: feldespato y mica; localmente presenta óxidos de hierro que la hacen mas compacta. Hacia el techo de la unidad se encuentran arcillas calcáreas de color amarillento, localmente arenosa, ocasionalmente se encuentran bancos delgados de calizas muy fosilíferas con abundantes conchas de bivalvos que dan aspecto de lumaquela.

Estos sedimentos se disponen en capas casi horizontales con inclinaciones muy suaves que dan lugar a una topografía ligeramente ondulada y en superficie no se pudo conocer el espesor ni se determino el tipo de contacto ya que no se observa junto a otra unidad que nos muestre una relación estratigráfica, Foto 18.

5.3. REGIÓN NORTE DE LA CORDILLERA ORIENTAL

La Región Norte de la Cordillera Oriental está conformada por rocas metamórficas, ígneas y metamórficas, cuyas edades varían desde el Precámbrico hasta el Terciario.

5.3.1 Rocas Metamórficas

Corresponden a rocas metamórficas de alto a bajo grado de metamórficas representadas por las unidades Neiss de Bucaramanga, Ortoneiss y Metasedimentos de la Quebrada La Virgen.



Foto 18. Capas de areniscas subhorizontales de la Formación Sedimentitas de Arjona en el carreteable Astrea- Mandinguilla.

5.3.1 1 Neiss de Bucaramanga (pDb)

De edad precámbrica se presenta sobre la carretera oriental del oriente desde el sureste de la localidad del Burro hasta el corregimiento de Las Vegas y está constituido por una decencia metasedimentaria de alto grado de metamorfismo, que consiste de paraneiss político, neiss calcáreo, neiss hornblendico, mármol y zonas de migmatitas.

5.3.1.2 Ortoneiss (pDo)

De edad devónico se extiende sobre la margen occidental del río san Alberto y suroeste de la población de Río de Oro. Lo constituyen neiss biotítico y anfíbolicos y neiss cuarzo feldespático con biotita.

5.3.1 3 Metasedimentos de la Quebrada La Virgen (Pzmv)

De edad probable del silúrico aflora al noreste del municipio de Pelaya, sobre el cauce medio y bajo de la quebrada la Virgen. Se encuentra constituida por una secuencia de metareniscas, metalimolitas, filitas y metaconglomerados, Foto 19.

5.3.2 Rocas Ígneas

Están constituidos por rocas ígneas intrusivas y volcánicas. Las rocas ígneas intrusivas se identifican como Dioritas, Tonalitas, Rocas Graníticas y Complejos Intrusivos y Extrusivos y las rocas volcánicas corresponden a Riolitas.



Foto 19. Filitas de los Metasedimentos (Pzmv) al suroeste de Curumaní.

5.3.2.1 Diorita (pDd).

Aflora al occidente del municipio de Río de Oro y corresponde a una metadiorita con evidencia de metamorfismo dinámico; relacionado con el neiss de Bucaramanga. Se le asigna una edad ordoviciano.

5.3.2.2 Tonalita (TRt), Granito (Jg) y Cuarzomonzonita (Jc)

Aflora al oeste de la falle de Bucaramanga, al oriente del Corregimiento de Besote y noreste de San Pablo y se le asigna una edad Triádico a Jurásico

5.3.2.3 Complejo Intrusivo-Extrusivo (Jci).

Aflora en el límite con el departamento de norte de Santander; está constituido por cuarzomonzonitas y riolitas que incluyen material piroclástico con presencia de toba, brechas y aglomerados; al igual que diques de diabasa y basalto. Se le asigna una edad Juratriásica.

5.3.2.4 Riolitas (Jr)

Corresponde a riolitas afanítica, brechosas y localmente aglomerados volcánicos y riolacitas, que afloran entre la localidad de Minas y la carretera entre Aguachica y Río de Oro. Su edad es cretáceo inferior.



5.3.3 Rocas Sedimentarias

Están representadas por la Formación Floresta, la Formación Bocas, la Unidad Quinta Volcanoclástica, la Unidad Conglomerática de Arenal y las formaciones Tablazo, Simití, La Luna y Algodonal; cuyas están comprendidas entre el Devónico y el Terciario.

5.3.3.1 Formación Floresta (Df)

Aflora al oriente del municipio de Pelaya y esta constituida por areniscas cuarzosas con delgadas intercalaciones arcillosas. De edad devónico medio, hacia la base incluye lentes de lutitas negras, calizas y areniscas calcáreas con piritita y hacia el tope un conglomerado con guijas de cuarzo lechoso y cuarcita y areniscas cuarzosas y arcillolita roja.

5.3.3.2 Formación Bocas (Jb)

De edad Jurásico Inferior se encuentra constituida por limolitas con delgadas intercalaciones de areniscas de grano fino, ligeramente calcáreas lutitas y conglomerado con guijos de calizas y lutita. Aflora al norte del municipio de San Alberto y al oriente del municipio de Aguachica.

5.3.3.3 Unidad La Quinta Volcanoclástica (Jqv)

De edad Jurásico Medio, es la unidad mas ampliamente distribuida en la parte central y sur del departamento, aflorando desde el sureste del municipio de la Jagua de Ibirico, prolongandose hacia el sur hasta cerca de la quebrada Torcoromita. Se encuentra constituida hacia la base por un conglomerado muy compacto, seguido por tobas, lodolitas y areniscas tobáceas alternadas con lapillitas, aglomerados, lodolitas, conglomerados y lavas dacíticas. Hacia el tope afloran riolitas y riodacitas con delgadas intercalaciones de tobas, lapillitas y aglomerados, Foto 20, 21 y 22.

5.3.3.4 Unidad Conglomerática de Arenal (Jsa)

Afloran en una pequeña franja localizada al oriente del municipio de Aguachica, se encuentra constituida por una alternancia de areniscas conglomeráticas arcósicas, lodolitas y conglomerados polimícticos. Su edad Jurásico Superior.

5.3.3.5 Formación Tablazo (Kit)

Constituida por calizas duras fosilíferas e intercalaciones delgadas de lodolitas calcáreas que reposan en la base sobre un conglomerado con cantos de caliza, chert y cuarzo. Afloran al norte del corregimiento de ayacucho y sobre la carretera troncal del oriente, al norte de Pelaya. De edad aptiano superior – Albiano inferior, Foto 23.

EVALUACION DEL POTENCIAL DEL AGUA SUBTERRANEA EN LOS MUNICIPIOS DE CURUMANI, PAILITAS, TAMALAMEQUE, PELAYA, LA GLORIA, GAMARRA, AGUACHICA, RIO DE ORO, SAN MARTIN Y SAN ALBERTO , DEPARTAMENTO DEL CESAR. CONVENIO 097-2003-06-2007



Foto 20. Afloramiento de rocas volcánicas masivas y fracturadas de la unidad (Jqv)



Foto 21. Afloramiento de rocas volcánicas masivas y fracturadas de la unidad (Jqv) en el botadero a cielo abierto de Pailitas.



Foto 22 Afloramientos de rocas volcánicas masivas y fracturadas de la unidad (Jqv) en la localidad de Norean



Foto 23. Afloramientos de lodolitas calcáreas y calizas arcillosas grises oscuras sobre la carretera troncal del oriente, al norte de Pelaya



5.3.3 6 Formación Simití (Kis)

Constituida por arcillolitas físis con intercalaciones de areniscas y calizas, aflora al noroeste del corregimiento de Ayacucho. De edad Albiano.

5.3.3.7 Formación La Luna (Ksl)

Constituida por lodolitas calcáreas grises oscuras, calizas arcillosas grises oscuras y con intercalaciones de calcarenitas y chert gris oscuro. Aflora al noreste del corregimiento de la Mata y al norte del municipio de Aguachica. Se le asigna una edad que va desde el Turoniano inferior a Santoniano.

5.3.3.8 Formación Umir (Ksu) y Grupo Real (Tmr)

Litológicamente estas formaciones corresponden a la Formación Molino y a la Sedimentitas de Arjona respectivamente descritas en la Serranía de Perijá y Planicie del Cesar respectivamente.

5.3.3.9 Formación Algodonal (Tpa)

Constituido por conglomerados semiconsolidados con cantos de rocas metamórficas, ígneas y cuarzo lechoso en una matriz arenosa, con intercalaciones arcillosas. Aflora localmente cerca al límite con el departamento de norte de Santander y se le asigna una edad mioceno.

5.4 REGION PLANICIE DE LOS RIOS CESAR Y MAGDALENA

Esta región corresponde a la parte plana a semiplana del Departamento del Cesar rellena por sedimentos de edad Cuaternaria. Incluye los siguientes Depósitos Cuaternarios; Llanuras Aluviales (Qlla), Abanicos Aluviales (Qcal), Aluviones (Qal), Fluviolacustres (Qfl), de Pendientes (Qp).

5.4.1. Rocas Sedimentarias

Sobre esta región se extienden rocas sedimentarias no consolidadas correspondientes a las unidades conocidas los Depósitos de Llanura Aluvial (Qlla), Depósitos de Abanicos Aluviales (Qcal), Depósitos de Aluviones Recientes (Qal), Depósitos de Terrazas (Qt), Depósitos Fluviolacustres (Qfl) y Depósitos de Pendiente (Qp).

5.4.1.1 Depósitos Cuaternarios de Llanura Aluvial (Qlla)

Corresponden a los depósitos mas recientes acumulados por las corrientes en la zona plana y semiplana de los valles de los ríos Cesar y Magdalena, en jurisdicción del departamento del Cesar. Estos sedimentos de espesores variables, se caracterizan por una granulometría fina a gruesa compuesta por arenas finas a gruesas, limos y arcillas que generalmente están cubiertas por un delgado nivel de gravas finas de algunos centímetros de espesor, Foto 24.



Foto 24. Depósitos de Llanura Aluvial del Río Cesar conformando una topografía plana a semiplana en el área rural de Codazzi.

Los afluentes que drenan la Sierra Nevada de Santa Marta y la Serranía del Perijá y desembocan en el cauce del río del Cesar como el río Cesarito, el Calderas, El Palmar o La Playa, Azúcar Bueno, El Mocho, EL Callao y Potrerillo, y el Magiriaimo, Fernambuco, Sicarare, Maracas, Calenturitas respectivamente son los principales aportantes de carga de sedimentos

Los sedimentos provienen de rocas volcánicas, intrusivas, metamórficas y sedimentarias. Angel (1995) reporta un espesor mayor de 100 metros en el sector del río Cesar entre Valledupar y el Río Garupal.

En el pie de monte de las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta entre Valledupar y Bosconia, el Depósito de Llanura Aluvial es de muy poco espesor y cubre las rocas ígneas de la parte sur dejando pequeños cerros aislados; el espesor aumenta hacia el sur hasta alcanzar su máximo, mayor de 100 m, en cercanías del Río Cesar. El depósito está compuesto por gravas, arenas y arcillas provenientes de la meteorización de las rocas ígneas y volcánicas de la Sierra que por su contenido de materiales máficos dan al aluvión un color gris a gris oscuro.

Al occidente de la Sierra Nevada, el río Ariguaní y los afluentes del suroeste de la Sierra Nevada de Santa Marta han generado un depósito limo-arcilloso de gran potencia en la denominada Fosa de Ariguaní.

En el corregimiento de Valencia de Jesús los Depósitos de Llanura Aluvial (Qlla) se caracterizan por ser de naturaleza arcillo-limosa por lo que es objeto de actividades de pequeña minería a cielo abierto para la elaboración de ladrillos que demanda la construcción, Foto 25.

Ingeominas (1994) reporta que en el área de El Paso-La Loma-La Jagua de Ibirico la Llanura Aluvial es de poco espesor; según PRODECO (1991), varía entre 5 y 25 metros de profundidad, siendo la delimitación de estos depósitos no muy clara debido a que no presentan buen contraste con las rocas más antiguas, por tratarse de una planicie arrasada. Su espesor es variable en cercanías del río Cesar, donde alcanza su máximo espesor, mayor de 100 m.



Foto 25. Capas de arcillas limosas del depósito de Llanura Aluvial (Qlla) en el corregimiento de Valencia de Jesús.

Al norte y noroeste de Chimichagua hasta Arjona no existe una cubierta aluvial reciente; solo en algunos sitios se observa un nivel de gravas discordantes sobre sedimentos del Terciario con espesores que no superan los 5 metros. En los alrededores de la cabecera municipal de Becerril y Chiriguaná presentan una textura de gravas y limos arcillosos en la parte más superficial respectivamente, Foto 26 y 27.

En el sector norte de la Cordillera Oriental los Depósitos de Llanura Aluvial (Qlla) se relacionan con la Cuenca del Río Magdalena y sus afluentes provenientes de las estribaciones, los cuales disectan los abanicos aluviales. Desde el punto de vista litológico los sedimentos son producto de la meteorización de rocas intrusivas, volcánicas, metamórficas y sedimentarias, con una granulometría mas fina que en el norte, en cercanías de la cordillera predominan las arenas mientras que en el occidente los limos y arcillas están en mayor proporción.



Foto 26. Gravas de los Depósitos de Llanura Aluvial (Qlla) en el botadero de Becerril.



Foto 27. Limos arcillosos amarillos de los Depósitos de Llanura Aluvial (Qlla) aflorantes durante la construcción de la planta de tratamiento de agua de Chiriguaná.

Ingeominas (1994) reporta que al sur y norte del municipio de Pailitas entre la carretera central y la línea ferrea se observa una topografía denudativa donde los sedimentos aluviales han rellenado los valles o zonas deprimidas alcanzando espesores menores de 30 m; en cercanías de Saloa se encuentran compuestos por arenas y gravas con cantos de hasta 20 cms de diámetro, Foto 28.



Foto 28. Capas de arenas y gravas de los Depósitos de Llanura Aluvial (Qlla) en cercanías de Saloa.

En la localidad de Soledad se explotan capas de gravas y arenas gruesas a medias de los Depósitos de Llanura Aluvial, Foto 29.



Foto 29. Explotación de capas de gravas y arenas muy gruesas con una matriz limo arenosa de los Depósitos de Llanura Aluvial (Qlla) en cercanías de Soledad.

5.4.1.2 Depósitos Cuaternarios Abanicos Aluviales (Qcal)

Representan una disminución repentina en el poder de transporte de una corriente de agua, sobresaturada de sedimentos y escombros de muy diversos tamaños, a medida que pasa de un gradiente abrupto a uno suave; al reducir la velocidad, la corriente comienza rápidamente a vaciar su carga (Leet y Judson, 1990).

El Abanico Aluvial de Valledupar (Qcal) se origino por la meteorización física y química de rocas preexistentes en la Sierra Nevada de Santa Marta, las cuales fueron transportadas y depositadas gradiente abajo por las corrientes de agua que disminuyeron su energía repentinamente debido al cambio de las pendientes de abruptas a suaves del terreno, Foto 30 y 31.



Foto 30. Arenas, gravas y limos en minas a cielo abierto ubicadas en el sector de las Casitas (Cono Aluvial de Valledupar).



Foto 31. Gravas gruesas del Depósito de Cono Aluvial. Finca Los Cachos (Plancha 27 III D)

El Abanico de Valledupar presenta una extensión de 10 Km² desde su ápice hasta su parte frontal; donde se asienta la ciudad de Valledupar; cuya demanda de obras de infraestructura expone la zona no saturada la cual se encuentra constituida por capas de arenas de muy gruesas a gravas que incluye cantos rodados y bloques angulares a subredondeados de rocas ígneas intrusivas de grano medio a grueso embebidos en una matriz arenosa, Foto 32.



Foto 32. Capas de arenas muy gruesas a gravas en una matriz arenosa durante la construcción del Hotel Tatiban en Valledupar.

El Abanico de La Jagua de Ibirico esta constituido por cantos y bloques de hasta 3 metros de diámetros, de areniscas, limolitas rojas y algunas calizas en su parte frontal. Su espesor puede alcanzar 100 metros. Este Abanico es uno de los más extensos y alcanzan hasta 5 Kms de longitud en la dimensión mayor.

El Abanico de Codazzi sobre el cual se encuentra localizado la cabecera del municipio, se ubica en la cuenca del río Magiriaimo, presenta una topografía semiplana a plana, Foto 33, 34 y 35.

El Abanico de Casacará constituido por el río del mismo nombre, retrabajado y dividido en 2 parte, norte y sur. En general son de pendientes muy suaves y espesores no mayores de 10 metros observables en superficie.

Desde el punto de vista litológico esta constituida por gravas finas a medias y cantos en una matriz areno-limosa proveniente de areniscas, limolitas rojas, algunas areniscas arcóscas de la Formación Río Negro y caliza cretáceas.



Foto 33. Topografía plana a semiplana del Abanico Aluvial (Qcal) en el área rural del municipio de Codazzi.



Foto 34. Suelos limo arenosos suprayaciendo capas de gravas de Abanico Aluvial de Codazzi (Qcal).



Foto 35. Gravas medias a muy gruesas en matriz arenosa en el Abanico Aluvial de Codazzi (Qcal).

En la Cordillera Oriental se extiende el Abanico de Pailitas, cuyo ápice está situado en el sector urbano y su parte frontal hasta el sector de ciénaga. Litológicamente está constituido por cantos subangulares de rocas volcánicas y metamórficas en una matriz de arena gruesa y conglomerática que disminuye de tamaño hacia el occidente hasta hallar lentes de arena cuarzosa blanca amarillenta semiconsolidada, arcósica, de grano medio a conglomerático y con fragmentos volcánicos de riolitas color vino tinto; están interdigitadas con arcillas plásticas blancas, rosadas y lila, Foto 36.



Foto 36. Capas superficiales de cantos subangulares de rocas volcánicas y metamórficas en una matriz de arena gruesa y conglomerática del abanico Qcal de Pailitas.

Desde la población de Palestina hasta el sur de San Martín en la quebrada de Torcoroma, se extiende un complejo de abanicos aluviales; que se conocen como con el nombre de Abanico de Aguachica; los cuales se exponen desde las estribaciones de la Serranía del Perijá hasta en inmediaciones del río Magdalena. Se caracterizan por estar disectados por corrientes intermitentes y continuas con direcciones E-W. Litológicamente hacia el pie de monte se componen de cantos y bloques subangulares y angulares hasta de 2 m de diámetro provenientes de rocas ígneas, volcanoclásticas, metamórficas de grado medio a alto, con una matriz arenosa gruesa y a veces conglomerática con una fracción arcillosa, Foto 37.



Foto 37. Capas gruesas de gravas del ápice del Cono Aluvial de Aguachica (Qcal₃)

Hacia el río Magdalena los fragmentos rocosos varían de subredondeados a redondeados, reducen su diámetro y la matriz es más fina. Localmente se observan lentes de arena gruesa de unos 2m, bien seleccionados, de regular continuidad lateral y lentes arcillo-arenosos en cercanías de la línea férrea.

Ingeominas (1994) diferencia por los cambios de pendientes tres niveles que se han denominado del mas bajo al mas alto como Qcal₁, Qcal₂ y Qcal₃. El nivel Qcal₃ ubicados hacia el piedemonte es el más grueso desde el puntote vista textural y de menor extensión. Su espesor es de 100 m, pero en general varía de 30 a 60 m.

El nivel Qcal₂ corresponde al nivel intermedio o de transición entre el nivel más alto y la zona más bajo. El nivel Qcal₁ semiplana corresponde a la zona distal del abanico, de textura más fina, redondeada y bien seleccionada, Foto 38, 39 y 40.



Foto 38. Depósitos de gravas y arenas en una matriz limo arcillosa del Cono Aluvial (Qcal2) en las celdas del relleno sanitario de Aguachica.



Foto 39. Depósitos de gravas y arenas en una matriz limo arcillosa del Cono Aluvial (Qcal2) en la pared de las lagunas de oxidación de Aguachica.



Foto 40. Afloramiento de gravas en matriz limo arcillosa del abanico (Qcal₁) en la localidad de costilla.

Ingeominas (1994) con base en imágenes de satélite diferencia al sur del municipio de Aguachica una serie de abanicos que corresponden a los niveles Qcal1 y Qcal2 los cuales presentan una superficie levemente ondulada a plana con suave inclinación. Desde el punto de vista litológico corresponden a gravas finas, arenas y arcillas, mejor redondeadas y seleccionadas y una moderada compactación; provenientes de rocas volcánicas, intrusivas y metamórficas en una matriz arenosa con apreciable contenido de feldespatos.

Desde el punto de vista sedimentológico se relacionan con flujos torrenciales y de escombros conexos con la última deglaciación y en algunos casos muy influidos por movimientos tectónicos asociados al sistema de fallas de Bucaramanga.

5.4.1.3 Depósitos Cuaternarios Aluviones Recientes (Qal)

Los depósitos aluviales recientes corresponden a acumulaciones en áreas pequeñas y con delgados espesores que se han depositado en el fondo de valles profundos, de algunos ríos y quebradas, y en mesetas y sabanas donde de manera transitoria divagan y pierden energía dichas corrientes. Su composición y textura es heterogénea, dependiendo del área fuente que aportan los materiales y los regímenes de las corrientes que lo han depositado. En el sur del área de estudio se extienden al sur de la quebrada Torcoroma, hasta el cauce del río San Alberto, límite con el departamento de Santander.

Litológicamente corresponden a acumulaciones recientes de sedimentos que se encuentran en los valles intramontanos de los ríos mayores y que no tienen contacto directo con los sedimentos que conforman la planicie del cesar.

Desde el punto de vista litológico en la Sierra Nevada de Santa Marta están constituidos por gravas tamaño bloques, cantos rodados, arenas, limos y en ocasiones arcillas, provenientes de rocas metamórficas, ígneas (plutónicas y volcánicas) y en menor proporción sedimentarias (limolitas y calizas), Fotos 41 y 42.



Foto 41 Aluviones recientes sobre el cauce del río Guatapurí.



Foto 42. Contacto geológico entre el Qcal y el Qlla en el sector del río Calderas y la quebrada las Ovejas, nor occidente de la ciudad de Valledupar

En la Serranía de Perijá los constituyentes de los aluviones recientes provienen de rocas sedimentarias: conglomerados, areniscas, limolitas, arcillolitas y calizas; otros de rocas con muy bajo grado de metamorfismo (metasedimentarias) y en contadas ocasiones rocas volcánicas tipo andesitas, brechas y aglomerados.

Predominan los componentes de la Unidad Quinta Sedimentaria (Jqs) que incluyen principalmente limolitas rojas, areniscas, conglomerados y rocas volcanoclásticas (tobáceas) en menor proporción, Foto 43 y 44.

En el sector norte de la cordillera oriental predominan los constituyentes volcanoclásticos, metamórficos de alto y bajo grado y en menor proporción sedimentarias. El aluvión que se extiende desde la quebrada Torcoroma y el río San Alberto es se caracteriza por estar constituida por una granulometría fina y compuesta por arenas y materiales limo arcilloso, Foto 45 y 46.



Foto 43. Gravass recientes constituidas por cantos subredondeados de rocas ígneas y sedimentarias en el cauce del Arroyo El Pozón.



Foto 44. Gravass constituidas por lodolitas grises de la Formación La Luna en el cauce del río Maracas.

**EVALUACION DEL POTENCIAL DEL AGUA SUBTERRANEA EN LOS MUNICIPIOS DE CURUMANI, PAILITAS, TAMALAMEQUE, PELAYA, LA GLORIA, GAMARRA, AGUACHICA, RIO DE ORO, SAN MARTIN Y SAN ALBERTO , DEPARTAMENTO DEL CESAR.
CONVENIO 097-2003-06-2007**



Foto 45. Granulometría fina a media, compuesta por arenas y materiales limo arcilloso en el cauce del río San Alberto.



Foto 46. Gravas y arenas gruesas constituidas por fragmentos de rocas ígneas volcánicas y metamórficas.

5.4.1.4 Depósitos Cuaternarios de Terrazas (Qt)

Se define terraza como una superficie relativamente plana, que corre a lo largo de un valle con un banco a manera de escalón que los separa ya sea de la planicie de inundación o de una terraza inferior. Es un remanente de un cauce primitivo de una corriente, que ha abierto camino a un nivel inferior (Leet y Judson, 1990).

Las terrazas se extienden y exponen en las cuencas de los ríos Badillo, Seco, Guatapurí y Candela, donde se observan hasta tres niveles los cuales están conformados por gravas de tamaño tipo cantos y bloques angulares a subredondeados compuestos en su gran mayoría por rocas intrusivas de grano medio a grueso embebidas en una matriz arenosa, Foto 47, 48, 49 y 50.



Foto 47. Nivel de Terraza constituido por gravas al noreste de Badillo.



Foto 48. Cantos subredondeados de rocas ígneas intrusivas em uma matriz arenosa.



Foto 49. Nivel de Terrazas (Qt) constituidos gravas conformadas por rocas intrusivas de grano medio a grueso embebidas en una matriz arenosa



Foto 50. Depósito de gravas que conforman el Depósito de Terrazas Aluviales (Qt) en el corregimiento Los Corazones, al noreste de Valledupar.

Las Terrazas (Qt) en el área de estudio se localiza al norte y nororiente de la ciudad de Valledupar, su contacto con los Depósitos de Llanura Aluvial (Qlla) se observa bien definido por la presencia de pequeños niveles en la subcuenca del río Guatapurí, específicamente en la trocha que comunica a Valledupar con Guacoche. Desde el punto de vista litológico están constituidas por una secuencia de capas con granos de arenas, cantos de gravas de texturas finas a muy gruesas y bloques de rocas ígneas intrusivas y volcánicas, al igual que de limolitas rojas provenientes de la

Formación Guatapurí. En general el espesor de las terrazas no sobrepasa los 25 m y en algunos casos puede tener entre 10 a 15 m.

En la Serranía de Perijá se observan terrazas al suroriente del desastre, oriente de Casacará y en La Jagua de Ibirico la de mayor extensión. Desde el punto de vista litológico corresponden a gravas finas, cantos de rocas volcánicas y sedimentarias y arenas dentro en una matriz areno-limosa, Foto 51, 52 y 53.

Existen pequeños depósitos de terrazas en diversas corrientes pero que no son cartografiables, como las que forman los arroyos, donde se disectan los abanicos aluviales; se encuentran también en la zona montañosa por el Río Chiriamo.

5.4.1.5 Depósitos Cuaternarios Fluviolacustres (Qfl)

Se encuentran en una zona baja desde el noroccidente de Chiriguaná donde comienzan las ciénagas y se extienden hacia el sur del departamento, asociados a las ciénagas y donde tiene influencia la llanura de inundación del río Magdalena y la parte final del río Lebrija al occidente del municipio de San Alberto. Están sujetos a inundaciones periódicas y su composición dominante es de material limo-arcilloso y en ocasiones arenoso con intercalaciones de arcilla poco compactas.



Foto 51. Panorámica hacia colinas alargadas que conforman los Depósitos de Terraza Aluvial al norte de Rincón Hondo.

EVALUACION DEL POTENCIAL DEL AGUA SUBTERRANEA EN LOS MUNICIPIOS DE CURUMANI, PAILITAS, TAMALAMEQUE, PELAYA, LA GLORIA, GAMARRA, AGUACHICA, RIO DE ORO, SAN MARTIN Y SAN ALBERTO , DEPARTAMENTO DEL CESAR. CONVENIO 097-2003-06-2007



Foto 52. Depósitos de Terraza Aluvial (Qt) en un sector de pequeña minería en la carretera La Jagua-EL Boquerón.



Foto 53. Gravas en una matriz limo arenosa en el sector de la vía Rincón Hondo-Caserío de Aguas Blancas.



5.5. Geología Estructural.

En el área del convenio 097-2003-06-2007 se presentan dos sistemas de fracturamiento, uno controlado por la falla de Bucaramanga el cual presenta una dirección norte-noroeste y otro con dirección noreste-suroeste; que definen una compleja tectónica de bloques.

El primer sistema de fracturamiento corresponde a las fallas de Bucaramanga, Caracolicito, Garupal y Chimichagua y la del segundo la falla del río Cesarito, Media Luna, Chorro-Pital, San Diego-Cuatrovientos y Arenas Blancas.

La parte norte del área de estudio donde se extienden las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta predomina sobre las rocas ígneas y metamórficas una compleja tectónica de bloques, controlada por fallas con dirección noreste-suroeste a este-oeste. En la parte plana de la planicie del río Cesar, se extiende la falla del río Cesarito, cuyo trazo se encuentra cubierto por la secuencia de sedimentos cuaternarios

Las principales estructuras corresponden a pliegues relacionados con la Región de la Serranía de Perijá por ser predominantemente sedimentaria. La Serranía del Perijá corresponde a un Anticlinorio cuyo núcleo está conformado por rocas paleozoicas y sus flancos por rocas jurásicas cretáceas las cuales se encuentran replegadas y falladas. El flanco oeste continúa al oeste cubierto por sedimentos más recientes.

Las calizas del Cogollo (Kmc) localizadas al este del corregimiento de Casacará se encuentran formando un pequeño anticlinal y un sinclinal contiguos pequeños. Al oriente de la población de los Estados Unidos, específicamente al norte del cauce del río Tucuy, conforman un sinclinal con flanco suaves menores de 10° .

El Anticlinal de Becerril se extiende al norte y sur de la cabecera municipal de Becerril; en el subsuelo al oeste de la Jagua de Ibirico; su núcleo lo constituyen rocas cretácicas, donde aflora su flanco occidental con buzamientos cambiantes del orden del orden de 10 y 30°

En parte centro oriental se presentan estructuras con dirección NW_SW y buzamientos del orden de 20° ; el Sinclinal de La Jagua donde aflora una secuencia de arcillositas y areniscas y mantos de carbón los cual son objeto de explotación de la gran minería. Los flancos y la base de esta estructura la conforma la Formación Barco; quien al oriente forma el Anticlinal de La Jagua, quien al este por esta limitado por una falla.

Al oeste de la población de Plan Bonito se extiende con dirección NE_SW el eje del Sinclinal de La Loma; cuyos flancos presentan buzamientos entre 13 y 18° ; y donde afloran capas de areniscas y conglomerados de la Formación Cuesta (Tmc). Al oriente de la estructura anterior y sobre la misma Formación Cuesta se presenta el eje del Anticlinal de Tucuy; el cual es seguido por un sinclinal sin denominación; cuyo eje pasa cerca al cacerio EL Boquerón.

Las fallas que se extienden en el área del convenio se caracterizan por hacer parte de grandes sistemas interconectados entre si, las cuales tienen dirección NE_SW , E-W que controlan la red de drenaje; y otro de dirección NS y NNW subparalelo a la falla de Bucaramanga.

Ingeominas (1994) describe el trazo de la Falle de Bucaramanga en la parte central del departamento del cesar y corresponde a un sistema de dos ramas con dirección NW; un ramal o lineamiento cuyo trazo pasa al este de Chimichagua (falla de Chimichagua); y que posiblemente se extiende en el subsuelo de Arjona formando una discontinuidad geoeléctrica. La rama oriental presenta la misma dirección, pasa al oeste de la estación EL Champán y corresponde a la falla de Caracolicito. Las fallas anteriores son consideradas de tipo inverso y buzcan fuertemente al este; unas pocas son inversas con buzamiento al occidente; aparentemente tienen un deslizamiento izquierdo importante durante el Cuaternario; lo que origina evidencias en el sistema hidrológico como corrientes desplazadas, fallamiento y desplazamiento e inclinación de los depósitos aluviales.

En la zona norte del área del convenio se extiende un Sistema de fallas NE_SW que genera un modelo de fracturamiento y lineamientos a lo largo de los ríos Magiriaimo, Sicarare, Casacará, Maracas y Tucuy. Este sistema de fallas se encuentran cubiertos en la parte plana del Valle del río Cesar donde su cauce presenta esta dirección. Las fallas principales cuyos trazos pasan por el centro del departamento corresponden a la del Río Cesar, San Diego-Cuatro Vientos, Media Luna y Chorro Pital. Las dos últimas forman un bloque levantado que expone en superficie rocas de la Formación La Quinta Sedimentaria (Jqs), Foto 54.



Foto 54 Panorámica al sur del Cerro Porrilla hacia las Colinas del Bachan en donde se observan una serie de cerros alineados con dirección NW-SW, perteneciente al bloque levantando donde se exponen limolitas y areniscas rojas de la formación la Quinta Sedimentaria (Jqs)



EVALUACION DEL POTENCIAL DEL AGUA SUBTERRANEA EN LOS MUNICIPIOS DE CURUMANI, PAILITAS, TAMALAMEQUE, PELAYA, LA GLORIA, GAMARRA, AGUACHICA, RIO DE ORO, SAN MARTIN Y SAN ALBERTO , DEPARTAMENTO DEL CESAR.
CONVENIO 097-2003-06-2007



La Falla de Arenas Blancas se localiza en la Serranía de Perijá; en la quebrada San Antonio, sureste de La Jagua de Ibirico esta cubierta por Depósitos Cuaternarios ; posteriormente su trazo continua al oeste hasta terminar contra el sistema de fallas Bucaramanga- Santa Marta.

6. INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA

El inventario de puntos de agua que incluye pozos, aljibes, aljibe pozos y manantiales se realizó en la cabecera y área de influencia rural de los municipios de Curumani, Pailitas, Tamalameque, Pelaya, La Gloria, Gamarra, Aguachica, San Martín y San Alberto. durante los meses comprendidos entre diciembre de 2006 y octubre de 2007, mediante visitas de campo a cada una de sus poblaciones, haciendas, fincas o predios. (Anexo B, formato digital)

En las campañas de campo se contaba con planchas topográficas del IGAC a escala 1:25000 con el fin de localizar cada punto inventariado y de la misma forma realizar el reconocimiento geológico y ambiental de la zona. La información de cada punto de agua se obtuvo mediante el diligenciamiento de un formato de captura de datos hidrogeológicos diseñado y adaptado por Corpocesar e IDEAM. De igual forma se cuenta con la información digitalizada para cada punto en un formato en Excel.

El formato de captura de datos hidrogeológicos incluye los siguientes aspectos básicos: Datos Generales del predio, Localización en la zona, Propietario, Administrador, Geología y Geomorfología, Construcción y Terminación, Explotación y Construcciones Adicionales, Usos del Agua y condición de la captación, Georreferenciación de Fuentes de Contaminación, Datos de Niveles, Caudales y Propiedades Físicas del Agua en campo. Todos los puntos de agua se georreferenciaron con el Sistema de Posicionamiento Global (SPG), Foto 55.



