EVALUACION DEL POTENCIAL DEL AGUA SUBTERRANEA PARA RIEGO DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS CONO ALUVIAL Y LLANURA ALUVIAL DE VALLEDUPAR, DEPARTAMENTO DEL CESAR.

DEPARTAMENTO DEL CESAR **CORPOCESAR** **IDEAM**

DICIEMBRE 2007

CONTENIDO

		Pág.
INTRODUCCION		16
1.	OBJETIVOS	18
1.1	Objetivo general	18
1.2	Objetivos específicos	20
2.	INFRAESTRUCTURA	20
2.1	Localización y extensión del área de estudio	20
2.2	Estructura Municipal	22
2.3	Población y Economía	22
3.	CARACTERIZACION AMBIENTAL	24
3.1	Diagnostico del Valle del Río Cesar	24
3.1.1	Características de los Suelos	24
3.1.2	Características de la vegetación	28
3.1.3	Características de la Fauna Silvestre	30
3.1.4.	Características Hidrográficas.	31
3.1.4.1	Aguas Superficiales	31
3.1.4.1	|Aguas Subterráneas	32
3.1.5	Características Paisajísticas	33
3.1.6	Dotación de Recursos Naturales No renovables	34
3.2	Oferta Ambiental Municipal.	35
4.	GEOMORFOLOGIA	36
5.	GEOLOGÍA	39
5.1	Región de la Sierra Nevada de Santa Marta	39
5.2	Región Planicie del Cesar	40
5.3	Geología Estructural	43
6.	GEOFISICA	44
6.1.	MODELO GEOLOGICO-GEOFISICO	47
7.	BALANCE HIDRICO	55
7.1	DELIMITACIÓN DE LAS SUBCUENCAS .	56
7.2.	ESTIMACIÒN DE LA ESCORRENTÌA	56
7.2.1	Mapas de Isolineas de Escorrentía.	60
7.3.	ESTIMACIÒN DE LADE PRECIPITACIÓN	69
7.3.1.	Mapas de Isolíneas de Precipitación.	72
7.4.	ESTIMACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL	78
7.5.	Estimación del Balance Hídrico	87
7.5.1	Cuenca del Río Cesarito	91
7.5.2	Cuenca del Río Guatapurí	94
8.	INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA	97
9.	MODELO DE FLUJO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS	106

Pág.

9.1 DEPOSITOS CUATERNARIOS CONO ALUVIAL DE VALLEDUPAR (Qca) 107
9.2 DEPOSITOS CUATERNARIOS LLANURA ALUVIAL DE VALLEDUPAR (Qca) 112
10. PROPIEDADES FISICO-QUIMICAS DEL AGUA EN CAMPO 112
10.1 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA 112
10.1.1 Acuífero Depósitos de Cono Aluvial (Qca) 112
10.1.2. Acuífero Depósitos de Llanura Aluvial (Qlla) 113
10.2 SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES 115
10.2.1 Acuífero Depósitos de Cono Aluvial (Qca) 115
10.2.2 Acuífero Depósitos de Llanura Aluvial (Qlla) 116
11. PRUEBAS DE BOMBEO 120
12. MODELO HIDROGEOLÓGICO CONCEPTUAL 122
12.1 PROVINCIA HIDROGEOLÓGICA 124
12.1.1. Subprovincia Hidrogeológica Sierra Nevada de Santa Marta 124
12.1.2 Subprovincia Hidrogeológica Planicie del Cesar 124
12.2 GRUPOS HIDROGEOLOGICOS 125
12.2.1.1 Sistema Acuífero Llanura Aluvial de Valledupar (Qlla) 125
12.2.1.2 Sistema Acuífero Abanico Aluvial de Valledupar (Qcal). 126
12.2.1.3 Sistema Acuífero Cuaternario Terrazas (Qt). 128
12.2.1.4 Sistema Acuífero Cuaternario Aluvial Reciente (Qal). 128
13. MONITOREO DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS. 130
13.1 MONITOREO DE NIVELES 132
13.1.1 Depósitos Cuaternarios de Cono Aluvial (Qca), Marzo 2005 132
13.1.2 Depósitos Cuaternarios de Llanura Aluvial (Qlla) Marzo 2005 133
13.3.1.3 Depósitos Cuaternarios de Cono Aluvial (Qca), Mayo 2005 136
13.1.4 Depósitos Cuaternarios de Llanura Aluvial (Qlla) Mayo 2005 138
13.1.5 Depósitos Cuaternarios de Cono Aluvial (Qca), Junio 2005 140
13.1.6 Depósitos Cuaternarios de Llanura Aluvial (Qlla) Junio 2005 142
13.2 MONITOREO DE PROPIEDADES FISICAS 146
13.2.1 Depósitos Cuaternarios de Cono Aluvial (Qca), Marzo 2005 146
13.2.2 Depósitos Cuaternarios de Llanura Aluvial (Qlla) Marzo 2005 148
13.2.3 Depósitos Cuaternarios de Cono Aluvial (Qca), Mayo 2005 152
13.2.4 Depósitos Cuaternarios de Llanura Aluvial (Qlla) Mayo 2005 153
13.2.5 Depósitos Cuaternarios de Cono Aluvial (Qca), Junio 2005 157
13.2.6 Depósitos Cuaternarios de Llanura Aluvial (Qlla) Junio 2005 158
13.3 CARACTERIZACION FISICO QUIMICA Y BACTERIOLOGICA 162
13.3.1. Salinidad. 163
13.3.2. Modicidad 163
13.3.3 Toxicidad. 163
13.3.4. Procesos básicos de concentración y desplazamiento de sales en el suelo. 164