Foto 55. Empleo de GPS (Sistema de Posicionamiento Global) para la georreferenciación de pozo en campo.

Mediante el modelo geológico y la cartografía geológica del área de estudio se identificó la unidad geológica que es captada por cada punto de agua, con el objeto de realizar la modelación del flujo del agua subterránea para cada unidad acuífera independientemente. Los datos de caudales de

las captaciones en algunos casos se obtuvieron mediante aforos volumétricos realizados en campo, cuando las condiciones del aljibe o pozo la permitían, otras veces fue necesario estimarlos a partir del volumen almacenado en los tanques y el tiempo de llenado de los mismos o en la gran mayoría de los casos mediante información suministrada por el usuario, Foto 56,57, 58.



Foto 56. Aforo volumétrico de un pozo de bajo caudal.



Foto 57. Medición del nivel estático de un aljibe con sonda convencional.



Foto 58. Medición del nivel estático en un pozo, mediante sonda convencional.

En total se inventariaron 1839 captaciones de agua subterráneas correspondientes en un % a pozos profundos, % a aljibes, % a manantial como se observa en la Tabla 6;

Tabla 6. Relación de pozos, aljibes, aljibes y manantiales inventariados.

MUNICIPIO	ALJIBE	POZO	MANANTIAL	TOTAL
CURUMANI	236	100	1	337
PAILITAS	80	16	0	96
TAMALAMEQUE	70	26	0	96
PELAYA	14	5	0	19
LA GLORIA	120	36	0	156
GAMARRA	105	35	1	141
AGUACHICA	241	45	8	294
RIO DE ORO	10	18	3	31
SAN MARTIN	91	105	8	204
SAN ALBERTO	124	86	1	211
VALLEDUPAR	228	25	1	254
TOTAL	1319	497	23	1839

El inventario de puntos de agua permite observar que las captaciones están ubicadas principalmente sobre las unidades geológicas cuaternarias que forman Sistemas Acuíferos que corresponden a los Depósitos de Llanura Aluvial (Qlla), Depósitos de Abanicos Aluviales (Qcal, Qcal1, Qcal2 y Qcal3); Depósitos de Aluviones Recientes(Qal), Depósitos de Terraza Aluvial (Qt) y los Depósitos Fluviolacustre (Qfl), Figuras 8 y 9.

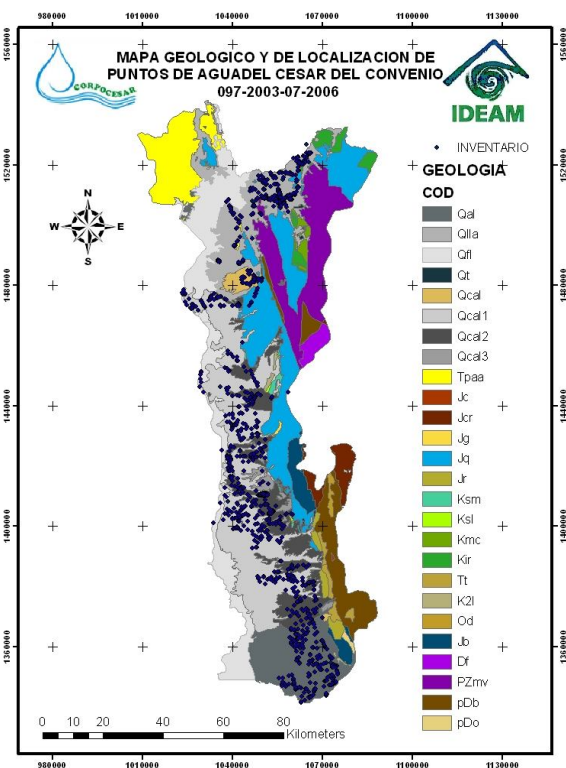


Figura 8. Inventario de puntos de agua en los municipios del sur del Departamento del Cesar

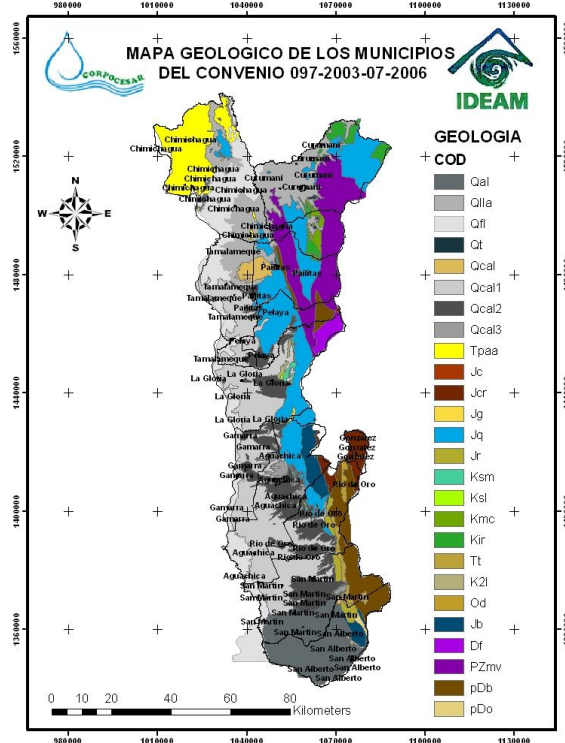


Figura 9. Mapa geológico de los municipios del sur del Departamento del Cesar.

El agua proveniente de los aljibes es empleada en un alto porcentaje para el consumo doméstico. Otro consumo importante es el de abrevadero para animales, principalmente del ganado. En menor proporción el agua de los aljibes se utiliza para irrigación de cultivos. La gran mayoría están revestidos con anillos de cemento o en ladrillo, los cuales se ubican hasta uno o dos metros después de alcanzar el nivel freático. El sistema más empleado para extraer el agua de los aljibes es la motobomba, seguido por el baldeo.

La mayoría de las propiedades cuentan con tanques para el almacenamiento del agua subterránea extraída, que son construidos en concreto y generalmente de forma cilíndrica y rectangular, aunque estos últimos en menor proporción. Los tanques cilíndricos presentan alturas que van hasta 16 anillos con promedios de 0.50 m de longitud por cada anillo.

Desde el punto de vista ambiental y sanitario la gran mayoría de los aljibes se encuentran expuestos a la contaminación tanto puntual como difusa debido a la falta de mecanismos de protección ante estos eventos.



Este hecho se evidencia en las visitas de campo, con la observación de las condiciones de las captaciones de agua, en donde se encuentra disposición indiscriminada de residuos sólidos convencionales y residuos peligrosos tales como agroquímicos, fertilizantes, combustibles entre otros.

Adicionalmente el aporte que se realiza de materia orgánica es alto, ya que en los predios se cuenta con animales que depositan residuos orgánicos cerca de la boca del aljibe, algunos de los cuales no cuentan con tapas de concreto o de otro material que eviten la contaminación de las aguas subterráneas de la primera capa acuífera.

Con mucha frecuencia se encuentran pozas sépticas cercanas a los aljibes ubicados en las viviendas de las fincas, lo que incrementa la amenaza a la contaminación debido a que se estas se encuentran interceptando la dirección de flujo de la tabla de agua o nivel freático que previamente ha sido contaminada por las pozas.

El manantial carece en igual forma de obras de protección contra eventos potenciales de contaminación.

6.1. Municipio de Curumaní.

La mayor parte de los aljibes y pozos captan la tabla de agua de los Depósitos de Llanura Aluvial del Río Cesar (Qlla) y los Depósitos Fluvioacústres, especialmente en haciendas y grandes fincas, al igual que en sectores donde se desarrollan sectores agroindustriales, principalmente la irrigación de cultivos de palma africana, arroz, cítricos y pasto para la ganadería.

En el área del municipio de Curumaní donde se ejecuto el inventario de puntos de agua se localizaron 100 pozos en condición normal o en reserva, los cuales se explotan principalmente para regadío de cultivos en épocas de sequía y para la industria ganadera. Los pozos tienen profundidades que varían de 4 a 100 metros, pero predominan los que tienen profundidades entre 10 m y 30 m de profundidad. Los pozos están revestidos con tubería ciega y filtros PVC y en acero inoxidable de 1.5 a 8 pulgadas de diámetro.

Los pozos son explotados con motobombas operadas con energía eléctrica o gasolina, que producen caudales entre 1 a 5 lps. Los pozos profundos presentan bombas electro sumergibles y localmente de eje vertical lubricadas con aceite, producen caudales de explotación entre 1 a 30 lps. Los pozos presentan niveles piezométricos que varían entre 2 a 10 metros.

Los aljibes inventariados en el municipio de Curumaní, se caracterizan por presentar niveles estáticos entre 1.5 y 8; diámetros entre 1 a 3 metros y profundidades que varían entre 1.5 hasta 30 m, produciendo caudales que oscilan entre 0.1 y 5 lps.

El agua del manantial inventariado es utilizada para consumo doméstico y como abrevadero de animales.



6.2. Municipio de Pailitas.

La mayor parte de los aljibes y pozos captan la tabla de agua de los Depósitos de Llanura Aluvial (Qlla) y los Depósitos de Cono Aluvial (Qca), especialmente en haciendas y grandes fincas, al igual que en sectores donde se desarrollan sectores agroindustriales, principalmente la irrigación de cultivos de palma africana, arroz, cítricos y pasto para la ganadería.

En el área del municipio de Pailitas donde se ejecuto el inventario de puntos de agua se localizaron 16 pozos en condición normal, los cuales se explotan principalmente para regadío de cultivos en épocas de sequía y para la industria ganadera. Los pozos tienen profundidades que varían de 10 a 105 metros, pero predominan los que tienen profundidades entre 20 m y 40 m de profundidad. Los pozos están revestidos con tubería ciega y filtros PVC y en acero inoxidable de 2 a 6 pulgadas de diámetro.

Los pozos son explotados con motobombas operadas con energía eléctrica principalmente, que producen caudales entre 1 a 5 lps. Los pozos profundos presentan bombas electro sumergibles y localmente de eje vertical lubricadas con aceite, producen caudales de explotación entre 1 a 10 lps. Los pozos en los que se pudo medir sus niveles piezométricos presentan valores entre 3.5 y 6 metros.

Los aljibes inventariados en el municipio de Pailitas, se caracterizan por presentar niveles estáticos entre 0.5 y 3; diámetros entre 0.5 a 6 metros y profundidades que varían entre 1.5 hasta 10 m, produciendo caudales que oscilan entre 0.1 y 5 lps.

6.3. Municipio de Tamalameque.

La mayor parte de los aljibes y pozos captan la tabla de agua de los Depósitos de Llanura Aluvial (Qlla), los Depósitos Fluvio lacustres y los Depósitos de Cono Aluvial (Qcal y Qcal₁), especialmente en haciendas y grandes fincas, al igual que en sectores donde se desarrollan sectores agroindustriales, principalmente la irrigación de cultivos de palma africana, arroz, cítricos y pasto para la ganadería.

En el área del municipio de Tamalameque donde se ejecuto el inventario de puntos de agua se localizaron 26 pozos en condición normal o en reserva, los cuales se explotan principalmente para regadío de cultivos en épocas de sequía y para la industria ganadera. Los pozos tienen profundidades que varían de 16 a 110 metros, pero predominan los que tienen profundidades entre 15 m y 25 m de profundidad. Los pozos están revestidos con tubería ciega y filtros PVC y en acero inoxidable de 2 a 10 pulgadas de diámetro.

Los pozos son explotados con motobombas operadas con energía eléctrica o gasolina, que producen caudales entre 1 a 10 lps. Los pozos mas profundos presentan bombas electro sumergibles y localmente de eje vertical lubricadas con aceite, producen caudales de explotación



entre 1 a 50 lps. Los pozos de 25 metros de profundidad presentan niveles piezométricos que varían entre 2 a 3 metros.

Los aljibes inventariados en el municipio de Tamalameque, se caracterizan por presentar niveles estáticos entre 1.3 y 7 metros; diámetros entre 0.5 a 3 metros y profundidades que varían entre 1.5 hasta 20 m, produciendo caudales que oscilan entre 0.1 y 5 lps.

6.4 Municipio de Pelaya.

La mayor parte de los aljibes y pozos captan la tabla de agua de los Depósitos de Cono Aluvial (Q_{cal_2} y Q_{cal_1}), especialmente en haciendas y grandes fincas, al igual que en sectores donde se desarrollan sectores agroindustriales, principalmente la irrigación de cultivos de palma africana, arroz, cítricos y pasto para la ganadería.

En el área del municipio de Pelaya donde se ejecuto el inventario de puntos de agua se localizaron 5 pozos en condición normal o en reserva, los cuales se explotan principalmente para regadío de cultivos en épocas de sequía y para la industria ganadera. Los pozos tienen profundidades que varían de 13 a 86 metros. Los pozos están revestidos con tubería ciega y filtros PVC y en acero inoxidable de 4 a 10 pulgadas de diámetro.

Los pozos de mediana profundidad son explotados con motobombas operadas con energía eléctrica o gasolina, que producen caudales entre 1 a 10 lps. Los pozos profundos presentan bombas electro sumergibles y localmente de eje vertical lubricadas con aceite, producen caudales de explotación entre 1 a 30 lps. Los pozos presentan niveles piezométricos que varían entre 2 a 10 metros.

Los aljibes inventariados en el municipio de Pelaya, se caracterizan por presentar niveles estáticos entre 1.5 y 3 metros; diámetros entre 1 a 2 metros y profundidades que varían entre 2 hasta 30 m, produciendo caudales que oscilan entre 0.1 y 5 lps.

6.5 Municipio de La Gloria.

La mayor parte de los aljibes y pozos captan la tabla de agua de los Depósitos de Cono Aluvial (Q_{cal_1} y Q_{cal_2}) y los Depósitos Fluvio lacustre (Q_{fl}), especialmente en haciendas y grandes fincas, al igual que en sectores donde se desarrollan sectores agroindustriales, principalmente la irrigación de cultivos de palma africana, arroz, cítricos y pasto para la ganadería.

En el área del municipio de La Gloria donde se ejecuto el inventario de puntos de agua se localizaron 36 pozos en condición normal o en reserva, los cuales se explotan principalmente para regadío de cultivos en épocas de sequía y para la industria ganadera. Los pozos tienen profundidades que varían de 8 a 170 metros, pero predominan los que tienen profundidades entre 10 m y 50 m de profundidad. Los pozos están revestidos con tubería ciega y filtros PVC y en acero inoxidable de 1.5 a 8 pulgadas de diámetro.



Los pozos de mediana profundidad son explotados con motobombas operadas con energía eléctrica o gasolina, que producen caudales entre 1 a 5 lps. Los pozos profundos presentan bombas electro sumergibles y localmente de eje vertical lubricadas con aceite, producen caudales de explotación entre 1 a 30 lps. Los pozos presentan niveles piezométricos que varían entre 1 a 12 metros.

Los aljibes inventariados en el municipio de La Gloria, se caracterizan por presentar niveles estáticos entre 1 y 10 metros; diámetros entre 0.5 a 3 metros y profundidades que varían entre 3 hasta 13 m, produciendo caudales que oscilan entre 0.1 y 5 lps.

6.6 Municipio de Gamarra

La mayor parte de los aljibes y pozos captan la tabla de agua de los Depósitos de Cono Aluvial (Q_{cal1} , Q_{cal2} y Q_{cal3}) y los Depósitos Fluviolacustre (Q_{fl}), especialmente en haciendas y grandes fincas, al igual que en sectores donde se desarrollan sectores agroindustriales, principalmente la irrigación de cultivos de palma africana, arroz, cítricos y pasto para la ganadería.

En el área del municipio de Gamarra donde se ejecuto el inventario de puntos de agua se localizaron 35 pozos en condición normal o en reserva, los cuales se explotan principalmente para regadío de cultivos en épocas de sequía y para la industria ganadera. Los pozos tienen profundidades que varían de 10 a 100 metros, pero predominan los que tienen profundidades entre 10 m y 50 m de profundidad. Los pozos están revestidos con tubería ciega y filtros PVC y en acero inoxidable de 2 a 8 pulgadas de diámetro.

Los pozos de mediana profundidad son explotados con motobombas operadas con energía eléctrica o gasolina, que producen caudales entre 1 a 5 lps. Los pozos profundos presentan bombas electro sumergibles y localmente de eje vertical lubricadas con aceite, producen caudales de explotación entre 1 a 30 lps. Los pozos presentan niveles piezométricos que varían entre 2 a 27 metros.

Los aljibes inventariados en el municipio de Gamarra, se caracterizan por presentar niveles estáticos entre 0.5 y 10 metros; diámetros entre 0.5 a 2 metros y profundidades que varían entre 3 hasta 18 m, produciendo caudales que oscilan entre 0.1 y 5 lps.

El agua del manantial inventariado se usa para consumo doméstico y como abrevadero de animales.

6.7. Municipio de Aguachica

La mayor parte de los aljibes y pozos captan la tabla de agua de los Depósitos de Cono Aluvial (Q_{cal1} , Q_{cal2} y Q_{cal3}) y los Depósitos Fluviolacustre (Q_{fl}), especialmente en haciendas y grandes fincas, al igual que en sectores donde se desarrollan sectores agroindustriales, principalmente la irrigación de cultivos de palma africana, arroz, cítricos y pasto para la ganadería.



En el área del municipio de Aguachica donde se ejecuto el inventario de puntos de agua se localizaron 45 pozos en condición normal o en reserva, los cuales se explotan principalmente para regadío de cultivos en épocas de sequía y para la industria ganadera. Los pozos tienen profundidades que varían de 5 a 100 metros. Los pozos están revestidos con tubería ciega y filtros PVC y en acero inoxidable de 2 a 10 pulgadas de diámetro.

Los pozos de mediana profundidad son explotados con motobombas operadas con energía eléctrica o gasolina, que producen caudales entre 1 a 5 lps. Los pozos profundos presentan bombas electro sumergibles y localmente de eje vertical lubricadas con aceite, producen caudales de explotación entre 1 a 30 lps. Los pozos presentan niveles piezométricos que varían entre 1.5 a 9 metros.

Los aljibes inventariados en el municipio de Aguachica, se caracterizan por presentar niveles estáticos entre 0.5 y 10 metros; diámetros entre 0.5 a 2 metros y profundidades que varían entre 4 hasta 30 m, produciendo caudales que oscilan entre 0.1 y 5 lps.

El agua de los ocho manantiales inventariados es utilizada para consumo doméstico y como abrevadero de animales.

6.8. Municipio de Río de Oro

La mayor parte de los aljibes y pozos captan la tabla de agua de los Depósitos de Cono Aluvial (Q_{cal1} , Q_{cal2}), especialmente en haciendas y grandes fincas, al igual que en sectores donde se desarrollan sectores agroindustriales, principalmente la irrigación de cultivos de palma africana, arroz, cítricos y pasto para la ganadería.

En el área del municipio de Río de Oro donde se ejecuto el inventario de puntos de agua se localizaron 17 pozos en condición normal o en reserva, los cuales se explotan principalmente para regadío de cultivos en épocas de sequía y para la industria ganadera. Los pozos tienen profundidades que varían de 30 a 80 metros. Los pozos están revestidos con tubería ciega y filtros PVC y en acero inoxidable de 2 a 14 pulgadas de diámetro.

Los pozos de mediana profundidad son explotados con motobombas operadas con energía eléctrica o gasolina, que producen caudales entre 1 a 5 lps. Los pozos profundos presentan bombas electro sumergibles y localmente de eje vertical lubricadas con aceite, producen caudales de explotación entre 1 a 30 lps. Los pozos presentan niveles piezométricos que varían entre 3 a 10 metros.

Los aljibes inventariados en el municipio de Río de Oro, se caracterizan por presentar niveles estáticos entre 1.5 y 15 metros; diámetros entre 0.5 a 1.5 metros y profundidades que varían entre 6 hasta 16 m, produciendo caudales que oscilan entre 0.1 y 5 lps.



El agua de los tres manantiales inventariados es utilizada para consumo doméstico y como abrevadero de animales.

6.9 Municipio de San Martín.

La mayor parte de los aljibes y pozos captan la tabla de agua de los Depósitos de Cono Aluvial (Q_{cal1} , Q_{cal2}), y los Depósitos Fluviolacustres (Q_{fl}) especialmente en haciendas y grandes fincas, al igual que en sectores donde se desarrollan sectores agroindustriales, principalmente la irrigación de cultivos de palma africana, arroz, cítricos y pasto para la ganadería.

En el área del municipio de San Martín donde se ejecuto el inventario de puntos de agua se localizaron 105 pozos en condición normal o en reserva, los cuales se explotan principalmente para regadío de cultivos en épocas de sequía y para la industria ganadera. Los pozos tienen profundidades que varían de 3 a 120 metros. Los pozos están revestidos con tubería ciega y filtros PVC y en acero inoxidable de 1 a 10 pulgadas de diámetro.

Los pozos de mediana profundidad son explotados con motobombas operadas con energía eléctrica o gasolina, que producen caudales entre 1 a 5 lps. Los pozos profundos presentan bombas electro sumergibles y localmente de eje vertical lubricadas con aceite, producen caudales de explotación entre 1 a 30 lps. Los pozos presentan niveles piezométricos que varían entre 0.5 a 10 metros.

Los aljibes inventariados en el municipio de San Martín, se caracterizan por presentar niveles estáticos desde superficie hasta 15 metros; diámetros entre 0.5 a 6 metros y profundidades que varían entre 2.5 hasta 60 m, produciendo caudales que oscilan entre 0.1 y 5 lps.

El agua de los ocho manantiales inventariados es utilizada para consumo doméstico y como abrevadero de animales.

6.10. Municipio de San Alberto

La mayor parte de los aljibes y pozos captan la tabla de agua de los Depósitos de Cono Aluvial (Q_{cal1} , Q_{cal2}), especialmente en haciendas y grandes fincas, al igual que en sectores donde se desarrollan sectores agroindustriales, principalmente la irrigación de cultivos de palma africana, arroz, cítricos y pasto para la ganadería.

En el área del municipio de San Alberto donde se ejecuto el inventario de puntos de agua se localizaron 86 pozos en condición normal o en reserva, los cuales se explotan principalmente para regadío de cultivos en épocas de sequía y para la industria ganadera. Los pozos tienen profundidades que varían de 4 a 170 metros. Los pozos están revestidos con tubería ciega y filtros PVC y en acero inoxidable de 1.5 a 12 pulgadas de diámetro.

Los pozos de mediana profundidad son explotados con motobombas operadas con energía eléctrica o gasolina, que producen caudales entre 1 a 5 lps. Los pozos profundos presentan bombas electro sumergibles y localmente de eje vertical lubricadas con aceite, producen caudales de explotación entre 1 a 30 lps. Los pozos presentan niveles piezométricos que varían entre 0.5 a 4 metros.

Los aljibes inventariados en el municipio de San Alberto, se caracterizan por presentar niveles estáticos entre 0.3 y 8.5 metros; diámetros entre 0.7 a 4 metros y profundidades que varían entre 1.7 hasta 26 m, produciendo caudales que oscilan entre 0.1 y 5 lps.

El agua del manantial inventariado es utilizada para consumo doméstico y como abrevadero de animales.

6.11. Municipio de Valledupar

En la zona norte del Departamento del Cesar, específicamente en el municipio de Valledupar; se realizó un inventario de puntos de agua con el objeto de complementar la información hidrogeológica básica en el municipio de Valledupar, Figura 10.

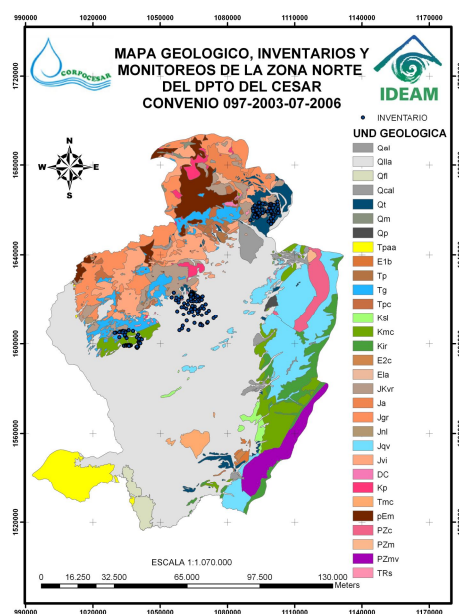


Figura 10. Inventario de puntos de agua en el municipio de Valledupar.

La mayor parte de los aljibes y pozos captan la tabla de agua de los Depósitos de Llanura Aluvial (Qlla) y los Depósitos de Terraza Aluvial (Qt), especialmente en haciendas y grandes fincas, al



igual que en sectores donde se desarrollan sectores agroindustriales, principalmente la irrigación de cultivos de palma africana, arroz, cítricos y pasto para la ganadería.

En el área del municipio de Valledupar Inventariada se localizaron 25 pozos en condición normal o en reserva, los cuales se explotan principalmente para regadío de cultivos en épocas de sequía y para la industria ganadera. Los pozos tienen profundidades que varían de 10 a 100 metros. Los pozos están revestidos con tubería ciega y filtros PVC y en acero inoxidable de 6 a 20 pulgadas de diámetro.

Los pozos de mediana profundidad son explotados con motobombas operadas con energía eléctrica o gasolina, que producen caudales entre 1 a 5 lps. Los pozos profundos presentan bombas electro sumergibles y localmente de eje vertical lubricadas con aceite, producen caudales de explotación entre 1 a 30 lps. Los pozos presentan niveles piezométricos que varían entre 1.5 a 6 metros.

Los aljibes inventariados en el municipio de Valledupar, se caracterizan por presentar niveles estáticos desde superficie y 10 metros; diámetros entre 0.5 a 4 metros y profundidades que varían entre 1.5 hasta 25 m, produciendo caudales que oscilan entre 0.1 y 5 lps.

El agua del manantial inventariado es utilizada para consumo doméstico y como abrevadero de animales.

7. GEOFISICA

La prospección geoelectrica realizada en el marco del convenio 097-03-07-2006 por parte de IDEAM, CORPOCESAR se realizó con el objeto de conocer la distribución de las resistividades en el subsuelo en sitios específico de interés hidrogeológico y ambiental.

La configuración utilizada para los sondeos es de tipo Schlumberger y el método es conocido como Resistividad Eléctrica, Figura 11.

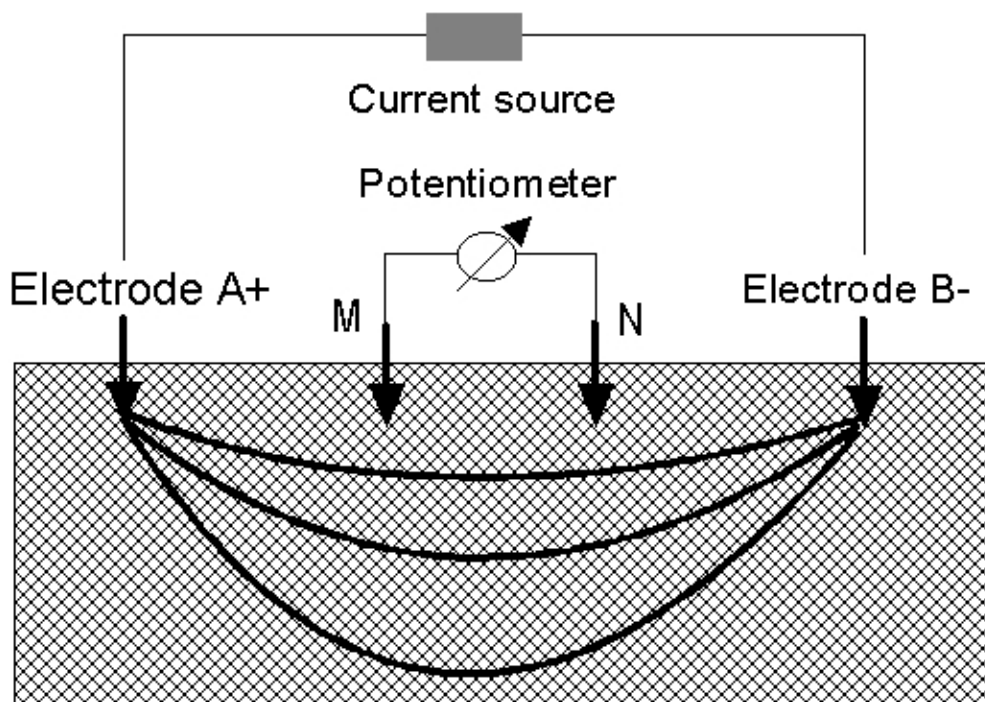


Figura 11. Configuración Arreglo Schlumberger.

mediante el cual se puede conocer los siguientes aspectos;

- Determinar la magnitud de los valores de resistividad y espesor de las unidades geológicas en profundidad.
- Correlacionar litologías asociadas a valores de resistividad, incluyendo la zona no saturada y saturada

La prospección geoelectrica se inicio con base en el conocimiento adquirido durante el reconocimiento de las unidades geológicas que forman acuíferos en el área de estudio, los resultados del inventario de puntos de agua (pozos, aljibes y manantiales) y la georeferenciación de fuentes potenciales de contaminación).

El levantamiento de los sondeos eléctricos verticales fue tuvo como criterios los siguientes aspectos;

- ✓ Fortalecimiento de los funcionarios de Corpocesar y Corpocesar en la adquisición, procesamiento y análisis de los sondeos ejecutados
- ✓ La ubicación de los sondeos se priorizó en sitios cercanos al área de influencia de comunidades que se abastecen con aguas subterráneas, o cerca a obras de saneamiento básico que potencialmente por su manejo se han convertido en fuentes de contaminación al subsuelo.
- ✓ La apertura de los sondeos (electrodos) estuvo determinada por la logística y acceso al sitio seleccionado.

Los sondeos eléctricos verticales fueron ejecutados utilizando un equipo marca ABEM TERRAMETER SAS4000; el cual tiene un panel de acceso que permite a través de un menú adquirir los datos de campo que son almacenados en archivos con extensión *RXP, los cuales están organizados en datos que incluyen valores de resistencia, la distancias entre los electrodos de potencial MN/2 y de corriente AB/2 , al igual que la magnitud del voltaje y la corriente medidos y el porcentaje de error de la resistencia obtenida como un valor de desviación estándar en relación a la mediana.

Los valores de resistividad aparente calculados a partir de los valores de potencial v y corriente I medidos, al igual que de las constante K de cada espaciamento de electrodo se obtuvieron mediante la utilización de software de interpretación de sondeos eléctricos verticales., Foto 59.



Foto 59. Equipo Terrameter ABEM SAS 4000

En total se ejecutaron 33 sondeos eléctricos verticales SEV, oscilando las aberturas de los electrodos (AB/2) entre 80 y 301 metros. Los puntos medidos para cada SEV fueron los siguientes: 1, 1.3, 1.68, 2.18, 2.82, 3.66, 4.74, 5.15, 7.97, 10.33, 13.38, 17.35, 22.49, 29.15, 37.78, 48.97, 63.48, 82.28, 106.6, 138.2, 179.2, 232.2 y 301 metros respectivamente. La distribución anterior permite un mejor trazado de la curva de los sondeos eléctricos verticales, Foto 60, Anexo C.



Foto 60. Disposición de electrodos de potencial y resistividad.

Los archivos generados se grabaron con el código asignado para cada sondeo, en este caso siguiendo un número consecutivo de acuerdo al municipio donde se localizo el SEV.

Posteriormente se graficó las curvas de campo y el modelo de capas obtenido mediante una interpretación matemática indirecta de los sondeos utilizando el software WinSev. El modelo de capas obtenido permite conocer en cada punto las variaciones de la resistividad con la profundidad.

Los sondeos eléctricos que presentaron problemas de ejecución asociados principalmente a perdidas de corriente que originaron valores no confiables en relación a su desviación estándar o por ocurrencia de lluvias con tempestades que ocasionaron su interrupción inmediata por lo que no se presentan sus resultados.

Los resultados de los sondeos eléctricos verticales ejecutados durante este proyecto al igual que los sondeos realizados por Ingeominas (1994) y Tahal (1974), permitieron ubicar los pozos de observación o piezómetros que captan la primera capa acuífera de las formaciones geológicas de gran importancia hidrogeológica para las cabeceras municipales que se abastecen con aguas subterráneas.



7.1 Modelo Geológico-Geofísico.

La evaluación de información geoelectrica disponible de estudios realizados anteriormente, principalmente por la TNO de Holanda para el Instituto Colombiano de la Reforma Agraria y de Corpocesar e Ingeominas ha permitido correlacionar localmente las unidades roca sedimento con las diferentes capas geoelectricas definidas que potencialmente forman unidades o sistemas acuíferos.

El análisis de la información geológica y geofísica recopilada para el sur del departamento del cesar; así como el reconocimiento de las características litológicas de las mismas permite reconocer localmente las siguientes características geoelectricas de las unidades geológicas;

A continuación se presenta la interpretación de los sondeos realizados en el campo durante la realización del convenio 097-2003-07-2006 en los municipios de Curumaní, Tamalameque, y La Gloria; a partir del análisis de los datos tomados en el campo y la consulta y reinterpretación de sondeos realizados por las entidades mencionadas anteriormente para los municipios de Pailitas, Pelaya, Aguachica, San Martín y San Alberto.

El análisis de los sondeos eléctricos verticales se basa en el análisis y correlación del modelo geológico y las capas geoelectricas identificadas a partir de la interpretación de los mismos. En el mapa geológico del área de estudio se localizan los sondeos eléctricos verticales.

7.1.1 Modelo Geofísico Municipio de Curumaní.

Al oriente, entre Sabana Grande y Curumaní la agrupación y distribución de valores de resistividad es (Ingeominas 1995):

- o 50-200 ohm-m, hasta unos 10 a 25 m. de profundidad; pueden corresponder a sedimentos arenosos del cuaternario (Qlla) los cuales corresponden a capas de gravas , arenas y limos los cuales se extienden subsuperficialmente y en el subsuelo, sobre unidades de cretáceo o del jurásico o del paleozoico.
- o 100 ohm-m, hasta mas de 100 m. de profundidad; corresponden a rocas calcáreas del cretáceo correspondiente calizas y lutitas carbonosas pertenecientes al Grupo Cogollo (Kmc).
- o 12-15 ohm-m, hasta profundidades que varían entre 75 a 200 m.; corresponden a areniscas cuarzosas, areniscas conglomeráticas y conglomerados correlacionable posiblemente con la Formación Rionegro. (Kir).
- o 100-250 ohm-m, como base geoelectrica; corresponden a metarenitas, metalimolitas, filitas metaconglomerados y metalodolitas correspondientes a rocas metamórficas del Paleozoico

(Pzmv) y de intercalaciones de rocas volcánicas de tipo piroclásticas , que incluye lavas dacíticas y andesíticas de la Formación La Quinta (Jq).

Los sondeos eléctricos realizados durante el convenio 097-2003-06-2007 en el municipio de Curumaní han permitido reconocer los siguientes modelos geofísicos.

7.1.1.1. Interpretación Sondeos Eléctricos Curumaní.

El tipo de curva del sondeo CUR 01 se presenta a continuación: Figura 12.

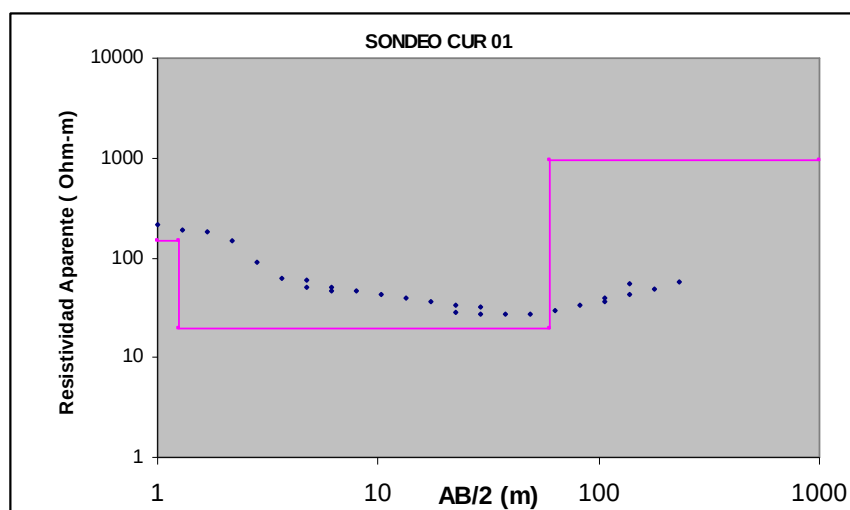


Figura 12. Sondeo Eléctrico Vertical Curumaní 01.

La interpretación matemática y correlación hidrogeológica del sondeo CUR 01 se presenta a continuación: Tabla 7.

Tabla 7. Interpretación Sondeo Eléctrico Curumaní 01.

Resistividad (Ohm-m)	Intervalo Profundidad (m)	Espesor (m)	Litología	Unidad Acuífera
149.2	0--1.24	1.24	gravas	Qlla
19.3	1.24--59.84	69.84	arenas y gravas	Qlla
968.1	> 59.84			basamento geoelectrico

El tipo de curva del sondeo CUR 02 se presenta a continuación, Figura 13.

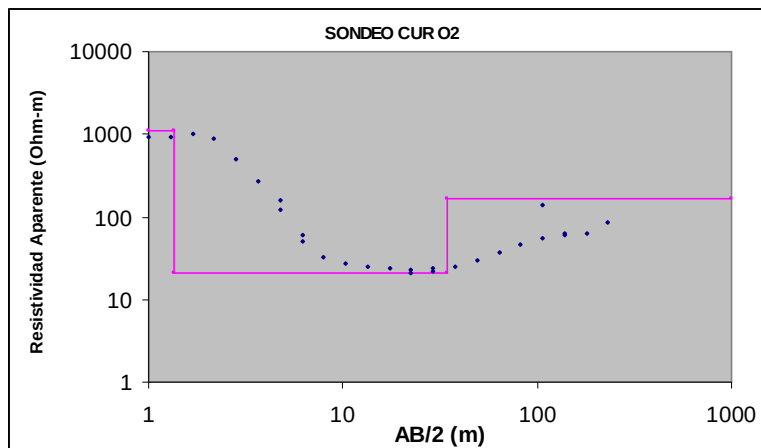


Figura 13. Sondeo Eléctrico Vertical Curumaní 02

La interpretación matemática y correlación hidrogeológica del sondeo CUR 02 se presenta a continuación: Tabla 8.

Tabla 8. Interpretación Sondeo Eléctrico Curumaní 02.

Resistividad (Ohm-m)	Intervalo Profundidad (m)	Espesor (m)	Litología	Unidad Acuifera
1106.7	0--1.35	1.35	gravas	Qlla
20.99	1.35---34.62	33.27	arenas	Qlla
168.9	> 34.62		arenas	Qlla

El tipo de curva del sondeo CUR 03 se presenta a continuación: Figura 14.

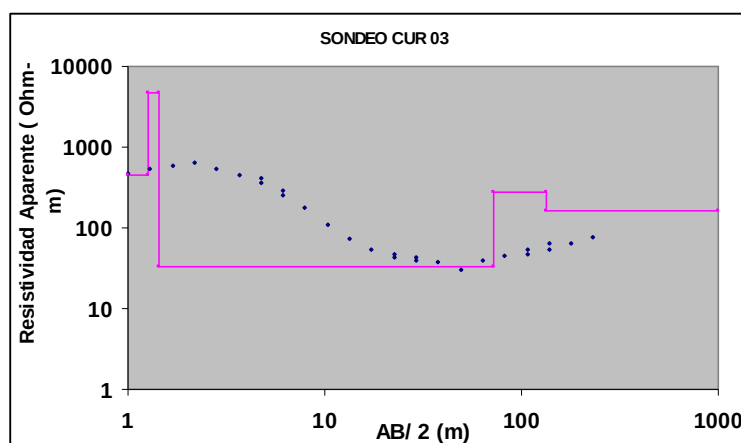


Figura 14. Sondeo Eléctrico Vertical Curumaní 03

La interpretación matemática y correlación hidrogeológica del sondeo CUR 03 se presenta a continuación: Tabla 9.

Tabla 9. Interpretación Sondeo Eléctrico Curumaní 03

Resistividad (Ohm-m)	Intervalo Profundidad (m)	Espesor (m)	Litología	Unidad Acuífera
453.6	0---1.26	1.26	gravas	Allah
4776.5	1.26---1.43	0.173	gravas	Qlla
33.7	1.43---71.65	70.22	arenas	Qlla
275.3	71.65---133.1	61.52	limolitas y areniscas	Jqv
165.3	> 133.1		limolitas y areniscas	Jqv

El tipo de curva del sondeo CUR 04 se presenta a continuación, Figura 15.

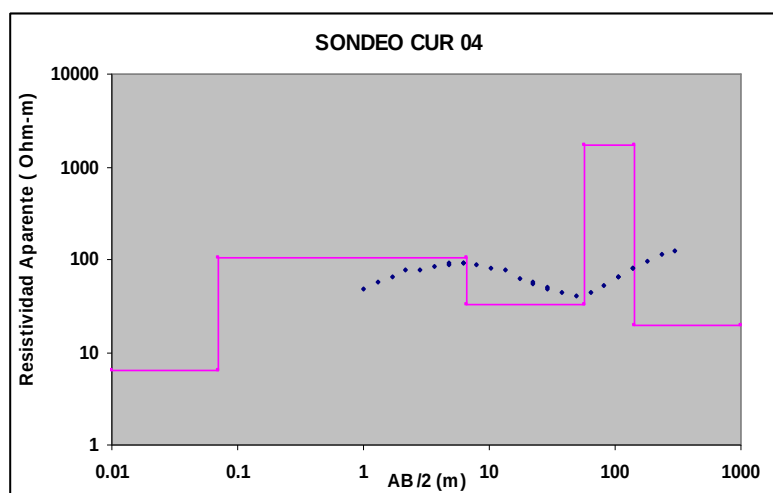


Figura 15. Sondeo Eléctrico Vertical Curumaní 04

La interpretación matemática y correlación hidrogeológica del sondeo CUR 04 se presenta a continuación: Tabla 10.

Tabla 10. Interpretación Sondeo Eléctrico Curumaní 04.

Resistividad (Ohm-m)	Intervalo Profundidad (m)	Espesor (m)	Litología	Unidad Acuífera
6.27	0---0.0699	0.0699	arcilla	Qlla
104	0.0699---6.63	6.56	gravas	Qlla
32.6	6.63---57.77	51.14	arenas	Qlla
1701.2	57.77---142.4	84.7	limolitas y areniscas	Jqv
19.44	> 142.4		limolitas y areniscas	Jqv

El tipo de curva del sondeo CUR 05 se presenta a continuación: Figura 16.

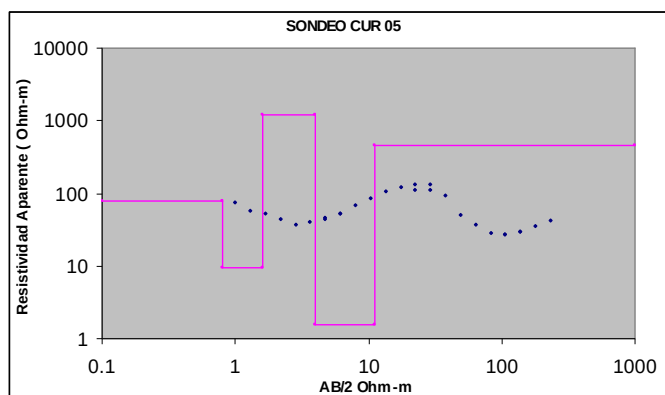


Figura 16. Sondeo Eléctrico Vertical Curumaní 05

La interpretación matemática y correlación hidrogeológica del sondeo CUR 05 se presenta a continuación: Tabla 11.

Tabla 11. Interpretación Sondeo Eléctrico Curumaní 05.

Resistividad Ohm-m)	Intervalo Profundidad (m)	Espesor (m)	Litología	Unidad Acuífera
75.18	0----0.821	0.821	arenas	Qlla
6.85	0.821----1.43	0.615	arcillas	Qlla
1270.2	1.43----3.67	2.23	gravas	Qlla
0.109	3.67----4.13	0.464	arcillas	Qlla
223.3	> 4.13		basamento geoelectrica	Pzmv o Jqv

El tipo de curva del sondeo CUR 06 se presenta a continuación: Figura 17.

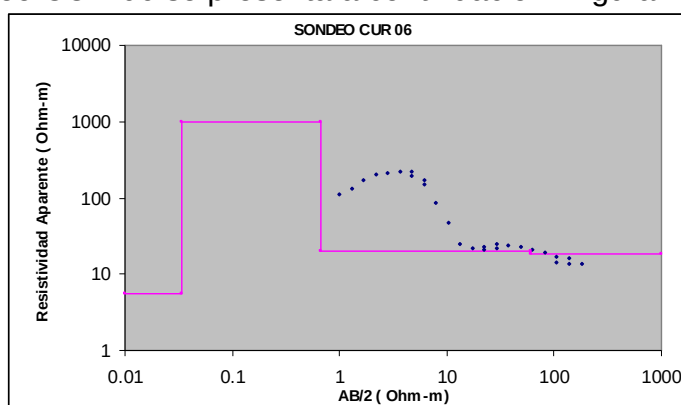


Figura 17. Sondeo Eléctrico Vertical Curumaní 06.

La interpretación matemática y correlación hidrogeológica del sondeo CUR 06 se presenta a continuación: Tabla 12.

Tabla 12. Interpretación Sondeo Eléctrico Curumaní 06

Resistividad (Ohm-m)	Intervalo Profundidad (m)	Espesor (m)	Litología	Unidad Acuífera
5.55	0-----0.0334	0.0334	arcilla	Qlla
981.4	0.0334----0.659	0.625	gravas	Qlla
19.66	0.0659----60.16	59.5	arenas	Qlla
18.64	> 60.16		basamento	Kir

El tipo de curva del sondeo CUR 07 se presenta a continuación, Figura 18.

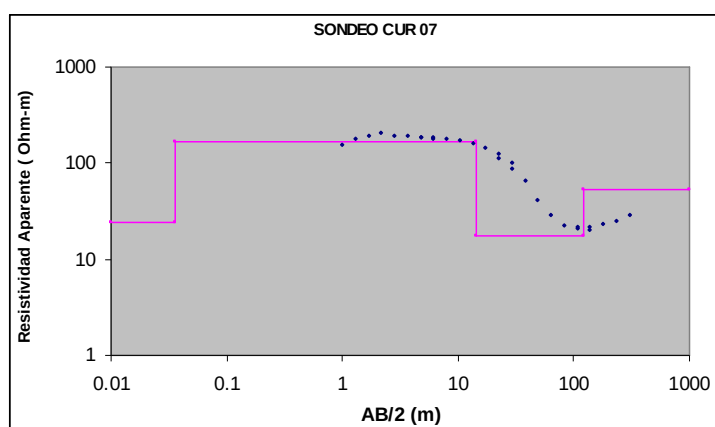


Figura 18. Sondeo Eléctrico Vertical Curumaní 07.

La interpretación matemática y correlación hidrogeológica del sondeo CUR 07 se presenta a continuación: Tabla 13.

Tabla 13. Interpretación Sondeo Eléctrico Curumaní 07.

Resistividad (Ohm-m)	Intervalo Profundidad (m)	Espesor (m)	Litología	Unidad Acuífera
24.47	0.0361	0.0361	arenas	Qlla
169.3	14.52	14.48	gravas	Qlla
17.4	123.4	108.9	arenas	Qlla
53.43			gravas	Qlla

El tipo de curva del sondeo CUR 08 se presenta a continuación, Figura 19.

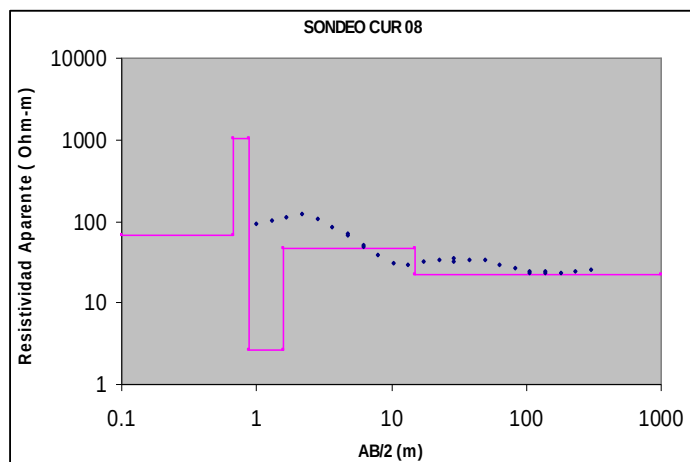


Figura 19. Sondeo Eléctrico Vertical Curumaní 08.

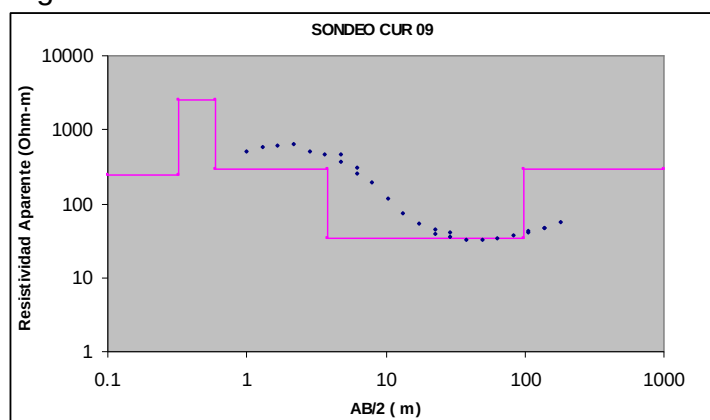
La interpretación matemática y correlación hidrogeológica del sondeo CUR 08 se presenta a continuación, Tabla 14.

Tabla 14. Interpretación Sondeo Eléctrico Curumaní 08.

Resistividad (Ohm-m)	Intervalo Profundidad (m)	Espesor (m)	Litología	Unidad Acuífera
69.05	0---0.678	0.678	arenas	Qlla
1050.1	0.0678---0.885	0.206	gravas	Qlla
2.61	0.885---1.59	0.712	arcillas	Qlla
46.19	1.59---14.81	13.22	arenas	Qlla
22.37	>14.81		arenas	Qlla

El tipo de curva del sondeo CUR 09 se presenta a continuación, Figura 20

Figura 20. Sondeo Eléctrico Vertical Curumaní 09.



La interpretación matemática y correlación hidrogeológica del sondeo CUR 09 se presenta a continuación, Tabla 15.

Tabla 15. Interpretación Sondeo Eléctrico Curumaní 09.

Resistividad (Ohm-m)	Intervalo Profundidad (m)	Espesor (m)	Litología	Unidad Acuífera
246.5	0.325	0.325	gravas	Qlla
2510.2	0.594	0.269	gravas	Qlla
291.6	3.82	3.22	gravas	Qlla
33.35	97.51	93.68	arenas	Qlla
298.7			arenas	Qlla

El tipo de curva del sondeo CUR 10 se presenta a continuación, Figura 21.

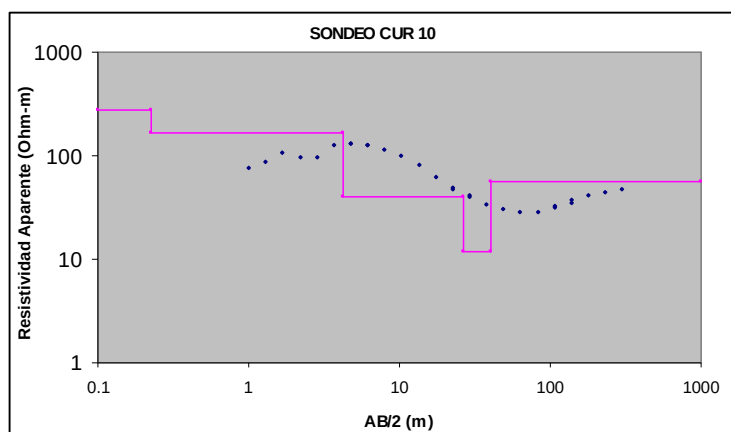


Figura 21. Sondeo Eléctrico Vertical Curumaní 10.

La interpretación matemática y correlación hidrogeológica del sondeo CUR 10 se presenta a continuación, Tabla 16.

Tabla 16. Interpretación Sondeo Eléctrico Curumaní 10.

Resistividad (Ohm-m)	Intervalo Profundidad (m)	Espesor (m)	Litología	Unidad Acuífera
278.5	0---0.224	0.224	arenas	Qlla
166.1	0.224---4.26	4.03	gravas	Qlla
40.1	4.26---26.83	22.56	arenas	Qlla
11.86	26.83---40.55	13.72	limos	Qlla
56.6	> 40.55		arenas	Qlla

El tipo de curva del sondeo CUR 11 se presenta a continuación, Figura 22.

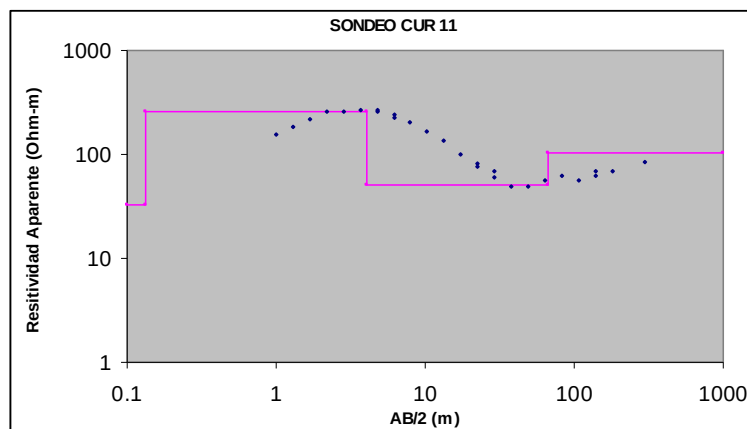


Figura 22. Sondeo Eléctrico Vertical Curumaní 11.

La interpretación matemática y correlación hidrogeológica del sondeo CUR 11 se presenta a continuación, Tabla 17.

Tabla 17. Interpretación Sondeo Eléctrico Curumaní 11.

Resistividad (Ohm-m)	Intervalo Profundidad (m)	Espesor (m)	Litología	Unidad Acuífera
32.2	0---0.133	0.133	arenas	Qlla
258.6	0.133---4.03	3.09	gravas	Qlla
51.35	4.03---66.24	62.21	arenas	Qlla
104.9	> 66.24		gravas	Qlla

El tipo de curva del sondeo CUR 12 se presenta a continuación, Figura 23

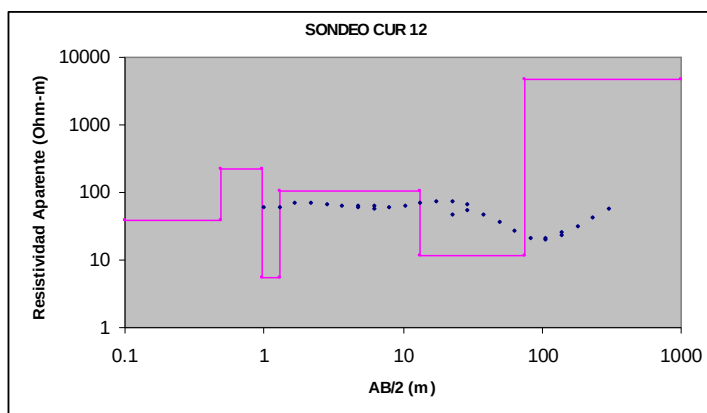


Figura 23. Sondeo Eléctrico Vertical Curumaní 12.

La interpretación matemática y correlación hidrogeológica del sondeo CUR 12 se presenta a continuación, Tabla 18.

Tabla 18. Interpretación Sondeo Eléctrico Curumaní 12.

Resistividad (Ohm-m)	Intervalo Profundidad (m)	Espesor (m)	Litología	Unidad Acuífera
39	0----0.49	0.49	arenas	Qlla
224.3	0.49----0.964	0.473	gravas	Qlla
5.54	0.964----1.29	0.329	arcillas	Qlla
102.6	1.29----13.32	12.02	gravas	Qlla
11.7	13.32----74.53	61.2	arenas	Qlla
4724.3	> 74.53			basamento

El tipo de curva del sondeo CUR 13 se presenta a continuación, Figura 24.

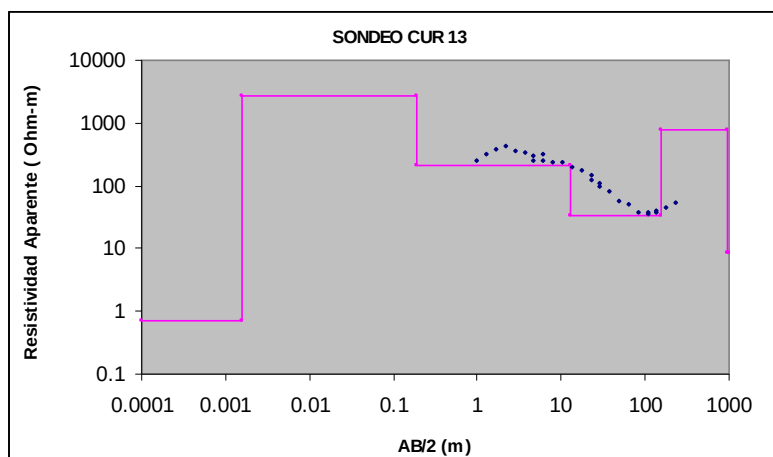


Figura 24. Sondeo Eléctrico Vertical Curumaní 13.

La interpretación matemática y correlación hidrogeológica del sondeo CUR 13 se presenta a continuación: Tabla 19.

Tabla 19. Interpretación Sondeo Eléctrico Curumaní 13.

Resistividad (Ohm-m)	Intervalo Profundidad (m)	Espesor (m)	Litología	Unidad Acuífera
0.703	0----0.00159	0.00159	arcillas	Qlla
2702.7	0.00159----0.188	0.187	gravas	Qlla
215.4	0.188----12.98	12.79	gravas	Qlla
33.4	12.98----155.3	142.3	arenas	Qlla
765.1	155.3----939.1	783.7	basamento	Jqv o Kir o Pzmv
8.38	> 939.1		basamento	Jqv o Kir o Pzmv

El tipo de curva del sondeo CUR 14 se presenta a continuación, Figura 25.

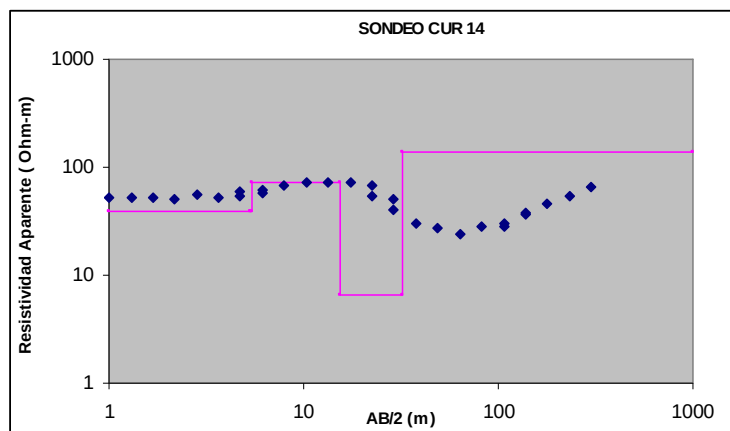


Figura 25. Sondeo Eléctrico Vertical Curumaní 14.

La interpretación matemática y correlación hidrogeológica del sondeo CUR 14 se presenta a continuación: Tabla 20.

Tabla 20. Interpretación Sondeo Eléctrico Curumaní 14.

Resistividad (Ohm-m)	Intervalo Profundidad (m)	Espesor (m)	Litología	Unidad Acuífera
39.13	5.31	5.31	arenas	Qlla
38.85	5.46	0.148	arenas	Qlla
71.91	15.53	10.07	gravas	Qlla
6.64	32,35	16.82	arenas	Qlla
136.3			gravas	Qlla

7.1.2. Municipios de Pailitas-Tamalameque, Pelaya, La Gloria.

En los municipios de Pailitas, Tamalameque, Pelaya, La Gloria y Aguachica se presentan las siguientes características:

La agrupación y distribución de valores de resistividad es como sigue: (Ingeominas 1995)

- o 65-700 ohm-m, hasta profundidades que oscilan entre 75 y 210 m. en el sector de La Gloria; pueden corresponder a depósitos de gravas y arenas del cuaternario. Así mismo, 14-25 ohm-m, hasta unos 85 m. de profundidad alrededor del case río La Mata; corresponden a arenas y limos de los Abanicos Aluviales del cuaternario.
- o 5-9 ohm-m, hasta 70 y 300 m. de profundidad bajo La Mata; pueden corresponder a niveles arcillosos del Terciario, representados por la Unidad Sedimentitas de Arjona

- o 40-65 ohm-m, como basamento geoelectrico, pueden correlacionarse con rocas volcánicas de La Quinta Volcanoclástico y cretáceas no diferenciadas.

7.1.2.1 Interpretación Sondeos Eléctricos Pailitas

El tipo de curva del sondeo PAIL 01 se presenta a continuación, Figura 26.

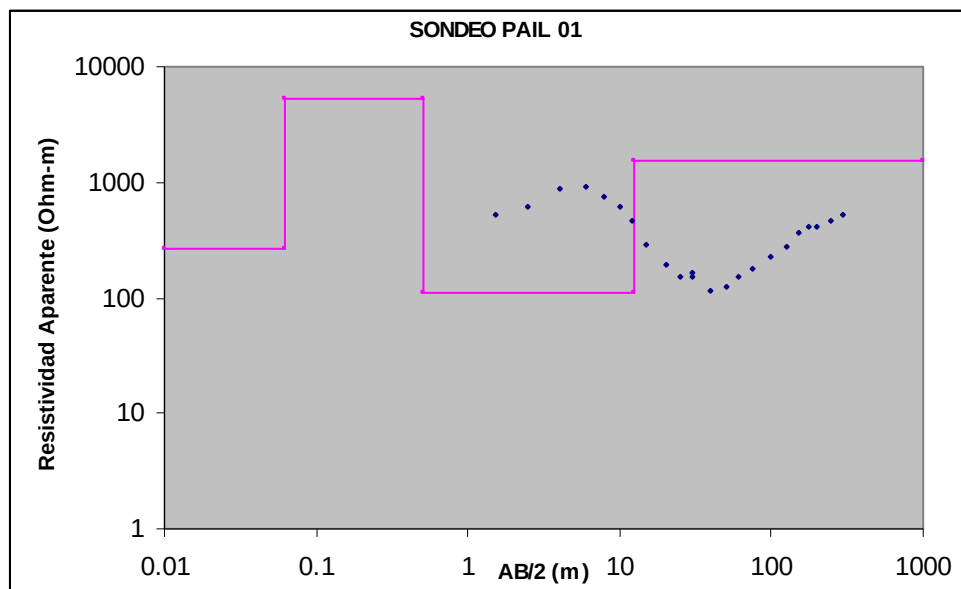


Figura 26. Sondeo Eléctrico Vertical Pailitas 01.

La interpretación matemática y correlación hidrogeológica del sondeo PAIL 01 se presenta a continuación, Tabla 21.

Tabla 21. Interpretación Sondeo Eléctrico Pailitas 01.

Resistividad (Ohm-m)	Intervalo Profundidad (m)	Espesor (m)	Litología	Unidad Acuífera
267	0---0.663	0.663	arenas	Qcal ₁
5287.8	0.663---1.47	0.812	gravas	Qcal ₁
111.5	1.47---44.64	43.16	gravas	Qcal ₁
1506	> 44.64		basamento	Jqv

El tipo de curva del sondeo PAIL 02 se presenta a continuación, Figura 27.

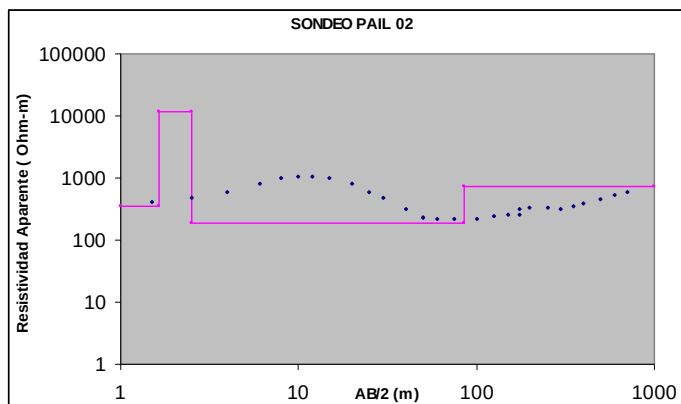


Figura 27. Sondeo Eléctrico Vertical Pailitas 02.

La interpretación matemática y correlación hidrogeológica del sondeo PAIL 02 se presenta a continuación, Tabla 22.

Tabla 22. Interpretación Sondeo Eléctrico Pailitas 02.

Resistividad (Ohm-m)	Intervalo Profundidad (m)	Espesor (m)	Litología	Unidad Acuífera
350.9	0----1.65	1.65	gravas	Qcal ₁
11528	1.65----2.51	0.863	gravas	Qcal ₁
191.9	2.51----95.5	93.98	gravas	Qcal ₁
720.6	> 95.5		basamento	Jqv

7.1.2.2 Interpretación Sondeos Eléctricos Tamalameque

El tipo de curva del sondeo TAMAL 01 se presenta a continuación, Figura 28.

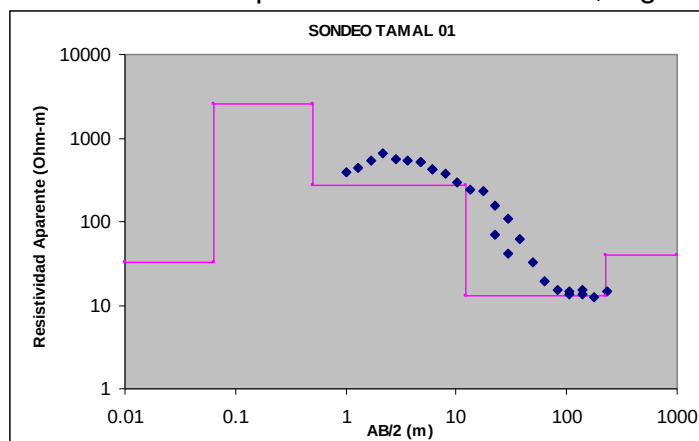


Figura 28. Sondeo Eléctrico Vertical Tamalameque 01.

La interpretación matemática y correlación hidrogeológica del sondeo PAIL TAMAL 01 se presenta a continuación, Tabla 23.

Tabla 23. Interpretación Sondeo Eléctrico Tamalameque 01.

Resistividad (Ohm-m)	Intervalo Profundidad(m)	Espesor (m)	Litología	Unidad Acuífera
32.13	0---0.0631	0.0631	arenas	Qfl ₁
2536.5	0.0631---0.502	0.439	gravas	Qfl ₁
267.2	0.502---12.34	11.84	gravas	Qfl ₁
12.85	12.34---228	215.6	arenas	Qcal ₁
40.08	> 228		arenas	Qcal ₁

El tipo de curva del sondeo TAMAL 02 se presenta a continuación, Figura 29.

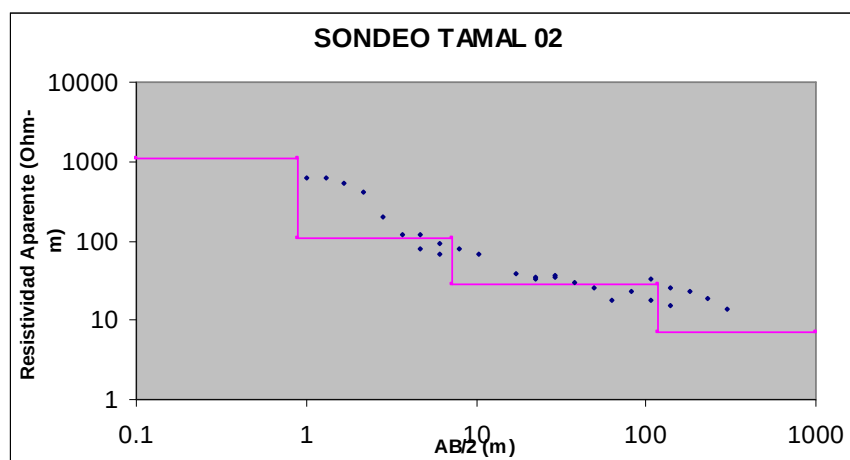


Figura 29. Sondeo Eléctrico Vertical Tamalameque 02.