Pág.

13.4 Clasificación de aguas para riego. 164
14. CONDISDERACIONES AMBIENTALES 168
14.1 SANEAMIENTO IN SITU 168
14.2 DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS 169
14.3 VERTIMIENTOS INDUSTRIALES Y GASOLINERAS 169
14.4 ACTIVIDAD MINERA 172
14.5 PRÁCTICAS AGRÍCOLAS 172
14.6 CUERPOS DE AGUA SUPERFICIAL 175
14.7 PRÁCTICAS AGROPECUARIAS 175
14.8 ZONA DE PROTECCION DE CAPTACIONES DE AGUA 176
CONCLUSIONES 177
RECOMENDACIONES 179
BIBLIOGRAFÍA 180

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Indicadores socioeconómicos 23

Tabla 2. Municipios con jurisdicción en el Valle del río Cesar 26

Tabla 3. Modelo de capas, resistividad, espesor y unidad geológica para el corte 1-1´ 48

Tabla 4. Modelo de capas, resistividad, espesor y unidad geológica para el corte 2-2´. 49

Tabla 5. Modelo de capas, resistividad,espesor y unidad geológica para el corte 3-3´. 50

Tabla 6. Modelo de capas, resistividad,espesor y unidad geológica para el corte 4-4´. 50

Tabla 7. Modelo de capas, resistividad,espesor y unidad geológica para el corte 5-5´. 51

Tabla 8. Modelo de capas, resistividad,espesor y unidad geológica para el corte 6-6´. 52

Tabla 9. Modelo de capas, resistividad,espesor y unidad geológica para el corte 7-7´. 53

Tabla 10. Cuencas del área de estudio 56

Tabla 11. Estaciones hidrológicas 59

Tabla 12. Valores de escorrentía (mm) por subcuencas. 60

Tabla Nº 13. Estaciones Climatológicas 70

Tabla Nº 14. Valores de Precipitación en (mm) por subcuencas. 72

Tabla Nº 15 Estaciones utilizadas para el cálculo de evapotranspiración 79

Tabla Nº 16. Valores de evapotranspiración método de García López 80

Pág.

Tabla 17. Valores de evapotranspiración método de Thornwaite 80

Tabla 18 . Parámetros utilizados en el aplicativo 88

Tabla Nº 19. Balance Hídrico para la cuenca del río Cesarito suelo arcilloso 91

Tabla Nº 20. Balance Hídirico para la cuenca del río Cesarito suelo arenoso 92

Tabla Nº 21. Balance Hídrico para la cuenca del río Cesarito suelo limoso. 93

Tabla Nº 22.Balance Hídrico para la cuenca del río Guatapurí suelo arcilloso 94

Tabla Nº 23. Aplicativo para la cuenca del río Guatapurí suelo arenoso 95

Tabla Nº 24. Balance Hídrico para la cuenca del río Guatapurí suelo limoso 96

Tabla 25. Relación de pozos, aljibes, aljibes pozos y manantiales inventariados. 100

Tabla 26. Ubicación de los puntos inventariados con respecto a la unidad geológica captada. 101

Tabla 27. Relación de aljibes y pozos monitoreados durante los meses de marzo, mayo y junio de 2005 131

Tabla 28 Valores para interpretación de calidad de agua subterránea para riego 166

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Localización del Área de Estudio (Polígono en color azul) 21

Figura 2. Mapa geológico del área de estudio 39

Figura 3. Configuración Arreglo Schlumberger. 44

Figura 4.Mapas con ubicación de las estaciones hidrológicas. 58

Figura 5. . Isolineas de escorrentía media mensual multianual enero 61

Pág.