La interpretación matemática y correlación hidrogeológica del sondeo TAMAL 02 se presenta a continuación, Tabla 24.

Tabla 24. Interpretación Sondeo Eléctrico Tamalameque 02.

Resistividad (Ohm-m)	Intervalo Profundidad (m)	Espesor (m)	Litología	Unidad Acuífera
1072.4	0---0.889	0.889	gravas	Qcal ₁
108	0.889---7.15	6.26	gravas	Qcal ₁
28.72	7.15---118.1	110.9	arenas	Qcal ₁
7.17	> 118.1			Qcal ₁

EVALUACION DEL POTENCIAL DEL AGUA SUBTERRANEA EN LOS MUNICIPIOS DE CURUMANI, PAILITAS, TAMALAMEQUE, PELAYA, LA GLORIA, GAMARRA, AGUACHICA, RIO DE ORO, SAN MARTIN Y SAN ALBERTO, DEPARTAMENTO DEL CESAR.
CONVENIO 097-2003-06-2007

El tipo de curva del sondeo TAMAL 03 se presenta a continuación, Figura 30.

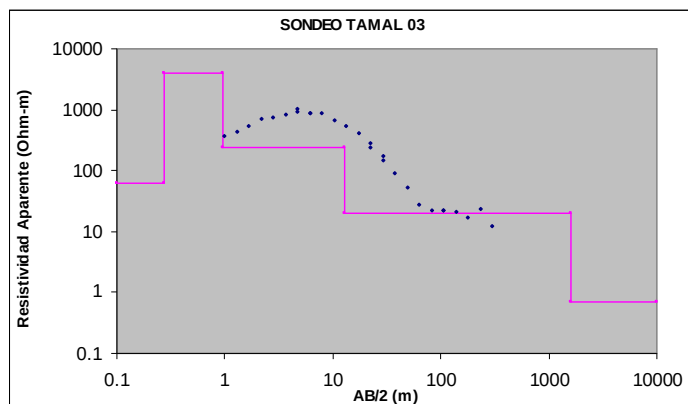


Figura 30. Sondeo Eléctrico Vertical Tamalameque 03.

La interpretación matemática y correlación hidrogeológica del sondeo PAIL TAMAL 03 se presenta a continuación, Tabla 25.

Tabla 25. Interpretación Sondeo Eléctrico Tamalameque 03.

Resistividad (Ohm-m)	Intervalo Profundidad (m)	Espesor (m)	Litología	Unidad Acuífera
63.82	0---0.271	0.271	arenas	Qcal ₁
4025.7	0.271---0.954	0.683	gravas	Qcal ₁
240.3	0.954---12.84	11.89	gravas	Qcal ₁
19.88	12.84---1608.5	1595.6	arenas	Qcal ₁
0.714	> 1608.5			

El tipo de curva del sondeo TAMAL 04 se presenta a continuación, Figura 31.

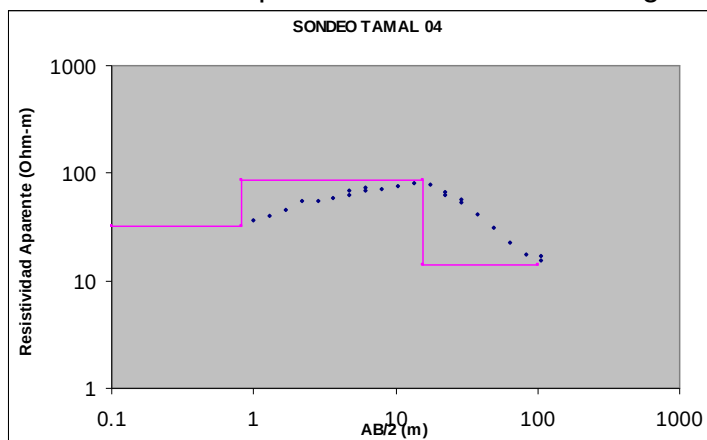


Figura 31. Sondeo Eléctrico Vertical Tamalameque 04.

La interpretación matemática y correlación hidrogeológica del sondeo TAMAL 04 se presenta a continuación: Tabla 26.

Tabla 26. Interpretación Sondeo Eléctrico Tamalameque 04.

Resistividad (Ohm-m)	Intervalo Profundidad (m)	Espesor (m)	Litología	Unidad Acuífera
31.83	0---0.813	0.813	arenas	Qfl ₁
86.6	0.813---15.46	14.64	gravas	Qfl ₁
13.92	> 15.46		arenas	Qfl ₁

El tipo de curva del sondeo TAMAL 05 se presenta a continuación, Figura 32.

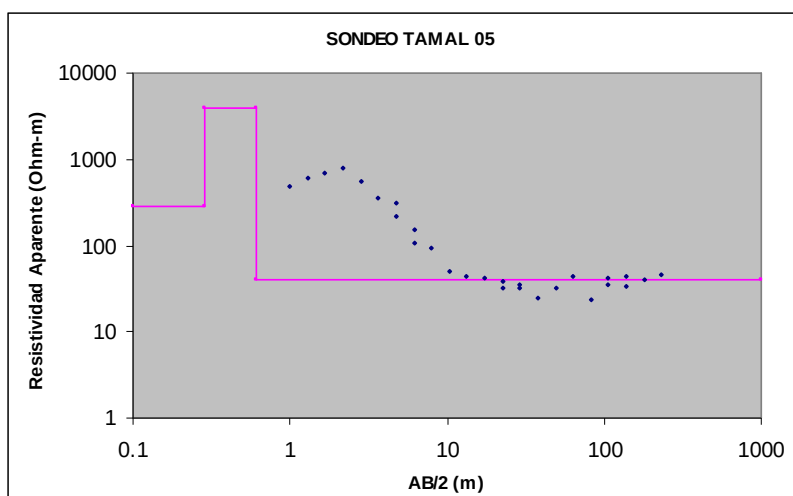


Figura 32. Sondeo Eléctrico Vertical Tamalameque 04.

La interpretación matemática y correlación hidrogeológica del sondeo TAMAL 05 se presenta a continuación, Tabla 27.

Tabla 27. Interpretación Sondeo Eléctrico Tamalameque 05.

Resistividad (Ohm-m)	Intervalo Profundidad (m)	Espesor (m)	Litología	Unidad Acuífera
279	0---0.284	0.284	gravas	Qcal ₁
3962.3	0.284---0.615	0.331	gravas	Qcal ₁
39.57	> 0.615		arenas	Qcal ₁

7.1.2.3 Interpretación Sondeos Eléctricos Municipio de Pelaya.

El tipo de curva del sondeo PEL 01 se presenta a continuación, Pelaya 01, Figura 33.

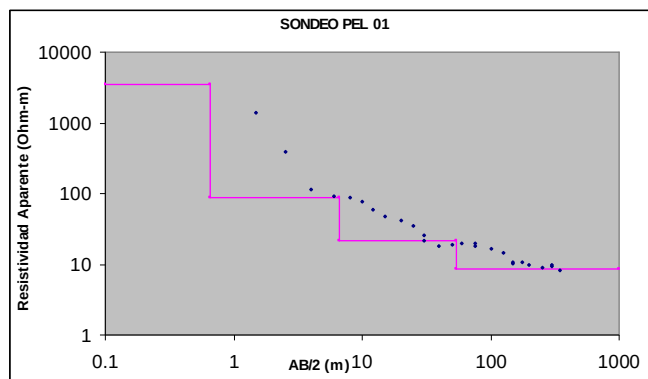


Figura 33. Sondeo Eléctrico Vertical Pelaya 01.

La interpretación matemática y correlación hidrogeológica del sondeo PEL01 se presenta a continuación: Tabla 28.

Tabla 28. Interpretación Sondeo Eléctrico Pelaya 01.

Resistividad (Ohm-m)	Intervalo Profundidad (m)	Espesor (m)	Litología	Unidad Acuífera
3520	0----0.655	0.655	gravas	Qcal ₁
88.8	0.655----6.68	6.03	gravas	Qcal ₁
21.46	6.68----54.22	47.53	arenas	Qcal ₁
8.46	> 54.22		basamento	Kit-Jqv

El tipo de curva del sondeo PEL 02 se presenta a continuación, Figura 34.

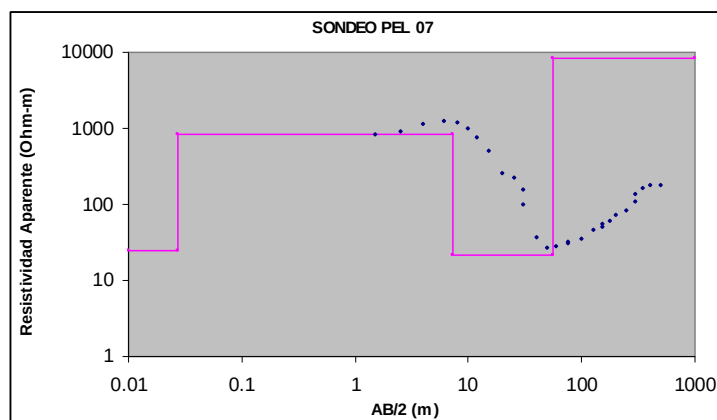


Figura 34. Sondeo Eléctrico Vertical Pelaya 02.

La interpretación matemática y correlación hidrogeológica del sondeo PEL02 se presenta a continuación, Tabla 29.

Tabla 29. Interpretación Sondeo Eléctrico Pelaya 02.

Resistividad (Ohm-m)	Intervalo Profundidad (m)	Espesor (m)	Litología	Unidad Acuífera
24.4	0---0.0269	0.0269	gravas	Qcal ₂
841.1	0.0269---7.21	7.19	gravas	Qcal ₂
21.38	7.21---56.49	49.27	arenas	Qcal ₂
8261	> 56.49		basamento	Kit-Jqv

7.1.2.4 Interpretación Sondeos Eléctricos Municipio de La Gloria.

El tipo de curva del sondeo La GLOR 01 se presenta a continuación, Figura 35.

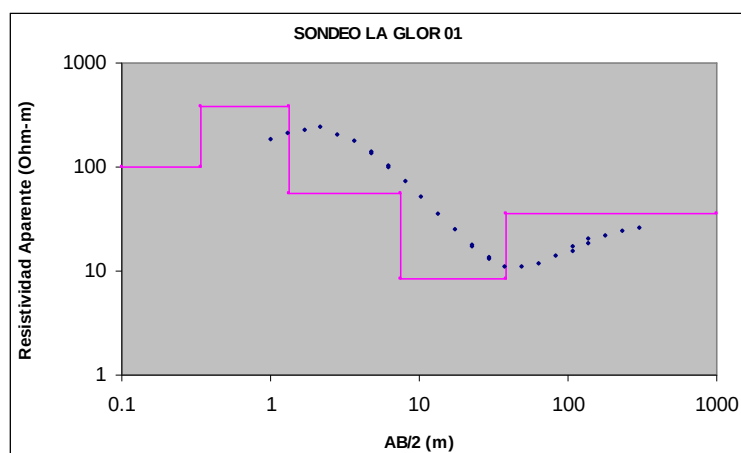


Figura 35. Sondeo Eléctrico Vertical La Gloria 01.

La interpretación matemática y correlación hidrogeológica del sondeo La GOR 01 se presenta a continuación: Tabla 30.

Tabla 30. Interpretación Sondeo Eléctrico La Gloria 01.

Resistividad (Ohm-m)	Intervalo Profundidad (m)	Espesor (m)	Litología	Unidad Acuífera
101	0---0.339	0.339	gravas	Qcal ₁
388.6	0.339---1.33	0.997	gravas	Qcal ₁
56.19	1.33---7.48	6.147	arenas	Qcal ₁
8.43	7.48---38.55	31.06	limos	Qcal ₁
35.07	> 38.55		arenas	Qcal ₁

El tipo de curva del sondeo La GLOR 02 se presenta a continuación: Figura 36

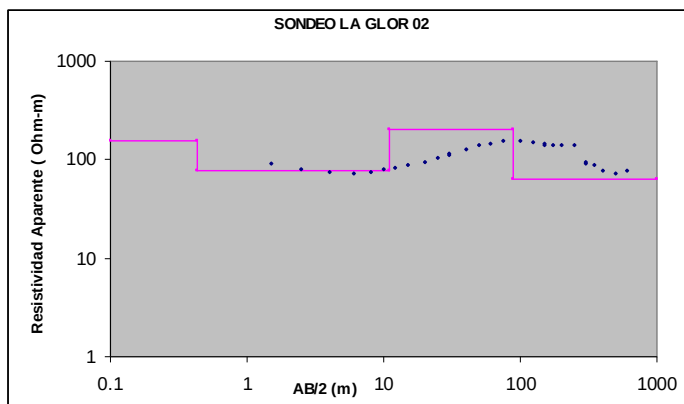


Figura 36. Sondeo Eléctrico Vertical La Gloria 02.

La interpretación matemática y correlación hidrogeológica del sondeo La GOR 02 se presenta a continuación: Tabla 31.

Tabla 31. Interpretación Sondeo Eléctrico La Gloria 02.

Resistividad (Ohm-m)	Intervalo Profundidad (m)	Espesor (m)	Litología	Unidad Acuífera
157.8	0----0.436	0.436	gravas	Qcal ₁
77.01	0.436----10.96	10.52	gravas	Qcal ₁
204	10.96----89.18	78.22	gravas	Qcal ₁
63.02	> 89.18		gravas	Qcal ₁

El tipo de curva del sondeo La GLOR 03 se presenta a continuación, Figura 37.

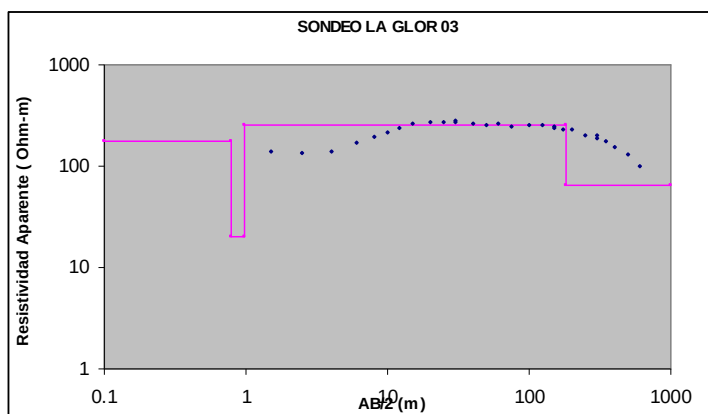


Figura 37. Sondeo Eléctrico Vertical La Gloria 03.

La interpretación matemática y correlación hidrogeológica del sondeo La GOR 03 se presenta a continuación: Tabla 32.

Tabla 32. Interpretación Sondeo Eléctrico La Gloria 03.

Resistividad (Ohm-m)	Intervalo Profundidad (m)	Espesor (m)	Litología	Unidad Acuífera
175.4	0---0.778	0.778	gravas	Qcal ₁
20.39	.0.778---0.985	0.207	gravas	Qcal ₁
251.6	0.985----183.1	182.1	gravas	Qcal ₁
64.27	> 183.1		gravas	Qcal ₁

7.1.3. Modelo Geofísico Municipio de Aguachica.

Desde el sector de Gamarra hasta la parte oriental del municipio de Aguachica se presenta la siguiente agrupación y distribución de los valores de resistividad (Ingeominas 1995)

- o 27-209 ohm-m, hasta una profundidad máxima de 35 m. en Aguachica; corresponden a gravas, arenas y limos del Cuaternario.
- o 8-26 ohm-m, hasta una profundidad de 220 m. en Aguachica; pueden corresponder a alternancias de limos, arenas y arcillas del Cuaternario
- o 1-10 ohm-m, hasta profundidades mayores de 250 m.; corresponde a arcillolitas del terciario. (Sedimentitas de Arjona).
- o 12-18 ohm-m, como base geoelectrica; corresponde a lutitas del Cretáceo no diferenciado.

7.1.3.1 Interpretación Sondeos Eléctricos Municipio de Aguachica.

El tipo de curva del sondeo AGUACH 01 se presenta a continuación, Figura 38.

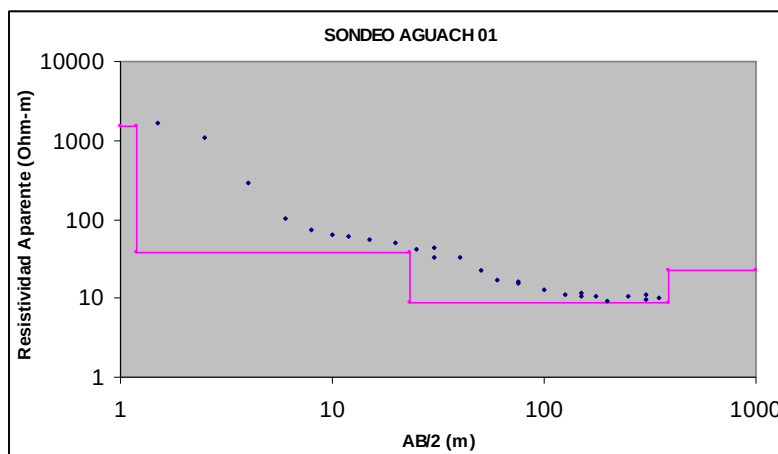


Figura 38. Sondeo Eléctrico Vertical La Gloria 04.

La interpretación matemática y correlación hidrogeológica del sondeo AGUACH 01 se presenta a continuación, Tabla 33.

Tabla 33. Interpretación Sondeo Eléctrico Aguachica 01.

Resistividad (Ohm-m)	Intervalo Profundidad (m)	Espesor (m)	Litología	Unidad Acuífera
1536.4	0---1.19	1.19	gravas	Qcal ₂
37.79	1.19---23.11	21.92	arenas	Qcal ₂
8.98	23.11---386.7	363.6	gravas	Qcal ₁
22.82	> 386.7			

7.1.4. Modelo Geofísico Municipios de San Martín.

Desde la región de Barranca de Lebrija hasta el sector nororiental del municipio de San Martín la agrupación de valores y su distribución es como sigue: (Ingeominas 1995).

- o 35-250 ohm-m, hasta profundidades entre 10 y 22 m.; puede corresponder a depósitos de arenas y gravas del Cuaternario. (Abanicos Aluviales)
- o 5-8 ohm-m, hasta profundidades variables entre 50 y 100 m.; corresponden a arcillas del Cuaternario.
- o 12-35 ohm-m, hasta profundidades entre 100 y 185 m.; pueden corresponder a intercalaciones de arenas, limos y arcillas del Terciario.
- o 4-7 ohm-m, como base geoelectrica pueden correlacionarse con arcillositas del Terciario (Sedimentitas de Arjona).

7.1.4.1 Interpretación Sondeos Eléctricos Municipio de San Martín.

El tipo de curva del sondeo SAN MART 01 se presenta a continuación, Figura 39.

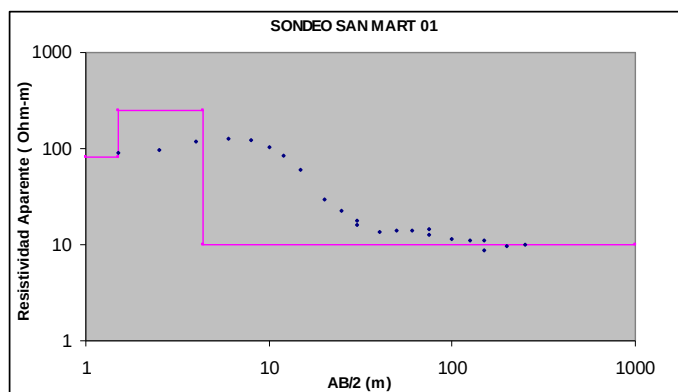


Figura 39. Sondeo Eléctrico Vertical San Martín 01.

La interpretación matemática y correlación hidrogeológica del sondeo SAN MART 01 se presenta a continuación, Tabla 34.

Tabla 34. Interpretación Sondeo Eléctrico San Martín 01.

Resistividad (Ohm-m)	Intervalo Profundidad (m)	Espesor (m)	Litología	Unidad Acuífera
82.7	1.5	1.5	gravas	Qcal ₂
252.9	4.4	2.89	gravas	Qcal ₂
10.01			basamento	

El tipo de curva del sondeo SAN MART 02 se presenta a continuación, Figura 40.

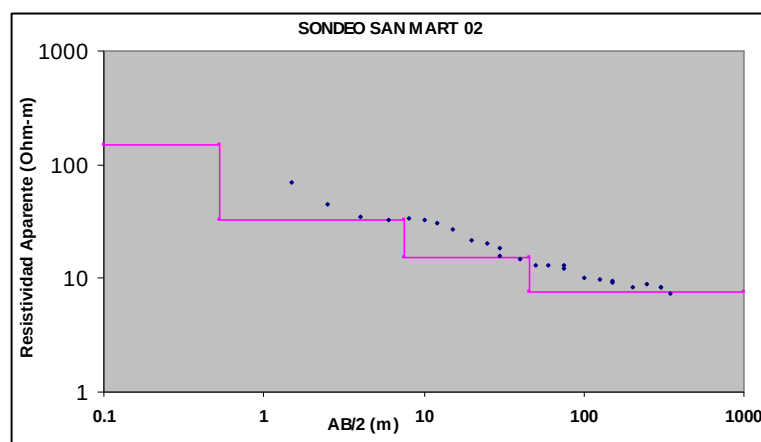


Figura 40. Sondeo Eléctrico Vertical San Martín 01.

La interpretación matemática y correlación hidrogeológica del sondeo SAN MART 02 se presenta a continuación, Tabla 35.

Tabla 35. Interpretación Sondeo Eléctrico San Martín 02.

Resistividad (Ohm-m)	Intervalo Profundidad (m)	Espesor (m)	Litología	Unidad Acuífera
150.7	0.534	0.534	gravas	Qcal ₂
32.46	7.56	7.03	gravas	Qcal ₂
15.06	45.5	37.03	gravas	Qcal ₂
7.63			basamento	Jqv

7.1.5. Modelo Geofísico Municipios de San Alberto

Entre San Marín y San Alberto la agrupación y distribución de valores de resistividades es como sigue (Ingeominas 1995)

- o 20-500 ohm-m, hasta profundidades variables entre 10 y 50 m.; corresponde a depósitos de arenas, limos y gravas de Aluviones Recientes del Cuaternario.
- o 5-14 ohm-m, hasta profundidades variables entre 50 y 150 m.; corresponde a intercalaciones de arcillas, limos y algunas arenas de Aluviones Recientes del Cuaternario.
- o 15-50 ohm-m, hasta profundidades entre 150 y 275 m.; corresponden a arenas, limos y gravas de Aluviones Recientes del Cuaternario.
- o 5-10 ohm-m, como base geoelectrica, corresponden a niveles arcillosos del Terciario. (Sedimentitas de Arjona)

7.1.5.1 Interpretación Sondeos Eléctricos Municipio de San Alberto

El tipo de curva del sondeo SAN ALBERT 01 se presenta a continuación, Figura 41.

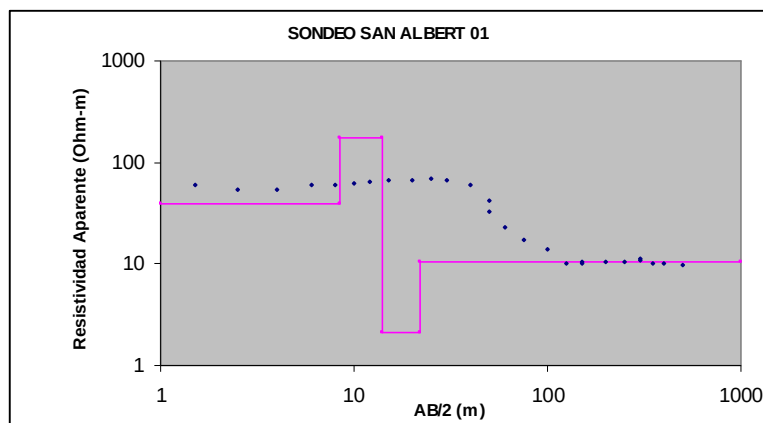


Figura 41. Sondeo Eléctrico Vertical San Alberto 01.

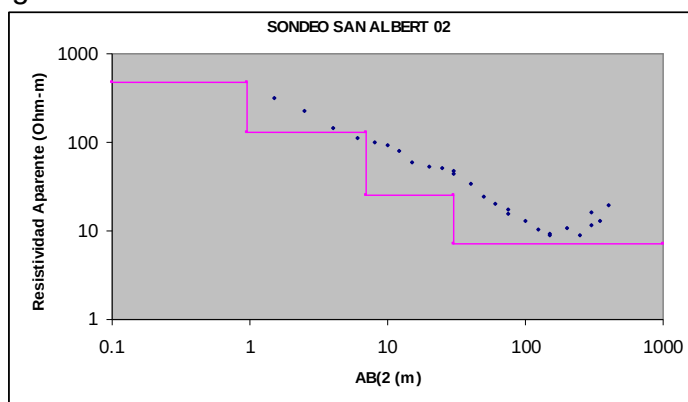
La interpretación matemática y correlación hidrogeológica del sondeo SAN ALBERT 01 se presenta a continuación, Tabla 36.

Tabla 36. Interpretación Sondeo Eléctrico San Alberto 01.

Resistividad (Ohm-m)	Elevación (techo m)	Espesor (m)	Litología	Unidad Acuífera
39.76	8.49	8.49	arenas	Qal
173.2	14.09	5.6	gravas	Qal
2.08	22.02	7.92	arcillas	Qal
10.49			arenas	Qal

El tipo de curva del sondeo SAN ALBERT 02 se presenta a continuación, Figura 42.

Figura 42. Sondeo Eléctrico Vertical San Alberto 02.



La interpretación matemática y correlación hidrogeológica del sondeo SAN ALBERT 02 se presenta a continuación: Tabla 37.

Tabla 37. Interpretación Sondeo Eléctrico San Alberto 02.

Resistividad (Ohm-m)	Elevación (techo m)	Espesor (m)	Litología	Unidad Acuífera
473.8	0.942	0.942	gravas	Qal
131.9	6.9	5.96	gravas	Qal
25.19	30.28	23.38	arenas	Qal
7.28			arcillas	Qal

El tipo de curva del sondeo SAN ALBERT 03 se presenta a continuación, Figura 43.

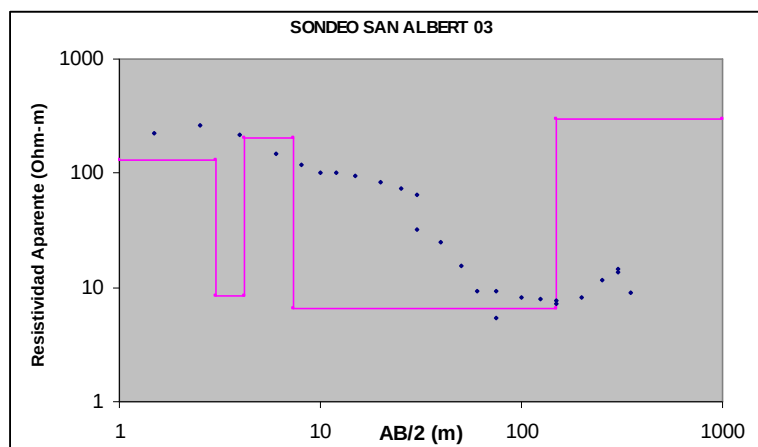


Figura 43. Sondeo Eléctrico Vertical San Alberto 03.

La interpretación matemática y correlación hidrogeológica del sondeo SAN ALBERT 03 se presenta a continuación, Tabla 38.

Tabla 38. Interpretación Sondeo Eléctrico San Alberto 03.

Resistividad (Ohm-m)	Elevación (techo m)	Espesor (m)	Litología	Unidad Acuífera
128.5	3.03	3.03	gravas	Qal
8.53	4.17	1.14	limos	Qal
204.4	7.36	3.18	gravas	Qal
6.55	149.1	141.7	arcillas	Qal
301.1			basamento	

8. PROPIEDADES FISICO-QUIMICAS.

Durante la realización del inventario de puntos de agua se tomaron datos de parámetros físicos químicos de campo en el área del convenio lo que ha permitido conocer el comportamiento espacial para los sistemas acuíferos de interés hidrogeológico para el Departamento del Cesar.

La conductividad eléctrica (CE) es una medida de la capacidad de una solución acuosa para conducir una corriente eléctrica; depende de la presencia de iones, su concentración total, movilidad, valencia, concentración relativa y temperatura de medición y se expresa en microSiemens por centímetro ($\mu\text{S}/\text{cm}$). Es un indicador del contenido de sales disueltas en el agua, cuya medición en campo es de gran importancia para la interpretación ambiental del recurso. En general las soluciones ácidas, bases y sales son buenas conductoras pero las de los compuestos orgánicos son escasas o nulas

Los principales compuestos presentes en el agua subterránea corresponden a cationes y aniones, entre los cuales se encuentran en mayor proporción el NO_3^- , proveniente de contaminación orgánica y concentraciones menores de F^- , PO_4^{3-} , CO_3^{2-} , Fe^{++} y otros componentes traza.

Las aguas subterráneas en función de la conductividad (que es una medida indirecta de salinidad), se clasifican como dulces, salobres o saladas. Los rangos de conductividad del agua indican que para valores menores a $1000 \text{ mS}/\text{cm}$ el agua es dulce, entre 1000 y $5000 \mu\text{S}/\text{cm}$ el agua es salobre y valores mayores a 5000 indican presencia de agua salada asociadas a ambientes marinos. Los efectos de la salinidad son en gran parte, osmóticos y se manifiestan generalmente por retardo en el crecimiento, producción de plantas enanas con hojas cada vez más pequeñas. En cuanto al riesgo que por salinidad presentan el uso de las aguas, el Laboratorio del USDA estableció cuatro grupos guía; Tabla 39.

CLASE	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA ($\mu\text{mhos}/\text{cm}$)	DESCRIPCIÓN
C1	$0 < \text{CE} < 250$	<u>Agua de Salinidad Baja</u> : Puede usarse para riego de la mayor parte de los cultivos y suelos, con poca probabilidad de desarrollar salinidad. Se requiere algún lavado, pero este ocurre en condiciones normales de irrigación.
C2	$250 < \text{CE} < 750$	<u>Agua de Salinidad Media</u> : Puede usarse si hay un lavado moderado del suelo. En casi todos los casos pueden crecer plantas moderadamente tolerantes a las sales, sin necesidad de prácticas especiales de control de salinidad.
C3	$750 < \text{CE} < 2250$	<u>Agua Altamente Salina</u> : No puede usarse en suelos con drenaje deficiente. Aun con drenaje adecuado, pueden ser necesarias prácticas especiales de control de la salinidad y seleccionar plantas con alta tolerancia a las sales.
C4	$2250 < \text{CE} < 5000$	<u>Agua Muy Altamente Salina</u> : No es adecuada para irrigación bajo condiciones ordinarias, pero puede usarse ocasionalmente, en circunstancias muy especiales. Los suelos deben ser permeables y el drenaje muy apropiado. El agua de irrigación debe aplicarse en exceso para que produzca un buen lavado. Deben seleccionarse cultivos altamente tolerantes a las sales.

Tabla 39. Clasificación de las Aguas Respecto al Riesgo por Salinidad



Las gráficas de isoconductividad se realizaron mediante interpolación de puntos de igual valor de conductividad mostrando una tendencia de aumento desde las zonas de recarga a descarga a medida que el agua fluye de mayores a menores potenciales en donde teóricamente se debe incrementar los sólidos disueltos y por consiguiente la conductividad del agua subterránea.

Los Sólidos Disueltos Totales (SDT) en el agua comprenden sustancias inorgánicas (calcio, magnesio, cloruros, potasio y sodio, bicarbonatos, cloruros y sulfatos) y pequeñas cantidades de materia orgánica. Estas sales minerales comunes, disueltas en cantidad considerable, afectan el sabor del agua.

Los SDT en el agua potable proceden de fuentes naturales, aguas residuales, escorrentías urbanas y desechos industriales. Las concentraciones de los SDT en el agua varían considerablemente en diferentes regiones geológicas, debido a la distinta solubilidad de los minerales.

Los sólidos disueltos totales (SDT) es un parámetro físico de gran importancia en la medición de la calidad del agua subterránea, ya que al igual que la conductividad eléctrica determina el grado de salinidad presente en la misma. La concentración de sólidos disueltos totales en el agua subterránea es proporcional a la concentración de la conductividad eléctrica, esta va aumentando a medida que se incrementa el contenido de sales disueltas en el agua.

Adicionalmente la medición de SDT en la calidad del agua, es de gran importancia para clasificar el óptimo uso del recurso en una población. De esta manera se establece que las aguas potables aptas para consumo humano deben tener concentraciones bajas de SDT teniendo en cuenta que a rangos menores de 500 mg/l el agua es de carácter dulce. No existen evidencias de que se produzcan reacciones fisiológicas nocivas en personas que consumen agua potable, proveniente de abastecimientos que tienen niveles de SD por encima de 1000 mg/L.

Si se considera el agua para uso agrícola los valores de SDT pueden incrementar dependiendo de la tolerancia que tenga el tipo de cultivo a la concentración de sales, por lo cual se encuentran valores críticos entre 1200 y 2000 mg/l; finalmente los requerimientos de calidad del agua para uso agropecuario pueden ser menores sin que causen efectos adversos sobre los animales, tal es el caso del ganado vacuno y ovino que llegan a tolerar 10000 mg/l de SDT.

El potencial de hidrogeno pH es el cologaritmo de la concentración de iones hidronio (H^+) en solución. Define si una solución es ácida o alcalina la cual esta definida por valores entre 1 a 14. Un Ph entre 1 y 7 es ácido y entre 7 a 14 es alcalinas o básico. El agua es neutra cuando tiene un pH de 7 a 24° C. Valores superiores a 11 tienen relación con la irritación ocular y agravación de trastornos cutáneos.

En general el pH es un parámetro de operación para procesos biológicos y físico químicos de agua potable y residual. El control del PH del agua es importante en los procesos de tratamiento e influye en fenómenos como la corrosión. Se puede decir que no tiene efectos directos sobre la

salud, pero afecta procesos importantes como la desinfección con cloro y se asocia a fenómenos tanto de corrosión como de incrustación en las redes de distribución.

Los ácidos y el bióxido de carbono libre, bajan el valor del pH. Carbonatos, bicarbonatos, hidróxidos, fosfatos, silicato y boratos, aumentan el valor del pH. Un pH igual 7 indica neutralidad en una solución: valores mayores indican alcalinidad y menores, acidez. La corrosividad, generalmente aumenta al disminuir el pH. Aguas excesivamente alcalinas, pueden atacar metales. El valor del potencial de hidrogeno pH, para el agua potable deberán estar comprendidos entre 6.5 y 9.0. El rango de pH admisible para irrigación es de 4.5 a 9.0.

A continuación se presentan la distribución espacial de la conductividad, el pH y los sólidos disueltos totales del agua subterránea para los sistemas acuíferos de interés hidrogeológico relacionándolos con los criterios de calidad admisibles del recurso para consumo humano y uso agrícola del decreto 1594 de 1984 .

8.1 Sistema Acuífero Depósitos de Llanura Aluvial (Qlla).

El mapa de isolíneas de conductividad para el Sistema Acuífero Depósito de Llanura Aluvial indica que las aguas son dulces; con conductividades que se ubican en el rango entre 200 a 800 Ohm-m. Localmente se presentan áreas con aguas saladas las cuales presentan valores de conductividades mayores de 1000 Ohm-m al suroccidente y nororiente, Figura 44.

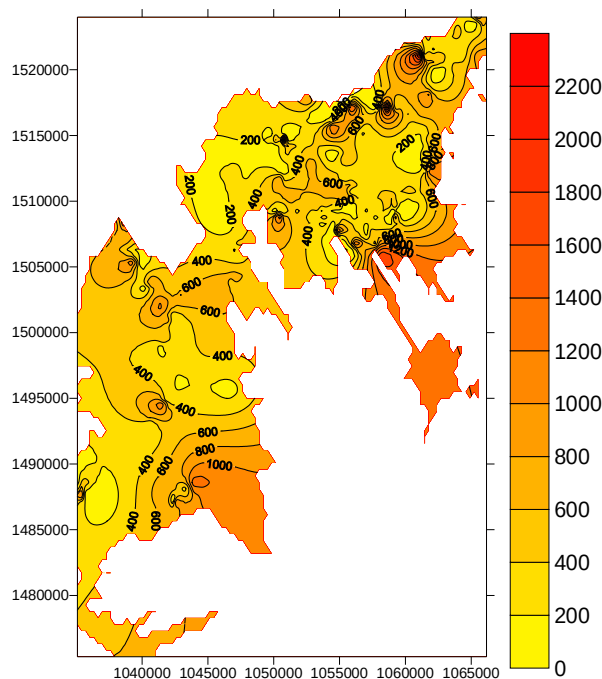


Figura 44. Mapa de Isoconductividad para el Sistema Acuífero (Qlla).

Las aguas subterráneas de la primera capa acuífera del Sistema Acuífero Depósito de Llanura Aluvial en general se pueden considerar de salinidad media y pueden usarse para irrigación si existe un lavado moderado del suelo.

El mapa de Isolíneas de Sólidos Disueltos Totales para el Sistema Acuífero Depósito de Llanura Aluvial indica que las aguas en general dulces y aptas para consumo humano; presentando valores que se ubican en el rango entre 200 y 500 mg/litro. Localmente se presentan áreas con aguas mayores de 500 mg/litro las cuales las hace no aptas para el consumo humano; y de uso restringido para algunos cultivos que no toleran altas concentraciones de sales, Figura 45.

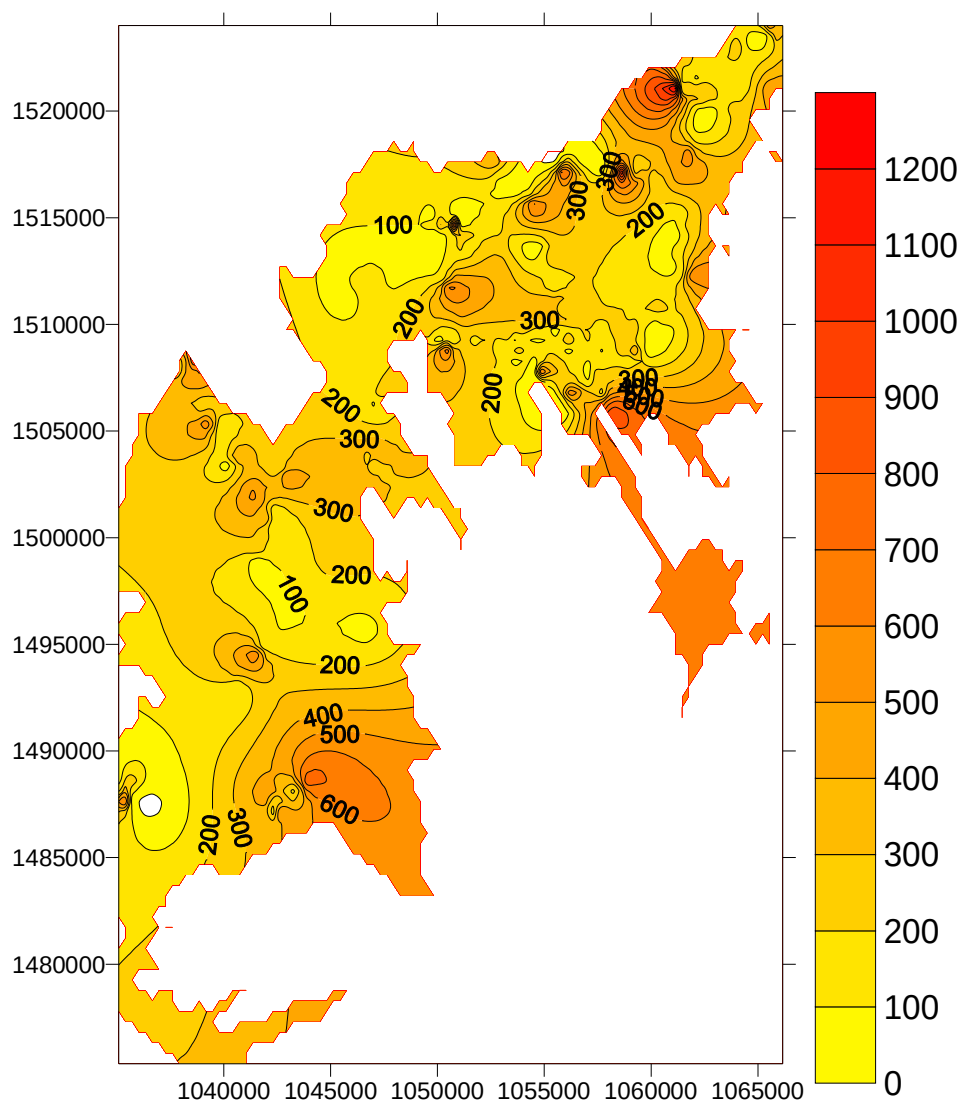


Figura 45. Mapa de Isosólidos Disueltos Totales para el Sistema Acuífero (Qlla).

EVALUACION DEL POTENCIAL DEL AGUA SUBTERRANEA EN LOS MUNICIPIOS DE CURUMANI, PAILITAS, TAMALAMEQUE, PELAYA, LA GLORIA, GAMARRA, AGUACHICA, RIO DE ORO, SAN MARTIN Y SAN ALBERTO, DEPARTAMENTO DEL CESAR.
CONVENIO 097-2003-06-2007

El mapa de Isolíneas de pH para el Sistema Acuífero Depósito de Llanura Aluvial indica que las aguas son potables ya que sus valores están comprendidos entre 6.5 y 9.0. Localmente hacia el suroccidente se presentan áreas con presencia de aguas alcalinas; asociadas a presencia de iones de carbonatos o bicarbonatos. En igual forma se presentan localmente aguas de características corrosivas (ph. en el rango de 3 a 4) hacia su parte media oriental, Figura 46.

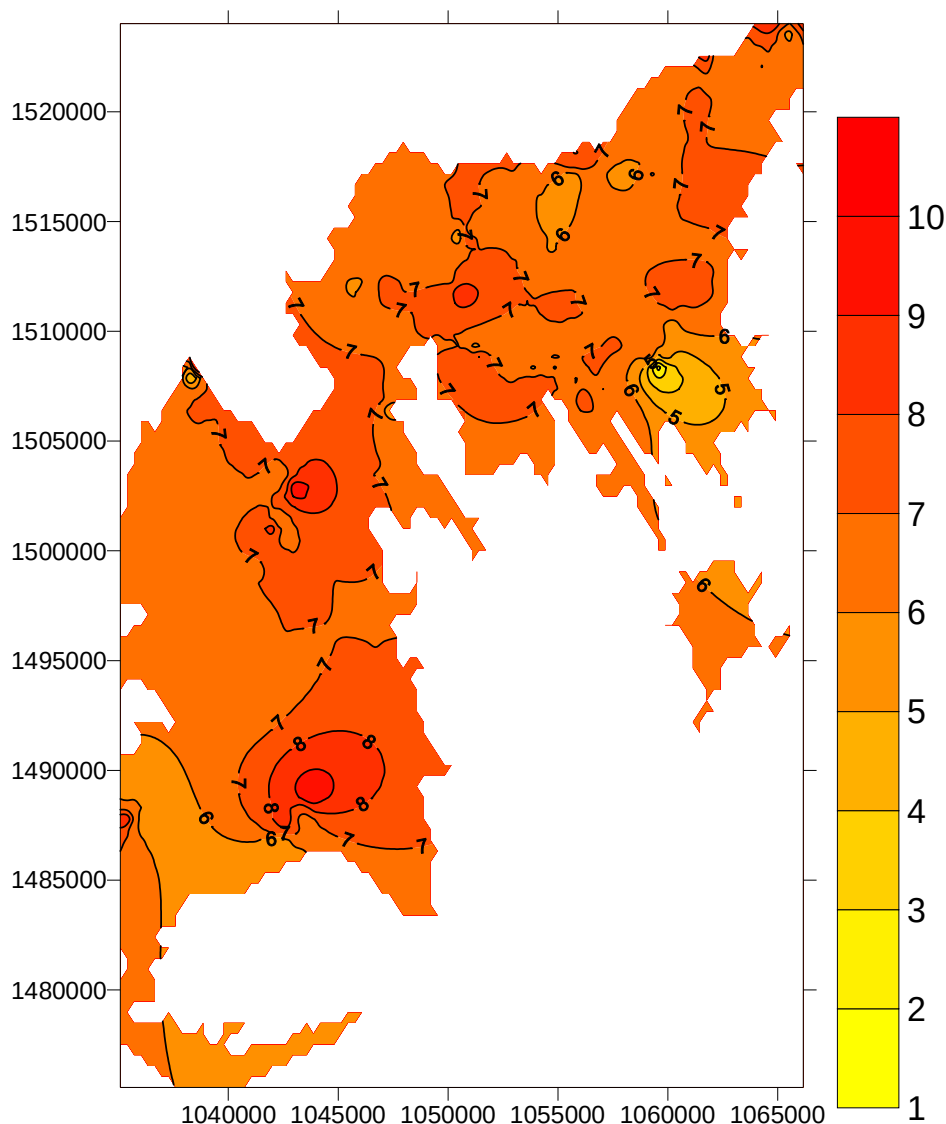


Figura 46. Mapa de IsopH para el Sistema Acuífero (Qlla).

8.2. Sistema Acuífero Depósitos de Cono Aluvial (Qcal).

El mapa de isolíneas de conductividad para el Sistema Acuífero Depósito de Cono Aluvial (Qcal) indica que las aguas son dulces; con conductividades que se ubican en el rango entre 200 a 500 Ohm-m. Localmente se presentan áreas con aguas saladas las cuales presentan valores de conductividades mayores de 1000 Ohm-m al nororiente, Figura 47.

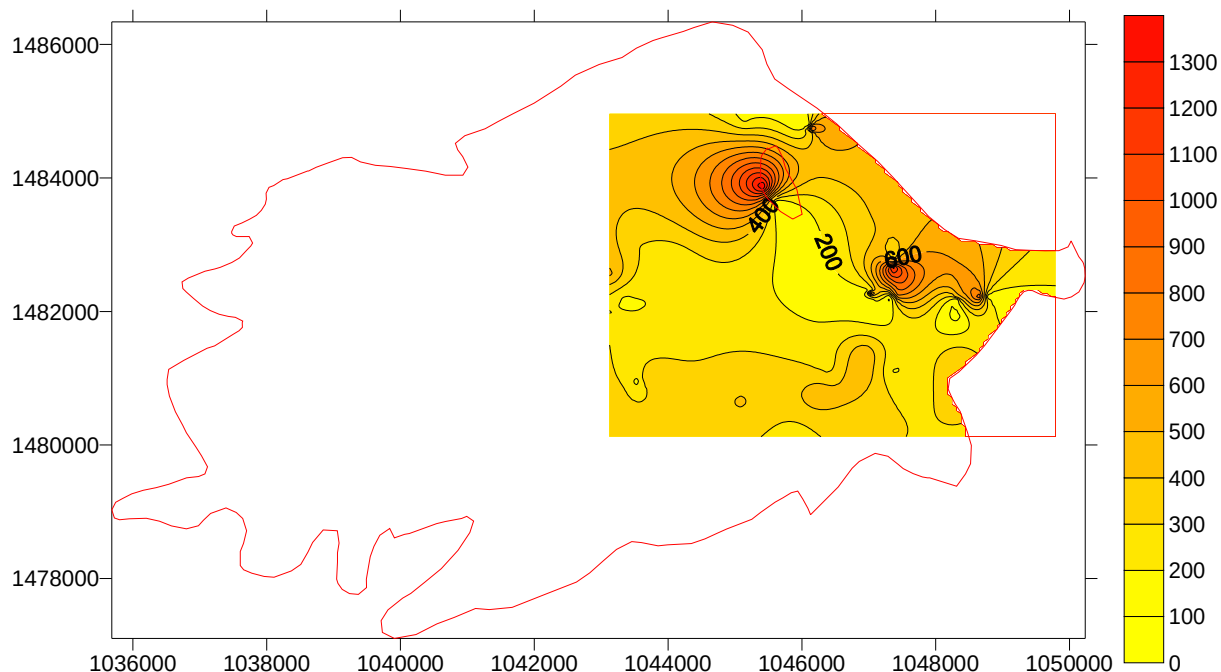


Figura 47. Mapa de Isoconductividad para el Sistema Acuífero (Qcal).

Las aguas subterráneas de la primera capa acuífera del Sistema Acuífero Depósito de Cono Aluvial (Qcal) en general se pueden considerar de salinidad media y pueden usarse para irrigación si existe un lavado moderado del suelo.

El mapa de Isolíneas de Sólidos Disueltos Totales para el Sistema Acuífero Depósito de Cono Aluvial (Qcal) indica que las aguas en general dulces y aptas para consumo humano; presentando valores que se ubican en el rango entre 100 y 200 mg/litro, Figura 48.

Localmente se presentan franjas de áreas con aguas mayores de (200 a 400 mg/litro) con las mismas características de aptitud anterior y áreas muy localizadas con concentraciones de sólidos disueltos totales mayores de 500 mg/litro, lo que las hace no aptas para el consumo humano; y de uso restringido para algunos cultivos que no toleran altas concentraciones de sales

EVALUACION DEL POTENCIAL DEL AGUA SUBTERRANEA EN LOS MUNICIPIOS DE CURUMANI, PAILITAS, TAMALAMEQUE, PELAYA, LA GLORIA, GAMARRA, AGUACHICA, RIO DE ORO, SAN MARTIN Y SAN ALBERTO , DEPARTAMENTO DEL CESAR. CONVENIO 097-2003-06-2007

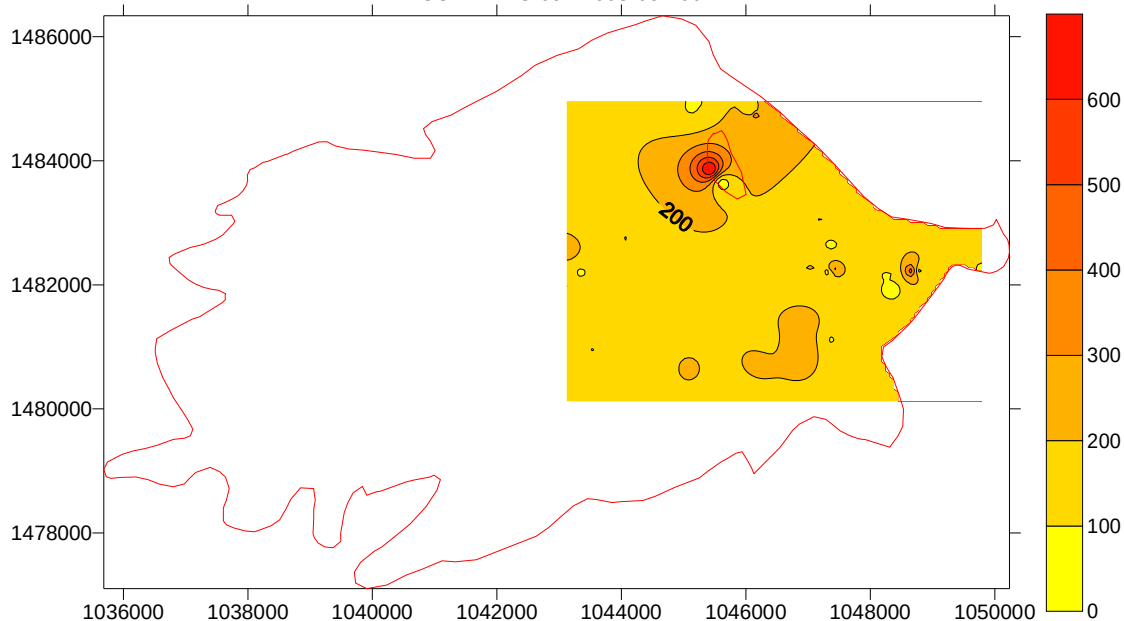


Figura 48. Mapa de Isosólidos Disueltos Totales para el Sistema Acuífero (Qcal).

El mapa de Isolíneas de pH para el Sistema Acuífero Depósito de Cono Aluvial (Qcal) indica que las aguas son potables ya que sus valores están comprendidos entre 6.5 y 7. Localmente hacia el suroccidente se presentan áreas con presencia de aguas ligeramente alcalinas; asociadas a presencia de iones de carbonatos o bicarbonatos, Figura 49.

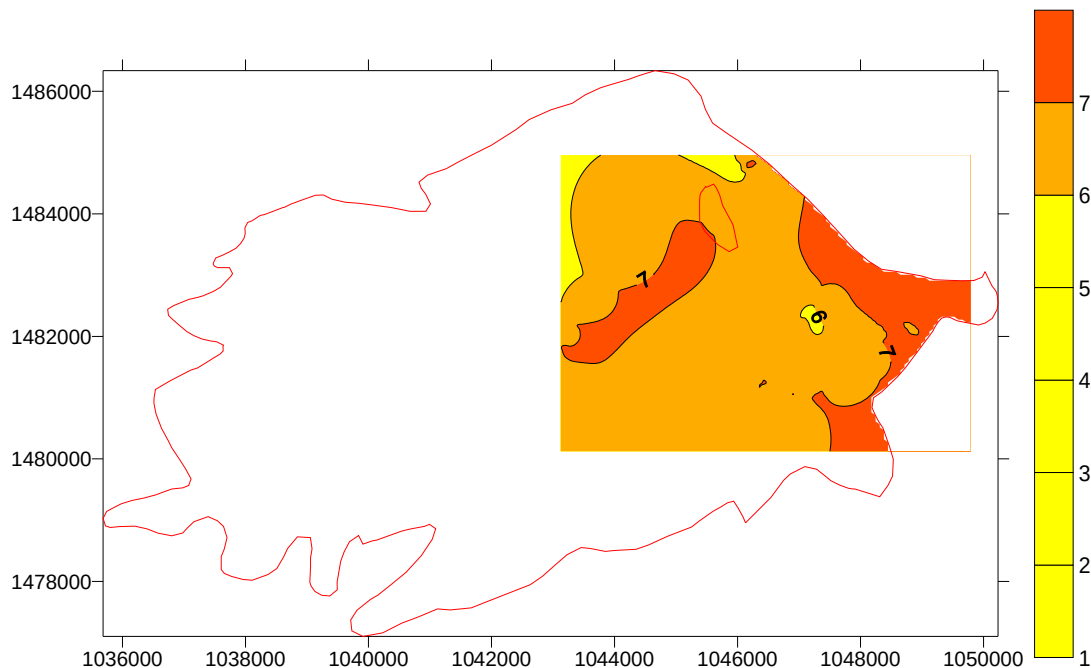


Figura 49. Mapa de IsopH para el Sistema Acuífero (Qcal).

8.4. Sistema Acuífero Depósitos de Cono Aluvial (Qcal₁).

El mapa de isolíneas de conductividad para el Sistema Acuífero Depósito de Cono Aluvial (Qcal₁) indica que las aguas son dulces; con conductividades que se ubican en el rango entre 300 a 500 Ohm-m. Localmente se presentan áreas con aguas con conductividades ligeramente mayores con valores que se ubican en el rango entre 500 a 800 mg/litro, Figura 50.

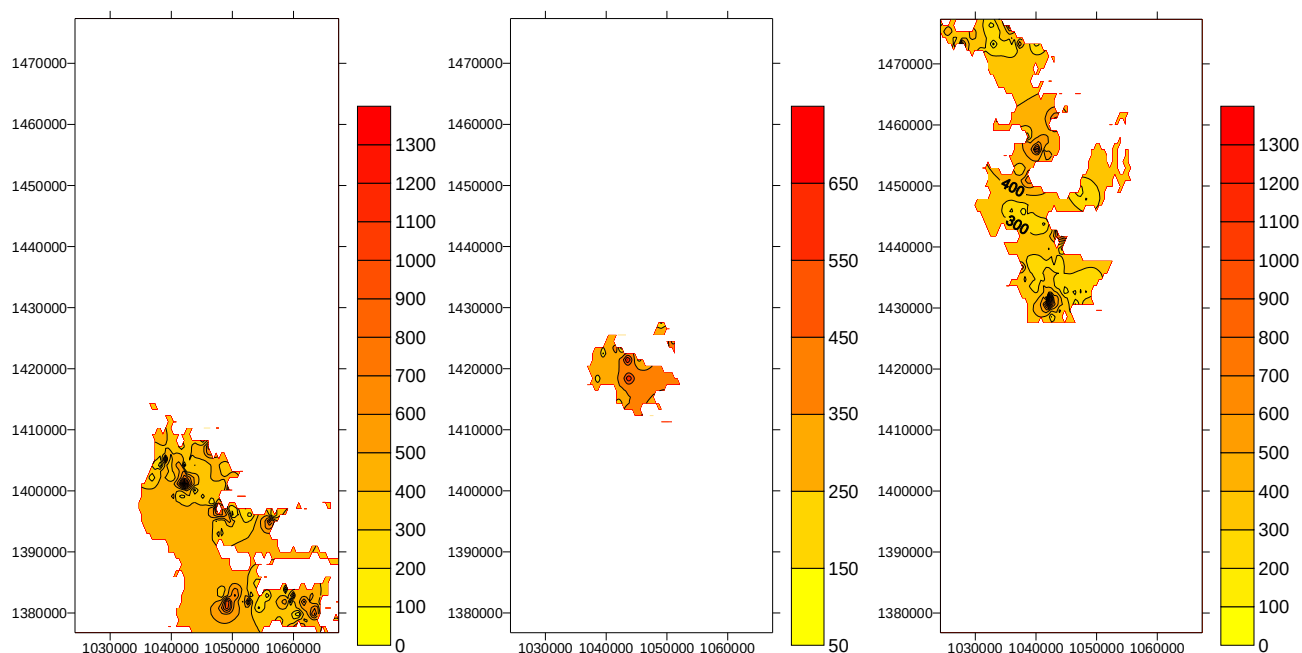


Figura 50. Mapa de Isoconductividad para el Sistema Acuífero (Qcal₁).

Las aguas subterráneas de la primera capa acuífera del Sistema Acuífero Depósito de Cono Aluvial (Qcal₁) en general se pueden considerar de salinidad media y pueden usarse para irrigación si existe un lavado moderado del suelo.

El mapa de Isolíneas de Sólidos Disueltos Totales para el Sistema Acuífero Depósito de Cono Aluvial (Qcal₁) indica que las aguas en general dulces y aptas para consumo humano; presentando valores que se ubican en el rango entre 150 y 250 mg/litro, Figura 51.

Localmente se presentan franjas de áreas con valores de sólidos disueltos cercanas a 500 mg/litro las cuales las restringen para el consumo humano; y para irrigación de algunos cultivos que no toleran altas concentraciones de sales

EVALUACION DEL POTENCIAL DEL AGUA SUBTERRANEA EN LOS MUNICIPIOS DE CURUMANI, PAILITAS, TAMALAMEQUE, PELAYA, LA GLORIA, GAMARRA, AGUACHICA, RIO DE ORO, SAN MARTIN Y SAN ALBERTO , DEPARTAMENTO DEL CESAR.
CONVENIO 097-2003-06-2007

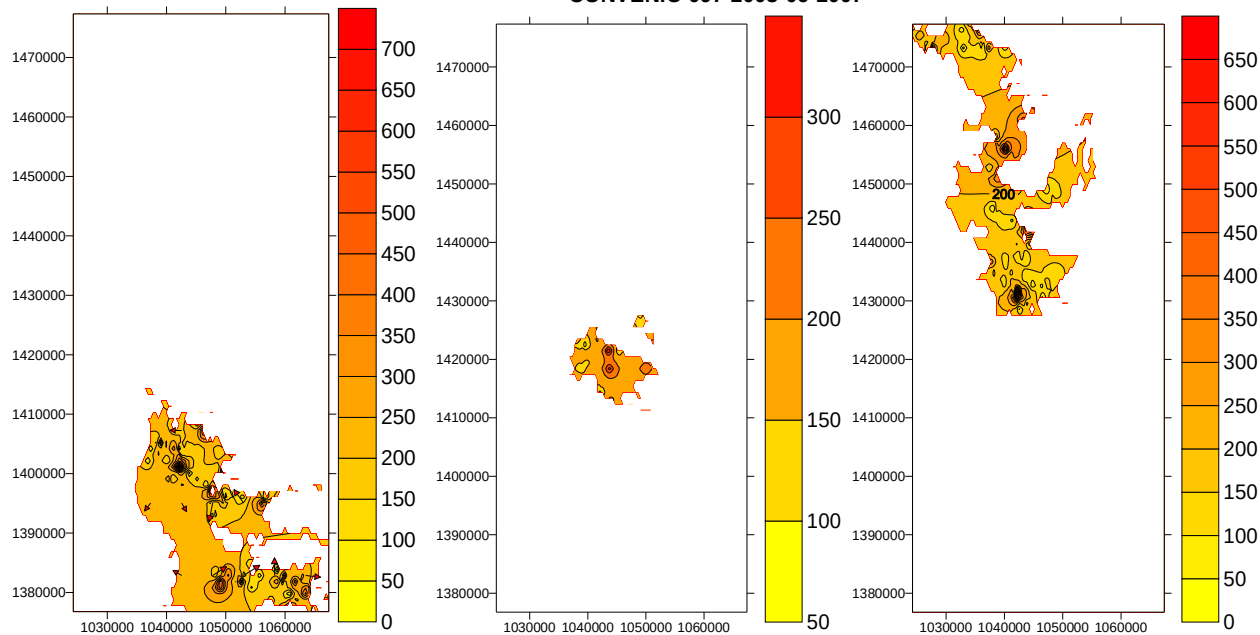


Figura 51. Mapa de Isosólidos Disueltos Totales para el Sistema Acuífero (Qcal₁).

El mapa de Solíneas de pH para el Sistema Acuífero Depósito de Llanura Aluvial (Qcal₁) indica que las aguas son potables ya que sus valores están comprendidos entre 6.5 y 8.0, Figura 52.

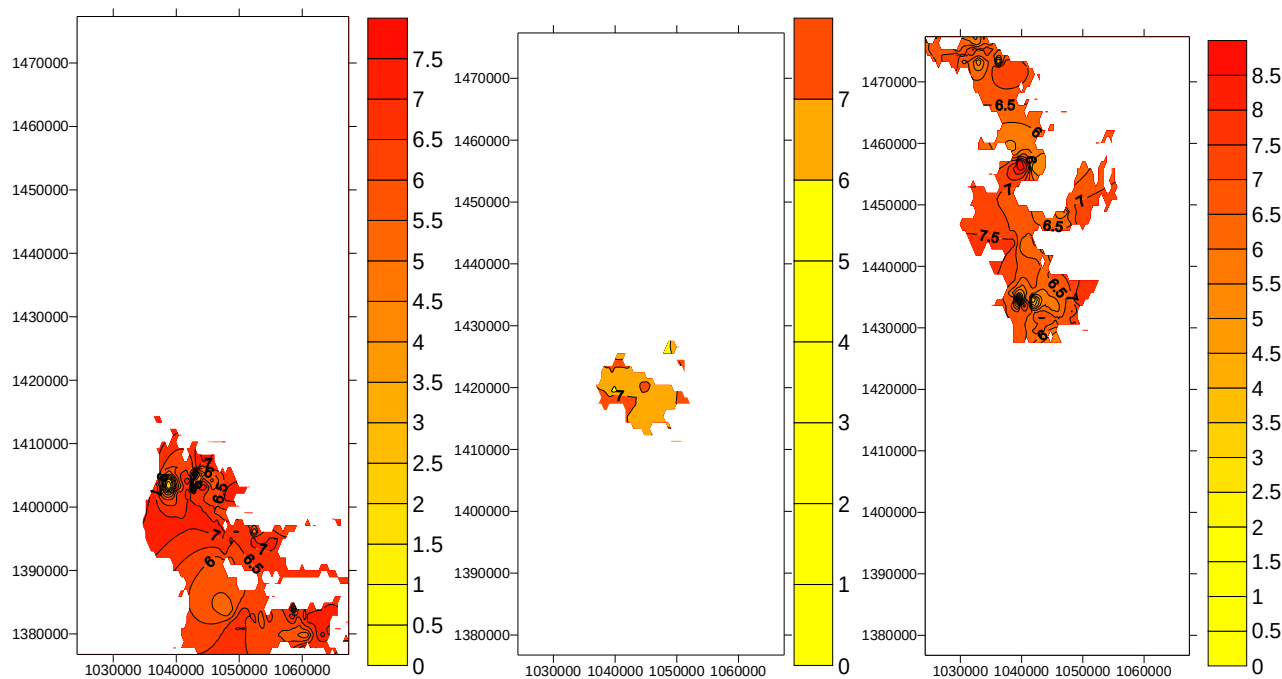


Figura 52. Mapa de Iso pH para el Sistema Acuífero (Qcal₁).

En igual forma se presentan localmente franjas con aguas de características ligeramente corrosivas (ph. Menores de 5) hacia su parte media.

8.4 Sistema Acuífero Depósitos de Cono Aluvial (Qcal₂).

El mapa de isolíneas de conductividad para el Sistema Acuífero Depósito de Cono Aluvial (Qcal₂) indica que las aguas son dulces; con conductividades que se ubican en el rango entre 300 a 500 Ohm-m. Localmente se presentan áreas con aguas con conductividades ligeramente mayores con valores que se ubican en el rango entre 250 a 450 mg/litro, Figura 53.

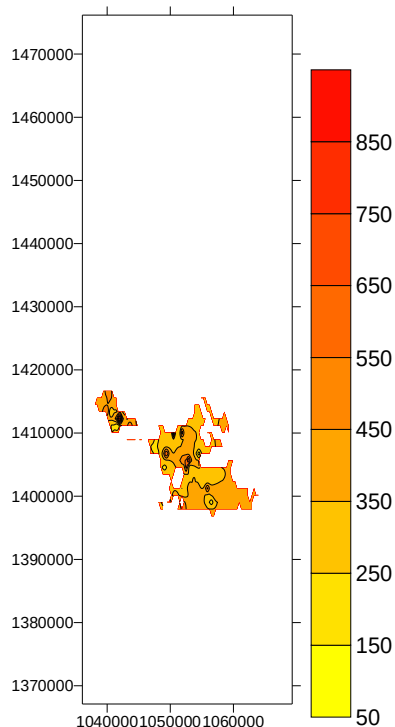


Figura 53. Mapa de isoconductividad del Sistema Acuífero (Qcal₂)

Las aguas subterráneas de la primera capa acuífera del Sistema Acuífero Depósito de Cono Aluvial (Qcal₂) en general se pueden considerar de salinidad media y pueden usarse para irrigación si existe un lavado moderado del suelo.

El mapa de Isolíneas de Sólidos Disueltos Totales para el Sistema Acuífero Depósito de Cono Aluvial (Qcal₂) indica que las aguas en general dulces y aptas para consumo humano; presentando valores que se ubican en el rango entre 150 y 250 mg/litro, Figura 54.

Localmente se presentan franjas de áreas con valores de sólidos disueltos cercanas a 350 mg/litro con las mismas características que las anteriores.