Figura 6. . Isolineas de escorrentía media mensual multianual febrero 61

Figura 7. . Isolineas de escorrentía media mensual multianual marzo 62

Figura 8. . Isolineas de escorrentía media mensual multianual abril 63

Figura 9. . Isolineas de escorrentía media mensual multianual mayo 64

Figura 10. . Isolineas de escorrentía media mensual multianual junio 64

Figura 11. Isolineas de escorrentía media mensual multianual julio 65

Figura 12. . Isolineas de escorrentía media mensual multianual agosto 66

Figura 13. Isolineas de escorrentía media mensual multianual septiembre 66

Figura 14. Isolineas de escorrentía media mensual multianual octubre 67

Figura 15. . Isolineas de escorrentía media mensual multianual noviembre 68

Figura 16. . Isolineas de escorrentía media mensual multianual diciembre 69

Figura 17 Mapa de Isolineas de precipitación media mensual multianual Enero 72

Figura 18 Mapa de Isolineas de precipitación media mensual multianual Febrero 73

Figura 19 Mapa de. Isolineas de precipitación media mensual multianual marzo 73

Figura 20 Mapa de. Isolineas de precipitación media mensual multianual abril 74

Figura 21Mapa de Isolineas de precipitación media mensual multianual mayo 74

Figura 22 Mapa de. Isolineas de precipitación media mensual multianual junio 75

Figura 23 Mapa de. Isolineas de precipitación media mensual multianual julio 75

Figura 24 Mapa de. Isolineas de precipitación media mensual multianual agosto 76

Figura 25 Mapa de. Isolineas de precipitación media mensual multianual septiembre 76

Pág.

Figura 26 Mapa de. Isolineas de precipitación media mensual multianual octubre 77

Figura 27 Mapa de. Isolineas de precipitación media mensual multianual noviembre 77

Figura 28 Mapa de. Isolineas de precipitación media mensual multianual diciembre 78

Figura 29. Isolineas de Evapotranspiración método de Thornthwaite enero 81

Figura 30. Isolineas de Evapotranspiración método de Thornthwaite febrero 81

Figura 31. Isolineas de Evapotranspiración método de Thornthwaite marzo 82

Figura 32. Isolineas de Evapotranspiración método de Thornthwaite abril 82

Figura 33. Isolineas de Evapotranspiración método de Thornthwaite mayo 83

Figura 34. Isolineas de Evapotranspiración método de Thornthwaite junio 83

Figura 35. Isolineas de Evapotranspiración método de Thornthwaite julio 84

Figura 36. Isolineas de Evapotranspiración método de Thornthwaite agosto 85

Figura 37. Isolineas de Evapotranspiración método de Thornthwaite septiembre 85

Figura 38. Isolineas de Evapotranspiración método de Thornthwaite octubre 86

Figura 39. Isolineas de Evapotranspiración método de Thornthwaite noviembre 86

Figura 40. Isolineas de Evapotranspiración método de Thornthwaite diciembre 87

Figura 41. Diagrama de flujo del aplicativo para el balance hídrico 90

Figura 42 Modelo de Flujo de Aguas Subterráneas para el Acuífero Depósitos de Cono Aluvial de Valledupar (Qca). Octubre – Diciembre de 2004 107

Figura 43. Modelo de Flujo de Aguas Subterráneas para el Acuífero Depósitos de Cono Aluvial de Valledupar (Qca) visto en tres dimensiones. Octubre – Diciembre de 2004 108

Figura 44. Modelo de Flujo de Aguas Subterráneas para el Acuífero Depósitos de Llanura Aluvial (Qlla). Octubre – Diciembre de 2004 109

Pág.