EVALUACION DEL POTENCIAL DEL AGUA SUBTERRANEA EN LOS MUNICIPIOS DE CURUMANI, PAILITAS, TAMALAMEQUE, PELAYA, LA GLORIA, GAMARRA, AGUACHICA, RIO DE ORO, SAN MARTIN Y SAN ALBERTO , DEPARTAMENTO DEL CESAR. CONVENIO 097-2003-06-2007

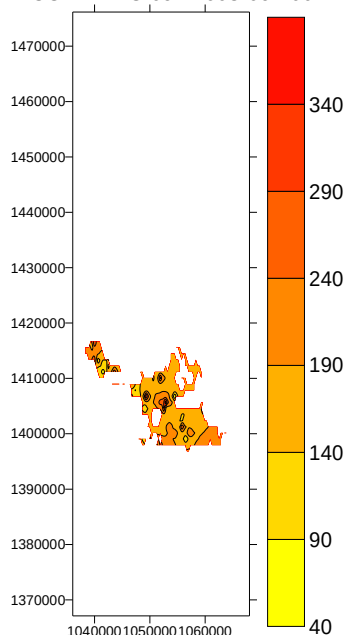


Figura 54. Mapa de Isosólidos Disueltos Totales del Sistema Acuífero (Qcal₂)

El mapa de Isolíneas de pH para el Sistema Acuífero Depósito de Llanura Aluvial (Qcal₂) indica que las aguas son potables ya que sus valores están comprendidos entre 6.5 y 7.0, Figura 55.

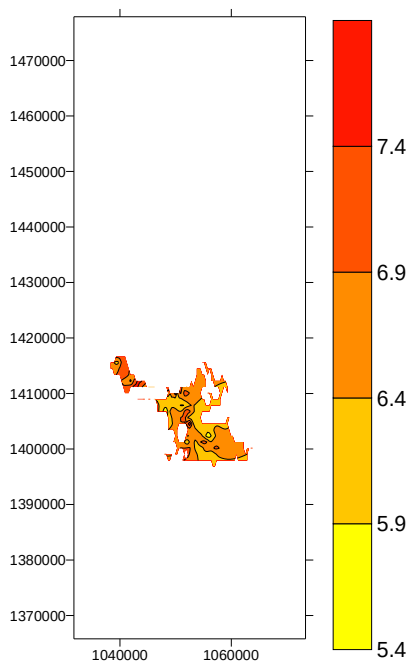


Figura 55. Mapa de IsopH Disueltos Totales del Sistema Acuífero (Qcal₂)

En igual forma se presentan localmente franjas con aguas de características ligeramente corrosivas (ph. Menores de 5) hacia su parte media.

8.5 Sistema Acuífero Depósitos de Cauce Aluvial (Qal).

El mapa de isolíneas de conductividad para el Sistema Acuífero Depósito de Cauce Aluvial (Qal) indica que las aguas son dulces; con conductividades que se ubican en el rango entre 200 a 600 Ohm-m, Figura 56.

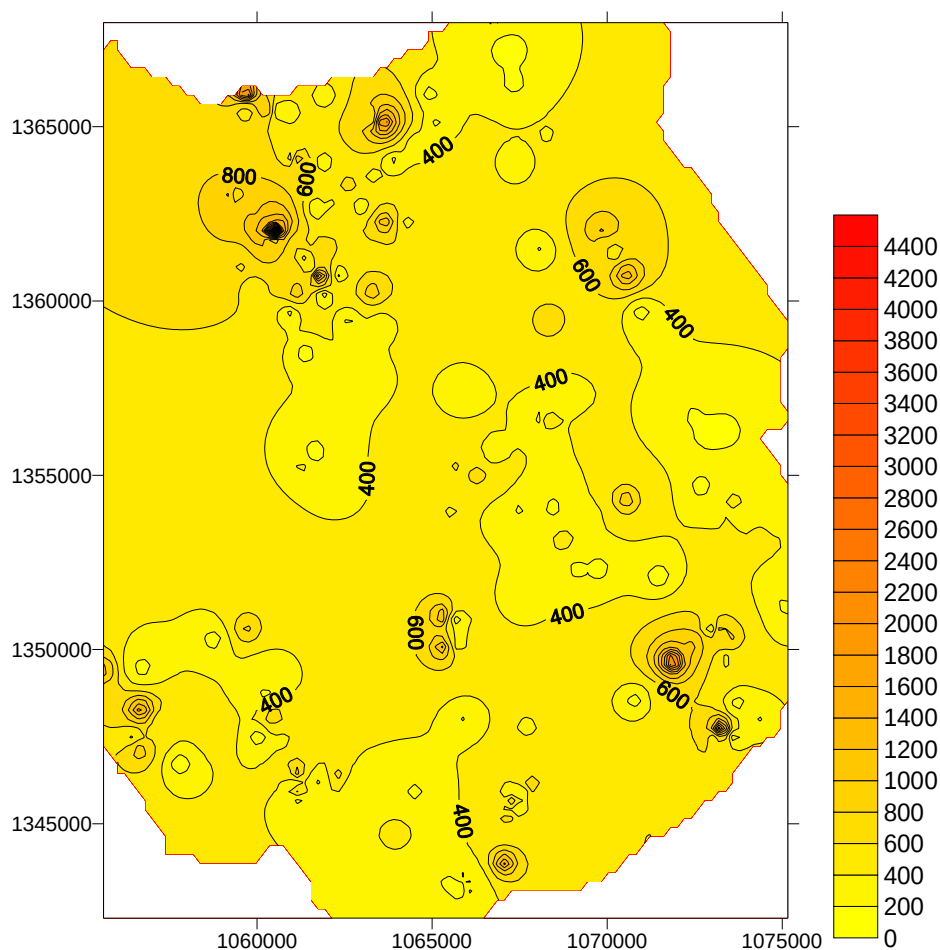


Figura 56. Mapa de Isoconductividad del Sistema Acuífero (Qal)

Localmente se presentan áreas con aguas con conductividades ligeramente mayores con valores que se ubican en el rango entre 800 a 1000 mg/litro.

Las aguas subterráneas de la primera capa acuífera del Sistema Acuífero Depósito de Cauce Aluvial (Qal1) en general se pueden considerar de salinidad media y pueden usarse para irrigación si existe un lavado moderado del suelo.

El mapa de Isolíneas de Sólidos Disueltos Totales para el Sistema Acuífero Depósito de Cauce Aluvial (Qal) indica que las aguas en general dulces y aptas para consumo humano; presentando valores que se ubican en el rango entre 100 y 400 mg/litro, Figura 57.

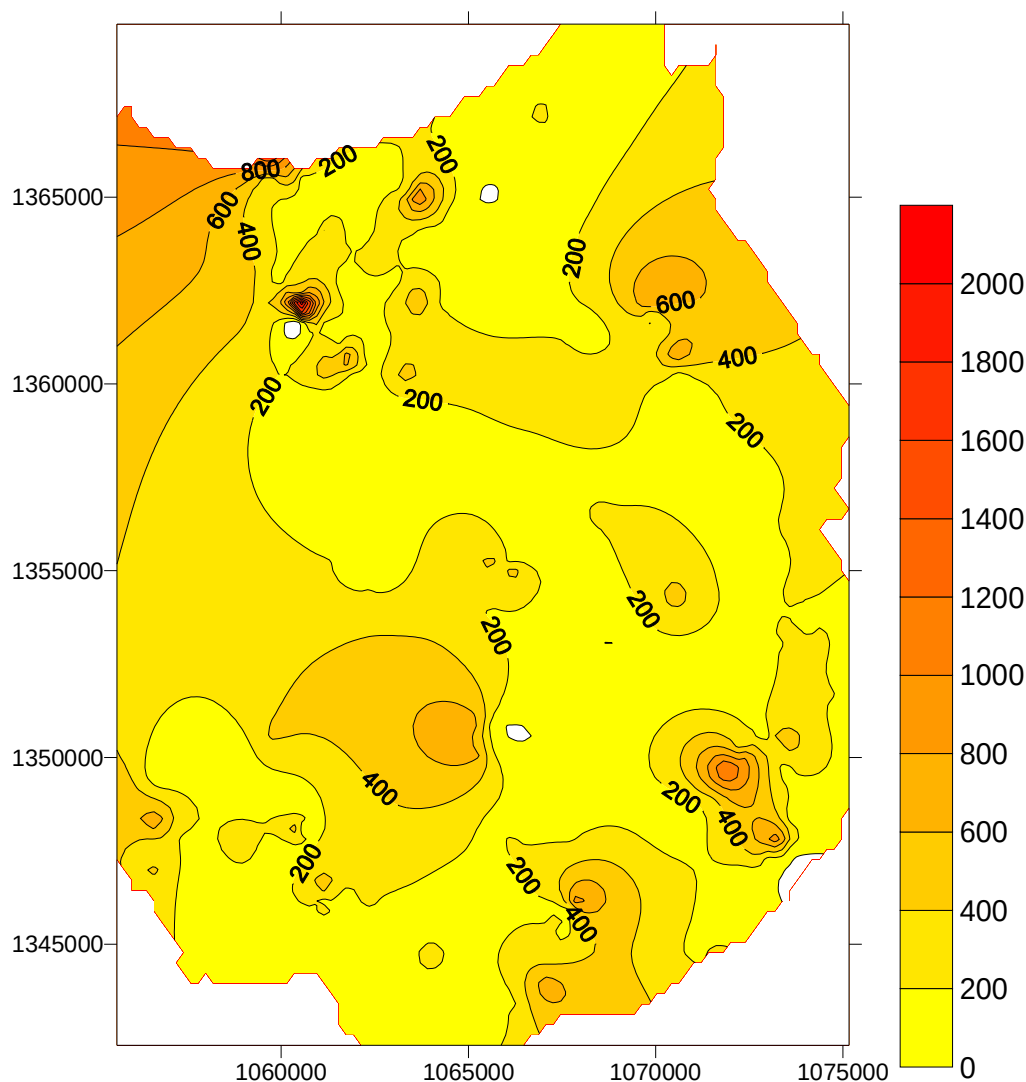


Figura 57. Mapa de Isosólidos Disueltos Totales del Sistema Acuífero (Qal)

Localmente se presentan franjas de áreas con valores de sólidos disueltos mayores de 500 mg/litro las cuales las restringen para el consumo humano; y para irrigación de algunos cultivos que no toleran altas concentraciones de sales

El mapa de Isolíneas de pH para el Sistema Acuífero Depósito de Cauce Aluvial (Qal) indica que las aguas son potables ya que sus valores están comprendidos entre 6.5 y 8.0, Figura 58.

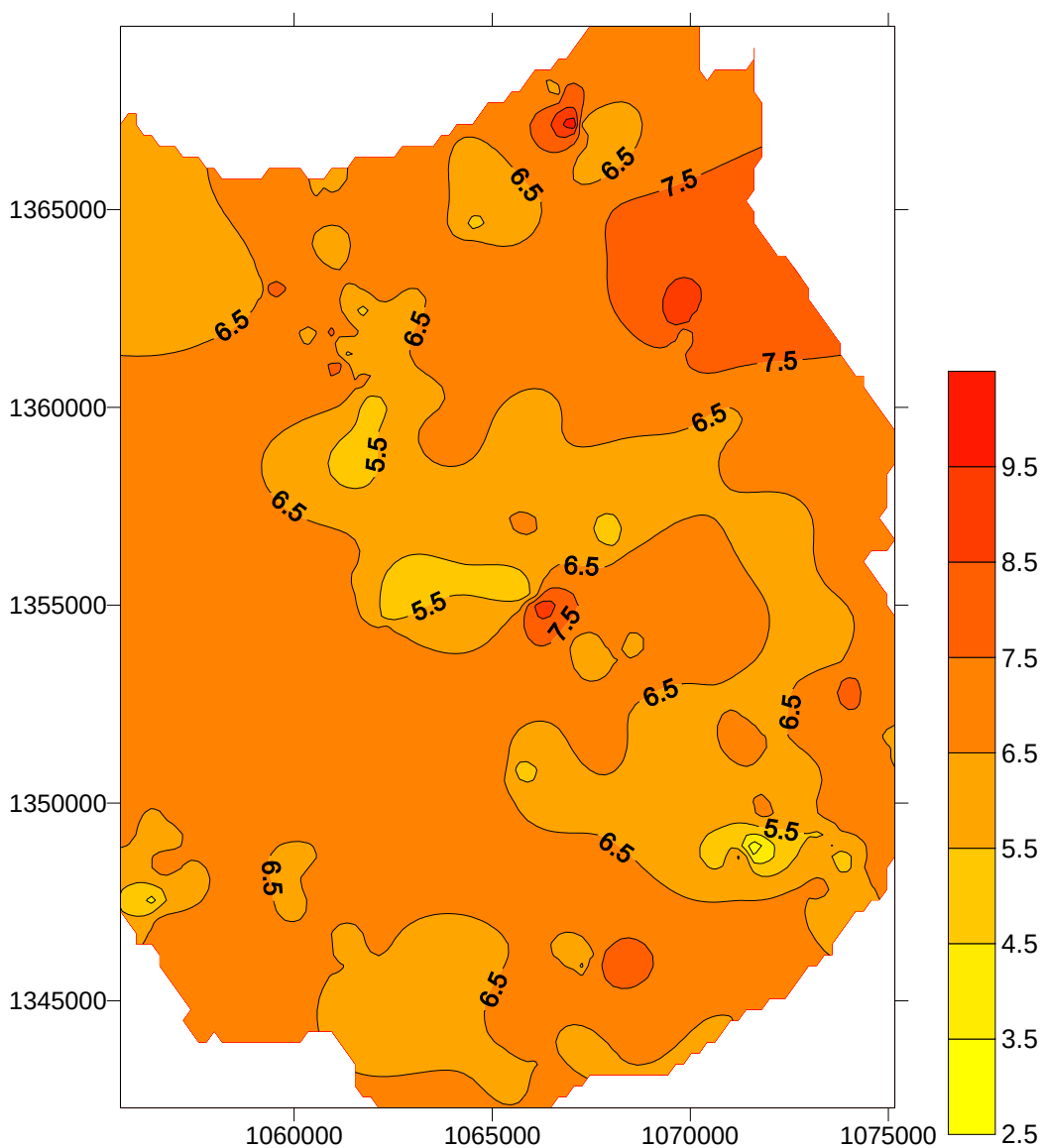


Figura 58. Mapa de Iso pH del Sistema Acuífero (Qal)



9. MODELO DE FLUJO

El inventario de puntos de agua realizado en la zona de estudio del convenio 097-2003-07-2006 ha permitido conocer la distribución espacial de las captaciones sobre las unidades roca sedimento que forman sistemas acuíferos de importancia hidrogeológica para el departamento del Cesar.

Para efectos de definir el modelo de flujo de las aguas subterráneas de los sistemas acuífero se realizaron las siguientes actividades;

- Identificación de las unidades geológicas o sistema acuífero captado por las captaciones (aljibes o pozos) a partir de la cartografía geológica digital disponible y actualizada por Ingeominas, específicamente el mapa geológico del departamento del Cesar a escala 1:250000, y la localización y la profundidad de las captaciones georeferenciadas durante las actividades de inventario de puntos de agua.
- Estimación de las cotas de las captaciones a partir de su ubicación en el modelo digital de las áreas de estudio del convenio 097-2003-07-2006.
- De esta manera se identificó en una primera instancia la unidad geológica a la cual pertenece cada punto de agua del inventario del convenio 097-2003-07-2006, con el fin de realizar modelos de flujo independientes para cada unidad roca sedimento que forman sistemas acuíferos.
- En la zona norte (municipio de Valledupar) se realizaron jornadas de campo de topografía y georeferenciación satelital de puntos de agua (GPS), obteniéndose las cotas de las captaciones con respecto al nivel del terreno.
- Conociendo la cota de cada captación de agua inventariado (coordenadas) con el empleo del GPS, se procedió a realizar las correcciones necesarias para la modelación de la red de flujo de aguas subterráneas de los sistemas acuíferos de interés hidrogeológico; que consiste específicamente en obtener los niveles estáticos o cotas piezométricas con respecto al nivel del mar.

Los Sistemas Acuíferos de interés hidrogeológico en el área del convenio 097-2003-07-2006 corresponden a los Depósitos Cuaternarios de Llanura Aluvial (Qlla), Depósitos Cuaternarios de Cono Aluvial (Qcal, Qcal₁, Qcal₂, Qcal₃), Depósitos Cuaternarios de Cauce Aluvial Reciente (Qal), Depósitos Fluviolacustres (Qfl) y Los Depósitos Cuaternarios de Terraza Aluvial (Qt). Para estos sistemas se definen los modelos de flujo de las aguas subterráneas; para la primera capa acuífera captada por los aljibes. Los modelos de flujo de los sistemas acuíferos captados corresponden a los meses durante los cuales se realizó el inventario.

Los modelos de flujo se presentan en gráficas obtenidas a partir de los datos (cotas piezométricas) interpolados lo que permite definir el movimiento del agua subterránea en los sistemas acuíferos.

9.1. Sistema Acuífero Depósito de Llanura Aluvial (Qlla)

El modelo de flujo de los Depósitos de Llanura Aluvial (Qlla) construido con los niveles estáticos de los aljibes inventariados para los meses de XXXXXXXX del 2007, indica que el agua subterránea en el norte y centro de su extensión se mueve con una dirección de flujo sureste-noroeste desde el pie de monte de las estribaciones de la Serranía del Perijá donde este sistema acuífero se encuentra contacto con unidades rocosas volcanoclásticas (Jqv) o metasedimentarias (Pzmv) y la Formación Algodonal (Tpa) de naturaleza de naturaleza impermeable y semi-impermeable respectivamente. Hacia el sur de su extensión presenta la misma dirección donde se encuentra infrayaciendo los Depósitos de Cono Aluvial (Qcal, Figura 58).

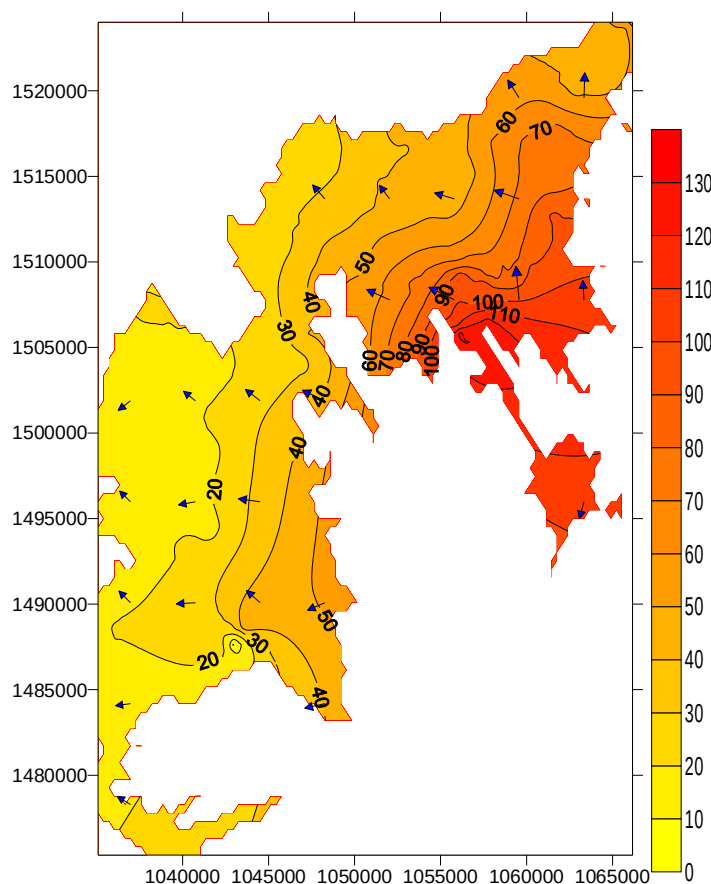


Figura 58. Modelo de Flujo Sistema Acuífero Llanura Aluvial (Qlla).

La zona de recarga la definen las equipotenciales de 110-140 m sobre las estribaciones mencionadas anteriormente; el flujo subterráneo transita posteriormente en el subsuelo hacia

equipotenciales de menor magnitud para finalmente conformar la zona de descarga donde las equipotenciales presentan magnitudes del orden de 0 a 20 metros; específicamente cuando esta unidad se encuentra en contacto con el Sistema Acuífero Local Depósitos Fluvio Lacustres (Qfl), el cual se considera de poca importancia hidrogeológica.

9.2 Sistema Acuífero Depósito Cono Aluvial (Qcal)

El modelo de flujo del Sistema Acuífero Depósito de Abanicos Aluviales (Qcal) indica que el agua subterránea se mueve con una dirección de flujo sureste-noroeste desde el pie de monte de las estribaciones de la Serranía del Perijá donde este sistema acuífero se encuentra en contacto con las unidades rocosas volcanoclásticas (Jqv) y suprayaciendo el Sistema Acuífero Depósito de Llanura Aluvial (Qlla), de naturaleza impermeable y permeable respectivamente, Figura 59.

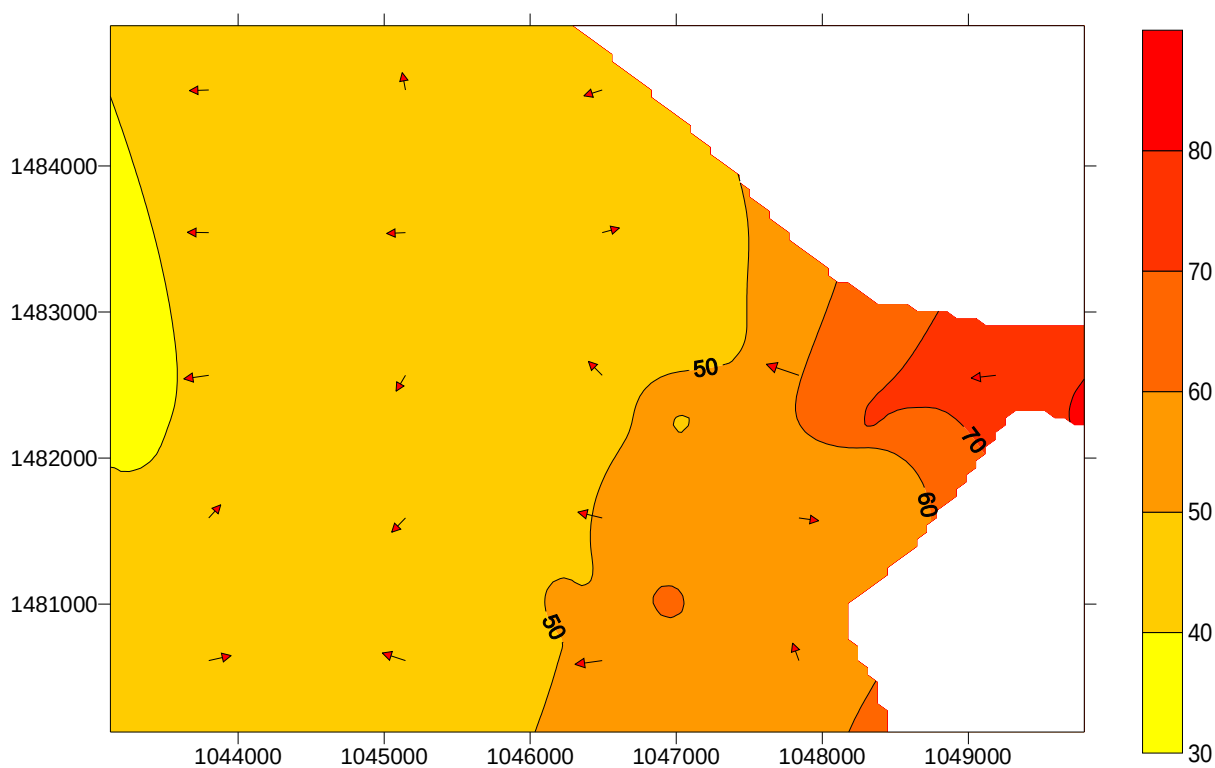


Figura 59. Modelo de Flujo Sistema Acuífero Cono Aluvial (Qcal)

La zona de recarga la definen las equipotenciales de 70-80 m sobre las estribaciones mencionadas anteriormente; el flujo subterráneo transita posteriormente en el subsuelo hacia equipotenciales de menor magnitud, para finalmente conformar la zona de descarga en las equipotenciales de 0 a 20 metros, cuando esta unidad se encuentra en contacto con el Sistema Acuífero local Depósitos Fluvio lacustres (Qfl), el cual se considera de poca importancia hidrogeológica.

9.3 Sistema Acuífero Depósito Cono Aluvial (Qcal₁)

El modelo de flujo del Sistema Acuífero Deposito de Abanicos Aluviales (Qcal₁) indica que el agua subterránea se mueve en la zona norte de su extensión con una dirección de flujo este-oeste desde el pie de monte de las estribaciones de la Serranía del Perijá donde este sistema acuífero se encuentra contacto con los Sistemas Acuíferos (Qcal₂) y el Sistema Acuífero volcanoclástico (Jqv), los cuales se consideran respectivamente de intermedia a muy pequeña a muy pequeña importancia hidrogeológica. Hacia la zona centro de su extensión el flujo subterráneo presenta una dirección este –oeste, y hacia el sur presenta una leve variación hacia el suroeste; donde se encuentra en contacto con el Sistema Acuífero Depósito de Cono Aluvial (Qcal₂), Figura 60.

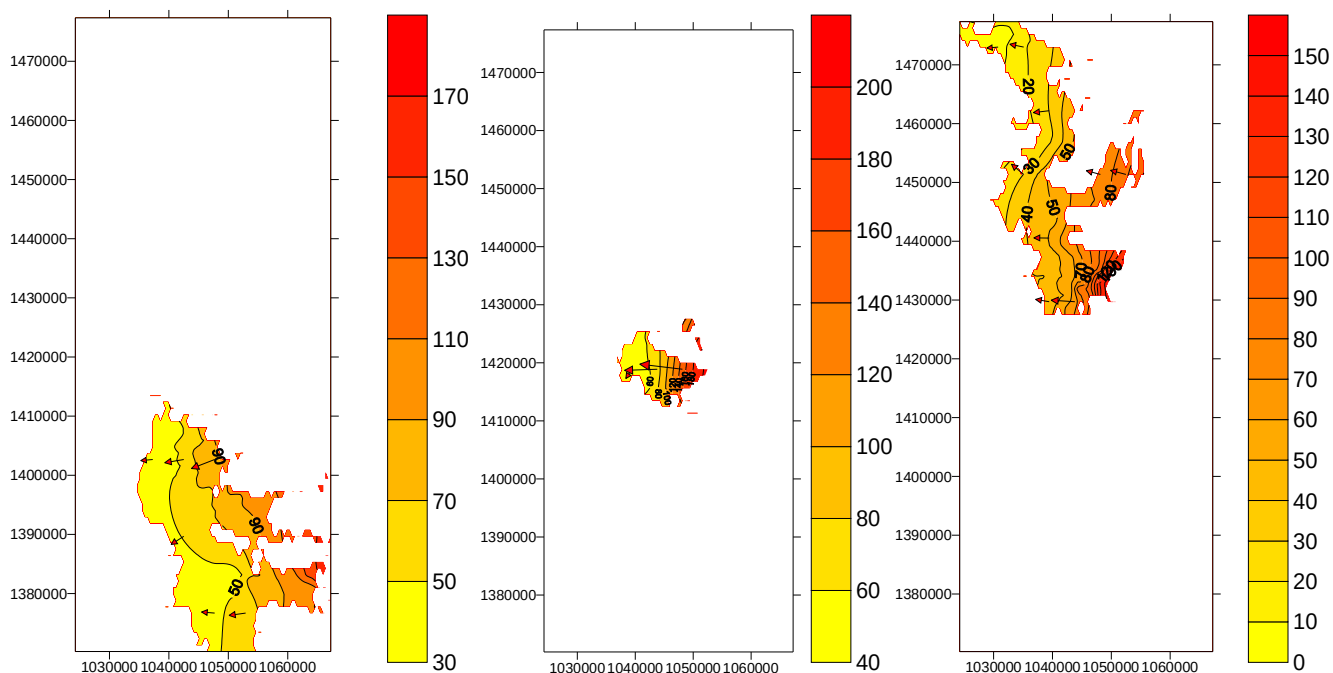


Figura 60. Modelo de Flujo Sistema Acuífero Cono Aluvial (Qcal₁)

La zona de recarga en la definen las equipotenciales de 80-100 m sobre las estribaciones mencionadas anteriormente; el flujo subterráneo transita posteriormente en el subsuelo (equipotencial de 40-50 m) hacia equipotenciales de menor magnitud, para finalmente conformar la zona de descarga en las equipotenciales de 0 a 20 metros localmente, cuando esta unidad se encuentra en contacto con el Sistema Acuífero Depósitos Fluvio lacustres (Qfl), el cual se considera de carácter local y de poca importancia hidrogeológica.

9.4 Sistema Acuífero Depósito Cono Aluvial (Qcal₂)

El Sistema Acuífero Depósito de Cono Aluvial (Qcal₂) se extiende de norte a sur sobre áreas separadas sobre las cuales se inventariaron numerosos aljibes, cuya distribución espacial permite evaluar el modelo de flujo de este sistema acuífero. El flujo de agua subterránea en este sector se mueve con una dirección noreste-suroeste a partir del contacto de este sistema acuífero con el sistema acuífero (Qcal₃) y el y el Sistema Acuífero volcanoclástico (Jqv) en el pie de monte de las estribaciones de la Serranía de Perijá, los cuales se consideran respectivamente de intermedia a muy pequeña importancia hidrogeológica, Figura 61.

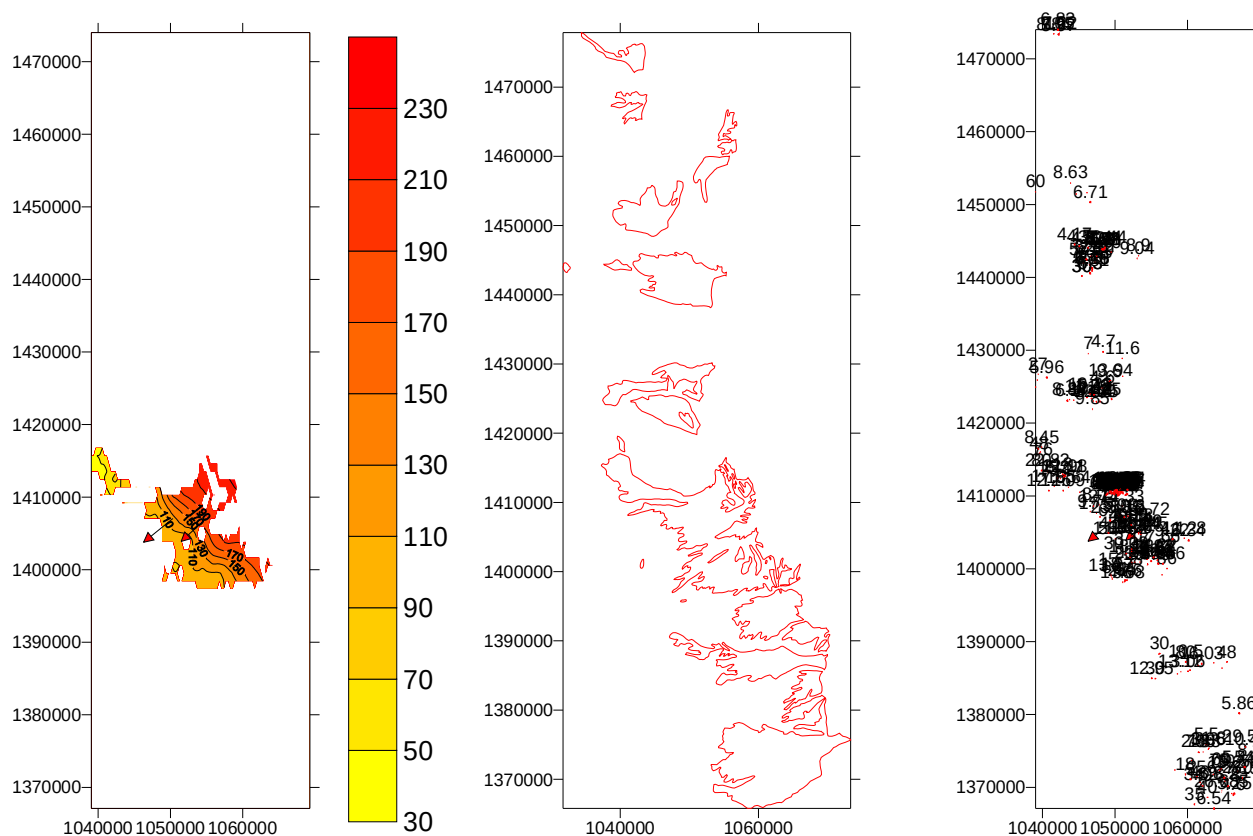


Figura 61. Modelo de Flujo Sistema Acuífero Cono Aluvial (Qcal₂)

La zona de recarga en la definen las equipotenciales de 210-240 m sobre las estribaciones mencionadas anteriormente; el flujo subterráneo transita posteriormente en el subsuelo (equipotencial de 90-130 m) hacia equipotenciales de menor magnitud, para finalmente conformar la zona de descarga en las equipotenciales de menores de 90 metros en sectores locales cuando se pone en contacto con los Depósitos de Cono Aluvial (Qcal₁).

9.5 Sistema Acuífero Depósito de Cauce Aluvial (Qal)

El modelo de flujo del Sistema Acuífero Depósito de Cauce Aluvial (Qal) indica que el agua subterránea en la zona central hacia norte se mueve con una dirección de flujo noreste-suroeste desde el pie de monte de las estribaciones de la Serranía del Perijá donde este sistema acuífero se encuentra localmente en contacto con los Depósitos de Cono Aluvial (Qcal, Qcal1, Qcal2 y Qcal3) y las unidades rocosas ígneas como Riolitas (Jr) y la Formación Bocas, las cuales se consideran de intermedia a poca importancia hidrogeológica. En la zona sur de su extensión en límites con el cauce del río San Alberto el flujo subterráneo presenta una dirección suroeste noreste, localmente este-oeste; Figura 62.

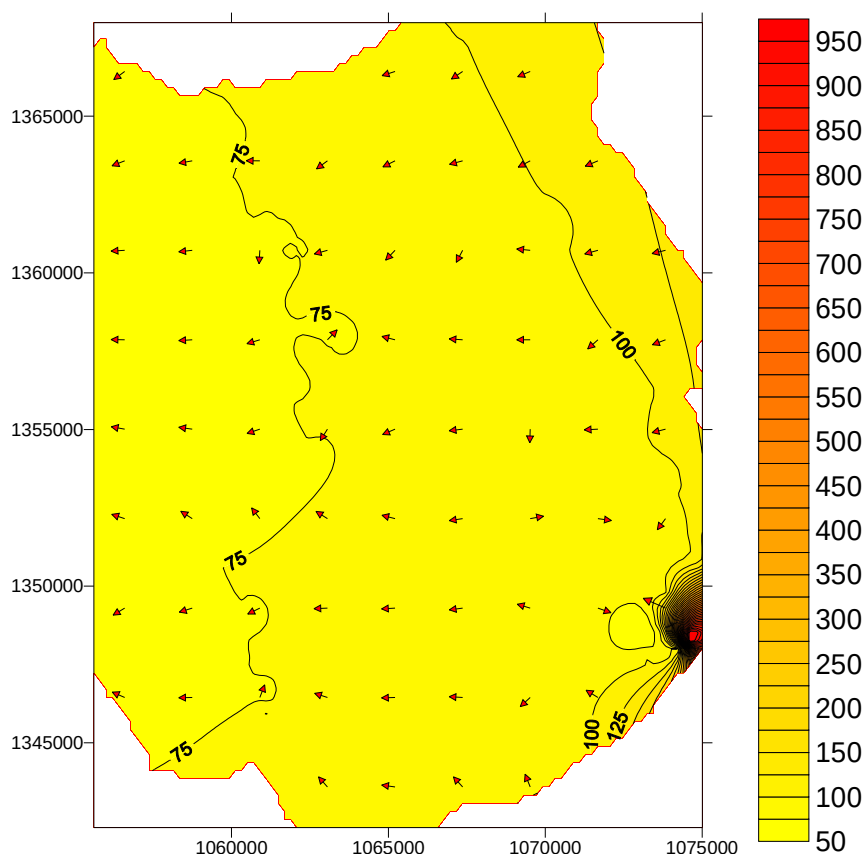


Figura 62. Modelo de Flujo Sistema Acuífero Cauce Aluvial (Qal)

La zona de recarga la definen las equipotenciales de 100-125 m sobre las estribaciones mencionadas anteriormente; el flujo subterráneo transita posteriormente en el subsuelo (equipotencial de 100-75 m) hacia equipotenciales de menor magnitud, para finalmente conformar la zona de descarga en las equipotenciales de menores de 75 metros en sectores locales cuando se pone en contacto con los Depósitos Fluvioacústres (Qfl).



10. MODELO HIDROGEOLOGICO CONCEPTUAL

El modelo hidrogeológico conceptual del departamento del Cesar se basa en el estado del arte de la exploración y evaluación hidrogeológica realizada hasta el presente, principalmente a partir de los estudios realizados por Angel C y Huguett, A (1995). Es importante destacar que el modelo hidrogeológico que a continuación se presenta para el área del convenio 097-2003-07-2006, se basa principalmente en la información hidrogeológica existente y disponible recopilada; el análisis de la actualizada; haciendo énfasis en los resultados de estudios geológicos de superficie y del subsuelo, la prospección geoelectrica, la hidrogeoquímica, la hidráulica, la actualización del inventario de puntos de agua (pozos, aljibes y manantiales) y la caracterización de los parámetros físico químicos obtenidos en el campo.

Angel (Ibidem) considerando que en el Departamento del Cesar existen regiones con características específicas, que condicionan para cada una de ellas la ocurrencia del agua subterránea; propone y elabora el Mapa Hidrogeológico del Departamento del Cesar, siguiendo esencialmente las directrices planteadas por la UNESCO (1989), para la cartografía del Mapa Hidrogeológico de Sur América; dicho mapa es guía para el presente convenio.

Desde el punto de vista climático, las subprovincias hidrogeológicas se pueden clasificar como húmedas o áridas. UNESCO (1993), considerando que un clima árido es aquel en la precipitación media anual es inferior a la evaporación potencial media anual y un clima húmedo el inverso del anterior.

Se define un **SISTEMA ACUÍFERO (UNESCO, 1989)** como una unidad o formación geológica que puede contener a la vez uno o varios tipos de acuíferos (libres, semiconfinados, confinados, etc.) los cuales pueden almacenar grandes o pequeños volúmenes de agua, en condición de explotación o no. La clasificación hidrogeológica de las unidades geológicas presentes en el Departamento del Cesar se basan en su importancia con respecto a su potencialidad como acuíferos; siendo esta importancia determinada a sus características intrínsecas de pequeña escala (porosidad, conductividad hidráulica, calidad del agua) y por las de mayor escala (extensión, espesor y estructura); como también de circunstancias externas como la explotación, la recarga, la descarga y la relación de los mismos con otros acuíferos.

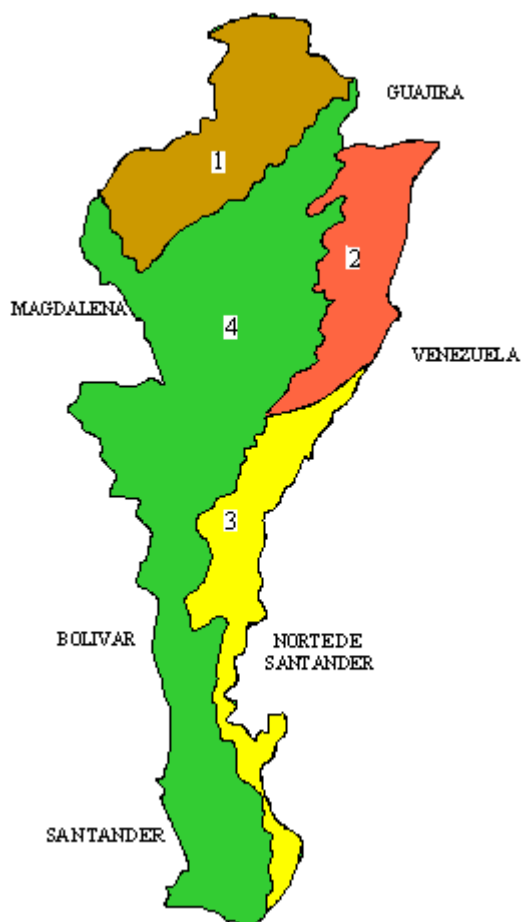
Los Sistemas Acuíferos que hay en las Subprovincias Hidrogeológicas se agrupan en **Clases Hidrogeológicas**, según su afinidad y estas a su vez se integraron en **Grupos Hidrogeológicos**. Con base en la Importancia Relativa de las **Clases Hidrogeológicas** respecto a su potencialidad como acuíferos que pueden ser grande, intermedia, pequeña, muy pequeña o sin importancia se integraron los **Grupos Hidrogeológicos**,

10.1 Subprovincias Hidrogeológicas.

El Departamento del Cesar se ha dividido en cuatro Subprovincias Hidrogeológicas denominadas por (Ingeominas, 1993) como; Figura 63.

EVALUACION DEL POTENCIAL DEL AGUA SUBTERRANEA EN LOS MUNICIPIOS DE CURUMANI, PAILITAS, TAMALAMEQUE, PELAYA, LA GLORIA, GAMARRA, AGUACHICA, RIO DE ORO, SAN MARTIN Y SAN ALBERTO , DEPARTAMENTO DEL CESAR.
CONVENIO 097-2003-06-2007

- **Subprovincia Sierra Nevada de Santa Marta.**
- **Subprovincia Serranía de Perijá.**
- **Subprovincia Norte de la Cordillera Oriental**
- **Subprovincia Planicie del Cesar**



- | | |
|---|---|
| 1 | SUBPROVINCIA SIERRA NEVADA DE SANTA MARTA |
| 2 | SUBPROVINCIA SERRANIA DE PERIJA |
| 3 | SUBPROVINCIA NORTE DE LA CORDILLERA ORIENTAL |
| 4 | SUBPROVINCIA PLANICIE DEL CESAR |

Figura 63. Subprovincias Hidrogeológicas en el Departamento del Cesar.



EVALUACION DEL POTENCIAL DEL AGUA SUBTERRANEA EN LOS MUNICIPIOS DE CURUMANI, PAILITAS, TAMALAMEQUE, PELAYA, LA GLORIA, GAMARRA, AGUACHICA, RIO DE ORO, SAN MARTIN Y SAN ALBERTO , DEPARTAMENTO DEL CESAR.
CONVENIO 097-2003-06-2007



El convenio 097-2003-072006 se extiende sobre un retensión que áreas principalmente de la Subprovincias Hidrogeológicas Planicie del Cesar y de la Serranía del Perijá.

10.1.1. Subprovincia Hidrogeológica Norte de la Cordillera Oriental.

La Subprovincia Hidrogeológica Norte de la Cordillera oriental se extiende desde el borde centro oriental del departamento (Falla de Arenas Blancas), hasta los límites con el Departamento de Santander por el sur. Al oriente limita con Venezuela y Norte de Santander y por el occidente con la Planicie del Cesar. Presenta un relieve montañoso el cual es drenado por un sistema hídrico que drena finalmente hacia el río Magdalena.

Desde el punto de vista litológico esta constituida por rocas metamórficas, ígneas de tipo intrusivo y volcánico y en menor proporción por sedimentarias muy compactas lo que aunado a su carácter húmedo origina una alta escorrentía hacia la Subprovincia Planicie del Cesar.

10.1.2. Subprovincia Hidrogeológica Planicie del Cesar.

La Subprovincia Hidrogeológica Planicie del Cesar ocupa aproximadamente un 60% del área del área sur del convenio 097-2003-06-2007; caracterizándose por presentar un relieve plano a semiplano, donde localmente sobresalen algunos cerros aislados que no sobrepasan los 50 m de altitud sobre el nivel circundante. Se encuentra drenada por los ríos Ariguaní al noroccidente, al norte y centro por el río Cesar y al suroccidente por el río Magdalena.

Litológicamente en su mayor parte está constituida por sedimentos aluviales con granulometría predominantemente gruesa, pertenecientes al cuaternario. En menor proporción se encuentran rocas sedimentarias de grano fino a grueso del Terciario y rocas volcanoclásticas y flujos volcánicos del Triásico Jurásico, conformando estas últimas pequeños cerros aislados.

Los Depósitos Cuaternarios y las rocas terciarias con buena porosidad y permeabilidad, hacen que esta provincia sea la más importante como reservorio potencialmente explotable de aguas subterráneas.

En esta región se identifican una región húmeda y una árida, ambas sobre rocas sedimentarias. La primera se extiende desde el extremo sur del departamento hasta la Ciénaga de Zapatosa y desde allí hacia el nororiente, bordeando a la región montañosa hasta la altura de Casacará.

La región árida esta ubicada en la mitad norte del área ocupada por la zona plana, aproximadamente entre la Ciénaga de Zapatosa, el sector El Copey –Bosconia y la gran mayoría del Valle del Río Cesar.



10.2 Grupos Hidrogeológicos

El Departamento del Cesar fue dividido por Angel (Ibidem) en tres grandes **GRUPOS HIDROGEOLÓGICOS**, teniendo en cuenta el tipo de porosidad de sus unidades geológicas, su importancia hidrogeológica como almacenadoras de aguas subterráneas y sus posibilidades de explotación

- ***Grupo de Sedimentos y Rocas Porosas con Importancia Hidrogeológica Relativa Grande a muy Pequeña.***
- ***Grupo de Rocas Fracturadas y Porosas con Importancia Hidrogeológica Relativa Grande a Pequeña.***
- ***Grupo de Sedimentos y Rocas Porosas o Fracturadas con muy Pequeña Importancia Hidrogeológica o sin importancia.***

Cada uno de los **Grupos Hidrogeológicos** anteriores esta conformado por varias **Clases Hidrogeológicas**, de acuerdo a las características de los Sistemas Acuíferos, enfatizándose en su extensión y tipo de acuífero, su litología, la conductividad hidráulica y la calidad química del agua.

Las principales características de los grupos hidrogeológicos y los sistemas acuíferos se describen a continuación:

10.2.1 Grupo de Sedimentos y Rocas Porosas con Importancia Hidrogeológica Relativa Grande a Muy pequeñas.

Representado por aquellos sedimentos inconsolidados y rocas poco compactas que presentan porosidad primaria y buenas posibilidades como acuíferos. Este grupo ha sido dividido en **cuatro clases hidrogeológicas**, cada una de las cuales a su vez agrupa a dos o más unidades geológicas (sistemas acuíferos) de edades cuaternarias y terciarias, depositadas en ambientes de carácter continental y marino. Las cuatro clases hidrogeológicas de este grupo, contienen los siguientes **Sistemas Acuíferos**;

1. **Sistema Acuífero Llanura Aluvial (Qlla)**
2. **Sistema Acuífero Aluviones Recientes (Qal)**
3. **Sistema Acuífero Abanicos Aluviales (Qcal).**
4. **Sistema Acuífero Terraza (Qt).**
5. **Sistema Acuífero Sedimentitas de Arjona (Tppa)**
6. **Sistema Acuífero Formación Cuesta (Tmc).**
7. **Sistema Acuífero Formación Barco (Tpb)**



En el área del convenio 097-2003-07-2006 ocurren y se extienden los sistemas acuíferos anteriores, asociados a la Subprovincia Planicie del Cesar, en donde se comportan como reservorios y zonas de recarga, tránsito y descarga natural o artificial de las aguas subterráneas, Cortes Hidrogeológicos en Anexo.

10.2.1.1 Sistema Acuífero Llanura Aluvial (Qlla)

Se extiende y aflora únicamente en la Subprovincia Hidrogeológica Planicie del Cesar, convirtiéndose en el sistema de mayor extensión del departamento, con un área de aproximadamente 8500 Km² que se extienden a través de una morfología plana a semiplana, desde los límites con el departamento de la Guajira en el nororiente y los del Magdalena en el noroccidente, hasta la parte central del Departamento del Cesar, entre las poblaciones de Pailitas y Palestina.

El Sistema Acuífero Llanura Aluvial, está compuesto por sedimentos inconsolidados de origen aluvial que rellenaron durante el Cuaternario una paleo topografía irregular controlada por una tectónica de bloques y pliegues, razón por la cual son muy comunes sus cambios laterales de facies y de espesores.

Angel (Ibidem) propone siete (7) **subdivisiones o sectores** para este sistema correspondientes en todo o en parte a igual número de bloques tectónicos, limitados generalmente por una serie de fallas fosilizadas (cubiertas) de tipo regional; los cuales corresponden a; Figura 64.

- ✓ **Sector del Bloque del Río Cesar:** Compuesto por una serie de intercalaciones de gravas, arenas y arcillas provenientes de la erosión de rocas ígneo metamórficas, volcánicas y volcano-sedimentarias de la Sierra Nevada y de la Serranía del Perijá, conformando la Cuenca Media del Río Cesar.
- ✓ **Sector del Bloque de los Venados:** Conformada litológicamente por sedimentos cuaternarios representados por delgadas intercalaciones de arcilla arenosa, arena fina arcillosa, arena gruesa y arcilla.
- ✓ **Sector del Bloque Ariguaní;** Litológicamente constituido por delgadas intercalaciones de limos, arenas y algunas gravas.
- ✓ **Sector del Bloque Codazzi-Sicarare:** Constituido por intercalaciones de limos, arenas, arcillas y gravas
- ✓ **Sector del Bloque Becerril-La Loma;** Constituido Intercalaciones de arenas, gravas y arcillas.
- ✓ **Sector del Bloque Rincón Hondo;** Litológicamente constituido por arena fina, limo y delgadas capas de grava fina y media.

- ✓ **Sector del Bloque Astrea-San Alberto;** Litológicamente constituido por limos, arcillas, gravas y arenas.

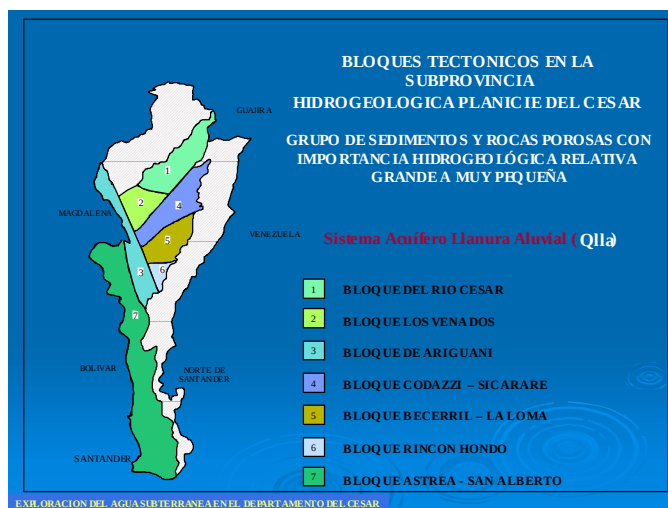


Figura 64. Sectores Tectónicos en el Sistema Acuífero Llanura Aluvial del Cesar (Qlla)

El Sistema Acuífero de Llanura Aluvial (Qlla) forma acuíferos continuos, de extensión regional limitada; son de tipo libre a confinado y tienen una importancia hidrogeológica relativa que varía de grande a pequeña según el sector o bloque tectónico donde se encuentre.

A continuación se presentan las características hidrogeológicas de los Sistemas Acuíferos que se extienden sobre los Sectores Tectónicos de los Bloques del Río Cesar, Ariguaní y Astrea-San Alberto; específicamente sobre el área del convenio 097-2003-06-2007.

En la Tablas 40 a 46 se presentan las características hidrogeológicas del sistema acuífero Depósito de Llanura Aluvial (Qlla) en los sectores mencionados anteriormente

Tabla 40. Características hidrogeológicas del sistema (Qlla) en los sectores tectónicos.

Sector	Importancia Hidrogeológica	Ubicación-Extensión (km ²)	Límites
Bloque del Río Cesar	Grande	1780	Norte; Estribaciones Sierra Nevada de Santa Marta Suroriente; Falla cubierta San Diego-Cuatrovientos. Suroccidente; Falle cubierta del río Garupal. Noriente; Contactos geológicos Sistemas Acuíferos Qt y Qcal ₁ .
Bloque del Río Ariguaní	Intermedio	Región Occidental-1400	Norte. Limite Departamento Magdalena Oriental: Falla de Caracolicito Occidental: Falla de Chimichagua Sur: Estribaciones Cordillera Oriental

Bloque Astrea-San Alberto	Pequeña	Borde Centro Occidental-320	Norte: Limite Departamental Oriente: Trazo cubierto de la Falla de Chimichagua (cubierto) Occidente: Rocas Terciarias y Sistemas Acuíferos que rodean a la zona de Ciénagas Sur: Sistema Acuífero (Qcal) en Pailita y Palestina
----------------------------------	---------	-----------------------------	---

Tabla 41. Espesor, litología y resistividad del Sistema (Qlla) en los sectores tectónicos.

Sector	Espesor (m)	Litología	Resistividad (Ohm-m)
Bloque Río Cesar	300	Intercalaciones de gravas, arenas y arcilla	30-45 (centro y noroccidente) 10-20 (sur y suroriente)
Bloque Ariguaní	10—40	Delgadas intercalaciones de limos, arenas y algunas gravas	5-30
Bloque Astrea-San Alberto	< 10	Limos y arcillas (sector Astrea hasta la Vega); gravas y arenas (Saloa hasta Palestina).	

Tabla 42. Basamento, tipo de acuífero y litología del sistema (Qlla) en los sectores tectónicos.

Sector	Basamento	Tipo de Acuífero
Bloque Río Cesar	Rocas Ígneo Metamórficas	Acuífero Libre a Semiconfinado Constituido por arena fina y limo Superior
		Acuífero Semiconfinado Constituido por intercalaciones de gravas Arena y limos Inferior
Bloque Ariguaní	Rocas Terciarias	Acuífero Libre a Semiconfinado
Bloque Astrea-San Alberto	No reportado	Acuífero Libre

Tabla 43. Espesor y nivel estático del sistema (Qlla) en los sectores tectónicos.

Sector	Espesor (promedio)	NE (m)
Bloque Río Cesar	15-20 m Superior 400 m Inferior	1.5 a 5 5 a 8
Bloque Ariguaní	10-40 m	1.5 a 8
Bloque Astrea-San Alberto	< 10 m	3.5-4.5

Tabla 44 Características físico químicas y usos del agua subterránea del sistema (Qlla) en los sectores tectónicos.

Sector	Calidad del agua
Bloque Río Cesar	Dulce , de tipo Bicarbonatada cálcico -magnésica y sódica en los alrededores del piedemonte ., a sódica hacia el centro del río Cesar (Acuífero Superior) Dulce de tipo bicarbonatada sódica-cálcica (Acuífero Inferior)
Bloque Ariguaní	En general es Bicarbonatada Cálcica -magnésica y sódica. Salobre a Salada al norte del Paso. Clorurada a Sulfatada Cálcico Magnésica y Sódica al norte de Bosconia
Bloque Astrea-San Alberto	Dulce, Bicarbonatada cálcico magnésica a excepción del área de Saloa-Las Vegas-Zapata donde tiene problemas por pH y valores altos de Mn.

Tabla 45. Caudales, conductividad hidráulica. coeficiente de almacenamiento y capacidad específica de las captaciones del sistema (Qlla) en los sectores tectónicos.

Sector	Caudales : lps	K m/día	S	CE (lps/m)
Bloque Río Cesar	Aljibes ; 0.1 a 5 (acuífero superior)	1 (acuífero superior)	$1 \cdot 10^{-2}$ a $1 \cdot 10^{-3}$ (acuífero inferior)	1 a 3 (acuífero inferior)
	Pozos: 5 a 110 (acuífero inferior)	0.2 a 144 (acuífero inferior)		
Bloque Ariguaní	Aljibes ; 0.1 a 5	Parte nororiental : 10 Parte Sur : 0.1	No reportado	No reportado
	Pozos: 2 a 50			
Bloque Astrea-San Alberto	Aljibes ; 05 en promedio	0.01 a 0.001	No reportado	No reportado

Tabla 46. Conductividad del agua y uso del agua subterránea del sistema (Qlla) en los sectores o bloques tectónicos.

Sector	Tipo de Acuífero	Conductividad Umhos/cms	Características Físico Químicas
Bloque Río Cesar	Libre (superior) a Semiconfinado (inferior)	1000 (acuífero superior) 360 (acuífero inferior)	Aptas para el consumo humano, y de regular a inadecuada aplicación para riego (acuífero superior)
Bloque Ariguaní	Libre a Semiconfinado	No reportada	Aptas para el consumo Humano, excepto en áreas restringidas en Bosconia, y entre Potrerillos y Chiriguaná
Bloque Astrea-San Alberto	Libre	< 800	Aptas para el consumo Humano, excepto para el área de Saloa-Las Vegas-Zapatoza donde tiene problemas de pH y valores altos de Mn.

10.2.1.2 Sistema Acuífero Aluviones Recientes (Qal).

El Sistema Acuífero Aluviones recientes (Qal) aflora principalmente en la Subprovincia Hidrogeológica Planicie del Cesar. En la Tablas 47 a 51 se presentan las características hidrogeológicas más importantes de los sectores mencionados anteriormente.

Tabla 47 Importancia hidrogeológica y extensión del sistema Acuífero (Qal).

Sistema Acuífero	Importancia Hidrogeológica	Ubicación-Extensión (km ²)
Aluviones Recientes (Qal)	Grande	Sector plano ubicado al sur del Departamento. (715)
	Pequeña	Sectores aislados ubicados en cercanías de Chimichagua (15).

Tabla 48 Litología, espesores y resistividad del sistema (Qal)

Sistema Acuífero	Litología	Espesor	Resistividad (Ohm-m)
Aluviones Recientes (Qal)	arenas, limos y gravas	los primeros 10 a 60 m	30 a 500
	arcilla y limo	de 60 a 120 m	5 a 12
	arena, limo y grava	> de 120 m	20 y 50

Este sistema acuífero descansa sobre rocas terciarias pertenecientes a las Sedimentitas de Arjona (Tpaa)

Tabla 49 Tipo de acuífero, espesores, nivel estático y caudales del sistema (Qal)

Sistema Acuífero	Tipo de Acuífero	Espesor (promedio en m)	NE (m)	Caudales : lps
Aluviones recientes (Qal)	Libre	10 a 30	1.5 a 5	Aljibes 0.5 a 2 Pozos 3
	Confinado	25 a 210	4	5 a 70

Tabla 50 Características físico químicas y uso del agua del sistema (Qal).

Sistema Acuífero	Características Físico Química	Conductividad Agua	Uso
Aluviones Recientes (Qal)	El acuífero libre es dulce de tipo bicarbonatada cálcico magnésica	200 a 400	Apta para consumo humano y para riego excepto en el sector oriental donde requiere tratamiento para hierro y manganeso

Tabla 51 Conductividad hidráulica del sistema (Qal).

Sistema Acuífero	Conductividad Hidráulica (m/día)
Aluvión Reciente (Qal)	0,5 a 5 (acuífero libre) 1 (estimado para el acuífero confinado)

10.2.1.3 Sistema Acuífero Abanicos Aluviales(Qcal).

El Sistema Acuífero Abanicos Aluviales (Qcal) se encuentra representado por una serie de abanicos aluviales de origen aluvial, con sus ápices situados en las subprovincias hidrogeológicas Sierra Nevada de Santa Marta, Serranía del Perijá y Cordillera Oriental, de donde provienen, pero morfológicamente hacen parte de la Subprovincia Planicie del Cesar, sobre la que se encuentran depositados casi en su totalidad.

Los Abanicos que a continuación se relacionan se encuentran aislados unos de otros; presentan diferente importancia hidrogeológica relativa y corresponden para el área del convenio a los siguientes:

- **Abanico de Pailitas**
- **Abanico de Aguachica**

En la tabla se presentan las características hidrogeológicas de todos los abanicos de este sistema, tablas 52 al 56.

Tabla 52. Importancia hidrogeológica y extensión del sistema acuífero abanicos aluviales (Qcal)

Sistema Acuífero	Importancia Hidrogeológica	Ubicación-Extensión (km ²)
Abanicos Aluviales (Qcal)	Pequeña Abanico de Pailitas	Se origina en la Cordillera oriental a la altura del municipio de Pailitas, cubriendo en la planicie un área de 70 Km ² .
	Intermedia Abanico de Aguachica	Afloran en la región meridional de la planicie del Cesar desde la localidad de Palestina en su parte norte hasta cercanías del municipio de San Martín en el sur ocupando una extensión de aproximadamente 2550 Km ²

Tabla 53 Litología, espesores y resistividad del sistema acuífero abanicos aluviales (Qcal)

Sistema Acuífero	Litología	Espesor (m)	Resistividad (Ohm-m)
Abanico de Pailitas	Cantos de rocas volcánicas y metamórficas en una matriz de arena gruesa y gravas, hacia el occidente disminuye el tamaño donde se encuentran intercalaciones de arenas y arcillas plásticas.	25	
Abanico de Aguachica	En el piedemonte cantos y bloques de hasta 2 m de diámetro de rocas ígneas metamórficas y volcánicas en una matriz arenosa a veces con gravas pero con una importante fracción arcillosa	25-200 100 a 210 20 a 130	15 a 25 (Sector La Mata) 65-400 (Sector La Gloria) 25 a 200 (Sector Aguachica) 50 a 250 (Localidad de Campamentos) 6 a 10 –Barranca de Lebrijas)

El Abanico de Pailitas reposa sobre rocas volcánicas de la Formación La Quinta (Jqv) y el Abanico de Aguachica yace sobre una topografía irregular constituida esencialmente por el Sistema Acuífero Sedimentitas de Arjona (Tpaa); lo que hace que su espesor sea muy variable.

Tabla 54. Tipo de acuífero, espesores, resistividad. nivel estático y caudales del sistema acuífero los abanicos aluviales (Qcal)

Sistema Acuífero	Tipo de Acuífero	Espesor (m)	Resistividad (Ohm-m)	NE (m)	Caudales : lps
Abanico de Pailitas	Libre	25		Libre 4 a 6	0.5 a 1
Abanico de Aguachica	Libre regional Semiconfinado local	200 80	40 a 200 19 a 26	Libre 2 a 5	Aljibes 0.5 a 2 Pozos 1

Tabla 55. Características físico químicas y uso del agua del sistema acuífero abanicos aluviales (Qcal)

Sistema Acuífero	Características Físico Químicas del agua	Conductividad Agua	Usos
Abanico de Pailitas	Dulce, de tipo bicarbonatada cálcico magnésica	180 umhos/cms	Aptas para el consumo humano y para riego.
Abanico de Aguachica	Dulce, de tipo bicarbonatada cálcico magnésica variando a sódica	< 800 mhos/cms	Aptas para riego pero para consumo humano es limitado localmente por su alto contenido de manganeso y hierro

Tabla 56. Conductividad hidráulica del sistema acuífero abanicos aluviales (Qcal)

Sistema Acuífero	Conductividad Hidráulica (m/día)
Abanico de Pailitas	No conocido
Abanico de Aguachica	Libre 0.2 a 8

10.2.1.4 Sistema Acuífero Terrazas (Qt).

El Sistema Acuífero Terrazas (Qt) en el área del convenio se extiende en la parte nororiental del departamento relacionada con los cauces de los ríos Cesar, Guatapurí y Badillo. En la tabla 57 a 61 se presentan las características hidrogeológicas de este sistema en el área del convenio.

Tabla 57. Importancia hidrogeológica y extensión del sistema acuífero terrazas aluvial (Qt) al Nororiente de Valledupar.

Sistema Acuífero	Importancia Hidrogeológica	Ubicación-Extensión (km ²)
Terrazas Nororiente de Valledupar	Intermedia	Terraza ubicadas al nororiente de la ciudad de Valledupar; presenta una extensión de 250 Km ² .

Tabla 58. Litología, espesor y resistividad del sistema acuífero terraza aluvial (Qt) al Nororiente de Valledupar.

Sistema Acuífero	Litología	Espesor	Resistividad (Ohm-m)
Terrazas (Qt) Nororiente de Valledupar	Cantos y bloques angulares a subredondeados Constituidos por rocas intrusivas y volcánicas embebidas en una matriz arenosa de grano medio a grueso.	10 a 25	60 a 250

Tabla 59 Litología de acuífero, espesor nivel estático y caudales de las captaciones del sistema acuífero terraza aluvial (Qt) al Nororiente de Valledupar.

Sistema Acuífero	Tipo de Acuífero	Espesor (promedio)	NE (m)	Caudales : lps
Terraza Qt Nororiente de Valledupar	Libre	10 a 25	2 y 4	Aljibes : 0.1 a 4

Tabla 60 Características físico químicas y uso del agua del sistema acuífero terraza aluvial (Qt) al Nororiente de Valledupar.

Sistema Acuífero	Características Físico químicas del agua	Conductividad	Usos
Qt Terraza Jagua de Ibirico	Dulce, de tipo bicarbonatada cálcico-magnésica	< 1000 Umhos/cms	Aptas para el consumo humano riego pero con restricciones locales en Guacoche

Tabla 61. Conductividad hidráulica del sistema acuífero terraza aluvial (Qt) al Nororiente de Valledupar.

Sistema Acuífero	Conductividad Hidráulica (m/día)
Qt Nororiente de Valledupar	1 a 10 (asignada)

10.2.1.5 Sistema Acuífero Sedimentitas de Arjona (Tpaa).

El Sistema Acuífero Sedimentitas de Arjona (Tpaa) aflora en el extremo centro-occidental del departamento, asociado a la subprovincia hidrogeológica de la Planicie del Cesar. En la tablas 62 a 66 se presentan las características hidrogeológicas de este sistema en el área del convenio.

Tabla 62. Importancia hidrogeológica y extensión del sistema acuífero Sedimentitas de Arjona (Tpaa)

Sistema Acuífero	Importancia Hidrogeológica	Ubicación-Extensión (km ²)
Sedimentitas de Arjona (Tpaa)	Intermedia	Sus afloramientos se encuentran en la Subprovincia Hidrogeológica Planicie del Cesar, aflorando en el extremo centro-occidental del departamento en una extensión de 960 Km ² aproximadamente. En el subsuelo de la planicie del cesar, asociado a los bloques tectónicos Ariguaní y Astrea -San Alberto.

Tabla 63. Tipo de Acuífero, espesores, nivel estático y caudal del sistema acuífero Sedimentitas de Arjona (Tpaa)

Sistema Acuífero	Símbolo	Tipo de Acuífero	Espesor	NE (m)	Caudales : lps
Sedimentitas de Arjona	Sector Bloque Tectónico de Ariguaní.	Confinado de tipo multicapas	No reportado	4.5 y 10 (piezométrico)	Pozos : 1.5 a 25
	Sector Bloque Tectónico Astrea San Alberto	Confinado de tipo multicapas pero puede variar de libre a semiconfinado	No reportado	5 (piezométrico)	Pozos : 2 a 30

Tabla 64. Litología, espesor y resistividad del sistema acuífero Sedimentitas de Arjona (Tpaa)

Sistema Acuífero	Sector	Características litológicas, espesor(m) y resistividad (Ohm-m)
	Sector Bloque Tectónico de	Resistividad de 5 a 30 Ohm-m

	Ariguaní	
	Sector Bloque Tectónico Astrea San Alberto	Resistividad de 9 a 60 Ohm-m

Tabla 65. Características físico químicas y usos del agua del sistema acuífero Sedimentitas de Arjona (Tpaa)

Sistema Acuífero	Símbolo	Calidad, Conductividad del agua y Características Físico Químicas
Sedimentitas de Arjona Tpaa	Sector Bloque Tectónico de Ariguaní.	Dulce de tipo bicarbonatada sódica y localmente cálcica. Aptas para riego y localmente con restricciones.
	Sector Bloque Tectónico Astrea San Alberto	No conocido

Tabla 66. Tipo de acuífero y conductividad hidráulica del sistema acuífero Sedimentitas de Arjona (Tpaa)

Sistema Acuífero	Símbolo	Tipo de Acuífero	Conductividad Hidráulica (m/día)
Sedimentitas de Arjona	Sector Bloque Tectónico de Ariguaní.	Confinado de tipo multicapas	10 a 90
	Sector Bloque Tectónico Astrea San Alberto	Confinado de tipo multicapas pero puede variar de libre a semiconfinado	4 y 9 en el sector norte del bloque. 10^{-1} a 1 inferida en el sur

10.2.2 Grupo de Rocas Fracturadas y Porosas con Importancia Hidrogeológica Relativa Grande a Pequeña.

Este grupo se encuentra representado por rocas detríticas y calcáreas compactas, que tienen una porosidad secundaria por fracturamiento, la cual en las calcáreas y para algunas zonas se han mejorado por disolución (karstificación), permitiendo allí el almacenamiento localizado de un

importante volumen de agua subterráneas, convirtiéndose en buenos acuíferos, en ciertas zonas restringidas.