Figura 45. Modelo de Flujo de Aguas Subterráneas para el Acuífero Depósitos de Llanura Aluvial (Qlla) visto en tres dimensiones. Octubre – Diciembre de 2004 110

Figura 46. Modelo de Flujo de Aguas Subterráneas para los Acuíferos Depósitos de Cono y Llanura Aluvial de Valledupar (Qca y Qlla). 110

Figura 47. Modelo de Flujo de Aguas Subterráneas para los Acuíferos Depósitos de Cono y Llanura Aluvial de Valledupar (Qca y Qlla) visto en tres dimensiones. Octubre – Diciembre de 2004. 111

Figura 48. Mapa de isoconductividad para el Acuífero Depósitos de Cono Aluvial (Qca). Octubre – Diciembre de 2004 113

Figura 49. Mapa de isoconductividad para el Acuífero Depósitos de Llanura Aluvial (Qlla). Octubre – Diciembre de 2004. 114

Figura 50. Mapa de isolineas de Sólidos Disueltos Totales (SDT) para el Acuífero Depósitos de Cono Aluvial (Qca). Octubre – Diciembre de 2004. 116

Figura 51. Mapa de isolineas de Sólidos Disueltos Totales (SDT) para el Acuífero Depósitos de Llanura Aluvial (Qlla). Octubre – Diciembre de 2004. 117

Figura 52. Mapa de isoconductividad para el Acuífero Depósitos de Llanura Aluvial (Qlla) y Depósitos de Cono Aluvial (Qca). Octubre – Diciembre de 2004 118

Figura 53. Mapa de isoconductividad para el Acuífero Depósitos de Llanura Aluvial (Qlla) y Depósitos de Cono Aluvial (Qca). Octubre – Diciembre de 2004 119

Figura 54. Mapa de isolineas de Sólidos Disueltos Totales para el Acuífero Depósitos de Llanura Aluvial (Qlla) y Depósitos de Cono Aluvial (Qca). Octubre – Diciembre de 2004 123

Figura 55. Esquema Modelo Hidrogeológico Conceptual 132

Figura 56. Modelo de Flujo de Aguas Subterráneas para el Acuífero Depósitos de Cono Aluvial de Valledupar (Qca). Marzo de 2005 133

Figura 57. Modelo de Flujo de Aguas Subterráneas para el Acuífero Depósitos de Cono Aluvial de Valledupar (Qca) visto en tres dimensiones. Marzo de 2005 133

Pág.

Figura 58. Modelo de Flujo de Aguas Subterráneas para el Acuífero Depósitos de Llanura Aluvial de Valledupar (Qlla) visto en tres dimensiones. Marzo de 2005 134

Figura 59. Modelo de Flujo de Aguas Subterráneas para el Acuífero Depósitos de Llanura Aluvial de Valledupar (Qlla). Marzo de 2005. 135

Figura 60. Modelo de Flujo de Aguas Subterráneas para el Acuífero Depósitos de Llanura y Cono Aluvial de Valledupar (Qlla y Qca). Marzo de 2005 136

Figura 61. Modelo de Flujo de Aguas Subterráneas para el Acuífero Depósitos de Llanura y Cono Aluvial de Valledupar (Qlla y Qca) visto en tres dimensiones. Marzo de 2005 137

Figura 62. Modelo de Flujo de Aguas Subterráneas para el Acuífero Depósitos de Cono Aluvial de Valledupar (Qca). Mayo de 2005. 137

Figura 63. Modelo de Flujo de Aguas Subterráneas para el Acuífero Depósitos de Cono Aluvial de Valledupar (Qca) visto en tres dimensiones. Mayo de 2005 138

Figura 64. Modelo de Flujo de Aguas Subterráneas para el Acuífero Depósitos de Llanura Aluvial de Valledupar (Qlla). Mayo de 2005. 138

Figura 65. Modelo de Flujo de Aguas Subterráneas para el Acuífero Depósitos de Llanura Aluvial de Valledupar (Qlla) visto en tres dimensiones. Mayo de 2005 139

Figura 66. Modelo de Flujo de Aguas Subterráneas para el Acuífero Depósitos de Llanura y Cono Aluvial de Valledupar (Qlla y Qca). Mayo de 2005 140

Figura 67. Modelo de Flujo de Aguas Subterráneas para el Acuífero Depósitos de Llanura y Cono Aluvial de Valledupar (Qlla y Qca) visto en tres dimensiones. Mayo de 2005 141

Figura 68. Modelo de Flujo de Aguas Subterráneas para el Acuífero Depósitos de Cono Aluvial de Valledupar (Qca). Junio de 2005 141

Figura 69. Modelo de Flujo de Aguas Subterráneas para el Acuífero Depósitos de Cono Aluvial de Valledupar (Qca) visto en tres dimensiones. Junio de 2005 142

Figura 70. Modelo de Flujo de Aguas Subterráneas para el Acuífero Depósitos de Llanura Aluvial de Valledupar (Qlla). Junio de 2005 143

Pág.

Figura 71. Modelo de Flujo de Aguas Subterráneas para el Acuífero Depósitos de Llanura Aluvial de Valledupar (Qlla) visto en tres dimensiones. Junio de 2005 144

Figura 72. Modelo de Flujo de Aguas Subterráneas para el Acuífero Depósitos de Llanura y Cono Aluvial de Valledupar (Qlla y Qca). Junio de 2005 145

Figura 73. Modelo de Flujo de Aguas Subterráneas para el Acuífero Depósitos de Llanura y Cono Aluvial de Valledupar (Qlla y Qca) 147

Figura 74. Mapa de isoconductividad para el Acuífero Depósitos de Cono Aluvial (Qca). Marzo de 2005 148

Figura 75. Mapa de isolineas de Sólidos Disueltos Totales (SDT) para el Acuífero Depósitos de Cono Aluvial (Qca). Marzo de 2005 149

Figura 76. Mapa de isoconductividad para el Acuífero Depósitos de Llanura Aluvial (Qlla). Marzo de 2005 150

Figura 77. Mapa de isolineas de Sólidos Disueltos Totales (SDT) para el Acuífero Depósitos de Llanura Aluvial (Qlla). Marzo de 2005 151

Figura 78. Mapa de isoconductividad para los Acuíferos Depósitos Cuaternarios de Llanura Aluvial (Qlla) y de Cono Aluvial (Qca). Marzo de 2005 152

Figura 79. Mapa de isoconductividad para el Acuífero Depósitos de Cono Aluvial (Qca). Mayo de 2005 153

Figura 80. Mapa de isolineas de Sólidos Disueltos Totales (SDT) para el Acuífero Depósitos de Cono Aluvial (Qca). Mayo de 2005 154

Figura 81. Mapa de isoconductividad para el Acuífero Depósitos de Llanura Aluvial (Qlla). Mayo de 2005 155

Figura 82. Mapa de isolineas de Sólidos Disueltos Totales (SDT) para el Acuífero Depósitos de Llanura Aluvial (Qlla. Mayo de 2005 156

Figura 83. Mapa de isoconductividad para los Acuíferos Depósitos Cuaternarios de Llanura Aluvial (Qlla) y de Cono Aluvial (Qca). Mayo de 2005 157

Pág.

Figura 84. Mapa de isoconductividad para el Acuífero Depósitos de Cono Aluvial (Qca). Junio de 2005 158

Figura 85. Mapa de isolineas de Sólidos Disueltos Totales (SDT) para el Acuífero Depósitos de Cono Aluvial (Qca). Junio de 2005 159

Figura 86. Mapa de isoconductividad para el Acuífero Depósitos de Llanura Aluvial (Qlla). Junio de 2005 160

Figura 87. Mapa de isoconductividad para los Acuíferos Depósitos Cuaternarios de Llanura Aluvial (Qlla) y de Cono Aluvial (Qca). Junio de 2005 87

Figura 88. Normas para calidad de agua para riego.(Servicio de Conservación de Suelos , Estados Unidos de Norteamérica)

LISTA DE FOTOS

Pág

Foto 1. Panorámica hacia la cabecera del municipio de Valledupar | 20

Foto 2. Panorámica de la provincia de paisajes de origen estructural sobre las estribaciones de la

Sierra Nevada de santa Marta 36

Foto No 3 Panorámica de paisajes de origen estructural 37

Foto No 4 Panorámica hacia el Abanico Aluvial de la ciudad de Valledupar 37

Foto No 5 Panorámica del Cauce aluvial reciente del río Cesar en contacto con el Abanico Aluvial. 38

Foto 6. Granitoides Jurasicos (Jgr) en el cauce del río Cesar sector del Puente Hurtado 40

Foto 7 Gravas gruesas, arenas y limos del Depósito de Llanura Aluvial en la parte baja de la cuenca del río Guatapuri 41