Este grupo presenta cuatro clases hidrogeológicas que incluyen a los siguientes sistemas acuíferos de edad cretácica y terciaria;

- Sistema Acuífero Formación La Luna (Ksl)
- Sistema Acuífero Grupo Cogollo (Kmc)
- Sistema Acuífero Formación Río negro (Kir).
- Sistema Acuífero Formación Los Cuervos (Tec).

Los sistemas anteriores se extienden en el subsuelo de la Subprovincia hidrogeológica Planicie del Cesar, donde hacen parte de varias estructuras geológicas, cubiertas generalmente por el Sistema Acuífero Llanura Aluvial, bajo el cual se encuentran formando acuíferos confinados. En la tabla 67 a 78 se presentan las características hidrogeológicas de este grupo.

10.2.2.1 Sistema Acuífero Formación La Luna (Ksl)

El Sistema Acuífero Formación La Luna (Ksl) aflora en áreas de poca extensión, específicamente al oriente del municipio del municipio de Becerril en la Subprovincia Hidrogeológica Serranía del Perijá, al oriente del corregimiento La Mata y al norte de San Alberto en la Subprovincia Región Norte de la Cordillera Oriental y al nororiente de la localidad de Puerto Lajas, en la parte norcentral de la Subprovincia Planicie del Cesar. Por sus características, este es un sistema que incluye acuíferos locales, discontinuos, de tipo libre a confinados y se considera de importancia hidrogeológica grande a pequeña. En las tablas 67 al 71 se presentan las características hidrogeológicas de este sistema

Tabla 67. Importancia Hidrogeológica del sistema acuífero Formación La Luna (Ksl)

Sistema Acuífero	Importancia Hidrogeológica	Ubicación-Extensión (km ²)
Formación La Luna (Ksl)	Grande a Pequeña	Aflora en un área de 85 Km ² , en la Subprovincia Hidrogeológica Serranía del Perijá (Oriente del Municipio de Becerril), en la Subprovincia Región Norte de la Cordillera Oriental (oriente del corregimiento de la Mata y al norte de San Alberto); en la parte norcentral de la Subprovincia Planicie del Cesar.

Tabla 68. Litología, espesor y resistividad del sistema acuífero Formación La Luna (Ksl)

Sistema Acuífero	Sectores	Litología, Espesor promedio, y Resistividad (Ohm-m)
Formación La Luna (Ksl)	Subprovincia hidrogeológica Serranía de Perijá (Sinclinal y Anticlinal de la Jagua) y en el Subsuelo de la Planicie del Cesar (Región Nororiental del Bloque Tectónico Codazzi-Sicarare)	Secuencia alternante de lutitas negras carbonosas, limolitas, arcillolitas y calizas negras bituminosas en estratos delgados a medianos, intercalados con lentes de chert y de areniscas calcáreas. Espesor promedio 30 a 70 m y resistividad de 60 a 300 Ohm-m.
	Subsuelo de la Planicie del Cesar (Bloque Tectónico Astrea-San Alberto)	Presenta condiciones geológicas favorables al igual que sus resistividades que son del orden de 40 Ohm-m. En Ayacucho y Simaña se encuentra relativamente somero (profundidades entre 50 y 120 m respectivamente).

Tabla 69. Tipo de Acuífero, espesor promedio, nivel estático, y caudales del sistema acuífero Formación La Luna (Ksl)).

Sistema Acuífero	Símbolo	Tipo de Acuífero	Espesor	NE (m)	Caudales : lps
Formación La Luna (Ksl)	Subsuelo de la Planicie del Cesar (Región Nororiental del Bloque Tectónico Codazzi-Sicarare)	Locales, discontinuos, de tipo libre a confinado.	30 a 70 m	No reportado	10 a 60 lps (pozos) en la Región Nororiental del Bloque Codazzi-Sicarare. En el bloque Astrea-San Alberto, específicamente en Pelaya, pozos de 15 lps.

Tabla 70. Características físico químicas y usos del agua del sistema Acuífero Formación La Luna (Ksl)

Sistema Acuífero	Símbolo	Calidad y Características Físico Químicas del agua.
Formación La Luna (Ksl)	Subsuelo de la Planicie del Cesar (Región Nororiental del Bloque Tectónico Codazzi-Sicarare)	Desde el punto de vista físico-químico varían de ligeramente salobre a dulce, de tipo bicarbonatada cálcico magnésica y sódica, necesita normalmente tratamiento para disminuir su dureza para fines de consumo humano. Para irrigación varía en su calidad de regular a inadecuada.

Tabla 71. Conductividad Hidráulica del sistema acuífero Formación La Luna (Ksl).

Sistema Acuífero	Símbolo	Tipo de Acuífero	Conductividad Hidráulica (m/día)
Formación La Luna (Ksl)	<i>Subsuelo de la Planicie del Cesar (Región Nororiental del Bloque Tectónico Codazzi-Sicarare)</i>	Locales, discontinuos, de tipo libre a confinado.	10^{-2} a 50 (Región Nororiental del Bloque Codazzi-Sicarare)

10.2.2.2 Sistema Acuífero Grupo Cogollo (Kmc)

El sistema Acuífero Grupo Cogollo aflora en las cuatro subprovincias hidrogeológicas del Departamento; sus afloramientos aparecen en la esquina suroccidental de la Sierra Nevada de Santa Marta y en la Serranía del Perijá entre los municipios de Codazzi y Becerril. En la Subprovincia Norte de la Cordillera Oriental, al sur de la Jagua de Ibirico y al suroriente de Curumaní se encuentran afloramientos de menor extensión.

El alto grado de fracturamiento y karstificación que presenta el Grupo Cogollo en superficie, así como también el rendimiento de los pozos que los captan en algunos sectores, definen a este sistema acuífero como de tipo confinado a semiconfinado, de carácter local y discontinuo, con importancia hidrogeológica variando de grande a pequeña. En la tablas 72 al 76 se presentan las características hidrogeológicas de este sistema

Tabla 72. Importancia hidrogeológica y extensión del Sistema Acuífero Grupo Cogollo (Kmc).

Sistema Acuífero	Importancia Hidrogeológica	Ubicación-Extensión (km ²)
Grupo Cogollo (Kmc)	Grande a Pequeña debido a su alto grado de fracturamiento y karstificación y rendimiento de los pozos	Aflora en un área de 580 Km ² ; en la esquina suroccidental de la Sierra Nevada de Santa Marta, en La Serranía del Perijá y en el Subsuelo de la Planicie del Cesar.

Tabla 73. Tipo de Acuífero, Espesor promedio, nivel estático y caudales del sistema acuífero Grupo Cogollo (Kmc).

Sistema Acuífero	Sector	Tipo de Acuífero	Espesor	NE (m)	Caudales : lps
Grupo Cogollo (Kmc)	Sector Bloque Tectónico Codazzi-Sicarare y Becerril-La loma y Rincón Hondo	Confinado a semiconfinado, de carácter local y discontinuo	1200 a 3000	No reportado	Pozos: 50 a 100 lps.

Tabla 74. Litología, espesor y resistividad del sistema acuífero Grupo Cogollo (Kmc).

Sistema Acuífero	Sector	Litología, Espesor y Resistividad (Ohm-m)
Grupo Cogollo (Kmc)	Sector Bloque Tectónico Codazzi-Sicarare	Gruesas intercalaciones de calizas, calizas arenosas y delgadas capas de limolitas calcáreas, afectadas por diaclasas y procesos de disolución (grietas, dolinas, cavernas) especialmente en la Serranía del Perijá. Espesor reportado 1200 a 3000 m. En el sector nororiental de este bloque presenta valores de resistividad de 200 Ohm-m (Sinclinal al occidente de Codazzi) y al sur de la estructura anterior presenta valores de 100 Ohm-m o menos hacia el flanco oriental.
	Sector Bloque Tectónico Becerril-La Loma y Rincón Hondo	El alto grado de buzamiento de sus estratos le crea una situación desfavorable al profundizarse en el bloque Becerril-La Loma. En el bloque Rincón Hondo presenta valores de resistividad (25 a 150 Ohm-m) encontrándose a poca profundidad.

Tabla 75 Tipo de acuífero, calidad y características físico química del sistema acuífero Grupo Cogollo (Kmc).

Sistema Acuífero	Sector	Tipo de Acuífero	Calidad y Características Físico Químicas
Grupo Cogollo (Kmc)	Sector Bloque Tectónico Codazzi-Sicarare y Becerril-La loma y Rincón Hondo	Confinado a semiconfinado, de carácter local y discontinuo	Dulces en su mayoría de tipo bicarbonatadas sódicas o magnésicas; para irrigación varia en su calidad desde adecuadas hasta de regular calidad

Tabla 76 Tipo de acuífero y conductividad hidráulica del sistema acuífero Grupo Cogollo (Kmc).

Sistema Acuífero	Sector	Tipo de Acuífero	Conductividad Hidráulica (m/día)
Grupo Cogollo (Kmc)	Sector Bloque Tectónico Codazzi-Sicarare y Becerril-La loma y Rincón Hondo	Confinado a semiconfinado, de carácter local y discontinuo	10^{-2} a 50 (Región Nororiental del Bloque Codazzi-Sicarare)

10.2.2.3 Sistema Acuífero Formación Rionegro (Kir)

El sistema acuífero Formación Riónegro (Kir) aflora en gran extensión en las subprovincias hidrogeológicas Serranía del Perijá y Región Norte de la Cordillera Oriental. Sus características litológicas le proporcionan un alto grado de almacenamiento de aguas subterráneas, sus áreas de recarga son restringidas por su extensión, formando acuíferos semiconfinados a confinados de carácter local, por estar supeditados a zonas fracturadas por los factores anteriores se considera de pequeña importancia hidrogeológica. En la tablas 77 a 81 se presentan las características hidrogeológicas de este sistema

Tabla 77. Importancia hidrogeológica y extensión del sistema acuífero Formación Rionegro (Kir).

Sistema Acuífero	Importancia Hidrogeológica	Ubicación-Extensión (km ²)
Formación Rionegro (Kir)	Pequeña	Aflora en gran extensión en las Subprovincia Hidrogeológicas Serranía de Perijá y Región Norte de la Cordillera Oriental

Tabla 78. Litología, espesor y resistividad del Sistema Acuífero Formación Rionegro (Kir).

Sistema Acuífero	Sector	Litología, Espesor y Resistividad (Ohm-m)
Formación Rionegro (Kir)	Subprovincia Hidrogeológica Serranía del Perijá Y Norte de la Cordillera Oriental	Secuencia constituida por areniscas de grano grueso, areniscas conglomeráticas y conglomerados con matriz arenosa, con intercalaciones de limolitas y arcillolitas. Localmente poco cementadas e intensamente fracturadas. Espesor 80 a 400 m

Tabla 79 Tipo de Acuífero, Espesor promedio, nivel estático y caudales del sistema acuífero Formación Rionegro (Kir).

Sistema Acuífero	Sector	Tipo de Acuífero	Espesor (m)	NE (m)	Caudales : lps
Formación Rionegro (Kir)	Subprovincia Hidrogeológicas Serranía del Perijá.	Semiconfinados a confinados de carácter local (zonas fracturadas)	80 a 400	4.5 a 6 (sector sur de Rincón Hondo).	Pozos: 2 lps promedio

Tabla 80. Calidad y características físico química del sistema acuífero Formación Rionegro (Kir)

Sistema Acuífero	Sector	Características Físico Químicas
Formación Rionegro (Kir)	Subprovincia Hidrogeológicas Serranía del Perijá.	Dulce, de tipo bicarbonatado cálcico-magnésico. El agua requiere ser tratada para reducir el contenido de manganeso para que sea apta para el consumo humano.

Tabla 81 Tipo de acuífero y conductividad hidráulica del sistema acuífero Formación Rionegro (Kir)

Sistema Acuífero	Sector	Tipo de Acuífero	Conductividad Hidráulica (m/día)
Formación Rionegro (Kir)	Subprovincia Hidrogeológicas Serranía del Perijá.	Semiconfinados a confinados de carácter local (zonas fracturadas)	10^{-2} a 5 (Dependiendo de la densidad de fracturamiento al sur de Rincón Hondo)



10.2.3 Grupo de Sedimentos y Rocas Porosas o Fracturadas con muy pequeña importancia Hidrogeológica o sin importancia.

El Grupo de Sedimentos y Rocas Porosas o Fracturadas con muy Pequeña Importancia Hidrogeológica a sin Importancia está conformado por tres clases hidrogeológicas correspondientes a

- **Depósitos Sedimentarios Cuaternarios con diferentes orígenes y Rocas sedimentarias Terciarias.**
-
- **Rocas Sedimentarias y Volcanosedimentarias de edades cretácicas y triásico-jurásicas**
-
- **Rocas Volcánicas, Igneas y metamórficas. Con edades entre el cretácico y precámbrico.**

Las características litológicas y las pruebas de bombeo de los sistemas acuíferos en que se agrupan las clases hidrogeológicas anteriores indican que tiene conductividades hidráulicas bajas a muy bajas considerándose de pequeña a muy pequeña importancia hidrogeológica, e inclusive en muchos casos los acuíferos están prácticamente ausentes. Las tres clases anteriores agrupan alrededor de 30 sistemas, las cuales se ubican mayormente en la Subprovincias Sierra Nevada de Santa Marta y Norte de la Cordillera Oriental y en menor proporción en las Subprovincias Serranía del Perijá y Planicie del Cesar.

En el área del convenio se presentan los Depósitos Cuaternarios de origen fluviolacustres (Qfl).

10.2.3.1 Depósitos Sedimentarios Cuaternarios con diferentes orígenes y Rocas sedimentarias Terciarias

Los Depósitos Sedimentarios Cuaternarios pueden ser de origen fluvio-lacustres, coluvial y glacial. Los Depósitos fluviolacustres (Qfl) que afloran en la margen suroccidental de la Subprovincia Planicie del Cesar presentan alguna importancia local y extensión considerable.

10.2.3.1.1 Sistema Acuífero Depósitos Fluviolacustres (Qfl).

Este Sistema se extiende únicamente en la Subprovincia Planicie del Cesar, aflorando en una delgada franja paralela al río Magdalena, que conforma una zona de ciénagas sujeta a inundaciones periódicas de los ríos Magdalena y Lebrija. En este sistema se desarrollan acuíferos locales, de poca extensión y generalmente de tipo libre, considerándosele por su granulometría fina y su limitado espesor como de relativamente de muy pequeña importancia hidrogeológica. En las tablas 82 a 86 se presentan las características hidrogeológicas de este sistema

Tabla 82. Importancia hidrogeológica y extensión del sistema acuífero Depósitos Fluviolacustres (Qfl).

Sistema Acuífero	Importancia Hidrogeológica	Ubicación-Extensión (km ²)
Depósitos Fluviolacustre (Qfl)	Muy pequeña	Se encuentra en la Subprovincia Planicie del Cesar, aflorando en un área de 460 Km ² aproximadamente, en una franja paralela al río Magdalena, que se extiende desde los límites del Departamento del Cesar en el sur, hasta alrededor de la ciénaga de Zapatosa en el norte.

Tabla 83. Litología, espesor y resistividad del sistema acuífero Depósitos Fluviolacustres (Qfl).

Sistema Acuífero	Sector	Litología, Espesor, Resistividad (Ohm-m)
Depósitos Fluviolacustres (Qfl)	Subprovincia Planicie del Cesar	Litológicamente está constituida por sedimentos predominantemente limo arcillosos con lentes arenosos. Espesor promedio 15 metros; presentan resistividades promedios del orden de 5 ohm-m

Tabla 84 Tipo de Acuífero, Espesor, nivel estático y caudales del sistema acuífero Depósitos Fluviolacustres (Qfl).

Sistema Acuífero	Sector	Tipo de Acuífero	Espesor (m)	NE (m)	Caudales : lps
Depósitos Fluviolacustres (Qfl)	Subprovincia Planicie del Cesar	Acuíferos locales de poca extensión, libres	15	2 a 3 m	0.5 lps (aljibes)

Tabla 85. Características físico química y usos del Sistema Acuífero Depósitos Fluviolacustres (Qfl).

Sistema Acuífero	Sector	Tipo de Acuífero	Calidad y Características Físico Químicas
Depósitos Fluviolacustres (Qfl)	Subprovincia Planicie del Cesar	Acuíferos locales de poca extensión, libres	No reportada

Tabla 86. Tipo de Acuífero y Coeficiente de Almacenamiento del sistema acuífero Depósitos Fluviolacustres (Qfl).

Sistema Acuífero	Sector	Tipo de Acuífero	Conductividad Hidráulica (m/día)
Depósitos Fluviolacustres (Qfl)	Subprovincia Planicie del Cesar	Acuíferos locales de poca extensión, libres	Baja (asignada por su granulometría fina)



EVALUACION DEL POTENCIAL DEL AGUA SUBTERRANEA EN LOS MUNICIPIOS DE CURUMANI, PAILITAS, TAMALAMEQUE, PELAYA, LA GLORIA, GAMARRA, AGUACHICA, RIO DE ORO, SAN MARTIN Y SAN ALBERTO , DEPARTAMENTO DEL CESAR.
CONVENIO 097-2003-06-2007



CONCLUSIONES

La evaluación y actualización del potencial del agua subterránea en los municipios del sur del departamento del Cesar ha permitido consolidar el conocimiento del modelo hidrogeológico conceptual del área del convenio 097-2003-06-2007. Desde el punto institucional la coejecución de las actividades en el marco del convenio ha permitido el fortalecimiento de Corpocesar en los siguientes aspectos;

- Implementación de metodología para formular los modelos hidrogeológicos conceptuales de los sistemas acuíferos de gran a mediana importancia hidrogeológica los cuales se extienden subsuperficialmente y en el subsuelo de los en los municipios de Curumaní, Pailitas, Pelaya, Tamalameque, La Gloria, Gamarra, Aguachica, Río de Oro, San Martín y San Alberto, Departamento del Cesar.
- ✓ En el área de estudio del convenio 097-2003-06-2007 se extienden unidades roca-sedimento que forman sistemas acuíferos de gran a intermedia importancia hidrogeológica para el desarrollo social y económico del Departamento del Cesar. Los sistemas acuíferos de gran importancia hidrogeológica corresponden unidades geológicas con porosidad primaria o intergranular, correspondientes a los Depósitos Cuaternarios de Llanura Aluvial (Qlla), Los Depósitos de Cono Aluvial (Qca, Qcal1, Qcal2, Qcal3), Los Depósitos de Cauce Aluvial (Qal), los Depósitos de Terraza (Qt) y a unidades geológicas del Terciario correspondientes a la Formación Sedimentitas de Arjona (Tpaa).
- ✓ En área del convenio 097-2003-06-2007 Corpocesar-IDEAM se caracterizan por estar afectadas o emplazadas en una tectónica de bloques asociadas a pliegues, y fallas de carácter semiregional a local; las cuales regional y localmente exponen y desplazan sistemas acuíferos de mediana a gran importancia hidrogeológica.
- ✓ Los sondeos eléctricos verticales ejecutados permiten conocer las resistividades y espesores de las capas acuíferas y capas de naturaleza semi-impermeable a impermeable; principalmente de los Sistemas Acuíferos de Llanura Aluvial (Qlla), Cono Aluvial (Qcal, Qcal1, Qcal2, Qcal3) y Cauce Aluvial (Qal) y en algunos casos localmente sus límites con el basamento geoelectrico que localmente esta definido por unidades del terciario o cretácico. La información de los sondeos permitirán proyectar la localización de nuevos aljibes o pozos o para la ubicación de obras de saneamiento básico o abastecimiento con aguas subterráneas de los actuales o nuevos acueductos veredales.
- ✓ La actualización del inventario de puntos de agua en el área del convenio 097-2003-06-2007 ha permitido observar que las captaciones están ubicadas principalmente sobre las unidades geológicas cuaternarias que forman sistemas acuíferos que corresponden a los Depósitos de Llanura Aluvial (Qlla), Depósitos de Abanicos Aluviales (Qcal, Qcal1, Qcal2 y Qcal3); Depósitos de Aluviones Recientes(Qal), Depósitos de Terraza Aluvial (Qt) y los Depósitos Fluvioacustre (Qfl).



CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CESAR

**EVALUACION DEL POTENCIAL DEL AGUA SUBTERRANEA EN LOS MUNICIPIOS DE CURUMANI, PAILITAS, TAMALAMEQUE, PELAYA, LA GLORIA, GAMARRA, AGUACHICA, RIO DE ORO, SAN MARTIN Y SAN ALBERTO , DEPARTAMENTO DEL CESAR.
CONVENIO 097-2003-06-2007**

- ✓ El 70% de las captaciones de aguas subterráneas son aljibes, el 27% son pozos de mediana a gran profundidad y el 3% corresponden a manantiales. El agua extraída de los aljibes es utilizada para consumo humano y uso doméstico, especialmente en el área rural de los municipios del sur del cesar.
- ✓ El modelo de flujo de los sistemas acuíferos cuaternarios indica que el agua subterránea fluye regionalmente desde el pie de monte de la Serranía del Perijá hacia el río Magdalena.
- ✓ El modelo de flujo de aguas subterráneas para la primera capa acuífera de los diferentes sistemas acuíferos captados indican que las zonas de recarga se ubican, específicamente en una franja que involucra el contacto de los Sistemas Acuíferos Cuaternarios como los Depósitos Cuaternarios (Qlla, Qal, Qca, Qcal) con los Sistemas de edad cretácica o jurásica que se ubican hacia el piedemonte de la Serranía del Perijá. Muy localmente las zonas de recarga se ubican en el contacto entre los Sistemas Acuíferos Cuaternarios como los Depósitos Cuaternarios de Llanura Aluvial (Qlla) y los Depósitos de Terraza (Qt). Las zonas de transito se ubican hacia la parte media del área del convenio y la zona de descarga corresponde a al cauce del río cesar y magdalena y los tributarios que convergen en esta zona. Localmente en igual forma la zona de descarga se ubican hacia el complejo de ciénagas que se ubican en el área rural del municipio de Chiriguaná y Curumaní.

Los aspectos más relevantes desde el punto de vista ambiental relacionado con la sostenibilidad del recurso hídrico subterráneo son los siguientes:

- ✓ Los Sistemas Acuíferos Depósitos Cuaternarios potencialmente por su carácter vulnerable y libre; pueden estar afectados por la migración de lixiviados provenientes de practicas agrícolas inadecuadas, rellenos o botaderos a cielo abierto, cementerios, estaciones de gasolina, lagunas de tratamientos de aguas residuales domésticas y de las industrias palmeras.
- ✓ La cabecera y área rural de los municipios del sur del cesar no cuentan con una red de monitoreo de aguas subterráneas donde se pueda conocer las variaciones en cantidad (niveles) o calidad (parámetros físico químicos y bacteriológicos) de las aguas subterráneas potencialmente vulnerables y en riesgo de contaminación por efecto de fuentes de contaminación puntuales o difusas mencionadas anteriormente.



EVALUACION DEL POTENCIAL DEL AGUA SUBTERRANEA EN LOS MUNICIPIOS DE CURUMANI, PAILITAS, TAMALAMEQUE, PELAYA, LA GLORIA, GAMARRA, AGUACHICA, RIO DE ORO, SAN MARTIN Y SAN ALBERTO , DEPARTAMENTO DEL CESAR.
CONVENIO 097-2003-06-2007



RECOMENDACIONES

- ✓ Actualización periódica del inventario de captaciones de agua subterránea que permita conocer la demanda de las comunidades asentadas en los municipios anteriores; reducir progresivamente la ilegalidad en la construcción de pozos y aljibes y generar una cultura hacia los usuarios de los recursos hídricos subterráneos de obtener y tramitar los permisos de exploración y explotación del agua subterránea ante Corpocesar.
- ✓ Para efectos de actualizar los recursos dinámicos y estáticos de aguas subterráneas en los sistemas acuíferos cuaternarios del sur del Cesar es necesario realizar pruebas de bombeo en pozos de monitoreo o pozos de bombeo en los cuales se conozcan las características de construcción. En su defecto la CORPOCESAR debe gestionar la consecución de dicha información a través la legalización de todas las captaciones de aguas subterráneas.
- ✓ Para efectos de complementar la formulación del modelo hidrogeológico conceptual del área del convenio 097-2003-07-2006, se recomienda realizar campañas de caracterización físico química y bacteriológica de las aguas subterráneas de los sistemas acuíferos reconocidos en el sur del departamento del Cesar; lo que permitirá actualizar el conocimiento sobre las reacciones químicas que ocurren en ellos, su clasificación geoquímica y sus restricciones en cuanto a su uso.
- ✓ Restringir las prácticas actuales y futuras del uso del territorio (suelo) de actividades como la descarga de efluentes y vertido de residuos domésticos que posteriormente migren al subsuelo a través de la zona saturada. En igual forma minimizar o reducir los efectos de la contaminación producida por la ubicación y manejo inapropiado de los botaderos o mal llamados rellenos sanitarios, lagunas de tratamiento de agua municipales e industriales , pozas sépticas o letrinas, cementerios, estaciones de gasolinas y cambiaderos de aceite, etc; los cuales no deben interceptar las trayectorias de flujo de las aguas subsuperficiales hacia la captación (pozo o aljibe), evitando en primera instancia la contaminación de la primera capa de los sistemas acuíferos.
- ✓ Proteger las zonas de recarga, tránsito y descarga de los sistemas acuíferos de gran importancia hidrogeológica como es el Sistema Acuífero Llanura Aluvial (Qlla), Conos Aluviales (Qca, Qcal1, Qcal2, Qcal3), y las Formaciones Sedimentitas de Arjona (Tpaa), Formación Cuesta (Tmc), el Grupo Cogollo (Kmc).
- ✓ Establecer campañas de difusión sobre la necesidad de construir obras de protección para evitar la contaminación directa del agua para consumo humano en aljibes, pozos y manantiales, en igual forma la escogencia técnica del sitio de construcción de pozas sépticas



CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CESAR

**EVALUACION DEL POTENCIAL DEL AGUA SUBTERRANEA EN LOS MUNICIPIOS DE CURUMANI, PAILITAS, TAMALAMEQUE, PELAYA, LA GLORIA, GAMARRA, AGUACHICA, RIO DE ORO, SAN MARTIN Y SAN ALBERTO , DEPARTAMENTO DEL CESAR.
CONVENIO 097-2003-06-2007**

- ✓ Establecer un control estricto sobre el uso, manejo y disposición de fertilizantes y pesticidas en actividades agrícolas desarrolladas en las zonas de recarga de los sistemas acuíferos.
- ✓ Realizar inspecciones sanitarias periódicas en fuentes de abastecimientos domésticas que utilicen aljibes equipados con bombas manuales, a combustible o eléctricas.
- ✓ Prevenir la contaminación futura de los acuíferos, mediante la prohibición del desarrollo de actividades potencialmente contaminantes en áreas cercanas a las zonas de recarga anteriormente mencionadas y de alta vulnerabilidad a la contaminación como la cabecera municipal donde se construyen captaciones sin tener en cuenta la vulnerabilidad del acuífero.
- ✓ Definición de los perímetros de protección de los pozos que garanticen el desarrollo de actividades socioeconómicas de la población.
- ✓ Los pozos o aljibes abandonados deben ser sellados completamente con tapas de concreto; para evitar que sean utilizados como botaderos de basuras; Clandestinamente se utilizan también para la disposición de efluentes domésticos e industriales en zonas sin alcantarillado. Esta práctica ha sido causa de serios y costosos problemas de contaminación de aguas subterráneas y pozos, desde microorganismos patógenos hasta químicos tóxicos que llegan rápidamente a los acuíferos con pocas posibilidades de atenuación y menos de eliminación.
- ✓ Prevenir la ingestión de aguas subterráneas contaminadas con bacterias, virus y parásitos patógenos, los cuales se identificaron coliformes totales y fecales en los análisis bacteriológicos de la gran mayoría de los muestreados. Estos organismos patógenos ingresan a los acuíferos someros desde tanques sépticos, letrinas, drenajes, o cursos superficiales con aguas contaminadas, etc. Los pozos inadecuadamente contruidos son particularmente propensos a este tipo de contaminación. Sin embargo, en casi todas las formaciones excepto en las más vulnerables, la capacidad de atenuación natural de la zona no saturada o las capas semiconfinantes confieren una protección al acuífero.
- ✓ El Instituto de Hidrología Meteorología y estudios Ambientales IDEAM, la Corporación Autónoma Regional de Cesar deben diseñar la Red de la Red de Monitoreo del Agua Subterránea para las unidades acuíferas Sistema Acuífero Llanura Aluvial (Qlla), Conos Aluviales (Qca, Qcal1, Qcal2, Qcal3), las Formaciones Sedimentitas de Arjona (Tpaa), Formación Cuesta (Tmc), el Grupo Cogollo (Kmc), La Formación, Aluviones Recientes (Qal9, en el área del presente convenio, mediante la construcción de piezómetros o pozos de observación, a partir de los cuales se observara el comportamiento de los niveles y la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua subterránea espacial y temporalmente de tal manera que se genere información oportuna a nivel de avisos, alertas, boletines y pronósticos sobre los recursos hídricos subterráneos y superficiales.



CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CESAR

**EVALUACION DEL POTENCIAL DEL AGUA SUBTERRANEA EN LOS MUNICIPIOS DE CURUMANI, PAILITAS, TAMALAMEQUE, PELAYA, LA GLORIA, GAMARRA, AGUACHICA, RIO DE ORO, SAN MARTIN Y SAN ALBERTO , DEPARTAMENTO DEL CESAR.
CONVENIO 097-2003-06-2007**

- ✓ Regular la construcción de pozos de mediana a gran profundidad por parte de compañías perforadoras de pozos de agua con equipos adecuados pero que ignoran la legalidad de sus actividad, así como constructores que operan equipos de perforación artesanales, sin conocimientos técnicos; convirtiéndose en muchos casos en contaminadores por los diseños de los pozos que mezclan aguas de diferentes salinidades.
- ✓ Con base en la información obtenida del inventario de puntos de agua y el balance hídrico estimar el índice de escasez de aguas subterráneas.



CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CESAR

EVALUACION DEL POTENCIAL DEL AGUA SUBTERRANEA EN LOS MUNICIPIOS DE CURUMANI, PAILITAS, TAMALAMEQUE, PELAYA, LA GLORIA, GAMARRA, AGUACHICA, RIO DE ORO, SAN MARTIN Y SAN ALBERTO , DEPARTAMENTO DEL CESAR.
CONVENIO 097-2003-06-2007

BIBLIOGRAFÍA

- BANCO MUNDIAL. Protección para la calidad del agua subterránea, guía para empresas de agua, autoridades municipales y agencias ambientales. Editorial Mundi Prensa – Libros. 1 Edición. Washington, D.C. 2002
- CENTRO PANAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y CIENCIAS DEL AMBIENTE CEPIS. Monitoreo de la calidad de las aguas subterráneas: una evaluación de métodos y costos. Programa Regional de Prevención y Control de la Contaminación de Aguas Subterráneas. Lima, Perú. 1994.
- CENTRO PANAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y CIENCIAS DEL AMBIENTE CEPIS. Determinación del riesgo de contaminación de aguas subterráneas: una metodología basada en datos existentes. Programa Regional de Prevención y Control de la Contaminación de Aguas Subterráneas. 2 Edición. Lima, Perú. 1991.
- CENTRO PANAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y CIENCIAS DEL AMBIENTE CEPIS. Estrategias para la protección de aguas subterráneas: una guía para su implementación. Programa Regional de Prevención y Control de la Contaminación de Aguas Subterráneas. Lima, Perú. 1992.
- CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DEL CESAR CORPOCESAR. Plan de Gestión Ambiental Regional 2002 – 2012. Valledupar, Colombia. 2002.
- CORPOICA Y DASALUC, Laboratorio de aguas. Caracterización Físico Química de las Aguas Subterráneas en el marco del convenio 132-2003.
- CUSTODIO Emilio y LLAMAS Manuel. Hidrología Subterránea. Ediciones Omega. Barcelona. 1976.
- FOSTER Stephen and others. Groundwater in Rural Development. World Bank Technical Paper No 463. Washington D.C. 2000.
- FOSTER Stephen and others. Groundwater Quality Protection. The World Bank. Washington, D.C. 2002.
- INGEOMINAS. Evaluación del Agua Subterránea del Departamento del Cesar. Bogotá, 1995
- INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTÍN CODAZZI IGAC. Características Geográficas del Departamento del Cesar. IGAC. Bogota. 1993.



CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CESAR

EVALUACION DEL POTENCIAL DEL AGUA SUBTERRANEA EN LOS MUNICIPIOS DE CURUMANI, PAILITAS, TAMALAMEQUE, PELAYA, LA GLORIA, GAMARRA, AGUACHICA, RIO DE ORO, SAN MARTIN Y SAN ALBERTO , DEPARTAMENTO DEL CESAR.
CONVENIO 097-2003-06-2007

- MINAMBIENTE. Formulación de Proyectos de Protección Integrada de Aguas Subterráneas. Guía Metodológica. Bogotá 2002.
- MIJAILOV L. Hidrogeología. Editorial Mir Moscú. URRS 1985.
- PEREZ FRANCO Diosdado. Hidráulica Subterránea. Editorial Científico Técnica. La Habana Cuba 1982.
- PRICE, Michael. Agua Subterránea. Limusa Noriega Editores. 1 Edición. México. 2003.
- PULIDO SILVA, Gonzalo. Curso internacional de manejo y protección de acuíferos. Introducción a la hidrogeología ambiental. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería, Unidad de publicaciones. 1 Edición. Bogotá, Colombia. 1996