Foto 8. Arenas, gravas y limos en minas a cielo abierto ubicadas en el sector de las casitas 41

Pág

Foto 9. Gravas gruesas del Depósito de Cono Aluvial. Finca Los Cachos (Plancha 27 III D) 42

Foto 10 Aluviones recientes sobre el cauce del río Guatapurí 42

Foto 11. Contacto geológico entre el Qca y el Qlla en el sector del río Calderas y la quebrada las Ovejas, nor occidente de la ciudad de Valledupar 43

Foto 12. Equipo Terrameter ABEM SAS 4000 46

Foto 13. Disposición de electrodos de potencial y resistividad. 46

Foto 14. Empleo de GPS (Sistema de Posicionamiento Global) para la georreferenciación de aljibe en campo. 97

Foto 15. Aforo volumétrico de aljibes y pozos, durante la ejecución de pruebas de bombeo 98

Foto 16. Empleo de la sonda para la medición del nivel estático en un aljibe. 99

Foto 17. Medición del nivel estático en un pozo, mediante el ingreso de la sonda por medio de tubería PVC de ¾” 99

Foto 18. Equipo para la medición de las propiedades físicas del agua en campo. 100

Foto 19. Pozo profundo revestido en acero inoxidable 102

Foto 20. Motobombas operadas con combustible para la explotación del agua subterránea en pozos 102

Foto 21. Excavación típica de un aljibe 103

Foto 22. Secuencia de capas de arenas, gravas y limos expuestas hasta la tabla de agua de un aljibe. 103

Foto 23. Revestimiento típico de un aljibe con anillos de concreto hasta alcanzar la tabla de agua 104

Foto 24. Explotación por baldeo de un aljibe 104

Foto 25 Tanques cilíndricos de almacenamiento de agua extraída por pozos y aljibes 105

Pág

Foto 26. Aforo de caudal durante pruebas de bombeo en pozos profundos 120

Foto 27. Medición de niveles durante bombeo y recuperación de pozos 121

Foto 28. Secuencia de gravas y arenas de la Llanura Aluvial del río Guatapurí 126

Foto 29. Secuencia de Gravas gruesas y medias en una matriz arenosa del acuífero Abanico Aluvial de Valledupar 127

Foto 30. Niveles arcillolimosos del Abanico Aluvial de Valledupar en las ladrilleras ubicadas en la región de los Cachos (Plancha 27 III D) 127

Foto 31. Depósitos de gravas del Abanico Aluvial de Valledupar en el sector de las Casitas 128

Foto 32. Contacto geológico entre niveles de terrazas y la Llanura Aluvial del Río Guatapurí (Plancha 27 IV C finca la Alemania) 128

Foto 33 Depósitos de gravas (islas) sobre el lecho del cauce del río Guatapurí 129

Foto 34. Granitos Jurásicos de carácter impermeable en la zona del Puente Hurtado de poca importancia hidrogeológica 129

Foto 35. Monitoreo de aljibe localizado en el Depósito Cuaternario de Llanura Aluvial (Qlla) 131

Foto 36. Vertimiento de las lagunas de oxidación del municipio de Valledupar, El Salguero. 170

Foto 37. Laguna de oxidación de la Planta de Tratamiento de A.Residuales de Valledupar. 171

Foto 38. Base de gravas y arenas del acuífero Depósitos de Llanura Aluvial (Qlla) sobre el cual descansan las lagunas de oxidación del municipio de Valledupar. 170

Foto 39 Estructura litológica de la zona correspondiente a la cantera de explotación minera de material inerte. 173

Foto 40. Bloques de arena y suelo franco arcilloso de la cantera 173

Foto 41. Nivel de gravas en la cantera 174

Foto 42. Estratos de arenas en la última capa de explotación en la cantera 174

Pág

Foto 43, Actividad ganadera cerca de la captación de agua subterránea 176

Foto 44. Zona operacional de aljibe inadecuada 176

LISTA DE ANEXOS

Anexo A y B: Sondeos Eléctricos Verticales interpretados
Modelo de capas e interpretación de sondeos eléctricos
Cortes Geoelétecricos

Anexo C; Mapas de Isoresistividad a diferentes profundidades

Anexo D: Inventario de puntos de agua, formato digital

Anexo E: Pruebas de Bombeo

Anexo F: Modelo de Flujo Sistema Acuífero Llanura y Cono Aluvial